

Çizgisel Mühendislik Yapılarında, Yerbilimlerinin önemi: Pozantı Otoyolu *Significance of Geology in Linear Engineering Structure Projects: Pozantı Motorway*

Levent AKDUMAN*, İlyas YILMAZIM²

¹MFA Doğu Akdeniz Böl Müd Vaw YYÜ, Muk ve Mim. Fak, 0532 3966269, 0312 4786416.

OZ

Jeolojik, çalışmalar yol gibi çizgisel mühendislik yapısı projelerinde ilk aşamayı ve temeli oluşturur. Burada sunulan, örnekte de olduğu gibi, iyi Türkiye otoyol projelerinde de bu çalışmalarda yalnızca şekilcilik anlayışı egemendir. Oysa bu tür büyük ölçekli yapıların yer seçiminde bu seçimde yerbilimleri ilk aşamayı oluşturur, içerisinde ve/veya üzerindeki, ortamın tanımı, yapının konumlandırılması ve bileşenlerinin seçimi, projenin, güvenilirliği için "olmazsa olmaz" anlamındadır.

Yerbilimleri çalışmaları, öncelikle; Jeolojik,, hidrojeolojik, mühendislik jeolojisi, ve jeoteknik modellerin hazırlanmasını içerir. Her aşamanın, güvenilirliği bir önceki aşamanın doğruluğuna bağlıdır. Sonraki aşamalardan, da geri - beslenme yaparak güvenilirliğini daha da arttırır..

ABSTRACT

Geology forms an essential basis and the first stage in linear engineering structure projects such as highway. As the case presented herein,, geology takes place to complete formality in Turkish motorway projects. However, in such large engineering structure projects route selection, and geology in this selection come first Identification of the medium, in and/or on which the motorway is located has vital importance to orient the alignment and to define the components of the motorway.

Geological model studies cover essentially of geology,, hydrogeology, engineering geology and geotechnics., Reliability of each model-depends, that of the former. Each phase-feeds back to increase the confidence level of former models.

GİRİŞ

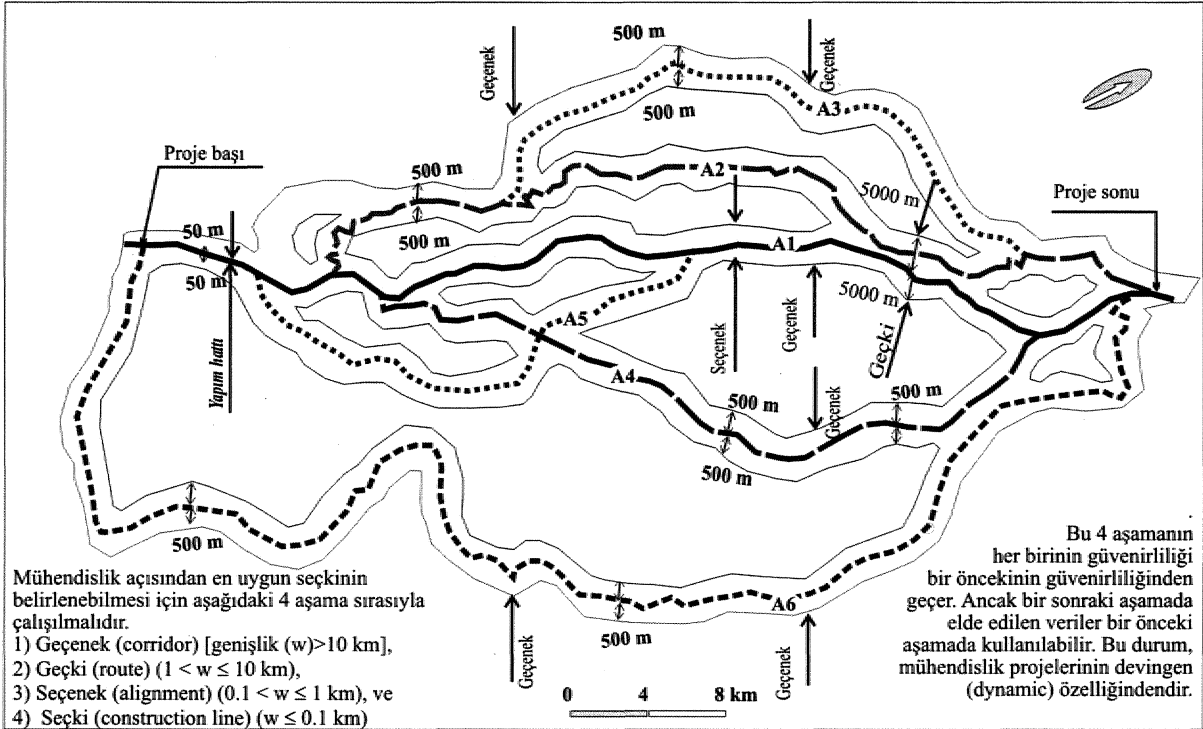
Yol ve benzeri çizgisel mühendislik yapı projelerinin yerinin ve bileşenlerinin seçiminde (a) Maliyet, (b) Emniyet,, (c) Zaman (yapım süresi ve faydalı ömrü) ve son fakat en önemli (d) Estetik - çevredir. Kısaca MEZE olarak gösterilen bu ölçütler projenin her aşamasında meslekler arası bir eşgü-

