

57557

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EDİRNE - KINALI OTOYOLUNDA MEYDANA
GELEN ÜSTYAPI ÇATLAKLARI ÜZERİNE
BİR ANALİZ

İnş.Müh. Sezgin KILIÇ

F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Programında
hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof.Dr. Oral TUMAY

İSTANBUL, 1996

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	1
SUMMARY.....	1
BÖLÜM 1.....	1
1. GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.....	6
2. Otoyolda Kullanılan Üstyapı Tabakaları Hakkında Genel Bilgiler.....	6
2.1. Kaplama Tabakası (Aşınma ve Binder Tabakaları).....	6
2.1.1. Malzeme Özellikleri.....	7
2.1.2. Serme ve Sıkıştırma Unsurları.....	9
2.2. Temel Tabakaları.....	9
2.2.1. Bitümlü Temel.....	9
2.2.1.1. Malzeme Özellikleri.....	9
2.2.1.2. Bitümlü Temel Dizaynı.....	11
2.2.2. Çimento Bağlayıcılı Granüler Temel (ÇBGT).....	12
2.2.3. Alttemel.....	13
2.2.3.1. Granüler Alttemel.....	13
BÖLÜM 3.....	15
3. Dolgular Hakkında Genel Bilgi.....	15
3.1. Dolgu Malzemesinin Özellikleri.....	15
3.2. Dolguların Yapılmasında Uygulanacak Kurallar.....	16
3.3. Dolgularda Kullanılabilecek Zeminlerin Tanınması.....	18
3.3.1. Kohezyon.....	18
3.3.2. İçsel Sürtünme.....	19
3.3.3. Kayma Direnci ve Taşıma Gücü.....	19
3.3.4. Büzülme ve Şişme.....	21
3.4. Genleşebilen Zeminler.....	22
3.4.1. Genleşebilen Zeminlerin Tanınması.....	22
3.4.2. Genleşebilen Zeminlerin Kontrolü.....	24
BÖLÜM 4.....	25
4. Üstyapı Çatlaklarının Türleri ve Sebepleri.....	25

4.1. Üstyapı Çatlak Türleri.....	25
4.1.1. Yorulma Çatlakları.....	25
4.1.2. Öteleme (Yüzey Kayması) Çatlakları.....	26
4.1.3. Timsah Sırtı Çatlaklar.....	26
4.1.4. Büzülme Çatlakları.....	26
4.1.5. Kenar Çatlakları.....	27
4.1.6. Derz Çatlakları.....	27
4.1.7. Enine Çatlaklar.....	27
4.1.8. Yansıma Çatlakları.....	27
4.2. Üstyapı Çatlaklarının Genel Sebepleri.....	28
4.2.1. Dolgu Taban Zemini (Doğal Zemin).....	28
4.2.2. Dolgu Malzemesi.....	29
4.2.3. Drenaj.....	31
4.2.4. Üstyapı Tabakaları.....	31
BÖLÜM 5.....	33
5. Edirne - Kınalı Otoyolunda Meydana Gelen Çatlakların Analizi.....	33
5.1. Çatlakların Analizi.....	33
5.2. Çatlak Sebeplerinin Araştırılması.....	42
5.2.1. Trafik Etkisi.....	42
5.2.2. Üstyapı Tabakalarının Çatlaklar Üzerine Etkisinin Araştırılması.....	43
5.2.2.1. Gradasyon Limitleri.....	45
5.2.2.2. Gradasyonda Kullanılan Malzemelerin Fiziksel Özellikleri.....	49
5.2.3. Çatlakların Araştırılması İçin Açılan Çukurlardan Elde Edilen Diğer Sonuçlar.....	51
5.2.3.1. 1 Nolu Çukur.....	51
5.2.3.2. 2 Nolu Çukur.....	52
5.2.3.3. 3 ve 4 Nolu Çukurlar.....	55
5.2.4. Seçme Malzeme Tabakasının Çatlaklar Üzerine Etkisinin Araştırılması.....	60
5.3. Dolguların Üstyapı Çatlakları Üzerine Etkisinin Araştırılması.....	64
5.3.1. Malzeme Özellikleri.....	64
5.3.2. Sıkıştırma Özellikleri.....	65
5.3.3. Şişme ve Büzülme Özellikleri.....	69

5.3.4. Şişme Basıncının Ölçülmesi.....	69
5.3.4.1. Şişme ve Çökme Ölçümü.....	69
5.3.4.2. Şişme Basıncı Sonuçları.....	70
5.4. Doğal Zeminin İncelenmesi.....	73
5.4.1. Jeolojik Dağılım.....	73
5.4.2. Babaeski Kili Hakkında Bilgiler.....	74
BÖLÜM 6.....	77
6. Değerlendirmeler ve Çözüm Önerileri.....	77
6.1. Değerlendirmeler	77
6.2. Çözüm Önerileri.....	87
6.2.1. Üstyapı Çatlaklarının Onarımı.....	88
6.2.2. Dolguya Su Girişinin Engellenmesi.....	93
KAYNAKLAR.....	
ÖZGEÇMİŞ.....	

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1. Su Muhtevası - Hacim Değişimi İlişkisi.....	23
Şekil 3.2. Likit Limit - Plastisite İndisi İlişkisi (Casagrande Kartı).....	23
Şekil 5.1. Otoyoldan Alınan Numunelerin Casagrande Plastisite Kartına Göre Değerlendirilmesi.....	64
Şekil 5.2. Sıkışma Özellikleri.....	66-67
Şekil 5.3. Modifiye Proktor Enerjisinde Sıkıştırılmış Dolgunun Sıkıştırma Su Muhtevası - Şişme Basıncı Grafiği.....	70
Şekil 5.4. Modifiye Proktor Enerjisinde Sıkıştırılan Numunelerde 25 ve 100 Kpa'lık Yüklemeler Altında Sıkıştırma Su Muhtevası - Şişme Gerilmesi Grafiği.....	71
Şekil 5.5. Standart ve Modifiye Proktor Enerjilerinde Sıkıştırılmış Numunelerin Sıkıştırma Su Muhtevası ile Şişme Basıncı İlişkisinin Karşılaştırılması.....	72
Şekil 5.6. Standart ve Modifiye Proktor Enerjilerinde Sıkıştırılmış Numunelerin Sıkıştırma Su Muhtevası ile Şişme Gerilmesi İlişkisinin Karşılaştırılması.....	72
Şekil 5.7. Babaeski Kilinin (İstanbul Yeşil Kili) Şişme Potansiyeli.....	75
Şekil 6.1. Üstyapı Çatlaklarının Oluşum Aşamaları.....	84
Şekil 6.2. Yüzeysel Suların Dolgu Bünyesine Sızıntı Yolları.....	85
Şekil 6.3. Üstyapı Çatlaklarının Klasik Metotla Onarım Aşamaları.....	88
Şekil 6.4. Geotextil Kullanılarak Üstyapı Çatlaklarının Onarımı.....	91
Şekil 6.5. Timsah Sırtı Çatlakların Geotextil ile Onarımı.....	92
Şekil 6.6. Düşey Membran Uygulaması.....	94
Şekil 6.7. Asfalt Membran Uygulaması.....	95

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1. Dolgu Malzemesinin Özellikleri.....	16
Tablo 3.2. Dolgularda Sıkıştırma Kriterleri.....	17
Tablo 3.3. Değişik Zeminlerde Ortalama Kohezyon Değeri.....	19
Tablo 3.4. Değişik Zeminlerde Ortalama İçsel Sürtünme Değeri.....	19
Tablo 3.5. Hacim Değiştirme Derecesi İle Plastisite İndisi Arasındaki İlişki.....	24
Tablo 5.1. Çatlakların Listesi.....	34
Tablo 5.2. Gişelerden Tespit Edilen Araç Trafığı.....	43
Tablo 5.3. Çukurların Konumu.....	44
Tablo 5.4. Binder Tabakası Gradasyon Limitleri.....	46
Tablo 5.5. Aşınma Tabakası Gradasyon Limitleri.....	46
Tablo 5.6. Bitümlü Temel Tabakası Gradasyon Limitleri.....	47
Tablo 5.7. Alttemel Tabakası Gradasyon Limitleri.....	48
Tablo 5.8. Aşınma Tabakasında Kullanılan İstinye Agregasının Fiziksel Özellikleri.....	49
Tablo 5.9. Cebeci Agregasının Fiziksel Özellikleri.....	50
Tablo 5.10. May Agregası Fiziksel Özellikleri.....	50
Tablo 5.11. 1 Nolu Çukur DCP Sonuçları.....	52
Tablo 5.12. 1 Nolu Çukurdan Elde Edilen Diğer Sonuçlar.....	53
Tablo 5.13. 2 Nolu Çukur DCP Sonuçları.....	54
Tablo 5.14. 2 Nolu Çukurdan Elde Edilen Diğer Sonuçlar.....	55
Tablo 5.15. 3 Nolu Çukur DCP Sonuçları.....	56
Tablo 5.16. 4 Nolu Çukur DCP Sonuçları.....	57
Tablo 5.17. 3 Nolu Çukurdan Elde Edilen Diğer Sonuçlar.....	58
Tablo 5.18. 4 Nolu Çukurdan Elde Edilen Diğer Sonuçlar.....	59
Tablo 5.19. Çatlakların Üstyapı Tabakalarındaki Yayılımı.....	60
Tablo 5.20. Seçme Malzeme Tabakası Likit Limit ve Plastisite İndisi Sonuçları.....	61
Tablo 5.21. Seçme Malzeme Tabakası Sıkıştırma Özellikleri.....	61
Tablo 5.22. Seçme Malzeme Tabakası Su Muhtevaları Karşılaştırılması.....	62
Tablo 5.23. Seçme Malzeme Tabakası CBR ve Kabarma Özellikleri.....	62
Tablo 5.24. Dolguda Laboratuvar Sıkıştırma Deneyleri.....	68
Tablo 5.25. Jeolojik Birimlerin Dağılımı.....	73

Tablo 5.26. Jeolojik Formasyonların Dağılımı.....	74
Tablo 6.1. Edirne - Kınalı Otoyolunda Meydana Gelen Çatlakların Analizi.....	78



EKLER

Ek 1. Edirne - Kınalı Otoyolu Güzergah Haritası

Ek 2. Edirne - Kınalı Otoyolunda Kullanılan Üstyapı Tipi Enkesiti

(Bu kesitte şerit düzeni görülmektedir.)

Ek 3. Edirne Kınalı Otoyolunda Üstyapı Çatlaklarının Yo unlaştı ı Kavşakların Plan ve Boykesiti

Ek 4. Edirne - Kınalı Otoyolunda Bazı Kesimlerin Boykesiti

(Bu boykesitte deneysel ve gözlemsel çalışmalar yapmak üzere açılan çukurlar işlenmiştir.



ÖNSÖZ

Ulaştırma, günümüz dünyasında önemli bir yer işgal etmektedir. Ülkemizde ulaştırma kara, hava ve su yollarını kullanarak sağlanmaktadır. Karayolu yapımında aktif bir rol üstlenen Karayolları Genel Müdürlüğü kalkınma planlarına göre üstlendiği 60000 km. yol yapımını tamamlamış olduğundan kendisine yeni bir görev olarak mevcut yol ağlarının daha yüksek kapasite ile hizmet vermesini sağlamayı seçmiştir. Bu amaçla yüksek standartlı otoyol yapımına özellikle 1980'li yıllardan itibaren hız vermiştir. Otoyol yapımları diğer yol yapımlarına oranla daha yüksek maliyetli olabilmektedir, ancak birim zamanda ve birim şeritte fayda/maliyet oranı diğer erişme kontrollü yollara oranla daha yüksek olduğundan tercih edilmektedir. Otoyollar uzun çalışmaların sonucu ortaya çıkmaktadır. Proje, araştırma veya yapım safhalarında dikkate alınmayan veya dikkatten kaçan herhangi bir unsur otoyol maliyetlerini oldukça artırabilmekte ve ömründe azaltabilmektedir. Kınalı - Sakarya otoyolunun devamı olarak inşa edilen Edirne - Kınalı otoyolunda yol gerek yol trafiğe açılmadan ve gerekse yol trafiğe açıldıktan sonra önemli ölçüde üstyapı çatlaklarına rastlanmış ve bunun sebep-sonuç analizi yapılmıştır. Araştırma tüm üstyapı tabakalarının, dolgunun ve doğal zeminin deneysel olarak malzeme ve yapım kriterleri açısından incelenmesini, üstyapı çatlaklarının sebeplerinin ortaya konmasını ve bazı çözüm önerilerinin değerlendirilmesini kapsamaktadır.

Çalışmalarımız sırasında bilgi ve deneyimlerini tüm safhalarda yardımımıza sunan tez danışmanım Prof.Dr. Sayın Oral TÜMAY'a, değerli katkılarından dolayı Doç.Dr. Sayın Mustafa ILICALI'ya, Prof.Dr. Sayın Aydın EREL'e, Prof.Dr. Sayın İ. Kutay ÖZAYDIN'a, Prof.Dr. Sayın Sönmez YILDIRIM'a, Doç.Dr. Sayın Zerrin BAYRAKTAR'a, sevgili eşim Ar.Gör. Havvanur KILIÇ'a, inceleme ve araştırma çalışmalarımıza her türlü yardım ve desteği sağlayan T.C.K. 17. Bölge Müdürlüğüne, çalışma konusu otoyol kesiminin yapım kontrol sorumluluğunu üstlenen Edirne - Kınalı Otoyolu Yapım Başmühendisliği çalışanlarına, yolun yapımından sorumlu müteahhit firma Doğu İnşaat A.Ş.'ne ve emeği geçen diğer kişi ve kuruluşlara Teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Türkiyede 1980'li yıllarda başlayan ve hızla ilerleyen otoyollar zincirinin bir halkası olan Edirne - Kınalı Otoyolu kısım kısım tamamlanarak 1993 yılı sonlarından itibaren trafiğe açılmıştır. Ancak gerek trafiğe açılmadan ve gerekse trafiğe açıldıktan sonra otoyolda gözle görülür derecede üstyapı çatlakları oluşmuştur. Çatlak açıklıkları bazı kesimlerde 10 mm'yi bulan bu çatlakların bazı belirgin özellikleri vardır.

- Çatlak boyları toplamı 10 km'ye yakındır.
- İki istisna dışında tamamı boyuna çatlaktır.

Çatlakların yaklaşık %88'i kenar şeritlerde, %66'sı emniyet şeriti diye de adlandırılan Acil Park Şeritinde ve %84'ü dolgu üzerine inşa edilen yol kesimlerinde bulunmaktadır. Bu kadar sistematik bir gelişim gösteren çatlakların sebeplerinin dış etkenlerden çok yapılan bir hatadan dolayı meydana gelmesinden hareketle bir dizi araştırma çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar üstyapı tabakalarının, dolgu ve doğal zeminin tüm karakteristik özelliklerinin incelenmesi, tabakaların ve yol yapım malzemelerinin çeşitli deneylere tabi tutulması şeklinde gelişmiştir.

Çalışmanın ilk aşamasında üstyapı tabakalarının karakteristik özelliklerinin araştırılması yapılmış, bunların bu derece yoğun ve karakteristik üstyapı çatlamlarına sebep teşkil edebilecek bir etken içermediği yapılan şartname karşılaştırmaları ve deneysel çalışmalar sonucunda anlaşılmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında ise yol dolgusu ile doğal zeminin mekanik ve fiziksel incelemesi yapılmıştır. Otoyol dolgusunu oluşturan malzemeler orta plastik malzemelerdir ve şişme potansiyeli yüksektir. Dolgular optimum su muhtevasının altında bir nem oranında sıkıştırılmış ve yüzeysel suların bünyesine sızması sonucu şişerek ÇBGT'yi çatlatmıştır. ÇBGT'deki çatlaklar trafik ve diğer dış etkiler sonucu üstyapının diğer tabakalarına yansımıştır.

Bu çalışmada yapılan tüm araştırma ve deneyler, proje kriterleri, yapım notları incelenmiş, gerektiğinde yerinde gözlemler yapılmış, çeşitli şartnamelerle karşılaştırmalar yapılarak bir sebep - sonuç analizi ortaya konmuştur. Bu analizden yola çıkarak çatlaklara yol açan sebeplerin önceden teşhisle nasıl ortadan kaldırılabileceği, çatlakların oluşumunun devam sürecinin nasıl engellenebileceği üzerinde durulmuştur. Bunun yanı sıra oluşmuş çatlakların otoyola hasar vermesini önlemek amacıyla çeşitli çözüm önerileri üzerinde durulmuştur.

SUMMARY

The Edirne - Kinalı Motorway, a part of the Turkish highway chain whose construction started and rapidly advanced in the 1980's, was completed at the end of 1993. However, even before as well as after its opening, the highway suffered from visible superstructure cracks. These cracks of up to 10 mm in some sections had some prominent characteristics:

- The sum of the crack length was about 10 km's.
- Except for two instances, they were all longitudinal.

Of the cracks, 88% were in the side lane, 66% in the Emergency Parking Lane as it is also called, and 84% were at those section of the highway built on fills. A series of investigations were conducted assuming that such systematical developments in the cracks must be a matter of error rather than some exterior effects. These researches included the examination of the characteristics of the superstructure layers, fills and natural soils, as well as various laboratory testing of samples from the layers and the road construction materials.

The investigations of the characteristics of the superstructure layers has been completed at this stage of the study. It has been concluded that these characteristics do not contain any elements which would create such extensive and systematical cracks. Several deviations obtained through the comparison of the specifications eliminate these too as the source of the cracks.

The mechanical and physical properties of the road fill and natural soil has been investigated at the second stage. The road fill is medium plastic material and has a high swelling potential. The road fill has compacted at the lower optimum water content and due to the surface water seepage, road fill has swelled and ÇBGB was cracked. Due to the traffic load and other external affects the ÇBGB's cracks were influenced the superstructure.

This study has reviewed all these investigations and tests. Field observations, when necessary, have also been made. Project criteria and construction notes have been examined. Different specifications have been compared to produce a reason - conclusion analysis. From this study it is intended by first determining the sources of the crack formation and their progress to prevent them from re-occurring. Moreover, various proposals are to be given to deter the existing cracks from damaging the motorway.

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

1960'lı yılların ardından milli gelirdeki artışlar, nüfus artışı ve paralelinde gelişen trafik artışı sonucu yollar yetersiz kalmaya başlamış, otomotiv sanayiindeki gelişmelerin sonucu olarak yollarda konfor arayışları başlamıştır. İnsanların, gelişen hayat şartlarına ayak uydurmak zorunda kalmaları zamanın değerini büsbütün artırmış ve sonuçta bir sürat dünyası ortaya çıkmıştır. Ülkemizde bu Dünya'ya ayak uydurmaya çalışan Karayolları Genel Müdürlüğü 1980'li yıllarda yerel politikalarında etkisiyle otoyol yapımına hız vermiştir. TCK istatistiklerinden alınan bilgilere göre otoyolları bölünmemiş yollarla kapasite açısından karşılaştırsak;

Bölünmemiş 2 şeritli bir yolun kapasitesi	5000 - 10000 vasıta / gün
4 şeritli (2x2) bir otoyolun kapasitesi	40000 - 60000 vasıta / gün
6 şeritli (2x3) bir otoyolun kapasitesi	60000 - 90000 vasıta / gün

olarak ortaya çıkmaktadır. Rakamlar karşılaştırıldığında şerit adedi bölünmemiş yol şerit adedinin iki misline çıktığı halde otoyolun taşıdığı trafik kapasitesinin yaklaşık sekiz misli arttığı, şerit adedi üç misline çıktığında ise kapasitenin ortalama on katına kadar çıkabildiği görülmektedir. Oysa yine TCK verilerinden alınan bilgilere göre maliyet miktarları daha düşük oranlarda - yaklaşık 2-3 misli arttığı tespit edilmiştir. Bu durumda trafik hacminin yüksek olduğu arterlerde bölünmemiş yollar yerine yüksek standartlı otoyol yapımları daha ekonomik ve daha geçerli olmaktadır. Çünkü bu yollar da kesişme problemi ve geçiş önceliği gibi seyahati engelleyici durumlar söz konusu olmadığından araçlar uzun süre sabit hızla seyredebilmekte, bunun sonucu olarak taşıt işletme giderleri ve zamandan tasarruf sağlanabilmektedir. Otoyollarda trafiği tehlikeye düşürücü yayalar, hayvanlar, bisikletli sürücüler ve hızı 40 km/sa'in altında olan ilkel vasıtalar olmadığı için emniyet katsayısı yüksektir. Bu genel verilerin ışığı altında otoyollarda ;

Emniyet : Erişme kontrolsüz devlet yollarına nazaran kazalar 1/3 ile 1/4 oranında azalmaktadır.

Hız : Devamlı sabit ve yüksek hızda seyretme imkanı olduğu için seyahat süresi kısalmaktadır.

Konfor : Geometrik standartların yüksek olmasından dolayı otoyollarda seyahat daha konforludur.

Ekonomi : Birim zamanda birim şeritte otoyolda geçen araç sayısı erişme kontrolsüz yollardakinden daha fazla olacağı için daha ekonomiktir.

Tüm bu göstergelerin ışığı altında Anadolu trafiğinin maksimuma ulaştığı arter olan Anadolu'yu Avrupaya bağlayan Sakarya - Kınalı Otoyolu planlanmış ve yürürlüğe konmuştur.

Sakarya - Kınalı Otoyolunun Tanıtımı

Otoyol, İstanbul-Edirne otoyolu Tekirdağ ayrımında Kınalı mevkiinden başlayarak Mahmutbey-Kozyatağı arteriyle İstanbul'u geçmekte ve Sakarya'da Mudurnu Çayı kıyısındaki Kazancı'ya kadar uzanan yaklaşık 217 km'lik mesafeyi katetmektedir. Yolun yapımına 1985 yılı Aralık ayında başlanmış ve kısım kısım tamamlanarak 1992 yılında tamamı trafiğe açılmıştır. Otoyol inşaatı Kınalı - Mahmutbey arası (1. Kesim=73 km), Mahmutbey-Kozyatağı arası (2. Kesim=36 km), Çamlıca-Gebze arası (3. Kesim=44 km) ve İzmit-Sakarya arası (4. Kesim = 65 km) olarak dört ayrı bölümde gerçekleştirilmiştir.

1. Kesim olan Kınalı-Mahmutbey kesimi İstanbul-Edirne yolu (E5) Tekirdağ ayrım noktası olan Kınalı'dan başlamaktadır. Bu ayrım noktasındaki mevcut hemzemin kavşak üç ayrı köprülülük kavşak olarak yeniden düzenlenmiş ve İstanbul-Edirne (E5) yolunun Çerkezköy, Tekirdağ ve Kınalı-Sakarya otoyoluna bağlanması sağlanmıştır. Otoyol Büyük ve Küçük Çekmece göllerinin kuzeyinden geçerek Mahmutbey'e bağlanmaktadır.

Ayrıca Silivri, Selimpaşa, Kumburgaz, Çatalca, Hadımköy, Avcılar ve Havaalanına bağlantıları mevcuttur. Kınalı -Hadımköy arası 2x2 diğer kesimler 2x3 trafik şeritlidir.

2. Kesim olan Mahmutbey-Kozyatağı kesimi Mahmutbey batı kavşağından başlamakta ve Hasdal'dan geçerek Büyükdere Caddesiyle kesişmekte; Harp Akademileri tüneline sonra Rumeli Hisarı civarında Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ile Anadolu yakasında Kavacık mevkiine bağlanmaktadır. Buradan güneye dönmekte, Elmalı Barajı mansabından geçerek Anadolu kavşağından 3. Kesime, Kozyatağı kavşağından da E5 karayoluna bağlanmaktadır.

3. Kesim İstanbul I. Çevreyolu Çamlıca kavşağından başlar, Anadolu kavşağında 2. Kesim ile kesişir, E5 Karayolunun kuzeyinden doğuya doğru uzanarak Gebze kavşağında mevcut otoyolla birleşmektedir.

4. Kesim İzmit'e girmeden İzmit batı kavşağından ayrılıp şehrin kuzeyini takip ederek İzmit doğu kavşağına ulaşmakta, buradan E5 karayolunu kesip Sapanca Gölü'nün güneyinden doğuya doğru devam ederek Sakarya nehrini bir köprü ile geçip Akyazı yakınlarındaki Kazancı köyüne bağlanmaktadır.

Edirne - Kınalı Otoyolu

Edirne-Kınalı otoyolu Sakarya-Kınalı otoyolunun devamı niteliğinde projelendirilmiş ve inşa edilmiştir. Edirne çevre yolunun 25. km'sinde Kınalı-Sakarya otoyoluna Kınalı kavşağı ile bağlanmaktadır. Otoyol E-5 Karayolunun yaklaşık 7-10 km. kuzeyinden ilerleyerek 6 adet kavşakla çeşitli yerleşim birimlerine bağlanmaktadır. Bu kavşaklar Kınalı'dan Edirneye doğru; Çerkezköy, Çorlu, Saray, Lüleburgaz, Babaeski ve Havsa kavşakları olarak sıralanmaktadır. Otoyol Edirne'de son bulmaktadır. Otoyol, Kınalı kavşağından Edirne çevre yoluna kadar 2x3 şeritli taşıma yolu ve 3m. acil park şeritinden oluşmaktadır. 152 km otoyol ve 20 km. kavşak düzenlemesi ile 100 km. yan yol inşaatı yapılmıştır. Üstyapı kalınlığı 100.000.000-150.000.000 aks tekerrür sayısına göre projelendirilmiş olup 75 cm'dir. Doğal zemin sorunlu bulunduğu için doğal zemin ve

dolgu üzerine 50 cm. CBR değeri 10 olan seçme malzeme tabakası inşa edilmiştir.

Üstyapı Bilgileri

Kesim 1, kesim 3, kesim 4 ve Edirne-Kınalı kesiminde uygulanan üstyapı yaş CBR değeri en az 10 olan 50 cm kalınlığındaki seçme malzeme üzerine yerleştirilmiştir:

a) 100.000.000 - 150.000.000 aks tekerrür sayısına göre üstyapı kalınlığı :

Asfalt aşınma tabakası	5 cm
Asfalt binder tabakası	8 cm
Asfalt bitümlü temel tabakası	12 cm
Çimento stabilizasyonlu temel tabakası	22 cm
Granüler alttemel tabakası	28 cm
Toplam üstyapı kalınlığı	75 cm

b) 75.000.000 - 100.000.000 aks tekerrür sayısına göre üstyapı kalınlığı (Bağlantı yolları):

Asfalt aşınma tabakası	5 cm
Asfalt binder tabakası	8 cm
Asfalt bitümlü temel tabakası	10 cm
Çimento stabilizasyonlu temel tabakası	20 cm
Granüler alttemel tabakası	25 cm
Toplam üstyapı kalınlığı	68 cm

c) 75.000.000'den az aks tekerrür sayısına göre üstyapı kalınlığı (Park sahaları, bakım merkezi yolları):

Asfalt aşınma tabakası	5 cm
Asfalt binder tabakası	6 cm
Asfalt bitümlü temel tabakası	10 cm
Çimento stabilizasyonlu temel tabakası	20 cm
Granüler alttemel tabakası	22 cm
Toplam üstyapı kalınlığı	63 cm

Otoyolda yarma ve dolgularda min. 50 cm kalınlığında CBR değeri 10'dan büyük olan seçme malzeme ile terasman seviyesine gelinmektedir.(+20/-30mm) kot toleransı istenen terasmanda min %95 sıkışma şartı sağlanmıştır (Kınalı - Sakarya Otoyolu Nihai Raporu). Otoyolda üstyapı çatlaklarının yoğunlukta olduğu 1. ve 3. Kesim 1990 yılının 2. yarısında trafiğe açılmıştır. Çatlaklar ise bundan çok kısa bir süre sonra Aralık 1990 sıralarında ortaya çıkmaya başlamış, 1991 yılı başlarında ise iyice belirginleşmiştir (Kınalı - Sakarya Otoyolu Nihai Raporu). İstatistiki bilgilere bakıldığında, 1. Kesim km: 22+800 haricinde çatlakların yol boyu istikametinde devam ettiği ve genellikle kenar şeritlerde olduğu gözlenmiştir. 3. kesimin bazı bölümlerinde ise çatlaklar kısmen timsah sırtını andıran bozuşmalara uğramış olup düzensiz bir görünümündedir.

Çalışmamıza çatlakların daha karakteristik bir seyir izlemesi nedeniyle pilot bölge olarak seçtiğimiz 1. Kesim de devam edeceğiz. Bu bölüm de çatlaklı bölgelerde karot alma, çukur açma, testler ve çatlakların izlenmesi çalışmaları yapılmış ve bütün deney sonuçlarına ulaşılmıştır.

BÖLÜM 2.

2. OTOYOLDA KULLANILAN ÜSTYAPI TABAKALARI HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Esnek üst yapı noktasal trafik yükünü fazla deformasyon yapmadan yükleri taşıyacak şekilde hazırlanmış olan taban yüzeyine dağıtmak üzere projelendirilmiş bir tabakalı sistemdir. Üstyapı genellikle taban yüzeyi üzerine yerleştirilen iki veya üç malzeme tabakasından meydana gelir. Bu tabakalar sırası ile aşağıda açıklanacaktır.

2.1. Kaplama Tabakası (Aşınma ve Binder Tabakaları)

Bir esnek üstyapının kaplama tabakası, yapının üstüne yerleştirilen bir agrega ve bitümlü bağlayıcı karışımından ibarettir. Bu tabaka aşağıdaki amaçları sağlar;

- I. Trafiğin aşındırma etkilerine karşı koymak
- II. İklimin ayrıştırma etkilerine karşı koymak
- III. Yapıya süzen yüzeysel su miktarını azaltmak
- IV. Üstyapının üst kısmındaki çökmelere karşı direnç göstermek
- V. Alttaki temel tabakasına iletilen kayma gerilmelerini azaltmak

Kaplama tabakası bir veya birkaç tabaka olarak yapılabilir. Bunların en üstündeki tabaka trafiğin aşındırma ve iklimin ayrıştırma etkilerine karşı koymalıdır, bu nedenle buna aşınma tabakası da denmektedir. Temel tabakası ile aşınma tabakası arasında bağlantıyı sağlayan geçiş tabakasına da binder tabakası denilmektedir. Bir kaplama tabakasının başarısı her türlü iklim şartlarında stabil kalacak ve uzun bir hizmet süresine sahip olacak doğru bir agrega ve bitümlü bağlayıcı madde bileşiminin elde edilmesine bağlıdır. Uygun bileşimlerin elde edilmesi için laboratuvar deneyleri şarttır. Kaplama tabakasının kalınlık, gradasyon ve fiziksel özellikleriyle diğer özelliklerini içeren kriterler inceleme çalışmaları sırasında karşılaştırmalı olarak ileriki konularda verilecektir.

Kaplama tabakaları, kırılmış ve elenmiş kaba agregası, ince agregası ve mineral fillerin belirli gradasyon limitleri arasında proje dizaynına uygun olarak bitümlü bağlayıcı ile bir plentte karıştırılarak yeterli temeller veya diğer bitümlü kaplamalar ile beton kaplamalar üzerine bir veya birden fazla tabakalar halinde sıcak olarak serilirler.

2.1.1. Malzeme Özellikleri

a) Mineral Agregası

Kırma taş, kırılmış çakıl veya bunların karışımından oluşacaktır. Karışım içindeki kırma taş ve kırılmış çakıl temiz, sert, sağlam ve dayanıklı danelerden oluşacak, bütün malzemede kil topakları, bitkisel maddeler vb. zararlı maddeler bulunmayacaktır. Agregada sülfat, klorit, kurutma veya karıştırma sırasında yada sonradan hava etkisiyle kırılmaya yatkın olan ayrışma ürünü diğer maddeler bulunmayacaktır. Mineral agregası; kaba agregası, ince agregası ve mineral fillerini içeren en az üç ayrı dane grubunun düzgün bir derecelenme verecek şekilde belli oranlarda karıştırılmasından oluşacaktır (Yollar Fenni Şartnamesi).

b) Kaba Agregası

Kaba agregası kırılmış, elenmiş taş, çakıl veya sadece elenmiş çakıl yada bunların karışımından oluşur. Agregası karışımının 4.75 mm. elek çapının üzerinde kalan kısmı olup temiz, pürüzlü, sert, sağlam ve dayanıklı danelerden oluşacaktır. Kaba agregası içerisinde yumuşak ve dayanıksız parçalar ile kil, organik veya diğer zararlı maddeler serbest yada agregası danelerini sarmış halde bulunmayacaktır. Karışıma giren kaba agregası sadece çakıldan hazırlanmış ise tamamının mekanik olarak kırılmış en az iki yüzü bulunacaktır. BS 812' ye göre yassılık indeksi, verilen limit değerden fazla olmayacak, daneler kübik ve keskin köşeli olacaktır. Soyulmaya karşı mukavemet min. %50 olacaktır (Yollar Fenni Şartnamesi).

c) İnce Agregası

İnce agregası 4.75 mm. ile 0.075 mm. elek çapları arasında kalan malzeme olup kırılmış taş, çakıl, kum veya bunların karışımından oluşacak, temiz, sağlam, dayanıklı olacak ve plastisite indeksi %2'den fazla olmayacaktır (Yollar Fenni Şartnamesi).

d) Mineral Filler

Genel anlamı ile tamamı 0.600 mm. (No.30) elek çapından geçmiş, ağırlıkça en az %70'i 0.075 mm. (No.200) çaplı elekten de geçmiş olan malzeme olarak tanımlanır. Kaba ve ince agreganın karışım gradasyonu No.30 elekten geçen malzeme yönünden yetersiz ise agregası karışımına mineral filler ilave edilebilir. Mineral filler taş tozu, mermer tozu, portland çimentosu, sönmüş kireç veya benzeri maddelerden oluşacak; kil, toprak, organik ve zararlı madde içermeyecek, plastisite indeksi %4'ten fazla olmayacak, kolayca akabilecek kadar kuru olacak ve özellikle topraklar içermeyecektir (Yollar Fenni Şartnamesi).

e) Bitümlü Bağlayıcılar

Asfalt betonu Aşınma ve Binder tabakaları için hazırlanacak karışıma bitümlü bağlayıcı olarak TS 1081'e göre AC 40-50, AC 60-70 ve AC 75-100 kullanılabilir. Asfalt çimentosunun penetrasyonu bölgenin iklim ve çevre koşullarına göre projede tespit edilir. Asfalt betonunun karışım dizaynı TS 3720' ye göre Marshall metodu kullanılarak hazırlanır. Asfalt betonunun hazırlanmasında karışımın sıcaklığında çok önemlidir. Karışımın serilmesi sırasında hava şartları büyük önem kazanır. Hava sıcaklığı gölgede +5 °C'nin altında iken veya havada yada zeminde nem içeren unsurlar varsa asfalt serimi yapılmamalıdır (Yollar Fenni Şartnamesi).

2.1.2. Serme ve Sıkıştırma Unsurları

Kaplamanın serileceği yüzey düzgün, projesine uygun geometride, pürüzsüz, serbest madde içermeyecek ve gerekli diğer şartlarında sağlayacak şekilde olmalıdır. Serme işlemi ile birlikte sıkıştırma işleminde devam etmesi sıcaklığın korunması açısından önemlidir. Çünkü asfalt karışımının sıcaklığı 130°C 'nin altına düşmeden sıkıştırma başlamalı ve 80°C 'nin altına düşmeden de bitirilmelidir. Serme ve sıkıştırma sırasında derzlerde bağlantısızlık olmamasına azami özen gösterilmelidir. Çünkü dilatasyonlarda oluşacak herhangi bir bağlantısızlık bu tabakaların altındaki diğer tabakalara buradan su sızmasına neden olacaktır. Sıkıştırma kriterlerinin sağlanıp sağlanmadığı alınan karotlara uygulanan deneylerle tespit edilmelidir (Yollar Fenni Şartnamesi).

2.2. Temel Tabakaları

Temel tabakası kaplama tabakasının hemen altına yerleştirilen bir veya birkaç sıkıştırılmış daneli veya uygun bir bağlayıcı madde ile karıştırılmış üstyapı tabakasıdır. Temel tabakasının başlıca görevi üstyapının taşıma gücünü artırmasıdır. Trafik yüklerinden doğan yüksek kayma gerilmelerine karşı koyabilmeli ve suya karşı dayanıklı olmalıdır. Temel tabakası dizaynına göre drenaja yardımcı olabilir veya don etkisine karşı koruyucu olabilir. Temel tabakasıyla ilgili gradasyonlar, tabaka kalınlıkları ve diğer özellikleri de inceleme çalışmaları sırasında karşılaştırmalı olarak vereceğiz.

2.2.1. Bitümlü Temel

2.2.1.1. Malzeme Özellikleri

a) Mineral Agrega ve Genel Özellikleri

Agrega kırma taş, kırılmış çakıl veya bunların karışımından oluşacaktır. Karışım içindeki kırma taş veya kırılmış çakıl temiz, sert, sağlam ve dayanıklı danelerden oluşacak, bütün malzemede kil topakları, bitkisel maddeler ve diğer tüm zararlı maddeler bulunmayacaktır. Agregada sülfat, klorit; kurutma veya karıştırma sırasında yada

sonrasında hava etkisi ile kırılmaya yatkın olan ayrışma ürünü diğer maddeler bulunmayacaktır (Yollar Fenni Şartnamesi).

b) Kaba Agreg

Kırılmış, elenmiş taş, çakıl veya kum ile bunların karışımından oluşacaktır. Kaba agreganın 4.75mm 'lik elek üzerinde kalan kısmı olup, temiz, pürüzlü, sağlam ve dayanıklı danelerden ibarettir. Kaba agreganın içerisinde yumuşak ve dayanıksız parçalar, kil, organik ve diğer zararlı maddeler serbest veya diğer agreganın danelerini sarmış halde bulunmayacaktır. Karışıma giren kaba agreganın çakıldan hazırlanmış ise 4.75 mm elek üzerinde kalan kısmının ağırlıkça en az %60'ının mekanik olarak kırılmış bir veya daha fazla yüzü olacaktır. Kaba agreganın BS 812'ye göre denendiğinde yassılık indeksi %35'ten fazla olmayacak, daneler kübik ve köşeli olacaktır. Soyulmaya karşı mukavemet en az %50 olacaktır (Yollar Fenni Şartnamesi) .

c) İnce Agreg

Temel yapımında kullanılacak olan malzemenin ince kısmı doğal veya kırılmış çakıl, kırma kum, doğal kum, cüruf kumu veya benzeri malzemelerden yada bunların karışımından olacaktır.

Doğal kum: 2.00 mm ile 0.075 mm elekler arasında kalan ve taşların doğal yollarla ayrışmasından oluşan malzemedir.

İnce çakıl: 9.5 mm ile 2.0 mm elekler arasında kalan çakıl malzemedir.

Taş tozu: Taş ocaklarından kırım sırasında elde edilen ince malzemedir.

Cüruf kumu: Havada soğutulmuş yüksek fırın cürufunun elenmesi ile elde edilen malzemedir.

İnce agregada herhangi bir şekilde topraklar, zayıf malzemeler ve plastisite özelliği yüksek malzemeler bulunmayacak, karışım sağlam, dayanıklı ve temiz malzemelerden oluşacaktır (Yollar Fenni Şartnamesi).

d) Mineral Filler

Mineral Filler genel anlamı ile tamamı 0.600 mm (No.30) elekten geçen, ağırlıkça en az %70'i 0.075 mm (No.200) elekten geçen malzeme olarak tanımlanır. Taş tozu, mermer tozu, portland çimentosu, sönmüş kireç veya benzeri maddelerden oluşan kil, toprak, organik veya zararlı bir başka madde içermeyen malzemedir. Mineral fillerin plastisite indeksi 4'ten fazla olmayacak, kolayca akabilecek kadar kuru olacak ve özellikle topraklar içermeyecektir (Yollar Fenni Şartnamesi).

e) Bağlayıcı

Bitümlü temel tabakası için agregaya ilave edilmek suretiyle hazırlanacak karışımda bitümlü bağlayıcı olarak TS 1081 Yol Üst Yapılarında Kullanılan Asfalt Çimentolarının Özellikleri standardına uygun 60-70 penetrasyonlu asfalt çimentosu (AC 60-70) ve 75-100 penetrasyonlu asfalt çimentosu (AC 75-100) kullanılacaktır (Yollar Fenni Şartnamesi).

2.2.1.2. Bitümlü Temel Dizayını

Bitümlü temelin karışım dizayını TS 3720 Bitümlü kaplama karışımlarının hesap esasları standardına göre ve Marshall metodu kullanılarak, 19-25 mm elekler arasında kalan malzeme ile yapılan briketlere uygulanacak deneylerle yapılacaktır. Karışımın üniform olmasına azami itina gösterilecektir.

Bitümlü temelin yapımı sırasında iklim çok önem taşımaktadır. Hava sıcaklığı gölgede veya herhangi bir suni harareten uzakta 5 °C veya altında olduğu zaman, yağmur veya kar yağarken, yada yolun üzerinde su, buz, kar kalıntıları olduğu zaman bitümlü temel imalatı yapılmayacaktır. İş programı düzenlenirken bu aşamada dikkat edilecek en önemli

husus bitümlü temelin üzerinin hiç bir surette açık bırakılmaması, en azından binder tabakasıyla örtülmesi gerektirir. Serme sırasında bitümlü temelin altında kalan tabakanın üzerinde hiçbir şekilde serbest veya bozuşmuş maddeler bulunmayacak, yapışmış halde dahi olsa kil, toprak vs. yabancı zararlı maddeler olmayacak, varsa yok edilecek, alt tabaka tüm geometrik standartlarına göre hazırlanmış olacaktır. Alt tabakada varsa eğer çatlak, kırık, ayrılma, derz aralıkları vs. istenmeyen durumlar kesin çözüm olacak şekilde onarılacaktır (Yollar Fenni Şartnamesi).

2.2.2. Çimento Bağlayıcı Granüler Temel (ÇBGT)

Çimento bağlayıcı granüler temel (ÇBGT) tabakası çakıl, kırılmış çakıl kırılmış cüruf kırmataş ve ince malzeme kullanılarak gradasyon limitleri içerisinde kalınarak sürekli gradasyon verecek şekilde hazırlanan malzemenin, uygun oranda çimento ve su ile bir plente karıştırılmasıyla hazırlanan ve yeterli bir alttemel tabakası üzerine bir veya birden çok tabakalar halinde projesinde belirtilen plan, profil ve enkesitlere uygun olarak serilip sıkıştırılmasıyla oluşturulan tabakadır.

Malzeme özellikleri yukarıda ki şartlara ilave olarak çimento için TS 19,20 ve 26'daki şartları sağlayacak, çimento teknik kontrolleri ise TS 24'e göre yapılacaktır. Kür malzemesi olarak TS 1083'e uygun orta hızda kür olan sıvı petrol asfaltları (MC-30, MC-70, MC-250), TS 1082'ye uygun asfalt emülsiyonları (RS-1, RS-2, SS-1, SS-1h, CRS-1, CRS-2, CSS1, CSS-1h, MS-1) veya uygun olacak bir başka kür malzemesi kullanılabilir.

Karışım için aranacak şartlar ise şunlardır:

Modifiye proktor deneyi (TS 1900) ile bulunan optimum su içeriğinde ve max kuru birim ağırlığın en az %98'inde 15.24 cm çapında 17.78 cm yüksekliğindeki CBR kalıbının içerisinde modifiye proktor tokmağı ile 7 tabaka halinde ve her tabakaya 62 darbe vurularak hazırlanan briketlerin 7 gün kürden sonraki serbest basınç dayanımları 35 kg/cm^2 'den az 55 kg/cm^2 'den fazla olmayacaktır. Karışım homojen olacak ve karıştırma sırasında agrega, su ve çimento beslemesinde kesiklik olmayacaktır. Karışımın su içeriği

optimum su içeriğinden az veya +0.5'ten daha fazla olmayacaktır.

Çimentolu temel teşkilinde en önemli unsurlardan biride sermedir. Serme ve sıkıştırma işlemleri belirli bir süre içerisinde yapılmalı, bu süre Normal Portland Çimentoları için karışımın karıştırıcıdan çıkışı, yerine nakli, serme, sıkıştırma ve reglaj işleri dahil 2 saati geçmeyecektir. Karışım hava ve kirlilik tesirlerinden korunmuş bir şekilde 30 dakika içinde serileceği yere ulaştırılmalıdır. Hava sıcaklığının 5 °C'in altına düşme ihtimali olan durumlarda ve yağmurlu havalarda çimentolu temel imali yapılmamalı ve donmuş alttemel üzerine de serme yapılmamalıdır. Serme işlemi sırasında herhangi bir şekilde derz artımı bırakılmamasına azami itina gösterilmelidir (Yollar Fenni Şartnamesi). Çünkü bu konuda yapılacak bir ihmâl bir süre sonra tamiri pahalı aksamalara yol açacaktır.

