
**YUMUŞAK TABAN ZEMİNİNDE OTOYOL GÜZERGAHI OPTİMİZASYONU
TAG OTOYOLU - EVRİ BATAKLIĞI**

**MOTORWAY ALIGNMENT OPTIMIZATION ON SOFT SUBSOIL
TAG MOTORWAY - EVRİ SWAMP AREA**

H. Turan Durgunoğlu ⁽¹⁾
Tankut Balkır ⁽²⁾
Çetin Fırat ⁽²⁾
Turhan Karadayılar ⁽³⁾
Salih Aksoy ⁽²⁾
H. Fatih Kulaç ⁽³⁾

ÖZET

Otoyol projelendirmesinde yumuşak zeminler üzerinde yeralan güzergahın planda ve profilde optimizasyonu yapım maliyetlerini ve zamanlamasını doğrudan etkileyen bir husustur. Bu amaçla, TAG Otoyolu, Evri Bataklığı geçişi bir vaka analizi şeklinde incelenmiştir. Koridor çalışmaları, ön proje ve uygulama projesi aşamalarında planlanan ve gerçekleştirilen, statik penetrasyon deneyleri, arazi veyn deneyleri ve sondajlardan oluşan kapsamlı geoteknik arazi etüdüleri sonuçlarına dayanılarak otoyol güzergahının optimizasyonu ile ulaşılan ekonomik çözümler karşılaştırmalı olarak sunulmuştur.

ABSTRACT

Optimization of the plan and profile of motorway alignment located on soft subsoil is one of the major concerns affecting the construction costs and scheduling. For this purpose, Evri swamp area crossing in TAG Motorway is investigated as a case study. The comparative evaluation of economic solutions achieved as result of optimization based on the detailed geotechnical site investigations which consists of static cone penetration testing, field vane testing and borings performed in various design stages are presented.

1. GİRİŞ

Otoyolların projelendirilmesinde güzergah seçimi tüm projelendirmeyi birinci derecede etkileyen ve otoyol yapım maliyetlerini doğrudan ilgilendiren en başta gelen husustur. Otoyol güzergahlarının nihai konumunu alması bir dizi projelendirme safhası sonucunda oluşmaktadır. Yapım maliyetleri ile birinci derecede ilgili olan bu hususun projelendirme safhalarındaki önemi ve özellikle karşılaşılan zemin koşulları ile olan doğrudan ilişkisi, son yıllarda ülkemizde oluşturulan otoyollar ağı ve yürütülen çalışmaların yoğunluğu gözönüne alındığında ortaya daha belirgin olarak çıkmaktadır.

(1) Boğaziçi Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü

(2) Karayolları Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı

(3) Zetaş Zemin Teknolojisi A.Ş.

Bu çalışma kapsamında, yumuşak zemin koşullarında otoyol güzergahı optimizasyonunda (Tarsus-Pozantı) Ayrımı - Adana - Toprakkale - Gaziantep (TAG) Otoyolu bünyesinde yer alan Evri Bataklığı geçişi bir vaka çalışması şeklinde incelenmiştir.

2. TAG OTOYOLU

TAG otoyolu, (Tarsus-Pozantı) ayrımından (~Km 44) başlayarak doğu yönünde Adana (~Km 70) ilini geçmekte ve sonra Ceyhan, Toprakkale ve Nur dağları üzerinden Gaziantep'e (~Km 302) ulaşan yaklaşık 260 km uzunluğunda bir otoyol olarak projelendirilmekte ve inşa edilmekte olup ilk 70 kilometrelik kesimi halihazırda ulaşım açılmış bulunmaktadır. Günümüzde halen projelendirme ve inşaat çalışmalarının devam ettiği otoyolun yaklaşık Km 253-260 arasındaki kesimi Kahramanmaraş ilinin güneyinde yer alan Evri ovası üzerinde yer almaktadır. Otoyol güzergahı optimizasyonuna konu olan Evri Bataklığı geçişi, güzergahın yumuşak siltli kil taban zeminini üzerinde yer aldığı yaklaşık yedi kilometrelik kesimini oluşturmaktadır. Güzergah optimizasyonu çalışmalarının yapıldığı bu kesimde koridor, ön ve uygulama projelendirme aşamalarında özellikle geoteknik ölçüm ve değerlendirmelere ağırlık veren yoğun ve kapsamlı saha, laboratuvar ve projelendirme çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

3. YEREL JEOLJİ

Söz konusu otoyol kesimi, paleozoik yaşlı kireçtaşları ve marnlardan oluşan dağlık Gaziantep platosuna otoyol güzergahının tırmanmadan önce yer aldığı Evri ovasıdır. Güzergahın bu kesiminde, otoyol düz Evri ovasını yaklaşık yedi (7) kilometre uzunluğunda bir dolgu ile geçmektedir. Esasen eskiden "bataklık alan" olarak bilinen bu kesimde daha sonra Devlet Su İşleri'nin yürüttüğü drenaj çalışmaları sonucunda özellikle yüzeye yakın zemin özelliklerinde nisbi bir iyileşme gerçekleşmiştir. Mevcut koşullarda yapılan drenaj çalışmaları sonucu bataklık niteliğini kaybetmiş olmakla birlikte, genelde doğal zemin seviyesine oldukça yakın olan yeraltı su seviyesi, karşılaşılan ince daneli zeminlerin yüksek organik madde içerikleri ve çok düşük kayma mukavemeti ile değişken özellikleri, güzergahın bu kesimde nihai yerleşiminin belirlenmesinde önemli rol oynamıştır.

4. PROJELENDİRME AŞAMALARI

TAG otoyolu bünyesinde projelendirme çalışmaları, koridor çalışmaları(1/25000 ölçekte)[1], ön projelendirme (1/5000 ölçekte)[2] ve uygulama projesi çalışmaları (1/1000 ölçekte)[3] olmak üzere üç aşamada yürütülmüştür. Söz konusu otoyol güzergahında koridor çalışmaları sonucunda belirlenen güzergahın yer aldığı kesimde taban zeminin özellikleri ekonomik bir projelendirmeye ulaşabilmesi amacıyla kapsamlı etüdlerle değerlendirilmiştir. Kapsamlı arazi ve laboratuvar çalışmalarına bu kesimde koridor çalışmaları sırasında başlanmış olup, ön proje aşamasında yapılan ilave etüdler sonucunda uygulama projesine esas teşkil edecek güzergah belirlenmiştir. Koridor çalışmaları esnasında yürütülen etüdler sonucunda güzergahın planda optimizasyonu hedeflenmiş, bilahare ön proje aşamasında ilave etüdlerle bu güzergah kesinleştirilmiş ve uygulama projesi aşamasında ise güzergahın profilde optimizasyonu gerçekleştirilmiştir.

