

JEM 428
JEOLAJİ
MÜHENDİSLİĞİNDE
TASARIM

Sorumlu Öğretim Elemanı: Doç. Dr. Şebnem Arslan

MÜHENDİSLİK NEDİR?

Mühendislik, bir toplumun problemlerini çözebilmek için gerekli olan bilimin uygulanmasıdır. Kar elde etmek amacıyla yapılır.

ABET (Accreditation Board of Engineering and Technology)'e göre:

İnsanoğlunun yararı için mühendislik, çalışma, deneyim ve pratikle kazanılan matematiksel ve doğa bilimleri bilgisinin, sağduyu ile doğanın materyal ve güçlerini ekonomik olarak kullanma yollarını geliştirmek için uygulanan bir meslektir.

ABET* Definition of Engineering

- The profession in which a knowledge of the mathematical and natural sciences gained by study, experience, and practice is applied with judgment to develop ways to utilize, economically, the materials and forces of nature for the benefit of mankind.

* Accreditation Board for Engineering and Technology

Mühendis--- Kelime Kökeni

Mühendis kelimesi Arapça geometri (hendese) ile meşgul olan, geometri bilen kişi anlamına gelmektedir.

Arapça *hnds* kökünden gelen *muhandis*

مهندس arazi ölçen sözcüğünden alıntıdır.

Arapça sözcük **Arapça** *handasa*^t هندسة

"arazi ölçme, geometri" sözcüğünün

failidir. *

* <https://www.etimolojiturkce.com/kelime/muhendis>

Türk Dil Kurumu'na göre *mühendis, İnsanların her türlü ihtiyacını karşılamaya dayalı çeşitli yapılar yol, köprü, bina, peyzaj, çevre gibi şehircilik ve imar dışı alanların ilkeleri, bayındırlık; tarım, beslenme gibi gıda; fizik, kimya, biyoloji, elektrik, elektronik gibi fen; uçak, gemi, otomobil, motor, iş makineleri gibi teknik ve sosyal alanlarda uzmanlaşmış, belli bir eğitim görmüş kimsedir.* Modern anlamda mühendis, bilim insanlarının ürettiği teorik bilgiyi tekniker ve teknisyenlerin uygulayabileceği pratik bilgiye dönüştüren kişidir.

Mühendisler ve Bilim adamları*

Bilim adamları;

- Doğal dünyanın işlevini anlamaya çabalarlar.
- Çalışma (araştırma) sonuçları bilginin yayılımıdır.
- Çalışmanın (araştırmanın) son ürünü genellikle bir makale olarak bilim camiasına sunulur.



Mühendisler;

- Problem çözerler, çalışmalarının sonuçları bir ürünün veya prosesin geliştirilmesi veya üretilmesidir.



* <http://users.ece.utexas.edu/~holmes/Teaching/EE302/Slides/UnitOne>

Mühendisler ve Bilim adamları*

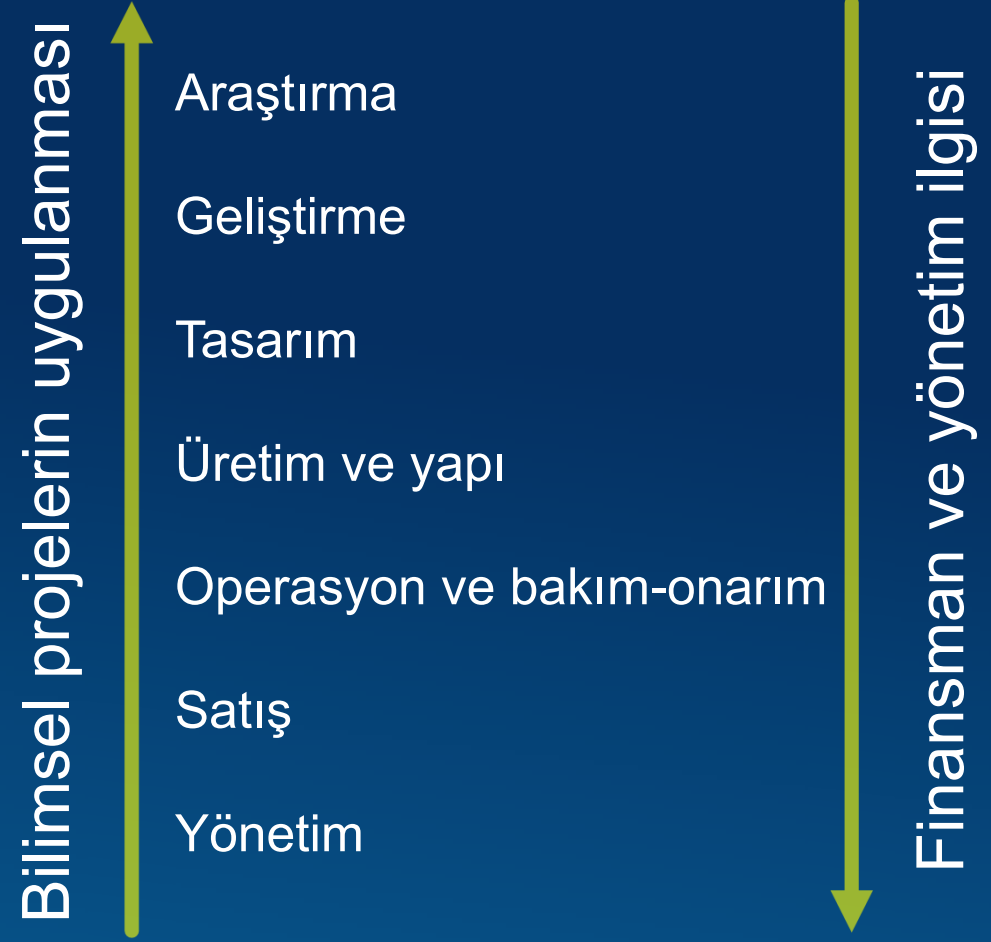
Mühendisler ve bilim adamlarının görevleri birleşebilir:

- Bir mühendis problem çözebilmek için yeni bilimsel bilgiye ihtiyaç duyabilir.
- Bilim adamları buluşlarının potansiyeli rehberliğinde çalışabilirler.

* <http://users.ece.utexas.edu/~holmes/Teaching/EE302/Slides/UnitOne>

Mühendislik matematik ve fen (bilime) bağlıdır fakat özel problemlerin çözümüne yoğunlaşır. Bu çözümler, toplum tarafından istenildikleri ve gerekli görüldükleri için belirli yasal, çevresel ve ekonomik kısıtlamaları karşılamalıdır.

Mühendislik uygulamaları interaktif ve kısıtlayıcı olduklarından fazlasıyla zorlayıcıdır. Mühendisler çok geniş spektrumlu aktivite ve olaylara bağlanırlar. Bunlar araştırma, geliştirme, dizayn, üretim, yapı (construction), operasyon, bakım-onarım, satış ve yönetimdir (Şekil 1). Mühendislik uygulamalarının özünde **TASARIM PROSESİ BULUNUR..**



Şekil 1. Mühendislik fonksiyonlarının spektrumu (Dieter, 1987)

Tasarım (dizayn) nedir?

Merriam-Webster SINCE 1828 design
DICTIONARY THESAURUS

Definition of *design* (Entry 1 of 2)

transitive verb

1 : to create, fashion, execute, or construct according to plan : DEVISE, CONTRIVE
// design a system for tracking inventory

2 a : to conceive and plan out in the mind
// he designed the perfect crime

b : to have as a purpose : INTEND
// she designed to excel in her studies

c : to devise for a specific function or end
// a book designed primarily as a college textbook
// a suitcase designed to hold a laptop computer

3 *archaic* : to indicate with a distinctive mark, sign, or name

4 a : to make a drawing, pattern, or sketch of
// ... a curious woman whose dresses always looked as if they had been designed in a rage ...
— Oscar Wilde

b : to draw the plans for
// design a building
// designing a new bike

intransitive verb

1 : to conceive or execute a plan

2 : to draw, lay out, or prepare a design
// was trained to design for homes and offices

Literatürü araştırıp ‘TASARIM’ tanımı bulmaya çalışırsak tasarımlar kadar çok tanım görürüz.

Tasarım (fiil) Webster sözlüğüne göre:

- 1) Bir plana göre oluşturmak, biçimlendirmek, uygulamak veya inşa etmek
- 2) a) Akılda kurgulamak ve planlamak
b) bir amaç olarak almak
c) Spesifik bir fonksiyon veya son için icat etmek
- 3) Belirgin bir işaret, imza veya isim ile göstermek

.....

Tasarım olmayan bir şeyi oluşturmak, var etmektir.

Mühendislik Tasarımı:

Arzu edilen ihtiyaçları karşılamak için bir sistemi veya bir parçayı (bileşeni) icat etme sürecidir. **İteratif** (tekrarlanan) bir **karar verme** sürecidir. Bu süreçte belirtilmiş bir amaca ulaşabilmek için temel bilimler, matematik ve mühendislik bilimleri **kaynakların** optimal olarak **dönüştürülmesi** için uygulanır.

Tasarım işleminin temel elementleri amaçlar ve kriterlerin belirlenmesi, sentez, analiz, yapı, test ve değerlendirme dir. Sentez ve analizin önemli bir yeri vardır. Ayrıca, sosyolojik, ekonomik, estetik, yasal ve etik etmenler de göz önüne alınmalıdır.

İterasyon: Mühendislik tasarımı tekrarlanan girişimlerle özdeşleşmiştir. Öncel çalışma sırasında elde edilen veriler ikinci veya daha fazla denemede tatmin edici bir çözüme ulaşabilmek için kullanılır. Genellikle, ilk denemelerde kabul edilebilir sonuçlara ulaşmak mümkün olmaz.

JUN
14

Gauss-Siedel 1. Örnek

Gauss-Siedel Yöntemi 1. Örnek

- Sırasıyla x'leri yalnız bırak
- İlk değer olarak tüm x'lere 0 ataması yap
- Yeni bulunan x değerini bir sonraki denklemde kullan.
- Hata Hesabı için yeni bulunan değerden bir önceki x değerini çıkar ve yeni değere böl. Sonuç mutlak değer içinde.

GAUSS-SIEDEL YÖNTEMİ

❑ **Örnek:** Aşağıdaki denklemi Gauss-Siedel yöntemini kullanarak 2 iterasyon için çöztünüz?

$$\begin{aligned} 3x_1 - 0.1x_2 - 0.2x_3 &= 7.85 \\ 0.1x_1 + 7x_2 - 0.3x_3 &= -19.3 \\ 0.3x_1 + 0.2x_2 + 10x_3 &= 71.4 \end{aligned}$$

• Bilinmeyen x değerlerini diğerleri cinsinden bul

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{7.85 + 0.1x_2 + 0.2x_3}{3} \\ x_2 &= \frac{-19.3 - 0.1x_1 + 0.3x_3}{7} \\ x_3 &= \frac{71.4 - 0.3x_1 + 0.2x_2}{10} \end{aligned}$$

• **İterasyon 0** için $x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0$.

• **İterasyon 1**

❑ x_1 hesabı için, $x_2 = 0, x_3 = 0$,

$$x_1 = \frac{7.85 + 0 + 0}{3} = 2.616667$$

❑ x_2 hesabı için, $x_1 = 2.616667, x_3 = 0$,

$$x_2 = \frac{-19.3 - 0.1(2.616667) + 0}{7} = -2.794524$$

❑ x_3 hesabı için, $x_1 = 2.616667, x_2 = -2.794524$,

$$x_3 = \frac{71.4 - 0.3(2.616667) + 0.2(-2.794524)}{10} = 7.005610$$

JUN
14

Jacobi Yöntemi Örnek Soru

LİNEER DENKLEM SİSTEMİ ÇÖZÜMLERİ DOĞRUSAL DENKLEM SİSTEMİ ÇÖZÜMLERİ JACOBI YÖNTEMİ

Verilen denklemlerde x'leri yalnız bırak.

Keyfi olarak x'lerin tümüne 0 değeri verip, x sonraki değerlerini bul

Tüm x sonraki değerlerini, yeni iterasyondaki x değerleri yerine koy. Diğer iterasyona geç.

Hata normunu bulmak için yeni bulunan x değerlerini bir önceki x değerlerinden çıkar (mutlak değer içinde) ve hepsini topl

JACOBI YÖNTEMİ

• **Örnek:** jacobi iterasyon metodu kullanarak aşağıdaki lineer denklem sistemini çözümlü

$$\begin{aligned} 10x_1 + 2x_2 + 3x_3 &= 23 \\ 2x_1 - 10x_2 + 3x_3 &= -9 \\ -x_1 - x_2 + 5x_3 &= 12 \end{aligned}$$

• **Çözüm Yolu:** yeniden düzenleme

$$\begin{aligned} x_1 &= (23 - 2x_2 - 3x_3)/10 \\ x_2 &= (-9 - 2x_1 - 3x_3)/(-10) \\ x_3 &= (12 + x_1 + x_2)/5 \end{aligned}$$

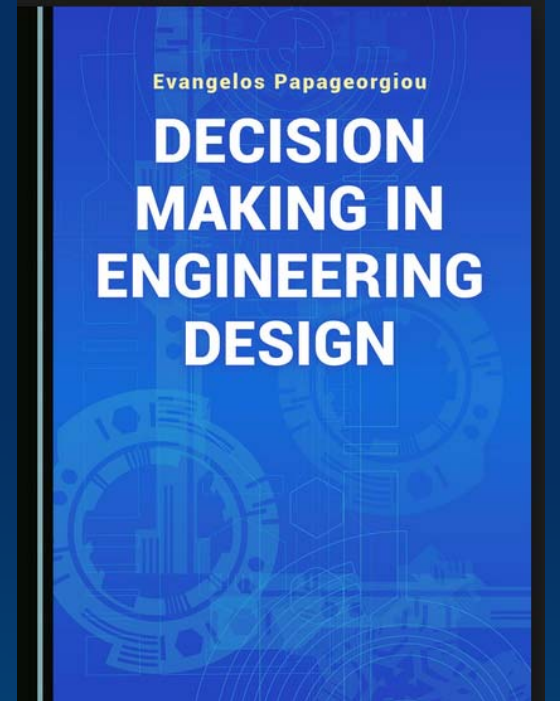
$x_1 = 0, x_2 = 0, x_3 = 0$. keyfi tahminlerle başlıyoruz ve iterasyon aşağıdaki sonuçları verir.

ITER	x_1	x_2	x_3	Hata normu, $E = \sum_{i=1}^3 x_i^{new} - x_i^{old} $
0	0	0	0	---
1	2.300000	0.900000	2.400000	5.600000
2	1.400000	2.080000	3.040000	2.720000
3	0.972000	2.092000	3.096000	4.960001E-01
4	0.952800	2.023200	3.012800	1.712000E-01
5	0.991520	1.994400	2.995200	8.512014E-02
6	1.002560	1.996864	2.997184	1.548803E-02
7	1.001472	1.999667	2.999885	6.592035E-03
8	1.000101	2.000260	3.000228	2.306700E-03
9	0.9998797	2.000089	3.000072	5.483031E-04
10	0.9999606	1.999998	2.999994	2.506971E-04

<http://matlabogren.blogspot.com/2015/06/jacobi-yontemi-ornek-soru.html>

Karar verme: Mühendislik tasarımında birden fazla alternatif ile karşılaşıyoruz. Bu alternatiflerden bazıları sonuçta elde etmeye çalıştığımız ürünün/çıktının üretilmesi için eşit olarak uygulanabilir olabilir. Alternatiflerin seçimi aşamasında mühendis durumdan duruma değiş tokuş edilebilen farklı kriterleri ve farklı değerleri değerlendirmek zorundadır. Bu değiş tokuşlar «Trade-off» olarak bilinir.

Trade-off İsim: karşı-bedel, sağlanan bir yarar karşılığında ödenen/feda edilen şey.



Decision Making in Engineering Design (Design and Manufacturing)
by Kemper E. Lewis (Author)
Be the first to review this item

[Look inside](#)

Hardcover from \$79.99 | **Paperback** from \$248.95 | **Other Sellers** See all 2 versions

More Buying Choices
7 New from \$174.96 | 8 Used from \$83.93

[prime student](#) College student? Get FREE shipping and exclusive deals [LEARN MORE](#)

Provides examples of effective application of decision-based design, theory and practice in design, insights on handling preferences, handling uncertainty, distributed design, demand modeling, value issues; and end-of-chapter exercise problems to facilitate learning.