2.2.3. Alttemel

Bir esnek üstyapının alttemeli taban yüzeyi ile temel tabakası arasına yerleştirilen sıkıştırılmış, daneli veya uygun bir bağlayıcı madde ile stabilize edilmiş malzeme tabakasıdır. Çoğunlukla don bölgelerindeki dona hassas zeminler veya taşıma gücü yetersiz zeminler üzerinde önem kazanır. Minimum kalınlığı 20 cm olarak uygulanır. Malzemesi dona ve trafik yüklerine karşı dayanıklı olmalı ve aynı zamanda bir filtre malzemesi görevi görmelidir. Bu nedenle gradasyonu çok önemlidir.

2.2.3.1. Granüler Alttemel

Granüler temel tabakası çakıl, kırılmış çakıl, kırılmış cüruf, veya kırmataş ile ince malzeme kullanılarak gradasyon limitleri içerisinde sürekli gradasyon verecek şekilde hazırlanan malzemenin su ile karıştırılması ve şartnamesine uygun olarak hazırlanmış yeterli taban veya alttemel tabakası üzerine bir veya birden çok tabakalar halinde projesinde belirtilen plan, profil ve enkesitlere uygun olarak serilip sıkıştırılmasıyla elde edilen tabakadır. Malzeme özellikleri yukarıda verilen şartları sağlayacak ve **Tablo 4.8'**de verilen gradasyon limitleri içerisinde iyi derecelenmiş olacaktır. Granüler temel malzemesinin 4.75 mm elek üzerinde kalan kısmının ağırlıkça en az %50'sinin iki veya

daha fazla yüzü kırılmış olacaktır. Malzemenin 0.075 mm. eleği geçen kısmı 0.425 mm eleği geçen kısmının 2/3'ünden fazla olmayacaktır. BS 812 metodu ile bulunan yassılık indeksi max. %40 olacaktır.Modifiye proktor ile bulunan max kuru birim ağırlığının %98'ine sıkıştırılan numunelerin yaş CBR değerleri %100'den az olmayacaktır. Otoyollarda Granüler Temel gradasyonu A,B,C tiplerinden birine uygun olacaktır (Yollar Fenni Şartnamesi).



BÖLÜM 3.

3. DOLGULAR HAKKINDA GENEL BİLGİ

Yol yapımlarında yol üstyapısı alt kotu ile sağlam zemin üst kotu her zaman birbirini tutmamaktadır. Aradaki bu kot farkını gidermek için yarmalar veya dolgular kullanılmaktadır. Kot farkını ortadan kaldırmak için fazla gelen zeminin kazılarak atılmasına yarma, veya aradaki boşluğu uygun malzemeler ile doldurma işlemine ise dolgu denmektedir. Yol üstyapı ağırlığını ve trafik etkisiyle diğer dış etkileri zemine aktarmakla görevli yol elemanı olan dolgunun sağlam ve dayanıklı olması istenir. Bu nedenle iki önemli hususa dikkat etmek gerekir:

1. Dolgu yapımında uygun malzeme kullanılmalı
2. Dolguda kullanılan malzeme uygun teknikte ve yeterli derecede sıkıştırılmalı

3.1. Dolgu Malzemesinin Özellikleri

Öncelikle Karayolları Genel Müdürlüğünce hazırlanan Yollar Fenni Şartnamesine (Y.F.Ş.) göre uygun dolgu malzemesinin özelliklerini inceleyelim. Dolgu yapımında kullanılacak malzeme içerisinde;

- a) Bitkisel toprak
- b) Ağaç, çalı, kök vb. organik maddeler
- c) Kömür, kömür tozu dahil içten yanması söz konusu maddeler
- d) Bataklık veya suya doymuş hale gelmiş killi ve marnlı zeminler
- e) Süprüntü, enkaz gibi artık malzemeler
- f) Suyu kolayca ufalanarak oturmaları neden olabilecek malzemeler
- g) Karlı, buzlu ve donmuş topraklar
- h) Ağırlıkça %20'den fazla jips bulunmamalıdır.

Dolgu yapımı çoğu kez üzerinde yeterince durulmayan bir konudur. Buda sonuçta tamiri oldukça zor problemler ortaya çıkarmaktadır. Oturma ve kabarmalar bunların başında

gelmektedir. Akma ve şev göçmesi gibi sorunlar diğerlerine göre daha kolayca ve belirgin yöntemlerle düzeltilebilmektedir. Dolgu malzemesi **Tablo 3.1'**de yeralan şartları sağlayacaktır:

Tablo 3.1. Dolgu malzemesinin özellikleri (Y.F.Ş.)

Deney Adı	Limit Değer	Standart No
Likit Limit (W_L)	≤ 70	TS 1900 AASHTO T-89
Plastisite İndeksi (I_p)	≤ 40	TS 1900 AASHTO T-90
Max. Kuru Birim Ağırlık (Standart Proktor)	$* \geq$ $1.450t/m^3$	TS 1900 AASHTO T-99

* $PI \leq 6$ ve $CBR > 10$ olan doğal cüruflarda ve tüflerde bu şart aranmaz.(Y.F.Ş.)

3.2. Dolguların Yapılmasında Uygulanacak Kurallar

Dolgular, sıkışma, oturma ve reglajdan sonra bütün noktalarında projede belirtilen plan, profil ve enkesite uygun olarak ve tüm genişliği boyunca yüzey suyunun rahatça drenajını sağlayacak enine eğimde inşa edilmelidir (Y.F.Ş.22).

Dolgular uygun kalınlıkta tabakalar halinde serilip sıkıştırılmalı, en üst tabakada 10cm'den daha büyük çapta daneler bulunmamalıdır. Tamamlanmasından veya üstünü örten bir tabaka serilmeden belirli bir süre kış şartlarına maruz kalan dolguların yüzeyleri işin yeniden başlamasında en az 20 cm. kabartılarak tekrar sıkıştırılmalıdır. Dolgunun en üst 40-50 cm.'lik kısmında CBR değeri en az 10 olan seçme malzeme kullanılmalıdır. Her tabaka itina ile sıkıştırılmalıdır. AASHTO zemin sınıflandırma sistemine göre A-6 A-7 ve 0,075 mm elekten geçen kısmı %20'den fazla olan A-2-6 ve A-2-7 sınıfı kil ve killi malzemelerin sıkıştırılmasında **Tablo 3.2'**ye ilave olarak şu özelliklere dikkat edilmelidir;

Malzeme 20-25 cm'lik tabakalar halinde Padfoot, Keçiayağı, Vibrasyonlu Padfoot ve lastik basıncı ayarlanabilen lastik tekerlekli silindirlerle sıkıştırılmalıdır. Sıkıştırma su muhtevası optimum su muhtevası $\pm\%5$ aralığında olmalıdır (Standart Proktora göre). A-4 ve A-5 sınıfı siltli malzemeler ise **Tablo 3.2'**ye ilave olarak Standart Proktorla bulunan optimum su muhtevasının $\%2$ altında veya üstünde su muhtevalarında sıkıştırılmalı, tabaka kalınlığı 30 cm'yi geçmemelidir.

Tablo 3.2. Dolgularda sıkıştırma kriterleri

Maksimum Standart Proktor Kuru Birim	Kohezyonlu Zeminler		Granüler Malzemeler	Deney Metodu
Ağırlığı (t / m ³)	1.45-1.70	>1.70		
Tesviye yüzeyi altındaki ilk 40 cm. (Üstyapı tabanı) Min. %Sıkışma	100	97	100	Standart Proktor TS 1900 AASHTO T-99
40 cm'in altında kalan tabakalarda Min. % Sıkışma	95	95	95	Standart Proktor TS 1900 AASHTO T-99

(Y.F.Ş. 25)

A-1, A-3, A-2-4, A-2-5 ve 0.075mm. elekten geçen kısmı $\%20$ 'den az olan A-2-6 ve A-2-7 sınıfı granüler malzemelerin sıkıştırılmasında ise **Tablo3.2'**ye ilave olarak sıkıştırma sırasında malzemenin su içeriği standart proktorla bulunan optimum su muhtevasından $\pm\%2$ sapma yapabilir. Tabaka kalınlığı sıkıştırıcının etkisine göre 20-40 cm. aralığında olabilir.

Dolguda kullanılacak zeminlerin fiziksel ve kimyasal özellikleri dışında en önemli özellikleri suya karşı duyarlılıklarıdır. Bu nedenle dolguların sıkıştırma su muhtevaları çok önem kazanmaktadır. Öyleki sıkıştırılmış bazı zeminler suyla temas ettiğinde veya bünyesindeki suyu kaybettiğinde hacim değişmelerine uğrayabilmektedir. Bu değişimler çoğu kez şişme veya büzülme şeklinde ortaya çıkmaktadır. Dolgulardaki su miktarının değişmesine ise çeşitli etkenler yol açabilir. Bunların başlıcaları; iklim şartları (aşırı

yağışlar ve sıcaklıklar), yeraltı su seviyesi, dolguda kullanılan malzemedir. Yağışlarda dolgu bünyesine şevlerden ve toprak orta refüjlerden su sızıntıları olabilmektedir. Yol kenarına yakın olan bitkiler ise sıcak iklimlerde dolgu bünyesindeki suyu çekerek büzülmelere yol açabilmektedir. Aynı şekilde yola yakın geçen bir su yatağında dolguya sürekli su verebilir.

3.3. Dolgularda Kullanılabilecek Zeminlerin Tanınması

Yol mühendisliğinde zemin kavramı ile toprak kavramı eşdeğer olarak anılmaktadır. Bu tanım killerden siltlere, kumlara ve alüviyal birikintilere kadar tüm topraksı maddeleri kavrar. Kökeni kaya olan zeminlerin nitelik ve özellikleri, gradasyonları, su içerikleri, yerlerinin doğal yer yüzüne göre düzey ve derinlikleri, konumları ve coğrafi yöreleri ile değişir (Yol Yapım Tekniği).

Zeminlerin yol mühendisliği açısından bazı önemli özellikleri vardır. Bunlar; kohezyon, içsel sürtünme, kayma direnci, taşıma gücü, büzülme ve şişme, sıkışabilirlik, plastisite, permeabilite, kapilarite gibi özelliklerdir. Bu özellikleri kısaca özetlemek istersek;

3.3.1. Kohezyon

Zemin danelerini birbirine yapıştıran bir çekim gücüdür. Kohezyon değeri daneler arasındaki uzaklığa, zeminin kimyasal ve minerolojik özelliklerine, boşluk oranına ve su içeriğine bağlıdır. Su içeriği arttıkça kohezyon değeri düşer. Kil ve silt gibi zeminlerde kohezyon değeri yüksek, kum gibi granüler zeminlerde ise yok denecek kadar düşüktür. Bazı zeminlerin kohezyon değeri *Tablo 3.3*'te görülmektedir.

Tablo 3.3. Değişik zeminlerde ortalama kohezyon değeri (Yol Yapım Tekniği)

Zemin Türü	Kohezyon Değeri(kPa)
Nemli Sıkı Kum	0.01
Kumlu Kil	0.02
Zayıf Kil	0.10
Yağlı Kil	0.50
Çok Yağlı Kil	1 - 10

3.3.2.İçsel Sürtünme

Zemin kitlesi içinde danelerin birbiri üzerinden kaymasına karşı gösterdiği dirençtir. Kum vb. granüler zeminlerde değeri yüksek, kohezyonlu zeminlerde ise düşüktür. **Tablo 3.4'**te bazı zeminlerin içsel sürtünme açıları görülmektedir.

Tablo 3.4. Değişik zeminlerde ortalama içsel sürtünme açısı (Yol Yapım Tekniği)

Zemin Türü	İçsel Sürtünme Açısı ϕ°
Sıkı Çakıl	$34^{\circ} - 35^{\circ}$
Gevşek Çakıl	$33^{\circ} - 34^{\circ}$
Sıkı Kum	$31^{\circ} - 33^{\circ}$
Kuru Kum	34°
Gevşek Kum	$30^{\circ} - 32^{\circ}$
Kumlu Marn	$22^{\circ} - 29^{\circ}$
Yağlı Marn	$16^{\circ} - 22^{\circ}$
Kumlu Kil	$16^{\circ} - 22^{\circ}$
Yağlı Kil	$11^{\circ} - 17^{\circ}$

3.3.3.Kayma Direnci ve Taşıma Gücü

Zeminlerin kayma gerilmelerine karşı gösterdikleri dirence kayma direnci denir. Kohezyon ve içsel sürtünme ile doğru orantılı olarak artar.

$$S = c + \sigma' \tan \phi \quad (3.1)$$

Burada;

S = Kayma direnci,

σ' = Zemin daneleri arasındaki basınç (Efektif gerilme)

c = Kohezyon

ϕ = İçsel sürtünme açısıdır.

Yukarıdaki formülde görüleceği gibi kayma direncinin en önemli etkenlerinden biri efektif basınç (σ)'dir. Efektif gerilmenin değeri;

$$\sigma' = \sigma - u \quad (3.2)$$

σ = Toplam gerilme

u = Boşluk suyu basıncı

Yukarıda görüldüğü gibi boşluk suyu basıncı ile efektif gerilme ve dolayısıyla kayma direnci ters orantılıdır. Boşluk suyu basıncı ise su geçirgenliği (kapilarite) az olan zeminlerde daha yüksektir. Çünkü drene olacağı kanalları varolduğu ortamda bulamayan su zerrecikleri kendine baskı yapan zemin danelerini itecektir. Buda zemin içerisinde gerilme basınçlarına yol açacaktır. Dane çapı büyüdükçe zeminlerin geçirgenliği de artmaktadır. Dolayısıyla dolgu malzemesi olarak kullanılabilecek zeminler arasından ideal olanları granüler zeminlerdir. Ancak (3.1) eşitliğini göz önüne alırsak bir miktar kohezyonun kayma direncini artıracığıda bir gerçektir. Kohezyonu yok denecek kadar az olan granüler zeminlerin arasına bağlayıcı niteliğinde kohezyonlu zeminler karıştırılarak daha yüksek kayma direncine sahip dolgular elde etmek mümkündür. İyi bir karışım içerisinde bulunan kohezyonlu zeminlerin bünyelerinde bulundurdıkları su zerrecikleri çift yönlü drenaj kurallarına göre rahatça drene olarak oluşan boşluk suyu basınçlarının kısa zamanda sönmelenmesini sağlayacaktır. Bu durumda dolguyu oluşturacak zeminlerin granülometri de denilen karışım oranlarının çok iyi ayarlanması gerekmektedir. Bu etken dolgunun taşıma gücünü de etkilemektedir. (3.3) eşitliğinden de

görüleceği gibi zeminlerin taşıma gücü kohezyon, içsel sürtünme ve birim hacim ağırlığına bağlıdır.

$$q = 1.3cN_c + D\gamma N_q + 0.6\gamma RN_\gamma \quad (3.3)$$

Zeminlerin penetrasyon direnci yani taşıma gücü (CBR) değerinin eşit varsayıldığı ve Terzaghi tarafından dairesel kesitli sığ temeller için önerdiği bu formülde;

q = Zeminin taşıma gücü

c = Zeminin kohezyonu

N_c, N_q, N_γ = Zeminin içsel sürtünmesine bağlı katsayılarıdır (Taşıma gücü katsayıları).

R = Penetrasyon pistonu yarıçapı

γ = Zeminin birim hacim ağırlığı

D = Piston tabanının başlangıçta zemin yüzünden derinliği olarak ifade edilmiştir.

Bu eşitlikte görülmektedir ki kohezyon ve içsel sürtünme açısındaki artışlar taşıma gücünü de artıracaktır.

3.3.4. Büzülme ve Şişme

Bazı zeminler bünyelerindeki su miktarları değiştikçe önemli hacim değişimleri gösterirler (kuruyunca hacim azalması, ıslanınca hacim artması gibi). Bu olaya rötre denmektedir. Rötre özelliği gösteren zeminlere “Şişebilen” veya “Genleşebilen” zeminler denir.

Genleşebilen zeminlerin aşırı büzülme ve şişmeleri üstyapı altında üniform olmayan taşıma gücü değişimlerine neden olur. Hacim değişimleri sonucu altyapıda kabarma nedeniyle bir kaldırma etkisi olurken büzülme sonucu lokal taşıma gücü yetersizlikleri meydana gelir. Üstyapının özellikle rijit elemanları (ÇBGT gibi) bu hareketler nedeniyle oluşan deformasyon ve basınçlara karşı koyamazsa zayıf bölgelerinde bütünlük bozulmaları olabilir. Bunların diğer tabakalara yansımaları sonucunda çoğunlukla üstyapı çatlakları şeklinde kendini gösteren yol yapısı bozuklukları meydana gelir.

Hacmi su içeriği ile değişen zeminlerin gereğinden daha kuru bir su muhtevasıyla (optimum su muhtevasının altında bir su muhtevasında) sıkıştırma işlemine tabi tutulması daha sonra dolgu bünyesine girecek sular nedeniyle dolgunun şişmesine sebep olabilir. Bu durumda aşırı sıkıştırmada bu şişmenin boyutunu daha çok artıracaktır. Çünkü aşırı sıkıştırılmış dolguda birim hacme daha fazla zemin daneciği gireceğinden şişme miktarıda o oranda yüksek olacaktır. Aynı şekilde şişebilen zeminlerle yapılan dolgularda herhangi bir nedenle dolgu bünyesinde su azalması olayı dolgunun hacminde azalmaya yani büzülme olayına yol açabilir. Ancak büzülme olayı iyi bir sıkıştırma ile engellenebilir. Büzülen kesimlerde, üstyapı oluşan hacim boşlukları nedeniyle desteksiz kalacağından dış basınçlara karşı koyamayarak yine bütünlük bozulmaları görülecektir.

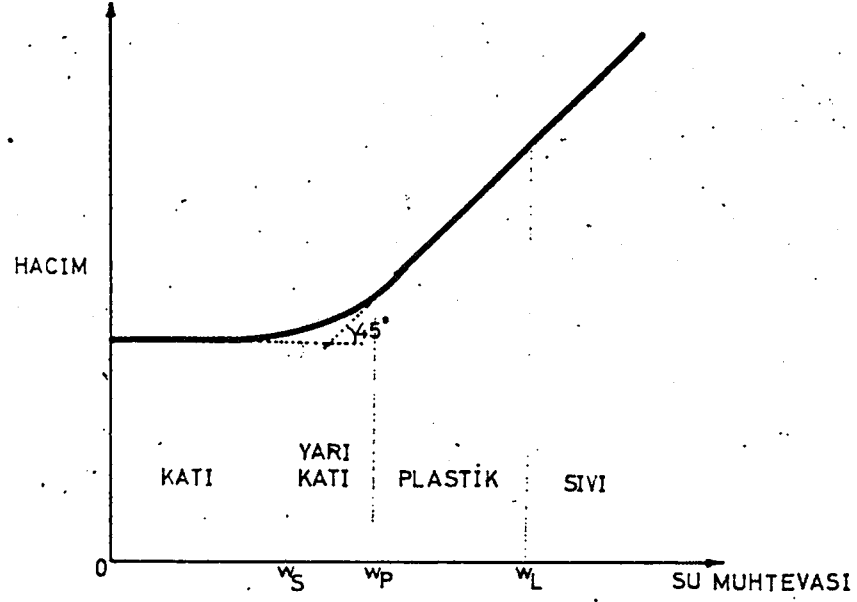
Böyle bir zemin ile yapılan yol dolgularında şev ve banketlere yakın kesimlerde su içeriğinde hızlı değişimlerin oluşması muhtemeldir. Yağışlı mevsimlerde su miktarında artışlar, sıcak mevsimlerde ise buharlaşma yoluyla azalmalar oluşacaktır. Bu nedenle özellikle kenar şeritlerde ve banketlerde bütünlük bozulmalarının oluşması ihtimali yüksektir.

3.4.Genleşebilen Zeminler

3.4.1.Genleşebilen Zeminlerin Tanınması

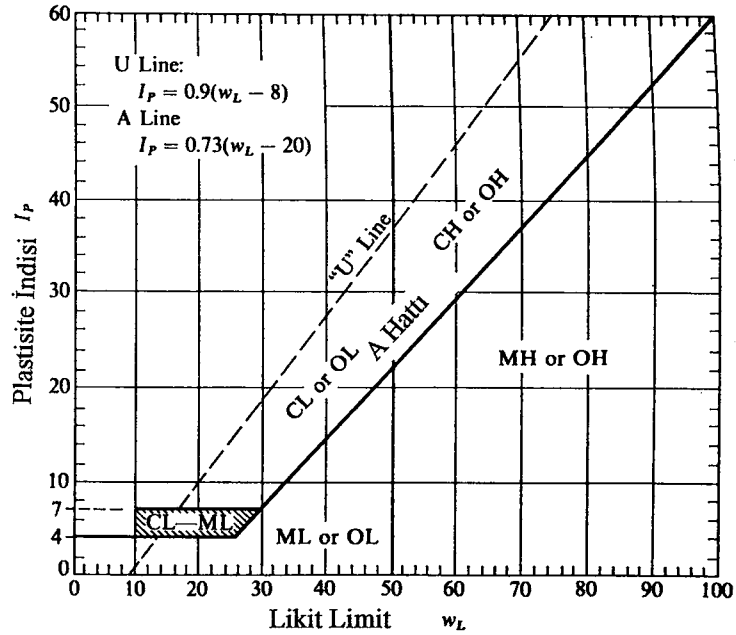
Genleşebilen zeminlerin tanınması için bazı kriterler tespit edilmiştir. Bu kriterler plastisite indisi, rötre limiti gibi değerlerdir. Plastisite indisi (I_p) ve rötre limiti yüksek olan zeminler genleşebilen zeminlerdir.

Büzülme limiti zeminin yarı plastik bir kıvamdan katı bir kıvama dönüştüğü su muhtevasıdır(Özaydın 1989). *Şekil 3.1'*de zemin türü ile su muhtevası - hacim değişimi arasındaki ilişki görülmektedir.



Şekil 3.1. Su muhtevası - Hacim değişimi ilişkisi

Plastisite indisi, zeminin plastik (kalıcı deformasyon yapan) davranış gösterdiği su muhtevası aralığının genişliğini göstermektedir. **Şekil 3.2'**de ise plastisite indisi ile likit limit arasındaki ilişki tanımlanmış ve yüksek plastisiteli zeminlerin tanınması kolaylaştırılmıştır.



Şekil 3.2. Likit Limit - Plastisite İndisi ilişkisi (Casagrande Kartı)

Kaplamanın bozulmasına neden olacak kadar şişme gösteren zeminlerin çoğunluğu AASHTO Zemin Sınıflandırma sistemine göre A-6, A-7; Birleşmiş Zemin Sınıflandırma sistemine göre ise CH, MH, OH guruplarıdır.

Zeminin plastisitesi arttıkça sıkışma ve şişme potansiyeli artmakta, su geçirgenliği azalmakta, arazide kazı ve dolgu işlemleri sırasında zorluklarla karşılaşmaktadır. Hacim değiştirme derecesi ile Plastisite İndisi arasındaki ilişki **Tablo 3.5**'te verilmiştir (Holtz ve Gibbs 1956).

Tablo 3.5. Hacim değiştirme derecesi ile Plastisite İndisi arasındaki ilişki

Hacim Değiştirme Derecesi	Şişme veya Kabarma Yüzdesi	Yaklaşık Plastisite İndisi	Yaklaşık Büzülme Limiti
Çok yüksek	> 30	> 35	< 11
Yüksek	20 - 30	25 - 41	7 - 12
Orta	10 - 30	15 - 28	10 - 16
Düşük	< 10	< 18	> 15

3.4.2. Genleşebilen Zeminlerin Kontrolü

Bir genleşebilir zeminde görülecek hacim değişmesi değeri birçok etkene bağlanabilir;

1. İklim: Üstyapı altında zamanla zemin su içeriğinin değişmesi
2. Yük Koşulları: Genleşen zeminin üzerindeki kaplama, alttemel ve diğer başka yüklerin etkileri
3. Kaplama yapımı sırasında üstyapı altındaki genleşebilen zeminin su muhtevası ve yoğunluk koşulları

Bu bilgilerin ışığı altında Edirne-Kınalı otoyolunda güzergah zeminlerinin ve yol dolgularının deneysel ve gözlemsel incelemesi yapılmıştır. Bu inceleme çalışmaları 5. Bölümde açıklanmaktadır.

BÖLÜM 4.

4. ÜSTYAPI ÇATLAKLARININ TÜRLERİ VE SEBEPLERİ

4.1. Üstyapı Çatlak Türleri

Asfalt betonunda oluşan çatlamlar oluşum sebeplerine göre iki ana guruba ayrılır:

- a) Trafik etkisine bağlı çatlamlar
- b) Trafik etkisine bağlı olmayan çatlamlar

Trafik etkisine bağlı çatlamlar ya ağır dingil yüklerinin tek veya birkaç defa geçmesi sonucunda, ya da yüksek sayıda geçmesi sonucunda oluşurlar ve bunlara “yorulma çatlakları” denir. Birinci halde ağır taşıt yükünün oluşturduğu gerilme asfalt betonunun eğilme-çekme direncini aşmaktadır. İkinci durumda ise direnç aşılmamakta fakat dingil yüklerinin oluşturduğu kalıcı deformasyonlar yüksek tekrür dolayısıyla birikerek sonuçta bozulmalara yol açmaktadır. Ağır taşıt yüklerinden başka olarak, taşıtların ani hızlanmaları ve yavaşlamaları da üstyapı çatlamlarına neden olabilmektedir. Çatlamlar trafik yüklerine bağlı olmaksızın “çevre etkisi”, sıcaklık ve nemin değişimi ile de oluşabilir. Bu etkiler tek başlarına veya dingil yükleri ile birleşerek kaplamayı çatlatabilir. Trafik etkisine bağlı üstyapı çatlaklarının değişik türleri arasında en çok görülenlerini şunlardır;

4.1.1. Yorulma Çatlakları

Dingil yüklerinin oluşturduğu minik deformasyonların birikimi sonucu oluşur. Projede tasarlanan üstyapı ömrüne bağlı olarak oluşum süreleri değişir. Birbirine bitişik küçük bloklar halinde ortaya çıkan bir çatlama şeklidir.

4.1.2. Öteleme (Yüzey Kayması) Çatlakları

Yüzey tabakasının, tekerlek yüklerinin oluşturduğu yatay kuvvetlerin etkisi ile alt tabaka üzerinde kayarak iç içe hilaller şeklinde çatlamasıdır. Frenleme eyleminin çok sık yapıldığı kavşaklarda daha çok görülmektedir. Bunlara parabolik çatlaklarda denir. Öteleme çatlakları yüzey tabakasının alt tabakaya iyi yapışmamasından kaynaklanır. İki tabaka arasındaki bağ (yapışma) yetersizliği, yapıştırma tabakasının yokluğu, yapıştırıcının çok miktarda kullanılması, yapıştırıcı uygulanmasından sonra çok bekleme nedeniyle tozlanması yada ıslanması, yüzey kaymalarına neden olabilir. Karışımın çekme direnci ve tabakanın kalınlığına bağlı ataleti, öteleme çatlaklarına karşı koyar. Bu yüzden kalın tabakalarda ötelenme çatlaklarının görülmesi ihtimali azdır.

Trafik etkisine bağlı olmayan çatlakların ise aslında bir diğer sebebide trafiktir. Herhangi bir sebeple zayıflayan üstyapının trafik etkisiyle bozulması hızlanır. Bu çatlakların en çok bilinenleri şunlardır;

4.1.3. Timsah Sırtı Çatlaklar

Kaplamanın birbirine birleşik bloklar halinde çatlamasıdır. Genel sebebi yetersiz altyapı desteğidir. Ancak aşırı dingil yükleri ile asfalt betonu gradasyonunun iyi olmaması da genel sebeplerindendir.

4.1.4. Büzülme Çatlakları

Timsah sırtı çatlamalar şeklinde ortaya çıkan çatlaklar gurubundandır. Timsah sırtı ve yorulma çatlaklarından farkı blokların büyük olması ve çıkış noktalarında diğer çatlaklara dik açıda olmasıdır. Çatlakların genişliği oluşum hakkında fikir verebilir. İlk oluşanı en geniş olanıdır. Büzülme çatlakları asfalt betonunun kendi içinde yada temel veya tabandaki hacim değişimleri sonucu ortaya çıkar.

4.1.5. Kenar Çatlakları

Kaplama kenarından takriben 30-40 cm içerde ve yol eksenine paralel olarak ortaya çıkarlar. Genel sebebi yetersiz banket desteğidir. Ancak drenaj yetersizliği, don, üstyapı ile banket arasında büyük nem farkı bulunması, (banketlerin aniden kuruması) gibi sebeplerde sözkonusu olabilir. Kaplama kenarına çok yakın yoğun bitki örtüsü ve ağaçlar yol bünyesinden su çekerek bu tip çatlamalara neden olabilir.

4.1.6. Derz Çatlakları

İki şerit arasında oluşan çatlaklardır, yapım hatasından oluşabilirler. İkinci şerit yapılırken yeterli bindirmenin yapılamaması zamanla iki şeridin birbirinden ayrılmasına yol açar. Oluşan çatlak geçirimsizliği artırdığı gibi ayrışmalara da zemin hazırlar.

4.1.7. Enine Çatlaklar

Yol eksenine dik olarak oluşan çatlaklardır. Diğer tip çatlaklara yol açan nedenler enine çatlaklara da yol açabilirler (yetersiz üstyapı dizaynı, yetersiz drenaj gibi). Bunun dışında enine çatlakların, sericinin uzun süren duraklamalarla çalışması, ani sıcaklık düşmelerinin kaplamada oluşturduğu gerilmeler gibi kendine özgü nedenleri de vardır.

4.1.8. Yansıma Çatlakları

Genellikle rijit kaplamalar üzerine takviye tabakası olarak serilen asfalt betonu kaplamalarda görülür. Alttaki beton kaplamanın enine ve boyuna derzleri, varsa diğer çatlakları üste yansır. Çimento veya kireç stabilizasyonlu temeller üzerine inşa edilen kaplamalarda da yansıma çatlakları oluşabilir. Alt tabakalardaki çatlakların üstyapıya yansması şeklinde olduğundan enine, boyuna, blok veya köşegen şekil alabilir. Takviye tabakasının veya kaplamanın ince olması ise yansıma çatlaklarının oluşumunu kolaylaştırır.

Yukarıda incelediğimiz üstyapı çatlaklarının genel sebeplerine bakarsak bunları guruplandırmanın aslında sanıldığı kadar karmaşık olmadığı ve bu nedenlerin çoğunun yapım veya proje tasarımı aşamasında ortadan kaldırılabileceği görülür. Şimdi bu sebepleri genel kategorilere ayırarak özellikle önceden tespit edilmek suretiyle ilave masraflardan kurtarabilecek olduklarımızı inceleyelim.

4.2. Üstyapı Çatlaklarının Genel Sebepleri

Üstyapı çatlaklarının oluşum aşamaları dikkate alındığında genel nedenleri yol elemanlarında aramak gerekmektedir. Çünkü üstyapı çatlakları çoğunlukla yol hizmete açıldıktan uzun sayılabilecek bir süre sonra çeşitli dış etkenlere yol elemanlarının karşı koyamaması sonucu oluşmaktadır. Ancak yapım hatalarını bu konunun dışında tutuyoruz. Çünkü hatanın sonucunun ne olacağı hatanın derecesine bağlıdır. Yol elemanlarını ise; dolgu temeli, dolgu malzemesi, drenaj, üstyapı temel tabakası ve üstyapı gibi başlıklar altında inceleyeceğiz:

4.2.1. Dolgu Taban Zemin (Doğal Zemin)

Dolgu taşıyıcı olarak altta kalan bir tabakanın üzerine yapılmaktadır. Bu tabakada meydana gelen bir değişim herhangi bir tedbir alınmamışsa üstyapıya da aynen yansiyacaktır. Bu yansıma düşey ve yatay deplasmanlar şeklinde olur. Dolgu temelinde oluşabilecek değişimleri iki ana başlıkta değerlendirebiliriz:

a) Temel zemininin taşıma gücü dolgu yükü tarafından aşılmış olabilir. Bu durumda çeşitli düşey oturmalar dolgunun tamamlanmasından kısa bir süre sonra oluşacaktır. Çünkü zeminin boşluk suyu, su sıkışmaz ilkesinden hareketle dolgu aşamasında dolgu yüklerine karşı bir direnç gösterecek ve zeminin taşıma gücüne geçici bir katkı sağlayacaktır. Ancak dolgunun tamamlanmasından sonra bu boşluk suları zamanla drene olacak ve sağladığı katkı da ortadan kalkacaktır. Böylece dolgu temel zemininde oluşan düşey oturmalar dolguya ve dolayısıyla üstyapıya yansiyacaktır.

b) Dolgu temel zemininde tespit edilememiş, ancak daha önceden var olan çeşitli kayma düzlemleri olabilir. Tespit edilemediği için herhangi bir tedbir alınmayan bu kayma düzlemleri zamanla ve dış yüklerin de etkisiyle harekete geçerek düşey ve yatay deplasmanları oluşturabilir.

Temel zemininde üzerindeki dolgunun yükü ile oturma küçükte olsa gerçekleşmesi kaçınılmaz bir olgudur. Bunların bazıları hemen, bazıları da zamanla zemin sıkıştıkça oluşur. Dolgu boyunca veya dik istikamette farklı oturmalar çeşitli sebeplerden meydana gelebilir;

- i. Dolgu yüksekliğine bağlı olarak, temele farklı yükler yansıtacağı için oturmalar da farklı olabilir. Temel zemini meydana gelen oturmanın durumuna göre değişir.
- ii. Dolgunun altındaki zayıf zemin derinlikle değişerek devam ederse bundan farklı oturmalar meydana gelebilir.
- iii. Dolgunun birbirine yakın bölgelerinin farklı zamanlarda yapılmış olması dahi farklı bir oturma sebebidir.

Bunlardan görülen ana unsur dolgu temel zemininin karakterinin farklı oturmalarda önemli bir etken olduğudur. Yol altyapısındaki bu farklı deplasmanların ise herhangi bir tedbir alınmadığı takdirde üstyapıya yansması kaçınılmazdır. Özellikle çimento bağlayıcılı granüler temel gibi rijitlik faktörü yüksek olan bir temel tabakasına sahip olan otoyollarda farklı deplasmanlar çok önemli bir üstyapı deformasyonu sebebidir. Çünkü farklı oturmalar rijitliği nedeniyle uyum sağlayamayacak olan çimento bağlayıcılı granüler temel çatlama veya daha ileri bir safhada kırılma şeklinde bozulur ve bunu kısa bir süre içerisinde diğer üstyapı tabakalarına da yansır.

4.2.2. Dolgu Malzemesi

Dolgu teşkili yol yapılarının her zaman en zor safhalarından biri olmuştur. Dolgu teşkili sırasında her türlü etken dolgunun karakterini etkileyebilmektedir. İklim şartları,

sıkıştırma teknikleri, kullanılan malzemenin özellikleri vs. etkenler dolgunun özelliklerini daima değiştirebilecek faktörlerden sadece birkaçıdır. Ancak günümüzün gelişen laboratuvar teknikleri sayesinde dolguların farklı karakterler sergileme oranı minimum seviyelere indirgenebilmektedir. Bunu tamamen önlemek ise henüz mümkün değildir. Şimdi dolguda farklı oturmalarla yol açabilecek faktörleri inceleyelim.

I. Dolguda kullanılan malzemenin karakteristik özellikleri: Dolgularda her türlü malzeme kullanılabilir; kohezyonlu, kohezyonsuz, homojen veya homojen olmayan karışımlar kullanılabilir. Teşkil edilecek dolguda sonradan tamiri çok zor deformasyonların oluşmaması için bu malzemelerin bazı özelliklerinin çok iyi bilinmesi gerekmektedir. Örneğin şişme potansiyeli, suya karşı hassasiyeti, sıkışma potansiyeli, kohezyonu veya adhezyonu vs.

II. Sıkıştırma Teknikleri: Dolgu teşkilinde şartnameler dahilinde belirli bir sıkıştırma derecesi istenir ki yol yapısı dış yüklerle karşı koyabilsin. En uygun sıkıştırma optimum su muhtevasında yapılan sıkıştırma. İstenen sıklık derecesine en kolay ulaşılabilir. Ancak günümüzün gelişen teknolojisi optimumun altında su muhtevalarında da istenen sıklık derecesini sağlayabilecek ekipmanları üretebilmiştir. Bu durumda dolgu daima bir su sızıntısına karşı korunmak zorundadır. Sonradan dolgu bünyesine girebilecek bir miktar su dolguda hacim değişmelerine neden olur. Bu da diğer üstyapı tabakalarına yansarak istenmeyen durumların ortaya çıkmasına yol açacaktır.

III. İklim şartlarında sıkıştırmayı etkiler. Aşırı sıcak havalarda veya yağışlı havalarda optimum su muhtevasını tutturmak zordur.

IV. Dolgu süresi: Dolgu süresi ise dolgu teşkilini farklı etkileyen bir başka faktördür. Kısa sürede tamamlanan dolgularda büyük problemler çıkarken, uzun sürede tamamlanan ve kendi doğal seyrine bırakılan dolgularda bu tür problemler en aza indirgenir.

Görüldüğü gibi dolgu temel zemini ve dolgu da üstyapı çatlaklarına neden olan faktör aynıdır, farklı oturmalar. Yol yapısında ilk iki aşamayı oluştururken bu konuya

maksimum itinaı göstermek gerekmektedir. Üstyapı çatlaklarının nedeni bu iki elemana dayanırsa tamiri oldukça pahalı ve zor olabilmektedir.

4.2.3. Drenaj

Karayollarında drenajın önemini belirtmek için çok güzel bir deyim kullanılır: “İnsanı gam, yolu nem çürütür”. Üstyapı çatlaklarının genel nedenleri arasında yol elemanları bulunmaktadır. Ancak bu elemanların zayıf yönlerini ortaya çıkaran unsur ise su unsurudur. Örneğin bir yol dolgusunda kullanılan malzemenin dolguya uygun olmadığını, kolay şişebilen veya kohezyonu zayıf bir malzeme olduğunu varsayalım. Bu zemin suyla temas etmeden şişmeyeceği için yolda herhangi bir bozulmaya sebebiyet vermeyecektir, veya otoyol yapımlarında çok sık kullanılan ve bizce doğru bir teknik olmayan optimum su muhtevasının kuru tarafında ve çok yüksek sıkıştırma enerjisiyle sıkıştırılan dolgular zamanla suyla temas ettiğinde yüksek şişme basınçları meydana gelmekte ve bu basınçlar yol üstyapısına etki ederek bozulmalara yol açabilmektedir. Bu nedenle suyu yoldan uzak tutmak her zaman doğru yöntem olacaktır. Bunda da izlenecek yöntem şev dibi hendekleri, kafa hendekleri ve yol kenarı hendekleri gibi elemanlarla yüzeysel suları; büz drenler, drene malzemeler veya suni elemanlarlada yeraltı sularını yol gövdesinden uzaklaştırmak şeklinde olmalıdır.

4.2.4. Üstyapı Tabakaları

Üstyapıya temel teşkil eden alttemel ve seçilmiş malzeme tabakaları genellikle dolguda ve yarmada aynıdır. Bu tabakaların ilk görevi üst yapıya projenin gerektirdiği desteği sağlamaktır. Ancak terasman kotundaki herhangi bir ters olay üstyapı temelini de olumsuz etkiler. Örneğin su daima üstyapının altına sızmak ister. Çatlaklar ve derzlerden satıhtaki suyun önemli bir kısmı sızabilir. Diğer taraftan şev dibi hendekleri ve orta refüj kanalları da suyun taşınmasını sağlar. Alttemelin ikinci önemli fonksiyonu ise bu sızıntı sularının yol bünyesi dışına atılmasını sağlamaktır. Ancak yoğun yağışlardan sonra bu tabaka suya doymuş hale gelir ve tamamen drene olabilmesi için günler gerekebilir. Bu durumlarda kohezyonlu alt tabaka tasarlanan sıkışma seviyesi en düşük hale gelir. Yani bünyesine fazla su alan alt tabaka şişerek sıkışma derecesi düşer. Fazla suyun drene

olamaması, filtre malzeme tıkanmaları, suyu bünye dışına taşıyan kanalların görevini iyi yapamaması durumlarında meydana gelen uzun süreli doygunluk hali alt tabakada yüksek çekme gerilmelerinin doğmasına ve dolayısıyla üstyapının etkilenmesine yol açar.

Üstyapı teşkili yarma ve dolguda aynıdır. Üstyapı üzerindeki tekerlek yükü temelde çekme gerilmeleri oluşturur. Ayrıca ısı değişiklikleri, özellikle betonda, gündüzleri tabanda geceleri ise tabakanın üst yarısında ilave çekme gerilmeleri meydana getirir. Bu tür gerilmeler normal ömründen önce üstyapı çatlamlarına neden olur. Üstyapıdan kaynaklanan çatlamların belli başlı sebeplerinden biri projelendirme hatasıdır. Projelendirme öyle tasarlanmalıdır ki, tekerlek yüklerinden ve ısı etkisinden meydana gelen gerilmelerin toplamı çimento bağlayıcı granüler temelin düşünülen ömrü boyunca tasarlanan çekme gerilmelerini aşmasın. Eğer hiç beklenmeyen bir durumda önemli bir çekme gerilmesi üstyapı temelini ilave olarak etkilerse dizayn gerilmesinin aşılması muhtemeldir. Bu ilave gerilme yeteri kadar fazla ise tek başına büyük hasarlar verebilmesi mümkündür. Özellikle çimentolu temelin bu tür durumlarda ilk olarak etkilendiği, ve çimentolu granüler malzemeye ait belirli bir gerilme seviyesinde dahi “flexural stenght” eğilme mukavemetinin yüksek olmadığı tespit edilmiştir. Çatlamların çok sık olması nedeniyle İngiltere’de 1970 yılında belli başlı otoyol inşaatlarında çimentolu granüler malzemenin kullanımına son verilmiş, buna bağlı olarak dolgu betonu kullanılarak oluşturulan yol temeli yapımları da önemli ölçüde azaltılmıştır.

Beton temelde meydana gelen çatlak üzerindeki tabakaya hemen intikal etmez. Bununla birlikte çatlak ısı değişikliklerinden etkilenmeye başlar ve satıhtaki çatlakların ortaya çıkmasına neden olur. Isının düşmesi ile asfaltta çekme gerilmeleri meydana gelir. Diğer taraftan soğuk, asfaltı daha kırılgan bir hale getirir ve çatlamlar kaçınılmaz olur.

BÖLÜM 5.

5. EDİRNE - KINALI OTOYOLUNDA MEYDANA GELEN ÇATLAKLARIN ANALİZİ

5.1. Çatlakların Analizi

Edirne-Kınalı otoyolu henüz taşıt trafiğine açılmadan önce üstyapıda çatlaklar olduğu, bu çatlakların zamanla trafik etkisi altında artarak devam ettiği ve çatlak boyları toplamının kilometrelerle ifade edilmeye başlandığı görülmüştür. Bu nedenle çatlak oluşum sebeplerinin araştırılması yoluna gidilmiştir. Bu amaçla çatlakların genel bir listesi yapılmış, bu liste üzerinde analizler oluşturulmuş ve bir sebep-sonuç ilişkisine gidilmiştir. Sebep araştırmasında gözlemsel ve deneysel bulgulardan yararlanılmış, ayrıca 4 adet çukur açılarak deneysel ve gözlemsel işlemlere tabi tutulmuştur. Bunun haricinde karot alma ve bu karotların değerlendirilme işlemleri yapılmıştır. Aşağıda bu çalışmaların tamamı açıklanmıştır.