dümle değerlendirmeye sokulmalıdır (Yılmaz ve dig., 1999).

Şekil 1'de de vurgulandığı gibi bu aşamalar sırasıyla (1) geçenek (corridor), (2) geçki (route), (3) seçenek (alignment) ve (4) seçkidir (construction line). Her aşama bir sonraki aşamaya temel olurken bir önceki aşamayı geri besleyerek güvenilirliğini arttı-

nr (Yılmaz ve Yılmaz, 1997). Türkiye otoyollarının hiçbirisinde bu aşamalara ve bu aşamalarda "olmazsa olmaz" olan MEZE ölçütüne yer verilmemiştir (Yılmaz, 1990; 1992; 1995; Yılmaz ve diğ., 2001), Anka-

ra - Pozantı otoyolunun son kesimi olan Pozantı otoyolu örnek olarak burada verilmiştir (Şekil 2). Diğer otoyollarda da duranı farklı değildir (Yılmaz, 2004; Leventeli ve diğ., 1997; 2001).



Şekil 1. Çizgisel mühendislik projelerinde seçki (yapım hattı) belirleme aşamaları.

Fig.1. Construction line selection phases in linear engineering project

ileriki bölümlerde, bu örnek üzerinden yerbilimleri açısından yapılması gerekenlere değinilecektir. Ankara — İstanbul otoyolu, konu içerisinde ileri sürülenlerin daha iyi kavranabilmesi için tipik bir örnek olarak Şekil 3'te sunulmuştan Önerilen İpekyolu geçicisine karşın yapımına başlanan bu otoyol aşağıda kısaca değinilen özellikleri içermektedir (Yılmaz ve diğ., 2001).

1. 80 km daha uzundur.