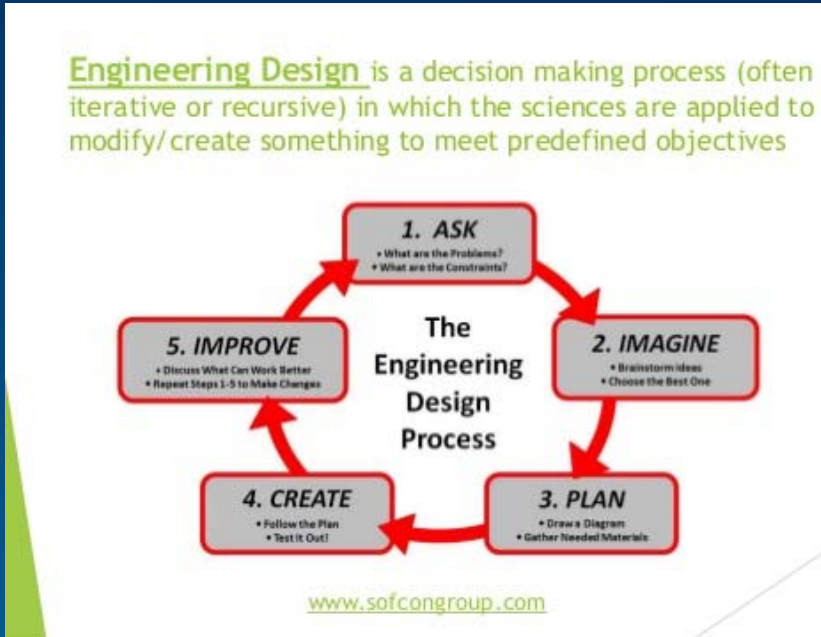
ISBN-13: 978-0791802465
ISBN-10: 0791802469
Why is ISBN important? ~

Have one to sell? [Sell on Amazon](#)

[Add to List](#)

Share [Email](#) [Facebook](#) [Twitter](#) [Pinterest](#)

Kaynakların dönüştürülmesi: Mühendislik tasarımları her zaman belirli kısıtlayıcılar çerçevesinde yapılır. Bu kısıtlayıcılar genelde zaman, para, insan gücü ve doğal kaynaklardır. Bu kaynaklar her zaman sınırlıdır ve mevcudiyetleri durumdan duruma göre değişmektedir.



Mühendislik Tasarımı:

- Karar verme süreci
- Tekrarlamalı
- Önceden belirlenmiş hedefleri sağlamak için bilimlerin uygulanması ile birşeyler yaratmak/ değiştirmek.

<https://www.slideshare.net/Engineering-Designs/engineering-design-saudi-arabia>

Tasarlayabilme kabiliyeti hem bir bilim hem de sanattır.

Bilim bu derste veya ders kitaplarında bulabileceğiniz teknik ve prosedürler ile öğrenilebilir. Fakat, sanat ancak ve ancak **TASARLAYARAK ÖĞRENİLEBİLİR.**

MÜHENDİSLİK TASARIMI NEDİR?

Arzu edilen ihtiyaçları karşılamak için bir sistemi veya bir parçayı (bileşeni) icat etme sürecidir. **İteratif** (tekrarlanan) bir **karar verme** sürecidir. Bu süreçte belirtilmiş bir amaca ulaşabilmek için temel bilimler, matematik ve mühendislik bilimleri **kaynakların** optimal olarak **dönüştürülmesi** için uygulanır.

Tasarlayabilme kabiliyeti hem bilim hem de sanattır.

İyi bir tasarım analiz ve sentez gerektirir.

Analiz genellikle gerçek dünyanın modeller aracılığı ile sadeleştirilmesini, yönetilebilir parçalara ayrılmasını içerir.

Sentez ise elementleri çalışabilir bir bütüne dönüştürülmesi ile ilgilidir.

İyi bir tasarımın özellikleri:

a) Fonskiyonel amacını yerine getirir.

b) Hem üreten hem de kullanan için ekonomiktir.

c) Güç, duraylılık gibi özellikleri tatmin edici şekilde bünyesinde barındırır.

d) Kullanıcılar ve diğerleri için uygun ölçüde estetik kaliteye sahiptir.

e) Çevre dostudur.

İyi bir tasarımcının özellikleri:

a) Kavramsallaştırabilme yeteneği– tasarıma başlamadan önce fiziksel sistemi canlandırabilme

b) Mantıksal düşünce--- her aşamada gerekli

c) Kararlılık, konsantrasyon ve hafıza

d) Sorumluluk, dürüstük, istek ve mizaç

e) Yaratıcılık

Yaratıcı düşünceyi arttırmak için

1- Kendine güven ve yaratıcı bir tutum içinde ol

2- 'Neden' ve 'Böyle olmasaydı nasıl olurdu' gibi sorular sorarak hayal gücünü genişlet

3- Açık fikirli ol ve diğer kaynaklardan fikirler kapabilmek için çalış

4- Yargılamayı bir kenara bırak

5- Problem sınırlarını belirle. Bu yaratıcılığını engellemez ama odaklanman için gerekli.

f) İletişim becerileri

g) Bilimsel bilgi

Bir sistemi tasarlamak dediğimizde SİSTEM:

Sistem, birbiriyle etkileşen veya ilişkili olan, bir bütün oluşturan cisim veya varlıkların bileşkesidir.

Aslında sistem: bilgi, donanım, kişilerin belirli bir görevi yerine getirmek uğruna bir araya gelmesi

Örneğin;

Bir bölgenin elektrik dağıtım şebekesi

Yeraltı manyetik anomalilerin ortaya çıkarılması prosedürü

Otomobil parçası üretmek için izlenmesi gereken üretim adımları

Büyük bir sistem alt sistemlere ayrılabilir, bu alt sistemlerin de kendi içinde bileşenleri olabilir.

Asimow (1962) yılında tasarım sürecinin basit bir modülünü oluşturdu.

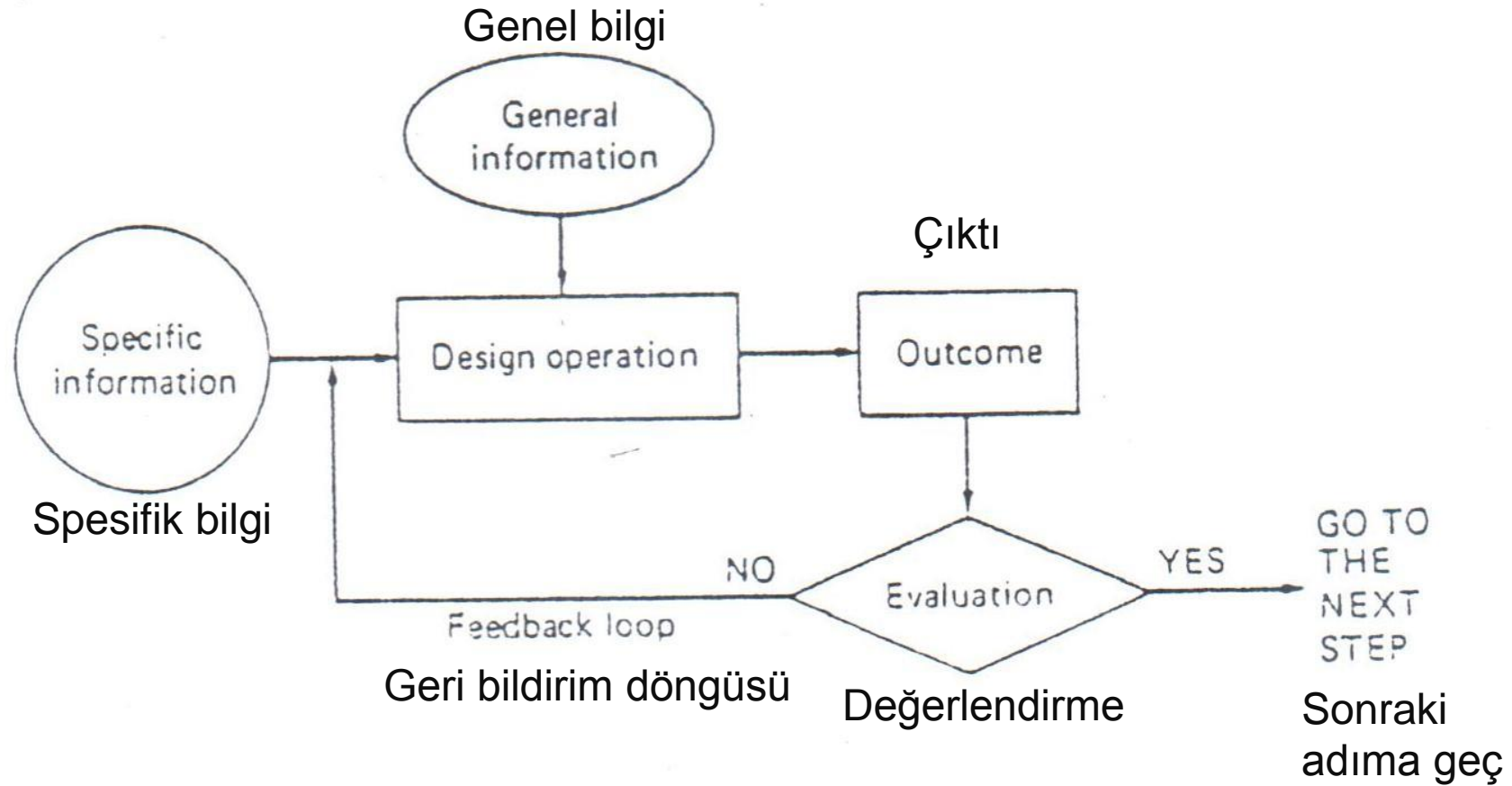


Fig. 1.2 Basic module in the design process (After Asimov, 1962).

Tasarım aslında ardışık tasarım operasyonlarından oluşur.

- İhtiyacı karşılayacak alternatif sistemlerin araştırılması
- Matematiksel bir modelin formüle edilmesi
- Bir alt sistemin bileşenlerini kurmak için gerekli kısımları (bölümleri) belirlemek
- Bu kısımları (bölümleri) üretebilmek için materyal seçimi

Ortaya çıkan tasarım bir matematiksel model çıktısı, kritik boyutların belirtildiği taslak bir çizim veya üretim departmanına gidecek şekilde hazırlanmış mühendislik çizimleri olabilir.

Değerlendirme sonucu olumlu ise bir sonraki adıma geçilebilir. Olumsuz ise tasarım tekrar edilmelidir.

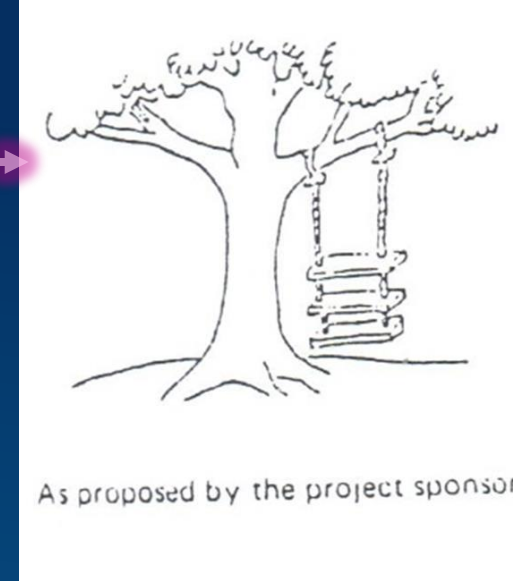
Bilimsel metod ile tasarım metodunun karşılaştırılması (Hill, 1970)

Bilim adamı bilimin kanunlarını sorgulayacak merak sahibidir ve bu merak sonucu bir hipotez geliştirebilir. Bu hipotez kusursuz veya hatasız değildir ve iteratif süreç ile değiştirilmelidir. Doğrulduğunda diğer bilim adamları tarafından kanıtlanmış kabul edilmelidir.

Tasarım metodu son teknoloji ile üretilmiş bilgi ile başlar (bu bilgi hem bilimsel bilgi, materyal, üretim metodları, piyasa durumu, ekonomik koşullar içerir.) Bilimsel merak yerine toplumun ihtiyaçları teşvik unsurudur. Bir ihtiyaç varsa bir tür model şeklinde kavramsallaştırılır. Kabul edilebilir bir ürün çıkarana kadar iterasyon içeren bir fizibilite çalışması gereklidir. Tasarım üretim aşamasına geçtiğinde dünya teknolojisi ile yarışmaya başlar ve ürün kabul edildiğinde döngü durdurulur.

Tasarım süreçlerinin adımları:

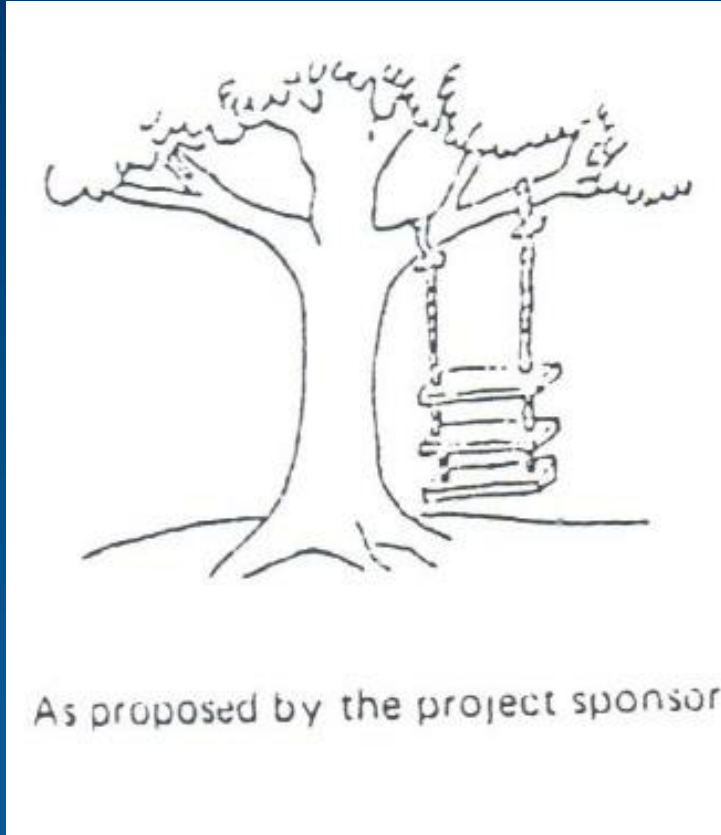
1. Bir ihtiyacın ortaya çıkması
2. Problemin tanımlanması
3. Bilgi toplanması
4. Kavramsallaştırma
5. Değerlendirme
6. Tasarımın tanıtımı



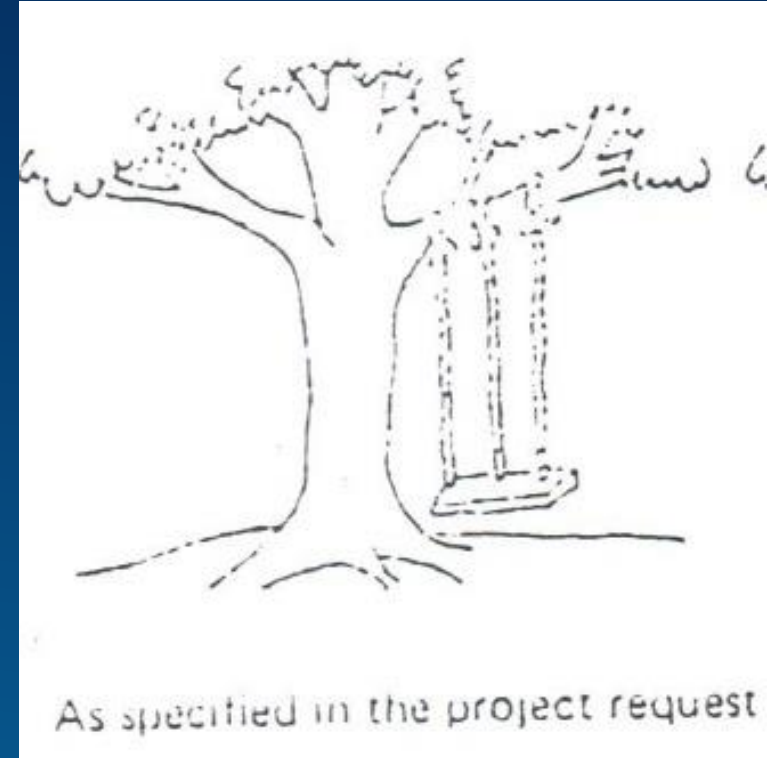
1. Problemin tanımlanması

Tasarımın problemi tanımlayan farklı kişilerin bakış açılarına ne kadar bağımlı olduğunu gösteren bir örnek (Dieter, G.E., 1987, Engineering Design, McGraw-Hill Book Co., New York)