Edirne-Kınalı otoyolunda yapılan incelemelerde toplam boyu 9656 m. olan 328 adet üstyapı çatlağına rastlanmıştır (Doğuş İnşaat Raporu 1995). Bu çatlakların üzerinde yapılan analizlerde çatlak açıklığı 1 mm'nin üzerinde olan çatlak sayısının 118 adet, toplam boyunun ise 4422 m. olduğu tespit edilmiştir. Bu tüm çatlak boyları toplamının yaklaşık %46'sını oluşturmakta olup ortalama çatlak açıklığı 6.8 mm. gibi oldukça büyük bir açıklıktır. Bu durumda çatlaklar kılcal çatlak sınıfından ayrılmakta ve köklü bir sorun olduğuna işaret etmektedir. Tüm çatlakların boy olarak %84'ü dolguda, %10'u yarmada ve geriye kalan kısımda yarma-dolgu geçişlerinde bulunmaktadır. Burada dikkati çeken ana unsur çatlakların %84'ünün dolguda olmasıdır. Bu çatlakların genel sebeplerinden birinin dolgudan kaynaklanmakta olduğuna işaret etmektedir. Ayrıca yine önemli bir bulgu olarak çatlakların büyük bir bölümünün kenar şeritlerde olduğu **Tablo 5.1'**de görülmektedir. Öyle ki Pivot, 1. şerit ve acil park şeritinde meydana gelen çatlakların boyu toplam çatlak boyları toplamının %88'ini teşkil etmektedir. Bu oranın %60'lık kısmı acil park şeridinde olduğu için acil park şeriti özel olarak incelenmelidir. Diğer kısımlarda

ise drenaj problemleri bir neden teşkil edebilir. Bir başka önemli unsorda çatlakların büyük kısmının belirli kilometreler arasında yoğunlaşmasıdır. En dikkati çeken kilometre aralıkları 50-70 km. aralığı ve 105-135 km. aralığıdır. Öyleki 50-70 km. aralığındaki çatlak yayılımının çok sık olduğu, bu aralıkta çatlak aralığı 1 mm.'nin üzerinde ve toplam boyu 1400 m. olan çatlaklar tespit edilmiştir. Bu durum toplam metrajı 50 km. olan bu kısımda bir yapım hatası olabileceğini veya hatalı malzeme kullanılmış olabileceğini göstermektedir. Lüleburgaz bağlantı yolu ise yine çatlakların oldukça yoğun olduğu bir kesimdir. Kavşaklarda ise dolguda bir sorun olacağı kanısı daha fazla kuvvetlenmektedir. 4 adet kavşakta toplam 2126 m. boyunda çatlak tespit edilmiş ve bunların 2031 m.'si dolgudadır. Bu analizler göstermektedir ki; çatlakların nedenlerini kullanılan üstyapı tipinde, kullanılan malzeme özelliklerinde, dolguda veya doğal zeminde aramak mümkündür. Bu nedenle tüm üstyapı tabakalarını, dolguyu ve doğal zemini bütün ayrıntıları ile inceleyecek ve bir neden-sonuç analizi oluşturmaya, gerekirse yeni bir tabakalanma sistemi tayin etmeye veya koruyucu önlemler önermeye çalışacağız. **Tablo 5.1'** de çatlakların tam listesi verilmektedir.

Tablo 5.1. Çatlakların Listesi

Edirne-Kınalı Otoyolu Sağ	Toprak İşleri *	Eksene Mesafe	Çatlak Boy	Çatlak Genişliği	Çatlak Yeri
Km		m	m	mm	
51+160 - 51+210	D	7,00	50,00	3 - 7	1. ŞERİT
51+160 - 51+200	D	18,40	40,00	4	BANKET
52+100 - 52+130	Y	18,85	30,00	5	BANKET
52+450-52+460	D	18,60	10,00	5	BANKET
52+520-52+532	D	18,90	32,00	4	BANKET
52+750-52+763	D	18,50	13,00	4	BANKET
53+050-53+110	D	8,00	60,00	3 - 7	1. ŞERİT
53+110-53+130	D	7,00	20,00	2 - 5	1. ŞERİT
53+118-53+132	D	5,00	14,00	4 - 8	PİVOT
53+315-53+352	D	5,00	37,00	2 - 8	1.ŞER/PIV
53+380-53+400	D	7,50	20,00	6	1. ŞERİT
53+382-53+395	D	18,50	13,00	5	BANKET
53+416-53+425	D	5,50	9,00	4 - 8	PİVOT
53+425-53+438	D	6,00	13,00	5 - 8	PİVOT
53+430-53+452	D	11,30	22,00	7	1. ŞERİT
53+630-53+642	D	7,50	12,00	5	1. ŞERİT
53+631-53+638	D	5,80	7,00	6 - 8	PİVOT

53+814-53+834	D	5,70	20,00	7	PİVOT
54+009-54+055	D	18,10-18,90	46,00	2 - 8	BANKET
54+740-54+775	D	18,50	35,00	6	BANKET
54+780-54+792	D	18,10	12,00	3 - 8	BANKET
54+793-54+810	D	18,65	17,00	3 - 5	BANKET
54+932-54+940	D	11,45	8,00	6	2.ŞERİT
54+945-54+965	D	11,55	20,00	6	2.ŞERİT
54+993-55+007	D	18,25	14,00	5	BANKET
55+640-55+680	D	19,25	40,00	3 - 7	BANKET
55+745-55+800	D	18,50	55,00	3 - 7	BANKET
55+970-55+975	D	7,80	5,00	6	1. ŞERİT
55+998-56+020	Y	7,00	22,00	4	1. ŞERİT
56+870-56+900	D	15,50	30,00	5	3.ŞERİT
57+550-57+556	D	6,80	6,00	4	1. ŞERİT
57+700-57+730	D	18,10	30,00	4 - 6	BANKET
57+770-57+780	D	18,40	10,00	5	BANKET
57+935-57+965	D	17,75	30,00	5	BANKET
58+640-58+650	D	18,10	10,00	5	BANKET
58+730-58+750	D	18,20	20,00	4	BANKET
60+060-60+100	D	18,50	20,00	6	BANKET
60+230-60+235	D	18,25	5,00	5	BANKET
61+050-61+060	D	17,95	10,00	3	BANKET
61+750-61+770	Y	19,25	20,00	5	BANKET
61+870-61+880	Y	18,30	10,00	6	BANKET
61+950-61+960	Y	18,10	10,00	4	BANKET
64+500-64+520	D	17,70	20,00	4	BANKET
64+550-64+560	D	17,80	10,00	3	BANKET
65+450-65+470	Y/D	17,30	20,00	5	BANKET
65+570-65+580	D	18,20	10,00	5	BANKET
65+820-65+840	Y/D	18,20	20,00	4	BANKET
66+250-66+270	D	18,45	20,00	4	BANKET
68+210-68+250	D	18,55	40,00	6	BANKET
94+760-94+790	D	18,80	30,00	3 - 8	BANKET
103+940-103+950	D	18,25	10,00	-	BANKET
106+900-106+960	Y	15,00	60,00	-	3. ŞERİT
113+900-113+907	Y	18,00	7,80	-	BANKET
114+000-114+600	Y	18,25	15,30	-	BANKET
122+200-122+500	D	7,50	30,00	-	1.ŞERİT
124+700-124+850	D	17,75	90,00	3 - 25	BANKET
124+734-124+747	D	14,50	12,85	-	2.ŞERİT
124+750-124+800	D	7,50	40,00	-	1.ŞERİT
124+764-124+765	D	21,00	3,10	-	BANKET
124+820-124+900	D	18,00	80,00	3	BANKET
124+850-124+865	D	18,25	13,00	-	BANKET

124+850-124+900	D	7,50	12,20	-	1.ŞERİT
126+000-126+160	D	7,50	102,80	-	1.ŞERİT
126+200-126+250	D	7,25	25,90	-	1.ŞERİT
128+250-128+555	D	7,25	59,80	-	1.ŞERİT
128+600-129+220	D	7,00	218,00	-	1.ŞERİT
129+150-129+159	D	17,75	9,00	-	BANKET
129+350-129+360	D	18,00	3,50	-	BANKET
129+350-129+400	D	7,00	47,00	-	1.ŞERİT
129+900-130+140	D	7,00	19,00	-	1.ŞERİT
130+000-130+056	D	18,00	56,00	-	BANKET
130+150-130+300	D	7,00	12,00	-	1.ŞERİT
131+170-131+190	D	14,50	15,30	-	3.ŞERİT
131+230-131+300	D	14,50	44,20	-	3.ŞERİT
132+740-132+790	D	-	40,00	-	2-3.ŞERİT
132+800-132+810	D	14,50	5,80	-	3.ŞERİT
132+840-132+890	D	14,75	17,00	-	3.ŞERİT
132+840-132+890	D	7,00	4,70	-	1.ŞERİT
133+145-133+152	D	17,80	7,00	5	BANKET
133+152-133+170	D	18,80	18,00	5	BANKET
		Toplam	2159,25		
Edirne-Kınalı Otoyolu Sol					
47+380-47+420	D	18,60	40,00	3 - 5	BANKET
52+220-52+252	Y/D	18,75	32,00	5	BANKET
52+400-52+420	D	18,60	20,00	5	BANKET
52+415-52+425	D	18,50	10,00	5	BANKET
52+535-52+645	D	19,25	10,00	5	BANKET
52+806-52+820	D	7,50	14,00	5	1.ŞERİT
53+548-53+551	D	18,25	3,00	4	BANKET
53+630-53+700	D	18,40	70,00	3 - 7	BANKET
53+657-53+667	D	18,00	10,00	5	BANKET
54+614-54+640	D	18,30	26,00	6	1.ŞERİT
57+920-57+950	D	18,50	30,00	5	BANKET
57+920-57+940	D	15,00	20,00	5	3.ŞERİT
65+930-65+942	D	18,00	12,00	4	BANKET
65+960-65+970	D	17,90	12,00	4	BANKET
66+310-66+330	D	18,20	20,00	6	BANKET
66+350-66+370	D	18,10	20,00	3	BANKET
68+176-68+180	D	18,25	4,00	4	BANKET
68+245-68+255	D	11,25	10,00	4	2.ŞERİT
68+300-68+330	D	18,40	30,00	3	BANKET
77+240-77+260	D	18,40	20,00	5	BANKET
77+650-77+680	Y	18,10	30,00	4 - 6	BANKET
77+670-77+692	Y	15,50	22,00	5	3.ŞERİT
78+250-78+256	D	11,75	6,00	3 - 5	2.ŞERİT

79+200-79+258	D	19,20	58,00	4 - 6	BANKET
79+280-79+310	D	18,40	20,00	4 - 6	BANKET
83+440-83+500	D	18,50	60,00	4 - 10	BANKET
103+940-103+950	D	18,25	10,00	-	BANKET
107+800-107+802	Y	14,50	2,00	-	3.ŞERİT
107+850-107+857	Y	14,80	7,00	-	3.ŞERİT
107+960-107+975	Y/D	7,00	15,00	-	1.ŞERİT
110+078-110+094	D	7,00	16,50	-	1.ŞERİT
110+096-110+102	D	9,00	6,80	-	2.ŞERİT
110+108-110+128	D	7,00	20,30	-	1.ŞERİT
116+270-116+550	Y	17,30	280,00	-	BANKET
124+674-124+728	D	15,00	74,00	-	3.ŞERİT
124+686-124+718	D	17,50	32,20	-	BANKET
124+735-124+746	D	15,00	11,00	-	3.ŞERİT
124+738-124+762	D	17,50	24,00	-	BANKET
124+790-124+797	D	17,50	6,65	-	BANKET
124+840-124+860	D	17,50	20,00	-	BANKET
124+885-124+892	D	17,50	6,65	-	BANKET
124+950-125+000	D	7,00	38,90	-	1.ŞERİT
125+850-125+854	Y	18,00	4,50	-	BANKET
126+000-126+100	D	17,75	4,00	-	BANKET
126+100-126+102	D	7,00	2,50	-	1.ŞERİT
126+100-126+114	D	18,00	14,00	-	BANKET
126+300-126+500	D	17,75	90,60	-	BANKET
130+700-130+720	Y	18,00	20,00	-	BANKET
131+000-131+861	Y/D	7,00	219,70	-	1.ŞERİT
131+200-131+300	D	18,00	143,60	-	BANKET
131+350-131+359	D	18,00	9,00	-	BANKET
133+000-133+343	D	7,50	343,00	2	1.ŞERİT
133+020-133+060	D	9,00	40,00	2	1.ŞERİT
133+180-133+220	D	12,00	40,00	2	2.ŞERİT
133+258-133+300	D	12,00	42,00	2	2.ŞERİT
133+265-133+325	D	18,25	60,00	5	BANKET
133+275-133+282	D	19,00	7,00	5	BANKET
133+290-133+313	D	11,00	23,00	2	2.ŞERİT
133+342-133+353	D	19,25	11,00	5	BANKET
133+355-133+358	D	18,00	3,00	5	BANKET
133+380-133+387	D	17,35	7,00	5	BANKET
133+400-133+500	D	7,00	66,20	-	1.ŞERİT
133+400-133+423	D	17,35	23,00	5	BANKET
133+445-133+457	D	17,35	12,00	5	BANKET
133+470	D**	16,25	3,00	4	3.ŞERİT
133+470-133+476	D	16,25	6,00	3	3.ŞERİT
133+478-133+490	D	17,55	12,00	5	BANKET

133+590-133+600	D	17,75	5,00	-	3.ŞERİT
142+600-142+750	D	18,00	44,50	-	BANKET
142+750-142+783	D	18,00	33,50	-	BANKET
143+720-143+731	D	18,25	11,00	-	BANKET
152+392-152+413	D	14,25	21,00	-	3.ŞERİT
152+488-152+555	D	11,15	44,50	-	2.ŞERİT
152+564-152+582	D	14,50	17,40	-	3.ŞERİT
152+632-152+634	D	14,35	1,90	-	3.ŞERİT
152+635-152+647	D	14,35	11,90	-	3.ŞERİT
		Toplam	2576,80		
	Otoyol Toplamı		4736,05 m		
Lüleburgaz Bağlantı Yolu Sol					
2+000-2+050	D	10,00	30,00	-	BANKET
2+050-2+070	D	10,00	20,00	-	BANKET
2+100-2+120	Y	10,00	16,00	-	BANKET
2+120-2+125	Y	10,00	4,00	-	BANKET
2+140-2+160	D	9,50	20,00	-	BANKET
2+150-2+200	Y	10,00	45,00	3 - 7	BANKET
2+280-2+315	D	10,00	35,00	-	BANKET
2+330-2+340	D	10,50	10,00	-	BANKET
2+340-2+380	D	10,00	40,00	-	BANKET
2+400-2+410	D	9,50	10,00	-	BANKET
2+450-2+510	Y	10,00	60,00	3 - 6	BANKET
2+610-2+671	Y	10,00	11,00	-	BANKET
2+700-2+714	Y	10,00	14,00	-	BANKET
2+720-2+750	Y/D	10,50	30,00	3 - 7	BANKET
3+417-3+444	D	9,50	27,00	-	BANKET
3+515-3+570	D	9,5-10,5	55,00	3 - 8	BANKET
3+580-3+620	D	9,5-10,5	40,00	3 - 8	BANKET
4+280-4+310	Y	9,5-10,5	30,00	2 - 6	BANKET
4+830-4+875	D	9,5-10,5	45,00	2 - 8	BANKET
5+350-5+355	D	9,50	5,00	-	BANKET
5+360-5+380	D	4,50	10,00	-	1.ŞERİT
5+700-5+750	D	9,5-10-5	50,00	2 - 8	BANKET
5+800-5+820	D	7,00	15,00	-	2.ŞERİT
5+900-5+910	D	10,50	10,00	-	BANKET
6+060-6+075	D	10,50	15,00	-	BANKET
6+100-6+115	D	10,00	15,00	-	BANKET
6+520-6+570	D	10,50	50,00	-	BANKET
		Toplam	712,00		
Lüleburgaz Bağlantı Yolu Sağ					
1+070-1+146	D	-	6,00	-	1.ŞERİT
1+246-1+257	D	3,00	11,00	-	1.ŞERİT
1+461-1+468	D	4,00	8,00	-	1.ŞERİT

1+808-2+000	D	3,50	35,60	-	1.ŞERİT
2+000-2+010	D	10,00	10,00	-	BANKET
2+005-2+053	D	4,00	25,00	-	1.ŞERİT
2+010-2+020	D	3,50	8,50	-	1.ŞERİT
2+110-2+150	Y	10,50	40,00	-	BANKET
2+200-2+250	Y/D	9,50	50,00	-	BANKET
2+260-2+320	D	10,00	45,00	-	BANKET
2+302-2+458	Y/D	8,00	28,50	-	2.ŞERİT
2+500-2+550	Y	10,00	13,80	-	BANKET
2+553-2+564	Y	9,50	11,50	-	BANKET
2+670-2+685	Y/D	10,50	15,70	-	BANKET
2+685-2+700	Y/D	9,50	14,30	-	BANKET
2+700-2+800	Y/D	10,00	45,50	-	BANKET
3+220-3+226	D	9,50	6,00	-	BANKET
3+423-3+436	D	11,00	13,00	-	BANKET
3+452-3+503	D	10,00	51,00	-	BANKET
3+470-3+475	D	10,50	4,00	-	BANKET
3+472-3+497	D	10,00	25,00	-	BANKET
3+490-3+505	D	11,00	15,00	-	BANKET
3+540-3+574	D	10,00	54,50	-	BANKET
4+091-4+107	D	7,50	9,95	-	2,ŞERİT
4+109-4+126	D	9,50	17,00	-	BANKET
4+120-4+140	D	10,50	10,50	-	BANKET
4+130-4+136	D	9,50	6,40	-	BANKET
4+130-4+140	D	7,00	11,40	-	2,ŞERİT
4+140-4+141	D	9,50	1,00	-	BANKET
4+150-4+155	D	10,00	2,50	-	BANKET
4+202	Y**	10,00	0,70	-	BANKET
4+203	Y**	7,00	1,25	-	2,ŞERİT
4+229-4+242	Y	9,50	12,70	-	BANKET
4+247-4+270	Y	9,00	23,00	-	BANKET
4+500-4+505	Y/D	10,00	4,20	-	BANKET
4+510-4+535	D	9,50	25,00	-	BANKET
4+515-4+520	D	7,50	6,10	-	BANKET
4+540-4+550	D	7,50	10,00	-	2,ŞERİT
4+550-4+655	D	10,00	56,20	-	BANKET
4+667-4+686	D	10,50	16,20	-	BANKET
4+697-4+715	D	7,50	18,00	-	2,ŞERİT
4+700-4+735	D	10,00	37,60	-	BANKET
4+711-4+817	D	10,50	101,00	-	BANKET
4+740-4+750	D	7,50	10,00	-	2,ŞERİT
4+760-4+800	Y/D	7,50	40,00	-	2,ŞERİT
4+810-4+813	D	9,50	3,00	-	BANKET
4+810-4+820	D	7,50	10,00	-	2,ŞERİT

4+829-4+832	D	9,50	3,50	-	BANKET
4+850-4+871	Y/D	10,00	21,00	-	BANKET
4+890-4+895	Y/D	10,00	5,00	-	BANKET
4+900-4+907	Y	4,00	7,00	-	1,ŞERİT
4+910-4+913	Y	7,50	3,00	-	2,ŞERİT
4+930-4+970	Y	3,80	40,00	-	1,ŞERİT
4+990-5+010	Y	7,50	20,00	-	2,ŞERİT
5+000-5+038	Y	10,50	38,00	-	BANKET
5+037-5+080	Y/D	7,50	43,00	-	BANKET
5+107-5+139	D	10,00	31,00	-	BANKET
5+170-5+182	D	10,00	12,50	-	BANKET
5+200-5+204	D	10,50	4,50	-	BANKET
5+253-5+255	D	9,50	2,70	-	BANKET
5+278-5+280	D	10,00	1,70	-	BANKET
5+282-5+289	D	10,00	7,20	-	BANKET
5+350-5+361	D	10,50	11,00	-	BANKET
5+490-5+522	D	4,00	33,00	-	1.ŞERİT
5+729-5+735	D	9,50	5,30	-	BANKET
5+730-5+752	D	10,00	22,00	-	BANKET
5+749-5+758	D	7,50	8,40	-	2.ŞERİT
5+762-5+777	D	9,50	15,40	-	BANKET
5+780-5+785	D	9,50	5,00	-	BANKET
5+786-5+791	D	9,50	5,00	-	BANKET
5+823-5+824	D	9,50	1,00	-	BANKET
5+825-5+826	D	9,50	1,00	-	BANKET
5+830-5+835	D	9,50	5,00	-	BANKET
5+839-5+841	D	9,50	2,00	-	BANKET
5+843-5+845	D	9,50	2,00	-	BANKET
5+849-5+862	D	9,50	13,00	-	BANKET
5+850-5+951	D	10,50	101,50	-	BANKET
5+913-5+918	D	9,50	5,50	-	BANKET
5+938-5+945	D	9,50	7,00	-	BANKET
5+962-5+965	D	9,50	3,00	-	BANKET
5+969-5+973	D	9,50	4,00	-	BANKET
5+990-5+996	D	9,50	6,00	-	BANKET
6+002-6+003	D	9,50	1,00	-	BANKET
6+008-6+010	D	9,50	2,00	-	BANKET
6+027-6+031	D	9,50	4,00	-	BANKET
6+032-6+034	D	9,50	2,00	-	BANKET
6+037-6+049	D	9,50	12,00	-	BANKET
6+052-6+054	D	9,50	2,00	-	BANKET
6+083-6+084	D	9,50	1,00	-	BANKET
6+091-6+095	D	9,50	4,00	-	BANKET
Bağlantı Yolu Toplamı			2206,80		

	Kavşaklar				
0+180-0+230	D	-	52,00	-	MC4H
0+320-0+387	D	-	67,00	3 - 8	MC4H
0+100-0+160	D	-	53,00	-	MC4L
0+160-0+200	D	-	40,00	3 - 10	MC4L
0+200-0+360	D	-	60,00	3 - 10	MC4L
0+480-0+590	D	-	70,00	3 - 10	MC4L
0+000-0+020	D	-	20,00	-	MC4A
0+040-0+080	D	-	40,00	3 - 6	MC4A
0+250-0+330	D	-	80,00	3 - 15	MC4A
0+410-0+430	D	-	20,00	-	MC4A
0+225-0+300	D	-	75,00	3 - 15	MC4C
0+350-0+390	D	-	4,00	3 - 15	MC4C
		Toplam	581,00		
0+057-0+076	D	2,00	19,00	-	MC5C
0+082-0+088	D	4,35	6,20	-	MC5C
0+060-0+120	D	-	60,00	3 - 20	MC5C
0+250-0+340	D	2,00	90,00	3 - 30	MC5C
0+253-0+258	D	1,50	5,30	-	MC5C
0+325-0+339	D	0,50	14,35	3 - 25	MC5C
0+390-0+404	D	4,00	14,00	-	MC5C
1+058-1+084	D	4,50	26,00	-	MC5L
1+105-1+148	D	4,50	45,00	-	MC5L
1+409-1+429	D	3,50	20,70	-	MC5L
1+450-1+630	D	7,50	150,00	-	MC5L
1+538-1+571	D	4,50	33,00	-	MC5L
1+093-1+101	D	4,50	8,20	-	MC5L
1+140-1+170	D	4,00	30,00	-	MC5L
		Toplam	521,75		
0+100-0+110	D	-	8,00	-	MC9A
0+700-0+720	D	-	10,00	-	MC9A
0+070-0+090	D	-	20,00	3 - 6	MC9F
0+090-0+130	Y	-	25,00	3 - 8	MC9E
0+200-0+225	Y	-	25,00	-	MC9E
0+315-0+340	Y	-	25,00	-	MC9E
0+080-0+100	Y	-	20,00	-	MC9D
0+140-0+160	D	-	20,00	-	MC9D
		Toplam	153,00		
0+320-0+810	D	-	440,00	3 - 20	GÜNEY
0+360-0+780	D	-	420,00	3 - 30	KUZEY
-	D	-	10,00	3 - 8	OTOYOL
		Toplam	870,00		
0+540-0+599	D	4,00	59,15	-	MC1SGÜN
0+676-0+717	D	4,70	41,10	-	MC1SGÜN

0+689-0+698	D	3,00	9,30	-	MC1SGÜN
0+690-0+764	D	15,70	74,00	-	MC1SGÜN
0+040-0+462	D	4,50	6,20	-	MX1SGÜN
0+144-0+153	D	2,00	9,60	-	MX1SGÜN
0+170-0+178	D	6,00	8,00	-	MX1SGÜN
0+820-0+851	D	3,10	31,10	-	MZ1SGÜN
0+828-0+896	D	13,50	62,50	-	MZ1SGÜN
0+633-0+651	D	3,60	17,70	-	MB1SKUZ
0+315-0+338	D	5,00	23,00	-	MA1SKUZ
0+315-0+323	D	14,80	8,15	-	MA1SKUZ
0+373-0+388	D	2,65	15,50	-	MA1SKUZ
		Toplam	365,30		
0+150-0+180	D	-	20,00	-	MC4R112PAGÜ
-	D	-	27,00	-	KM:96 TCK İŞL
-	D	-	70,50	-	KM:125TCK İŞ
-	D	-	37,00	-	KM:145TCK İŞ
-	D	-	37,00	-	KM:163TCK İŞ
0+800-0+830	D	-	30,00	4	68S.AL.MB2SK
			221,50		
		Kavşaklar Toplamı	2712,55		
		Genel Toplam	9655,40		

* Toprak İşleri : Y - Yarma, D - Dolgu

** İşaretli çatlaklar enine çatlaktır.

5.2. Çatlak Sebeplerinin Araştırılması

5.2.1. Trafik Etkisi

Sebepler araştırmasına ilk olarak trafik faktöründen başlıyoruz, çünkü ülkemizde yük taşımacılığının büyük bir çoğunluğu karayolu ile yapılmaktadır. Bu da ağır taşıt demektir ve yollarımızın çabuk bozulmasının en önemli faktörlerinden biri ağır taşıt trafiğidir. **Tablo5.2'**de görüldüğü gibi otoyoldaki trafik yoğunluğu oldukça azdır (Gişe Tutanakları). Kaldığı otoyolun bazı kesimleri henüz otoyol trafiğe açılmadan çatlaklar meydana gelmişti. Bu gerçekçi değerlendirmeye göre trafiğin çatlaklara oluşturucu bir etkisi olamaz. Ancak bu trafiğin yapabileceği tek etki acil park şeritinde seyretmeyi alışkanlık haline getirmiş olan ağır vasıta sürücülerinin bu şerit veya komşusu şeritteki çatlakta düşey deplasman farkı oluşturması olabilir.

Tablo 5.2. Gişelerden tespit edilen araç trafiği.

Kavşak		Trafiğe	Araç Sınıfı					
N	Adı	Açılış	Sınıf 1	Sınıf 2	Sınıf 3	Sınıf 4	Sınıf 5	TOPLAM
o		Tarihi	2 Aks*	2 Aks"	3 Aks	4/5 Aks	6+ Aks	
		31/05/1995 Tarihine kadar çıkış yapan toplam araç sayısı						
1	Edirne	28/10/94	88857	47112	10698	39856	525	187098
2	Havsa	28/10/94	18228	2301	28232	1319	13	24683
3	Babaeski	22/10/93	301190	87879	26038	61373	777	477247
4	Lüleburgaz	25/11/92	466567	150639	86725	75826	820	780567
5	Saray	22/10/93	74900	8938	12436	4193	35	100452
6	Çorlu	22/10/93	202850	17127	25736	7020	112	252835
7	Çerkezköy	25/11/92	460999	80046	90199	16220	205	647659
	TOPLAM		1613590	394102	254655	205807	2487	2470641
		Kavşaktan çıkış yapan ortalama günlük araç sayısı						
1	Edirne	28/10/94	411	218	50	185	2	866
2	Havsa	28/10/94	84	11	13	6	0	114
3	Babaeski	22/10/93	513	150	44	105	1	813
4	Lüleburgaz	25/11/92	508	164	94	83	1	850
5	Saray	22/10/93	128	15	21	7	0	171
6	Çorlu	22/10/93	346	29	44	12	0	431
7	Çerkezköy	25/11/92	502	87	98	18	0	705
	TOPLAM		2492	674	365	415	5	3950

Not: * Arka aksta tek tekerlek

" Arka aksta çift tekerlek

5.2.2. Üstyapı Tabakalarının Çatlaklar Üzerine Etkisinin Araştırılması

Çatlakların gözlemsel değerlendirmesini yaptıktan sonra çalışmalarımıza bir yön vermesi açısından açılmış olan 4 adet çukurun incelenmesi neticesinde elde edilen üstyapı bilgilerini değerlendireceğiz. Burada elde edilen bilgileri şartnamelerle karşılaştırarak üstyapıdan kaynaklanabilecek herhangi bir nedenin olup olmayacağına bakacağız. Açılan çukurların çalışmalara büyük katkısı olmuştur. Herşeyden önce çukurlar sayesinde

çatlak derinliklerinin hangi tabakaya kadar devam ettiği, çatlak türünün tespiti, ilk olarak hangi tabakada meydana geldiği ve diğer tabakalara nasıl yansıdığı gibi konularda bilgiler edinilmiştir. Çukurların ikisi çatlakların yoğun olduğu bölgelerde, diğer ikisi ise

karşılaştırma yapmak amacıyla çatlaklı ve çatlaksız kesim olarak bankette ve bitişik nizamda açılmıştır. Çukurların konumları *Tablo 5.3*'de görülmektedir. Çukurlar açılmadan önce çatlak derinliğini tespit etmek amacıyla bir teneke turuncu renkli boya çatlağın içine dökülmüştür. Çatlak genişliği ve deplasmanlar cetvel ve kalibreli bir kama yardımıyla ölçülmüş, bu ölçme işlemi ÇBGT'de de tekrarlanmıştır.

Tablo 5.3. Çukurların konumu

Çukur No:	Kilometre	Şerit/Banket	Çatlak Tanımı
1	77+680L	3. Şerit	Boyuna çatlak
2	53+100R	1. Şerit	Boyuna çatlak
3	52+520R	Banket	Boyuna çatlak
4	52+600R	Banket	Çatlaksız

Deneme çukurlarının açılması sırasında ve alınan örselenmiş numunelere uygulanan deneyler aşağıya çıkarılmıştır.

*Bitümlü tabakalara uygulanan deneyler:

-Kalınlık -Gradasyon - Binder Muhtevası

*Stabilize temele uygulanan deneyler:

-Kalınlık -Serbest Basınç Mukavemeti (Küp ve Silindir Numunelere)

*Granüler Alt Temele Uygulanan Deneyler:

-Kalınlık -Su Muhtevası -Gradasyon ve Sınıflandırma

-CBR -Yoğunluk Su Muhtevası (Modifiye Proktor)

***Seçme Malzeme Tabakasına Uygulanan Deneyler**

- Kalınlık -Su Muhtevası -Gradasyon ve Sınıflandırma
- CBR -Arazide Yoğunluk (Kum Testi)
- Kabarma -Yoğunluk-Su Muhtevası (Modifiye Proktor-Sıkıştırma)

***Doğal Zemin ve Dolguya Uygulanan Testler**

- Su Muhtevası -Arazide Yoğunluk (Kum Testi)
- CBR -Gradasyon ve Sınıflandırma
- Kabarma -Yoğunluk-Su Muhtevası (Modifiye ve Standart Proktor-Sıkıştırma)

Bu standart arazi ve laboratuvar deneylerine ilave olarak BGT tabakası altındaki üstyapı tabakalarına DCP (Dinamik Konik Penetrometre) deneyleri uygulanmıştır. DCP deneyindeki ana prensip, standart bir kuvvetle yol üstyapısı içine ittirilen koninin nüfuz etme hızı içine girdiği malzemenin mukavemeti ile ters orantılıdır. Bu deney sayesinde uygulanan tabakaların rneğin CBR sonuçları kolayca alınmaktadır. Çalışmamıza ilk olarak üstyapı tabakalarında kullanılan malzemelerin gradasyon limitleri ve fiziksel özelliklerinin şartname limitleri içerisinde kalıp kalmadığını ve bunun çatlamalara ne gibi bir etkisi olacağını araştırmakla başlıyoruz.

5.2.2.1. Gradasyon Limitleri

A) Kaplama Tabakası Gradasyon Limitleri

Kaplama tabakası ile ilgili gradasyon bilgileri daha önce verilmiş, ancak şartname değerleri verilmemişti. Bu bölümde üstyapı tabakalarından alınan numunelerden elde edilen değerlerin şartname değerleriyle karşılaştırmalı olarak analizini göreceğiz. Kaplama tabakası gradasyon limitleri **Tablo 5.4** ve **Tablo 5.5'**de verilmiştir.

Tablo 5.4. Binder tabakası gradasyon limitleri

	Kilometre		İşyeri	Şartname
	77+680	53+100	Karışımı	Limitleri
Tabaka Kalınlığı (mm)	85	93		80
Geçen Oran (%)				
1.00 inç	100	100	100	100
0.75 inç	89	94	87-97	77-100
0.50 inç	75	77	65-75	59-77
0.375 inç	65	65	55-65	49-66
No. 4	43	47	41-51	34-52
No. 10	27	30	26-34	23-39
No. 40	12	13	12-19	12-22
No. 80	7	8	7-13	7-14
No.200	5.5	5.2	4-7	2-7
Bitüm İçeriği (%)	4.28	4.55	3.96-4.56	3.5-6.5

Tablo 5.5. Aşınma Tabakası Gradasyon Limitleri

	Kilometre				İşyeri	Şartname
	52+520	52+600	77+680	53+100	Karışımı	Limitleri
Tabaka Kalınlığı (mm)	55*	55*	56	49		50
Geçen Oran (%)						
0.75 inç	100	100	100	100	100	100
0.50 inç	87	85	85	91	80-90	77-100
0.375 inç	75	73	79	82	70-80	66-84
No. 4	56	57	65	65	54-64	46-66
No. 10	36	34	37	41	32-40	30-50
No. 40	13	11	15	15	12-18	12-28
No. 80	10	7	10	11	7-14	7-18
No.200	7.5	4.2	7.3	7.2	5.2-9.2	4-10
Bitüm İçeriği (%)	5.48	5.17	4.91	5.18	4.8-5.4	4-7

Kaplama tabakası gradasyon limitleri incelendiğinde şartname limitleri ile uyum sağladığını, ancak daha geçerli olan işyeri karışımı ile ufak sapmalar yaptığını görmekteyiz. Özellikle belirtmek gerekirse km 53+100'de aşınma tabakasında bu durum açıkça görülebilir. Bitüm içeriğinin ise işyeri karışımına uyum sağladığı görülmektedir. Gradasyondaki küçük sapmaların çatlaklara herhangi bir katkı yapıp yapmayacağı ancak kullanılan malzemelerin fiziksel özelliklerinin incelenmesinden sonra karar anlaşılabılır.

B) Bitümlü Temel Tabakası Gradasyon Limitleri

Bitümlü temel tabakası gradasyon limitleri **Tablo 5.6'**da belirtilmiştir. Bitümlü temel tabakası gradasyonunda özellikle km:77+680'de yine ufak sapmaların olduğu görülmektedir. Bitüm içeriği ise her ne kadar işyeri karışım formülünün içerisinde isede özellikle km:77+680'de az görünmektedir.

Tablo 5.6. Bitümlü Temel Tabakası Gradasyon Limitleri

	Kilometre		İşyeri Karışımı	Şartname Limitleri
	77+680	53+100		
Tabaka Kalınlığı (mm)	85	93		80
Geçen Oran (%)				
1.50 inç	100	100	100	100
1.00 inç	84	93	83-97	72-100
0.75 inç	68	84	72-86	60-90
0.50 inç	56	72	57-71	50-78
0.375 inç	47	65	50-64	43-70
No. 4	35	48	38-48	30-55
No.10	21	27	20-28	18-42
No. 40	9	11	7-15	6-21
No. 80	7	8	5-13	2-13
No.200	5.3	5.7	3.5-7	0-7
Bitüm İçeriği (%)	3.46	4.32	3.4-4.4	2.5-5.5

C) Alttemel Tabakası Gradasyon Limitleri

Alttemel tabakası gradasyon limitleri **Tablo 5.7**'de belirtilmiştir.

Tablo 5.7. Alttemel Tabakası Gradasyon Limitleri

	Kilometre				Şartname Limitleri
	52+520	52+600	77+680	53+100	
Tabaka Kalınlığı (mm)	755	705	365	315	*700-280
Geçen Oran (%)					
2.00 inç	100	100	100	100	100
1.50 inç	92	90	93	93	85-100
1.00 inç	85	82	87	86	70-95
0.375 inç	60	61	62	66	40-75
No. 4	41	41	43	46	30-60
No. 10	28	29	28	33	20-45
No. 40	17	17	16	20	10-25
No.200	10.8	11.4	9.9	13.2	0-12
Likit Limit	NP	NP	NP	NP	<25
Plastisite İndisi	NP	NP	NP	NP	<6
Modifiye Proktora göre relatif sıkıştırma(%)					95
Modifiye Proktor %95de CBR	104	95	80	112	50
Modifiye Proktor max kuru yoğunluk(gr/cm ³)	2.195		2.195		yok
Optimum su muhtevası(%)	6.9		6.9		yok
Yerindeki su muhtevası(%)	5.0	5.0	5.9		yok

*Km:52+520 ve Km:52+600 banketteki çukurları kapsar ve bankette alttemelin üzeri aşınma tabakası olduğu için alttemel kalınlığı 700 mm.dir.

Tablo 5.4, Tablo5.5, Tablo5.6, Tablo5.7de görüleceği gibi gradasyon limitleri şartname kriterlerini sağlamaktadır.Taşıma gücü ve elastisitesi uygundur. Malzemenin diğer özelliklerine daha sonra değineceğiz.

5.2.2.2. Gradasyonda Kullanılan Malzemelerin Fiziksel Özellikleri

Üstyapı teşkilinde kullanılan malzemelerin genel fiziksel özelliklerini tespit etmek için yerinde yapılan deneylerden ziyade malzeme ocaklarından alınmış numunelerin deney sonuçlarını incelemeyi daha uygun bulduk. Böylece herhangi bir işleme tabi tutulmamış doğal malzemenin özelliklerini tespit etmiş olduk. Edirne Kınalı otoyolu inşaatında malzeme ocağı olarak Cebeci, İstinye ve May malzeme ocakları kullanılmıştır. Üstyapı tabakalarının hassasiyetine ve imkanların elvermesine göre bu ocakların hangi tabakalarda kullanıldığı ve fiziksel özelliklerinin neler olduğu **Tablo5.8** ve **Tablo 5.9** ve **Tablo 5.10'** da açıklanmıştır.

Tablo 5.8. Aşınma Tabakasında Kullanılan İstinye Agregasının Fiziksel Özellikleri

	Şartname	Bulunan Değerler
Aşınma kaybı (Los Angeles) Max %	35	21.8-24.2-21-22
Hava tesirlerine karşı dayanıklılık Max%	10	2.05-1.19-3.61-1.2
Kırılmışlık(En az iki yüzü) Ağırlıkça Min%	100	100
Yassılık İndeksi Max%	30	24.3-18-22-21-27-19
Soyulma Mukavemeti Min%	50	65-75/60-70/75-85/70-80
Cilalanma değeri Min	0.5	0.57-0.51
Su Absorbsiyonu Max%	2.5	0-5mm malzeme 2.1-2.7 5-10mm malzeme 1.1 10-20mm malzeme 0.8 20-40mm malzeme 0.5-0.8
Darbe Deneyi		20.7-20.5-17
%10 incelik (kN)		181
Plastik İndeksi Max%	2	NP(NonPlastik)

Tablo 5.9. Cebeci Agregası Fiziksel Özellikleri

	Şartname	Bulunan Değerler
Aşınma kaybı (Los Angeles) Max %	35	22.6
Hava tesirlerine karşı dayanıklılık (Donma deneyi Na ₂ SO ₄ ile) Kayıp Max%	12	1.4
Kırılmışlık(En az iki yüzü) Ağırlıkça Min%	100	100
Yassılık İndeksi Max%	35	23-26
Soyulma Mukavemeti Min%	50	
Cıllanma değeri Min		0.57
Su absorpsiyonu Max%	2.5	İnce Agregada 1.0 Kaba Agregada 0.47
Plastik İndeksi Max%	2	NP(NonPlastik)

Tablo 5.10. May Agregası Fiziksel Özellikleri

	Şartname	Bulunan Değerler
Aşınma kaybı (Los Angeles) Max %	35	26-22-19
Hava tesirlerine karşı dayanıklılık (Donma deneyi Na ₂ SO ₄ ile) Kayıp Max%	12	7.4-6.84
Kırılmışlık(En az iki yüzü) Ağırlıkça Min%	60	100
Yassılık İndeksi Max%	35	16.6-20-23-19.9
Soyulma Mukavemeti Min%	50	50-60
Su absorpsiyonu Max%	2.5	0-5mm malzeme 2.5-2.9 5-10mm malzeme 1.7-2.1 10-20mm malzeme 1.5-1.7
Plastik İndeksi Max%	2	NP(NonPlastik)

Aşınma tabakası teşkilinde İstinye malzemesi kullanılmıştır. Bu malzemenin fiziksel özelliklerinin şartname değerleri ile karşılaştırmalı tablosu yukarıdadır. Malzemede kayda değer bir sapma görülmemektedir. Ancak su absorpsiyonunda biraz sapma tespit edilmiş olup sıkıştırma su muhtevasıyla birlikte değerlendirilecektir.

Binder tabakası teşkilinde İstinye malzemesi ile birlikte Cebeci malzemeside kullanılmıştır. Cebeci malzemesinin fiziksel özellikleri **Tablo 5.10** 'da belirtilmiştir.

Bitümlü temel tabakası teşkilinde May agregasından faydalanılmıştır. Bu malzemenin fiziksel özellikleri **Tablo 5.11**'de görülmektedir. May agregası da incelendiğinde şartname kriterlerine uygun olduğu, 0-5 mm. malzemede su arbsorbsiyonunun bir miktar fazla olduğu görülmektedir. Esasen malzeme non-plastik olduğu için bu önemli bir sapma değildir.

Çatlak sebeplerinin araştırılması amacıyla açılan çukurlarda bunların dışında özellikle yol dolgusu hakkında önemli bulgulara rastlanmıştır. Aşağıda bu bulgular açıklanmaktadır.

5.2.3. Çatlakların Araştırılması İçin Açılan Çukurlardan Elde Edilen Diğer Sonuçlar

5.2.3.1. 1 Nolu Çukur

Çukur 3-4 m. derinlikteki bir yarmada açılmıştır. Boyuna çatlak otoyolun ağır şeritinde meydana gelmiştir. Uzunluğu 11.5 m. ve çatlak açıklığı 2-5 mm. arasında değişmektedir. Çatlağın acil park şeriti tarafında, diğer tarafa nazaran 2 mm. daha fazla oturma meydana gelmiştir. Çatlak açıklığı alt tabakalara doğru artmakta ve ÇBGT tabakasında yaklaşık 5-10 mm. aralığına gelmektedir. Bu tabakadaki farklı oturma ise 3.5-4 mm. civarında olmuştur. Çatlak içine akıtılan boya granüler temelin üst yüzeyinden 20 cm. derinliğine kadar nüfuz etmiştir. Bu çukura 2 adet DCP deneyi uygulanmış olup sonuçları **Tablo 5.11**'de verilmiştir.

Üstyapı tabakalarının kalınlıkları ve gradasyon limitleri ile malzemelerin fiziksel özellikleri bazı ufak sapmalar dışında şartnamelere uyum sağlamaktadır. Bu ufak sapmaların ise bu denli büyük çatlaklara yol açması mümkün görülmemektedir. ÇBGT'nin 150 mm. küp numune için serbest basınç mukavemeti 90 kgf/cm² olarak bulunmuştur.

Tablo 5.11. 1 Nolu çukur DCP sonuçları

Tabaka Adı	Tabaka Üst Yüzeyinden İtibaren Derinlik (mm)	Kaplama Banket Kenarından Belirtilen Uzaklıkta Tahmin Edilen CBR (%)*	
		I. Deney	II. Deney
Granüler Alttemel	Tüm Derinlik	76	66**
Seçme Malzeme	Üst	26	27
	Orta	11	23
	Alt	28	49
Tabii Zemin	0 - 209	14	-
	0 - 288	-	43

* Alt tabakalarda tahmini CBR değeri ağırlıklı ortalama ile hesaplanmıştır.

** DCP deneyi çatlakta yapılmıştır.

Ancak bu değeri şartname ile karşılaştırmak gerçekçi olamaz, çünkü beton mukavemeti üç yıl gibi bir sürede 28 günlük mukavemetin yaklaşık iki katı artmaktadır (Croney and Croney 1991). Seçme malzeme tabakası ve doğal zeminde elde edilen sonuçlar **Tablo 5.12'**de görülmektedir. Buna göre seçme malzemenin kalınlığı ve malzeme özellikleri şartnamedeki kalınlık, plastisite ve CBR limitleri içindedir. Arazide ölçülen su muhtevası modifiye proktor sıkıştırmadaki optimum değerden yaklaşık %2 daha yüksek bulunmuştur. CBR değeride %28 ile tatminkardır. Tabii zeminde plastisite indeksi ve malzeme özellikleri istenen limitler içeresindedir. Ancak su muhtevası %23.5 ile modifiye proktorun %9, yapım notlarından alınan %10.9 sıkıştırma su muhtevasının da %13.6 üzerindedir.