5. GEOTEKNİK ARAZİ VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Otoyol güzergahının bu kesimde planda optimizasyonunun yapılmasına yönelik olarak, koridor çalışmaları esnasında kapsamlı bir geoteknik saha etüdü gerçekleştirilmiştir. Bu geoteknik saha

etüdü yumuşak taban zemininin planda yayılımını tespit etmek amacıyla takriben 1.5 km genişliğinde bir koridor içerisinde aralıkları yaklaşık 500 m olan bir ağ oluşturularak yapılan kapsamlı statik penetrasyon deneylerini (CPT) ve pilot sondajları kapsamıştır. CPT deneyleri Karayolları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma Dairesi bünyesindeki GOUDA tipi 20 ton kapasiteli elektrik tip uç kullanılarak gerçekleştirilmiştir.[4]

Koridor çalışmaları esnasında önerilen koridor içerisinde güzergahın planda nihai yerleşiminin belirlenmesi amacıyla toplam 54 ayrı noktada olmak üzere takriben 600 m uzunluğunda CPT deneyi, 11 noktada 19 adet arazi veyn deneyi yapılmıştır. Ayrıca, bu çalışmalara paralel olarak yine bu koridor içerisinde yer alacak şekilde toplam 13 pilot adet sondaj yapılarak, statik penetrasyon ve veyn deneyleri verileri ile korelasyon sağlanmıştır.

Koridor etüdü için yapılan statik penetrasyon deneyleri, sondaj konumları ve incelenen koridor Şekil 1'de gösterilmektedir. Daha sonraki projelendirme aşamaları olan ön proje ve uygulama projeleri aşamalarında ise nihai projelendirmeye yönelik çok sayıda sondaj ve laboratuvar çalışmaları yapılarak taban zemini geoteknik özelliklerini belirlemeye yönelik veriler toplanmıştır. Güzergahın farklı kesimleri için ölçülen, geoteknik parametrelerin derinlikle dağılımları Şekil 2 ve 3'te verilmektedir. Ön proje aşamasında toplanan veriler ve yapılan analizler ile güzergahın profilde optimizasyonu uygulama projesinde gerçekleştirilmiştir.

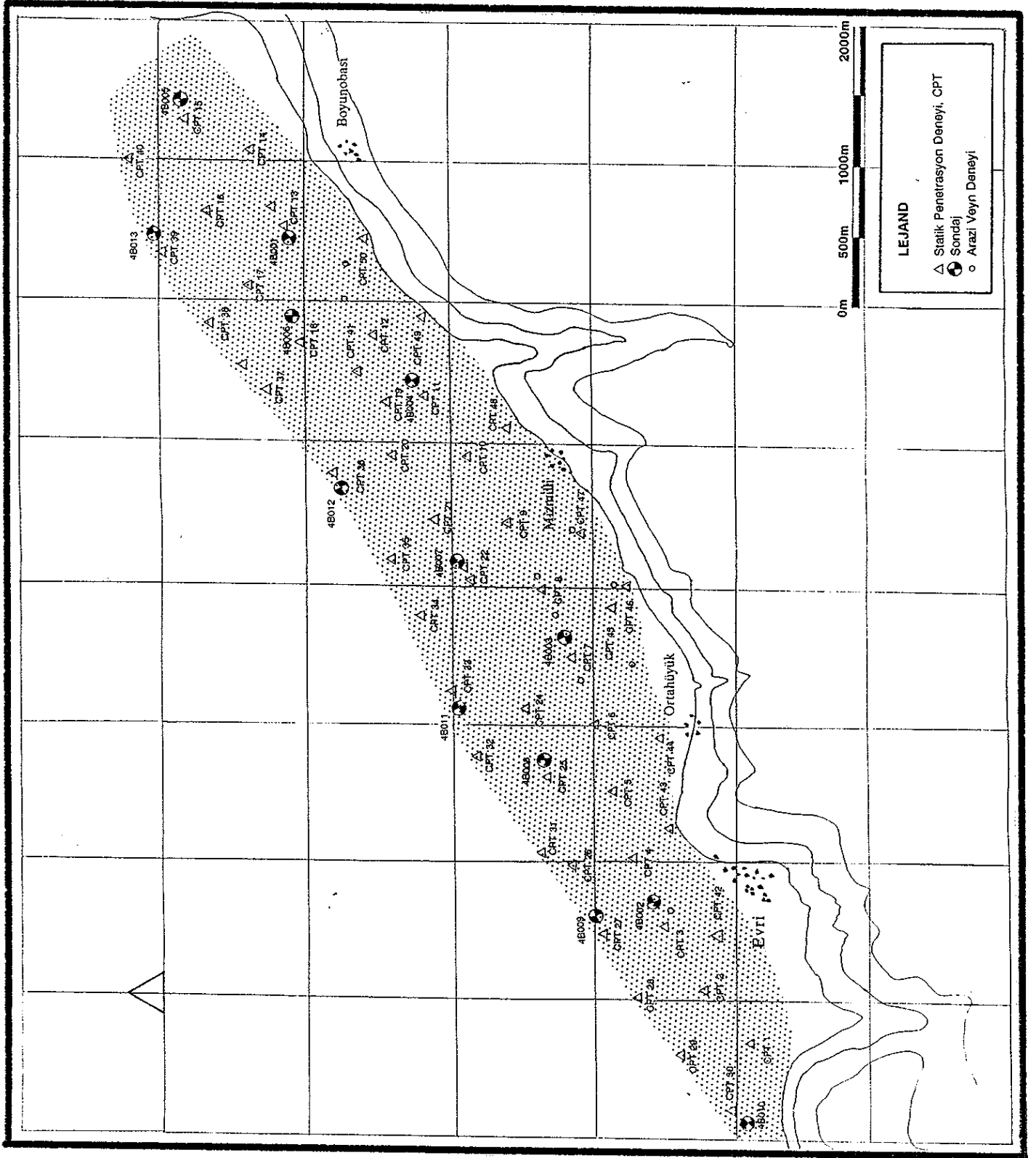
6. PLANDA OPTİMİZASYON

Koridor etüdüleri aşamasında belirlenen otoyol güzergahı Evri ovasını batıda masif kireçtaşı tepeleri üzerinden gelerek, güneydeki dik yamaçlı kireçtaşı tepelerine paralel olarak kuzey doğu istikametinde geçmekte ve doğuya doğru Gaziantep platosunu oluşturan dik yamaçlı ve dar vadilerle kesilmiş kireçtaşı marn aralanması tepelerine tırmanmaktadır. Bu koridorun güneyinde yeralan kireçtaşı tepeleri eteklerinde Evri kasabası, Ortahüyük, Mizmilli ve Boyunobası köyleri bulunmaktadır.