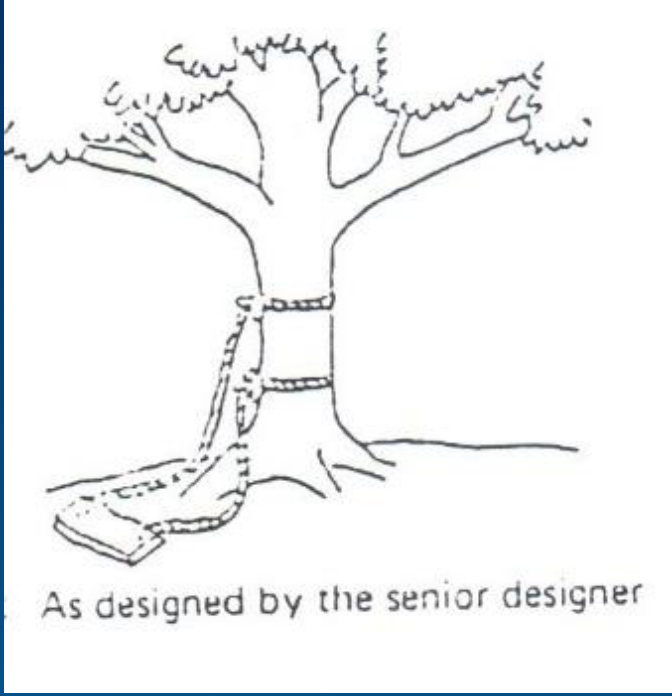
Proje sponsoru tarafından önerilen hali ile salıncak



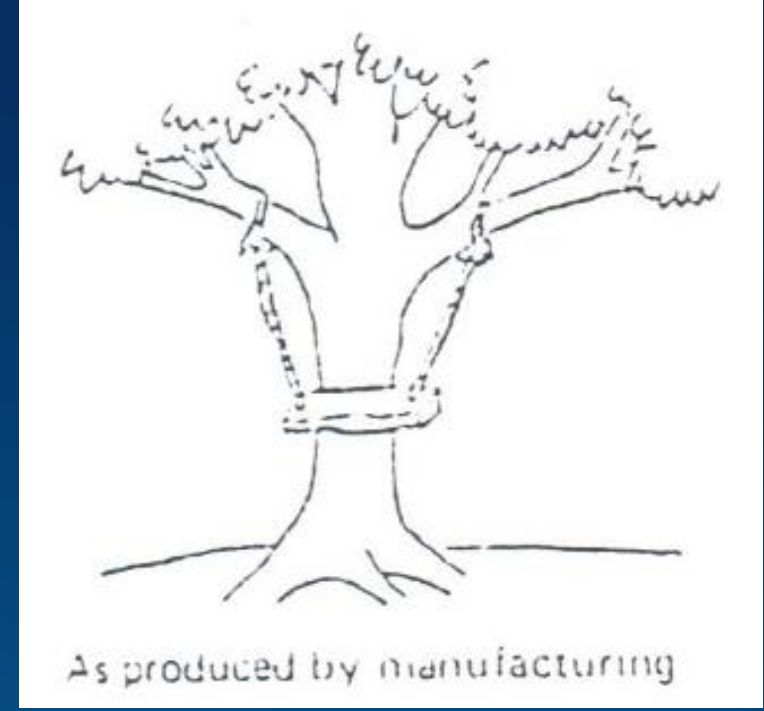
Proje isteğinde belirtilen hali ile salıncak



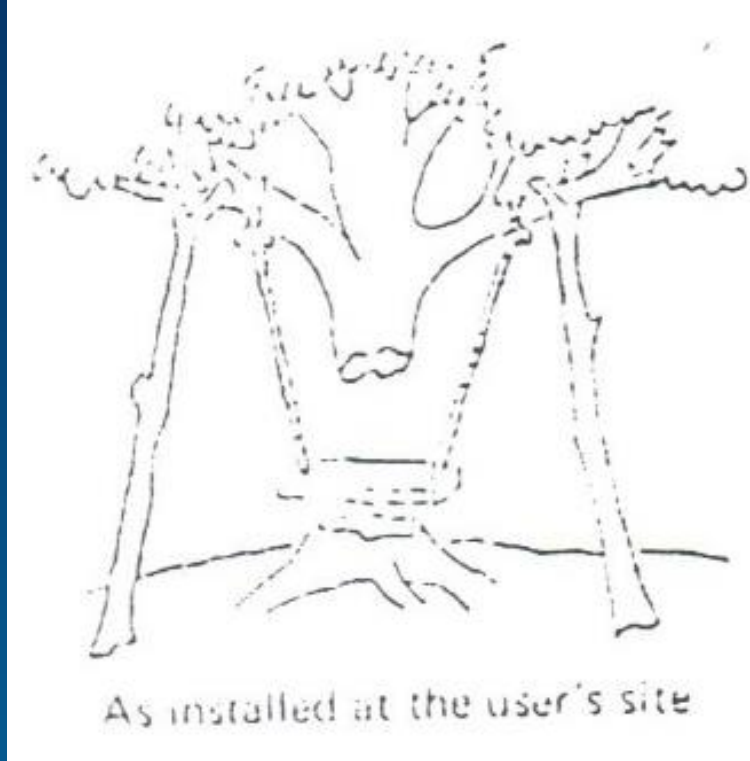
Deneyimli tasarımcı tarafından tasarlanan salıncak



İmalat kısmı tarafından üretilen salıncak

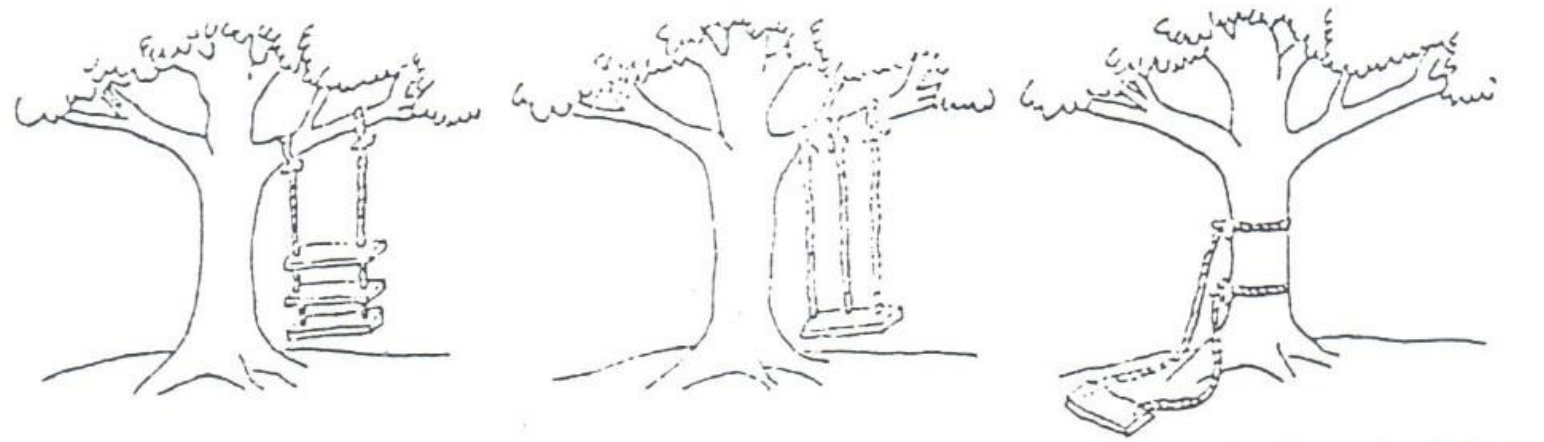


Kullanıcı mekanına kurulan hali ile salıncak

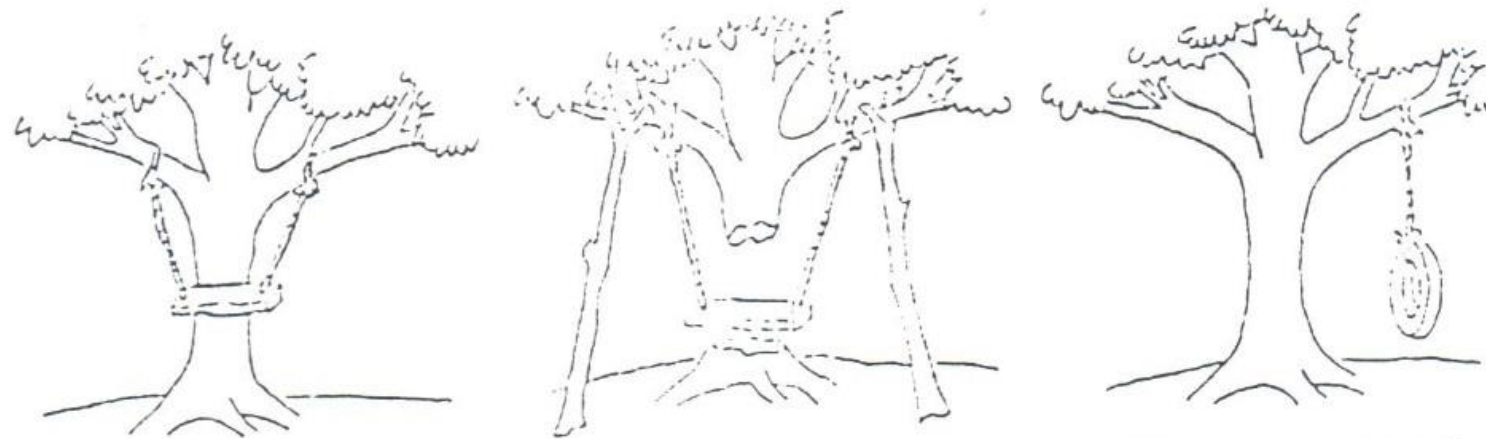


Kullanıcının istediği hali ile salıncak





As proposed by the project sponsor As specified in the project request As designed by the senior designer



As produced by manufacturing As installed at the user's site What the user wanted

Fig. 1.4 Note how the design depends on the viewpoint of the individual who defines the problem (From Dieter, 1987).

Tasarım süreçlerinin adımları:

1. Bir ihtiyacın ortaya çıkması
2. Problemin tanımlanması
3. Bilgi toplanması
4. Kavramsallaştırma
5. Değerlendirme
6. Tasarımın tanıtımı

Jeoloji Mühendisliğinde Tasarım

Jeoloji Mühendisliği mesleği birçok farklı branşa ayrıldığı için jeoloji mühendisliği tasarımı klasik mühendislik tasarımlarından daha farklıdır. İki farklı örnek, bir tanesi kaya zeminde tünel tasarımı ve yeraltısuyu izleme sistemi tasarımı bu farklılığı ortaya koymaktadır.



Selection, Design and Construction of a Multilevel Groundwater Monitoring System

John N. Dougherty, PG
Lisa Campbell, PG

EPA Region 2, New York City
January 14, 2014

USGS / EPA Region 2 Fractured Rock Workshop

CDM Smith

JEM 428
JEOLOJİ
MÜHENDİSLİĞİNDE
TASARIM

TASARIMDA GEREKSİNİM VE BİLGİ
ANALİZİ

PROBLEM TANIMLAMA

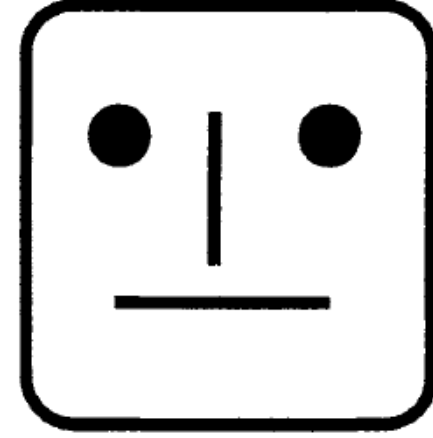
Sorumlu Öğretim Elemanı: Doç. Dr. Şebnem Arslan

Tasarım Mühendisleri nasıl olmalı?



Classical aim of academic education

**Akademik derslerin
verebileceği dar konu
alanlarında tam bilgi**



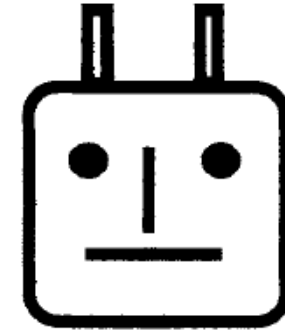
What industry wants

**Endüstrinin isteği tüm
disiplinlerde tam bilgi**

**Gerçek tehlike:
tasarım
mühendislerinin
gerekli detaylı
bilgi seviyesine
erişememeleri**



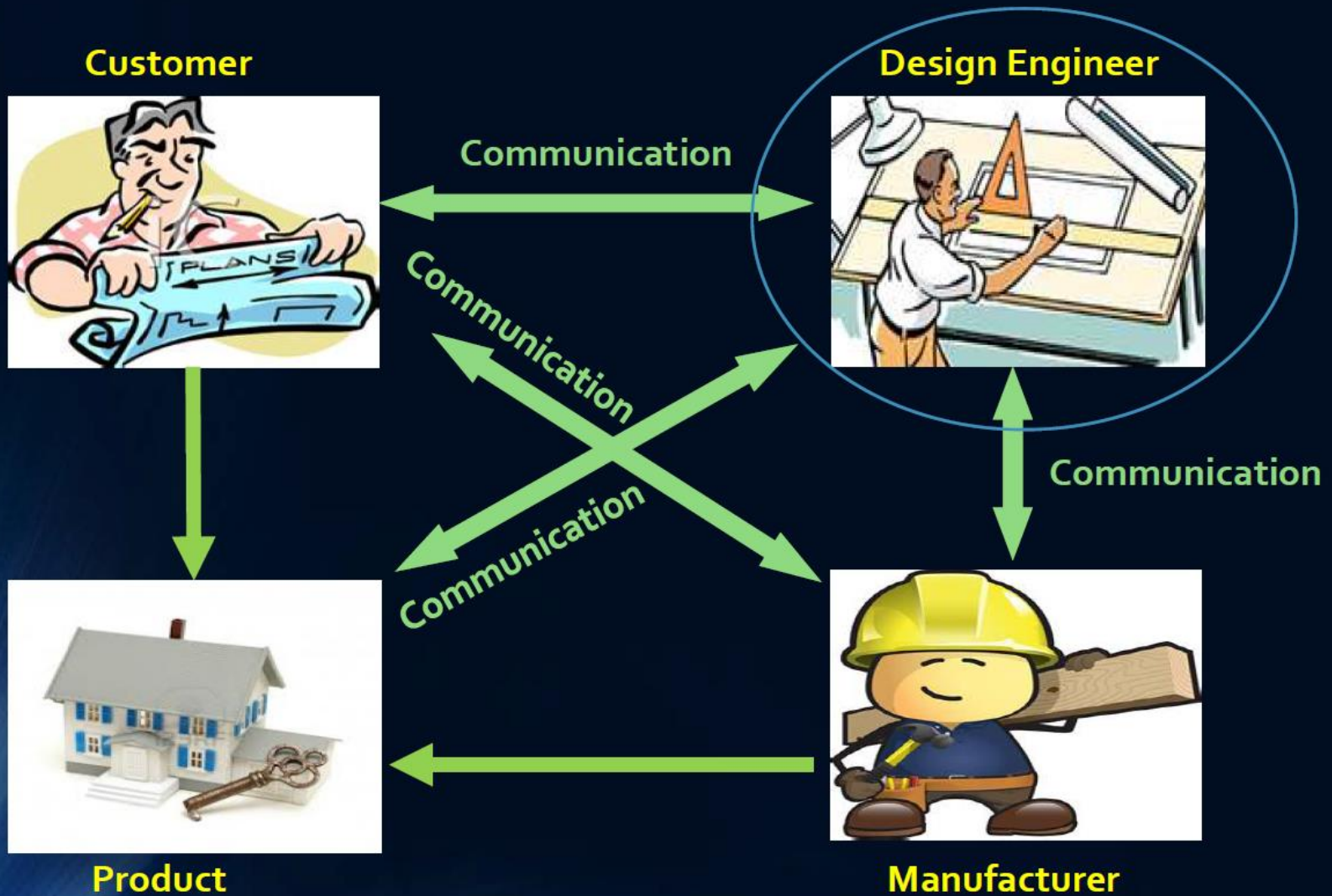
Danger – no detail knowledge

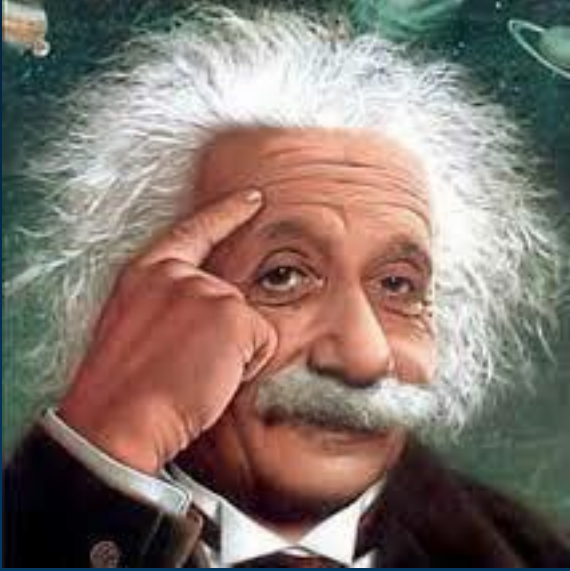


**Geniş bilgiye
sahip- detaylı
bilgi kulak
şeklinde
tamamlanmış**

Aim – design engineer

The Big Picture





Dünyayı kurtarmak için 1 saatim olsaydı, 55 dakikasını problemi tanımlamak, 5 dakikayı çözüm bulmak için harcardım.