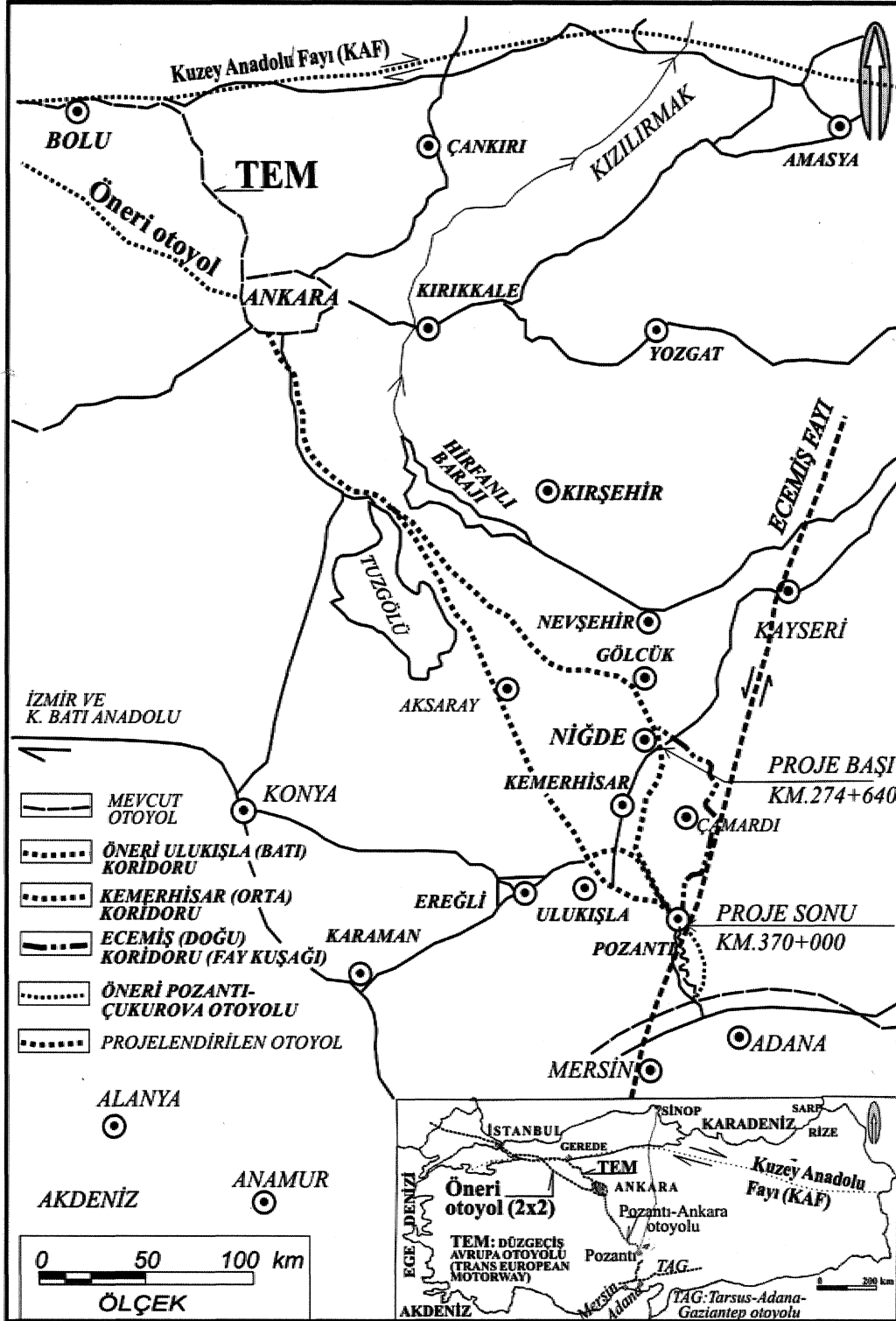
2, 4 içmesuyu barajının üzerinden geçirilerek kanser yapan olefin - parafin türevi kimyasalları içme suyuna bırakmaktadır.

3. Kuzey Anadolu Fayı (KAF) üzerinde 250 km. gitmektedir,

4. Ulusal servet değeri 222 milyar dolar olan ve KAF 'in 12 milyon senede oluşturduğu alttan ısıtmalı doğal sera olan birinci sınıf tarım ovalarının ortasından geçmektedir.