5.2.3.2. 2 Nolu Çukur

Çukur yaklaşık 10 m. yüksekliğindeki bir dolguda açılmıştır. Boyuna çatlak otoyolun hız şeritinde ve 60 m. uzunluğunda olup çatlak açıklığı 10 mm.dir. Düşey deplasman orta refüj tarafının 3 mm. daha fazla oturması şeklinde gelişmiştir.

Tablo 5.12. 1. Nolu çukurdan elde edilen diğer sonuçlar

Parametreler		Seçme Malzeme		Tabii Zemin	
		Şartname	77+680	Şartname	77+680
Kalınlık (mm)		500	610	-	-
Likit Limit (%)		90	33	90	39
Plastisite İndeksi (%)		65	19	65	21
Relatif Sıkışma* Proktor (%)		Min 97	-	Min 95	-
Modifiye Proktor (%)		Min 92	94.3	Min 90	90.8
CBR %95 Modifiye Proktor (%)		Min 10	28	Min3\$	10.7**
Optimum Su Muhtevası					
Proktor (%)			-		-
Modifiye Proktor (%)			7		14
Deneme Çukuru İçinde Arazide Ölçülen Su Muhtevası (%)	Derinlik				
	150 mm		8.5		22.6
	300 mm		9.9		23.5
			8.8		
Yapımda Arazide Ölçülen Su Muhtevası (%)	Derinlik				
	0-300mm				10.9-\$\$

* Kohesif Malzeme

\$\$ Km. 77+620 için inşaat kayıtlarından alınmıştır.

\$ %100 Standart proktorda sıkıştırma **%92 Modifiye proktorda ölçülmüştür.

Çatlaktan alınan karotlarda çatlak derinliğinin seçme malzeme tabakasının üst yüzünden 150 mm. aşağısına kadar devam ettiği saptanmıştır. ÇBGT'de çatlak açıklığının 15 mm'ye, farklı oturmanın ise 5 mm'ye kadar arttığı gözlenmiştir. Çukurda 4 adet DCP deneyi yapılmış olup sonuçları **Tablo 5.13'** dedir. Üstyapı tabakalarının daha önce açıklandığı gibi bazı ufak sapmalar dışında tabaka kalınlıkları, malzemelerin gradasyonları ve fiziksel özellikleri şartnameleri sağlamaktadır. ÇBGT'nin serbest basınç mukavemeti 150 mm. küp numune için 113 kgf/cm²'dir ve zamanla mukavemet artışı dikkate alınacaktır.

Tablo 5.13. 2 Nolu çukur DCP sonuçları

Tabaka	Tabaka Üstünden İtibaren	Orta Refüje Bitişik Olan Üstyapının Kenarından Belirtilen Uzaklıkta Tahmin Edilen CBR (%)*			
	Derinlik(mm)	1.63 m	2.2 m	2.5 m	2.8 m
Granüler Alttemel	Tüm Derinlik	>100	60***	-	71
Seçme Malzeme	100-300**	9	6	-	7
	300-500**	27	13	-	25
	0-228	6			5
	0-212		5		
	0-227				
	0-389			6	
	228-393	8			11
	212-394		7		
	227-388				
	389-705			5	
	705-918			2	
	918-1232			9	

* Alt tabakalarda tahmini CBR değerleri ağırlıklı ortalama ile hesaplanmıştır.

** Takribi kalınlık

***DCP deneyi çatlakta yapıldı.

Yukardaki tabloda dikkati çeken bir husus çatlakta yapılan deneyde CBR değerinin çok düşük çıkmasıdır. Ayrıca belirli mesafelerde CBR değerlerinde düşük ve yüksek olarak guruplaşmalar oluşmuştur. Seçme malzeme ve dolgu tabakalarında yapılan incelemelerin sonuçları **Tablo 5.14'**de verilmiştir.

Seçme malzeme ve dolgu tabakasının kalınlık, gradasyon ve malzeme özellikleri şartnamelere uyum sağlamaktadır. Ancak yerinde ölçülen su muhtevaları optimum su muhtevasından yüksek çıkmıştır. Sıkıştırma su muhtevasıda optimum su muhtevasının altındadır. Dolgu malzemesinin üstten 40 cm. derinliklerinde CBR değeri %5-11 arasındadır. Bu değer genelde düşük olmakla beraber şartname değerlerini sağlamaktadır.

Tablo 5.14. 2 Nolu çukurdan elde edilen diğer sonuçlar

Parametreler		Seçme Malzeme		Tabii Zemin	
		Şartname	53+100	Şartname	53+100
Kalınlık (mm)		500	500	-	-
Likit Limit (%)		90	37	90	42
Plastisite İndeksi (%)		65	24	65	26
Relatif Sıkışma*					
Proktor (%)		Min 97	-	Min 95	-
Modifiye Proktor (%)		Min 92	99.1	Min 90	90.2
CBR %95 Modifiye Proktor (%)		Min 10	21	Min3\$	5.2**
Optimum Su Muhtevası					
Proktor (%)			-		17.2
Modifiye Proktor (%)			7.5		12.4
Deneme Çukuru İçinde Arazide Ölçülen Su Muhtevası (%)	Derinlik				
	150 mm		8.2		19.1
	300 mm		11.3x		19.8
	450 mm		11.5		
Yapımda Arazide Ölçülen Su Muhtevası (%)	Derinlik				
	0-300mm				10.9-\$\$

* Kohesif malzeme

**%92 Modifiye Proktor sıkıştırma ölçülmüştür.

\$ %100 Standart Proktor sıkıştırma ölçülmüştür. x Üç numunenin ortalamasıdır.

\$\$ Km: 53+080 için yapım notlarından alınmıştır.

5.2.3.3. 3 ve 4 Nolu Çukurlar

Bu iki çukur dolguda ve çatlaklı, çatlaksız olarak bitişik nizamda açılmıştır. Çatlak 3 nolu çukurda 5-10 mm arasında açıklıklı ve 1.5 mm. düşey deplasmanı olan bir çatlaktır. Aşınma tabakasının kaldırılmasından sonra granüler temeldeki çatlak açıklığı 5-8 mm'ye kadar artmaktadır. Boya seçme malzeme tabakasının tüm derinliğince görülmektedir. Bu çukurlarda 6 adet DCP deneyi yapılmıştır. Bunlardan üçü granüler alttemel üst

seviyesinde, kaplamanın banket kenarından gittikçe uzaklaşan mesafelerde yapılmıştır. *Tablo 5.15* ve *Tablo 5.16* 'de bu durum özetlenmiştir.

Tablo 5.15. 3 Nolu çukur DCP sonuçları

Tabaka	Tabaka Üstünden İtibaren	Orta Refüje Bitişik Olan Üstyapının Kenarından Belirtilen		
	Derinlik(mm)	0.55 m	1.1 m	2.0 m
Granüler Alttemel	Üst	>100	57x	79
	Alt	>100	57	>100
Seçme Malzeme	Üst	47/28**	24/21	30/24
	Alt	36/28**	24/43	30/24
Dolgu	0-129			8
	0-186	5	7	
	129-350			13
	186-313		4	
	186-387	5		
	350-713			24
	313-665		8	
	387-681	3		

* Alt tabakalarda tahmini CBR değerleri ağırlıklı ortalama ile hesaplanmıştır.

**Seçme malzeme mukavemetleri, granüler alttemelin üstünden başlayan ve seçme malzeme tabakası üstünden yapılan DCP deneylerinden alınmıştır.

x DCP deneyi çatlakta yapıldı.

Granüler temel kaldırıldıktan sonra üç adet daha DCP deneyi yapılmış, bunlarda seçme malzeme tabakasının üst seviyesinde aynı şekilde tasarlanmıştır. Böylece banketin enine yönde mukavemet dağılımı tespit edilmiştir. Bu dağılıma bakıldığında çatlak civarında (kenar refüj tarafı) CBR değerlerinin düşük olduğu görülmektedir. Bu, çatlama olayının nasıl meydana geldiğini bir miktar açıklamaktadır. Çatlama herhangi bir nedenle mukavemetin düştüğü bölgelerde meydana gelmektedir. Önemli olan mukavemeti düşüren sebebin bulunmasıdır.

Tablo 5.16. 4 Nolu çukur DCP sonuçları

Tabaka	Tabaka Üstünden İtibaren	Orta Refüje Bitişik Olan Üstyapının Kenarından Belirtilen Uzaklıkta Tahmin Edilen CBR (%)*		
	Derinlik(mm)	0.55 m	1.1 m	2.0 m
Granüler Alttemel	Üst	>100	>100	>100
	Alt	>100	>100	>100
Seçme Malzeme	Üst	24/18**	21/19	45/29
	Alt	36/28**	24/43	24/25
Dolgu	0-129			8
	0-186		7	
	129-350	7		
	186-313			5
	186-387		8	
	350-713			14
	313-665		10	
	387-681	13		

* Alt tabakalarda tahmini CBR değerleri ağırlıklı ortalama ile hesaplanmıştır. **Seçme malzeme mukavemetleri, granüler alttemelin üstünden başlayan ve seçme malzeme tabakası üstünden yapılan DCP deneylerinden alınmıştır.

Tablo 5.17 ve **Tablo 5.18'**dezellikle dolgudaki optimum su muhtevası, sıkıştırma su muhtevası ve yerinde ölçülen su muhtevalarının arasındaki farklara dikkat etmek gerekmektedir. Dolguların incelenmesi sırasında bu konuya gereken özen gösterilmelidir.

Tablo 5.17 ve **Tablo 5.18** 'da görüleceği gibi üstyapı kalınlıkları, malzeme gradasyon ve özellikleri istenen sınırlara uygundur. Ancak diğer çukurlardada görülen özellik burada da aynıdır. Yani arazide ölçülen su muhtevası optimum su muhtevasından, optimum su muhtevasıda sıkıştırma su muhtevasından fazladır. Özellikle dolgularda bu fark çok yüksektir. **Tablo 5.15'**da ise dolgu malzemesinde enine yönde bir mukavemet düşüşü olduğu görülebilir.

Tablo 5.17. 3 Nolu çukurdan elde edilen diğer sonuçlar

Parametreler		Seçme Malzeme		Dolgu Malzemesi	
		Şartname	52+520	Şartname	52+520
Kalınlık (mm)		500	530	-	-
Likit Limit (%)		90	37	90	50
Plastisite İndeksi (%)		65	21	65	33
Relatif Sıkışma*					
Proktor (%)		Min 97	-	Min 95	-
Modifiye Proktor (%)		Min 92	96.2	Min 90	91.1
CBR %95 Modifiye Proktor (%)		Min 10	21	Min3\$	5.3**
Optimum Su Muhtevası					
Proktor (%)			-		16.8
Modifiye Proktor (%)			6.7		12.3
Deneme Çukuru İçinde Arazide Ölçülen Su Muhtevası (%)	Derinlik .				
	150 mm		8.3		21.3
	300 mm		7.8x		21.2x
	450 mm		8.4		
Yapımda Arazide Ölçülen Su Muhtevası (%)		Derinlik			
		0-300mm			11.7-\$\$

* Kohesif malzeme

**%92 Modifiye Proktor sıkıştırma ölçülmüştür.

\$ %100 Standart Proktor sıkıştırma ölçülmüştür.

\$\$ Km: 52+520 için yapım notlarından alınmıştır.

x Üç numunenin ortalamasıdır.

Çatlak tespitleri yapılırken çatlak derinlikleri ve ilk çatlamanın hangi tabakada başladığı ilk akla gelen sorulardı. Bu nedenle çatlaklı ve karşılaştırma yapmak amacıyla çatlaksız kesimlerden karotlar alındı. Bunun sonucunda görüldüğü çatlak derinlikleri birçok yerde dolguya kadar ilerleyebiliyordu. Çatlaksız kesimlerden alınan karotlarda ise aşınma altında kalan bazı tabakaların çatlamış olduğu görüldü. Daha çoğunlukla bu çimento bağlayıcılı granüler temel tabakasıydı, ancak bitümlü temel tabakasında tek çatlaklı

tabaka olduğu karotlara rastlanmıştır. **Tablo 5.19'**da bu karotlarda rastlanan durumun küçük bir zeti yapılmıştır.

Tablo 5.18. 4 Nolu çukurdan elde edilen diğer sonuçlar

Parametreler		Seçme Malzeme		Dolgu Malzemesi	
		şartname	52+600	şartname	52+600
Kalınlık (mm)		500	530	-	-
Likit Limit (%)		90	30	90	40
Plastisite İndeksi (%)		65	17	65	27
Relatif Sıkışma*					
Proktor (%)		Min 97	-	Min 95	-
Modifiye Proktor (%)		Min 92	96.2	Min 90	92.8
CBR %95 Modifiye Proktor (%)		Min 10	21	Min3\$	4.8**
Optimum Su Muhtevası					
Proktor (%)			-		17.0
Modifiye Proktor (%)			6.5		13.0
Deneme ukuru İçinde Arazide llen Su Muhtevası (%)	Derinlik				
	150 mm		8.1		19.3
	300 mm		7.6x		21.7
	450 mm		10.2		
Yapımda Arazide llen Su Muhtevası (%)		Derinlik			
		0-300mm			10.3-\$\$

* Kohesif malzeme

**%92 Modifiye Proktor sıkıştırmada llmştır.

\$ %100 Standart Proktor sıkıştırmada llmştır. x  numunenin ortalamasıdır.

\$\$ Km: 53+080 için yapım notlarından alınmıştır.

Tablo 5.19. Çatlakların üstyapı tabakalarındaki yayılımı

km	Aşınma	Binder	Bitümlü Temel	ÇBGT	Granüler Temel
131+700	Çatlaklı	Çatlaksız	Çatlaksız	Çatlaksız	Çatlaksız
124+740(C1-C4)	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı
124+740(C2-C3)	Çatlaksız	Çatlaksız	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaksız
132+850(C1-C2)	Çatlaksız	Çatlaksız	Çatlaksız	Çatlaklı	Çatlaksız
132+850(C3)	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı
105+400(C1-2-3)	Çatlaksız	Çatlaksız	Çatlaksız	Çatlaklı	Çatlaksız
53+390	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı
43+450	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı
MC5C(C1)	Çatlaksız	Çatlaksız	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaksız
MC5C(C2)	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı	Çatlaklı

5.2.4.. Seçme Malzeme Tabakasının Çatlaklar Üzerine Etkisinin Araştırılması

Edirne-Kınalı otoyolunun projelendirme safhasında yol güzergahında doğal zeminin taşıma gücünün zayıf olması nedeniyle yol üstyapısıyla doğal zemin arasında bir geçiş tabakası olarak seçme malzeme tabakası tasarlanmıştır. Bu tabaka önceleri yalnızca yarmada düşünülmesine rağmen görülen lüzum üzerine dolgularda da kullanılmasına karar verilmiştir.

Seçme malzeme tabakası teşkilinde iki farklı malzeme kullanılmıştır, teras çakılı ve çakılı kil. Bu iki malzeme incelik oranlarıyla birbirinden ayrılmaktadır. Teras çakılının incelik oranı çakılı kile göre daha azdır. Bu malzemelerin değişik kesitlerden alınan numunelerden tespit edilen likit limit ve plastisite indisi sonuçları aşağıdaki **Tablo 5.20'** de görülmektedir.

Malzemelerde yapılan kimyasal incelemelerde herhangi bir kimyasal olumsuzluğa rastlanmamış (Doğuş inşaat araştırmaları). Modifiye proktor kullanılarak sıkıştırılmış

seçme malzeme üzerinde yapılan permeabilite deney sonuçları ve yapım sırasındaki bazı ölçümler *Tablo 5.21* ve *Tablo 5.22* ve *Tablo 5.23*'tedir.

Tablo 5.20. Seçme malzeme tabakası Likit Limit ve Plastisite İndisi sonuçları.

Konumu	Standart Proktor		Modifiye Proktor		Titreşimli Çekiç		W _L	I _p
	$\gamma_{\max}$ mg/m ³	W _{opt} %	$\gamma_{\max}$ mg/m ³	W _{opt} %	$\gamma_{\max}$ mg/m ³	W _{opt} %	%	%
53+390R	1.99	9.3	2.1	6.8	-	-	31	17
105+400L	1.93	11.4	2.075	8.8	2.06	9.2	32	17
Lüleburgaz Bağlantı Yolu 4+950R	2.015	9.3	2.1	6.6	-	-	27	13
MC5C 0+330	1.997	9.3	2.09	7	2.1	8.4	NP	-
124+740L	1.942	10.9	2.06	9.5	2.04	9.5	41	20
51+290R	1.98	9.5	2.105	7.7	-	-	32	18

*MC5C ve 124+740 teras çakılı, diğerleri çakılı kildir.

Bu tabloları incelediğimizde MC5C çakılı NP, ama 124+740 teras çakılı yüksek plastisiteli bir malzemedir. Bunun nedeninin malzemenin incelik oranının %14 olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Malzemelerin yoğunluk oranları birbirine yakın olmakla beraber su içerikleri ve plastisite özellikleri birbirinden farklıdır. Tabakaların relatif sıkılıkları yeterlidir. Dikkati çeken en önemli husus malzemenin sıkıştırma su muhtevasının optimum su muhtevasından oldukça aşağılarda kalmasıdır.

Tablo 5.21. Seçme malzeme tabakası sıkıştırma özellikleri.

Yer	Su Muhtevası (%)	Relatif Sıkışma (%)	Geçirgenlik Katsayısı m/s
105+400L	8.8	98	4.8*10 ⁻⁹
MC5C 0+330	7.0	100	1.4*10 ⁻⁸
53+390R	6.8	98.5	1.02*10 ⁻⁸

Tablo 5.22. Seçme malzeme tabakası su muhtevaları karşılaştırılması

Konumu	Yapım Sırasındaki Su Muhtevası (%)	Optimum Su Muhtevası (%)	$\gamma_{d \max}$ mg/m ³
MC5C	8.5-8.7	10.4	2.03
43+460	5.1-8.4	9.1	2.02
Bağl. Yolu 4+490	4.2-10.1	8.5-13.3	2.09
L015 0+440	3.1-4.9	8.5	2.09
132+850	6.5-10.2	8.7-10.3	2.09-1.97
124+740	7.2-8.5	8.5	2.09
105+400	5.1-6.3	8.5	2.09
53+390	4.8-5.8	6.5	2.11
51+290	3.7-6.2	6.5	2.11

Tablo 5.23. Seçme malzeme tabakası CBR ve Kabarma özellikleri

Deneme Çukuru		77+680	53+100	52+520	52+600
Sürşarj		18	20	18	20
Relatif	90	8	14	6	8
Yoğunlukta	92	15	16	13	11
CBR (%)	95	28	21	25	26
(Modifiye Proktor)	100	56	30	46	46
Kabarma *	Relatif Sıkışma(%)	92 99	95 100	96 100	94 100
(Modifiye Proktor)	Kabarma (%)	0.7 0.4	0.7 0.3	0.8 0.5	0.5 0.2
Su içinde kaldıktan	Relatif Sıkışma(%)	92 100	95 100	96 100	94 100
sonra Su Muhtevası	Su Muhtevası (%)**	11 8.5	12.7 11	12.5 9.1	11.1 8.8
Arazide Ölçüm	Relatif Sıkışma(%)	94.3	99.1	96.2	96.2
Sonuçları	Su Muhtevası (%)x	9.1	10.3	8.2	8.6

* 4 Gün su içinde bırakıldıktan sonra su muhtevası

** Su içinde kaldıktan sonra CBR kalıbının üstünde su muhtevası

x Ortalama değer

Daha önceleri değindiğimiz husus buradada yer almaktadır. Sıkıştırma su muhtevası optimum su muhtevasının oldukça altındadır ve arazide ölçülen su muhtevaları her ikisinde çok üzerindedir. Kabarma oranının yüksek olduğunda dikkate alırsak suyu emen malzemenin şişecek olması kaçınılmazdır.

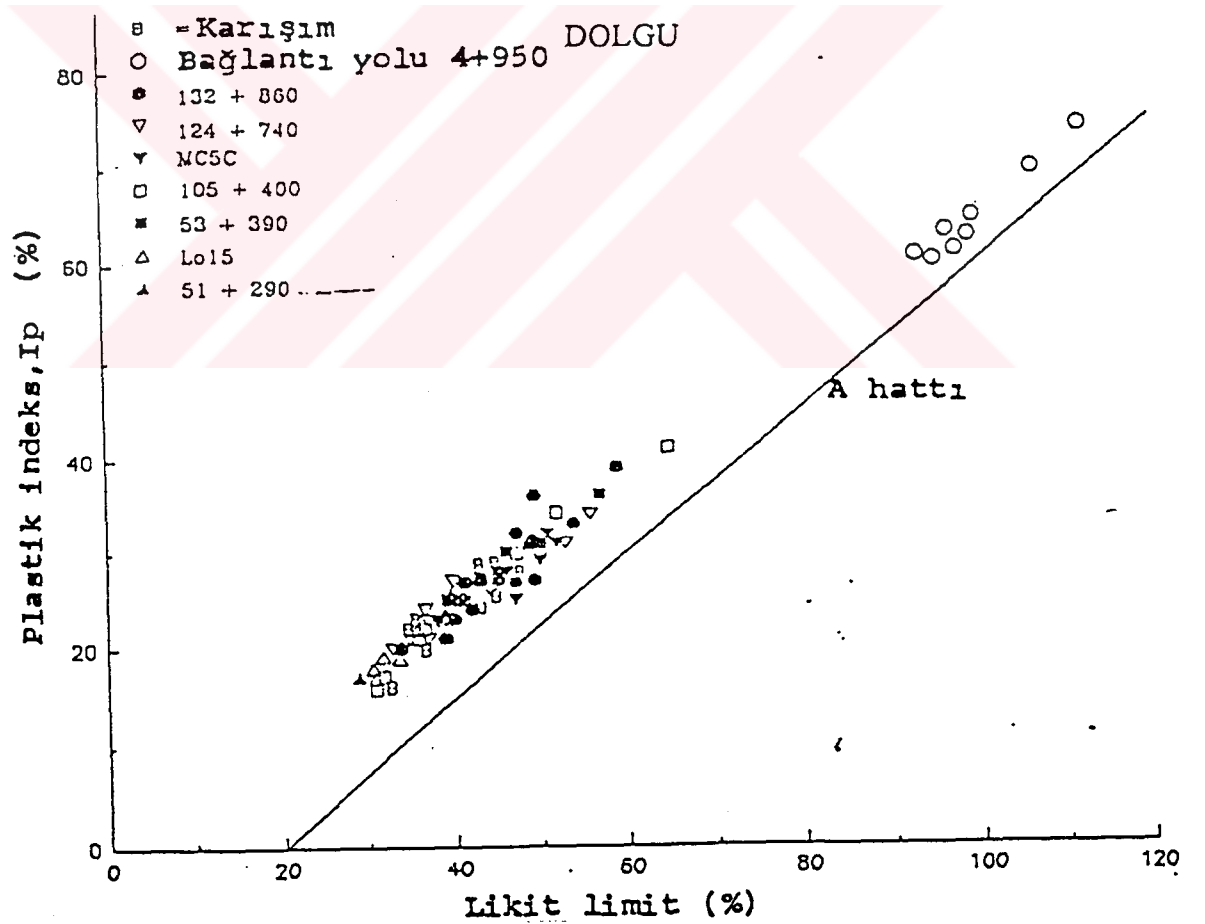


5.3. Dolguların Üstyapı Çatlakları Üzerine Etkisinin Araştırılması

5.3.1. Malzeme Özellikleri

Dolguda kullanılan malzemelerin fiziksel incelemesi neticesinde aşağıdaki veriler elde edilmiştir;

* Otoyolda yedi ayrı kesimden alınan numuneler ayrı ayrı ve karıştırılarak, ayrıca bağlantı yolundan alınan bir kesimin numuneleri üzerinde yapılan deneylerde ilk olarak zemin sınıfının belirlenmesi için numuneler Casagrande plastisite kartına göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme *Şekil 5.1*'te görülmektedir.



Şekil 5.1. Otoyoldan Alınan Numunelerin Casagrande Plastisite Kartına Göre Değerlendirilmesi

Şekil 5.1'de görüldüğü gibi ;

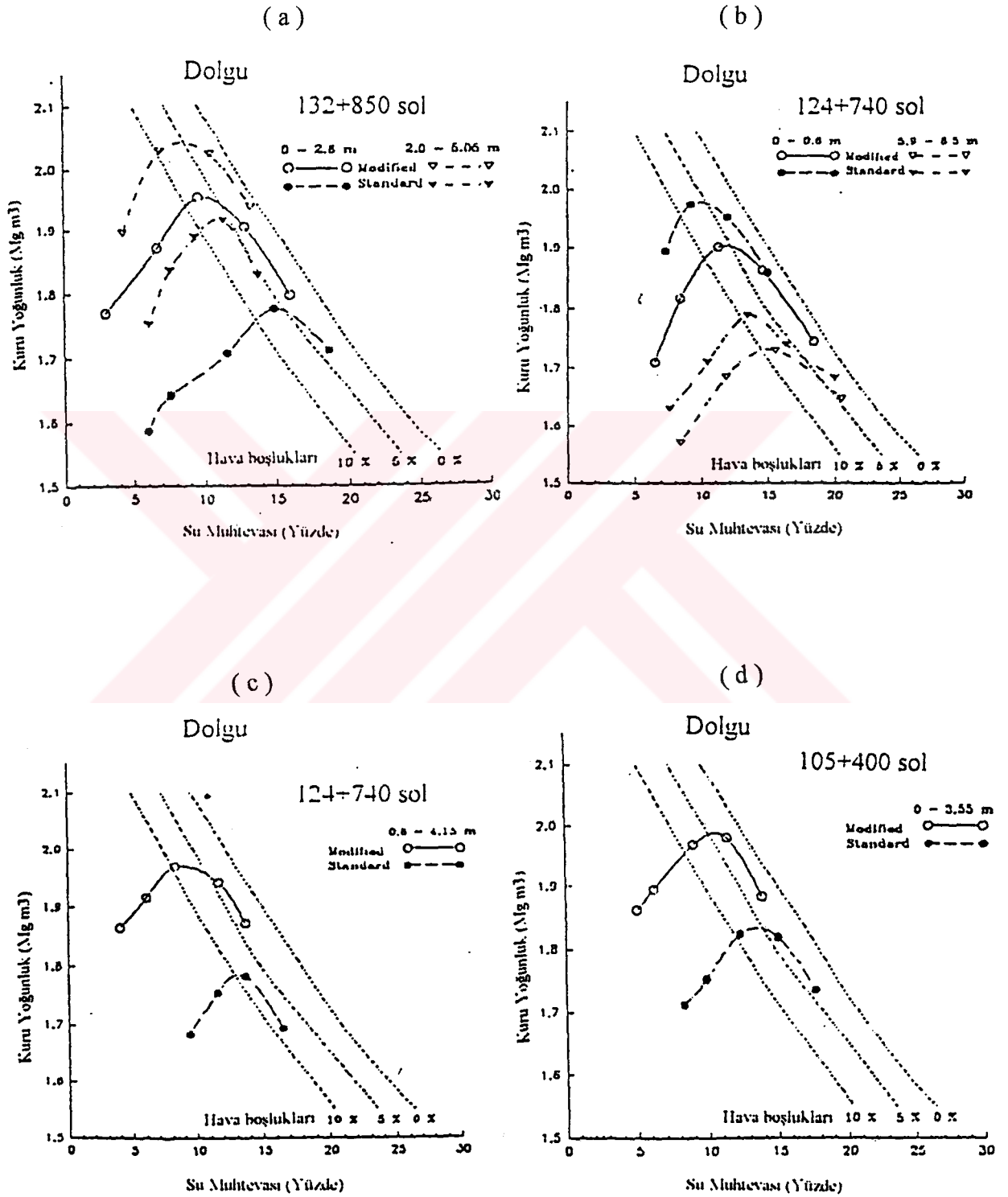
- Bağlantı yolundan alınan numunelerin Likit Limitleri %100'ün üzerinde, Plastisite İndisleri ise %50-65 aralığında,
- Otoyol numuneleri ve karışım numunesinin Likit Limitleri %30-60 aralığında, Plastisite İndisleri ise %10-35 aralığındadır.

Buna göre bağlantı yolu altyapı malzemesi yüksek plastisiteli killler sınıfında, otoyol dolgusu ise orta plastik killer sınıfında yer almaktadır. Bütün numunelerin Casagrande plastisite kartındaki yeri A hattının üst kısmındadır. Karayolu şartnamelerine göre bağlantı yolu altyapı malzemesi likit limit ve plastisite indisi kritik değerlerini aşan çok yüksek plastisiteli bir malzeme olarak dikkati çekmektedir (İstanbul Yeşil Kili). Otoyol dolgusunda kullanılan malzemeler ise her ne kadar şartname kriterlerini sağlıyorsa da orta plastik malzemeler oldukları için diğer özellikleri ile birlikte değerlendirilmelidir. Çünkü **Tablo 3.5'**e göre numuneler hacim değiştirme derecesi yüksek zeminler grubuna girmektedir. Plastisite İndisi %10-35, ortalama değer olan %25, tablodaki %20'lik değer üzerinde olup kabarma (şişme) derecesinde muhtemelen %4'ün üzerinde çıkacaktır. Numunelerin max. kuru birim ağırlıkları şartname değeri olan min. 1.450 t/m³ değerinin üzerindedir. Gradasyon özelliklerine göre malzemeler daha ziyade kumlu killer sınıfında yoğunlaşmaktadır. Çukurlardan alınan numunelerde yapılan deneysel incelemelerde sıkıştırma için optimum su muhtevasının standart proktora göre %16.8-17.0-17.2 aralıklarında, modifiye proktora göre ise %12.3 - 12.4 - 13.0 aralığında olması gerektiği tespit edilmiştir (**Bkz. Tablo 5.15, Tablo 5.18, Tablo 5.19**)

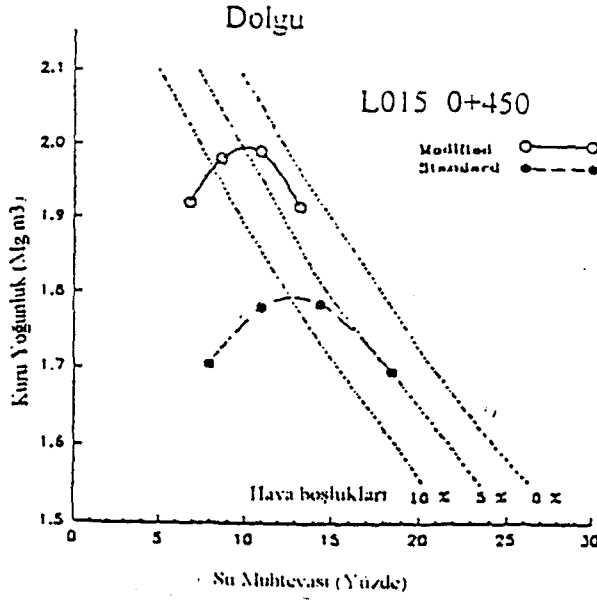
5.3.2. Sıkıştırma Özellikleri

Numunelerden elde edilen sıkıştırma özellikleri **Şekil 5.2'**de görülmektedir. Şekillerde görüldüğü gibi standart proktora göre yapılan sıkıştırmada optimum su muhtevası modifiye proktor su muhtevasından daha yüksektir. Buna karşın modifiye proktor sıkışması daha yüksek olmaktadır. Optimum su muhtevaları arasındaki farklar %2 ile %6 aralığında ve plastisite indisi ile ilişkili olduğu görülmektedir. Numunelerin alındıkları

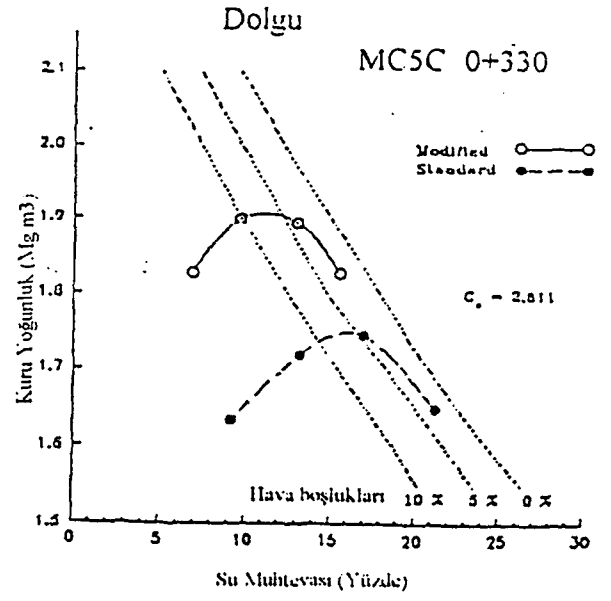
derinliklere ve mevkiilere göre optimum su muhtevalarında görülen değişimler ise *Tablo 5.6'*dir.



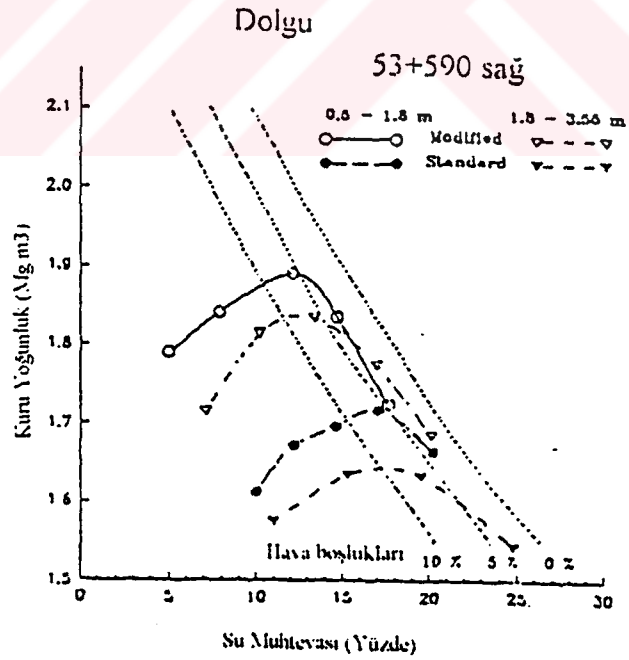
Şekil 5.2. Sıkışma özellikleri



(e)



(f)



(g)

Şekil 5.2. Sıkışma özellikleri (devamı)

Tablo 5.24. Dolguda Laboratuvar sıkıştırma deneyleri

Konumu	Numune	Standart Proktor		Modifiye Proktor	
		γ_{max} (Mg/m ³)	W_{opt} (%)	γ_{max} (Mg/m ³)	W_{opt} (%)
124+740L	BH1 0.60-1.20m(2) 1.20-1.80m BH2 0.60-1.20m (2) 1.20-1.80m (1-2) 1.80-3.55m (1-2) 3.55-4.15m(1-2) BH3 1.20-1.80m	1.795	13.3	1.98	9.5
124+740L	BH1,BH2,BH3,BH4 5.90-6.50m (2) 5.90-6.50m (2) 5.90-6.50m (1-2) 5.90-6.50m (2)	1.8	14.2	1.98	10
132+850R	BH1 0.00-2.60m BH2 0.00-1.25m 1.25-2.00m	1.78	14.5	1.96	10.5
132+850R	BH2 2.00-3.30m 3.30-5.05m	1.915	11.0	2.040	8.8
MC5C 0+330	Orta Şerit	1.75	15.6	1.91	11.2
L015 0+450	Banket Üst şev Alt şev Dolgu Topuğu	1.79	13	1.995	9.8
105+400L	BH1 0.00-0.60m (2) 0.60-1.20m (1-2) 1.20-1.80m (1-2) 1.80-3.55m (1-2) BH2 0.60-1.80m BH3 1.80-3.55m	1.83	13.7	1.99	10.5
124+740L	BH1 0.00-0.60m (1) BH2 0.00-0.60m (1) BH3 0.00-0.60m (1) BH4 0.00-0.60m (1) 0.60m-1.20m (1)	1.74	14	1.905	11.9
53+390R	BH1 0.60-1.80m BH2 0.60-1.80m BH3 0.60-1.80m BH4 0.60-1.20m	1.72	17	1.89	11.1
53+390R	BH1 1.80-3.55m BH2 1.80-3.55m BH3 1.80-3.55m BH4 1.80-3.55m	1.65	17.5	1.85	12.1

5.3.3. Şişme Büzülme Özellikleri

Şişme ve büzülme özelliklerinin tespiti için dolguları karakterize eden 5 ayrı kesimden numuneler alınmış ve her kesimin numunelerinden ayrıca karışımlar hazırlanmıştır. Bu karışımlar sırasıyla; $w_{opt} - \%5$, $w_{opt} - \%2.5$, w_{opt} , $w_{opt} + \%2.5$ su muhtevalarında modifiye ve standart proktor enerjilerinde ayrı ayrı olmak üzere sıkıştırma işlemine tabi tutulmuştur. Numunelerde deneysel olarak şişme basınçları, çökme veya şişme eğilimleri ile lineer büzülme ölçümleri yapılmıştır. Yapılan deneylerde büzülme limiti yaklaşık 10 - 13 arasında çıkmıştır. Bu sonuç **Tablo 5.5'**tende görülebilmektedir ve büzülme açısından uygun bir sonuçtur. Bu nedenle daha çok şişme potansiyeli üzerinde yoğunlaşmak gerekecektir.

5.3.4. Şişme Basıncının Ölçülmesi

Araziden alınan numunelere şişme basıncının ölçülebilmesi amacıyla aşağıda açıklaması bulunan deney 4 ayrı su muhtevasında da uygulanmıştır; $w_{opt} - \%5$, $w_{opt} - \%2.5$, w_{opt} , $w_{opt} + \%2.5$.

Deney : Ödometre deney aletine yerleştirilen numuneye 7 kPa. gibi küçük bir gerilme etki ettirilir, komporatör sıfırlandıktan sonra numuneye su verilir. Numunenin şişme eğilimi gösterip göstermediği komporatörden anlaşıldıktan sonra şişme hareketi varsa komporatörü sıfırlamak için gerilme artırılır. Zamanla şişme eğilimi, artırılan düşey gerilmelerle baskı altında tutularak deneye devam edilir ve sonuçta şişme basıncı belirlenmiş olur. Şişme basıncını belirleyen yük 24 saatlik 4 eşit aralıkta boşaltılır.

5.3.4.1. Şişme ve Çökme Ölçümü

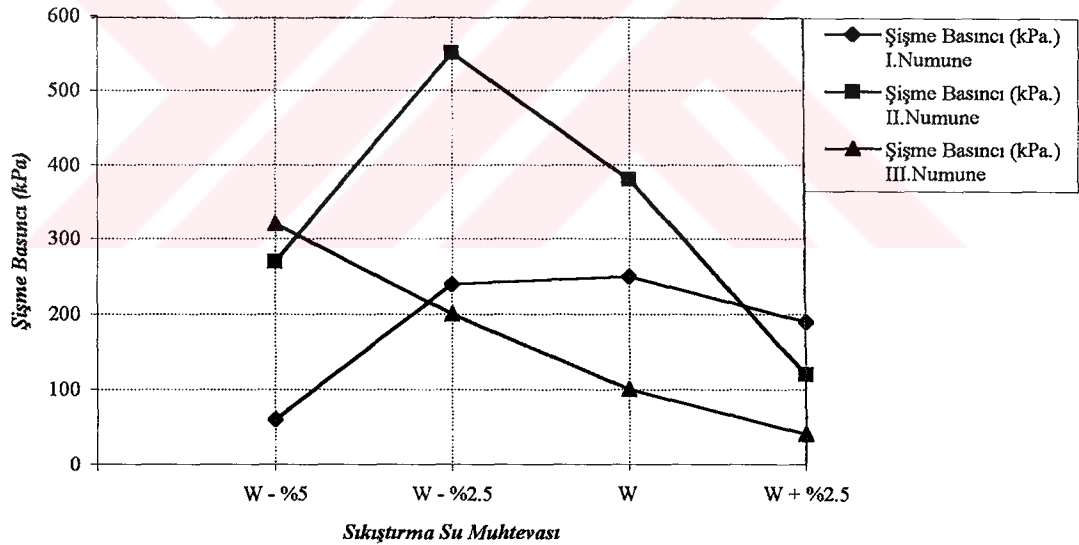
Bu ölçüm iki ayrı tipte yapılmıştır;

A) Deney numunesi kuru poroz taşlarla Ödometreye yerleştirilir. Üzerine 25 kPa. basınç uygulanıp oturma miktarı ölçülür. Oturmanın durduğu ana kadar bekleme yapılmalıdır. numuneye su verilir ve 24 saat içerisinde oturma hareketleri ölçülür. Ölçüm aralıkları,

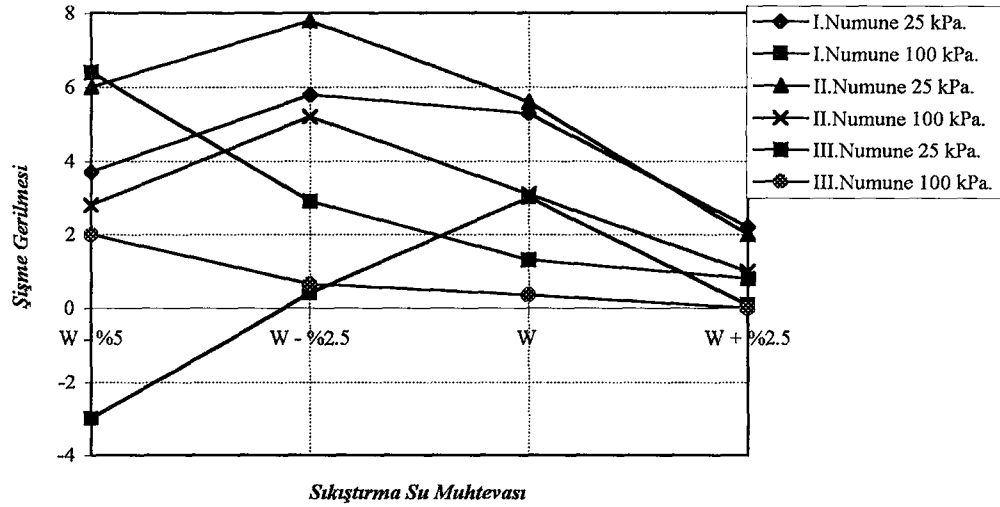
30'',1',4,16,25,60,240,480,1440 dakikalar olmalıdır. 24 saat sonra yük 50 kPa'la çıkarılıp aynı işlemler tekrarlanır. Bu şekilde yükler 100 ve 200 kPa'la çıkarılıp oturmalar ölçülür ve sonra 25 kPa'la indirilerek şişme ölçülür. Numune deney aletinden çıkarılarak su muhtevası ölçülür.

B) Yukarıdaki deneyin aynı yöntem, ancak farklı yük aralıklarıyla yapılmasıdır. Deney numunesi bu kez 100 kPa'la kadar yüklenmiş ve oturma hareketleri ölçülmüştür. Daha sonra numuneye su girişine izin verilmiş ve 24 saat beklenerek hacim hareketleri incelenmiştir. Yukarıda olduğu gibi sırasıyla yük miktarı 200 ve 400 kPa'la yükseltilip 24 saat numunenin hacim hareketleri incelenmiştir. Sonradan yükler sırasıyla 100 kPa'la ve 25 kPa'la indirilerek numunenin hacim hareketleri incelenmiştir.

5.3.4.2. Şişme Basıncı Sonuçları



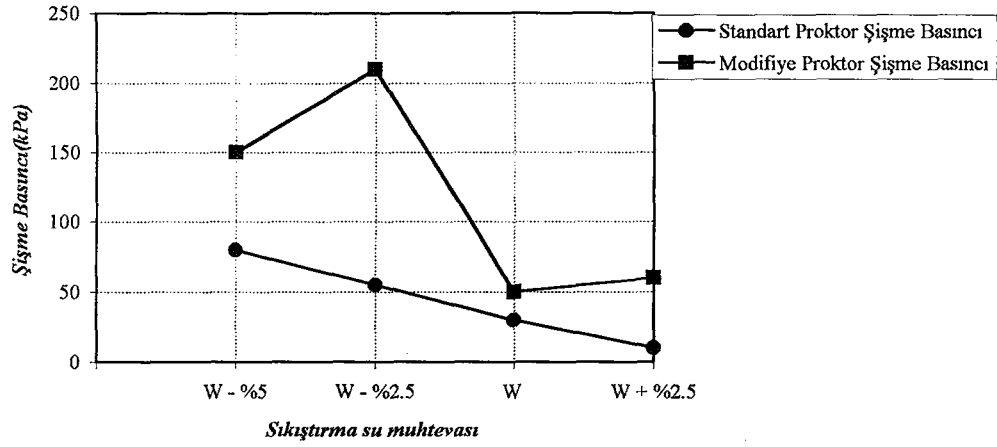
Şekil 5.3. Modifiye Proktor Enerjisinde Sıkıştırılmış Dolgunun Sıkıştırma Su Muhtevası - Şişme Basıncı İlişkisi (3 Nolu numune Lüleburgaz Bağlantı Yoluna aittir, İstanbul Yeşil Kili.)