Tüm tasarım süreci bir gereksinim beyanı ile tetiklenir. Daha sonra var olan bilgi, gereksinimin gerçekliği ile ilgili bir karara varılmasına olanak verir ve aynı zamanda problemin uygun bir şekilde formüle edilmesini sağlar. Bu çok önemli aşama ile amaçlar belirlenir ve sonraki süreçler için kurallar konur. Geçerli bir gereksinim beyanı olmadığında proje daha başlangıçtan çıkmaza sokulmuş olur.

Aslında, tasarımı başlatan faktör ortada bir kullanıcı ihtiyacının olmasıdır.

TASARIM SÜRECİ

Müşterinin bir çözüme **ihtiyacı** var

İhtiyacı analiz et  problem tanımı ve formülasyonu 

Bu dersin konusu

Sistemi Tasarımı (Kavramsal ve Detaylı)

Sistem bütünleşmesi ve ürün testi

Düzgün çalışan bir sistem

MÜŞTERİ BEYANI (İHTİYAÇ)



PROBLEMİN TANIMLANMASI

Hedefleri netleştir

Kısıtlamaları
ortaya çıkar

Değerlendirme
ölçütlerini belirle

* İhtiyaç tanımlanırken genel ifadeler kullanılır. Problemin açıklaması ihtiyacın tanımlanmasıyla karıştırılmamalıdır. Problemin açıklaması; ihtiyacın daha detaylandırılmış halidir. Bu açıklamaya tasarımın hedefleri, tasarım kısıtları, tasarımın girdi ve çıktıları dahildir. Sorunun doğru ele alınması ve yeterli verilerle desteklenmesi çözüm arayışında avantaja dönüşür.

Başlangıçta gereksinim ihtiyacı farklı şekillerde olabilir:

- Felaketle sonuçlanan bir kusur sonucu
- Devletin herhangi bir kurumunun gözlem ve çıkarımları sonucu toplum ihtiyacı için

Kaynağı ne olursa olsun ilk gereksinim beyanı sadece fikirlerin ifadesi veya sağlam olmayan gözlemlere dayalı olabilir..

Basit bir gereksinim beyanı çok dikkatle incelenmelidir.



Bu aşamada hangi sorulara cevap aranmalı?

Neden bir ihtiyaç hissedildi?

Kimin ihtiyacı?

Neden ve ne kadar süre için ihtiyaç olacak?

Diğer ihtiyaçlarla çatışma var mı?

Bir ihtiyacın ifadesi ile ortaya konulan gözlemler muhakkak irdelenmelidir.

Yeryüzü ve insan davranışları düşünöldüğünde gerçek dünyayı rakamlarla tasvir etmek oldukça zordur. Dolayısıyla, geçerli sonuçlara ulaşılmak isteniyorsa olasılık ve istatistik bilgisi zorunludur.

Girdi	Müşteri gereksinim beyanı
Görevler	<ul style="list-style-type: none">- Müşteri ile toplantı yap- Potansiyel kullanıcılar ile görüş (anket gibi)
Çıktı	<ul style="list-style-type: none">- Problem açıklaması- Hedefler- Kısıtlamalar- Kriterler

- Öncelikle problemin ne olduğu anlaşılmalı
(Müşteri bizden ne istiyor?)

- Bazen müşteriler ne istediklerini tam olarak bilmezler, bazen de istediklerinin yapılabilir olup olmadığını bilmezler.

Çoğunlukla müşterilerin sınırlamaları vardır.

Mesela:

Yanlılık: (örnek: bir okula kabul stratejilerini değiştirmek, problem sınıf yönetimi olabilir)

Çözüm önerisi (Örnek: bir kapının değişmesi, daha ucuz ve etkili çözümler bulunabilir.)

60 katlı bir bina sahibinin isteği:
Binamda yaşayanlar asansörün çok yavaş olduğundan
şikayetçiler.

Açıklama 1: Çok yüksek maliyete bir
asansör daha kurulmalı

Açıklama 2: Ana katlara eğlenceli bir
şeyler koy ve kahve ikram et



Problem: Bir topluluğun suya **İHTİYACI** var.

Tanımla

(1) Cemaat

Ne kadar büyük?

Yeri nerede?

Nüfus dağılımı nasıl?

(2) Gereksinimler

Herkesin ihtiyacı var mı?

Ne için kullanılacak? (içme, sulama, evsel ihtiyaçlar, eğlence)

Ne kadar gerekli?

Ne kadar zaman için gerekli?

Gereken para nasıl sağlanacak?

Ne zaman için gerekli?

(3) Su

Suyun çeşidi nedir?

Cevabı görüldüğü kadar kolay olmayabilir.. Bu aşamada 'sıvı halde saf su' gibi basit bir cevap verilebilir. Fizibilite çalışmaları 'saf su' tanımı sırasında çetrefilleşebilir.

Problem: Bir topluluğun suya **İHTİYACI** var.

Alternatif gereksinim beyanları:

Yakacık köyünün suya ihtiyacı var.

Topluluğun sulama suyuna ihtiyacı var

Topluluğun bir rezervuara ihtiyacı var gibi
daha detaylı olabilirdi.

Tasarım Projesi Gereksinim Tanımı ve Değerlendirmesi

BİLGİ TOPLAMA

Gereksinim Tanımı:	Kim, ne, nerede, ne zaman, neden, nasıl?
Önemi:	Kritik, önemli, yararlı, opsiyonel
İşlevi:	Operasyon Sayısal performans ölçütleri Test edilebilir değerler Minimum, maksimum, aralık, ideal değerler Diğer kısıtlamalar
İhtiyaçlar:	Kütle ve boyutlar Zamanlama ve kritik tarihler Maliyet kısıtlamaları Yasalar Yayınlanmış standartlar veya düzenlemeler (ASTM American Society for Testing and Materials, ITASHY İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında yönetmelik gibi) Mevcut imkanlar, güç, kamu hizmeti
Kompleks ihtiyaçlar:	Estetik Kullanılabilirlik Dokümantasyon Güvenilirlik onayı

GEREKSİNİM DEĞERLENDİRMESİ

yazılımsal ve donanımsal farklı teknolojilerin nasıl çalıştığının keşfedilmesi işlemidir



Tasarım Tipi:

Ticari mal

Tersine mühendislik

Devrim niteliğinde

Uygun ortam/uzmanlık

Tüketici

Benzer tasarımlar

Kavramsal evre

Tasarım tipi bilinmiyor veya anlaşılmaz

Bilgi kalitesi ve anlama kademesi

Sağlanan problem tanımı anlaşılmaz

Tanımı detaylandırmak için küçük 'gerekliliklere böl'

Kabul ve test etme

Yazılı kabuller (testler, oranlar, limitler, ölçümler, vs.)

Evet/hayır kontrol listesi

Toleranslar

Standart testler- eğer yoksa, kendininkileri belirt.

Muhtemel kurulum

Teknoloji, metod, var olan çözüm

Bilgi analizi:

İlk gereksinim beyanı sonrasında tasarımcı bilgi edinmek için araştırmaya başlar. Büyük olasılıkla kendi tecrube ve gözlemlerini, başkalarının fikirlerini, basılı materyali, görselleri, interneti kullanacaktır. Farklı kaynaklardan yararlanılarak toplanacak bilgi tasarımcı tarafından bitirilmiş bir ürüne dönüştürülecektir. Gerekli olmayan bilgiyi ele!!!!

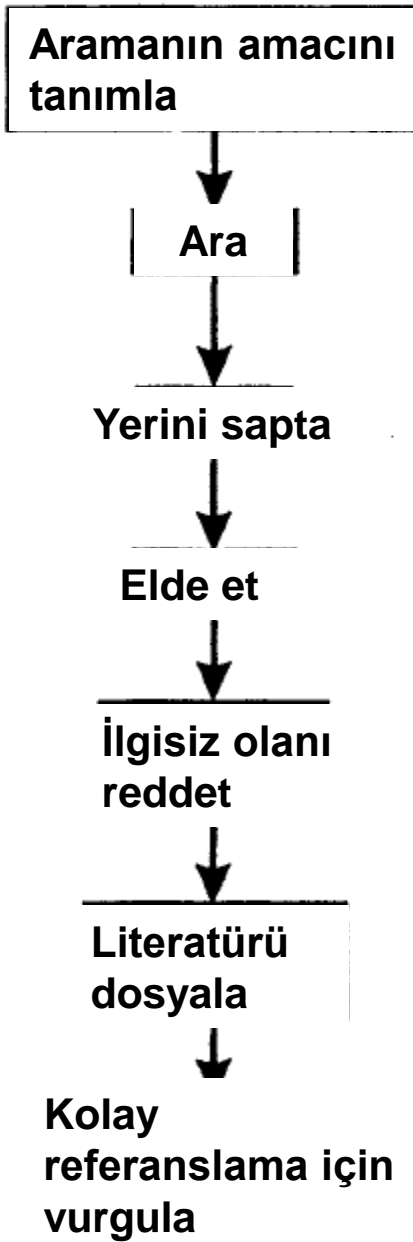


Figure 9.1 Information gathering flow chart

1) Veri Tipleri:

İki tip veri: Mevcut kaynaklardan yararlanılarak toplanmış veri
Tasarımcının kendisi tarafından arazi çalışmaları,
deneyler ve analizler sonucu elde edilmiş veri

Veri tipi tamamen tasarıma bağlıdır. Mesela, proje eğer bölgesel yeraltısuyu durumunu belirlemek için büyük kuyu sahaları tasarlanması ile ilgili ise toplanması gereken veri oldukça fazladır.

Yeraltısuyu araştırmalarında kullanılacak temel veri kontrol listesi (U.S. Dept. Of Interior, 1981)

A. Haritalar, Kesitler, Fens diyagramı

- 1) Planimetrik (line map)
- 2) Topografik
- 3) Jeolojik (Yapısal, stratigrafi, litoloji)
- 4) Hidrolojik
 - a) Kuyu, gözlem ve kaynak yerleri
 - b) yeraltısuyu seviye ve piezometrik seviye haritaları
 - c) suya derinlik
 - d) su kalitesi
 - e) beslenim, boşalım ve katkı sağlayan alanlar
- 5) Bitki örtüsü
- 6) Topraklar
- 7) Hava Fotoğrafları

Yeraltısuyu araştırmalarında kullanılacak temel veri kontrol listesi (U.S. Dept. Of Interior, 1981)

B) Kuyular, Gözlem kuyuları ve Kaynaklar hakkında veri

- 1) Lokasyon, derinlik, çap, kuyu tipi, kuyu logu
- 2) Statik ve dinamik seviye, hidrograflar, verim, zgl debi, su kalitesi
- 3) Bugünkü ve gelecekteki yeraltısuyu kullanımı
- 4) Aşınma, kabuklanma, kuyu girişimi ve benzer operasyon ve onarım maliyetleri
- 5) Kaynaklar için lokasyon, tip, jeolojik ortam ve hidrografları
- 6) Gözlem kuyusu şebekesi
- 7) Su rnekleme alanları

Yeraltısuyu araştırmalarında kullanılacak temel veri kontrol listesi (U.S. Dept. Of Interior, 1981)

C) Akifer verisi

- 1) Tip (basıncılı, serbest, tünnek gibi)
- 2) Kalınlık, derinlik
- 3) Sınırlar
- 4) Transmissivite, depolama katsayısı, hidrolik iletkenlik
- 5) Özgöl tutum, özgöl verim
- 6) Beslenim ve Boşalım
- 7) Yüzey suyu- yeraltısuyu ilişkisi
- 8) Akifer modellemesi

D) İklim verisi

- 1) Yağış
- 2) Sıcaklık
- 3) Evapotranspirasyon
- 4) Rüzgar hızı, yönü ve şiddeti

Yeraltısuyu araştırmalarında kullanılacak temel veri kontrol listesi (U.S. Dept. Of Interior, 1981)

E) Yüzey suyu

- 1) Kullanım
- 2) Kalite
- 3) Yüzeysel akış dağılımı, rezervuar kapasitesi, giriş ve çıkış akımları
- 4) Sulamadan dönen su, kazanan ve kaybeden bölgeler
- 5) Ölçüm yapılan istasyonlar

F) Yerel Sondaj olanakları ve teamülleri

- 1) Yerel olarak mevcut sondaj alet edevatının boyut ve tipleri
- 2) Yerel olarak mevcut sondaj imkanları
- 3) Yerel olarak kullanılan malzeme, kuyu tasarımı ve yapılan sondaj faaliyetleri
- 4) Kurallar, kanunlar, yönetmelikler

1) Veri Tipleri:

İki tip veri: Mevcut kaynaklardan yararlanılarak toplanmış veri
Tasarımcının kendisi tarafından arazi çalışmaları,
deneyler ve analizler sonucu elde edilmiş veri

2) Veri Kaynakları:

Öncelikle MÜŞTERİ en önemli veri kaynağı...

Eğer bir kamu kurumu ise büyük ihtimalle şartnamede gerekli tüm hususlar belirtilir.

Güncel veriye ulaşmak trendleri takip için gerekli

Geçmiş verilere ulaşmak- zaman kaybını önler.

Mühendislik Tasarımı için bilgi kaynakları

1. Kamu kaynakları

- A) Devlet kurumları (TCK, DSİ, MTA vs.)
- B) Kütüphaneler- üniversite, özel, halk
- C) Yabancı devletler- konsolosluklar vs.