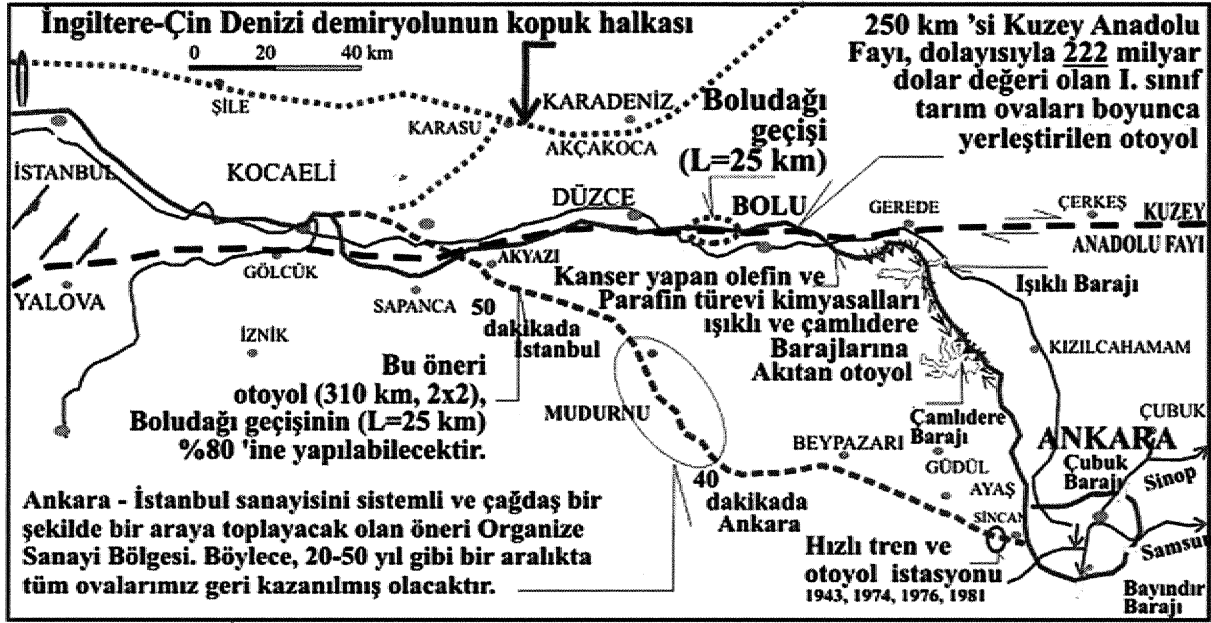
5. Fabrikalan ve yerleşimleri ovaya çekerek 30 yılda bir toplu ölümlere (yapay afetlere) yol açacaktır.

6., İşletmesi ulusal servet açısından .%200 daha pahalıdır,



Şekil 2. Çukurova - Ankara otoyolunun Pozantı'dan itibaren Toros dağı geçişi.

Fig.2. The Tauride Mountain crossing of the Çukurova - Ankara motorway



Şekil 3. Deprem ovaları ortasından ve içme suyu barajları üzerinden geçirilen otoyol.

Fig.3. Motorway, located through the earthquake plains and domestic water supply dams.

YOL HATTININ SEÇİMİ

Yukarıda da değinildiği gibi, yapım hattının ve yol bileşenlerinin seçimi 4 temel aşamadan geçer. Her aşamada meslekler arası eşgüdümü gerektirir (Akduman, 2003). Ancak ortak ölçütler MEZE "dir (Maliyet,, Emniyet, Zaman ve Estetik - çevre). Yerbilimleri açısından değerlendirmeler özellikle Su, Süreksizlik ve Kil (SSK) üçlüsü üzerinden yapılır (Leventeli, 2002; Yılmaz ve Çongar, 1994; Yılmaz ve diğ., 1997b).

Geçenek (corridor)

Bu aşama geçki (route) belirleme aşamasıdır. Verilen iki nokta arasında uzunluğun enaz yarısı genişliğinde bir alanda yapılan çalışmaları içerir. Başka bir anlatımla A - B noktaları arasındaki doğrusal uzunluk 100 km ise, 50 km genişliğinde bir alanda yaklaşık 10 :km genişliğinde geçeneklerin belirlenmesine çalışılır. Bölgesel jeoloji çalışmasını gerektirir. 1/25000 ve daha küçük

ölçekli (örneğin 1/100000) haritalar üzerinde teknik gezi bulguları gösterilir. Hava fotoğrafları ve önceki çalışmalardan da yararlanır. Bu çalışmaların en. son aşamasında 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar üzerinde öncelikle (1) etkin ve edilgen kayma sahalarının sınırları çizilir ve (2) ana süreksizlik, sistemleri Yılmaz ve diğ. (1999)'da verilen adlandırmaya göre sınıflandırılır (Yılmaz ve diğ., 2003). Belirlenen ana fay kuşaklarının dike yakın geçilmesine özen gösterilir (Akduman ve diğ., 2001b).