Güzergahın planda Evri ovasının güneyinde yer alan tepelerin eteklerinden geçmesi bir alternatif olarak düşünüldüğünde, bu kesimde mevcut yerleşim birimlerinin ve civarının kamulaştırma maliyetleri yüksekliği ve yerleşim birimlerinin yer değiştirilmesinin getireceği büyük sosyal sorunlar, bu alternatifi cazip kılmamaktadır. Güzergahın daha güneydeki dik yamaçlar üzerinden geçirilmesi ise yapım zorlukları ve buna bağlı olarak yüksek yapım maliyetleri dikkate alındığında uygun çözüm oluşturmamaktadır.

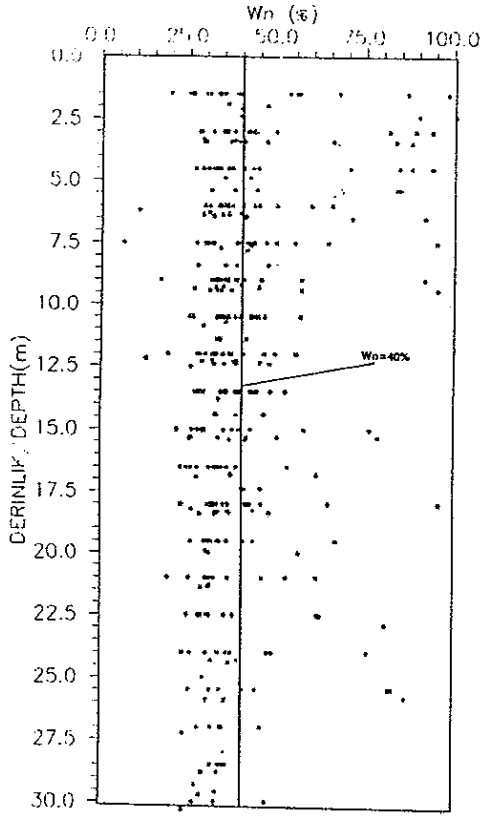
Koridorun güney kenarı boyunca yeralan yerleşim birimlerinin varlığı ve bu kesimde topoğrafyanın çok dikleşerek yükselmesi, güzergahın bu kesimde düz Evri ovası üzerinde yer almasını zorunlu kılmıştır. Sonuçta, güzergahın yumuşak taban zemin üzerinde optimizasyonu daha fazla önem kazanmış ve yapım maliyetlerini minimize etmek ve otoyolun nispeten daha yüksek kayma mukavemetli zemin koşullarının hakim olduğu kesimlerde Evri ovasında kalmak koşulu ile yerleştirilmesi en uygun çözüm olarak belirmiştir.

Otoyol projelendirmesinde yumuşak taban zemini ile karşılaşılan kesimlerde ortaya çıkan, yapım maliyetleri dikkate alındığında güzergahın planda optimize edilmesi önemli bir husus teşkil etmektedir. TAG otoyolu Evri bataklığı geçişinde karşılaşılan yumuşak taban zemininin planda yayılımının belirlenmesi amacıyla koridor çalışmaları sırasında planlanan ve gerçekleştirilen statik penetrasyon deneylerinden yararlanılmıştır. Şekil 1'de gösterilen koridor içerisinde yapılan sondaj ve statik penetrasyon deneyleri sonucunda karşılaşılan zeminlerin yayılımı modellenmiştir.

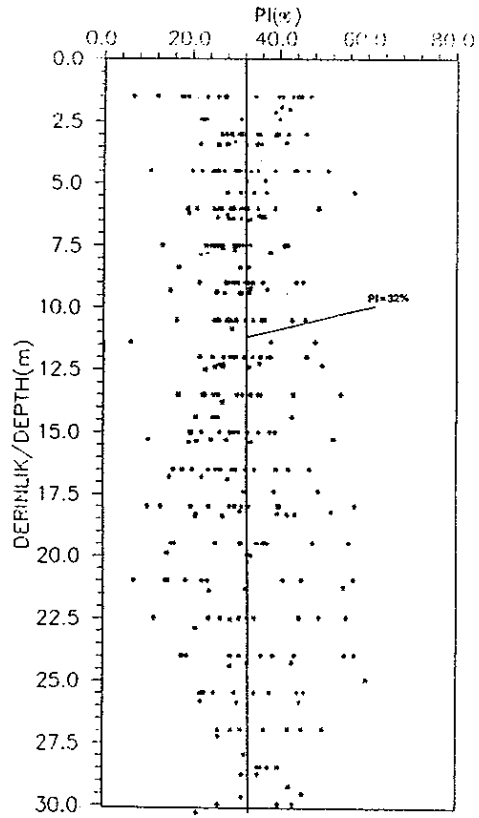


Şekil 1 - TAG Otoyolu, Km 253 - 260 Arası Otoyol Güzergahı Koridoru ve Koridor Çalışmaları Geoteknik Saha Etüdüleri

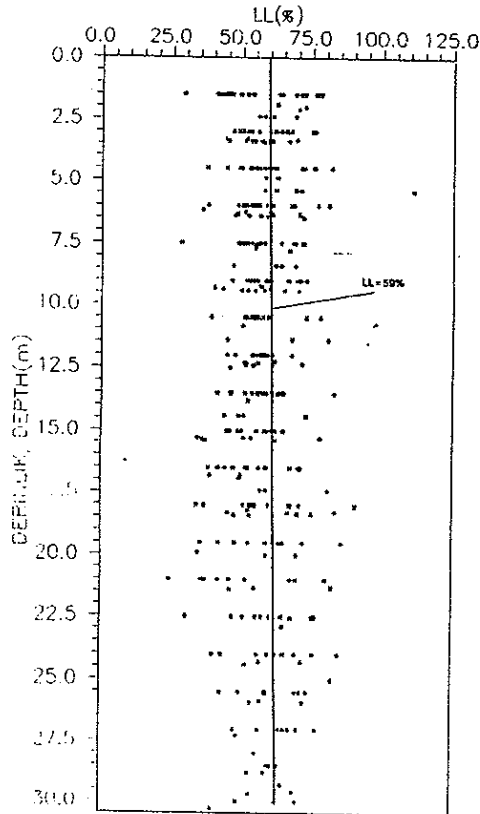
DOĞAL SU MUHTEVASININ (W_n) DERİNLİKLE DEĞİŞİMİ
VARIATION OF NATURAL WATER CONTENT (W_n) WITH DEPTH