2. Özel kaynaklar

- A) Kar amacı gütmeyen organizasyonlar
 - i) Profesyonel topluluklar
 - ii) Ticaret ve işçi dernekleri
 - iii) Üyelik organizasyonları

- B) Kar amaçlı organizasyonlar
 - i) Satıcılar (üretici, finansör, tedarikçi)
 - ii) Üretici ve rakip diğer iş ortakları
 - iii) Danışmanlar

c) Bireyler

- i) Direk görüşme
- ii) Arkadaşlar, iş arkadaşları, arkadaşların arkadaşları
- iii) Üniversite ortamı

JEM 428
JEOLOJİ
MÜHENDİSLİĞİNDE
TASARIM
MODELLEME VE SİMÜLASYON-1

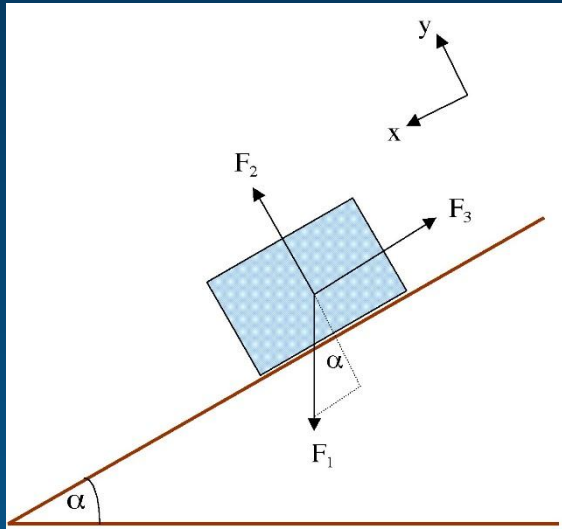
Sorumlu Öğretim Elemanı: Doç. Dr. Şebnem Arslan

1. Mühendislik Tasarımında Modellerin rolü

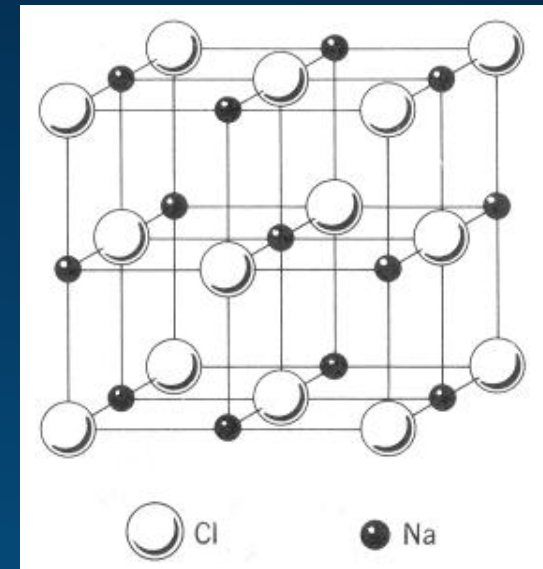
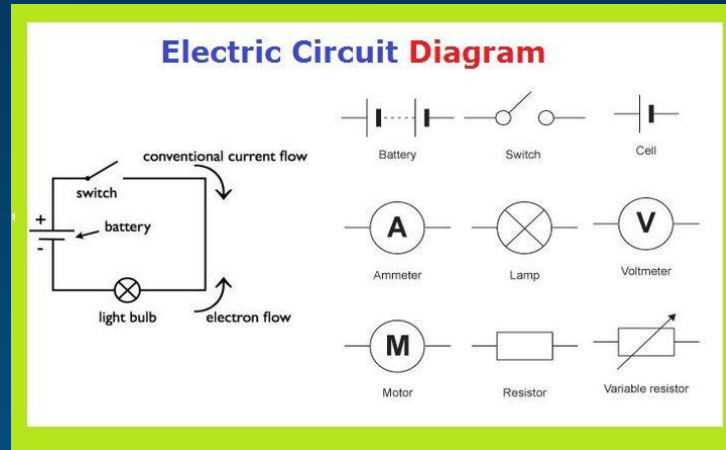
Model nedir?

Model Bir problemin analiz edilmesine yardımcı olmak için gerçek dünyadaki bir olayın veya sistemin basitleştirilmesi ve kavramsallaştırılmasıdır.

Örnek:



Serbest cisim diyagramı

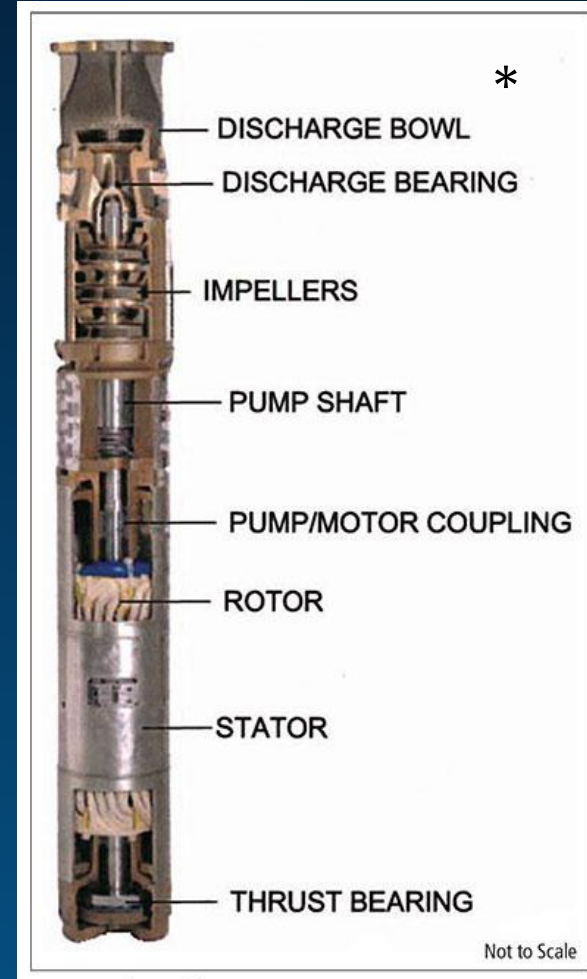


Kristal kafesi

Bir model tanımlayıcı (descriptive) veya tahmin edici (predictive) olabilir.

Tanımlayıcı bir model bizlerin gerçek dünyadaki bir olayı anlamamızı sağlar. Örnek: bir uçağın gaz türbininin kesitli modeli veya bir dalgıç pompanın kesit modeli

Tanımlayıcı modeller genelde bilgi almaya ve fikir alışverişine yönelik kullanılırlar ve sistemin davranışını tahmin etmemize yardımcı olamazlar.



* <https://waterwelljournal.com/engineering-of-water-systems/jan-water-works/>

Mühendislik tasarımında genelde tahmin edici modeller kullanılır çünkü hem sistemi anlamamıza hem de sistem performansını öngörmemize yardımcı olurlar.

Model

Statik veya dinamik

Statik model: Özellikleri zamanla değişmiyor (zaman bileşeni yok). Monte Carlo benzetim modelleri örnek olabilir. Zamanla değişen etkiler **dinamik** olarak düşünülür. Mesela bir banka için kurulan benzetim modelinde mesai saatlerine göre çalışma zamanı alınır.

Deterministik- Olasılıklı

Bu sınıf modellerde modellerin geleceği (ne olacağını) ön görme biçimi bakımından farklılık var.
Deterministik model: Bir olayın sonucu (ürünü) bir kesinlik içinde gerçekleşir. Dolayısıyla deterministik sistemler etki-tepki ilişkileri içinde tanımlanırlar. YAS sistemi- **çekim NEDEN, düşüm SONUÇ**
Bir «olasılık» modeli tam bir öngörü sağlamaz ama model davranışını açıklayan sınırlamalar ile tanımlanmış olasılık dahilinde beklenen değerler verebilir.

İkonik- Analog- Sembolik

İkonik model: gerçeği gibi görünen fiziksel model- ölçekli gösterim (örn. Kristal kafesi)
Analog model: Gerçek sistemler gibi davranan modeller. İkonik modellerin tersine bir analog model gerçek sistem gibi görünmeyebilir ama aynı fiziksel prensiplere uygun olmalıdır. Örn. Elektrik analog model
Sembolik model: Gerçek sistemin özelliklerini temsil etmek için sembolleri kullanır. Fiziksel bir sistemin önemli ölçülebilir bileşenlerinin kavramlaştırılmasıdır.

Analog model:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} = \frac{S}{T} \cdot \frac{\partial h}{\partial t}$$

$$\frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial x^2} = \mathbf{RC} \cdot \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

BENZERLİK DİKKAT ÇEKİCİ

Homojen ve izotropik geçirgen bir ortamda 1 boyutlu yeraltısuyu akışı

Devrelerde 1 boyutlu elektrik akışını gösteren diferansiyel denklem

Elektrik akımının iletken malzemeler içerisinde geçerek akması ile suyun gözenekli bir ortamdan geçerek akması arasındaki benzerliğe dayanan analog model.

E= Elektrik potansiyeli, bir elektriksel alan içerisinde herhangi bir noktada birim Elektriksel yük başına düşen Elektriksel potansiyel enerjidir. Skaler bir büyüklüktür. Uluslararası Birimler Sisteminde geçerli olan birimi Volttur(V).
R= birim uzunluk başına direnç
C= hacim başına düşen kapasite

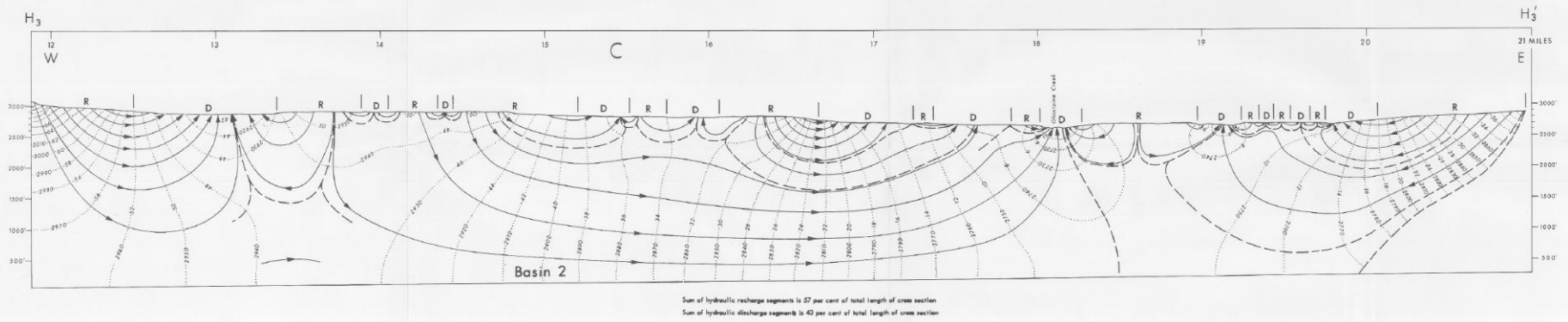
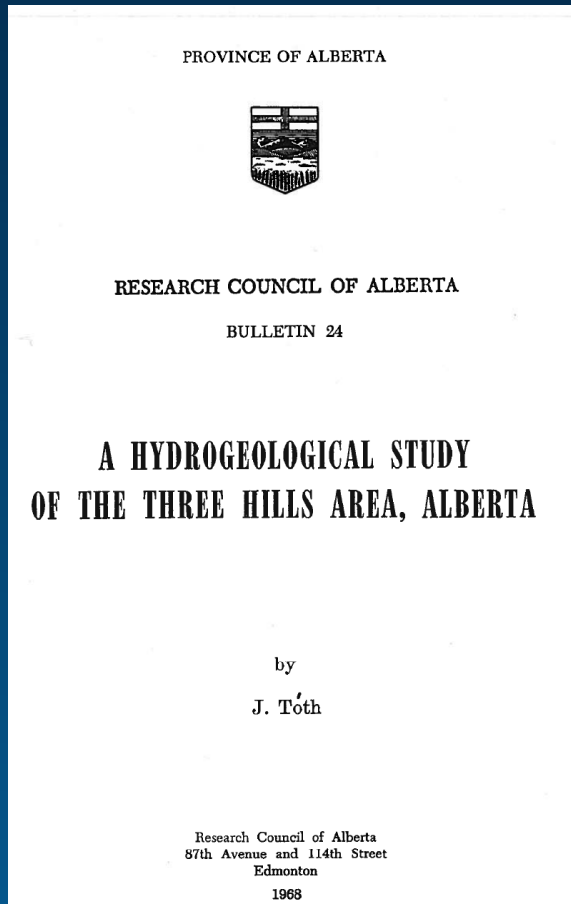


FIGURE 13. ELECTRIC ANALOG MODELS OF THE DISTRIBUTION OF FLUID POTENTIAL AND FORCE FIELD ALONG WEST-EAST CROSS SECTIONS.



Analog model:



Analog model:

UDK : 621.3 : 55

Yeraltı Suları Dağılımının Elektriksel Benzer Model Yardımıyla İncelenmesi

Dr. Güney GÖNENÇ
A. Ertuğ SUBHI
ODTÜ

Ö Z E T

Yeraltı suları dağılımının çeşitli su çekme düzenleri ve iklim koşulları altında gelecekteki durumunun saptanması için kullanılan elektriksel benzer modele ilişkin temel bilgiler verilmekte, Ergene Havzası (Trakya) benzer modelini beslemek üzere ODTÜ de geliştirilen bir besleme cihazı ayrıntılarıyla anlatılmaktadır.

S U M M A R Y

Essentials of underground water simulation by electrical analog models are given. These models are used to forecast hydrological regimes under different climatic conditions and pumping schedules. Details of an excitation unit (realized in the Middle East Technical University, Ankara) to be used in connection with the Ergene Basin analog model is given.

Hidrolik

yükseklik, h
(m) verdi
(debi), Q
(m³/s) hacim,
V (m³)
geçirgenlik, T
(m²/s) a²,
depolama, a²S
(m²)
yayınımkhk,
a²S/T (s)
gerçek
zaman, t_R (s)

Elektrik

gerilim, E (volt)
akım şiddeti, I
(amper)
yük, q (kulon)
iletkenlik, I/R
(mo)
sığa, C (farad)
zaman sabiti, RC
(saniye)
elektrik zamanı,
t_E (saniye)

Sembolik model:

Örn. Sistem çıkış parametresinin giriş parametrelerine bağımlılığını ifade eden bir matematiksel bir denklem.

En önemli model sınıfı. Bir problemin çözümünde sembolik model kullanımı bizlerin analitik, matematiksel ve mantıksal güçlerimizi çalıştırmamıza yarar. Sonuçları sayısaldır. Bilgisayar kullanımı ile tasarım alternatifleri ucuz şekilde oluşturulup değerlendirilebilir.

Sembolik model:

Örn. Sistem çıkış parametresinin giriş parametrelerine bağımlılığını ifade eden bir matematiksel bir denklem.

En önemli model sınıfı. Bir problemin çözümünde sembolik model kullanımı bizlerin analitik, matematiksel ve mantıksal güçlerimizi çalıştırmamıza yarar. Sonuçları sayısaldır. Bilgisayar kullanımı ile tasarım alternatifleri ucuz şekilde oluşturulup değerlendirilebilir.

Sembolik model



Kuramsal

Doğanın evrensel kullarına dayanır

Ampirik

Deneysel verilere dayalı en iyi yaklaşık matematiksel temsiller

Modelleme bir sistemin veya sistemin bir parçasının davranışını göstermek için fiziksel veya matematiksel bir biçimde temsil edilmesidir.

Simülasyon (benzetim):

Modellerin nasıl davrandıklarını gözlemlemek ve böylece gerçek dünya sisteminden elde edilebilecek sonuçları araştırmak için modelleri çeşitli girdilere veya çevresel koşullara maruz bırakmayı içerir.

Simülasyon modelin manipülasyonudur (işletim)

Simülasyonların en büyük özelliği gerçekçi etkiye sahip olmaları ve gerçek ortamı aynen taklit etmesi için modellenmiş olmalarıdır.

* Hiç araba kullanmayı bilmeyen birini direk trafiğe çıkartmak yerine simülasyonlarla kolayca eğitebilir ve araba mekaniği ile neredeyse birebir aynı performansı göstererek ona araba kullanmayı öğretebilirsiniz. Bu basit örnekten yola çıkacak olursak, basit bir sürüş simülatörü hem yakıt ve araç maliyetini ortadan kaldırabilir hem de en güvenli şekilde eğitim vermeyi kolayca sağlayabilir.

Bir sistem operasyonunu matematiksel model ile simüle edebilmek bizlere deney yaparken harcayacağımızdan daha az zaman ve paraya mal olur.