Geçki (route)

Geçenek aşamasında MEZE açısından daha seçilir bulunan geçki. içerisinde olası yol seçeneklerinin (alignment alternatives) belirlenmesi aşamasıdır. Genişliği 1 - 10 km. arasında değişir, Olası 'hatların 5 km sağ ve solu, haritalanır. Renkli hava fotoğraflarının yanısıra 1/25000 ve özellikle hassas geçişlerde daha büyük (örneğin,

1/10000) ölçekli haritalar kullanılır. Saha jeolojisi çalışmaları bu haritalar üzerine işlenir., SSK üçlünün dağılımı ve bu üçlüye ait belirgin özellikler haritalanır. Kayma sahaları, ana süreksizlikle - su konumları "eğim açısı/eğim yönü" olarak ilgili haritalarda gösterilir. Bu özellikleri modelleyen tip kesitler hazırlanır. Jeolojik birimlerin mühendislik özellikleri niteliksel olarak verilir, Bu bağlamda Akduman (2003) 'te sunulan- Çizelgelerde verilen değerlendirmelerden yararlanılabilir. Aydınlatılması gereken ve "seçeneklerin değerlendirilmesinde katkı koyabilecek noktalarda jeofizik, araştırma çukura ve/veya sondaj çalışmalarına yer verilebilir. Bu aşamanın sonunda belirlenecek seçeneklerin (alignments) fay kuşaklarını dike yakın geçişi sağlanır (Akduman ve diğ., 2001b).

Seçenek (alignment)

Geçki aşamasında daha uygun bulunan seçenek içerisinde yapım hattının belirlenmesi aşamasıdır, Bu aşamanın çalışmaları; 1/5000 ve daha büyük (örneğin, 1/2000) ölçekli harita ve kesitler üzerinde yapılır, ön proje aşaması olarak da adlandırılabilir. Daha önceki aşamalarda gerçekleştirilen jeoloji, hidrojeoloji, mühendislik jeolojisi modellerine göre belirlenen noktalarda jeofizik, araştırma çukuru,, sondaj ve/veya yerinde deneyler ön araştırma programı olarak hazırlanır ve uygulanır. Bu program kesinlikle devingen olup, bir önceki noktada elde edilen verilere göre yeniden biçimlendirilebilir (Yılmaz ve diğ., 1997a). Bu çalışmalar genellikle yolun 500 m sağ ve solu içerisinde gerçekleştirilir., Araştırma sonuçlarına göre en uygun yapım hattı (construction line) belirlenir. Fay kuşakları-

nın etkinlik dereceleri belirlenir., Bu kuşakların dike yakın geçilmesi sağlanır. Ayrıca yol hattının kesinlikle tünel ve/veya köprüyü gerektirmeyecek şekilde konumlandırılmasına özen gösterilir.

Yapım Hattı (construction line)

Bu çalışma son aşama olup» yol bileşenlerinin belirlenmesi, boyutlandırılması ve kesin proje jeoteknik tasarımı içerir, Daha önceki aşamalarda fay kuşaklarının dike yakın geçilmesi sağlanmıştı. Bu aşamada da bu kuşakları hemzemin veya çok. yüzeysel yarma ve düşük yükseklikte ($H < 4m$) dolgularla geçilmesi sağlanacaktır. Köprü ve tünele kesinlikle yer verilmeyecektir. Köprüler yerini dolguya, tüneller ise yarmaya, bırakmalıdır. Bu temel ilkenin tersinin uygulandığına (dolguların köprüye, yarmaların ise tünele dönüştürüldüğüne) tipik örneklerden birisi Boludağı geçiştir (Yılmaz, 2004). Her köprü ayağında ve tünelin değişim sunan her kısmında sürekli örnekleme yöntemiyle sondajlı çalışmalar tamamlanır. Benzer şekilde sanat yapıları,, dolgu ve yarma sahalarında da jeoteknik araştırma programları uygulanır. Elde edilen saha ve laboratuvar verilerine dayalı olarak jeoteknik deşirtirgelerin (parameters) 3 boyutta (x - y - z) dağılımı harita ve kesitlerle modellenir. Bu modeller temel alınarak. Bowles (1996), Craig (1997), Hunt (1986) ile Tomlinson ve Boorman (1995)'de verilen ilke ve yaklaşımlar kullanılarak jeoteknik tasarımlar gerçekleştirilir. Kaya zeminlerde yarmalarda kinematik inceleme zorunludur (Yılmaz ve diğ., 1992; 1994),, Dolgularda ise «* = c + $r_n \setminus suLt$» denkleğini temel alan sayısal inceleme yapılarak durayhlık çalışmaları gerçekleştirilir.