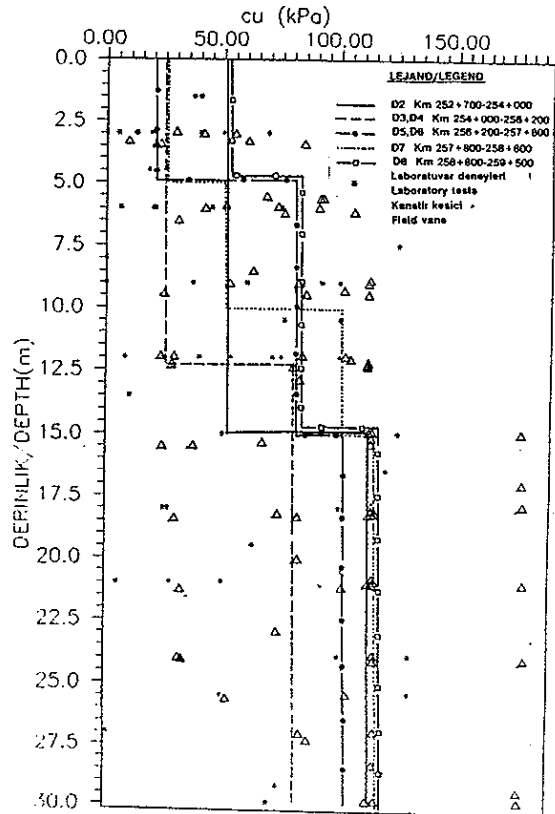
PLASTİSİTE İNDEKSİNİN (PI) DERİNLİKLE DEĞİŞİMİ
VARIATION OF PLASTICITY INDEX (PI) WITH DEPTH



LİKİT LİMİTİN (LL) DERİNLİKLE DEĞİŞİMİ
VARIATION OF LIQUID LIMIT (LL) WITH DEPTH

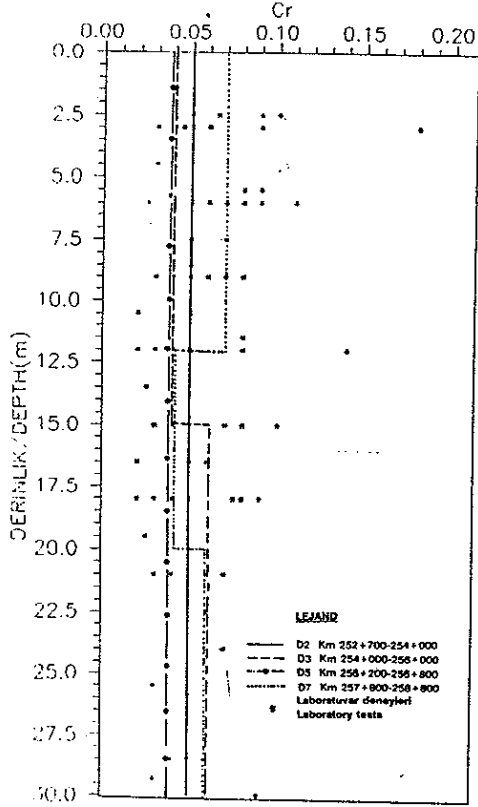


DRENAJSIZ KAYMA MUKAVEMETİNİN (c_u) DERİNLİKLE DEĞİŞİMİ
VARIATION OF UNDRAINED SHEAR STRENGTH (c_u) WITH DEPTH

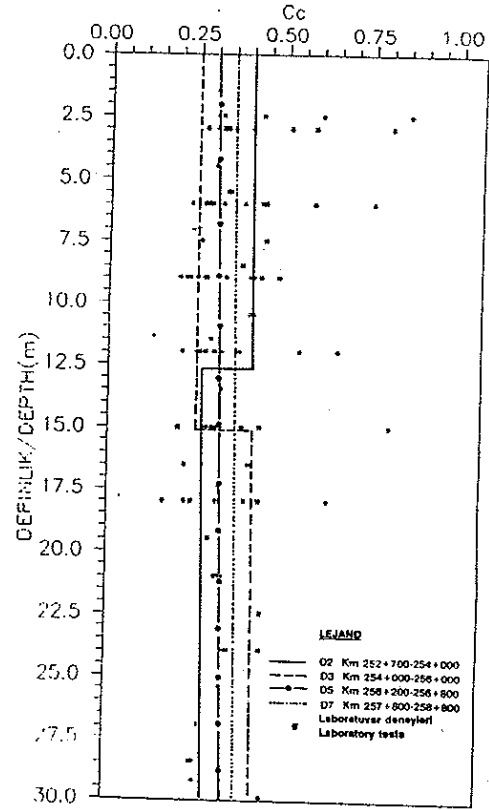


Şekil 2 - TAG Otoyolu, Km 253 - 260 Arası
Geoteknik Parametrelerinin Derinlikle Dağılımları

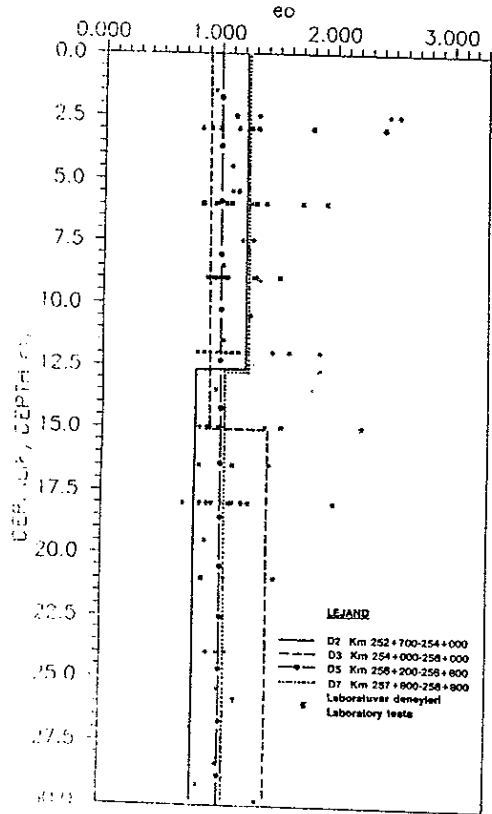
YENİDEN YÜKLEME İNDEKSİNİN (C_r) DERİNLİKLE DEĞİŞİMİ
VARIATION OF RELOADING INDEX (C_r) WITH DEPTH