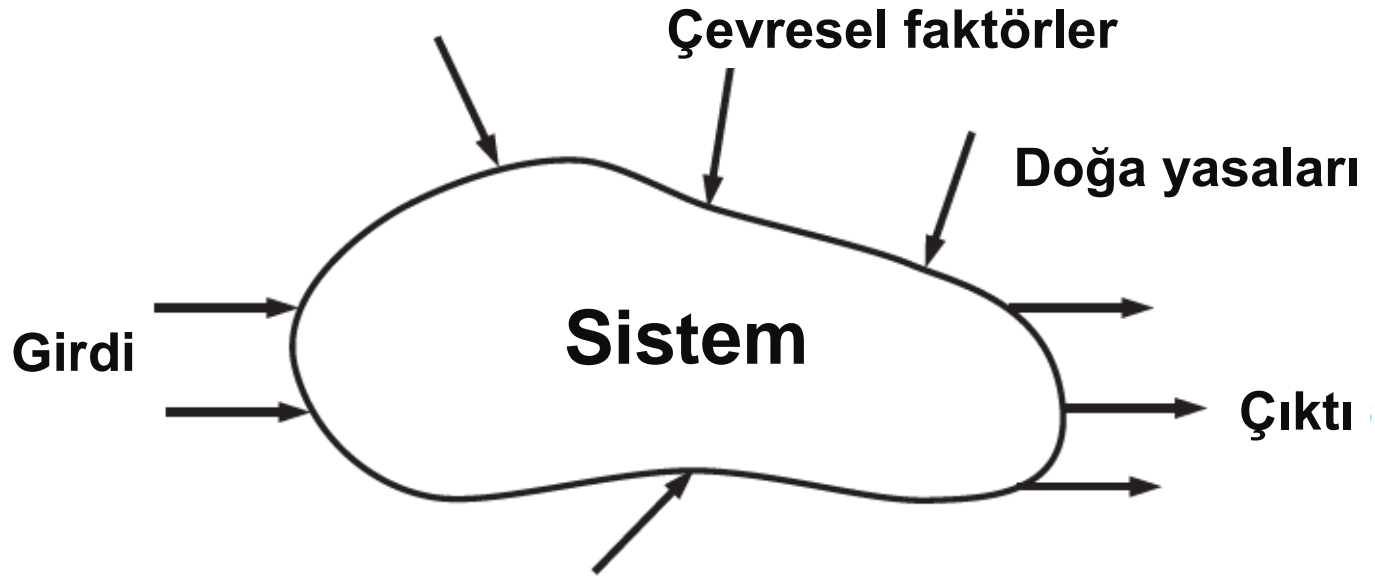
Matematiksel Modelleme

Matematiksel modellemede, bir sistemin bileşenleri idealize edilmiş elemanlarla temsil edilir. Bu elemanlar gerçek bileşenlerin temel özelliklerine sahiptir ve davranışları matematiksel denklemlerle tanımlanabilir.

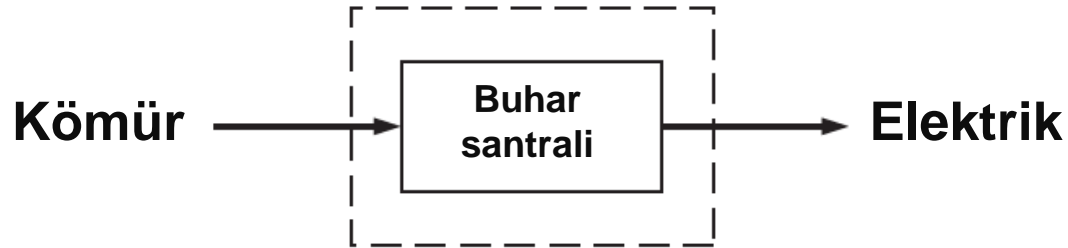
İLK ADIM: Analiz edilecek gerçek sistemin kavramsal modelini oluştur.
Unutma: Yapılan varsayımlar- modelin gerçeklik derecesini belirlemekle kalmaz nümerik bir çözüme ulaşma durumunu da kontrol eder.

Modelleme becerisi- basit ama anlamlı modeller kurabilmek ve kurulan modelin gerçek dışı sonuçlar vermesi durumunda yanlışı bulabilmektir.

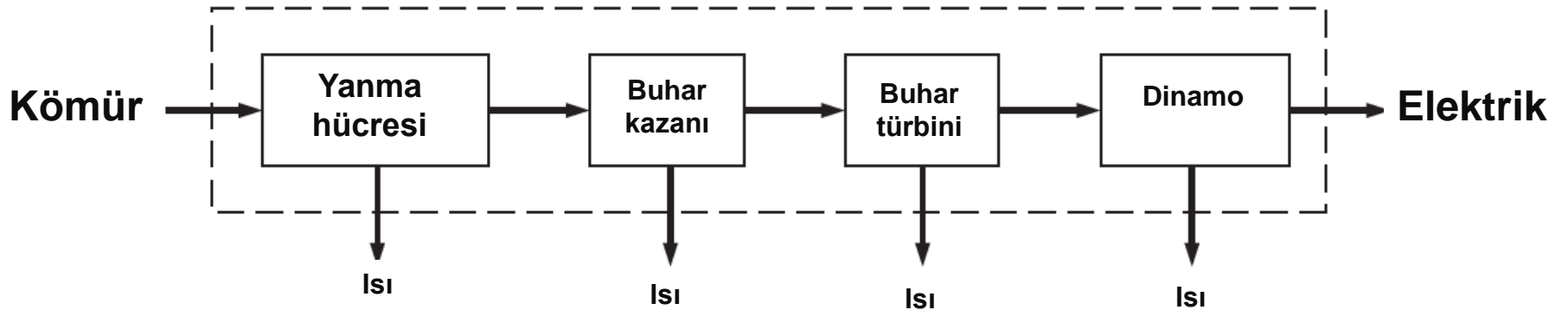
Mühendislik sistemleri genellikle çok komplekstir ve modelleme sürecinde en iyi ilerleme sistemi basit bileşenlere ayırmak ve bu bileşenleri ayrı ayrı modellemektir. Bu sırada bileşenlerin birbirine uyumu kontrol edilmelidir.



Bir tasarım model sürecinin nitelikleri (Dieter, 1987; Dieter ve Schmidt, 2009)



Kömürü elektriğe dönüştüren basit bir buhar santrali modeli



Bir buhar santralinin bileşenlerini gösteren blok şeması

MODEL GELİŞTİRİRKEN

SADELEŞTİRME

GERÇEKLİK

Sadeleştirmeye ulaşmanın bir yolu düşünülmesi gereken fiziksel niceliklerin sayısının azaltılması --- küçük etkileri göz ardı ederek bunu rutin olarak yapıyoruz.

Dikkat!!!! Bu küçük etkiler her durumda göz ardı edilmemeli.

Örnek: büyük nesnelere uğraşırken yüzey gerilim etkileri göz ardı edilebilir ama küçük nesnelere uğraşırken mutlaka hesaba katılmalıdır.

Ortamin yayılımının sınırsız olduğu ve modellenen sistemden etkilenmediği varsayımı

Fiziksel ve mekanik özelliklerin zaman veya sıcaklıkla değişmeyen sabitler olduğu varsayımı

Doğrusal modellerin (doğrusal diferansiyel denklemlerin) çözümü kolay olduğu için sistemi doğrusal model olarak kabul ederek başlamak (GERÇEĞE YAKIN OLMAK İÇİN vazgeçmek gerekebilir)

Deterministik bir model varsayımı (başlangıçta belirsizlikler ve dalgalanmalar göz ardı edilebilir)

Bir sistem eğer ki sınırlı sayıda ayırık elemanın uç noktalarının davranışları açısından analiz edilebilirse toplu parametrelere (lumped parameters) sahip olduğu söylenebilir. Toplu parametrelerin tek değeri vardır, dağılmış parametreler ise uzayda bir alana saçılmış bir çok değere sahiptir.

Toplu parametre sisteminin matematiksel modeli diferansiyel denklemler (ODE) ile ifade edilirken dağılmış parametre sistemleri kısmi differenasiyel denklemler (PDE) ile ifade edilirler.

561050) 59: Analytical methods in Engineering

ORDINARY DIFFERENTIAL EQUATIONS

$$a_0(x) \frac{d^n y}{dx^n} + a_1(x) \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + a_{n-1}(x) \frac{dy}{dx} + a_n(x) y = f(x)$$

$x =$ independent variable

$a_0, a_1, \dots, a_n =$ known coefficient

$y = y(x) = ?$ unknown function

$f(x) =$ known right-hand-side function

non-homogeneous equation as $f(x) \neq 0$

ordinary as $\rightarrow x$ is the only independent variable.

n^{th} order non-homo ordinary linear differential eqn.

↓
first order term y^1
is unknown functions & its derivatives.

$y = \dots$
we prefer this form.
(this is the solution)

$a_0 = 1, a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_n = 0$

$\frac{d^n y}{dx^n} = f(x)$ non-homo, ordinary, linear, n^{th} order differential eqn

$y = \dots$

$$\frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} = \int f dx + c_1$$

$$\frac{d^{n-2} y}{dx^{n-2}} = \iint f dx dx + c_1 x + c_2$$

$$y = \iiint \dots \int f dx \dots dx + c_1 \frac{x^{n-1}}{(n-1)!} + c_2 \frac{x^{n-2}}{(n-2)!} + \dots + c_{n-1} x + c_n$$

\rightarrow if homo $f(x)=0$
bu eşim olmadı.

! ! !
--- y_p --- y_H ---
solution of the homogeneous eqn.

LINEAR ODE with CONSTANT COEFFICIENTS

$$\frac{d^n y}{dx^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dy}{dx} + a_n y = h(x)$$

$a_1, a_2, \dots, a_n =$ constant (i.e. bağız değıt)

$y = y_h + y_p$

$y_h = ? = \frac{d^n y_h}{dx^n} + a_1 \frac{d^{n-1} y_h}{dx^{n-1}} + \dots + a_{n-1} \frac{dy_h}{dx} + a_n y_h = 0$

$y_h = e^{rx} = \left(\frac{d}{dx} - r_1\right) \left(\frac{d}{dx} - r_2\right) \dots \left(\frac{d}{dx} - r_n\right) y_h = 0$

$\frac{dy_h}{dx} - r_n y_h = 0$

$\frac{dy_h}{dx} - r_i y_h = 0 \quad i = 1, \dots, n$

$y_h = e^{rx} = r^n e^{rx} + a_1 r^{n-1} e^{rx} + \dots + a_{n-1} r e^{rx} + a_n e^{rx} = 0$

$(r^n + a_1 r^{n-1} + \dots + a_{n-1} r + a_n) e^{rx} = 0$

if it's 0 we're looking for trivial soln.

we're looking for non-trivial soln.

so $e^{rx} \neq 0$

$r^n + a_1 r^{n-1} + \dots + a_{n-1} r + a_n = 0 \rightarrow$ characteristic eqn.

$r \rightarrow$ only unknown

correct values for r can be selected to satisfy this eqn
 $n \rightarrow$ roots.

2) r_1, r_2, \dots, r_n are real & distinct.

$e^{r_1 x}, e^{r_2 x}, \dots, e^{r_n x} \rightarrow n$ individual solutions.

if r_i real & distinct, solutions are linearly independent

$y_h = c_1 e^{r_1 x} + c_2 e^{r_2 x} + \dots + c_n e^{r_n x} = \sum_{i=1}^n c_i e^{r_i x}$

ex: $\frac{d^3 y}{dx^3} + 2 \frac{d^2 y}{dx^2} - \frac{dy}{dx} - 2y = 0$

$y = e^{rx} = r^3 + 2r^2 - r - 2 = 0 \quad r_1 = 1, r_2 = -1, r_3 = -2.$

PDE- birden fazla değişken

Final :

Subat 2002

2nd order Partial Differential Equations with Two independent variables

$$A \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + B \frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} + C \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + D \frac{\partial v}{\partial x} + E \frac{\partial v}{\partial y} + Fv = 0$$

$v = u(x, y) = ?$ u should satisfy this equation:

A, B, C, D, E, F : known constants

change of variables from $(x, y) \rightarrow (\xi, \eta)$

try to simplify this eqn. or classify such 2nd order PDE with 2 variables.

ξ and $\eta \rightarrow$ new independent variables created with x & y by certain rules

$$\xi = \xi(x, y) \quad \frac{\partial v}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial x}$$

$$\eta = \eta(x, y) \quad \frac{\partial v}{\partial y} = \frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial y}$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 + 2 \frac{\partial^2 v}{\partial \xi \partial \eta} \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right)^2 + \frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial v}{\partial x} \right) = \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) = \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial}{\partial \xi} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \frac{\partial}{\partial \eta} \right) \left(\frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial x} +$$

$$\frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right) + \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial}{\partial \xi} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \frac{\partial}{\partial \eta} \right) \left(\frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right)$$

$$= \frac{\partial \xi}{\partial x} \cdot \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \cdot \frac{\partial^2 v}{\partial \eta \partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial^2 v}{\partial \xi \partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial x} \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2}$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} = \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \right)^2 + 2 \frac{\partial^2 v}{\partial \xi \partial \eta} \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} \left(\frac{\partial \eta}{\partial x} \right)^2 + \frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x^2}$$

$$\frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial v}{\partial y} \right) = \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) = \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial}{\partial \xi} + \frac{\partial \eta}{\partial y} \frac{\partial}{\partial \eta} \right) \left(\frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) \cdot \frac{\partial \xi}{\partial y} +$$

$$\frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \right) + \left(\frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial}{\partial \xi} + \frac{\partial \eta}{\partial y} \frac{\partial}{\partial \eta} \right) \left(\frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial \eta}{\partial y} \right) \cdot \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{\partial \eta}{\partial y} \right)$$

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 v}{\partial \xi^2} \frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial \xi}{\partial y} + \frac{\partial^2 v}{\partial \xi \partial \eta} \left(\frac{\partial \xi}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \xi}{\partial y} \frac{\partial \eta}{\partial x} \right) + \frac{\partial^2 v}{\partial \eta^2} \frac{\partial \eta}{\partial x} \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial \xi} \frac{\partial^2 \xi}{\partial x \partial y} + \frac{\partial v}{\partial \eta} \frac{\partial^2 \eta}{\partial x \partial y}$$

Sistemin ana bileşenleri tanımlandıktan sonraki adım, sistemin davranışını tanımlayan ve belirleyen önemli fiziksel ve kimyasal nicelikleri listelemektir.

Daha sonra, çeşitli fiziksel nicelikler, uygun fiziksel yasalarla birbirleriyle ilişkilendirilir. Bu fiziksel nicelikler modele uygun yollarla girdi miktarlarını istenen çıktıya dönüştürebilmek için değiştirilebilirler. Dönüşüm için kullanılan bağıntı «aktarma fonksiyonu» olarak bilinir. Bu fonksiyon cebirsel, diferansiyel veya integral fonksiyonu olabilir. Bu denklemlerin çözümleri (analitik, nümerik veya grafiksel) modelleme sürecinin son adımıdır.

Bu sunum hazırlanırken Prof. Dr. Hasan Yazıcıgil tarafından 1996 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde hazırlanan "Geological Engineering Design" ders notlarından, Dieter, G.E., (1987) Engineering Design, McGraw-Hill Book co., NY ve Dieter, G.E., Schmidt, L.C., (2009) Engineering Design Fourth Edition McGraw-Hill, NY kitaplarından yararlanılmıştır.

JEM 428
JEOLOJİ
MÜHENDİSLİĞİNDE
TASARIM
MODELLEME VE SİMÜLASYON-2

Sorumlu Öğretim Elemanı: Doç. Dr. Şebnem Arslan

Yeraltısuyu nümerik modelleme çalışmasına bir örnek: Ergene Havzası Kumlu Kompleks akiferin sayısal yeraltısuyu modeli

* Ökten, 2004 ve Ökten ve Yazıcıgil, 2005

Bu çalışmada yaklaşık 5900 hücreden oluşan Sonlu Farklar Akım Modeli akiferdeki kararlı ve kararsız akımı benzeştirmesi için kullanılmıştır. Model kalibrasyonu 1970 yılının Ocak ayında saha koşullarında gözlenen su seviyeleri ile yapılan kararlı akım koşullarında kalibrasyon ve bunu izleyen Ocak 1970-Aralık 2000 döneminde gözlenen su seviyeleri ile yapılan kararsız akım koşullarında kalibrasyon olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir.