POZANTI OTOYOLU

Ankara-Pozantı otoyolunun, son kesimidir (bkz Şekil 2). önceki bölümde sunulan aşamalar gözardı edilerek, otoyol Ecemiş fay kuşağının 45 km orta kesimine yerleştirilmiştir (bkz Şekil 2). Bu kuşak içerisinde gelişmiş büyük ölçekli ($V > 10^7 \text{ m}^3$) kaymaların içerisinde / üzerinden geçilmektedir (bkz Şekil 2). Oysa Yılmaz (1988), Yılmaz ve diğ. (1999; 2003) ile Yılmaz ve diğ. (1994) tarafından kurgulanıp geliştirilen eşyükselti yöntemiyle bu kaymalar 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar üzerinde boyutlandırılabilir. Bunun için sahaya gitmeye de gerek yoktur. Bu anlamda Leventeli (2002) ve Akduman (2003) doktora tez çalışmalarında elde edilen, bulgular

karar vericilere çeşitli şekillerde sunulmuştur. Yaklaşık 5 yıl gibi uzun bir uğraştan sonra bu hattın ~ 30 km batıya kaydırılması başarılmıştır (Akduman ve diğ., 2001a; 1998, Leventeli ve diğ., 1998). Önerilen geçki mevcut devlet yolu boyunca ilerlemektedir. Ancak, Kırkgeçit vadisinde yapım çalışması başlatılmıştır (bkz Şekil 2). MEZE ölçütleri gözönünde tutularak bir değerlendirme yapıldığında Ulukışla seçeneği sadece maliyet açısından Kemerhisar seçeneğinden %200 ve Ecemiş seçeneğinden %2000 daha üstün, özellikler içermektedir, Kırkgeçit ve benzeri yüzey şekli, jeolojik ve jeoteknik özellikleri içeren geçişlerde seldâğnaklık yöntemi Çizgi! Me sunulan kazanından sağlayabilmektedir (Akduman ve diğ., 1998; 2001 a-c).

Çizgi! 1. Geleneksel ve seldâğnaklık yapım sistemlerinin karşılaştırılması,..

Table 1. Comparison of the *convensional* and *artificial dyke construction* method

Otoyol yapım seçenekleri	KIRKGEÇİT VADİSİNDEKİ OTOYOLUN ANA BİLEŞENLERİ					
	Köprü		Tünel		Sanat yapıları (altgeçit vb.)	Toprak işleri (yarma, dolgu vb.)
	Adet	Uzunluk, km	Adet	Uzunluk, km	Sayı	Hacim, m ³
Geleneksel yapım sistemleri	5	2.2	5	2.5	20	3.2X10 ⁶
Seldâğnaklık sistemi	1	0.4	0	0	8	4.2X10 ⁶
Otoyol yapım seçenekleri	Birim Maliyet		Emniyet	Zamanlama	Estetik - Çevre	
Geleneksel yapım sistemleri	Yapım maliyeti 15x10 ⁶		Kaya düşmeleri vb	t _{yapım} > 2 yıl t _{kullanım ömrü} < 25 yıl	-	
	İşletme maliyeti > 1					
Seldâğnaklık sistemi	Yapım maliyeti 4.5x10 ⁶		Güvenlidir	t _{yapım} < 2 yıl t _{kullanım ömrü} > 25 yıl	Tarım alanı, yeşil alanlar ve temiz yeraltısuyu olanağı sağlar.	
	İşletme maliyeti < 1					

TARTIŞMA. VE ÖNERİLER

Yol ve benzeri çizgisel mühendislik yapılarının yerinin ve bileşenlerinin seçiminde yerbilimleri çalışmaları temel verileri sağlamaktadır. Bu çalışmaların belkemiğini oluşturan jeoloji, hidrojeoloji, mühendislik jeolojisi ve jeoteknik modelleri sırasıyla üretilir ve her aşamanın bulguları diğer aşamaların güvenliliğinin artırılmasında kullanılır, IVtode! çalışmaları içerisinde su - süreksizlik - kil (SSK.) üçlüsünün dağılımı ve özellikleri harita, kesit ve şekillerle boyutlandırılmalıdır.