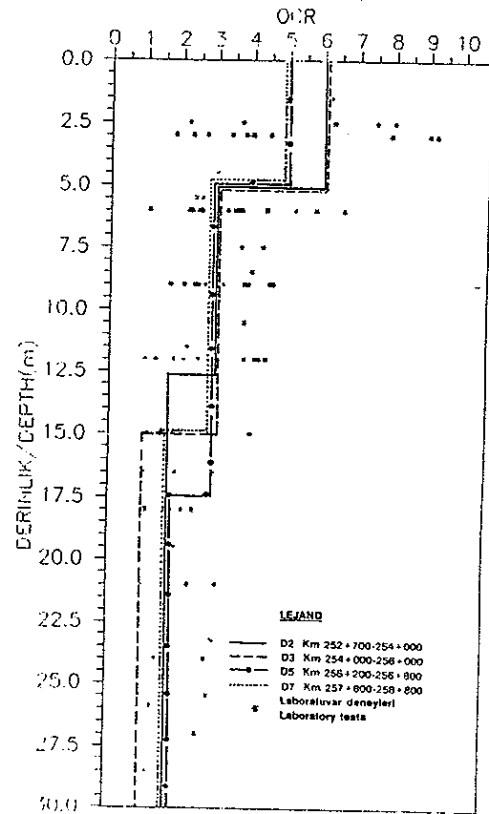
KOMPRESİBİLİTE İNDEKSİNİN (C_c) DERİNLİKLE DEĞİŞİMİ
VARIATION OF COMPRESSION INDEX (C_c) WITH DEPTH



İLK BOŞLUK ORANININ (e_0) DERİNLİKLE DEĞİŞİMİ
VARIATION OF INITIAL VOID RATIO (e_0) WITH DEPTH



AŞIRI KONSOLİDASYON ORANININ (OCR) DERİNLİKLE DEĞİŞİMİ
VARIATION OF OVER CONSOLIDATION RATIO (OCR) WITH DEPTH



Şekil 3 - TAG Otoyolu, Km 253 - 260 Arası
Geoteknik Parametrelerinin Derinlikle Dağılımları

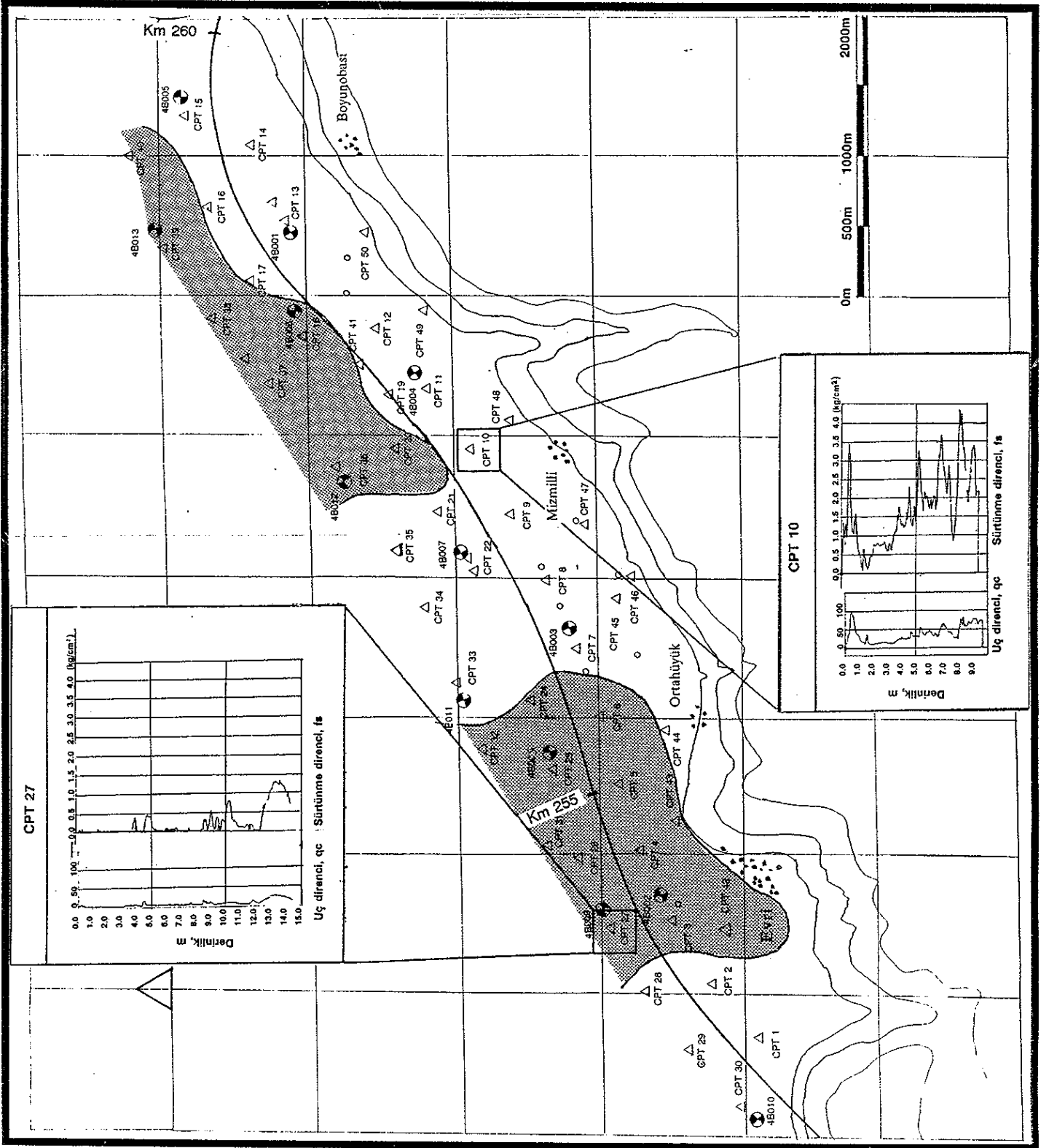
Bu amaçla, etüdlerin yapıldığı koridor içerisindeki CPT deneylerinin genel eğilimi dikkate alınmış ve taban zemininin nispeten daha zayıf olduğu kesimler belirlenmiştir. Bir gösterge teşkil etmesi amacıyla CPT deneylerinde uç direnci, q_c ve birim çeper sürtünmesi, f_s zeminin drenajsız kayma mukavemeti ile direk bağlantıları dolayısıyla [5] kriter olarak seçilmiş ve uç direncinin $q_c \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ 'den, birim çeper sürtünmesinin ise $f_s \sim 0.5 \text{ kg/cm}^2$ 'den düşük olan kesimlerin derin olduğu alanlar Şekil 4'de gösterilmiştir. Şekil 4'de gösterilen alanlar taban zemininin nispeten daha zayıf olduğu kesimlerin genel konumunu göstermektedir. Bu yayılım dikkate alındığında güzergahın planda koridorun güney kenarına yakın olarak yerleştirilmesi yumuşak taban zemininde yapım maliyetleri açısından en uygun seçim olarak belirlenmektedir. Sonuçta, koridor çalışmaları sonrasında planda yerleşimi kesinleşen güzergah ve taban zemininin nispeten daha zayıf olduğu kesimlerin yayılımı ile birlikte yine Şekil 4'te gösterilmektedir. Ayrıca, aynı şekilde nispeten daha zayıf olarak tanımlanan kesimleri temsil etmesi amacıyla CPT 27, ve bu alanların dışındaki kesimleri temsilen CPT 10 statik penetrasyon deneylerine ait, uç direnci ve sürtünme direncinin derinlikle değişimi grafikleri gösterilmektedir. Bu şekilde gösterilen taban zeminin yumuşak olduğu kesimlerin derin olduğu alanlar dikkate alınarak güzergah koridor içerisinde bir miktar güney yönüne kaydırılarak planda bir optimizasyon sağlanarak güzergahın Evri ovasında kalmak koşulu ile yerleştirilmesi en uygun çözüm olarak belirlenmiştir.