Ökten, S., 2004, Investigation of the Safe and Sustainable Yields for the Sandy Complex Aquifer System in Ergene River Basin, METU

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hasan Yazıcıgil

Ökten, S. & Yazicigil, H., 2005, Investigation of Safe and Sustainable Yields for the Sandy Complex aquifer system in the Ergene River Basin, Thrace Region, Turkey, Turkish Journal of Earth Sciences, Vol: 14, 209-226 p.

Ortaya çıkan model Ocak 2001 ve Aralık 2030 yılları arasını kapsayacak Şekilde 30 yıllık bir planlama dönemi gz önüne alınarak akifer sisteminin çeşitli pompaj koşulları altındaki tepkisini belirlemek ve alternatif yeraltısuyu yönetim senaryoları kurulması için kullanılmıştır.

TURKISH JOURNAL OF
EARTH SCIENCES

CONTENTS

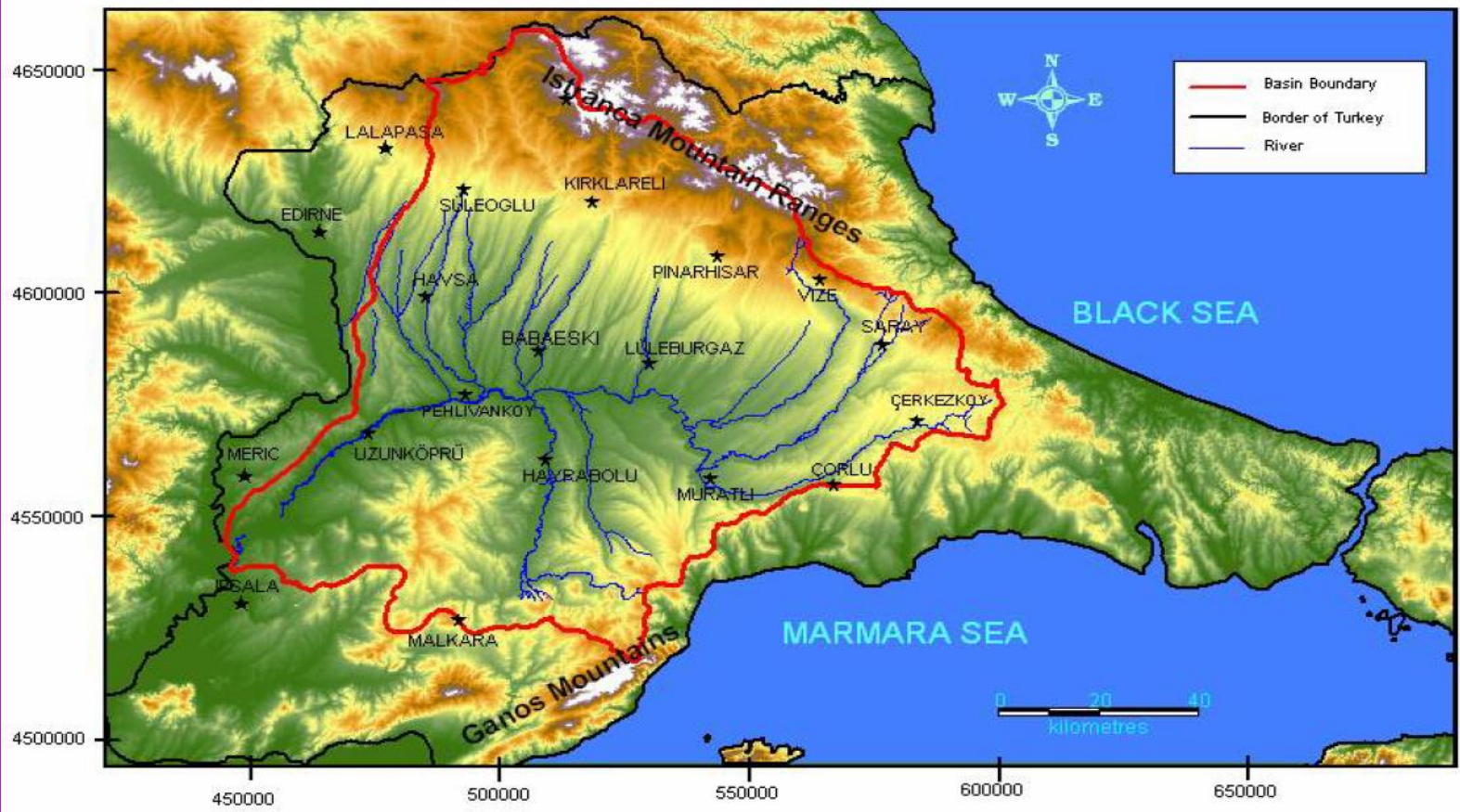
Volume 14, Number 2

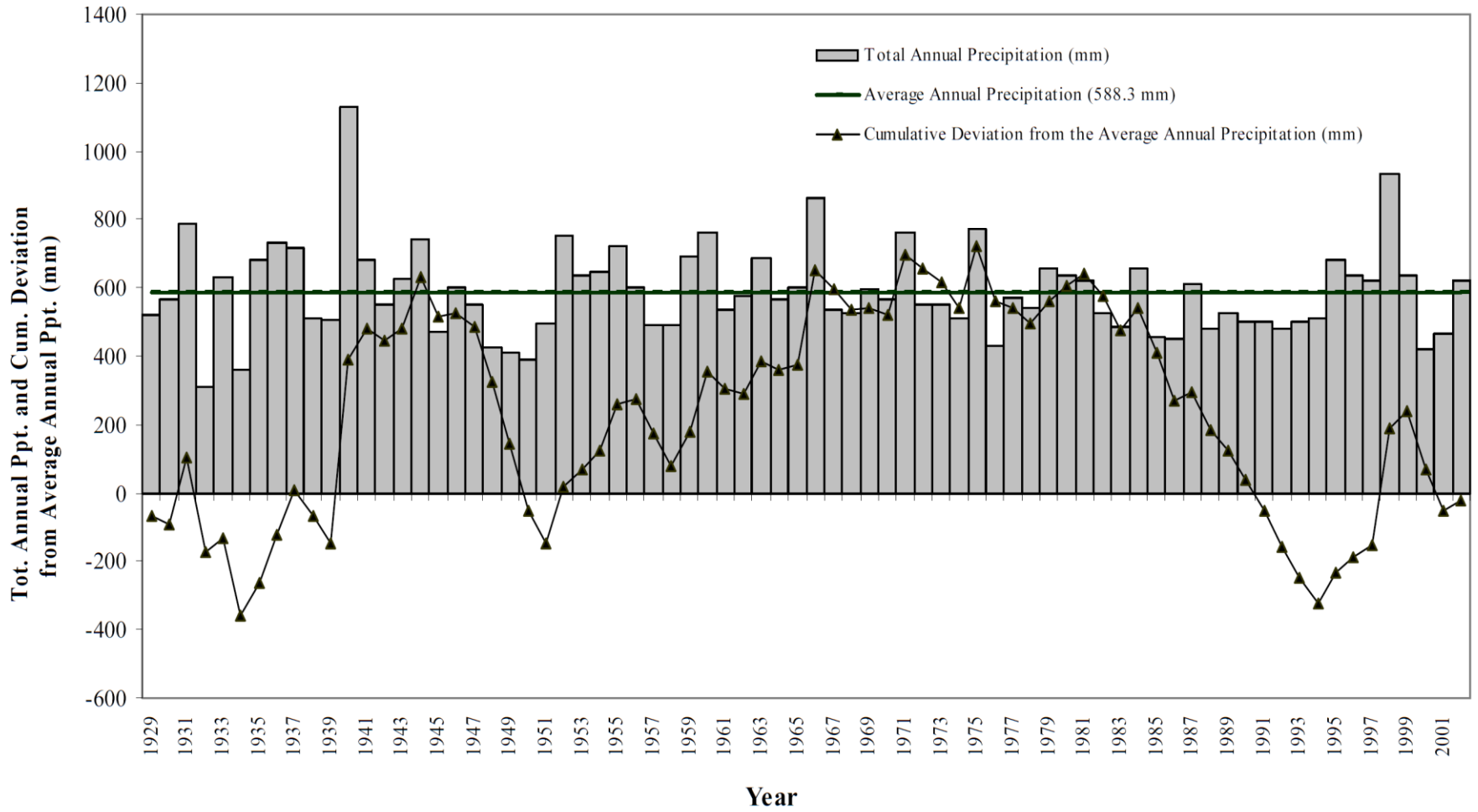
May-Aug 2005

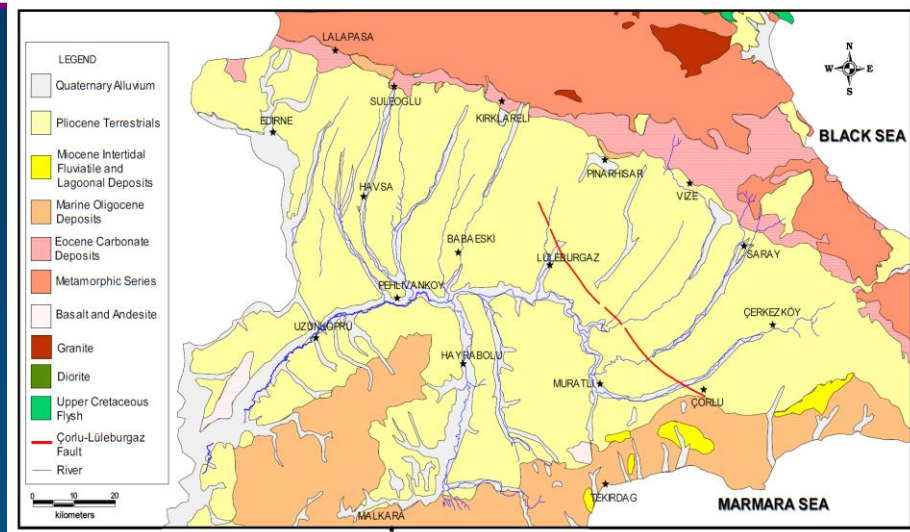
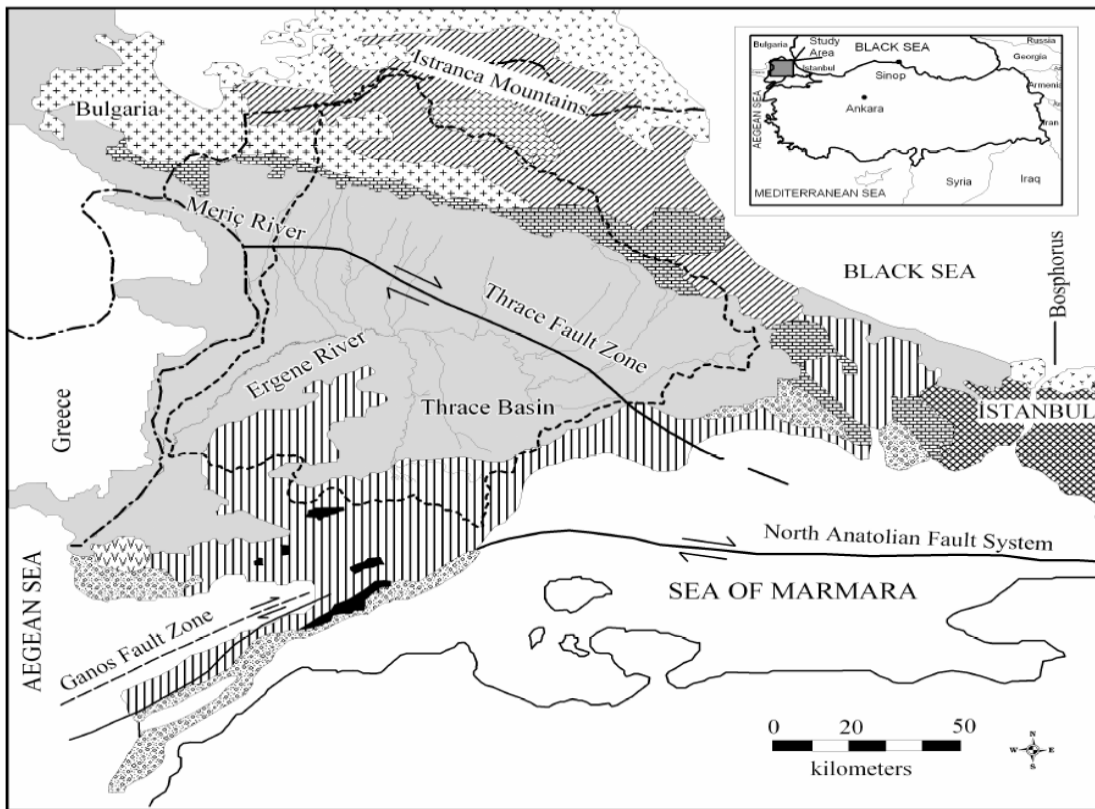
- KARAOĞLU, Ö., ÖZDEMİR, Y., TOLLUOĞLU, A.Ü., KARABIYIKOĞLU, M., KOSE, O. & FROGER, J.L. *Stratigraphy of the Volcanic Products Around Nemrut Caldera: Implications for Reconstruction of the Caldera Formation* 123
- TOKÇAER, M., AGOSTINI, S. & SAVAŞÇIN, M.Y. *Geotectonic Setting and Origin of the Youngest Kula Volcanics (Western Anatolia), with a New Emplacement Model* 145
- GERDJKOV, I. *Alpine Metamorphism and Granitoid Magmatism in the Strandja Zone: New Data from the Sakar Unit, SE Bulgaria* 167
- ASLAN, Z. *Petrography and Petrology of the Calc-Alkaline Sarihan Granitoid (NE Turkey): An Example of Magma Mingling and Mixing* 185
- ÖKTEN, Ş. & YAZICIGIL, H. *Investigation of Safe and Sustainable Yields for the Sandy Complex Aquifer System in the Ergene River Basin, Thrace Region, Turkey* 209



Havza alanı: 11325 km²
Kuzeyde Istranca dağları,
güneyde Korudağ ve Ganos
dağları ile sınırlanmış.