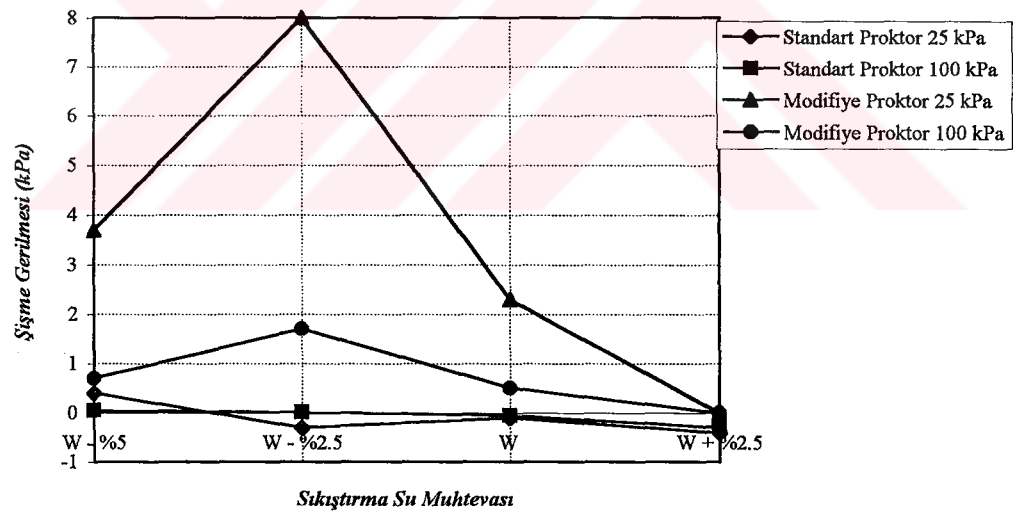
Şekil 5.4. Modifiye Proktor Enerjisinde Sıkıştırılan Numunelerde 25 ve 100 kPa'lık Yüklemeler Altında Sıkıştırma Su Muhtevası - Şişme Gerilmesi İlişkisi (III Nolu numune İstanbul Yeşil Kili).

Şekil 5.3'te görüldüğü gibi $w_{opt} - \%2.5$ su muhtevasında sıkıştırılmış numunelere su girişine izin verildiğinde 550 kPa'la varan şişme basınçları ölçülmüştür. 1 Nolu numunede $w_{opt} - \%5$ su muhtevasında sıkıştırılan dolguda su girişine izin verildiğinde oluşan şişme basıncı düşük görünmektedir.

Şekil 5.4 incelendiğinde ise optimum su muhtevası ve daha altında bir su muhtevasında sıkıştırılmış deney numunelerine 25 kPa ve 100 kPa'lık deneysel yükleme aşamalarında su girişine izin verildiğinde şişme gerilmeleri çok yüksek olmaktadır. Öyleki $w_{opt} - \%2.5$ su muhtevasında sıkıştırılmış numunelerde bu oran %8'lere kadar yükselmektedir. **Şekil 5.3** ve **Şekil 5.4**'de sıkıştırmanın optimum su muhtevasının daha üzerinde bir su muhtevasında yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu durumda dahi 25 kPa'lık basınç altında %2'lere ulaşan bir şişme gerilmesi görülmektedir. I Nolu numunede $w_{opt} - \%5$ sıkıştırma su muhtevasında 100 kPa basınç altında numuneye su girişine izin verildiğinde %3'lük bir çökme gerilmesi görülmektedir. Bu durum bir önceki şekille kıyaslandığında tutarlılık arzetmekte ve bir yapısal göçmeyi işaret etmektedir ki istenmeyen bir durumdur.



Şekil 5.5. Standart ve Modifiye Proktor Enerjilerinde Sıkıştırılmış Numunelerin Sıkıştırma Su Muhtevası ile Şişme Basıncı İlişkisinin Karşılaştırılması



Şekil 5.6. Standart ve Modifiye proktor enerjilerinde sıkıştırılmış numunelerin Sıkıştırma Su Muhtevası ile Şişme Gerilmesi İlişkilerinin Karşılaştırılması

Modifiye proktor şartlarında ve standart proktor şartlarında yapılan sıkıştırılmaların karşılaştırılması amacıyla aynı bölgelerden alınan numunelerin üzerinde şişme basıncı ve şişme gerilmesi ölçümleri yapılmış ve bunların karşılaştırılması **Şekil 5.5** ve **Şekil 5.6**'da belirtilmiştir. Modifiye proktor şartlarında sıkıştırılan dolguda şişme basıncı optimum su

muhtevasında 50 kPa, w_{opt} - %2.5 su muhtevasında 210 kPa, w_{opt} - %5 su muhtevasında ise 150 kPa. civarında olmaktadır. Standart proktor şartlarında ise şişme basıncı değerleri sırasıyla 30, 55, 80 kPa. olarak belirlenmiştir. Şişme gerilmeleri ise modifiye proktora göre sırasıyla 0.6, 1.8, 0.8 kPa., standart proktora göre -0.2, 0, 0 kPa. civarında olmaktadır (Şişme gerilmesi değerlendirmesinde istenen sıkıştırma derecesine göre 100 kPa. yük altında alınan sonuçlar verilmiştir). Buda göstermektedir ki şişme özelliği dikkate alınarak bu malzemeye yapılacak dolgularda standart proktor şartlarının uygulanması gerekmektedir.

5.4. Doğal Zeminin İncelenmesi

5.4.1. Jeolojik Dağılım

Otoyol güzergahında hakim olan jeolojik birimlerin kilometrelere göre dağılımı ve bu formasyonların özellikleri *Tablo 5.7* ve *Tablo 5.8* 'de gösterilmektedir.

Tablo 5.25. Jeolojik Birimlerin Dağılımı

Kilometre	Formasyon
24+260 - 71+000	Lüleburgaz kumlu kili
71+100 - 124+300	Babaeski Formasyonu
124+300 - 162+400	Çorlu kum ve killeri
162+400 - 168+400	İncece Formasyonu
168+400 - 175+800	Çantaköy Formasyonu

Babaeski kili dolgu yapımında kullanılmamıştır, fakat otoyol boyunca yarmalarda ve Lüleburgaz bağlantı yolu boyunca terasman seviyesinin altında yer almakta, ayrıca tüm güzergahta dolgulara temel teşkil etmektedir. Dolgu yapımı için kullanılan zeminin çoğunluğunu kumlu killer oluşturmaktadır. Buna karşın km: 144+500 ile 176+000 arasında zemin genellikle plastik olmayan siltli kumlar ve düşük plastisiteli kumlu-siltli kilden oluşmaktadır. Burada İstanbul yeşil kili diye de adlandırılan Babaeski kilinin

özelliklerine değinmek gerekecektir. Çünkü yukarda belirtildiği gibi bu zemin türü yol boyunca yer almakta ve özellikleri itibariyle uygun görünmemektedir.

Tablo 5.26. Jeolojik Formasyonların Özellikleri

Formasyon	Yaş	Toprak - Kaya Tipi
İnece	Pleistosen	Nehirsel kırmızı - gri killi kumlar ve çakıllar
Babaeski	Pliosen	Pınarbaşı kili: Kireçtaşı çakılları içeren kahverengi kumlu kil Babaeski kili: Gri - yeşil fisürlü çok plastik kil
Çorlu kumlu karmaşığı	pliosen	Birbirine girift siltli ince kumlu çakıl ve yer yer silt mercekleri ve plastik kil bantları
Çantaköy	Miyosen	Açık griden yeşile aralanmış kum taşı ve kil taşı
Yeni Muhacir	Oligosen	Gri ve yeşil - gri kumlu siltli şeyl, çamurtaşı ve ince taneli kum taşı ve kil taşı

5.4.2. Babaeski Kili Hakkında Bilgiler

İstanbul yeşil kili diye de adlandırılan Babaeski kili gri-yeşil, aşırı konsolide, kum silt ve çakıl bantları içeren, bölgede çok karmaşık bir tabakalanma gösteren fisürlü bir kildir (Toğrol 1974).

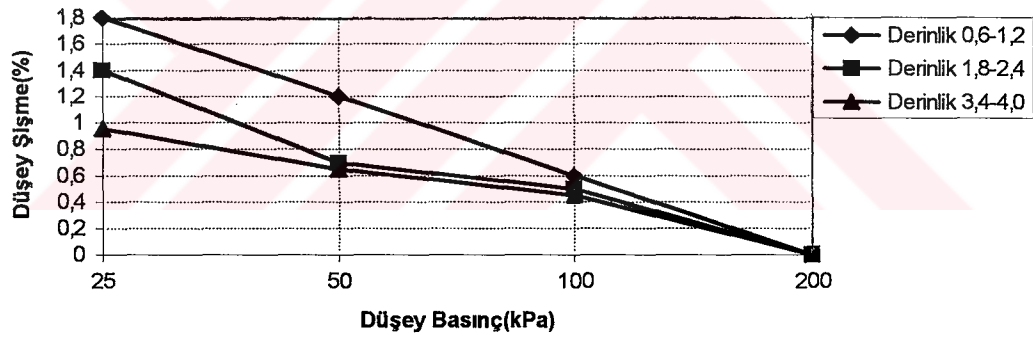
Şekil 5.7 a,b,c'de görüldüğü gibi şişme potansiyeli çok yüksek değildir ve şişmenin önemli kısmı 50 kPa. düşey basıncın altındaki basınçlarda gelişmektedir. Ancak şişme deneylerinin yapılması sırasında standart proktor değerleri ve optimum su muhtevası kullanılmış olduğu için zeminin plastisiteside dikkate alınarak şişme potansiyelinin sıkıştırma su muhtevasına bağlı olarak %7'lere kadar çıkabileceği söylenebilir. **Şekil 5.5** ve **Şekil 5.6** incelendiğinde bu durumu görebiliriz. Babaeski kilinin önemli bir özelliği kohezyonunun çok düşük olmasıdır. Bu nedenle özellikle şev tasarımında bu malzemeye çok dikkat edilmesi ve şev eğiminin düşük tutulması gerekmektedir. Aşağıda bu zeminle ilgili değişik kaynaklardan elde edilmiş değişik bulgular yer almaktadır:

(Trakya Otoyolu - Ön Proje Geoteknik Raporu 1. FFP / BOTEK 1979)

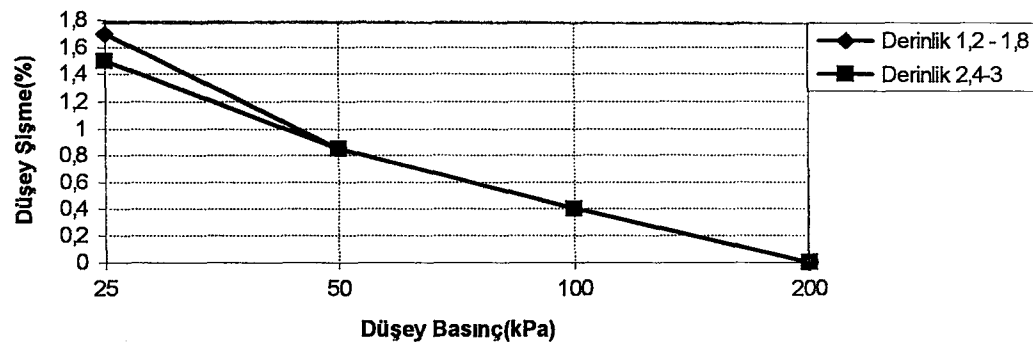
- Bu zeminde 1:3 eğimle açılan yarmalar daha 5 m. derinliğe ulaşmadan kaymaya başlamıştır.
- Likit limit %60; Plastik limit %24 olarak bulunmuştur.
- Yatay ve düşey drenlerle şevin drene edilmesi halinde 1:3 şev eğiminin yeterli güvenliği sağlayabileceği belirtilmiştir.



(a)



(b)



(c)

Şekil 5.7. Babaeski Kilinin (İstanbul Yeşil Kili) Şişme Potansiyeli

-Drenajlı mukavemet parametreleri ;

Max. Mukavemet $c'=0.20$ kPa. $\phi = 18^0$

Kalıcı Mukavemet $c'=0$ $\phi = 14^0$ (2. BOTEK S.A. Geoteknik Raporu)

- Bu raporda yapılan bir hesapla kalıcı mukavemet parametreleri kullanılarak 1:4 eğimindeki bir şevin güvenlik katsayısı değerinin 1.1 olduğu hesaplanmış, ancak ENET - OAPIL - DCIL Konsorsiyumu ve Boğaziçi Üniversitesi "Geoteknik İnceleme Nihai Raporunda" aynı değerlerle güvenlik sayısının 0.6 olduğu tespit edilmiştir.



BÖLÜM 6.

6. DEĞERLENDİRMELER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

6.1. Değerlendirmeler

Kınalı-Sakarya otoyolunda meydana gelen çatlak sebeplerinin araştırılması amacıyla pilot bölge olarak seçtiğimiz Edirne-Kınalı kesiminde (Bu kesim Kınalı - Sakarya otoyolunun en son yapılan kesimidir) çalışmalarımız iki aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk olarak çatlak sebepleri üstyapı tabakalarında ve bu tabakaları oluşturan malzemelerde aranmış, ancak bu çalışma neticesinde tatmin edici bir sonuç alınamamış ve bu nedenle ikinci aşama olan dolgu ve doğal zeminin incelenmesi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaların detayları Bölüm 5'te açıklanmıştır. Değerlendirme ve çözüm önerileri ise aşağıda açıklanmaktadır.

Çatlakların gözlemsel incelemesi sonucu şu veriler ilk dikkati çeken unsurlar olmaktadır.

- * Çatlaklar önce ÇBGT'de meydana gelmekte ve daha sonra yukarı doğru yayılarak bitümlü tabakalara yansımaktadır.
- * Çatlaklar bazen de ilk olarak alt temelde meydana gelebilmektedir.
- * Dolgudaki ÇBGT'de meydana gelen çatlaklar genel olarak çekme çatlağıdır.
- * Bitümlü tabakalardaki çatlaklar kısmen eğilme kısmende çekme çatlağı niteliğindedir.
- 1. Şeritte üstyapı kenarı yukarı doğru kalkmıştır.
- * Otoyol çatlakları göreceli olarak düzenli bir diziliş şeklinde olmuştur.
 - 1. Şeritte eksenden 6.5-8.5 m. mesafede yaygındır.
 - 2. Şeritte ÇBGT tabakasında inşaat derzinde oluşmuştur.
 - 3. Şeritte eksenden 14.5-15.5 m. arası bir mesafede yaygındır.
 - Acil Park Şeritinde ise ÇBGT kenarında, yani eksenden 18.1 m. mesafededir.
- * Kavşak kolu, yan ve bağlantı yollarında çatlakların diziliş biçimi otoyoldakinden farklı olup dolgunun genişliği dever detayı ile birlikte değişmektedir.
- * Tali yollarda çatlaklar kenardan merkeze doğru gelişmektedir.
- * Çatlaklar dolgu yüksekliğinden bağımsız görünmektedir.

Tablo 6.1. Edirne - Kınalı otoyolunda meydana gelen çatlakların analizi

	Otoyol		Bağlantı Yolu		Toplam Yol	Kavşaklar	Diğer	Birleşik Toplam
	Sağ Taşıma Yolu	Sol Taşıma Yolu	Sağ Taşıma Yolu	Sol Taşıma Yolu				
Çatlak Adedi	78	72	107	26	283	33	18	334
Toplam Boy (m)	2009	2477	1495	662	6643	2036	557	9235
Eni 1 mm den büyük Çatlak								
Adet	54	38	10	8	100	16	0	116
Ortalama (mm)	5.9	4.6	-	7.3	5.5	14.8	-	6.8
Boy (m)	1195	1151	-	355	2701	1515	-	4216
Dolgu veya Yarmada Üstyapı								
Adet	69	62	85	18	234	32	18	284
Boy (m)	1854	1845	1077	452	5227	2111	557	7795
Yarmada								
Adet	7	7	14	7	35	1	0	36
Boy (m)	115	367	229	180	890	25	-	915
Çatlakların konumu								
Pivotta								
Adet	5	0	0	0	5			
Boy (m)	63	-	-	-	63			
Şerit 1								
Adet	21	11	10	1	43			
Boy (m)	825	802	174	10	1812			
Şerit 2								
Adet	3	7	14	1	25			
Boy (m)	41	172	211	15	439			
Şerit 3								
Adet	5	12	-	-	17			
Boy (m)	112	182	-	-	295			
Acil park şeridi								
Adet	42	42	83	24	191			
Boy (m)	925	1320	1110	637	3992			

- * Otoyol boyunca çatlaklar belirli bir uzunlukta meydana gelmekte olup tüm boyda devam etmektedir.
- * Çatlaklar ÇBGT'de tek bir zayıf hattı izleyen biçimde düzenli ve zayıf bir hat yoksa düzensiz bir yayılım göstermektedir.
- * Çatlakların gelişimi zamana bağlıdır.

Tablo 5.1'deki çatlak listesi incelendiğinde çatlakların diziliş itibariyle bazı benzer özellikleri olduğu görülecektir. Bu özellikler **Tablo 6.1'**de özetlenmiş ve bir analiz oluşturulmuştur. Bu çatlakların üzerinde yapılan analizlerde çatlak açıklığı 1 mm.nin üzerinde olan çatlak sayısının 118 adet, toplam boyunun ise 4422 m. olduğu tespit edilmiştir. Bu tüm çatlak boyları toplamının yaklaşık %46'sını oluşturmakta olup ortalama çatlak açıklığı 6.8 mm. gibi oldukça büyük bir açıklıktır. Bu durumda çatlaklar kılcal çatlak sınıfından ayrılmakta ve köklü bir sorun olduğuna işaret etmektedir. Tüm çatlakların boy olarak %84'ü dolguda, %10'u yarmada ve geriye kalan kısımda yarma - dolgu geçişlerinde bulunmaktadır. Burada dikkati çeken ana unsur çatlakların %84'ünün dolguda olmasıdır. Bu çatlakların genel sebeplerinden birinin dolgudan kaynaklanmakta olduğuna işaret eder. Ayrıca yine önemli bir bulgu olarak çatlakların büyük bir bölümünün kenar şeritlerde olduğu **Tablo 5.1'**de görülmektedir. Öyle ki Pivot, 1. şerit ve acil park şeritinde meydana gelen çatlakların boyu çatlak boyları toplamının %88'ini teşkil etmektedir. Bu oranın %60'lık kısmı acil park şeridinde olduğu için acil park şeriti özel olarak incelenmiştir. Diğer kısımlarda ise drenaj problemleri bir neden teşkil edebilir. Bir başka önemli unsurda çatlakların büyük kısmının belirli kilometreler arasında yoğunlaşmasıdır. En dikkati çeken kilometre aralıkları 50-70 km. aralığı ve 105-135 km. aralığıdır. Öyleki 50-70 km. aralığındaki çatlak yayılımının çok sık olduğu, bu aralıkta çatlak aralığı 1 mm.'nin üzerinde ve toplam boyu 1400 m. olan çatlaklar tespit edilmiştir. Bu durum toplam metrajı 50 km. olan bu kısımda bir yapım hatası olabileceğini veya hatalı malzeme kullanılmış olabileceğini göstermektedir. Lüleburgaz bağlantı yolu ise yine çatlakların oldukça yoğun olduğu bir kesimdir. Kavşaklarda ise dolguda bir sorun olacağı kanısı daha fazla kuvvetlenmektedir. 4 adet kavşakta toplam 2126 m. boyunda çatlak tespit edilmiş ve bunların 2031 m.'si dolgudadır. Bu analizler göstermektedir ki;

çatlakların nedenlerini kullanılan üstyapı tipinde, kullanılan malzeme özelliklerinde, dolguda veya doğal zeminde aramak mümkündür.

Çatlak sebeplerinin araştırılması amacıyla yapılan üstyapı tabakalarının yapım ve malzeme özelliklerinin incelenmesi neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Edirne - Kınalı otoyolu üstyapı tabakaları Karayolları Genel Müdürlüğünce hazırlanmış ve onanmış olan Yollar Fenni Şartnamesinin ilgili standartlarına uymaktadır. Ancak daha geçerli şartname kriteri olarak ele aldığımız işyeri karışım oranlarına küçük sapmalar yapmaktadır, bazı kesimlerde aşınma tabakasının 49 mm olması gibi (*Bkz. Tablo 5.5*).

2. Üstyapı tabakalarının inşasında kullanılan malzemelerin deneysel incelemesi sonucunda malzeme özelliklerinin şartnamelere ve işyeri karışımına dikkate alınamayacak hususlar dışında uyduğu, bu hususların daha ziyade gradasyon farklılıkları ve su emme oranlarındaki farklar olduğu tespit edilmiştir (*Bkz. Tablo 5.8,5.10*).

3. Çatlakların büyük çoğunluğunun acil park şeritinde olması bu şeritin dizaynına dikkat çekmektedir (*Bkz Tablo 5.1, 6.1*).

4. Açılan çukurlarda dolgu malzemesinin tabii su muhtevasının, optimum ve sıkıştırma su muhtevasının oldukça üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bir başka tespitte sıkıştırma işlemlerinin optimum su muhtevası altında bir su muhtevasında yapıldığıdır. Bu durum su emme potansiyeli yüksek olan malzemelerde sonradan suyla temas etmeleri halinde yumuşama ve kabarma gibi istenmeyen durumlara yol açabilmektedir (*Bkz Tablo 5.12,5.14,5.17,5.18*).

5. Çatlak derinliklerinin seçme malzeme tabakasının ortalarına kadar, hatta bazı kesimlerde alt seviyesine kadar inmesi seçme malzeme tabakası, dolgu ve doğal zemin özelliklerine dikkat çekmektedir. Bu tabakalarda oluşmuş bir hareketin çatlaklara yol açması kuvvetle muhtemeldir (*Bkz Tablo 5.19*).

6. Kenar şeritlerde oluşan çatlaklarda düşey deplasmanların dış kısımlarda daha fazla olması ve üç nolu deneme çukurunda yapılan enine mukavemet ölçümleri bu bölgelerin dikkatle incelenmesi gereğini ortaya koymaktadır (*Bkz Tablo 5.15*).

7. Enine yol genişliğinin yaklaşık %50'sini kapsadığı halde yalnızca 734 m boyunda 42 adet çatlağın oluştuğu 2. ve 3. şeritlerin, ÇBGT'deki inşaat derzinin yol açtığı yansıma çatlaklarını gözardı ettiğimizde çatlak oluşumuna fazlaca bir katkısı olmadığı söylenebilir. Ancak alt yapı incelemesini yapmadan bu konuda kesin bir sonuca ulaşmak tahminden öteye geçmeyecektir. Çatlakların daha ziyade kenar şeritlerde oluşması özellikle banketin ve orta refüjün iyi incelenmesini gerektirecektir (*Bkz Tablo 5.1, 6.1*).

Yukarıdaki bilgiler değerlendirildiğinde üstyapı tabaka ve malzeme özelliklerindeki küçük sapmaların böylesine büyük çatlamalara neden olamayacağı söylenebilir. Çatlakların yakın incelemesinde iri agrega kümeleşmesi sonucu oluşmuş çatlaklarada rastlanmıştır. Ancak bunlar çok sınırlı birkaç küçük çatlaktan öteye gitmemektedir. Bu nedenle çatlakların sebeplerini daha alt tabakalarda, yani seçme malzeme tabakası, dolgu ve doğal zeminde aramak gerekecektir. Bu amaçla yapılan çalışmalar Bölüm 5'te özetlenmiştir. Açıklanan deneysel verilerin ışığı altında dolgu inşaatının ne gibi değerlerle gerçekleştiğini incelemeye çalışalım;

1. *Tablo 5.12*'te 1 Nolu deneme çukurundan alınan verilere göre optimum su muhtevası standart proktora göre tespit edilmemiş, modifiye proktora göre ise %14 olarak tespit edilmiştir. Sıkıştırma su muhtevası %10.9 olarak optimum su içeriğinin altında, arazide ölçülen su muhtevası ise %22.6~%23.5 olarak optimum su içeriğinin üzerindedir. Sıkıştırma su muhtevası optimum suyun %3.1 kuru tarafındadır. Bu durumda *Şekil 5.3*'e göre Şişme basıncı 200 ile 500 kPa, *Şekil 5.4*'e göre ise Şişme gerilmesi %4.5 ile %7.5 arasında olup oldukça yüksektir. Relatif sıkılık değeri %90.8 olarak %90'lık modifiye proktor değerinin üzerindedir. Ancak %95'lik standart proktor değerinin oldukça altındadır.

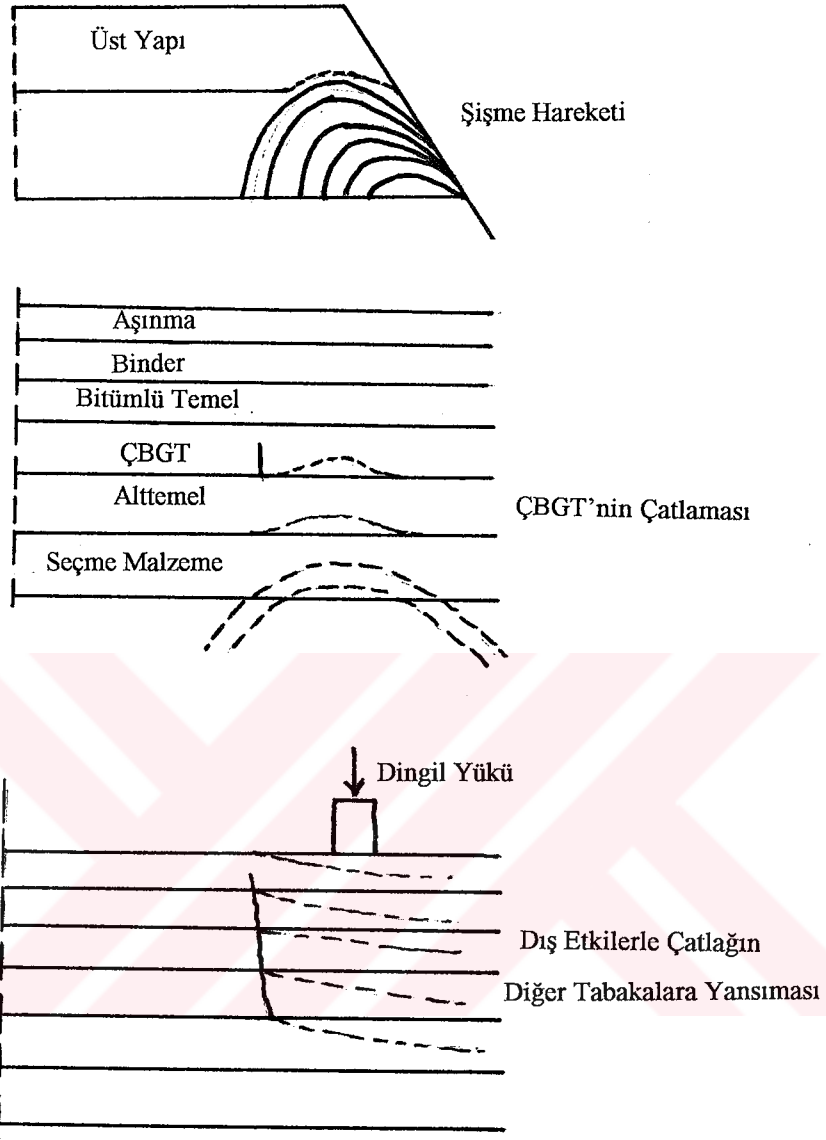
2. **Tablo 5.14'**de 2 Nolu deneme çukurundan elde edilen bilgiler göstermektedir ki; optimum su muhtevası standart proktora göre %17.2; modifiye proktora göre %12.4'tür. Yapım notlarından elde edilen bilgilere göre sıkıştırma su muhtevası %10.9, incelemeler sırasında arazide tespit edilen dolgunun bünyesindeki su miktarı ise %19-20 aralığındadır. Relatif sıkılık değeri %90.2'dir ve bu değer %95 olan standart proktor değerinden ziyade %90 olan modifiye proktor değerine yakındır. Görüldüğü gibi sıkıştırma sırasında modifiye proktor şartları uygulanmıştır. Sıkıştırma su muhtevası modifiye proktor değerinden %1.5 daha azdır. Şişme deneylerinin uygulandığı numuneler arasında bu kesimden alınan numunelere de yer verilmiştir ve sonuçlar **Şekil 5.3, 5.4, 5.5, 5.6'**da gösterilmiştir. Bu şekillere göre w_{opt} - % 1.5 su muhtevasında numunenin şişme basıncı 250 kPa. ile 500 kPa. aralığında, şişme gerilmeleri ise üzerindeki yük miktarına göre %5 ile %7 arasındadır (yapısal göçme tahmin edilen numune bu değerlendirmeye alınmamıştır).

3. **Tablo 5.16'e** göre 3 Nolu deneme çukurundan elde edilen verilerde ise optimum su muhtevası standart proktora göre %16.8, modifiye proktora göre %12.3'tür. Yapım notlarından elde edilen verilere göre sıkıştırma su muhtevası %11.7, inceleme çalışmaları sırasında arazide elde edilen su muhtevası ise %21.3'tür. Relatif sıkılık %91.1 olarak yine modifiye proktor şartlarında sıkıştırma yapıldığını işaret etmektedir. Sıkıştırma su muhtevası modifiye proktora göre optimum su muhtevasından %0.6 daha azdır. Buna göre yine şişme grafiklerinde görebileceğimiz gibi w_{opt} -%0.6 sıkıştırma su muhtevasında sıkıştırılan dolguya sonradan su girişine izin verildiği takdirde - ki verildiğini arazide ölçülen su muhtevasının yüksekliğinden anlayabiliriz, şişme basıncı 250-400 kPa. (**Bkz. Şekil 5.3**), şişme gerilmesi ise %3 - 6 aralığındadır (**Bkz. Şekil 5.4**).

4. 4 Nolu çukurdan elde edilen verilere göre ise standart proktora göre optimum su muhtevası %17, modifiye proktora göre %13, sıkıştırma su muhtevası %10.3, arazide tespit edilen su muhtevası ise % 19.3-21.7 aralığındadır (**Bkz. Tablo 5.18**). Relatif sıkışma %92.8'dir ve bu sıkılık %90 olan modifiye proktor şartlarına uyum sağlamaktadır. Sıkıştırma su muhtevası modifiye proktora göre optimum su muhtevasından %2.7 daha azdır. Buna göre şişme basıncı 250-500 kPa. aralığında (**Bkz.**

Şekil 5.5), şişme gerilmesi ise %5 - 8 aralığındadır (*Bkz. Şekil 5.6*). Bu çukurda çatlama meydana gelmemiştir, çukur acil park şeriti diye de tabir edilen emniyet şeritindedir ve bu şeritte çimento bağlayıcı granüler temel, bitümlü temel ve binder tabakaları uygulanmamıştır.

Tüm bunlar göstermektedir ki, üstyapıda meydana gelen boyuna çatlakların genel sebebi hatalı sıkıştırma tekniği ve hatalı üstyapı dizaynıdır. Yüksek şişme potansiyeline sahip olan yol dolgusu standart proktor şartlarında ve optimum su muhtevası veya daha üzerinde bir su oranında sıkıştırılması gerekirken modifiye proktor şartlarında ve genellikle optimum su muhtevasının altında bir su oranında sıkıştırılmıştır. Daha sonra çeşitli sızıntı yollarından bünyesine su alan dolguda şişme potansiyeli harekete geçmiş ve üniform olmayan altyapı hareketleri sonucunda rijit bir üstyapı elemanı olduğu için bu hareketlere uyum sağlayamayan çimento bağlayıcı granüler temel (ÇBGT) zayıflık gösteren bölgelerinde çatlamıştır (ilk çatlamanın ÇBGT’de meydana geldiğini gösteren karotlar mevcuttur (*Bkz. Tablo 5.19*)). Bazı çatlaksız bölgelerden kıyaslama yapmak amacıyla alınan karotlarda ÇBGT’de çatlamanın gerçekleştiği görülmüştür. Çimentolu temelin uygulanmadığı acil park şeritinde ise su sızıntı kaynaklarına daha yakın olmasına rağmen çimentolu temel sınırı hariç hiçbir çatlama olayına rastlanmamıştır. Şişmenin devam etmesi ve trafik gibi dış etkilere maruz kalınması sonucu ÇBGT’deki çatlaklar diğer üstyapı tabakalarına yansımıştır. *Tablo 3.5*’de görüldüğü gibi dolgu malzemesi büzülme limitleri açısından uygun bir malzemedir. Standart proktor eforuna göre ve sulu sıkıştırma yapılması sonucunda dolgunun su kaybı nedeniyle büzülme maruz kalmayacağı açıktır. Kaldığı istenen sıkıştırma derecelerinde büzülme olayının pek mümkün olamayacağıda bir gerçektir. *Şekil 6.1*’de üstyapı çatlaklarının oluşum aşamaları görülmektedir.

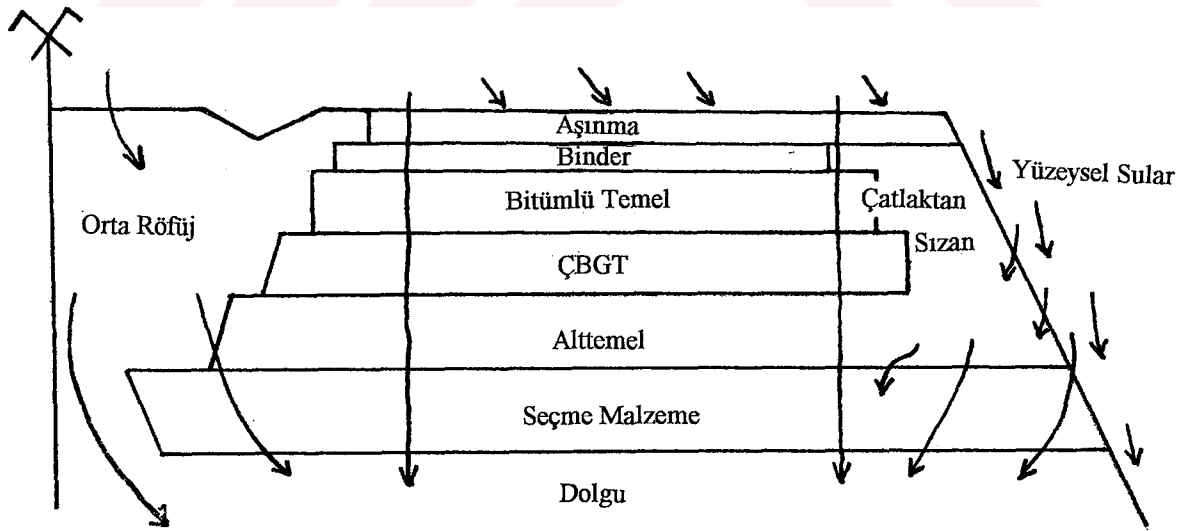


Şekil 6.1. Üstyapı çatlaklarının oluşum aşamaları

Çatlakların oluşumu zamana ve ÇBGT'nin dayanma gücüne bağlıdır. Su sızıntıları zamanla dolgunun bünyesine daha fazla su girişine ve şişmesinde artışına yol açmaktadır. Şişme basıncı ÇBGT'nin dayanma gücünü aştığında veya zayıf bir bölge varsa çatlama meydana gelmektedir. Banketteki şişme basıncına karşı koyacak bir tabakanın olmayışı buradaki üniform olmayan hareketlerin çimentolu temelle karşılaştığında bir seviye farkı oluşturmaya yol açmıştır. Bu nedenle çatlakların çok önemli bir kısmı bankette ve ÇBGT'nin bittiği yere denk gelmektedir. Yani şişme sonucu oluşan kaldırma kuvveti Çimentolu temelle karşılaştığında eşit olmayan bir direnme süreksizliği meydana gelmekte ve bu da tabaka sürekliliğinin bozulmasına yol açmaktadır. Bankette oluşan çatlamlar bir

gerilme boşalmasına sebep olduğu için bankete bitişik şeritlerde (sağ şerit) çatlama çok az olmaktadır. Ayrıca su sızıntı kaynaklarına uzak olan iç şeritlerde çatlak gelişiminin daha uzun zaman alacağıda bir gerçektir. Hız şeriti diye adlandırılan sol şeritte ise çatlakların %20'ler dolayında kalması çimentolu temelin dayanma gücüne bağlıdır. Dayanma gücü aşılın çimentolu temel çatladığında ise daha önce belirttiğimiz gibi gerilme boşalmaları olmakta ve basıncın şiddeti azalmaktadır.

Dolguda şişmeye yol açan etken olarak yeraltı sularından ziyade yüzeysel sular görülmektedir. Çünkü kapilaritesi çok düşük olan dolgu malzemesinde yeraltı suyunun uzun bir sızıntı yolunu katederek dolgunun üst kesimlerine ulaşması büyük bir zaman dilimini gerektirmektedir. Ayrıca yeraltı suyunun etken olacağı bir durumda dolgu yüksekliğine bağlı olarak çatlama guruplaşması görülmelidir. Oysa dolgu yüksekliğinden bağımsız olarak 50 - 140 km'ler arasında çatlama yoğunlaşması görülmektedir. Yüzeysel sular dolgu bünyesine dolgu şevi yüzeyinden ve kaplamasız orta refüjden sızıntı yoluyla girmektedir. **Şekil 6.2**'de yüzeysel suların dolguya girişi sırasında ve sonrasında izlediği yollar görülmektedir.



Şekil 6.2. Yüzeysel suların dolgu bünyesine sızıntı yolları

Türkiye otoyollarında üstyapı tipi olarak esnek üstyapıların kullanıldığını daha önce belirtmiştik. Bu üstyapı tipide karakteristik bir yayılımla;

- 5 cm. Aşınma
- 8 cm. Binder
- 12 cm. Bitümlü Temel
- 22 cm. Çimento Bağlayıcı Granüler Temel
- 28 cm. Granüler Temel

şeklinde projelendirilmektedir. Bu tabakaların esnekliği birbirine çok yakındır. Bir farklı ÇBGT'nin esnekliği diğerlerine oranla daha düşüktür ve bu durum ÇBGT'nin mukavemet gibi bazı avantajlarına rağmen yapı sürekliliğini bozmaktadır. Altyapıda meydana gelen farklı hareketlere tüm üstyapı elemanları uyum sağlarken ÇBGT sağlayamamaktadır. Çünkü rijit bir yapı elemanı olan ÇBGT farklı deformasyonlar sonucu kırılabilirlik göstermekte ve zayıf bir bölgesinde çatlayarak üstyapı bozulmalarına yol açmaktadır. Otoyollarımızda meydana gelen üstyapı çatlamalarının en önemli sebeplerinden birinin bu durum olduğu yaptığımız araştırmalar sonucunda ulaştığımız anafikir olmuştur. İstanbul I. Çevreyollarında 1991 yılında yapılan üstyapı çatlakları onarım projesinde üstyapı tabakaları kaldırıldığında ÇBGT'nin en çok hasar gören tabaka olduğu tespit edilmiş ve bunun sebebinin yukarıda saydığımız etkenler olduğu kanısına varıldığından ÇBGT'deki çatlaklar onarılmayarak bu tabakaya esneklik kazandırılmıştır. Bu konu öneriler kısmında açıklanacaktır. Yine Kınalı-Sakarya otoyolunda meydana gelen üstyapı çatlaklarının genel sebebinde ÇBGT'nin altyapıda meydana gelen farklı hareketlere uyum sağlayamaması olduğu açıklanmıştır (Enet-Arup-DCI Raporu). Yine aynı raporda çatlamaların çok sık olması nedeniyle 1970 yılından itibaren İngiltere'de belli başlı otoyol inşaatlarında ÇBGT kullanımına son verildiği ve buna paralel olarak da dolgu betonu ile inşaat mümkün olduğunca izin verilmediği belirtilmiştir. 1960'lı yıllarda otoyolların yapımında %75 olan ÇBGT kullanım oranı 1970'li yıllardan itibaren %25'lere gerilemiştir.

Yaptığımız bu çalışmada da görülmektedir ki hatalı sıkıştırma tekniğiyle sıkıştırılan yol dolgusunun su emmesi sonucu şişme ve oturma hareketlerine uyum sağlayamayan ÇBGT zayıflık gösteren bölgelerinde çatlamış ve bu çatlaklar dış etkiler yardımıyla diğer tabakalara yansımıştır.

İnceleme çalışmalarımız yapım aşamalarında gözden kaçan veya doğru değerlendirilemeyen bir unsurun sonradan tamiri çok zor hasarlara yol açabileceğini göstermiştir. Örneğimizde olduğu gibi yol dolgusunda kullanılan bir malzemenin geoteknik özelliklerinden dolayı optimum su muhtevasının üzerinde bir su muhtevasında ve standart proktor şartlarında sıkıştırılması gerekirken tam tersi yapılarak daha az bir su muhtevasında ve modifiye proktor şartlarında sıkıştırılması tamiri son derece zor ve pahalı yöntemler gerektiren yansıma çatlaklarının oluşmasına yol açmıştır. Bu tür durumlar bazan kaçınılmaz olabilir. Örneğin istenen kalitede dolgu malzemesi bulunamayabilir veya ekonomik taşıma mesafelerinin çok dışında kalabilir, yada su kaynaklarına çok uzak olunabilir. Ancak bu tür dezavantajlar başka unsurların kullanımıyla giderilmeli ve oluşabilecek hasarlar önceden engellenmelidir.

6.2. Çözüm Önerileri

Üstyapıda oluşan çatlakların tamirinde iki önemli unsura dikkat etmek gerekmektedir. Aşağıda bu unsurlar ayrı ayrı açıklanmıştır ve bunlarla ilgili çözüm önerileri verilmiştir.

1. Mevcut çatlaklar süratle onarılmalıdır. Öyleki bu çatlaklardan sızacak yüzeysel sular diğer üstyapı tabakalarının arasındaki sürekliliği etkileyerek bozulmanın daha büyük boyutlara ulaşmasına yolaçabilir.

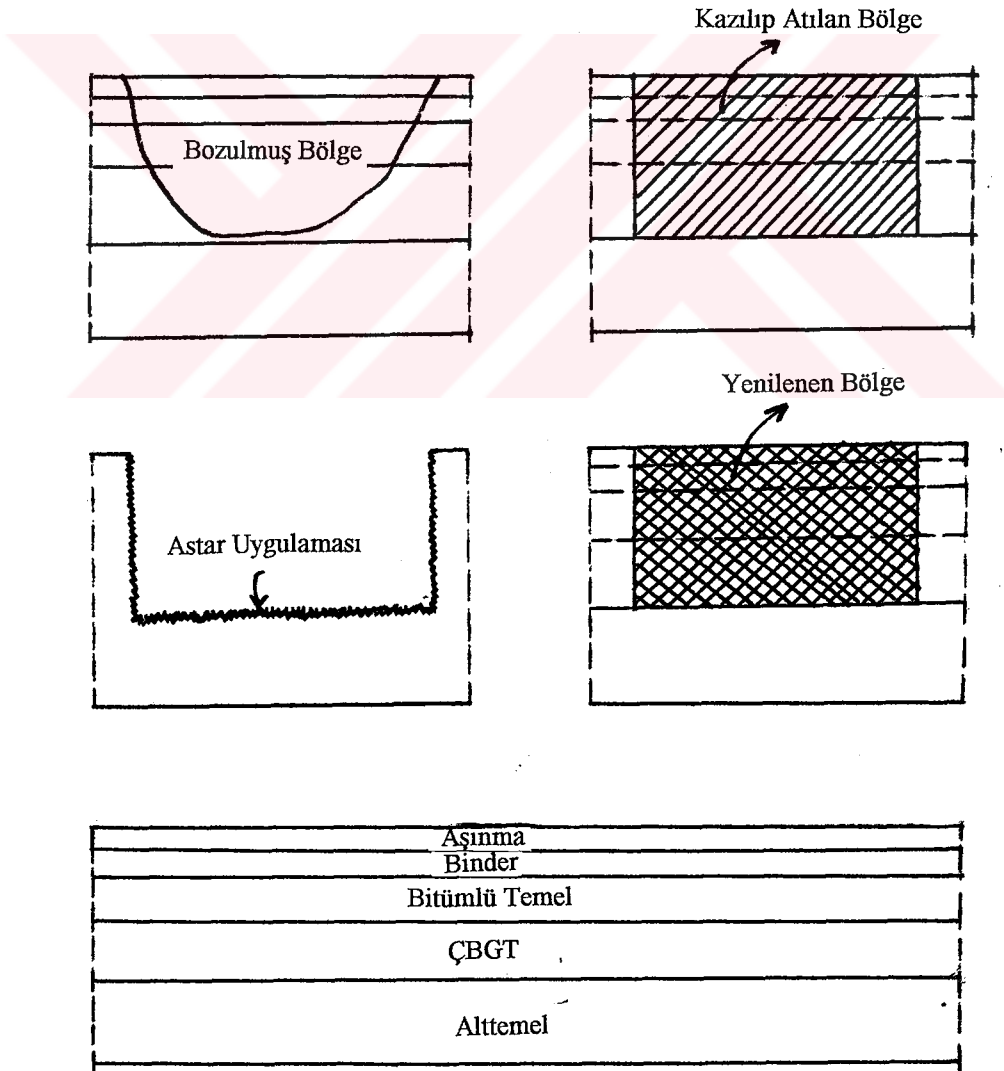
2. Yüzeysel suların dolgu bünyesine sızması mutlaka önlenmelidir.