7. PROFİLDE OPTİMİZASYON

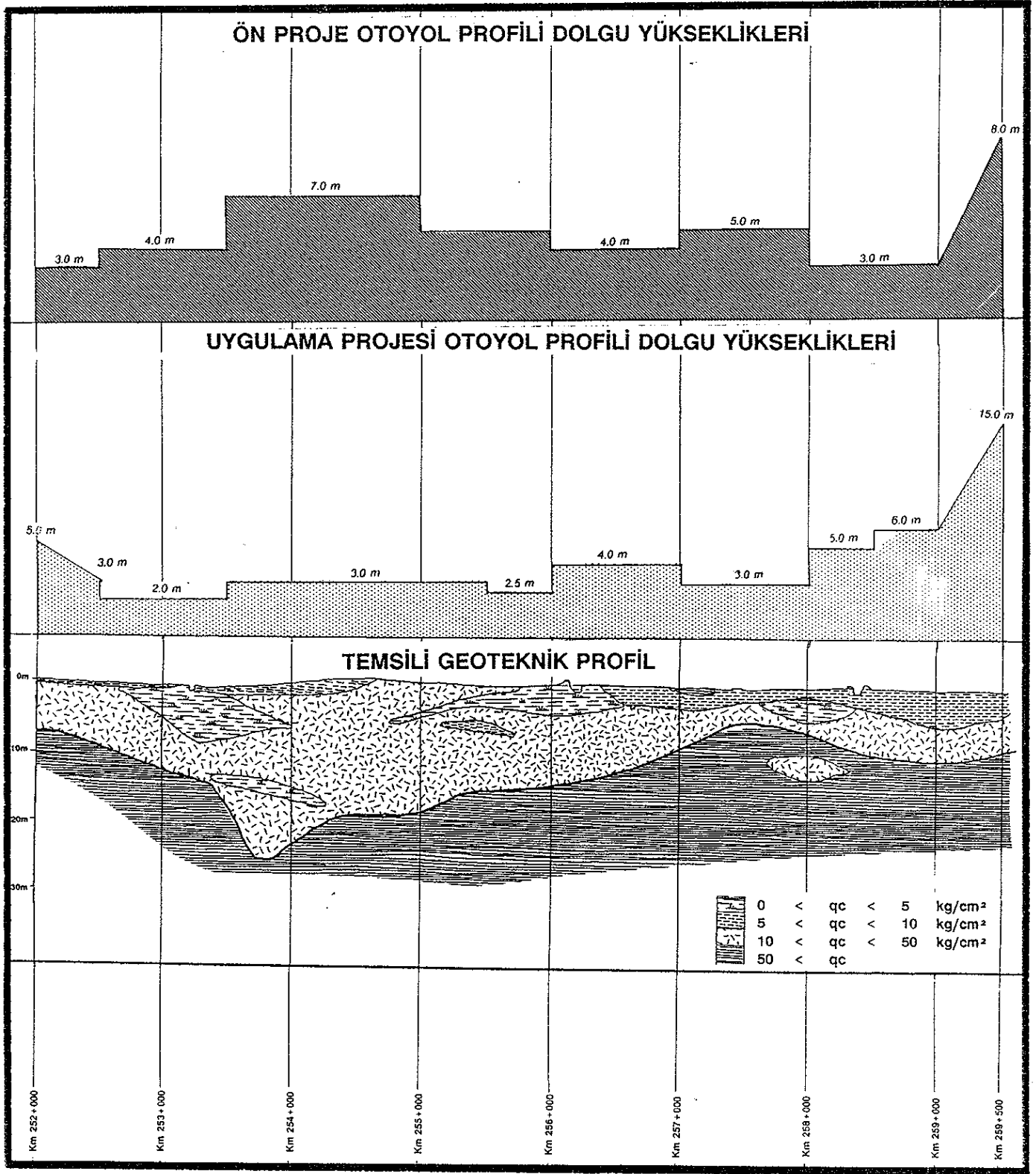
Güzergahın planda yerleşiminin kesinleşmesi, yumuşak zemin koşullarının yayılımı dikkate alınarak koridor içerisinde en uygun konumun belirlenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Böylelikle, koridor çalışmaları sonrasında güzergahın planda konumu belli olmuştur. Ancak, yumuşak zemin koşullarında otoyol profilinin optimizasyonu, otoyol dolgusunun oturması ve stabilitesi ile yapılar yönünden önem taşımaktadır.

Ön proje aşamasında koridor çalışmaları esnasında planda belirlenen güzergah için kullanılan profilin gerektirdiği ilave tedbirler mevcut zemin koşulları için oturmalar ve stabilite yönünden incelenmiştir. Ön proje aşamasında analizlere esas teşkil eden otoyol profili söz konusu yaklaşık yedi kilometrelik kesim için temsili olarak Şekil 5'te gösterilmektedir. Bu profilde analizler amacıyla bu kesim alt kesimlere ayrılarak modellenmiş ve bu alt kesimlerde ortalama dolgu yükseklikleri Şekil 5'teki temsili profilde gösterilmiştir. Mevcut zemin koşulları ön proje aşamasında yürütülen saha ve laboratuvar verileri de dikkate alınarak modellenmiş, ve ön proje aşamasında analizler en kritik koşulları temsilen $H=7.0 \text{ m}$ dolgu yüksekliği için yapılmıştır. Bu zemin koşullarında $H=7.0 \text{ m}$ dolgunun kademeli dolgu şeklinde inşa edilebileceği ve dolgu tabanında ancak bir veya iki sıra geogrid donatı ile güvenlik faktörünün marjinal seviyede ($F.S. \sim 1.3$) tutulabildiği belirlenmiştir.

