

İŞLETME SÜRECİNDE TÜNEL VE YERALTI YAPILARI

BEKLENTİLER, OLASI SORUNLAR VE YAPILMASI GEREKENLER
İŞLETME GÜVENLİĞİ

Mahir VARDAR
İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, 34469 İstanbul
vardar@itu.edu.tr

ITA/AITES - COSUF

7 Ekim 2009 / Maçka

İçerik ve Kapsam

- Tünelcilik (Genel Bilgiler)
- Projelendirme Adımları
- İşletim Süreci Nedir ? (Sürecin Tanımlanması)
- Beklentiler ve Olası Sorunlar
- İşletim sürecinin planlanması ve programlanması
- İşletim ve Bakım Sürecinin Modellenmesi
- İşletim Modeli
- Denetim-Koruma-Bakım-Tutum Modeli

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Tünelcilik (Genel Bilgiler)

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Tünelcilik Çalışmalarındaki Başarı

- Her ögesiyle doğanın
 - insanın ve insanlığın
 - yaşamsal beklenti ve gereksinimlerin
 - bulunulan ortamdaki koşul ve olanakların
 - her türlü doğal ve yapay malzemenin
 - insan ve doğa yararına kullanılabilir olacak önlem, işlem, yöntem ve yönetimlerin
- Anlaşılmasına, tanınmasına ve bilinmesine dayalıdır.

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Tünel Mühendisliğindeki girdiler

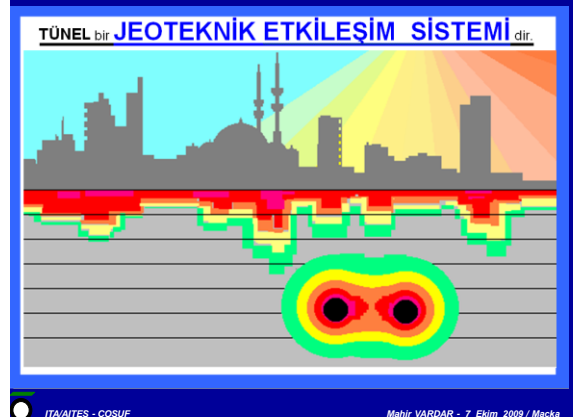
Bilgi	Beceri
Görgü	Yetenek
Deneyim	Sezgi