İki nokta arasında en kısa,, yüksek geometrik standartlı, düşük maliyetli ve çevre dostu, projenin ortaya çıkarılması için aşağıda sunulan 4 aşama kaçınılmazdır. Bunlar; geçenek,, geçki, seçenek ve seçki aşamalarıdır. Her aşamada çalışma alanı daraltılarak ayrıntılı model çalışmasına doğru geçiş yapılır. Konu içerisinde de vurgulandığı gibi yapılan çalışma sonuçları maliyet, emniyet, zaman ve estetik — çevre ölçütleri açısından karşılaştırılmalıdır., Bu temel yaklaşım, ve ilkelere uyulmadığında öngörülen maliyetler %1000 Men daha fazla .artmaktadır.

Değınilen Belgeler

Akduman, L., 2003. Otoyol bileşenlerinin seçiminde seldafıncılık sisteminin, önemi: Pozantı - E5 Ereğli kavşağı otoyolu., Doktora tezi ÇÜ- FBE, 145', Adana.,

Akduman, L., Yilmazer, L, and Leventeli, Y,,, 1998. A wide enough construction platform and new aquifer created by artificial dykes in a barren and highly dissected valley. Proceedings of the International Symposium on Geology and

Environment. Organized by Chamber of geological Engineers "of Turkey on the occasion of anniversary of the 50th . Geological Congress of Turkey,, pp. 137-142.

Akduman L,,, Yilmazer, L, Leventeli Y,,, & Ö.,Yilmazer, 2001a. Cost comparison of two extreme engineering approaches in a motorway project: Taurid Mountain crossing of Çukurova Motorway. Proceedings of the Fourth International Turkish Geology Symposium., September 24-28 '01 Adana/Tuikey, p. 143.,

Akduman L., Yilmazer, i, Yilmazer, Ö., & Leventeli Y., 2001b, Basic criteria to assess pipeline alignment alternatives: BTC (Bakü-Tbilisi-Ceyhan) pipeline. Proceedings of the Fourth International Turkish Geology Symposium, September 24-28 '01 Adana/Turkey,p. 136.

Akduman,, L., Yilmazer, t., Yilmazer,, Ö., Leventeli,, Y., Şimşek,V., & Ertunç A., 2001c. Artificial dike method to create a construction platform and a new aquifer. The 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Region. Geology, May 21 -25 '01, Isparta/Turkey, p. 67.

Bowles J.E., 1996. Foundation analysis and design. Fifth, edition., The McGraw-Hill Co., 1175 p.

Craig, R.F., 1997. Soil mechanics. Sixth edition., E and FN SPON, Chapman and Hall, London, 485 p.

Hunt, R.E., 1986. Geotechnical engineering analysis and foundation,, McGraw-Hill Company 729 p.

Leventeli,, Y., 2002,, Mühendislik. Projelerinde Jeoloji ve Jeotekniğin Önemi: Ecemiş Fay Kuşağı,, Adana - Niğde. Doktora, tezi, ÇÜ. FBE,, 145, Adana.