Otoyol güzergahının profilde optimizasyonu sanat yapıları açısından da önem taşımaktadır. Otoyol dolgusunun yüksek olması bu kesimdeki sanat yapılarının altgeçit olarak projelendirilmesini gerektirmektedir. Yüksek otoyol dolgusunun yumuşak taban zemini üzerinde yer aldığı kesimlerde yer alan altgeçit yapılarında, yapı temellerine dolgudan ötürü yüksek üstyapı yükleri intikal etmekte ve böylelikle, yapım maliyeti yüksek temel sistemlerinin uygulanması gerekmektedir. Ayrıca, yumuşak taban zemini üzerinde yer alan altgeçit yapılarında kazıklı temel sistemleri uygulanması sonucunda, altgeçit yapısı ile otoyol yaklaşım dolguları arasında farklı oturmalar meydana gelmektedir. Bu yüzden nihai otoyol profilinde yapı yaklaşımlarında yumuşak bir geçiş elde etmek amacıyla yapı yaklaşım dolguları altındaki zeminlerin ön yükleme ve/veya kum/sentetik drenler aracılığı ile oturmaların düzenlenmesi gerekmektedir. Sonuçta tüm bu ilave önlemler yapım maliyeti ve zaman açısından olumsuzluk teşkil etmektedir. Ayrıca



Şekil 4 - TAG Otoyolu, Km 253 - 260 Arası Uygulama Projesi Güzergahı ve Kayma Mukavemetinin Düşük Olduğu Yerlerin Derin Olduğu Alanlar



Şekil 5 - TAG Otoyolu, Km 252+000 - 259+500 Arası Temsili Geoteknik Profil,
Ön Proje ve Uygulama Projesi Otoyol Dolgusu Yükseklikleri

yüksek otoyol dolgusu altında yeralan kutu menfez yapıları aşırı oturmalara maruz kalmakta ve böylelikle menfez konumlarında da ilave önlemlerin alınmasını gerektirmektedir.

Yukarıda sayılan bu nedenler dikkate alınarak uygulama projesi aşamasında otoyol profilinde optimizasyona gidilmiştir. Bu kesimdeki uygulama projesi otoyol profili de temsili olarak Şekil 5'te gösterilmektedir. Otoyol profilinin aşağıya çekilerek dolgu yüksekliklerinin azaltılması yumuşak taban zemininden dolayı karşılaşılan problemlere daha ekonomik çözümler bulunmasını sağlamıştır. Dolgu yüksekliğinin azaltılması sonucu Şekil 2 ve 3'te özetlenen geoteknik parametreler kullanılarak gerçekleştirilen pek çok stabilite ve oturma analizleri ile problemin en aza indirgenmiş olduğu gösterilmiş ve ön proje aşamasında belirlenen kademeli dolgu inşaatı, dolgu yükleri altındaki konsolidasyonun hızlandırılması, zemin donatısı gibi ilave önlemleri gerektirmeyen maliyet ve zaman açısından daha ekonomik çözümlere ulaşılmıştır.[3]

8. KARŞILAŞTIRMA

Zemin koşulları ve geoteknik projelendirmenin planda ve profile otoyol güzergahının optimizasyonuna etkileri projelendirme aşamalarında öngörülen önlemler esas alınarak karşılaştırılmıştır.

Otoyol projelerinde güzergahın yumuşak taban zeminini üzerinde yeralması zaman zaman bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır. Bu zorunluluk çoğunlukla diğer alternatiflerin daha yüksek maliyetli, sosyal yönden olumsuz olmasından ve/veya yapılabilir olmamasından kaynaklanmaktadır. Ancak, bu durumda yumuşak taban zeminini üzerinde tüm projelendirme aşamalarında geoteknik etüd ve projelendirmenin önemi daha fazla olmaktadır. Uygun yöntemlerle gerekli verilerin zamanında toplanması ve uygun geoteknik projelendirme ile başlangıçta daha maliyetli ve zaman alıcı gibi gözükken bir alternatif sonuçta daha ekonomik olabilmektedir.

Bu kapsamda, koridor çalışması aşamasında planda yapılan bir optimizasyon çalışması ile sözkonusu TAG Otoyolu güzergahının Km 253-260 arasında, zemin koşullarının nispeten daha olumsuz olduğu alanlarda yeralan kesimi minimize edilmiştir. Böylelikle yapım maliyetleri ve zamanı açısından daha ekonomik çözümlere ulaşılması sağlanmıştır. Şekil 1'de gösterilen koridor içerisinde etüdüncesinde alternatif güzergahlar hemen hemen eşdeğer yapım zorluğu ve maliyet taşımaktadır. Ancak, yapılan kapsamlı etüdü yardımcı ile geoteknik değerlendirmeler projenin ilk aşamalarında planda güzergahın yerleşiminin kesinleşmesini ve diğer alternatiflerin olumsuzluklarını ön plana çıkartarak ekonomik projelendirmeyi sağlamıştır. Özellikle yumuşak taban zeminini söz konusu olduğunda otoyol güzergahının profile optimizasyonu daha ağırlıklı bir öneme sahip olmaktadır. Profile yapılan optimizasyon sonucu yumuşak taban zeminini üzerinde yeralan dolgularda oturmalar ve stabilite yönünden karşılaşılabilecek problemler en aza indirgenmiş ve dolayısıyla daha ekonomik ve basit mühendislik çözümleri uygulanmıştır.

Bir karşılaştırma teşkil etmesi amacıyla analizlerde modellenen ön proje aşaması otoyol profili ile uygulama projesi profili Şekil 5'te sunulmuştur. Yumuşak zemin koşullarının otoyol dolgusuna stabilite ve oturmalar yönünden etkileri bu örnekte karşılaştırılabilir. Şekil 4'te planda güzergahın üzerinde yeraldığı yumuşak kesimlerin derin olduğu alanlarda ön proje aşamasında öngörülen otoyol profilinde dolgu yüksekliği ortalama $H=7.0$ m mertebesindedir. Ön proje aşaması analizlerinde bu kesimde dolgu stabilitesi ve oturmalar yönünden problemlerle karşılaşmış ve bu yükseklikte dolguların kademeli dolgu şeklinde ve zemin donatısı kullanılarak inşa edilebileceği belirlenmiştir. Uygulama projesi aşamasında ise aynı

kesim içerisinde dolgu yükseklikleri $H=2.5$ m - 3.0 m mertebesine çekilerek, ön proje aşamasında ortaya çıkan maliyetli ve zaman alıcı önlemler en aza indirgenmiştir.