Yaşama sevinçli ve Sorumluluk bilinci

Yaratıcılık, yapıcılık, koruyuculuk
Değer, uyum, konfor, güven, keyif

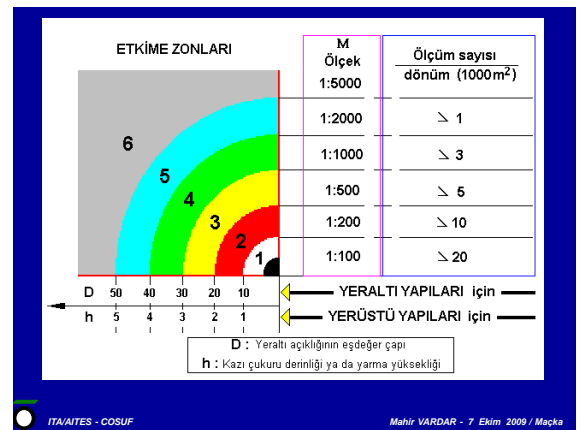
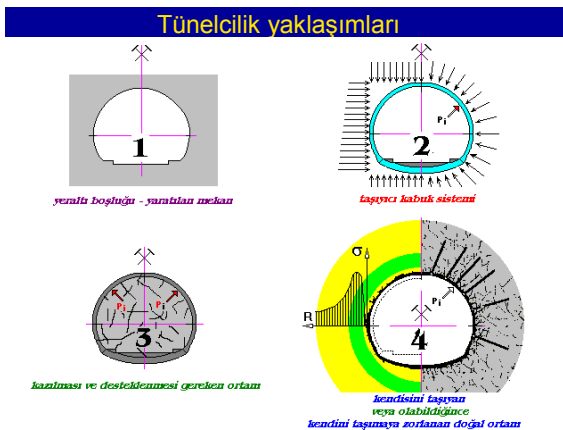
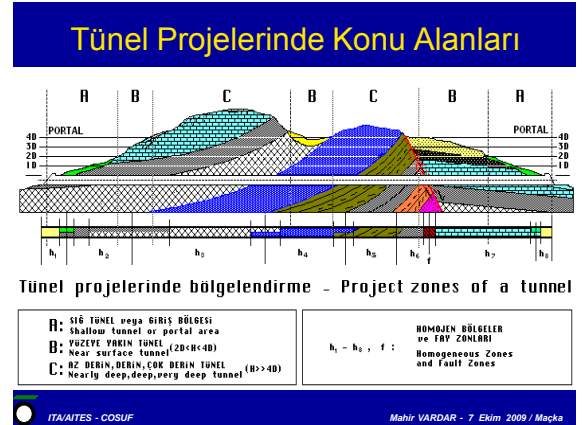
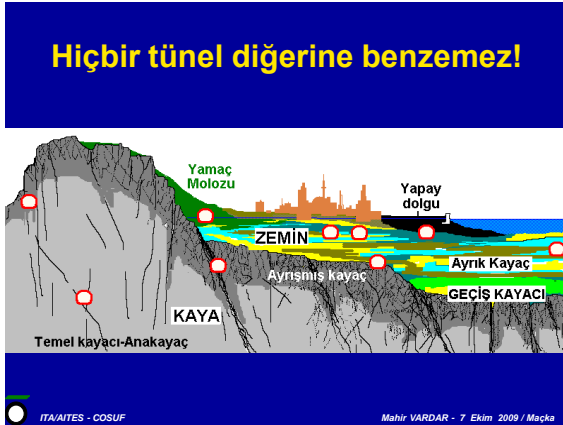
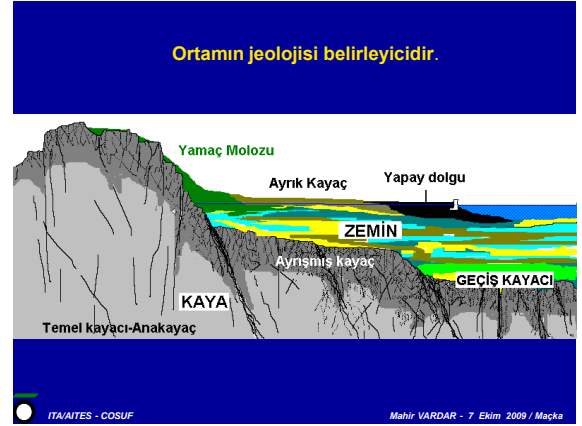
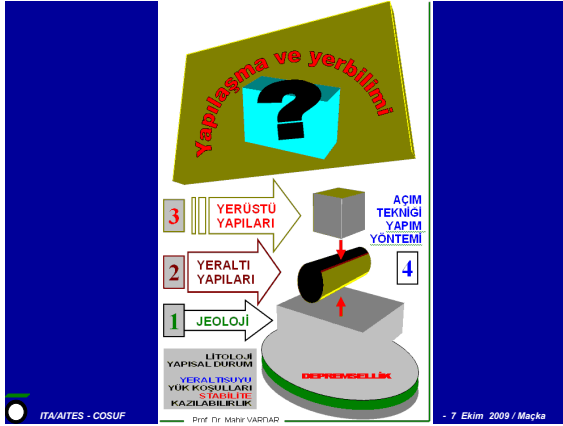
ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka



ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

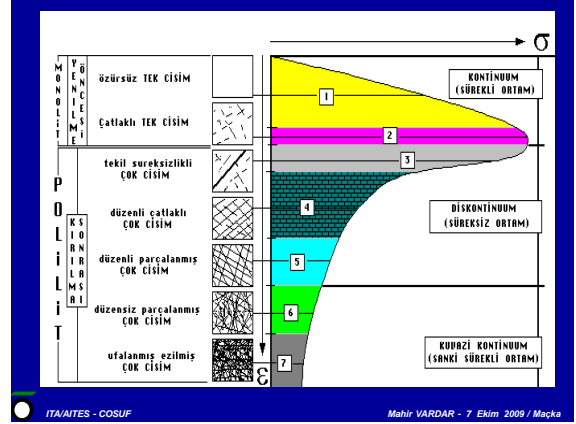


1

- Aynı jeolojik özellik ve nitelikteki bir ortamda, değişmeyen gerilme ve çevre etmenleri (su sıcaklık v.b.) altında "mühendislik jeolojisi ve kaya mekaniği" açısından **KAYA'nın davranışı sistem büyüklüğüne bağlı olarak değişir.**

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka



ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

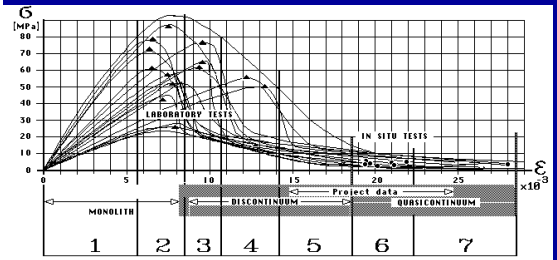
Sistem büyüklüğü; teknik girişim sırası ve sonrasında etkilenen "fiziksel ve mekanik etkileşimin" olduğu ortamın boyutudur.

- Aynı ortam tek parçalı cisimden (**monolitten**)
- çok parçalı cisime (**polilite**) kadar değişik "Kaya Parametreleri" ile çalıştırılabilir.

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

İstanbul Metro (Taksim) Araştırma galerisinde elde edilen in situ parametreler



ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

SONUÇ 1:

- Kayanın mekanik davranış parametreleri** her teknik girişimin boyut ve biçimine **bağlı olarak değişir.**

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

2

- Aynı özellik ve nitelikteki ortamlar aynı çevresel koşullar altında aynı başlangıç (primer) durumuna sahiptir.
- Ancak; aynı boyut ve biçimdeki (geometrideki) bir yapının aynı yapıım öğelerine sahip olması, bu ortamda bir tek ve değişmeyen bir ikincil durumun oluşmasını sonuçlanamaz.
- Çünkü aynı ortam "zaman etkisi" kontrol edilerek elastikten plastik-viskoz davranışa kadar çok farklı "kaya parametreleri" ile çalıştırılabilir.

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

MJKM VARDAR	1	2	3	4						
	A	B	D	H						
1994 NATM	A1	A2	B1	B2	B3	C1	C2	C3	C4	C5
0-NORM 2002	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1983 NATM	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
ESKİ	SAGLAM	ZAMANLA AZ KAVRILANAN	KIRILGAN	ÇOK KIRILGAN	BASKILI	ÇOK BASKILI	AKICI	ÖZEL HAL		
Q	>100	100	40	10	4	1	0.1	0.0001		
BARTON	ÇOK MUKEMMEL	MUKEMMEL	ÇOK İYİ	İYİ	ORTA	KOTU				
RMR	100	80	60	40	20	<20				
CSIRO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BANAWSK	ÇOK İYİ	İYİ	ORTA	KOTU	ÇOK KOTU					
YENİ (ROSE)	n=0	0.25	0.4	1.2	5	8				
ESKİ	0	0-0.15 B	0.25-0.35 (B+H)	0.75-1.1 (B+H)	2.1-4.5 (B+H)	4.5(B+H)	75m	>75m	AKICI	
Hp		0.15-0.25 B	0.35-0.75 (B+H)	1.1-2.1 (B+H)						
RÖD	90	75	50	25	0					
DEER	ÇOK İYİ	İYİ	ORTA	ZAYIF	ÇOK ZAYIF					

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

SONUÇ 2

- Kayanın davranış parametreleri her teknik girişimdeki işlemlerin sırasına, süresine ve zaman kullanımına göre değişir.

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

3

- Aynı litoloji, mineroloji ve süreksizliklere sahip bir ortam, teknik girişimin (boyutu ve biçimi) geometrisi ve önlemlerle işlemler aynı olsa da oluşturulan çevresel koşulların etkisiyle farklı ikincil davranış parametrelerine sahip olabilir.