Aşağıda önce 1. maddede açıklanan üstyapı çatlaklarının ekonomik ve ilerde olumsuz bir duruma yol açmayacak şekilde onarımı konusuna değinip daha sonra ise 2. maddede değinilen yüzeysel suların dolgu bünyesine sızmasını engellemeye yönelik metotlar açıklanmaktadır.

6.2.1. Üstyapı Çatlaklarının Onarımı

Üstyapı bozukluklarının tamirinde günümüzde çok çeşitli teknikler uygulanabilmektedir. Bunlar arasında en çok bilinenleri şunlardır:

1. Yama Yapılması: Klasik metotta diyebileceğimiz uygun bir geometri ile tüm bozuk tabakaların kaldırılarak yeniden teşkil edilmesidir. Bu yöntemi sınırlı üstyapı çatlaklarında uygulamak daha ekonomik olmaktadır. Ancak örneğimizde görüldüğü gibi kilometrelerce ve tüm tabakalara yansımış üstyapı çatlağında böyle bir yöntemin uygulanması ekonomik olmayacaktır. Aşağıda bu yöntemin uygulama aşamalarının şematik çizimi görülmektedir:



Şekil 6.3. Üstyapı çatlaklarının klasik metotla onarım aşamaları

2. Fuga Bandı : Bu bant bir petrol ürünü olup çeşitli genişliklerde şeritlerden ibaret bir malzemedir. Bu malzeme yalnızca aşınma ve binder tabakalarında meydana gelen çatlakların onarımında kullanılır. Bantın uygulanacağı çatlak boyunca dikine kesilip veya frezelandikten sonra iyice temizlenir astar malzeme kuru zemine sürülür. Bandın tek tarafı propan ısıtıcı ile eritilerek kürek, mala vb. araçlarla bastırılarak uygulaması yapılır. El silindiri ile üzerinde gezilerek zemine iyice yapışması sağlanır. Bant kalınlığı genellikle 10 mm olarak imal edildiğinden 5 cm'nin üzerinde derinliği olan çatlaklarda tavsiye edilmez. Dolayısıyla Edirne-Kınalı otoyolunda meydana gelen derinliği 1m'ye ulaşan çatlaklarda kullanımı uygun değildir.

3. Paler Dolgu Malzemesi: Bu malzemede çatlak ve çukur onarımlarındaki gelişmelerden biridir. Malzeme bitüm, reçine, muhtelif filler ve yağlardan oluşur. Aşırı iklim farklarına, darbelere ve çeşitli kimyasal ortamlara uyum sağlaması başlıca avantajları olarak gösterilmektedir. Çatlak veya çukur derinliğince kesilir ve içerisi temizlenir, kurutulur. Astar malzemesi uygulanır ve 1-2 saat beklenir. Malzeme ısıya dayanıklı bir kapta ısıtılarak akışkan bir hale getirilir ve boza kıvamına gelince kesilen alana dökülür. Üzerine granüler malzeme serpilerek silindirlerir. Otoyolumuzdaki çatlakların çok derin olduğu düşünülerek bu malzemenin gerek uygulama ve gerekse ekonomik olarak uygun olmayacağı tahmin edilebilir.

4. Geosentetiklerin Kullanılması: Ülkemizde otoyol yapımlarında drenaj ve takviye amaçlı kullanılan geosentetikler son yıllarda yol bozukluklarının tamirinde de kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin şev kaymalarının engellenmesinde ve üstyapı çatlaklarının onarımında sıkça başvurulmuş bir yöntem olmuştur. İstanbul I. çevreyollarında 1991 yılında yapılan üstyapı bozulmalarının tamirinde etkin ve ekonomik bir şekilde kullanılmış ve halen etkisini sürdürmektedir. Bu nedenle çalışma güzergahımızda üstyapı çatlaklarının onarımında aynı yöntemin uygulanması doğru bir yaklaşım olacaktır. Bu konu sebepleriyle birlikte aşağıda açıklanmaktadır:

a) 1991 yılındaki uygulama: 1991 yılında İstanbul I. çevreyollarındaki üstyapı çatlaklarının araştırılması sonucu çatlakların genellikle dolgudaki farklı oturmalardan ve mevcut üstyapının ek yerlerinden kaynaklandığı tespit edilmiş olup çatlaklar dolguya

kadar tüm tabakalarda mevcuttur. Genellikle timsah sırtı çatlaklar olup başlangıçta kılcal haldeyken zamanla trafik gibi etkenlerin katkısıyla gelişerek yayıldığı kanaatine varılmıştır. Bu durumda tüm tabakaların kaldırılarak yeniden teşkil edilmesi çok pahalıya mal olacak bir yöntem olurdu. Böylece geotextilli çözüm önerisi uygulanmıştır. Yöntemin genel uygulama avantajları şunlardır :

* Ekonomi : Çatlak derinlikleri arttıkça kaldırılması gereken tabaka maliyetleri geotextil kullanımını daha ekonomik hale getirmektedir.

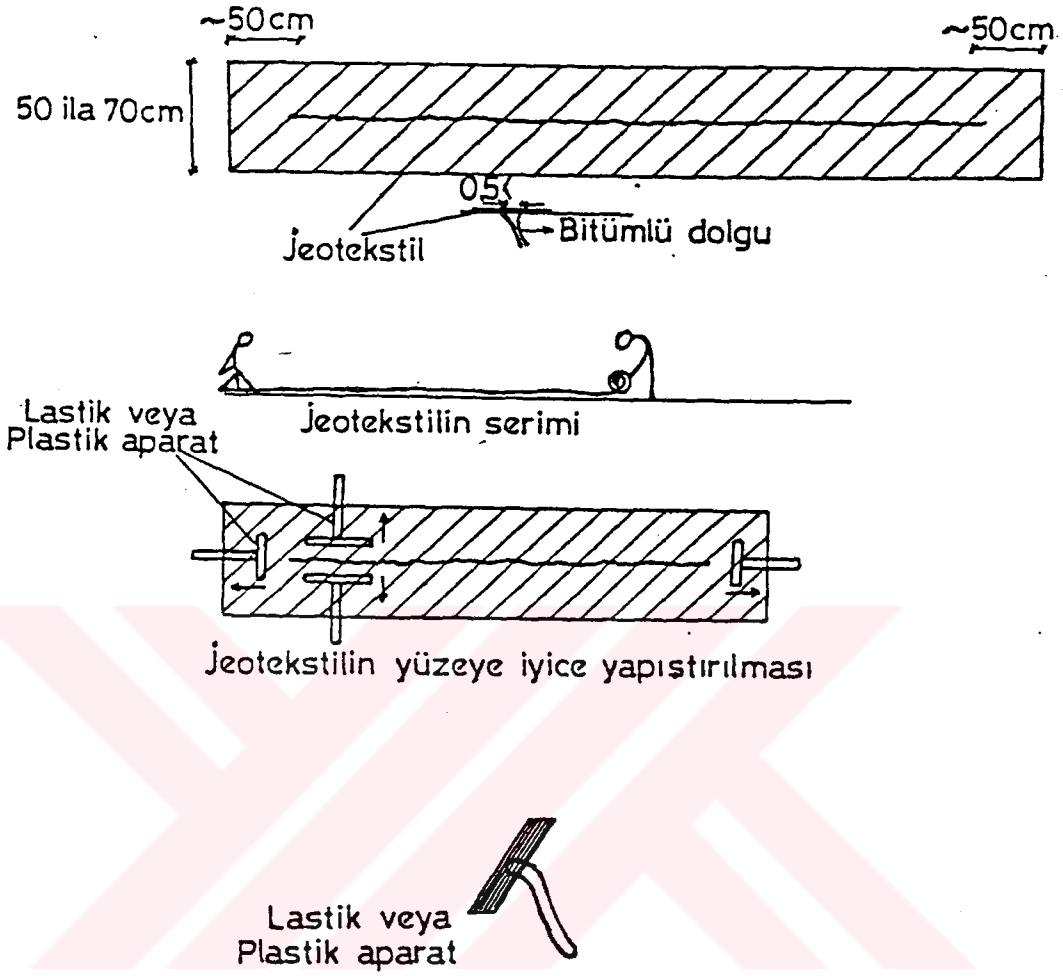
* İşçilik : Uygulaması son derece kolaydır, zamandan tasarruf sağlar.

* Ekipman : Yöntemin uygulanması için çok fazla ekipmana ihtiyaç duyulmaz.

Uygulama : Yöntemin uygulaması iki aşamada gerçekleştirilir.

I. Çatlak genişliği 5 mm'den az ise;

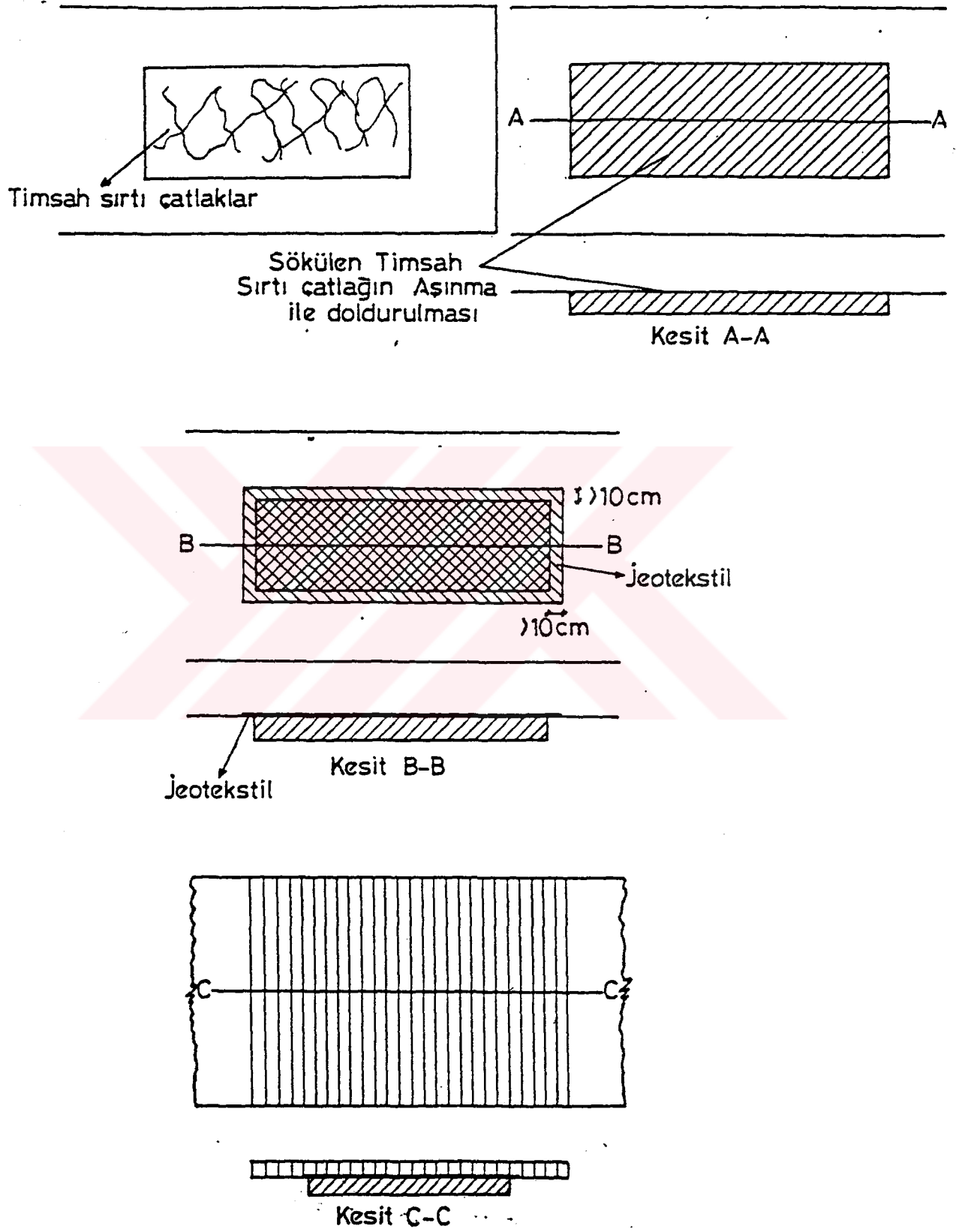
- Çatlak içerisindeki serbest malzemeler basınçlı hava ile temizlenir.
- Çatlağın içerisine ısıtılmış bitümlü malzeme bir meme vasıtasıyla çatlak doluncaya veya yüzeyden 2-3mm aşağıya kadar doldurulur.
- Geotextil uygulaması : Düzgün ve tamamen tozdan, tüm serbest malzemelerden arındırılmış yüzeyin üzerine hiçbir şekilde kırışıklık ve gevşeklik olmayacak şekilde serilmelidir. Serimden önce yüzeye yapıştırıcı madde tatbik edilir. Serimden sonrada geotextilin üzerine yapıştırıcı aynı oranda tatbik edilir ve daha sonra takviye tabakası olarakta nitelenen aşınma tabakası uygulanır. Geotextil çatlağın başlangıç ve bitim yerine 50 cm bindirme yapacak uzunlukta ve en az 70 cm genişlikte olacaktır. *Şekil 6.4*de geotextil kullanılarak üstyapı çatlaklarının onarımı gösterilmiştir.



Şekil 6.4. Geotekstil kullanılarak üstyapı çatlaklarının onarımı

II. Timsah sırtı çatlaklar ve diğer çatlakların onarımı ;

Bu çalışmanın bir kısmında timsah sırtı çatlakların olduğu bölgelerde ÇBGT'ye kadar olan tabakalar kaldırılmış ve geotekstil bu tabakanın üzerine serilmiştir. Bir kısmında ise sadece asfalt kaplama tabakası kaldırılmış, çatlak araları hava ile mümkün olduğunca temizlenmiş, dolgu malzemesi tatbik edilmiş ve çukur asfalt ile doldurulmuştur. Daha sonra ise çukur sınırlarını en az 10 cm aşacak şekilde geotekstil uygulaması yapılmıştır. Bunu takiben yeni aşınma tabakası uygulanmıştır. **Şekil 6.6'**da timsah sırtı çatlakların geotekstilli onarımı gösterilmiştir.



Şekil 6.5. Timsah sırtı çatlakların geotekstil ile onarımı

6.2.2. Dolguya Su Girişinin Engellenmesi

Bu çalışmada incelenen ve otoyollardaki çatlaklar arasında önemli bir paya sahip olan çatlaklar genellikle yansıma türünden olup altyapıdaki hareketler devam ettiği sürece artacaktır. Bu durumda hareketlerin engellenmesi gerekmektedir. Bunun için de ilk yapılması gereken dolgu bünyesine suyun girmesine izin verilmemesidir. Aşağıda bu konudaki öneriler açıklanmaktadır.

Dolguya su girişi daha önce belirttiğimiz gibi kaplamasız ve bitkilendirilmiş olan orta refüj ile yarma ve dolgu şevlerinden olmaktadır. Öyleyse bu bölgelerden su girişinin engellenmesi gerekmektedir. Bunun için çok çeşitli yollar bulunabilir. Özellikle orta refüjde en kolay ve ekonomik çözüm refüjü geçirimsiz bir tabaka ile kaplamaktır. Değişik drenaj projeleri ile de bu gerçekleştirilebilir. Bu nedenle daha ziyade dolgu şevinden su girişinin engellenmesi yönünde önerilerde bulunacağız. Bu amaçla yaptığımız araştırmalar aşağıdaki yöntemlerin uygulanabilirliğini ortaya koymuştur:

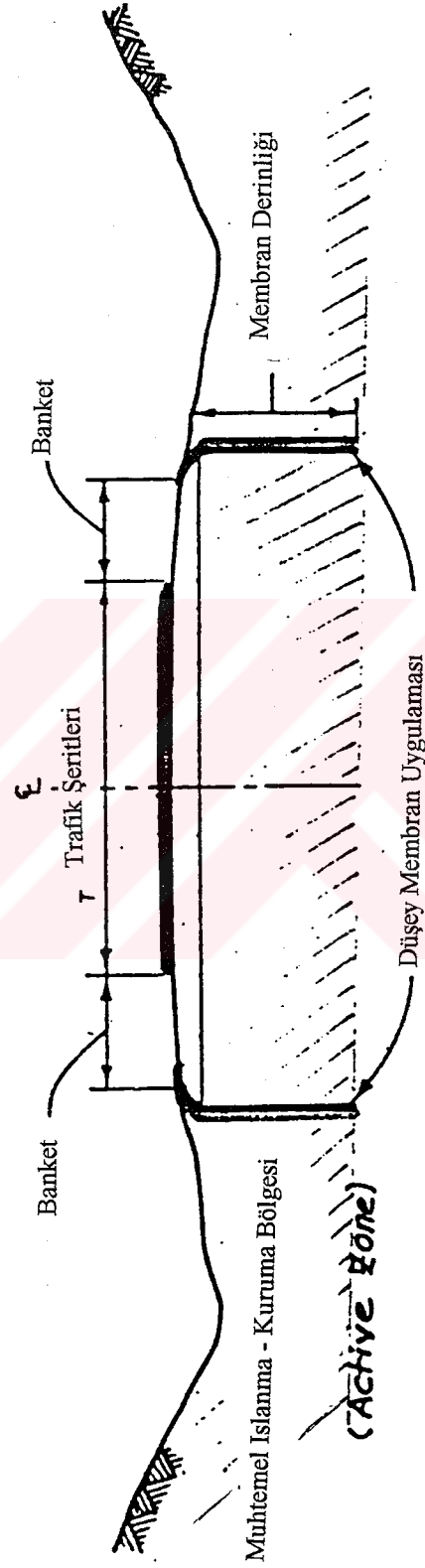
- 1- Geosentetikler
- 2- Kireç Kolonları
- 3- Bitkilendirme

1- Geosentetikler: Daha önce bahsettiğimiz gibi geosentetik malzemeler ülkemizde çok geniş bir kullanım alanı bulmaktadır. Yol dolgusuna su girişinin engellenmesi için bu malzemeleri iki şekilde kullanabiliriz.

- a- Düşey Membran uygulaması
- b- Geçirimsiz Geotextil uygulaması

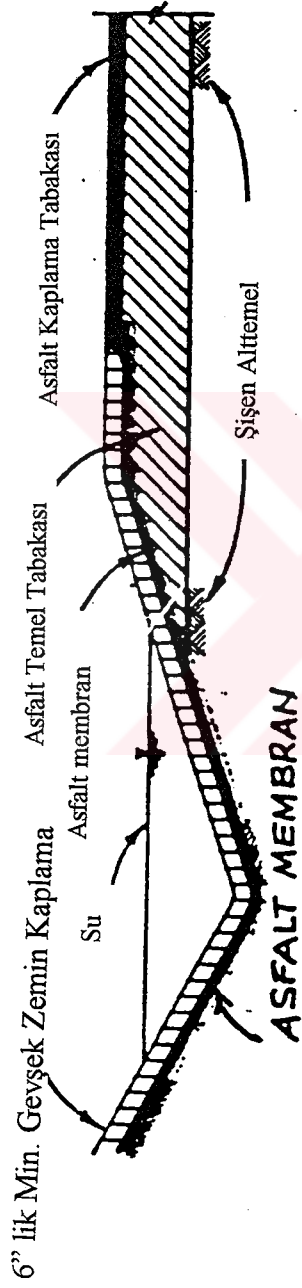
a- Düşey membran uygulaması : Aşağıda düşey membran uygulamasına ait şekil görülmektedir. Özel bir ataşmanla çakılan düşey membranlar (Vertical Membrane) bir palplanş perde gibi çalışarak suyun dolgu gövdesine girmesini engeller. Etkili derinlik bulunduktan sonra istenen şekilde düşey membran uygulaması yapılabilir (*Şekil 6.6*).

ŞİŞEN ZEMİNLERDE DÜŞEY MEMBRAN UYGULAMASI



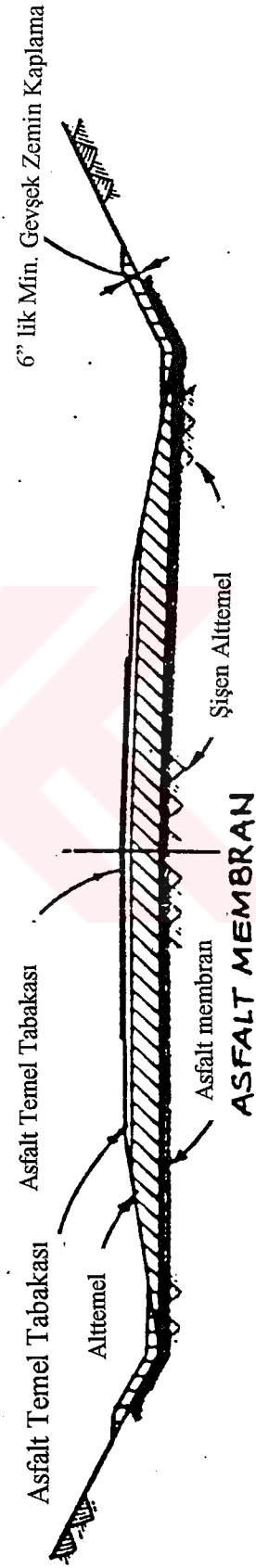
Not : Aktif zon (Dolgu - Doğal zemin etkileşim bölgesi) derinliğince düşey membran uygulanır. Ancak pratiklik ve ekonomi yönünden uygun değilse aktif zon derinliği uygulanır.

Şekil 6.6. Düşey Membran uygulaması



Yol Kenarı Hendeği Boyunca Asfalt Kenarından İtibaren Beton Kanal Altına Uygulanır.

ŞİŞEN ZEMİNLERDE ASFALT MEMBRAN UYGULAMASI



Yol Boyunca Alttemel ve Yol Kenarı Hendeği Altına Uygulanır.

Şekil 6. 7. Asfalt Membran uygulaması

b- Geçirimsiz geotextil uygulaması : Geçirimsiz geotextiller veya membranlar sıvı yalıtımında çok sık kullanılmaktadır. Tünellerde, çelik köprülerde vs. uygulanma alanı oldukça fazladır. Ancak membranlar kesici ve delici yüzeylere karşı çok hassas olduğu için genellikle koruyucu bir tabaka ile birlikte kullanılır. Örneğin tünellerde kesmeye ve delmeye dayanıklı geotextillerle korunur. Örneğimizde sentetik malzeme dolgu sevi yüzeyine serilerek üzeri çakılla kaplanır ve sonra bitkisel toprak serilerek sıkıştırılır. Ancak daha öncede belirttiğimiz gibi delinme riski fazladır.

Yine geçirimsiz yüzey elde etmek için kullanılan malzemelerden bir diğeri asfalt membranı denilen bitüm emdirilmiş bir keçedir. Bu malzemedede suya karşı yalıtıcıdır ve uygulanabildiği yüzeylerde başarılı olmuştur. **Şekil 6.7'**de asfalt membranının uygulanışı görülmektedir.

2. Kireç Kolonları : Kireç dolgu yapımında yüksek plastisiteli killerin plastisitesini düşürmek ve işlenebilirliği artırmak için kullanılan bir malzemedir. Daha çok dolgu malzemesi ile karıştırılıp sıkıştırılarak kullanılır. Ancak konsolidasyonu hızlandırmak için kolon olarak kullanıldığında olur. Örneğimizde kirecin bir başka özelliğine değinerek çözüm paketimizi genişleteceğiz. Kireç uygulandığı zeminin içerisinde aşağıdaki fonksiyonları gerçekleştirebilmektedir;

a- Yüzeysel yapılan kireç stabilizasyonlarında zemin plastisitesi azalır, mukavemet artar, çalışma kolaylığı sağlanır. Kireç kolonlarında da bu özellikler aynen sağlanır. Buna ilave olarak aşağıdaki iyileşmelerde oluşur.

b- Kireç, çevresindeki zemin suyu ile reaksiyona girerek zeminin su içeriğini düşürür. Kolonun çevresindeki zemin kireçten uzaklığa bağlı olarak (max. 1m.) %30'lar civarında su kaybeder. Arazide yapılan ölçümler bu oranın %50-%100 oranlarına kadar yükseldiğini göstermiştir (kireç hidratasyonundan dolayı olan azalma, ayrıca reaksiyon sırasında yayılan ısı nedeniyle su içeriğinde azalma olmaktadır. Bu durumda mukavemette artış olacaktır).

c- Uzun süreli pozolonik reaksiyonlar oluşur. Bu sebeple zemin katılaşılarak rijit ve mukavim bir yapıya kavuşur. Bu özellikten dolayı dolguya uygulanacak kireç kolonları dolguyu rijit bir hale getirerek ÇBGT'nin altındaki temelin ÇBGT'ye uyum sağlamasına yol açacaktır.

d- Ayrıca zemin boşluklarında mevcut olan havanın karbondioksit ile kirecin uzun süreli reaksiyonu nedeniyle kireç kolonunun rijitliği artar, böylece yapısal bir uyum sağlanmış olur.

Kireç kolonları belirli bir korelasyonla uygulanır. Kolon çevresinde 1m. çapındaki alanı etkilemektedir. Bu durumda kireç kolonları ikişer metre korelasyonla uygulanabilir. Ancak dört dairenin arasında yaklaşık 0.86 m²'lik bir alan etkili bölgenin dışında kalmaktadır. Bu nedenle korelasyon 1.42m. aralıkla uygulanmalıdır. Kolon derinlikleri şişme potansiyelinin etkili olduğu derinliğe kadar uzanmalıdır.

3. Bitkilendirme : Şevlerin yalıtımında kullanılan yöntemlerden biri de bitkilendirmedir. Çimlendirilen şev yüzeyinde çimler bir çeşit örtü vazifesi görerek suyun zemine sızmasını engeller. Ancak bu tam bir engelleme sayılamaz. Çünkü suyun bir kısmı zemine sızar, ayrıca çimlendirme sürekli bakım isteyen bir yöntemdir. Öyleki yaz ayları girmeden biçilmeyen çimler güneşin sıcak etkisi ve diğer dış faktörlerle yanarak çevreye zarar verebilmektedir. Bu nedenle çimlendirme şev korumasında ve hatta peyzaj düzenlemelerinde istenmeyen bir yöntem olmuştur.

Yukarıda açıklanan bu üç yöntemin ekonomik olarak irdelendiğinde bitkilendirme ekonomik ve kısmen başarılı olabilir. Ancak bakım giderleri ve yukarıda bahsettiğimiz nedenlerle tercih edilmemektedir. Geomembran ve geotextiller çoğunlukla yurt dışından ithal edilmekte ve pahalı olmaktadır. Kireç yöntemi ise İngiltere'de başarıyla uygulanan ve genellikle ekonomik bir yöntem olduğu bilinmektedir. Ancak ülkemizde sönmemiş kirecin pahalı olması nedeniyle bu yöntemde pahalı olacaktır. Bu nedenle bu üç yöntemden fayda/maliyet oranı incelenerek en ekonomik olan yöntem tespit edilmeli ve uygulanmalıdır.

KAYNAKLAR

1. Yollar Fenni Şartnamesi T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü Yayın No: 170/2 1989 - Ankara
2. Çağlar, B. "Yol Yapım Tekniği" T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Genel Müdürlüğü Yayın No: 259 1986-ANKARA
3. Croney, D. & P. Croney. (1991) "The Design and Performance of Road Pavements." International Series in Civil Engineering, McGraw - Hill, Maidenhad
4. Chandler, J. W. E., Gould, P., Mayhew, H. C. (1985) " A Study of the Performance and Reflective Cracking of Roads with Cement Bound Road Base" Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
5. Powell, W. D., Potter, J. F., Mayhew, H. C. and Nunn, M. E. (1984) "The Structural Design of Bituminous Roads." Department of Transport, Transport and Road Research Laboratory Report 1132, Crowthorne.
6. Information Note " Operating Instruction for the TRL Dynamic Cone Penetrometer" 1986
7. "A Laboratory Study of the Use of Wet Fill in Embankments" Earthworks and Foundations Section Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire 1971
8. "Structural Maintenance of Road Pavements with Flexible Composite Construction" Department of Transport Highway and Traffic Advice Note HA 38/88 -1989
9. "Strength Testing of Flexible Pavements by Deflection Measurement." Department of Transport, Departmental Standart HD 10/83
10. "Treatment of Joints and Cracks with Overband Sealing Compound." Department of Transport, Departmental Advice Note HA 21/82
11. "Structural Design of New Road Pavement." Department of Transport, Departmental Standart HD 14/87
12. "Structural Design of New Road Pavement." Department of Transport, Departmental Departmental Advice Note HA 35/82
33. Powell, W. D., Potter, J. F., Mayhew, H. C. and Nunn, M. E. (1984) "The Structural Design of Bituminous Roads." Transport and Road Research Laboratory
14. "Recommendations for Road Surface Dressing." Transport and Road Research Laboratory, 1981. Road Note 39 2nd Edition.
15. "Kınalı - Sakarya Otoyolu Nihai Raporu" Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 1. Bölge Müdürlüğü-17. Bölge Müdürlüğü, Enet - Arup - De Leuw Cather Ortak Girişimi

16. Kınalı - Sakarya Otoyolu Kısım 1 Geoteknik İnceleme Nihai Raporu. ENET - OAPIL - DCIL Konsorsiyumu ve Boğaziçi Üniversitesi Kasım 1986
17. FFP - BOTEK "Trakya Otoyolu Ön Proje Geoteknik Raporu Mayıs 1979
18. BOTEK S.A. " Geoteknik Rapor" (Tarihsiz)
19. Toğrol, E. (1974) "Trakyada Aşırı Konsolide Olmuş Killerde Ortaya Çıkış Nedenleri ve İstanbul Üniversitesi Gelişme Sahasında Bir Uygulama" 13. pp
20. Toğrol, E. (1975) "Spreading of Clay Slopes. Proceedings of the İstanbul Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering" pp 267-275
21. Skempton, A. W. (1970) "First - Time Slides in Overconsolidated Clays." Geotechnique 20 - 3. p 320 - 324
22. Skempton, A. W. & Chandler, R. J. (1974) "The Design of Permanent Cutting Slopes in Stiff Fissured Clays." Geotechnique 24 - 4 p. 457 - 466
23. Ervin, M. C. (1993) "Specification and Control of Earthworks." Proc. Conf. 'Engineered Fills -93' pp 18 - 41 Thomas Telford, London
24. Lawton, E. C., R. J. Frigaszy and J. H. Hardcastle (1989) "Collapse of Compacted Clayey Sand." Journal of Geotechnich Engineering. vol. 119, Part 9, pp 1252 - 1267. American Society of Civil Engineers.
25. Parsons, A. W. (1992) "Compaction of Soils and Granüler Materials." Her Majesty's Stationery Office, London.
26. "Yol Üstyapılarında Kullanılan Örgüsüz Tip Geotextil Teknik Şartnamesi" Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü
27. "İstanbul I. Çevreyolları ve I. Boğaziçi Köprüsü Onarım Projesi" Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 1. Bölge Müdürlüğü-17. Bölge Müdürlüğü-1991
28. Özaydın, İ. K. (1989) "Zemin Mekaniği" Yıldız Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Geoteknik Anabilim Dalı, İstanbul
29. Askerkurt, M. (1993) "Çatlak, Çukur, Derz Dolgu Malzemeleri." Pale Mühendislik ve Yapı Kimyasalları
30. "Abdeckband W/WT - Zur Sanierung von Rissen im Strassenbau." Hematect Asphaltprodukte seit 1927.
31. Hausmann, M. R. "Engineering Principles of Ground Modification." University of Technology, Sydney. McGraw - Hill Publishing Company, New York.

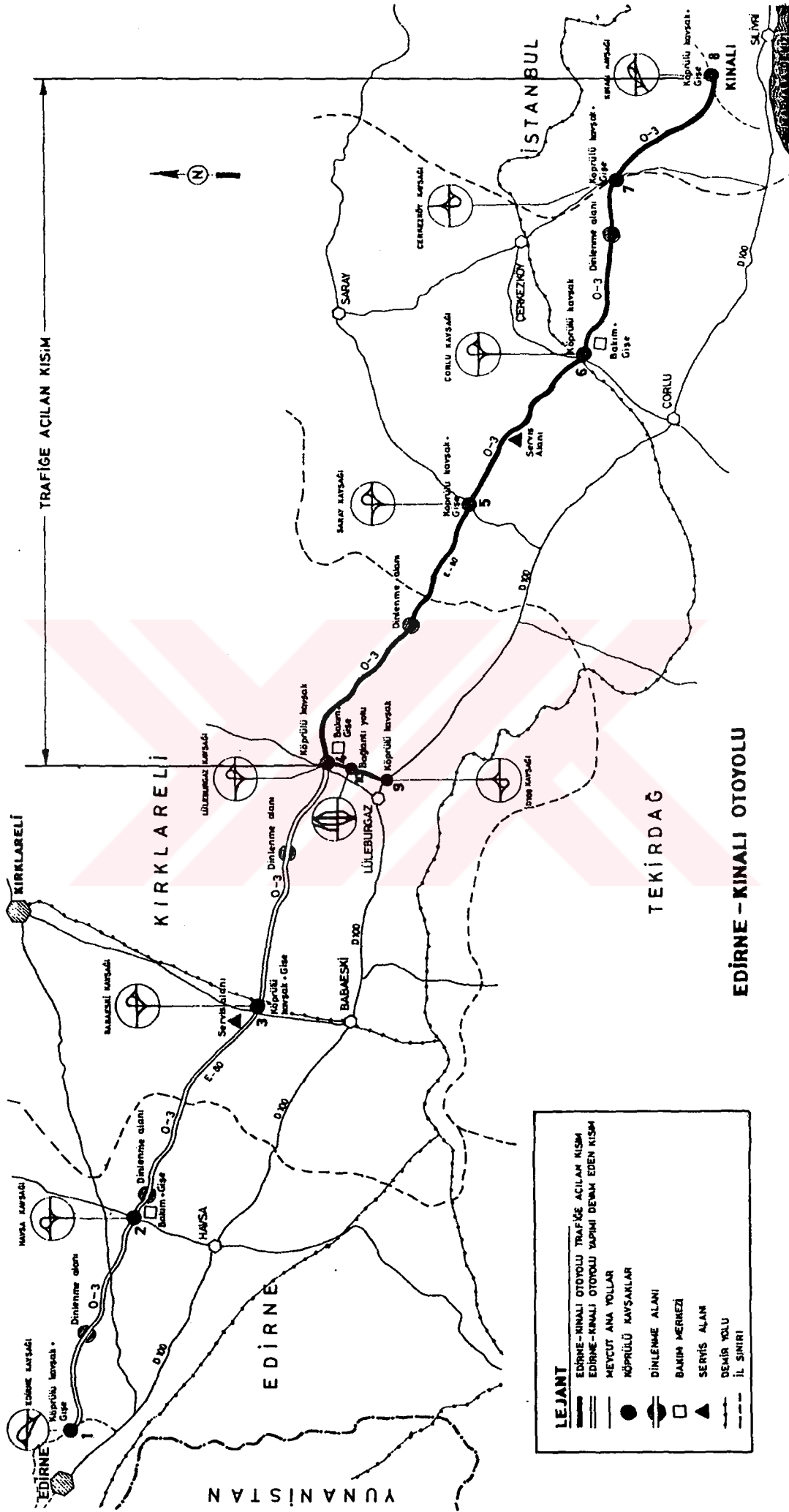
ÖZGEÇMİŞ

Yazar, 20 Mayıs 1969'da Amasya ili Gümüşhacıköy ilçesinde dünyaya gelmiştir. İlk ve orta öğrenimini Samsun'da 1975 - 1987 yılları arasında tamamladıktan sonra 1987 - 1988 öğretim döneminde Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Bölümüne kaydoldu. Lisans eğitimini 1991 yılında tamamladıktan sonra aynı yıl Karayolları 15. Bölge müdürlüğünde Yol Bakım Onarım Mühendisi olarak göreve başladı. 1993 - 1994 öğretim döneminde başladığı Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Anabilim Dalı Ulaştırma Programındaki yüksek lisans eğitimini halen sürdürmektedir. Yazar halen Karayolları 17. Bölge Müdürlüğünde Otoyol Yapım Kontrol Mühendisi olarak çalışmaktadır.



EKLER

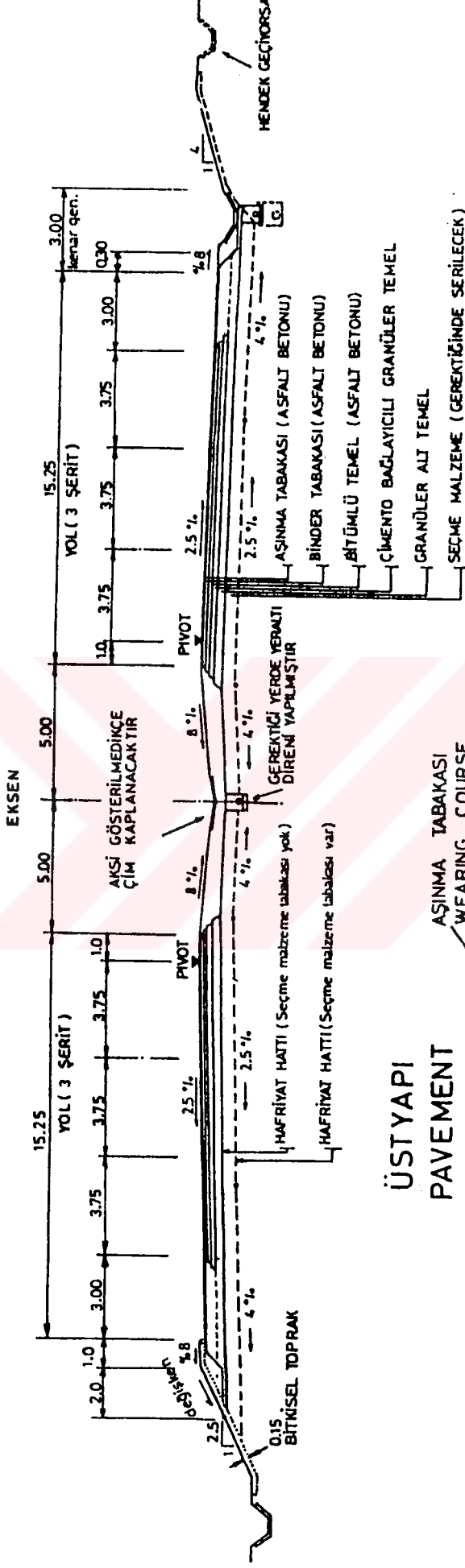
Ek 1. Edirne - Kınalı Otoyolu Güzergah Haritası



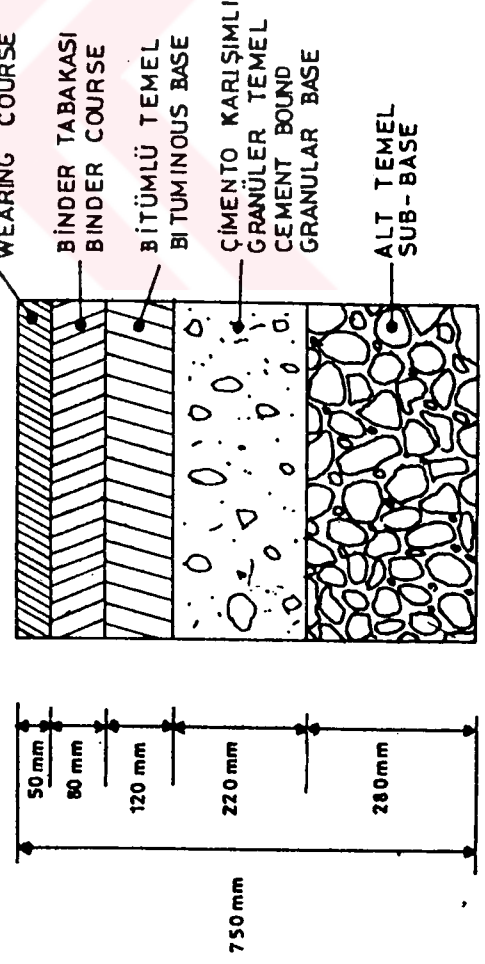
Ek 2. Edirne - Kınalı Otoyolunda Kullanılan Üstyapı Tipi Enkesiti
(Bu kesitte şerit düzeni görölmektedir.)

EDİRNE - KINALI OTYOLU

NORMAL ENKESİT



ÜSTYAPI PAVEMENT



**Ek 3. Edirne Kınalı Otoyolunda Üstyapı Çatlaklarının Yoğunlaştığı
Kavşakların Plan ve Boykesiti**

NOTES
FOR DETAILS OF TRACK ALIGNMENTS REFER
TO DRAWINGS.

YM-0900-09
YM-0900-10
YM-0900-11
YM-0900-12
YM-0900-02

A, 3/92, GT, CULVERT ADDED.

T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



DOĞUŞ İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.