- Leventeli, Y. Akduman, L. ve Yilmazer, L., 1997. Aladağların eteklerindeki karstik seviyeleri iizerleyen killi birimlerde gelişen kaymalar. 50*nci Türkiye Jeoloji Kurultayı - 1997 Etkinlikleri: Yeraltısulan Sempozyumu Kitabı,
- Leventeli, Y., Yilmazer, I., and .Akduman, L., 1998. Recognition of distinct morphologies and its significance on site selection, study. Proceedings of the International Symposium on Geology and Environment., Organized, by Chamber of geological Engineers of Turkey on the occasion of anniversary oft he 50th Geological. Congress of Turkey, pp. 167-173.
- Leventeli, Y., Yilmazer, t., Yilmazer, O., .Akduman, L., Şimşek,V., & Ertunç A., 2001. Motorway and dam projects within a fertile valley created by a. fault, The 4th International Symposium on Eastern Mediterranean Region Geology, May 2 1 - 25 '01, Isparta/Turkey, p. 71.
- Tomlinson, M.J. and Boorman, R., 1995. Foundation design, and construction. Sixth edition,, Addison Wesley Longman. Ltd., 536 p.
- Yilmazer, I., 1988. Geotechnical evaluation of Ankara - Gerede and. Ankara, peripheral motorway. (Unpublish report). Archives of the Motorway Division of KGM, Ankara.
- Yilmazer, I., 1990... Güzergah seçimi ve bu seçimde jeolojinin önemi. Jeoloji Mühendisliği, 36, 37-45.
- Yilmazer, L., 1992., Türkiye Otoyol Projesinde jeoloji mühendisliğinin yeri ve diğer mesleklerle olan ilişkisi. Jeoloji Mühendisliği, 40, 46-49.
- Yilmazer, t., 1995. Significance of discontinuity survey in. motorway alignment selection. Engineering Geology, 40, pp. 41-48,
- Yilmazer, t., 2004. Ulaşım soranlarına kalıcı, çözüm., Kaynak Yayınlan., 88 sayfa, Ankara.
- Yilmazer, L, Ertunç, A.. ve Kaya, Ş., 1992. Yarma yamaç tasarımı ve kinematik inceleme. 3. Mühendislik Jeolojisi Sempozyumu, 21.-23 Mayıs 1992, Uluslararası Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi ve Çukurova Univ. Mflh.-Mim. Fak., Adana. Mühendislik Jeolojisi Türk Milli Komitesi Bülteni,, 14,, 42-60.,
- Yilmazer, L, Kale, S., and Doyuran, V., 1994. Significantly large and typical landslides. Proceedings of the 7th congress of 'the International Association of Engineering Geology Organizing Committee, 1377-1382, 5-9 September 1994, Lisbon-Portugal,
- Yilmazer, İ, and Çongar, B., 1994., Significance of discontinuity survey and. physiographical study in engineering works., Proceedings of the 7th congress of the International Association of Engineering Geology Organizing Committee, 1105-1111, 5-9 September 1994, Lisbon-Portugal,
- Yilmazer, L, Selçuk, Ş., and Turner, H., 1994. Cut slope recommendation. Proceedings of the 7th congress of the International Association of Engineering Geology Organizing Committee, 3909-3919, 5-9 September 1994, Lisbon-Portugal.
- Yilmazer, İ., Leventeli, Y., ve Akduman, L., 1997a., Otoyol geçkisi belirlenirken. Müh. Jeol. Türk Milli Komitesi Bülteni, 21, 67-71.

- Yilmazer, I.** and **Yilmazer, O.**, 1997. Interrelation between **hydrogeological** and geological models: case studies., Proceedings of the **International Conference on Water Problems in the Mediterranean Countries**, organized by Near East. University» Nicosia, North **Cyprus**, November 17-21, pp. 613-621.,
- Yilmazer, L**, **Yilmazer, O.**, and **Doğan, U-**, 1997b... Significance of water-discontinuity-clay (**WDC**). Proceedings of the **International Symposium on Engineering Geology and the Environment**, sponsored by International **Assoc. of Engineering Geology**, Athens-Greece., June 23-27 '97, pp. 457-462,
- Yilmazer, L, Yilmazer, Ö., **Özkök, D.**, ve **Gökçekuş, H.**, 1999. **Jeoteknik** tasarıma Giriş, **Yilmazer Eğitim ve Mühendislik Ltd.**, 210 sayfa.
- Yilmazer, I., Yilmazer, Ö., Bulut, C, ve Karaman, S., **2001**. Ankara - İstanbul arası ulaşım sorunları ve çözüm önerileri (Transportation problems and solutions between Ankara and **istanbul**). **Türkiye III Enerji Sempozyumu Kitabı**, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, 5-7 Aralık '01, s, 119-127.,
- Yilmazer, L**, **Yilmazer, Ö.**, and **Saraç, C**, 2003... Case history of controlling a major landslide at **Karandu**, Turkey. **Engineering Geology** 70,47-53,