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

- Bir başka deyişle; gerilme akıplarının yön ve şiddet değişimine neden olabilecek yer ve yönelim (konum) seçimi ile su etkisi – erime - şişme, kabarma, ayrışma sonucunda kayanın "ikincil davranışı" çok seçeneklidir.

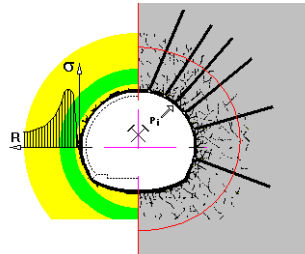
ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

SONUÇ 3

- Kayanın anizotropisi ve suya karşı hassaslığı farklı kaya davranışlarını oluşturur.
- Kayanın davranış parametreleri işlem ve önlemlerin yönüne ve su kullanma durumuna göre değişir.

Ekstansometrelerde ölçülen uzama tünel içindeki deformasyona eşitse tüm deformasyonlar ekstansometre uzunluğu içindeki bölgede kalıyor demektir. Bunun anlamı gerilme kemerlenmesinin ankrajlar tarafından karşılanmakta olduğudur. Çünkü bu takdirde ankrajların taşıyıcı kökleri kayanın psödoplastikleşmemiş olan sağlam kesimlerine bağlanmıştır.



ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

ITA/AITES - COSUF

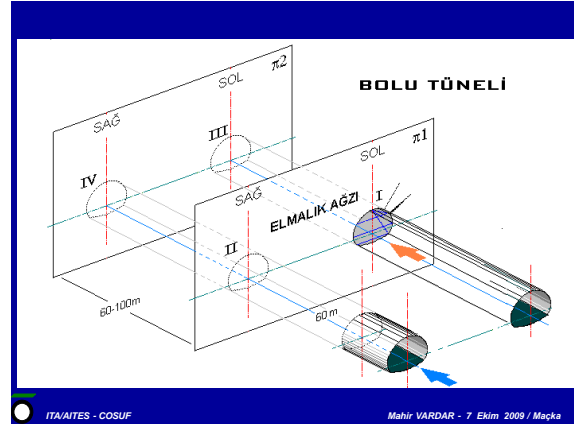
Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

4

- Aynı ortam yinelenmeli zorlanmalar altında, zorlanmaların sayı ve süresine bağlı olarak farklı dayanım parametreleri kazanır.
- Kayanın mikro ve/veya makro çatlaklar kazanarak plastikleşmesi (psödoplastikleşmesi), hacimsel artış (gevşeme) ile sonuçlanır.
- Gevşeme kayada primer dayanımın azaldığının göstergesidir.

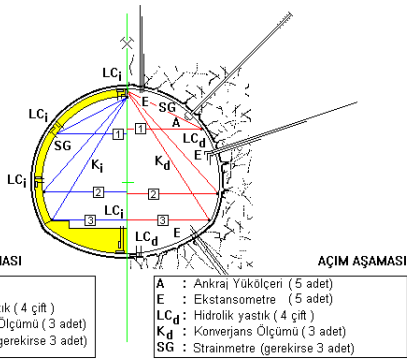
ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka



ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka



İÇ KAPLAMA AŞAMASI

AÇIM AŞAMASI

LC_i : Hidrolik yastık (4 çift)
 K₁ : Konverjans Ölçümü (3 adet)
 SG : Strainmetre (gerekirse 3 adet)

A : Ankraj Yükölçeni (5 adet)
 E : Ekstansometre (5 adet)
 LC_d : Hidrolik yastık (4 çift)
 K_d : Konverjans Ölçümü (3 adet)
 SG : Strainmetre (gerekirse 3 adet)