EDİRNE-KINALI OTYOLU
MOTORWAY

YOL PLANI
KAVŞAK 4

ROAD LAYOUT PLAN
INTERCHANGE 4

ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

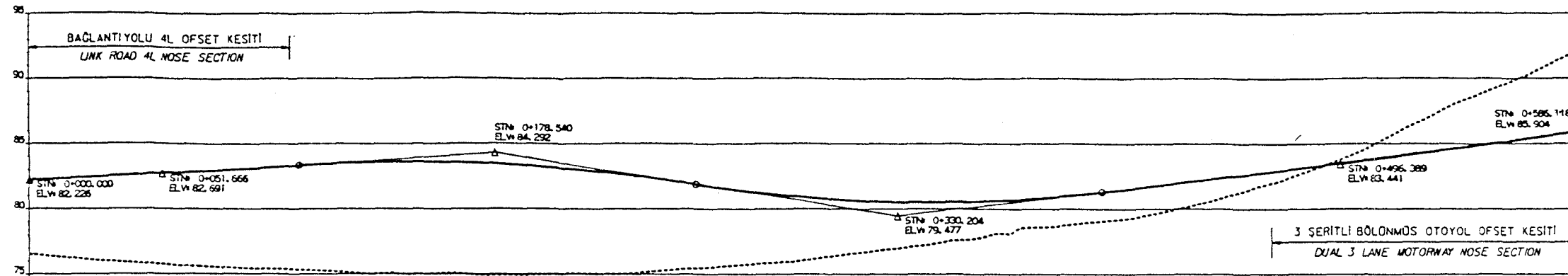
Client Number	1:2500/	Date Date	12/199
Person Description	C DOLLING	Class Description	OAP/CAD

UBAM - SOWB CGAM
 Remont Technol. Sub. Ptd.
 J. MART

KGM
Overs

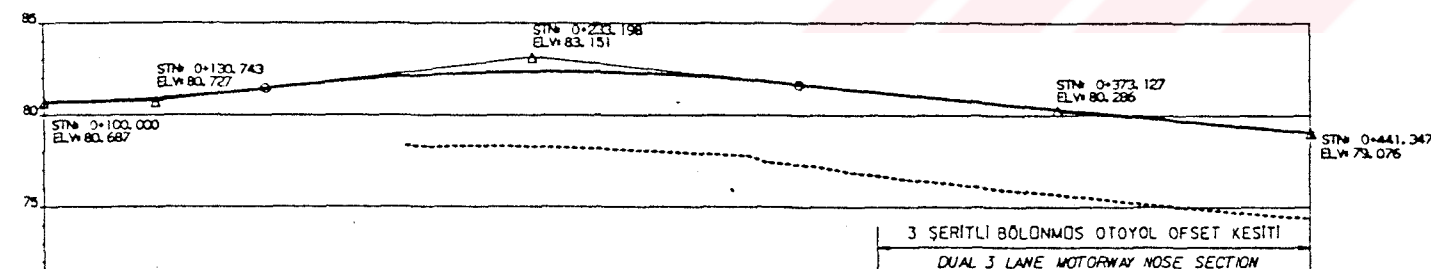
Halden DINGMAI

17528	Y21-0004-01	A
-------	-------------	---



YATAY KURBLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	R=+250		R=+90		R=+375		R=+20		ALINYMAN STRAIGHT																						
PROFIL	K=+284.99772 L= 103.335				K=+33.898305 L= 150.48				K=+27.500028 L= 152.917				K=+500 L= 179.455																		
VERTICAL ALIGNMENT	G=0.89956%				G=1.26214%				G=-3.17498%				G=2.38564%				G=2.74455%														
DEVER	-2.52%				-2.52%				-3.397%				-3.397%				-2.52%														
SUPERELEVATION	SAG RIGHT				SAG RIGHT				SAG RIGHT				SAG RIGHT				SAG RIGHT														
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	82.226	82.218	82.413	82.512	82.614	82.720	82.829	82.942	83.058	83.178	83.301	83.433	83.564	83.694	83.824	83.954	84.084	84.214	84.344	84.474	84.604	84.734	84.864	84.994	85.124	85.254	85.384	85.514	85.644	85.774	85.904
SIYAH KOT GROUND LEVEL	76.364	76.178	76.023	75.892	75.767	75.644	75.544	75.452	75.407	75.378	75.358	75.343	75.329	75.314	75.294	75.264	75.224	75.174	75.114	75.044	74.964	74.874	74.774	74.664	74.544	74.414	74.274	74.124	73.964	73.794	73.614
BASLANGICA UZAKLIK CHAINAGE	0+000.000	0+010.000	0+020.000	0+030.000	0+040.000	0+050.000	0+060.000	0+070.000	0+080.000	0+090.000	0+100.000	0+110.000	0+120.000	0+130.000	0+140.000	0+150.000	0+160.000	0+170.000	0+180.000	0+190.000	0+200.000	0+210.000	0+220.000	0+230.000	0+240.000	0+250.000	0+260.000	0+270.000	0+280.000	0+290.000	0+300.000

KAVŞAK KOLU 4A
SLIP ROAD 4A



YATAY KURBLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	R=+90										R=+90										ALNYMAN STRAIGHT																			
PROFIL	K=+27.50048 L= 64.87										K=+32.500033 L= 143.424										K=+500 L= 136.436																			
VERTICAL ALIGNMENT	G=0.22996%										G=2.36581%										G=-2.04726%										G=-1.77439%									
DEVER	-7%										-7%										-2.5%										-2.5%									
SUPERELEVATION	SAG RIGHT										SAG RIGHT										SAG RIGHT										SAG RIGHT									
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	80.687	80.718	80.756	80.800	81.000	81.207	81.420	81.645	81.840	82.004	82.137	82.240	82.312	82.363	82.364	82.343	82.292	82.210	82.097	81.904	81.780	81.693	81.579	81.376	81.176	80.977	80.780	80.585	80.393	80.202	80.013	79.827	79.642	79.459	79.279	79.100				
SIYAH KOT GROUND LEVEL	SURVEY TO BE COMPLETED										76.335	76.309	76.330	76.304	76.252	76.190	76.105	77.992	77.697	77.813	77.363	76.911	77.197	76.863	76.604	76.362	76.157	75.928	75.719	75.551	75.314	75.128	74.935	74.749	74.560	74.370	74.19	74.000		
BASLANGICA UZAKLIK CHAINAGE	0+100.000	0+110.000	0+120.000	0+130.000	0+140.000	0+150.000	0+160.000	0+170.000	0+180.000	0+190.000	0+200.000	0+210.000	0+220.000	0+230.000	0+240.000	0+250.000	0+260.000	0+270.000	0+280.000	0+290.000	0+300.000	0+310.000	0+320.000	0+330.000	0+340.000	0+350.000	0+360.000	0+370.000	0+380.000	0+390.000	0+400.000	0+410.000	0+420.000	0+430.000	0+440.000					

KAVŞAK KOLU 4B
SLIP ROAD 4B

T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



DOĞUŞ İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.

EDİRNE-KINALI OTOYOLU
MOTORWAY

KAVŞAĞI 4
4A VE 4B KAVŞAK
KOLLARI PROFİL

INTERCHANGE 4
SLIP ROADS 4A AND 4B
PROFILES

ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

Scale: 1:1000/200 Date: 07/1990

Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD

Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD

Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD

Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD

Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD

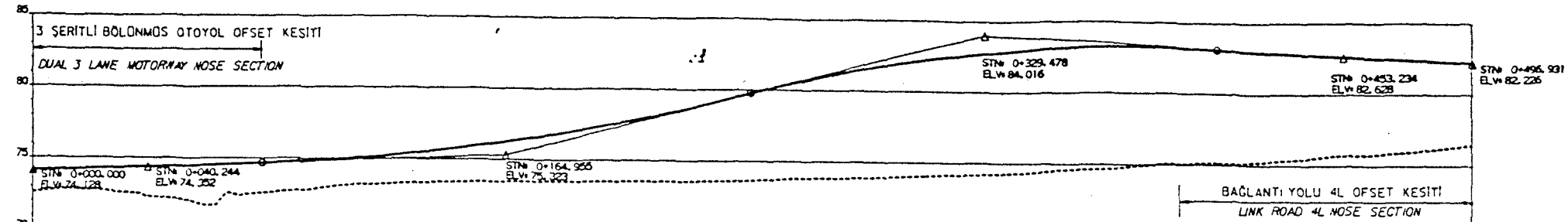
Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD

Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD

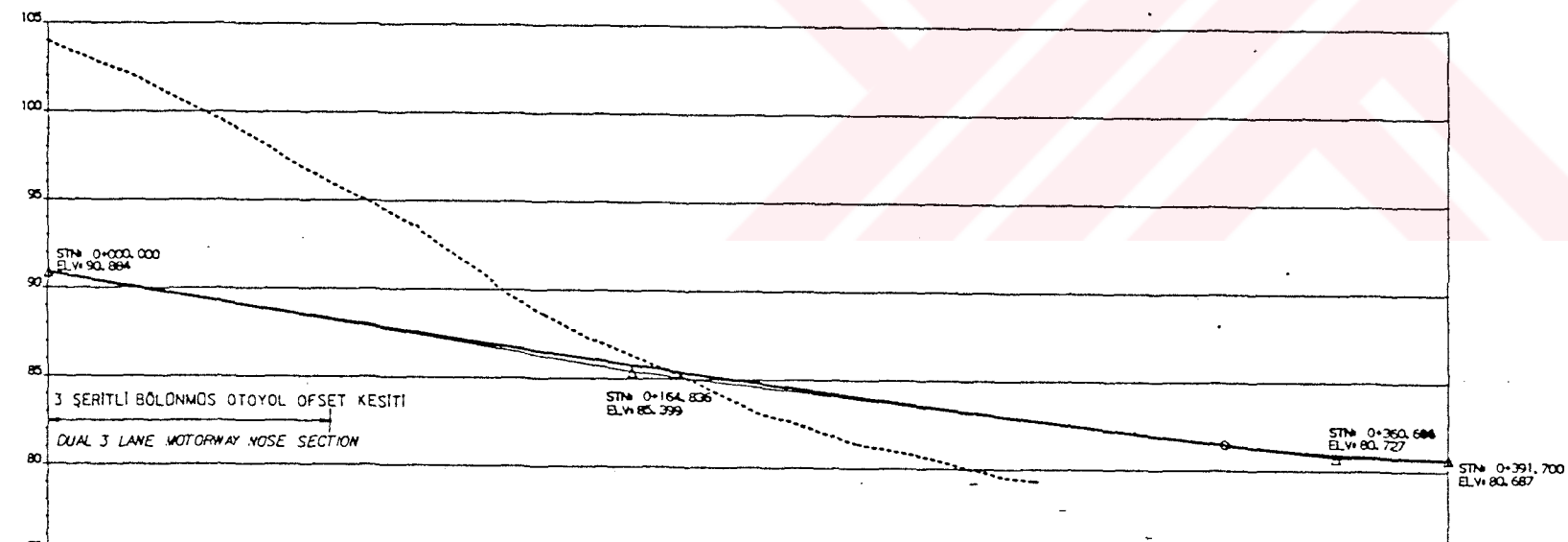
Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD

Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD

Drawn: H. SÖNÜZ Check: OAP/CAD



YATAY KURBLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	ALINYMAN STRAIGHT A=+20										H=+180										A=+90										H=+250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
PROFIL	K=+365.00347 L= 80.489					K=+37.499953 L= 168.933					K=-25.0 L= 160.82					K=-434.99065 L= 87.398																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
VERTICAL ALIGNMENT	G=0.5579%					G=0.77843%					G=5.28333%					G=-1.275%					G=-0.92023%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
DEVER																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
SUPERELEVATION	-2.5% SAG RIGHT -2.5%					-7.0%					SAG RIGHT					-7.0%					-2.5% SAG RIGHT -2.5%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	74.128	74.165	74.245	74.338	74.373	74.441	74.519	74.566	74.688	74.752	74.858	75.012	75.181	75.378	75.601	75.851	76.128	76.431	76.761	77.117	77.500	77.910	78.347	78.810	79.300	79.795	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.618	81.250	80.850	80.418	80.000	79.598	79.214	78.848	78.500	78.170	77.859	77.567	77.294	77.040	76.805	76.590	76.395	76.220	76.065	75.930	75.814	75.717	75.639	75.580	75.540	75.510	75.490	75.480	75.480	75.490	75.510	75.540	75.580	75.639	75.717	75.814	75.930	76.065	76.220	76.395	76.590	76.805	77.040	77.294	77.567	77.859	78.170	78.500	78.848	79.214	79.598	79.954	80.322	80.788	81.214	81.600	81.947	82.253	82.519	82.745	82.931	83.077	83.183	83.249	83.275	83.261	83.215	83.139	83.032	82.893	82.719	82.505	82.250	81.954	81.61



YATAY KURLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	ALINTYMAN STRAIGHT		R=120		R=180		R=90	
PROFIL								
VERTICAL ALIGNMENT	K=350.0175 L= 329.672						K=27.5005 L=62.028	
DEVER	G=-3.32735%						G=-2.38547% G=-0.12996%	
SUPERELEVATION	-2.5% SAG RIGHT		-2.5%		-7.0% SAG RIGHT		-7.0%	
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	90.864	90.553	90.224	90.699	90.576	90.256	90.939	90.625
SIYAH KOT GROUND LEVEL	103.158	102.298	101.469	100.138	99.441	98.395	97.134	96.029
BASLANGICA UZAKLIK CHAINAGE	0+000.000	0+010.000	0+020.000	0+030.000	0+040.000	0+050.000	0+060.000	0+070.000
	0+080.000	0+090.000	0+100.000	0+110.000	0+120.000	0+130.000	0+140.000	0+150.000
	0+160.000	0+170.000	0+180.000	0+190.000	0+200.000	0+210.000	0+220.000	0+230.000
	0+240.000	0+250.000	0+260.000	0+270.000	0+280.000	0+290.000	0+300.000	0+310.000
	0+320.000	0+330.000	0+340.000	0+350.000	0+360.000	0+370.000	0+380.000	0+390.000
	0+400.000	0+410.000	0+420.000	0+430.000	0+440.000	0+450.000	0+460.000	0+470.000
	0+480.000	0+490.000	0+500.000	0+510.000	0+520.000	0+530.000	0+540.000	0+550.000
	0+560.000	0+570.000	0+580.000	0+590.000	0+600.000	0+610.000	0+620.000	0+630.000
	0+640.000	0+650.000	0+660.000	0+670.000	0+680.000	0+690.000	0+700.000	0+710.000
	0+720.000	0+730.000	0+740.000	0+750.000	0+760.000	0+770.000	0+780.000	0+790.000
	0+800.000	0+810.000	0+820.000	0+830.000	0+840.000	0+850.000	0+860.000	0+870.000
	0+880.000	0+890.000	0+900.000	0+910.000	0+920.000	0+930.000	0+940.000	0+950.000
	0+960.000	0+970.000	0+980.000	0+990.000	0+1000.000	0+1010.000	0+1020.000	0+1030.000
	0+1040.000	0+1050.000	0+1060.000	0+1070.000	0+1080.000	0+1090.000	0+1100.000	0+1110.000
	0+1120.000	0+1130.000	0+1140.000	0+1150.000	0+1160.000	0+1170.000	0+1180.000	0+1190.000
	0+1200.000	0+1210.000	0+1220.000	0+1230.000	0+1240.000	0+1250.000	0+1260.000	0+1270.000
	0+1280.000	0+1290.000	0+1300.000	0+1310.000	0+1320.000	0+1330.000	0+1340.000	0+1350.000
	0+1360.000	0+1370.000	0+1380.000	0+1390.000	0+1400.000	0+1410.000	0+1420.000	0+1430.000
	0+1440.000	0+1450.000	0+1460.000	0+1470.000	0+1480.000	0+1490.000	0+1500.000	0+1510.000
	0+1520.000	0+1530.000	0+1540.000	0+1550.000	0+1560.000	0+1570.000	0+1580.000	0+1590.000
	0+1600.000	0+1610.000	0+1620.000	0+1630.000	0+1640.000	0+1650.000	0+1660.000	0+1670.000
	0+1680.000	0+1690.000	0+1700.000	0+1710.000	0+1720.000	0+1730.000	0+1740.000	0+1750.000
	0+1760.000	0+1770.000	0+1780.000	0+1790.000	0+1800.000	0+1810.000	0+1820.000	0+1830.000
	0+1840.000	0+1850.000	0+1860.000	0+1870.000	0+1880.000	0+1890.000	0+1900.000	0+1910.000
	0+1920.000	0+1930.000	0+1940.000	0+1950.000	0+1960.000	0+1970.000	0+1980.000	0+1990.000
	0+2000.000	0+2010.000	0+2020.000	0+2030.000	0+2040.000	0+2050.000	0+2060.000	0+2070.000
	0+2080.000	0+2090.000	0+2100.000	0+2110.000	0+2120.000	0+2130.000	0+2140.000	0+2150.000
	0+2160.000	0+2170.000	0+2180.000	0+2190.000	0+2200.000	0+2210.000	0+2220.000	0+2230.000
	0+2240.000	0+2250.000	0+2260.000	0+2270.000	0+2280.000	0+2290.000	0+2300.000	0+2310.000
	0+2320.000	0+2330.000	0+2340.000	0+2350.000	0+2360.000	0+2370.000	0+2380.000	0+2390.000
	0+2400.000	0+2410.000	0+2420.000	0+2430.000	0+2440.000	0+2450.000	0+2460.000	0+2470.000
	0+2480.000	0+2490.000	0+2500.000	0+2510.000	0+2520.000	0+2530.000	0+2540.000	0+2550.000
	0+2560.000	0+2570.000	0+2580.000	0+2590.000	0+2600.000	0+2610.000	0+2620.000	0+2630.000
	0+2640.000	0+2650.000	0+2660.000	0+2670.000	0+2680.000	0+2690.000	0+2700.000	0+2710.000
	0+2720.000	0+2730.000	0+2740.000	0+2750.000	0+2760.000	0+2770.000	0+2780.000	0+2790.000
	0+2800.000	0+2810.000	0+2820.000	0+2830.000	0+2840.000	0+2850.000	0+2860.000	0+2870.000
	0+2880.000	0+2890.000	0+2900.000	0+2910.000	0+2920.000	0+2930.000	0+2940.000	0+2950.000
	0+2960.000	0+2970.000	0+2980.000	0+2990.000	0+3000.000	0+3010.000	0+3020.000	0+3030.000
	0+3040.000	0+3050.000	0+3060.000	0+3070.000	0+3080.000	0+3090.000	0+3100.000	0+3110.000
	0+3120.000	0+3130.000	0+3140.000	0+3150.000	0+3160.000	0+3170.000	0+3180.000	0+3190.000
	0+3200.000	0+3210.000	0+3220.000	0+3230.000	0+3240.000	0+3250.000	0+3260.000	0+3270.000
	0+3280.000	0+3290.000	0+3300.000	0+3310.000	0+3320.000	0+3330.000	0+3340.000	0+3350.000
	0+3360.000	0+3370.000	0+3380.000	0+3390.000	0+3400.000	0+3410.000	0+3420.000	0+3430.000
	0+3440.000	0+3450.000	0+3460.000	0+3470.000	0+3480.000	0+3490.000	0+3500.000	0+3510.000
	0+3520.000	0+3530.000	0+3540.000	0+3550.000	0+3560.000	0+3570.000	0+3580.000	0+3590.000
	0+3600.000	0+3610.000	0+3620.000	0+3630.000	0+3640.000	0+3650.000	0+3660.000	0+3670.000
	0+3680.000	0+3690.000	0+3700.000	0+3710.000	0+3720.000	0+3730.000	0+3740.000	0+3750.000
	0+3760.000	0+3770.000	0+3780.000	0+3790.000	0+3800.000	0+3810.000	0+3820.000	0+3830.000
	0+3840.000	0+3850.000	0+3860.000	0+3870.000	0+3880.000	0+3890.000	0+3900.000	0+3910.000
	0+3920.000	0+3930.000	0+3940.000	0+3950.000	0+3960.000	0+3970.000	0+3980.000	0+3990.000
	0+4000.000	0+4010.000	0+4020.000	0+4030.000	0+4040.000	0+4050.000	0+4060.000	0+4070.000
	0+4080.000	0+4090.000	0+4100.000	0+4110.000	0+4120.000	0+4130.000	0+4140.000	0+4150.000
	0+4160.000	0+4170.000	0+4180.000	0+4190.000	0+4200.000	0+4210.000	0+4220.000	0+4230.000
	0+4240.000	0+4250.000	0+4260.000	0+4270.000	0+4280.000	0+4290.000	0+4300.000	0+4310.000
	0+4320.000	0+4330.000	0+4340.000	0+4350.000	0+4360.000	0+4370.000	0+4380.000	0+4390.000
	0+4400.000	0+4410.000	0+4420.000	0+4430.000	0+4440.000	0+4450.000	0+4460.000	0+4470.000
	0+4480.000	0+4490.000	0+4500.000	0+4510.000	0+4520.000	0+4530.000	0+4540.000	0+4550.000
	0+4560.000	0+4570.000	0+4580.000	0+4590.000	0+4600.000	0+4610.000	0+4620.000	0+4630.000
	0+4640.000	0+4650.000	0+4660.000	0+4670.000	0+4680.000	0+4690.000	0+4700.000	0+4710.000
	0+4720.000	0+4730.000	0+4740.000	0+4750.000	0+4760.000	0+4770.000	0+4780.000	0+4790.000
	0+4800.000	0+4810.000	0+4820.000	0+4830.000	0+4840.000	0+4850.000	0+4860.000	0+4870.000
	0+4880.000	0+4890.000	0+4900.000	0+4910.000	0+4920.000	0+4930.000	0+4940.000	0+4950.000
	0+4960.000	0+4970.000	0+4980.000	0+4990.000	0+5000.000	0+5010.000	0+5020.000	0+5030.000
	0+5040.000	0+5050.000	0+5060.000	0+5070.000	0+5080.000	0+5090.000	0+5100.000	0+5110.000
	0+5120.000	0+5130.000	0+5140.000	0+5150.000	0+5160.000	0+5170.000	0+5180.000	0+5190.000
	0+5200.000	0+5210.000	0+5220.000	0+5230.000	0+5240.000	0+5250.000	0+5260.000	0+5270.000
	0+5280.000	0+5290.000	0+5300.000	0+5310.000	0+5320.000	0+5330.000	0+5340.000	0+5350.000
	0+5360.000	0+5370.000	0+5380.000	0+5390.000	0+5400.000	0+5410.000	0+5420.000	0+5430.000
	0+5440.000	0+5450.000	0+5460.000	0+5470.000	0+5480.000	0+5490.000	0+5500.000	0+5510.000
	0+5520.000	0+5530.000	0+5540.000	0+5550.000	0+5560.000	0+5570.000	0+5580.000	0+5590.000
	0+5600.000	0+5610.000	0+5620.000	0+5630.000	0+5640.000	0+5650.000	0+5660.000	0+5670.000
	0+5680.000	0+5690.000	0+5700.000	0+5710.000	0+5720.000	0+5730.000	0+5740.000	0+5750.000
	0+5760.000	0+5770.000	0+5780.000	0+5790.000	0+5800.000	0+5810.000	0+5820.000	0+5830.000
	0+5840.000	0+5850.000	0+5860.000	0+5870.000	0+5880.000	0+5890.000	0+5900.000	0+5910.000
	0+5920.000	0+5930.000	0+5940.000	0+5950.000	0+5960.000	0+5970.000	0+5980.000	0+5990.000
	0+6000.000	0+6010.000	0+6020.000	0+6030.000	0+6040.000	0+6050.000	0+6060.000	0+6070.000
	0+6080.000	0+6090.000	0+6100.000	0+6110.000	0+6120.000	0+6130.000	0+6140.000	0+6150.000
	0+6160.000	0+6170.000	0+6180.000	0+6190.000	0+6200.000	0+6210.000	0+6220.000	0+6230.000
	0+6240.000	0+6250.000	0+6260.000	0+6270.000	0+6280.000	0+6290.000	0+6300.000	0+6310.000
	0+6320.000	0+6330.000	0+6340.000	0+6350.000	0+6360.000	0+6370.000	0+6380.000	0+6390.000
	0+6400.000	0+6410.000	0+6420.000	0+6430.000	0+6440.000	0+6450.000	0+6460.000	0+6470.000
	0+6480.000	0+6490.000	0+6500.000	0+6510.000	0+6520.000	0+6530.000	0+6540.000	0+6550.000
	0+6560.000	0+6570.000	0+6580.000	0+6590.000	0+6600.000	0+6610.000	0+6620.000	0+6630.000
	0+6640.000	0+6650.000	0+6660.000	0+6670.000	0+6680.000	0+6690.000	0+6700.000	0+6710.000
	0+6720.000	0+6730.000	0+6740.000	0+6750.000	0+6760.000	0+6770.000	0+6780.000	0+6790.000
	0+6800.000	0+6810.000	0+6820.000	0+6830.000	0+6840.000	0+6850.000	0+6860.000	0+6870.000
	0+6880.000	0+6890.000	0+6900.000	0+6910.000	0+6920.000	0+6930.000	0+6940.000	0+6950.000
	0+6960.000	0+6970.000	0+6980.000	0+6990.000	0+7000.000	0+7010.000	0+7020.000	0+7030.000
	0+7040.000	0+7050.000	0+7060.000	0+7070.000	0+7080.000	0+7090.000	0+7100.000	0+7110.000
	0+7120.000	0+7130.000	0+7140.000	0+7150.000	0+7160.000	0+7170.000	0+7180.000	0+7190.000
	0+7200.000	0+7210.000	0+7220.000	0+7230.000	0+7240.000	0+7250.000	0+7260.000	0+7270.000
	0+7280.000	0+7290.000	0+7300.000	0+7310.000	0+7320.000	0+7330.000	0+7340.000	0+7350.000
	0+7360.000	0+7370.000	0+7380.000	0+7390.000	0+7400.000	0+7410.000	0+7420.000	0+7430.000
	0+7440.000	0+7450.000	0+7460.000	0+7470.000				

A	DATE	C.F.	PROCS. AS PER REVIEW.
Rev. Date	Trd Date	Trd by	Rev.



EDİRNE-KINALI OTYOLU
MOTORWAY

KAVŞAĞI 4
4C VE 4H KAVŞAK
KOLLARI PROFİL

INTERCHANGE 4
SLIP ROADS 4C AND 4H
PROFILES

ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

Count	1:000/200	Date	07/1990
-------	-----------	------	---------

Yours H. SEDU OAP/CAD Forward C. STEWART
Designed M. S. OAP/CAD Checked

UAMM - SCWP - LGM
Resident Training Sup. Vtd. Deputy Chief of Supervising

[Signature] *Prof. B. B.*

171 MART 1992

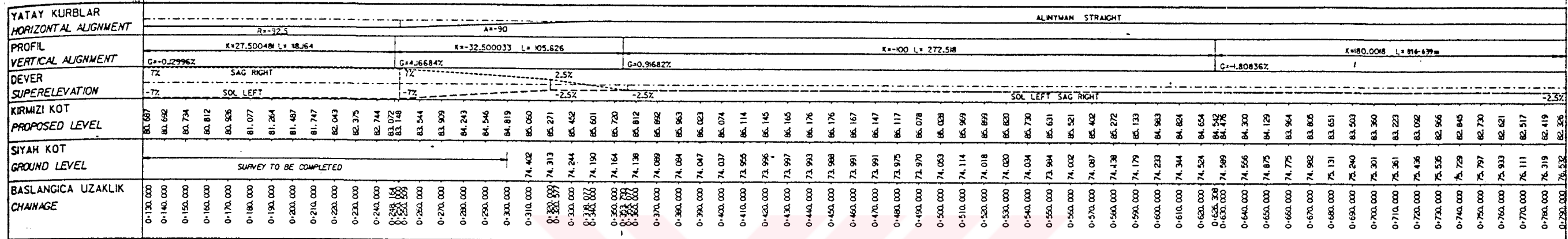
15-1-1950

 Halden DINCMAN

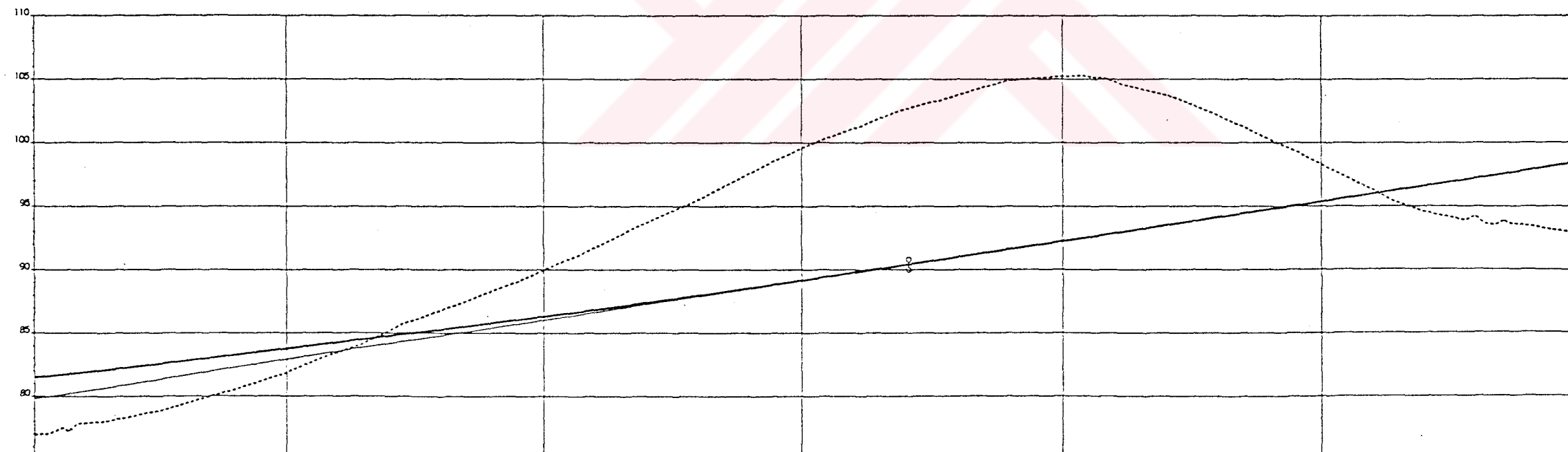
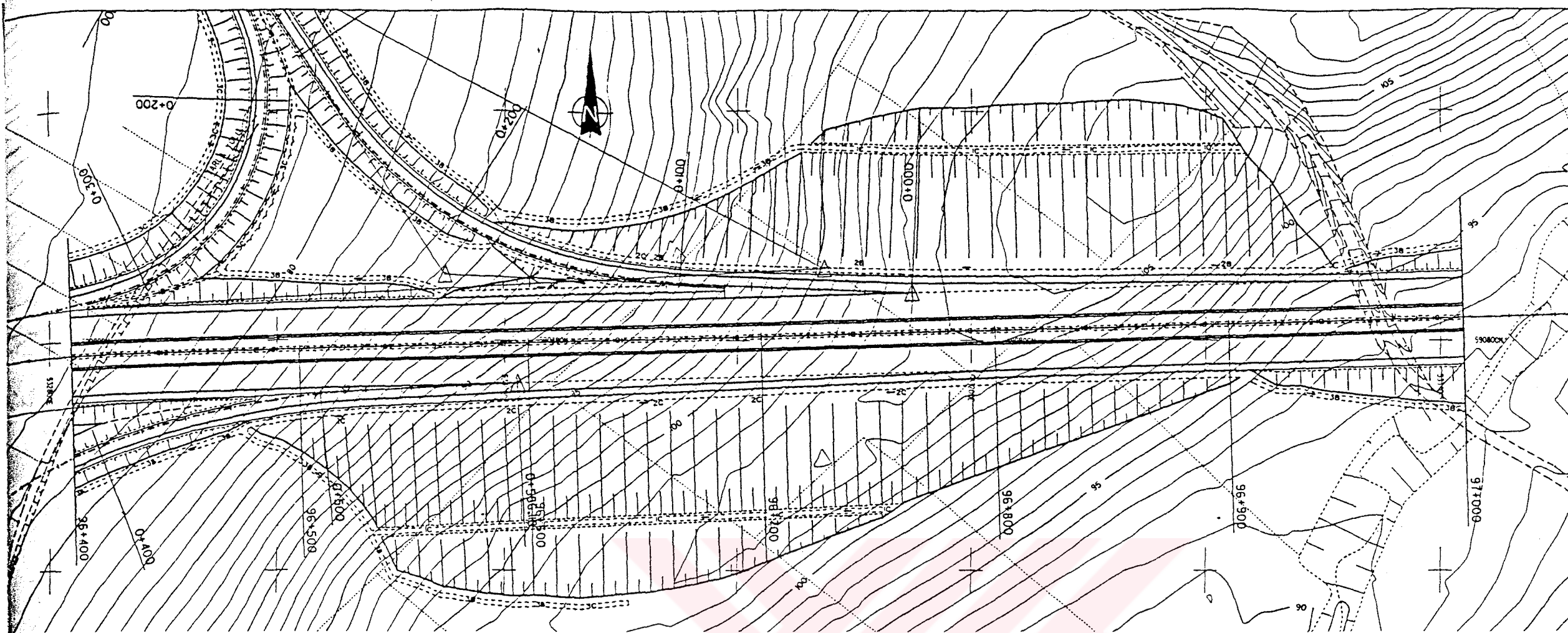
Name Title	Division Director	Date Submitted To: Mr. [Name]
---------------	----------------------	----------------------------------

Page No. 17528	Serial No. Y21-0004-12	Index A
-------------------	---------------------------	------------

11528	721 300 1 12	10
-------	--------------	----



1	3/2	GT	CURVE LENGTH CONNECTED
T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ			
 DOĞUŞ İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.			
EDİRNE-KINALI OTYOLU MOTORWAY			
KAVŞAĞI 4 BAĞLANTI YOLU 4L PROFİL			
INTERCHANGE 4 LINK ROAD 4L PROFILE			
ARUP BOTEK PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ DESIGN AND ENGINEERING SERVICES			
Scale	1:1000/200	Date	07/1990
Drawn	A. SÖNME	Check	OAP/CAD
URM - SOHP - LGM	Drawing Date: 07/1990		
 Haldun DINCMAN			
17528	Y2I-0004-13	1	



YATAY KURBLAR
HORIZONTAL ALIGNMENT
PROFİL
VERTICAL ALIGNMENT
DEYER
SUPERELEVATION
KURBAZ KOT
PROPOSED LEVEL
YERİYAN KOT
GROUND LEVEL
BAŞLANGICA UZAKLIK
STATIONAGE

STATIONAGE	PROPOSED LEVEL	GROUND LEVEL
96+400.00	81.477	77.414
96+410.00	81.642	77.875
96+420.00	81.910	78.097
96+430.00	82.131	78.493
96+440.00	82.354	78.879
96+450.00	82.581	79.426
96+460.00	82.810	80.000
96+470.00	83.042	80.559
96+480.00	83.277	81.199
96+490.00	83.515	81.876
96+500.00	83.756	82.710
96+510.00	83.999	83.442
96+520.00	84.245	84.140
96+530.00	84.494	84.746
96+540.00	84.746	85.001
96+550.00	85.001	85.259
96+560.00	85.259	85.520
96+570.00	85.520	85.783
96+580.00	85.783	86.040
96+590.00	86.040	86.319
96+600.00	86.319	86.591
96+610.00	86.591	86.866
96+620.00	86.866	87.144
96+630.00	87.144	87.424
96+640.00	87.424	87.708
96+650.00	87.708	87.994
96+660.00	88.284	88.284
96+670.00	88.576	88.576
96+680.00	88.871	88.871
96+690.00	89.168	89.168
96+700.00	89.469	89.469
96+710.00	89.773	89.773
96+720.00	90.079	90.079
96+730.00	90.388	90.388
96+740.00	90.699	90.699
96+750.00	91.010	91.010
96+760.00	91.321	91.321
96+770.00	91.632	91.632
96+780.00	91.943	91.943
96+790.00	92.254	92.254
96+800.00	92.565	92.565
96+810.00	92.876	92.876
96+820.00	93.187	93.187
96+830.00	93.498	93.498
96+840.00	93.809	93.809
96+850.00	94.120	94.120
96+860.00	94.431	94.431
96+870.00	94.742	94.742
96+880.00	95.053	95.053
96+890.00	95.364	95.364
96+900.00	95.675	95.675
96+910.00	95.986	95.986
96+920.00	96.298	96.298
96+930.00	96.609	96.609
96+940.00	96.920	96.920
96+950.00	97.231	97.231
96+960.00	97.542	97.542
96+970.00	97.853	97.853
96+980.00	98.164	98.164
96+990.00	98.475	98.475

A 1/500 GT. HOODS AS PER REVIEW.

T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DOĞUŞ İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.

EDİRNE-KINALI OTYOLU MOTORWAY

YOL PLANI VE PROFİLİ

ROAD LAYOUT PLAN AND PROFILE

KM. 96+400 - 97+000

ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

1:1000/200 11/1991

OAP/CAD

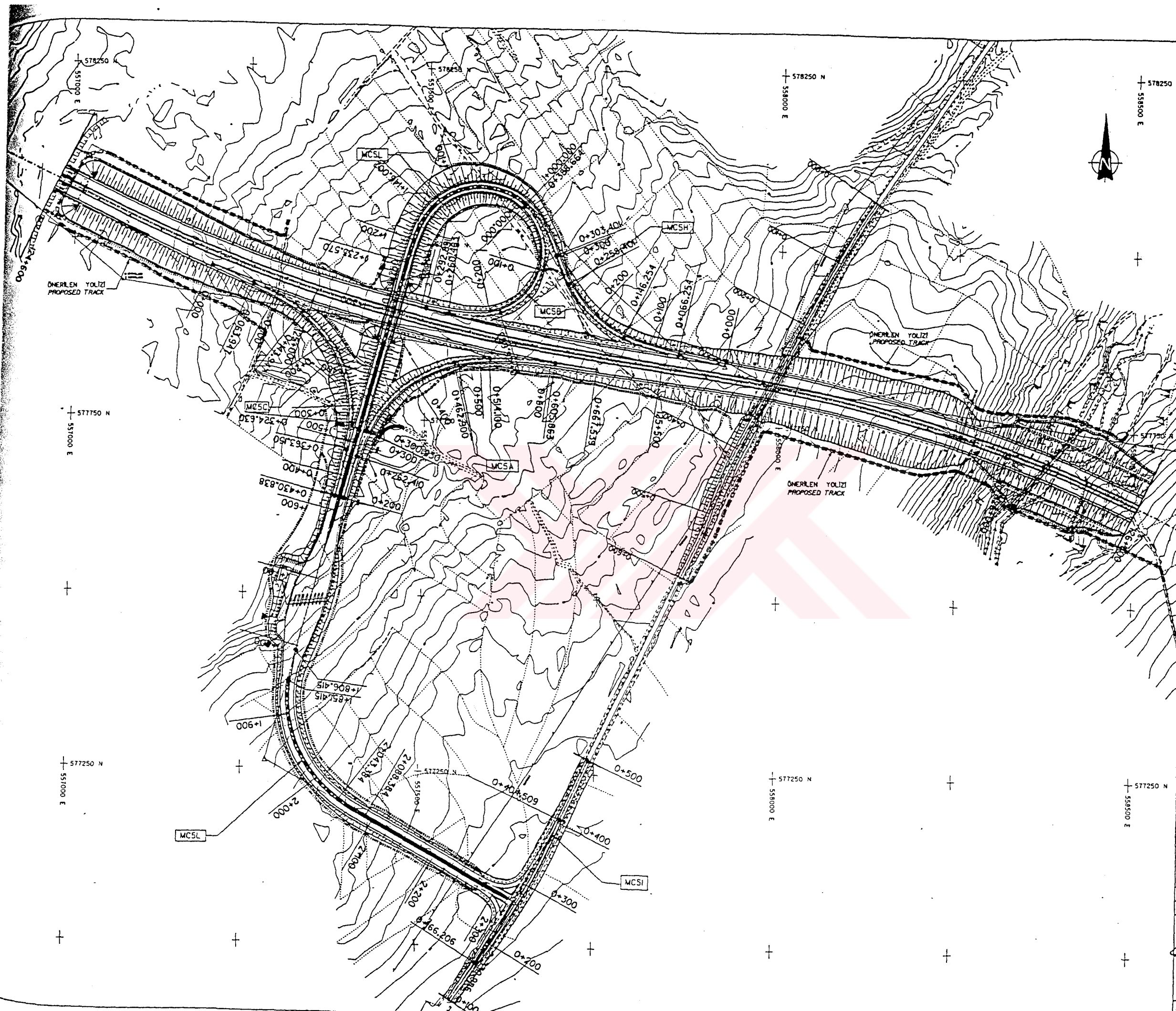
İSİM - SOYİSİ - LGSİ
MART
Haldun DİNÇHAN

17528 YII-0900-II A

NOTLAR

L YOLU GÖZERGİ DETAYLARI AŞAĞIDAKİ
ÇİZİMLERE BAKILIR:-YH-1200-08
YH-1200-09
YH-1200-10

NOTES

FOR DETAILS OF TRACK ALIGNMENTS REFER
TO DRAWINGS:-YH-1200-08
YH-1200-09
YH-1200-10

T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



DOĞU İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.

EDİRNE-KINALI OTYOLU
MOTORWAYYOL PLANI
KAVŞAK 5ROAD LAYOUT PLAN
INTERCHANGE 5

KM. 125+110

ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

Scale: 1:2500/ Date: 10/1991

C. DOLGUN OAP/CAD

LİM - SCHMIDT LİM

MART. 1991

H. DİNÇER

H. DİNÇER

H. DİNÇER

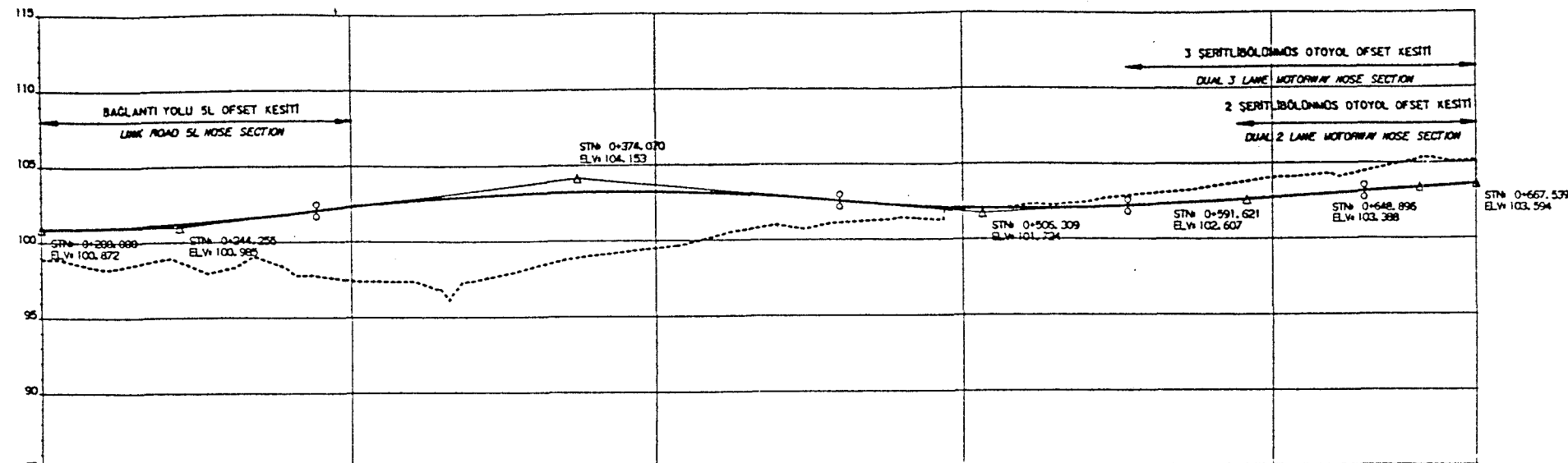
H. DİNÇER

H. DİNÇER

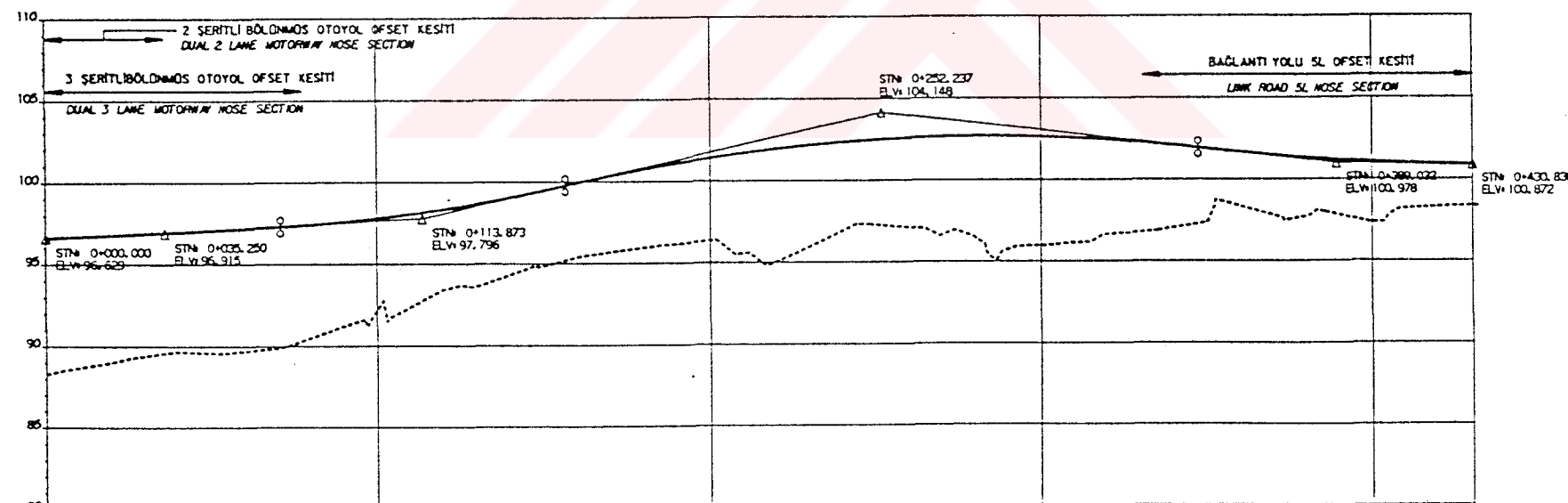
H. DİNÇER

H. DİNÇER

H. DİNÇER



YATAY KURBLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	ALINYMAN STRAIGHT				
PROFIL VERTICAL ALIGNMENT	K=40.5 L= 88.510 K=40 L= 171.220 K=32.5 L= 93.358 K=235 L= 77.264 K=42.857 L= 37.286				
DEVER SUPERELEVATION	G=0.255333% G=2.440758% G=-1.83725% G=1.035325% G=1.3640% G=1.033%				
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	100.872	100.910	100.972	101.050	101.172
SIYAH KOT GROUND LEVEL	98.655	98.228	98.532	98.899	98.180
BASLANGICA UZAKLIK CHAINAGE	0+200.000	0+210.000	0+220.000	0+230.000	0+240.000



YATAY KURBLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	ALINYMAN STRAIGHT				
PROFIL VERTICAL ALIGNMENT	K=228.5 L= 70.500 K=25 L= 86.746 K=27.5 L= 189.984 K=40.5 L= 83.64				
DEVER SUPERELEVATION	G=0.812330% G=1.20863% G=4.59072% G=-2.31765% G=-0.25318%				
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	96.629	96.712	96.800	96.892	96.989
SIYAH KOT GROUND LEVEL	96.715	96.087	96.456	96.660	96.588
BASLANGICA UZAKLIK CHAINAGE	0+000.000	0+010.000	0+020.000	0+030.000	0+040.000

5A

5C

T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



DOĞUŞ İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.