Yumuşak taban zemini üzerinde yer alan sanat yapıları derin temeller gerektirmektedir. Sanat yapıları açısından profilde optimizasyon ise daha ekonomik çözümlere ulaşılmasını sağlamıştır. Yumuşak taban zemininde otoyol profilinin yüksek dolgu ile geçtiği kesimlerde derin temelli olarak inşa edilen altgeçit yapıları yüksek dolgudan ötürü daha yüksek mertebede üstyapı yüklerine maruz kalmaktadır. Ayrıca, sıkışabilir taban zemini yapı temellerinde uygulanan kazıklarda negatif çeper sürtünmesine neden olmaktadır. Altgeçit yapısı yanındaki yüksek otoyol dolgusundan dolayı, platform genişliğinin çok daha geniş olması nedeni ile, gerilme artışından etkilenen zemin derinliği artmakta ve buna bağlı olarak yapı temellerindeki kazıklarda negatif çeper sürtünmesi daha derin seviyelere kadar etkili olmaktadır. Bu da sonuçta daha fazla maliyetli uzun kazıklı temellerin uygulanmasını gerektirmektedir. Ayrıca, altgeçit yapısı otoyol platformunun genişliği dolayısıyla daha fazla sayıda kazık gerektirmektedir.

TAG Otoyolu Km 253-260 arasındaki kesimde, özellikle yumuşak ve sıkışabilir zemin kalınlığının fazla olduğu kesimlerinde otoyol profilinin uygulama projesi aşamasında daha aşağıya çekilmesi sonucu dolgu yükseklikleri azalmıştır. Böylelikle, yanyollar için altgeçit yapıları yerine üstgeçit yapıları uygulanarak yapı temellerinde de optimizasyona gidilmiştir. Üstgeçit yapısının yer aldığı yanyol dolgusunun, otoyol dolgusuna oranla platform genişliğinin çok daha az olması sanat yapısı temellerindeki kazıklarda negatif çeper sürtünmesinin daha az derinlikte etkili olmasına neden olmaktadır. Ayrıca, yine yanyol platform genişliğine bağlı olarak üstgeçit yapısı temellerinde gereken kazık sayıları altgeçit yapısına oranla daha az olmaktadır. Sonuçta, sözkonusu otoyol kesiminde profildeki optimizasyona bağlı olarak sanat yapıları tipindeki değişiklik daha ekonomik çözümlere ulaşılmasını sağlamıştır.

Yumuşak ve sıkışabilir taban zemininde kazıklı olarak uygulanan sanat yapıları temelleri ile yaklaşım dolguları arasında farklı oturmalar meydana gelmektedir. Bu durumda, otoyol dolgusunun özellikle altgeçit yapısı yaklaşım dolgularında oturmaları düzenleyici önlemlerin alınması gerekmektedir. Ancak, üstgeçit yapısı yaklaşım dolgusunda bu tür önlemlerin kapsamı çok daha sınırlı olmaktadır. Böylelikle, yaklaşım dolgularında oturmaların düzenlenmesine yönelik maliyetli ve zaman alıcı ön yüklemeler, kum dren/sentetik dren v.b. uygulamalar minimize edilebilmektedir.

9. SONUC

Otoyolların projelendirilmesinde güzergah seçimi ile ilgili olarak otoyol yapım maliyetlerini doğrudan ilgilendiren planda ve profilde güzergah optimizasyonu bu çalışmaya konu olan, (Tarsus-Pozantı) Ayrımı - Adana - Toprakkale - Gaziantep Otoyolu bünyesinde yer alan Evri Bataklığı geçişinde bir vaka çalışması şeklinde incelenmiştir.

Projelendirme aşamalarının her safhasında geoteknik projelendirmenin etkisi planda ve profilde güzergah optimizasyonu çerçevesinde ayrı ayrı incelenmiştir. Otoyollarda karşılaşılan geoteknik problemlerin güzergah optimizasyonu ile maliyet ve zaman açısından ulaşılan ekonomik çözümleri bir vaka analizi yardımı ile tartışılarak, geoteknik mühendisliğin özellikle problemlili zemin şartlarındaki otoyol projelendirmesindeki önemi vurgulanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu makaleye konu TAG Otoyolu güzergahının koridor çalışmaları SPEA-TECNIC J.V., ön proje çalışmaları TST International, TYLin International ve Tekfen Mühendislik A.Ş., uygulama projesi çalışmaları ise Tekfen Mühendislik A.Ş. proje grupları tarafından gerçekleştirilmiştir. Zetaş Zemin Teknolojisi A.Ş. her üç proje grubunda da geoteknik alt grubu olarak hizmet vermiştir. Proje kontrolü Temat-Dar-DMM tarafından gerçekleştirilmiştir. Optimizasyonun sağlanması için gerekli görülen CPT deneyleri Karayolları Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma Dairesi tarafından yapılmıştır. Söz konusu proje gruplarına ve tüm proje çalışmaları boyunca devamlı koordinasyon ve işbirliğini gerçekleştiren Tekfen-Impresit J.V. merkez ve şantiye grubu teknik elemanlarına teşekkür ederiz.

REFERANSLAR

- [1] Zetaş Zemin Teknolojisi A.Ş., "TAG Otoyolu, Kömürler ile Gaziantep Arasında Kesim IV'e Ait Alternatif Mühendislik Değerlendirmeleri", Kasım 1988, Spea-Tecnic J.V.'a sunulmuştur, İstanbul
- [2] Zetaş Zemin Teknolojisi A.Ş., "TAG Otoyolu, Ön Proje Geoteknik Raporu, IV. Kesim Km 226+610 -Km 284+346", Şubat 1990, TST Internatinal, TYLin Internatinal, Tekfen Mühendislik A.Ş.'a sunulmuştur, İstanbul
- [3] Zetaş Zemin Teknolojisi A.Ş., "TAG Otoyolu, Km 252+500 - Km 259+500 Arası Dolgulara Ait Uygulama Projesi Geoteknik Raporu", Temmuz 1991, Tekfen Mühendislik A.Ş.'ye sunulmuştur, İstanbul
- [4] Karayolları Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma Dairesi Başkanlığı, "Adana Gaziantep Otoyolu, Evri Bataklik Geçisi Statik Penetrasyon ve Arazi Veyn Deneyleri", Ocak 1989, Araştırma Raporu, Ankara
- [5] P.K. Robertson ve R.G. Campanella, "Guidelines For Geotechnical Design Using CPT and CPTU Data", Şubat 1988, Civil Engineering Dept. University of British Columbia, Vancouver