ITA/AITES - COSUF

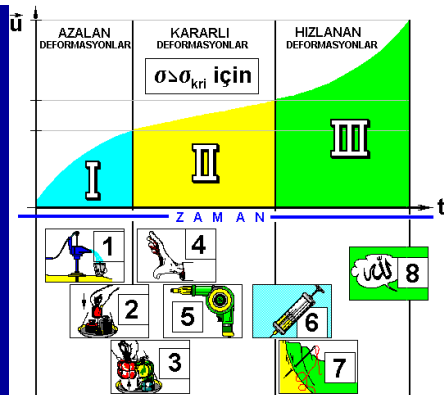
Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

SONUÇ 4

- Tekrar tekrar örselenen kayada sekonder direnç azalır.
- Çok galerili sistemler, taramalı tünel açma anlayışları ve aşırı deformasyona izin veren (deformasyon yarıkları gibi) yaklaşımlar bu bakımdan kusurlu tünel açım yöntemleridir.

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka



ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

5

- Yüzeğe yakın tünellerde ve KENTİÇİ Kaya yapılarında deformasyona izin verilirse kayacın başlangıçtaki dayanım parametreleri oluşan mikro ve/veya makro çatlaklar (PSÖDOPLASTİKLEŞME) nedeniyle azalır.
- KENTİÇİ TÜNELLERİNDE bu deformasyonlar yüzeğe hızla ulaşarak oturmalara, yamulmalara ve hatta göçüklere neden olabilirler.

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

SONUÇ 5

- **Kentiçi Tünellerinde deformasyona izin veren tünel açma anlayışları kesinlikle uygulanmamalıdır.**
- **Güzergah boyunca denetim ve yönlendirme amaçlı aletler yerleştirilerek yüzeydeki deplasmanlar titizlikle izlenmelidir. Bu ölçümler tünel içinde okunan konverjanslarla karşılaştırılmalıdır.**
- **Sağlama hızla ve olabildiğince rijit yapılmış olmalıdır.**
- **Halka en kısa mesafede kapanmalı (en çok 30m), iç kaplama aynanın hemen gerisinden gelmelidir.**

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

TÜNELCİLİK EĞİTİMİ-ARAŞTIRMASI VE UYGULAMALARI

A- **Mühendislik Jeolojisi** (Sistem büyüklüğü içindeki ortam ve koşulların somutlaştırılması)

- A1. Teknik amaçlı **Bölgeleme ve değerlendirme** çalışmaları
- A11. Mevcut durum için **Etmen Katmanlarının hazırlanması**
- A111. Litoloji-dokunaklar
- A112. Yapısal Özellikler- Kıvrımlar, Faylar, Süreksizlikler
- A113. Mineralojik-Jeokimyasal özellikler (Eriye, şişme, kabarma, bozunma, ayrışma)
- A12. Kütleesel **Duraylılık-(Stabilite) Risk Haritalarının hazırlanması**
- A13. **In-situ Gerilme durumlarının belirlenmesi**
- A14. Teknik amaçlı (Tünel güzergahı, Giriş-Çıkış yerleri için) **Karar Matrislerinin Oluşturulması**
- A2. Hidrojeoloji
- A3. Çevre Jeolojisi
- A4. Malzeme Jeolojisi
- A5. Kent Jeolojisi

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

TÜNELCİLİK EĞİTİMİ-ARAŞTIRMASI VE UYGULAMALARI

- devam 1

B- Geodinamik

- B1. Neotektonik
- B2. Deprensellik

C- Geomekanik

-Arazi Mekanığı (Davranışların tanımı ve belirlenmesi: Laboratuvar ve Arazi Deneyleri-ölçümleri ve gözlemleri)

- C1. Zemin Mekanığı
- C2. Kaya Mekanığı

D- Geoteknik

(Etkileşimlerin belirlenmesi-Seçenek oluşturulması-En uygun çözüm)

- D1. Tünel Giriş Yapıları
- D2. Farklı ortam ve koşullar için Tünel tüpleri
- D3. Sorunlu kesimler için özel çözümler
- D4. Destek ve Yardımcı yapılar

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

TÜNELCİLİK EĞİTİMİ-ARAŞTIRMASI VE UYGULAMALARI

- devam 2

E- Geoteknoloji

- E1. Kazı-Taşıma
- E2. Havalandırma-Yangın Emniyeti
- E3. Yalıtım-Su atımı
- E4. Aydınlatma-Sinyalizasyon
- E5. Enerji temini