EDİRNE-KINALI OTOYOLU
MOTORWAYKAVŞAĞI 5
5A VE 5C KAVŞAK
KOLLAR
PROFİLINTERCHANGE 5
SLIP ROADS 5A AND 5C
PROFILESARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

H0000/200 04/1990

OAP/CAD

LİSANS - SÖMME - LİSANS

MART

MART

MART

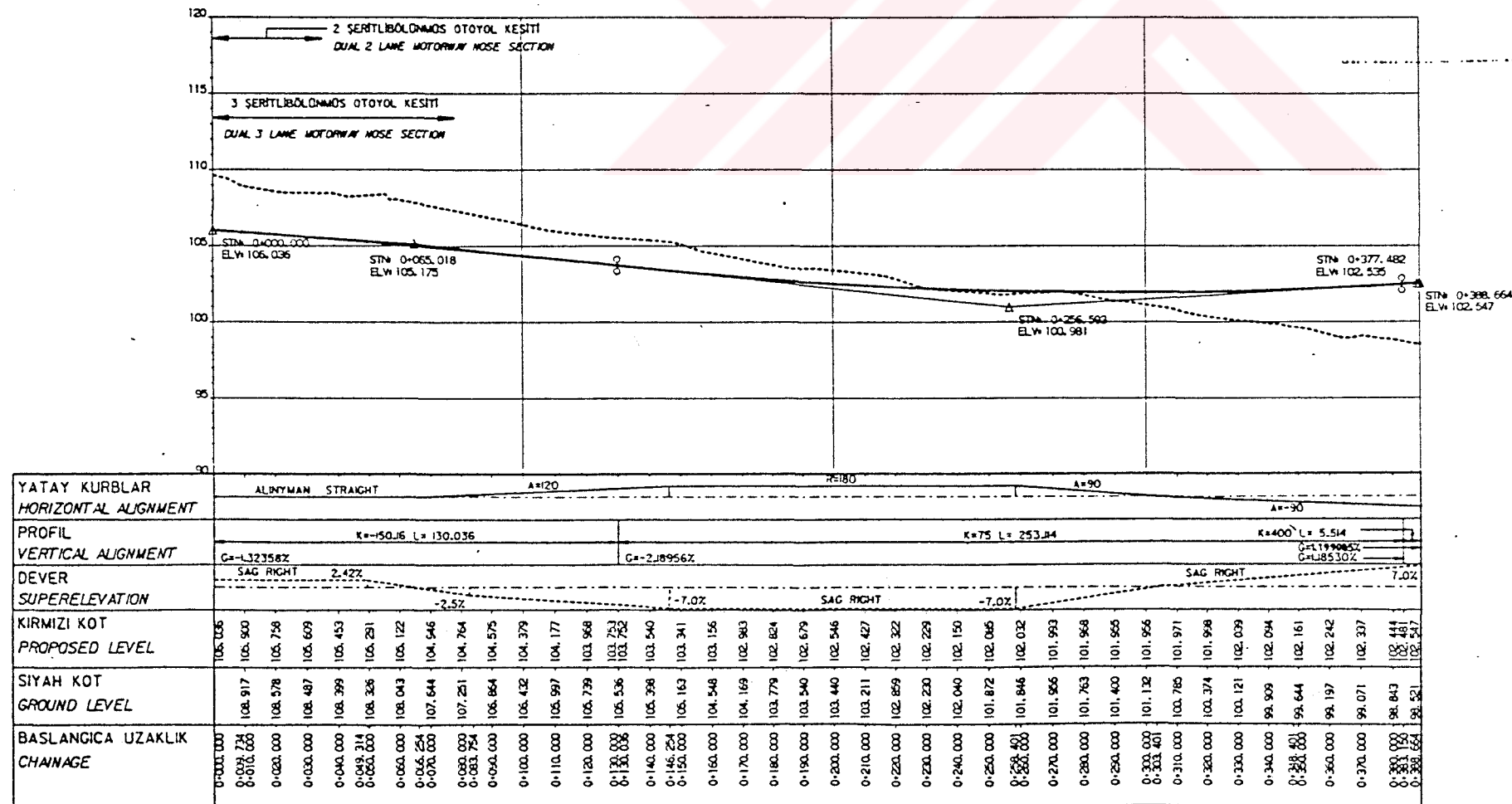
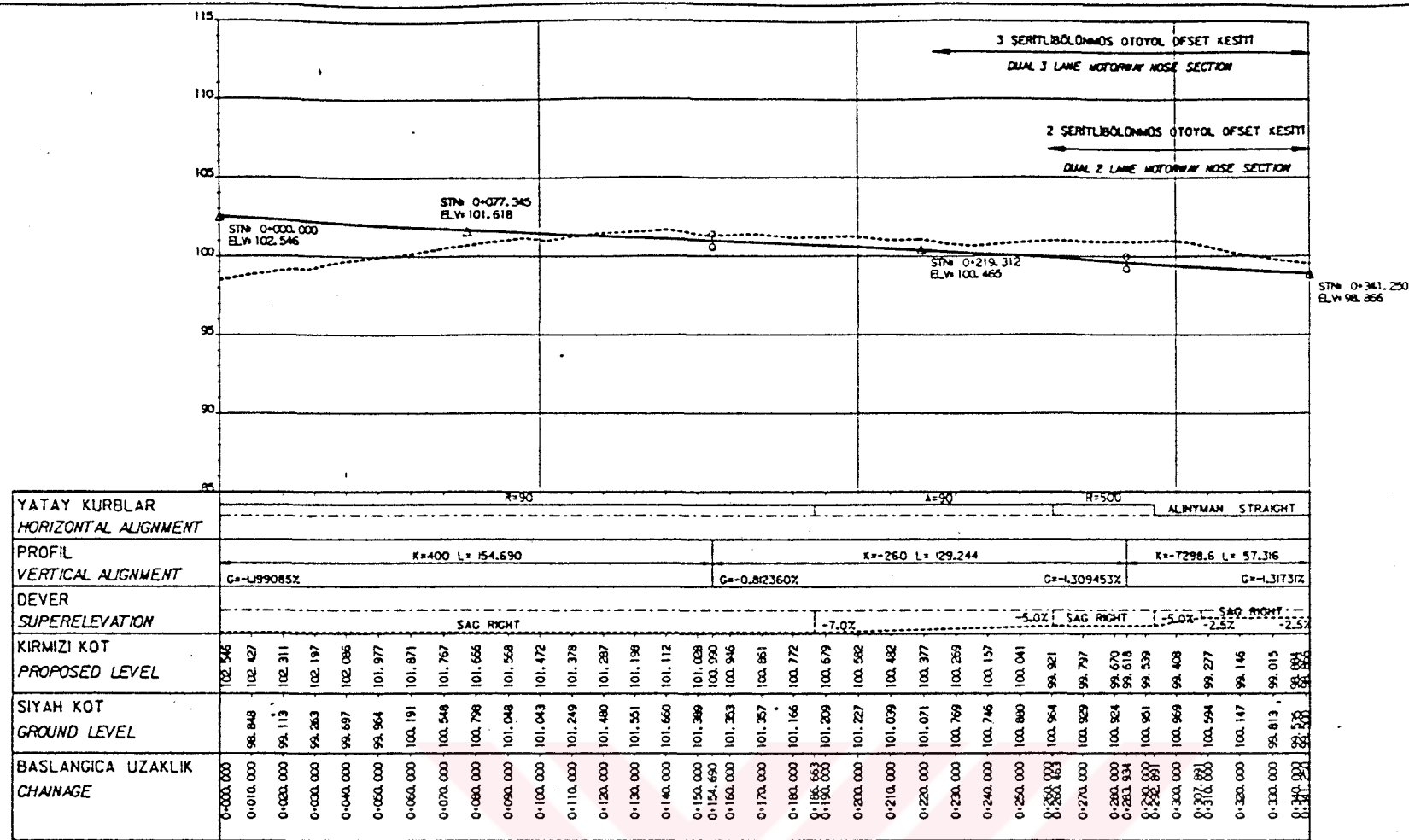
MART

MART

MART

MART

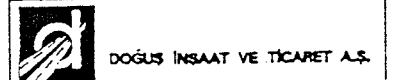
58



5H

A 5/10 C.C. MODS. AS PER REVIEW.

T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



EDİRNE-KINALI OTODOLU MOTORWAY

KAVŞAĞI 5
5B VE 5H KAVŞAK
KOLLAR
PROFIL

INTERCHANGE 5
SLIP ROADS 5B AND 5H
PROFILES

ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

H1000/200 04/1990

OAP/CAD

LİSANS - SCMP - LİSANS

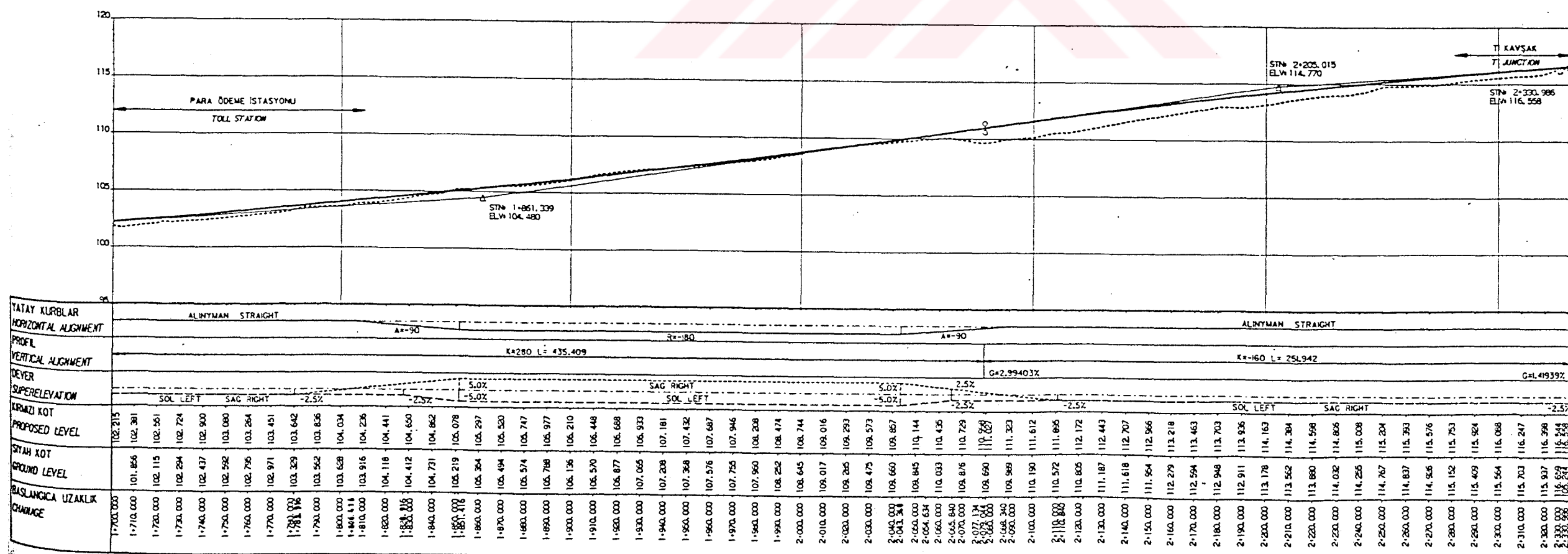
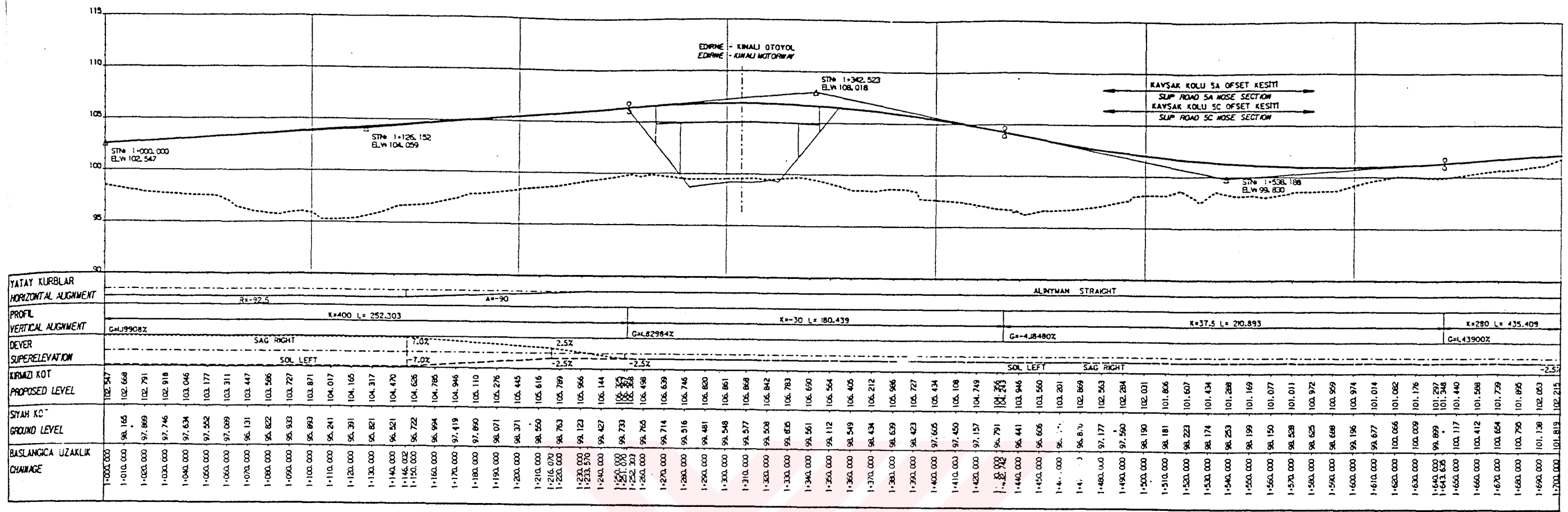
MART

Haldun DİNÇMAN

Y21-0005-12

A

17528



T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DOĞUS İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.

EDİRNE-KINALI OTODOLU MOTORWAY

KAVSAĞIŞ BAĞLANTI YOLU 5L PROFİL

INTERCHANGE 5 LINK ROAD 5L PROFILE

ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

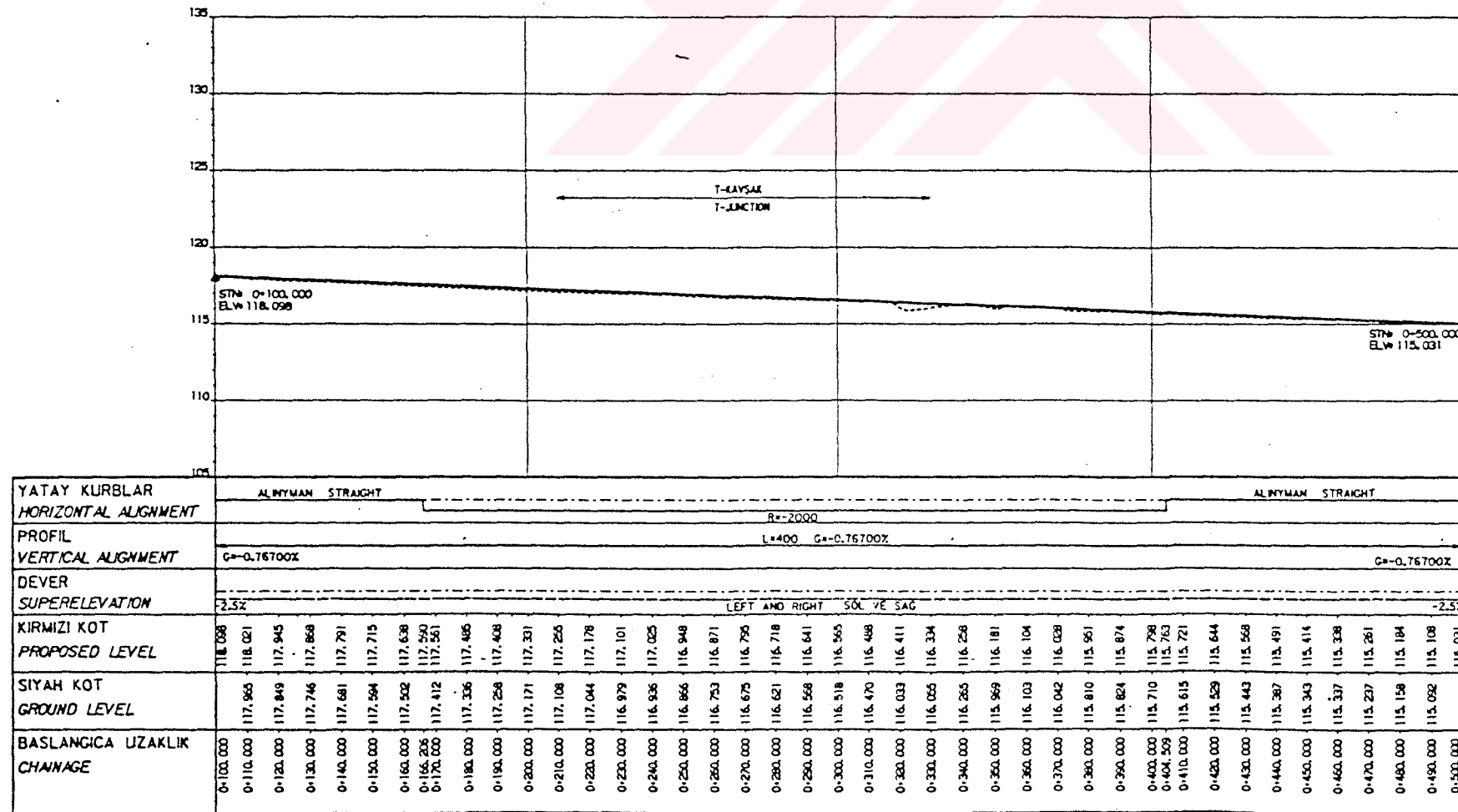
1:1000/200 04/1990

SO MOORE OAP/CAD

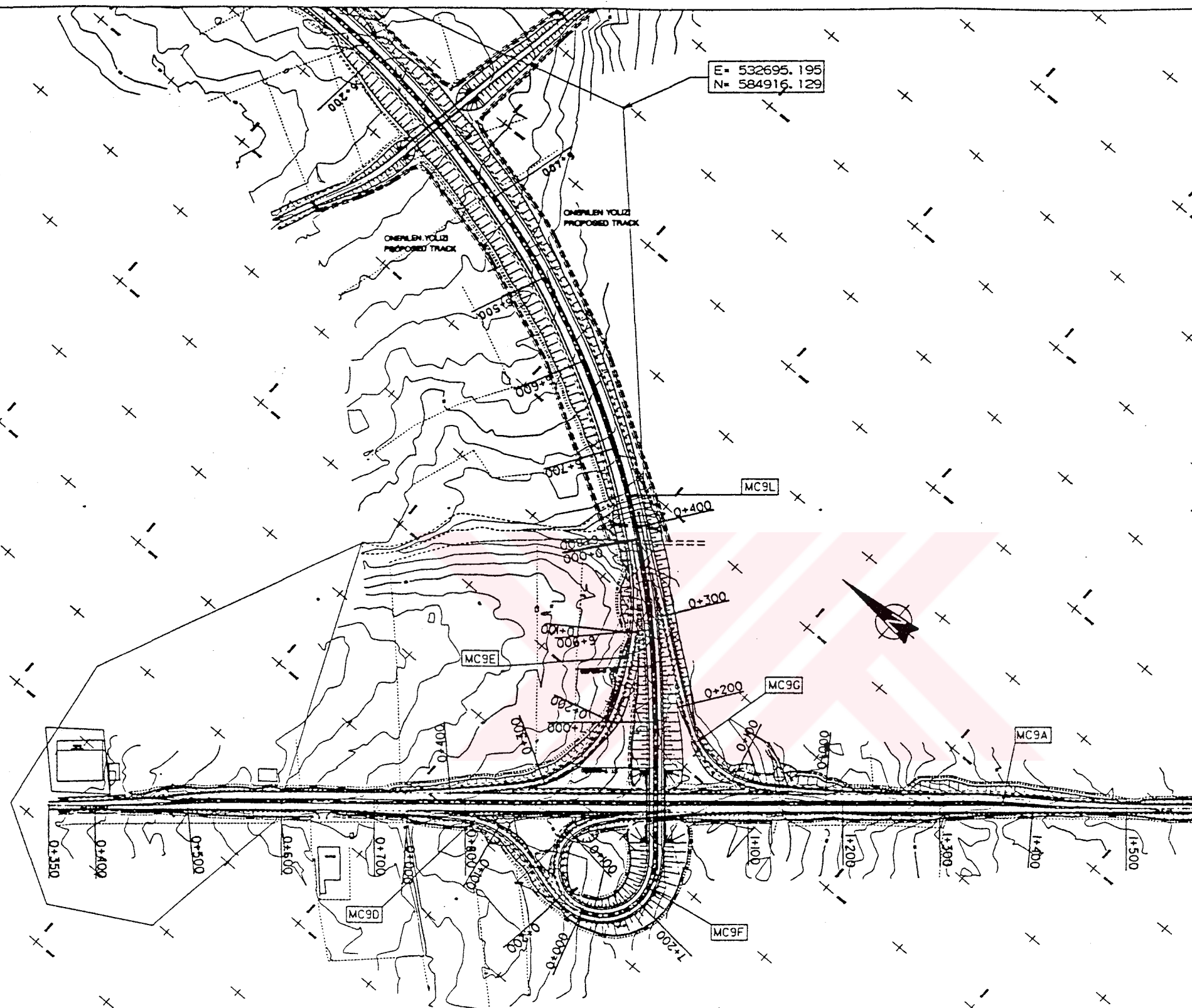
Y. MART

Y. DİNÇMAN

17528 Y21-0005-13 A



A	7/91	GT	TITLE	REVISED
T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ				
DOĞU İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.				
EDİRNE-KINALI OTODOLU MOTORWAY				
KAVŞAK 5 A SINIFI TALI YOL MCSI PROFİLİ				
INTERCHANGE 5 CLASS A SIDE ROAD MCSI PROFILE				
ARUP BOTEK PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ DESIGN AND ENGINEERING SERVICES				
Scale: 1:8000/1:200 Date: 7/1991				
Drawing: 1:200 Date: 04P/CAD				
LİSANS - SÖZMÜ - LİSANS				
MART 1991				
Haldun DİNÇMAN				
17528	Y21-0005-14	A		



A	2/92	BRE	MOOS AS PER REVIEW

T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



DOĞUŞ İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.

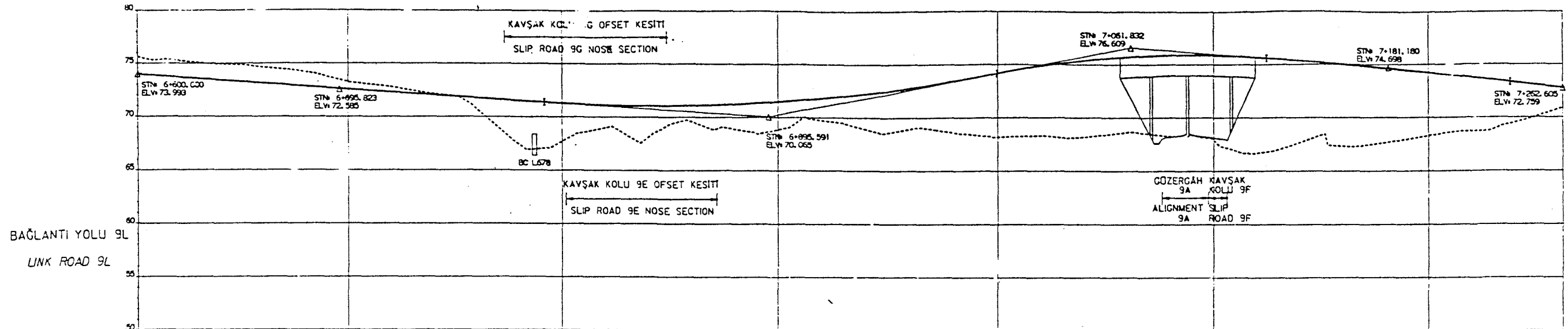
EDİRNE-KINALI OTTOYOLU
MOTORWAYYOL PLANI
KAVŞAK 9ROAD LAYOUT PLAN
INTERCHANGE 9ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

Scale	1:2500/	Date	11/1991
Project	C DOLLING	Client	OAP/CAD

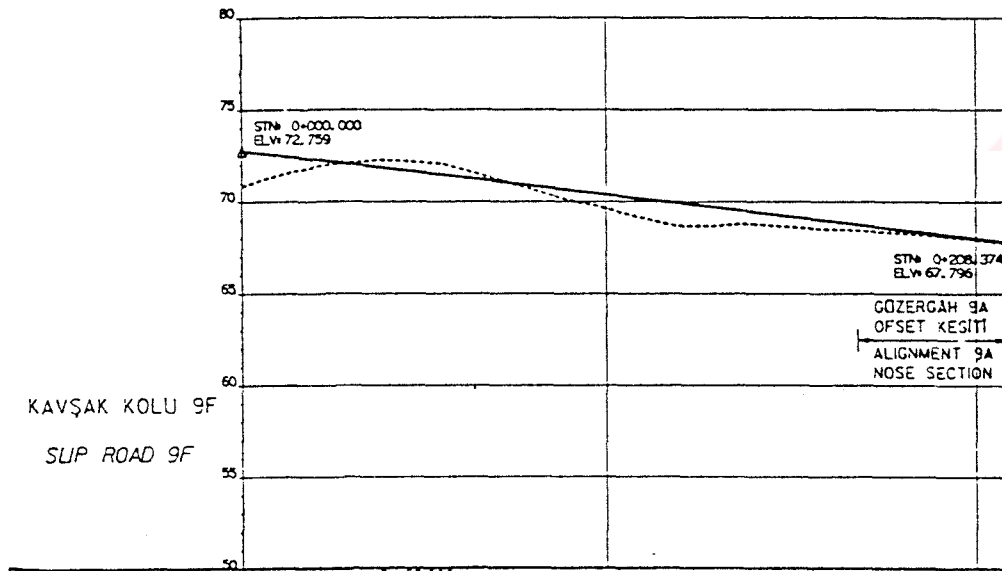
URB - SOMP - LGM	17	MAR 1991
------------------	----	----------

KEAM	17	MAR 1991
------	----	----------

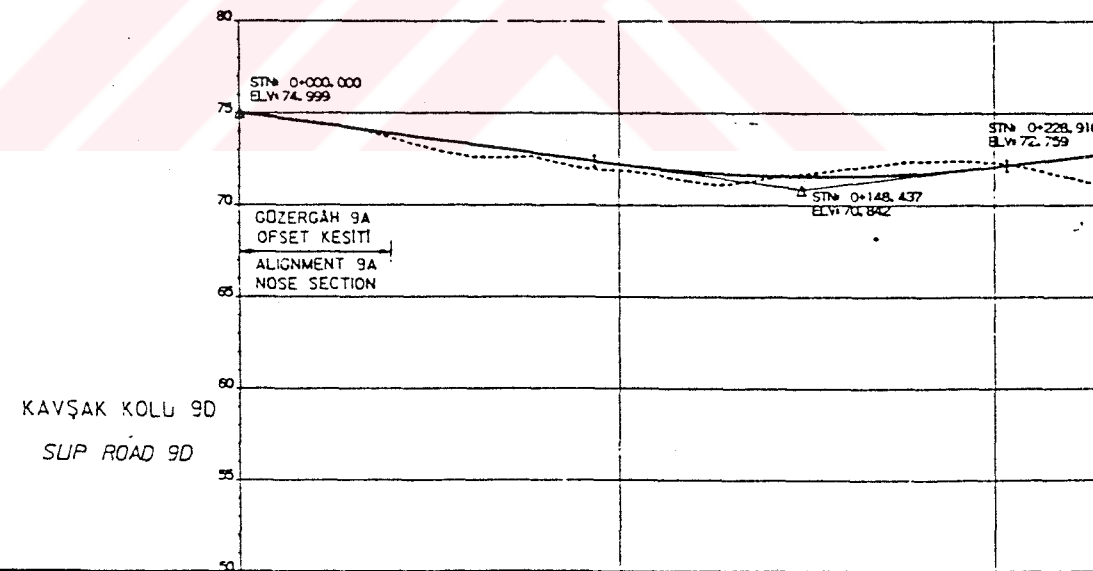
17528	Y21-0009-01	A
-------	-------------	---



YATAY KURBLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	R=1000									
PROFIL	A=133.333									
VERTICAL ALIGNMENT	ALNMAN STRAIGHT									
DEVER	A=60.000									
SUPERELEVATION	R=52.500									
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	L=24.370									
SIYAH KOT GROUND LEVEL	G=-2.381742									
BASLANGICA UZAKLIK CHAINAGE	G=-1.46982									

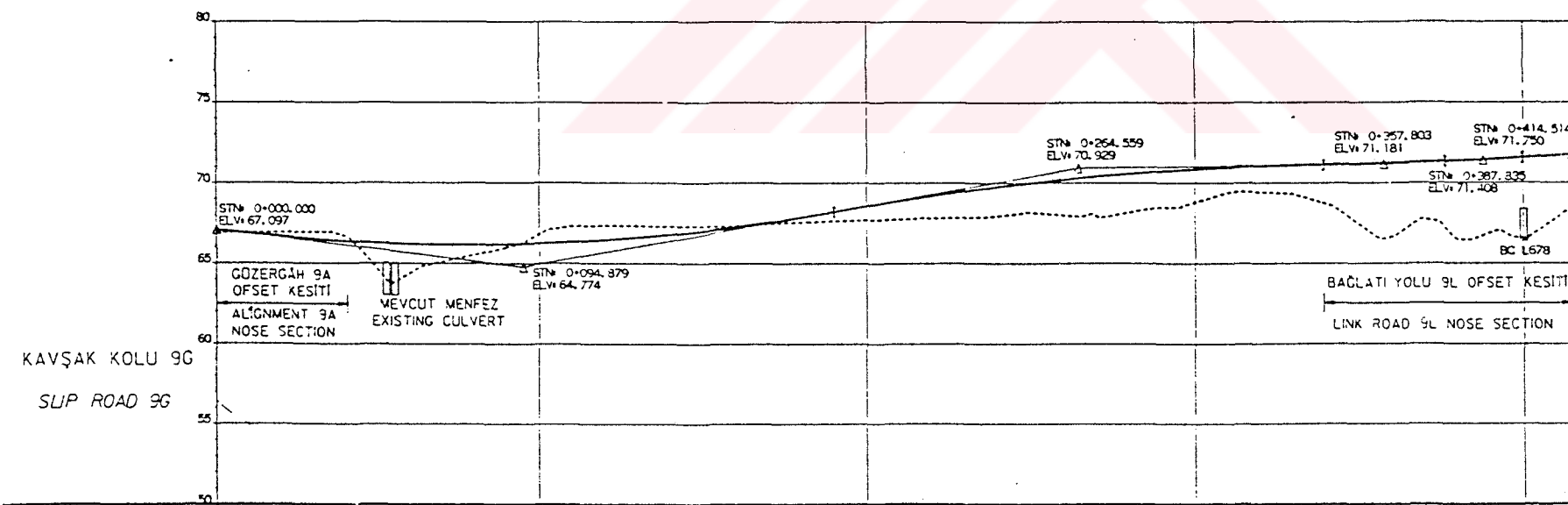


YATAY KURBLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	R=50.000									
PROFIL	A=60.000									
VERTICAL ALIGNMENT	ALNMAN STRAIGHT									
DEVER	A=60.000									
SUPERELEVATION	G=-2.381742									
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	L=208.374									
SIYAH KOT GROUND LEVEL	G=-2.381742									
BASLANGICA UZAKLIK CHAINAGE	G=-2.381742									



YATAY KURBLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	R=50.000									
PROFIL	A=60.000									
VERTICAL ALIGNMENT	ALNMAN STRAIGHT									
DEVER	A=60.000									
SUPERELEVATION	G=-2.800292									
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	L=93.578									
SIYAH KOT GROUND LEVEL	G=-2.800292									
BASLANGICA UZAKLIK CHAINAGE	G=-2.800292									

A	amc	MLG.	Supervision over bridge amended
No.	Tarithrapan		
Mark	Date	By	Rev.

[illegible]

YATAY KURBLAR HORIZONTAL ALIGNMENT	ALINYMAN STRAIGHT		A=+58.000		Z=+90.000		A=+58.000		Z=+421.717																																
PROFIL	K=+31.228 L= 189.757						K=+44.560 L= 149.603				K=+75.754 L=36.387	K=+44.248 L=15.08																													
VERTICAL ALIGNMENT	G=+2.44890%						G=+3.62767%				G=+0.27026%	G=+0.75719%	L=231.78	G=+1.281%																											
DEVER																																									
SUPERELEVATION	-2.50% SAG RIGHT -2.50%						-7.00% SAG RIGHT -7.00%				-3.50% SAG RIGHT -2.5%																														
KIRMIZI KOT PROPOSED LEVEL	67.097	66.868	66.671	66.506	66.374	66.273	66.204	66.167	66.163	66.139	68.234	68.575	68.704	68.944	69.210	69.493	69.755	69.993	70.210	70.404	70.575	70.724	70.851	71.006	71.133	71.167	71.215	71.276	71.321	71.350	71.446	71.564	71.695								
SIYAH KOT GROUND LEVEL	66.928	66.938	66.948	66.674	66.476	66.473	66.127	66.568	66.994	66.821	67.256	67.322	67.329	67.308	67.328	67.699	67.751	67.816	67.852	67.954	68.164	67.989	67.946	68.177	68.484	68.734	68.909	69.009	69.332	69.710	67.477	66.648	67.759	66.484	66.562	67.802					
BASLANGICA UZAKLIK CHAINAGE	0+000.000	0+010.000	0+020.000	0+030.000	0+040.000	0+050.000	0+060.000	0+070.000	0+080.000	0+090.316	0+100.000	0+110.000	0+120.000	0+130.000	0+140.000	0+150.000	0+160.000	0+170.000	0+180.000	0+190.000	0+200.000	0+210.000	0+220.000	0+230.000	0+240.000	0+250.000	0+260.000	0+270.000	0+280.000	0+290.000	0+300.000	0+310.000	0+320.000	0+330.000	0+340.000	0+350.000	0+360.000	0+370.000	0+380.000	0+390.000	0+400.000

T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ



DOĞUS İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.

EDİRNE-KINALI OTYOLU
MOTORWA

KAVŞAĞI 9
9E VE 9G KAVŞAK
KOLLARI PROFİL

INTERCHANGE 9
SLIP ROADS 9E AND 9G
PROFILES

ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

1:1000/200 08/90

1	000007	ENIG			
2	000008	GAB/GAD	Kontrol	4	SCHUL

Designed HG UAF/LAD Checked 2. 2. 2. 2.

UBM - SOWP - GMI

2000

17 MARCH 1964

10. PART III

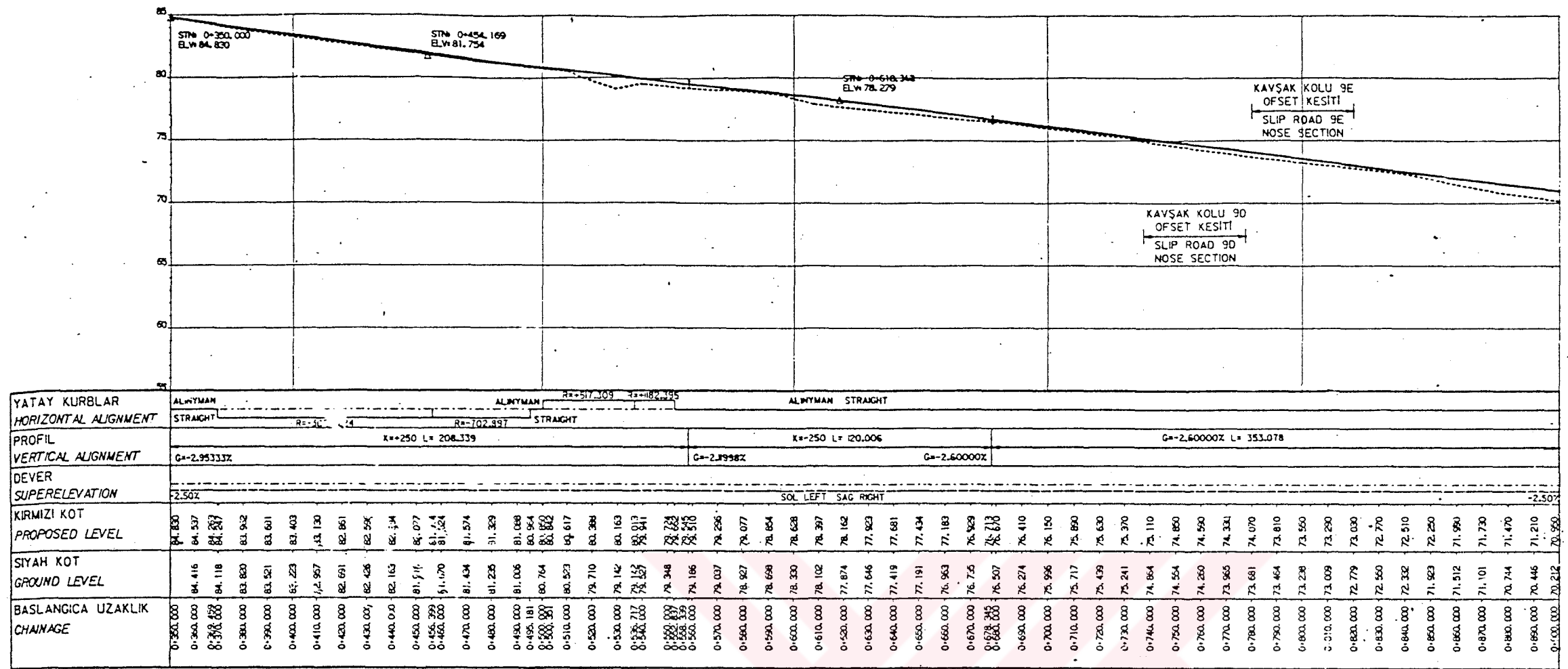
KGM	Kapost	Control
-----	--------	---------

2/22/20

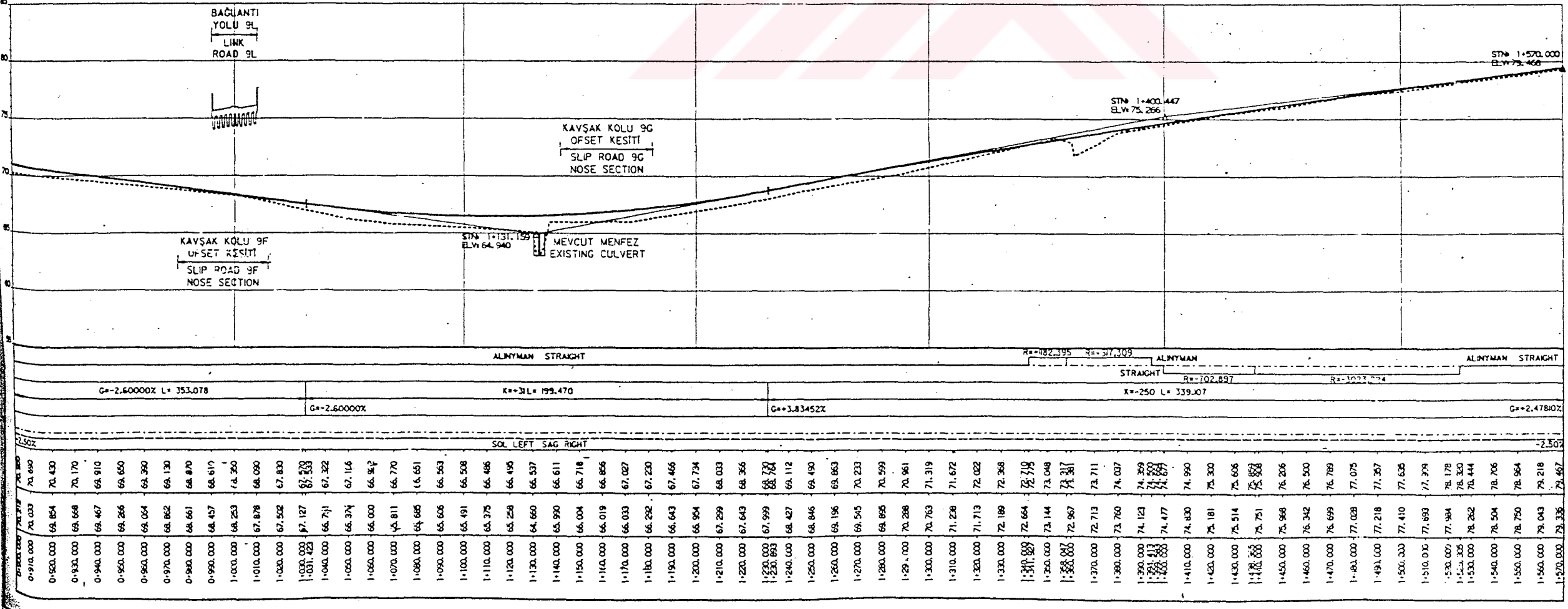
Haldun DINCAN

Editor	Chairman	Editor	Chairman
Secretary	Secretary	Secretary	Secretary

	䷊ ䷋ ䷌ ䷍ ䷎ ䷏ ䷐ ䷑ ䷒ ䷓ ䷔ ䷕ ䷖ ䷗ ䷘ ䷙ ䷚ ䷛ ䷜ ䷝ ䷞ ䷟ ䷠ ䷡ ䷢ ䷣ ䷤ ䷥ ䷦ ䷧ ䷨ ䷩ ䷪ ䷫ ䷬ ䷭ ䷮ ䷯ ䷰ ䷱ ䷲ ䷳ ䷴ ䷵ ䷶ ䷷ ䷸ ䷹ ䷺ ䷻ ䷼ ䷽ ䷾ ䷿	䷀ ䷁ ䷂ ䷃ ䷄ ䷅ ䷆ ䷇ ䷈ ䷉ ䷊ ䷋ ䷌ ䷍ ䷎ ䷏ ䷐ ䷑ ䷒ ䷓ ䷔ ䷕ ䷖ ䷗ ䷘ ䷙ ䷚ ䷛ ䷜ ䷝ ䷞ ䷟ ䷠ ䷡ ䷢ ䷣ ䷤ ䷥ ䷦ ䷧ ䷨ ䷩ ䷪ ䷫ ䷬ ䷭ ䷮ ䷯ ䷰ ䷱ ䷲ ䷳ ䷴ ䷵ ䷶ ䷷ ䷸ ䷹ ䷺ ䷻ ䷼ ䷽ ䷾ ䷿
---	--	---



GÜZERGAH 9A ALIGNMENT 9A



A 10/90 GT MODS AS PER REVIEW

T.C. KARAYOLLARI GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

DOĞUS İNŞAAT VE TİCARET A.Ş.

EDİRNE-KINALI OTTOYOLU MOTORWAY

KAVŞAĞI 9
GÜZERGAH 9A
PROFİL.

INTERCHANGE 9
ALIGNMENT 9A
PROFILE.

ARUP BOTEK
PROJE VE MÜHENDİSLİK HİZMETLERİ
DESIGN AND ENGINEERING SERVICES

Scale: 1:1000/200 Date: 08/90

Drawn: [Signature] Checked: [Signature] Approved: [Signature]

17528 Y21-0009-13 A

Ek 4. Edirne - Kınalı Otoyolunda Bazı Kesimlerin Boykesiti

(Bu boykesitte deneysel ve gözlemsel çalışmalar yapmak üzere açılan çukurlar işlenmiştir.