F- Geodizayın

- F1. Portal Tasarımı
- F2. Tünel Tasarımı
- F3. Yer altı Kaverno Tasarımı (İstasyonlar, HES, Depolar, Garajlar ve Sanat-spor ve Sağlık yapıları)

G- Geomenagement

- G1. İş Programlaması (CPM, PERT, ...)
- G2. İşgücü Planlaması
- G3. Araç-Gereç Planlaması-Lojistik
- G4. Finans Yönetimi
- G5. İş Güvenliği
- G6. İş Hukuku-Sigorta
- G7. Halkla ilişkiler, Tanıtım ve Yayımlar

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Tünelcilik Disiplinlerarası çalışma gerektirir

- **Geodezi** : Harita ve Planlar, Topografya, morfoloji, aplikasyon
- **Jeoloji ve Jeofizik** : Ortam ve Koşulların tanımı, belirlenmesi ve bunların kullanılabilir bilgilere dönüştürülmesi, Deprensellik bilgileri, jeomekanik ve jeodinamik
- **Maden** : Kaya yapıları tasarımı, kazı-patlama, geçici destekleme ve taşıma yöntemleri, havalandırma, su atımı, kazı-delme ve kesme makinelerinin seçimi ve performans değerlendirmeleri
- **İnşaat** : Planlama ve Projelendirme İşleri, kalıcı taşıyıcı sistemlerin analizleri, yapım yöntemleri, imalat işleri, işlemleri, tünel kaplamasının imalatı-inşası
- **Makina** : Tünelcilikte Makine (TBM, Jumbo, Beton Püskürtme, Tünel Kalıpları, Havalandırma, Nakliye sistemleri) tasarımı, imalatı, denetimi, bakımı ve tutumu
- **Elektrik** : Enerji Temini, dağıtımı, denetimi ve tutumu (Elektrik makineleri, aydınlatma ve havalandırma)
- **Elektronik** : Sinyalizasyon, uzaktan kumanda, deney, ölçme, denetim ve yönlendirme aygıtlarının tasarımı, geliştirilmesi ve yapımı (Gerilme-deformasyon, basınç ve hareket ölçerler)
- **Bilişim** : Yazılım hazırlanması ve kullanıcı eğitimi
- **İşletme/Endüstri**: Ergonomi, Planlama, Yönetim, Denetim ve İşletme bilgileri
- **Mimarlık/Peysaj** : Çevre, kent ve çağ uyumlu tasarım ve yaratıcılık
- **Çevre** : Doğal ortam değerlendirmesi, koruma ve teknonatur

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Projelendirme Adımları

Modeller

1. ARAZİ MODELİNİN oluşturulması

Çalışılan ortamın, koşullarının ve davranışlarının bilinmesi

2. YAPI MODELİNİN kurulması

Kullanım beklentilerinin ve hedeflerinin modellenmesi
Teknik yapının tanımlanması

3. YAPIM MODELİNİN kurgulanması

Teknik çalışmaların tanımlanması
Yapım sürecinin planlanması ve programlanması

4. İŞLETİM MODELİNİN belirlenmesi

İşletim sürecinin tanımlanması
İşletim sürecinin planlanması ve programlanması

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

1

'ARAZİ MODELİ' nin hazırlanması

Çalışılan ortamın, koşullarının ve davranışlarının bilinmesi

Mühendislik Jeolojisi Modelinin kurulması

1. Teknik Girişimle etkileşen jeolojik boyutun
(Sistem Büyüklüğü) nün Tanımı

2. Ortam ve koşulların teknik amaçlı modellenmesi

Topografik Model
Yerleşim Modeli
Jeolojik Model

Jeomekanik Modelin oluşturulması

Arazinin davranış modelinin çıkarılması

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

1

1a Topografik Model

Arazi durumu ve geometrisi
Topografya, morfoloji
Koordinatlar, kotlar
 $P_i(x_i, y_i, z_i)$

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

1

1b Yerleşim Modeli

Yerleşim durumu ve geometrisi

Coğrafik durum (yüzey suları, flora, fauna),
komşuluk ilişkileri, mevcut yapılar, altyapı,
korunma alanları, gelişme planları (imar
durumu),

Arazi sınırları, çalışma alanı
 $P_i(x_i, y_i, z_i)$

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

1

1c Jeolojik Model

Jeolojik durum ve geometrisi

Araştırma sondajları, çukurları, hendekleri,
galerileri...

Litoloji, yapısal özellikler (tabakalar, kıvrımlar,
faylar, süreksizlikler, boşluklar vbg.)

Dokunaklar, **tavan ve taban haritaları**, kesitler,
 $P_i(x_i, y_i, z_i)$

Hidrojeolojik durum

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

1d Jeomekanik-dinamik Model

- Mekanik davranışlar
- Jeomekanik parametreler
- Arazi ve laboratuvar deneyleri
direnç ve dayanım parametreleri (c, Φ , E, v, σ_b ...)
- Depremsellik parametreleri
- Davranışların değişim sınırlarının saptanması
Koordinatları belirlenmiş bilgi tabanı $P_i(x_i, y_i, z_i)$

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

YAPI MODELİNİN kurulması

2

2a Mimari*Tasarım Modelinin kurulması***Mühendislik Modelleri**

2b Geoteknik

2c Statik-dinamik

2d Donanım

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

YAPIM MODELİNİN kurulması

3

3a Şantiye*İnşa ve İmalat Modelinin kurulması*

3b Kazı (Hafriyat)

3c İmalat

Yönetim ve Denetim

3d Yapı Yönetimi

3e Yapı Denetimi

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

KARAYOLLARINDA İŞLETİM MODELİNİN kurulması

4

*İşletim sürecinin tanımlanması
İşletim sürecinin planlanması ve programlanması*

4a İşletim ve Bakım Sürecinin Modellenmesi

4b İşletim Modeli

4c Denetim-Koruma-Bakım-Tutum Modeli

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

**Tünellerde
Değerlendirme Kurgusu**

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Teknik Bilgilenme Durumu**İnceleme-İrdeleme ölçütleri****Yeterlilik**

- a) Proje
- b) İmalat-kalite
- c) İşletme -Bakım-Tutum

Güvenilirlik-Risk**Geliştirilebilirlik****A. Projesi olan**

ya da belge ve bilgilerine ulaşılabilen tüneller

B. Projesi olmayan

ya da belge ve bilgilerine ulaşılamayan tüneller

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Durum Analizi

- I) **Mevcut (İşletimdeki) Tüneller**
- II) **Yapım Aşamasındaki Tüneller**
- III) **Onarımdaki Tüneller**
- IV) **Projelendirilmekte olan Tüneller**

PLANLAMA
YAPILABİLİRLİK (fizibilite)
KESİN
UYGULAMA

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Mevcut (İşletimdeki) Tüneller

- 1) Sorunsuz Tüneller
- 2) Sorunlu Tüneller
- 3) Yetersiz Tüneller
- 4) Sakıncalı-Tehlikeli Tüneller

- Heyelan
- Krip
- Aktif Fay
- Su gelişi
- Dağ basıncı
- Şişme-kabarma
- Erime-ayrışma-bozunma
- Tersiyer etkileşim

Sorunlu Tüneller

Yetersiz Tüneller

- ✓ Eskime-Yıpranma
- ✓ Denetim ve bakım-tutum noksanlığı
- ✓ Standart-beklenti değişimi

Sakıncalı-Tehlikeli Tüneller

- Yerleşim (Yer ve konum)
- Geometri (Biçim, boyut)
- Jeolojik-depremsellik-jeoteknik
- Teknik (Gabari, kurb, dever)
- Statik
- İmalat kalitesi
- İşletim kusurları veya yanlışları

Risk Tahmini Nedir ?

İşletim Süreci Nedir ?

Beklentiler ve Olası Sorunlar

RİSK TAHMİNİ

Bir doğal ya da yapay olayın herhangi bir yerdeki insanı, doğal çevreyi ya da alt yapıyı hangi koşullarda ve ne ölçüde etkileyeceğinin öngörülmesidir.

TEHLİKE ANALİZİ

Hangi tehlike nerede, hangi sıklıkta ve ne ölçüde vardır?

Deprem, Taşkın, Heyelan, Yangın göçük, kaza vb.

DUYARLIK ANALİZİ

Zarar görme olasılığı nerede, hangi sıklıkta ve ne ölçüdedir?

- Sosyal (Sağlık, yaşam, göçim)
- Fiziksel (Yapı, Altyapı)
- İşlevsel (İletişim, ulaşım, ...)

İNSANİ DURUM ANALİZİ

Toplum afetleri nasıl, hangi hızla ve ne ölçüde göçürebilir?

- Halkın Risk Kültürü/riske hazırlıklı olma-bilinçlenme
- Halkın Afete hazırlık düzeyi
- Yönetmel Afete hazırlık düzeyi

Riskler ve Güvenlik Denetimi

- İnsan Niteliği ve Yeterlilik Güvencesi
- Yapı Niteliği ve Yeterlilik Güvencesi
- Aygıt Niteliği ve Yeterlilik Güvencesi
- Doğal Afet Güvencesi
- İlk Yardım Güvencesi
- Sağlık ve konfor Güvenliği
- Trafik Güvenliği
- Yangın Güvenliği

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

İşletme sürecinin planlanması ve programlanması

İşletme Yetkisi ve Sorumluluklarının Tanımı ve Belirlenmesi

- Sinyalizasyon
- Aydınlatma
- Havalandırma
- Haberleşme
- Buzlanma-göllenme
- Tünel Yaklaşım Yolları
- Portaller (Tünel Giriş-Çıkışı)

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

İşletim ve Denetim

TRAFİK bilgilerinin Toplanması ve İşlenmesi

Trafik öngörüsü – Gerçek durum ilişkileri

- Araç türü
- Araç sayısı
- Araç hızı
- Araç yükü
- Trafikte akış değişkenliği

TRAFİK YÖNETİMİ

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

İşletim ve Denetim

TEKNİK Bilgilerin Toplanması ve İşlenmesi

Gözlem - İzlem - Ölçüm

- Hava Kalitesi
- Yol Kaplaması ve Altyapısı
- Tünel Kaplaması
- Çevresel etki-deplasmanlar
- Su gelışı ve Drenaj
- Aydınlatma düzen ve düzenekleri
- Havalandırma düzen ve düzenekleri
- Yangın emniyeti düzenekleri
- Sinyalizasyon ve haberleşme düzenekleri

GÜVENLİK YÖNETİMİ

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Güvenlik amaçlı TEKNİK Bilgilerin Toplanması ve İşlenmesi için

Ölçme, gözlem ve Uyarı Düzenekleri

- CO2 ve Zehirli Gaz ölçer
- Aydınlatma düzen ve düzenekleri
- Havalandırma düzen ve düzenekleri
- Yangın emniyeti düzenekleri
- Sinyalizasyon ve haberleşme düzenekleri
- Hızölçer
- Araç sayacı
- Meteorolojik veritoplar

DENETİM ve UYARI YÖNETİMİ

ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Tünel Giriş ve Çıkışlarında Güvenlik Uyarısı Mesafeleri



ITA/AITES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka

Bakım ve Tutum ve Onarım için

Ölçme, gözlem ve Uyarı Düzenekleri

- **Yol Kaplaması ve Altyapısı**
Aşınma, oturma - kabarma, sökülme, göçme
- **Tünel Kaplaması**
Çatlak oluşumu, deformasyonlar, beton donatısında korozyon, kavlaklanma, su gelişi
- **Yüzey deplasmanları, çevresel etki**
- **Su gelişi ve Drenaj**
- **Kirlenme-yağlanma**

→ BAKIM, TUTUM ve ONARIM YÖNETİMİ

 İTAAİTES - COSUF

Mahir VARDAR - 7 Ekim 2009 / Maçka