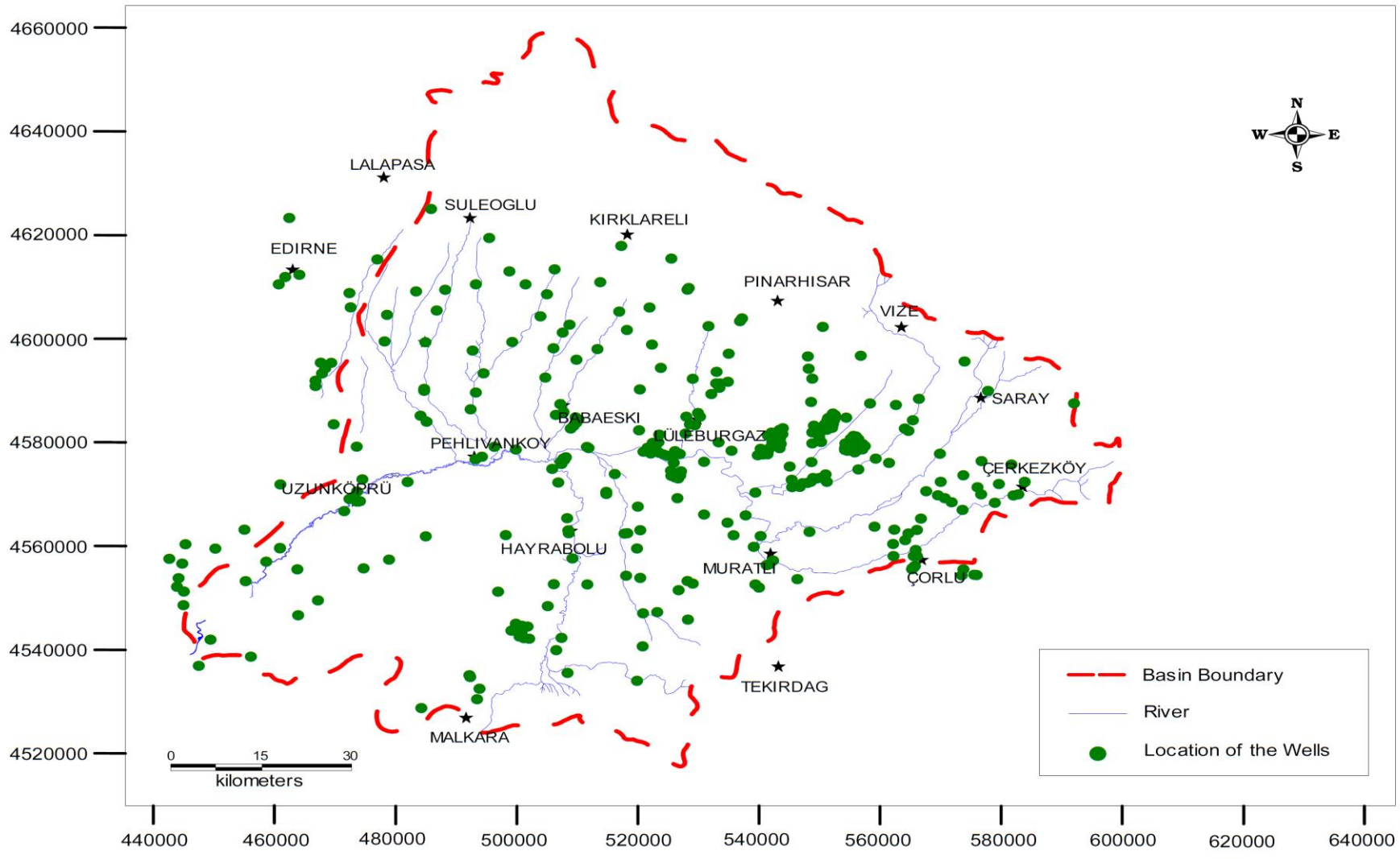


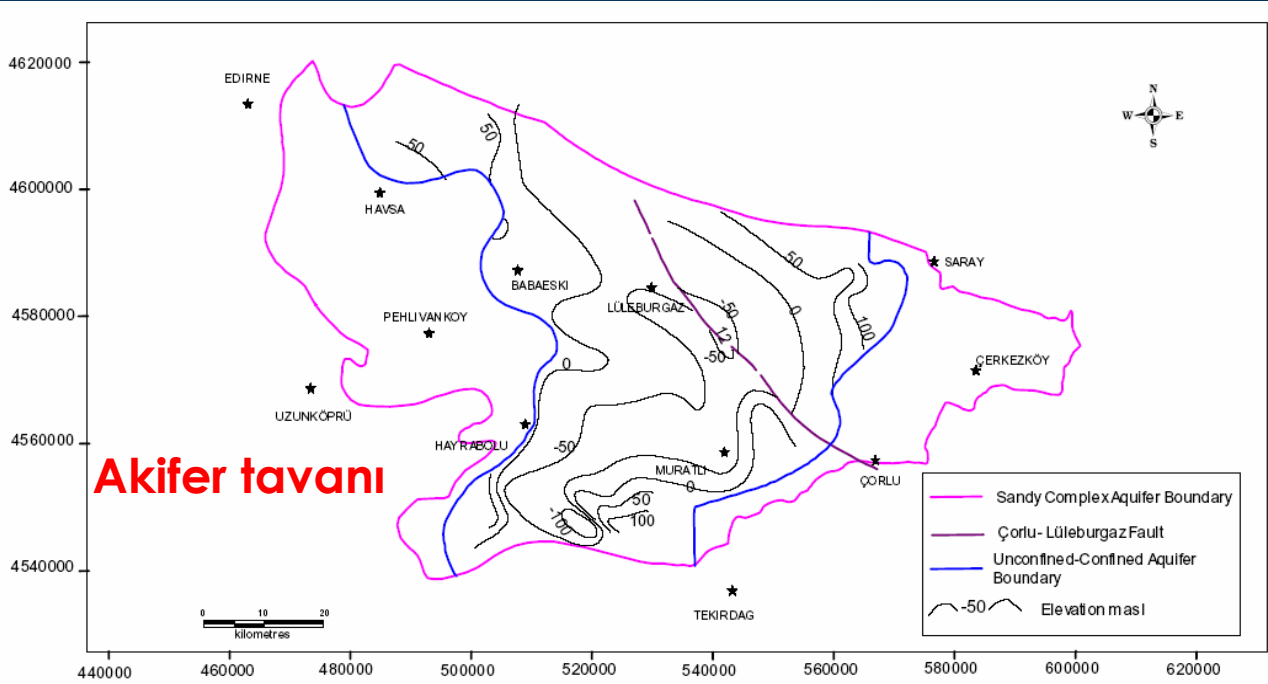
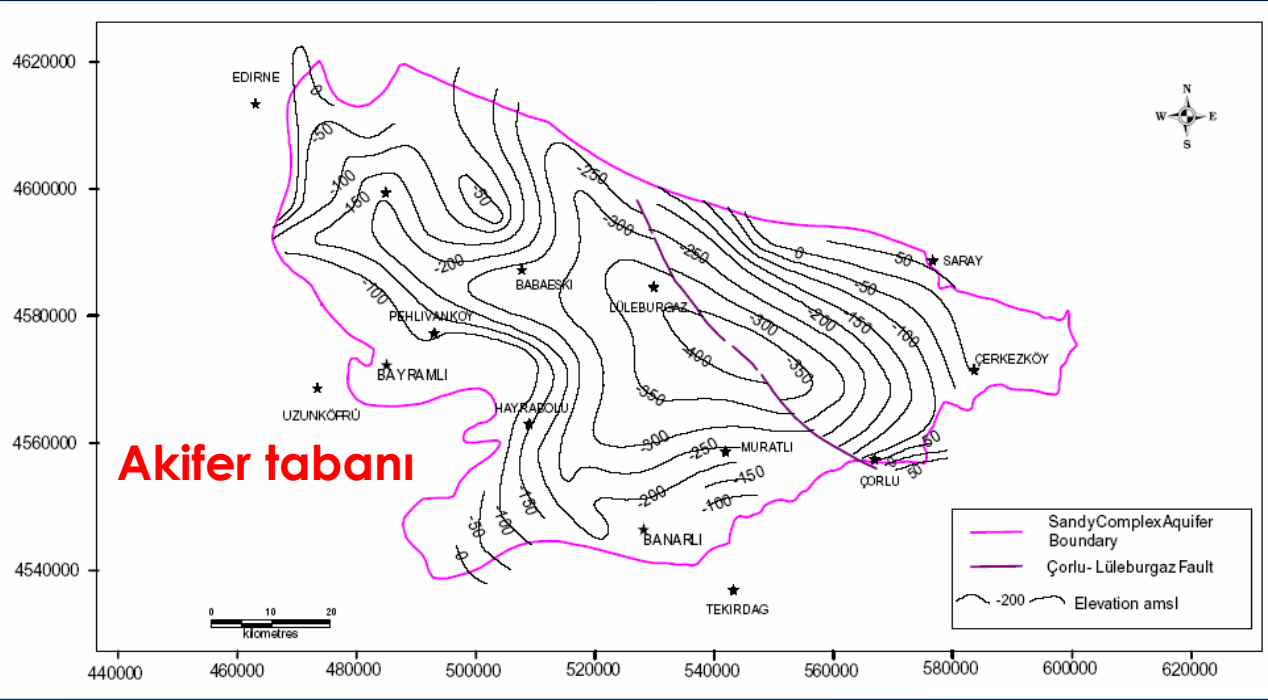




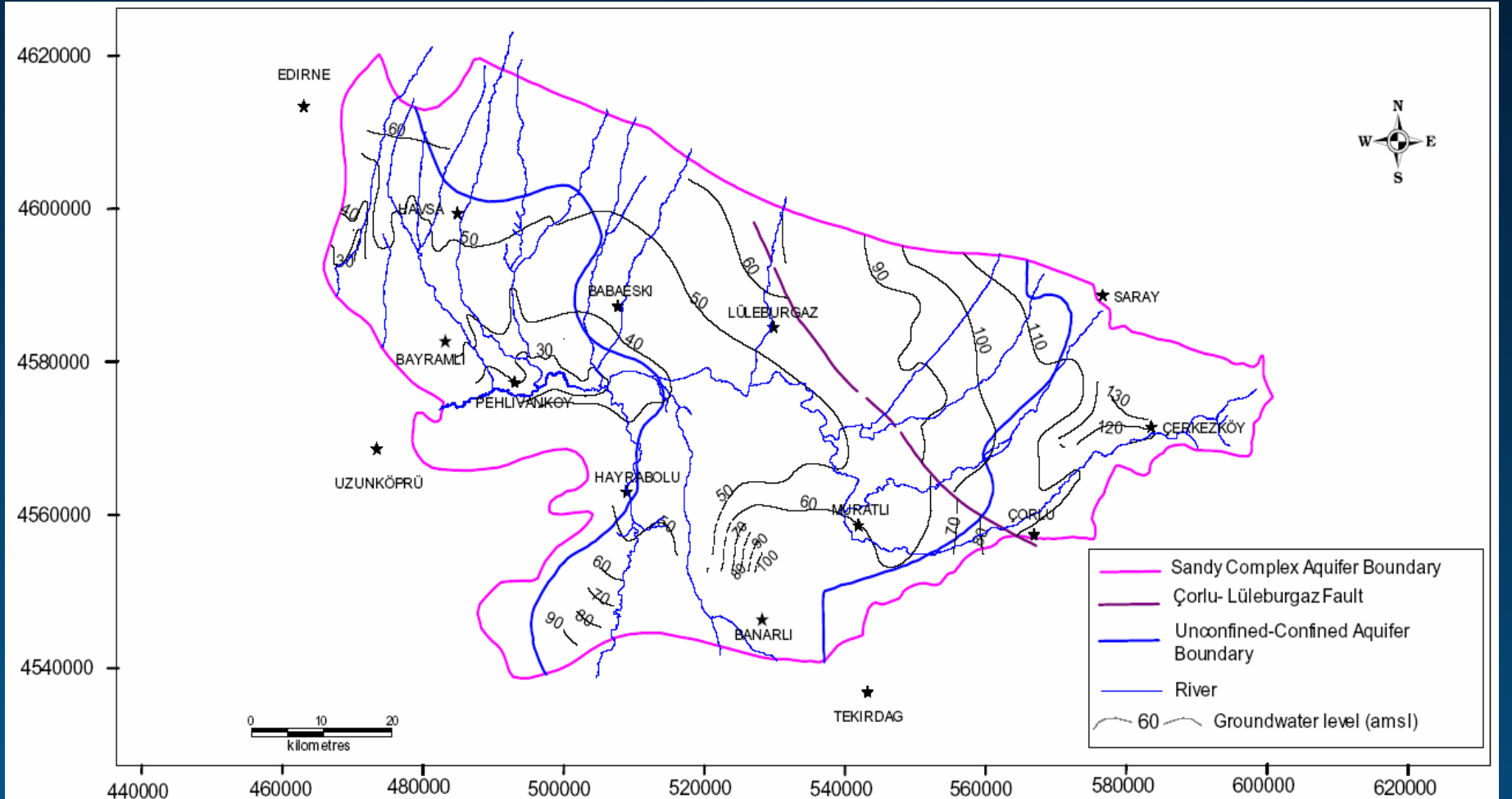
AGE	FM	LITHOLOGY	EXPLANATION		HYDROGEOLOGICAL UNIT	
			CENTRAL PART OF THE BASIN	NORTHERN PART OF THE BASIN		
TERTIARY	QUA		Alluvial gravel, sand and silt		Good aquifer conditions in separated old and recent alluvium	
	PLIOCENE	ERGENE		Clay & silt interbedded with some limestone		Good to excellent aquifer conditions all over the Basin (Sandy Complex)
				Medium to coarse grained gravelly sand with sandy clay frequently inbedded, rare lignite		
	MIOCENE	DANISMEN		Clay and shale with, frequent fine to coarse grained sandstone layers. Abundant lignite	Sandstone and Shale	Poor aquifer conditions in discontinuous strata.
		OSMANCIK				
	OLIGOCENE	MUHACIR		Shale and clay with some fine grained sandstone interbedded, lignite beds.	Biclastic, sandy limestone	Fair quality in and near outcrop areas, saline water in greater depth.
		KIRKLARELI		Dominantly biogenic limestone marl and shale, rare sandstone		
	EOCENE	KESAN		Very well stratified shale, silty shale interbedded with sandstone (Flysh type sediments)	Conglomeratic Sandstone	
DANAMANDIRA						
PALEOZOIC	BASEMENT		Metamorphic and intrusive rocks		Good aquifer conditions in outcrop areas.	

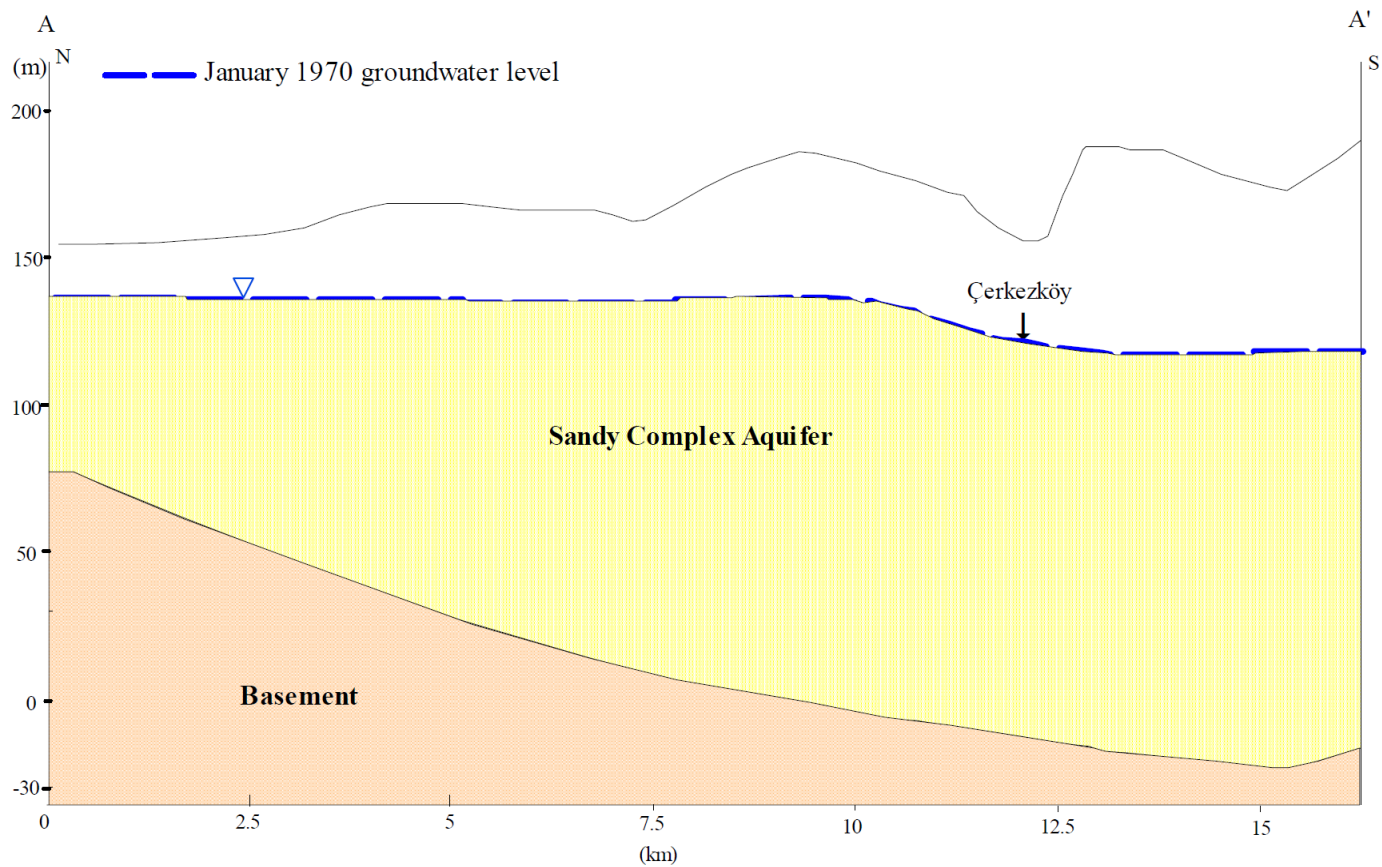
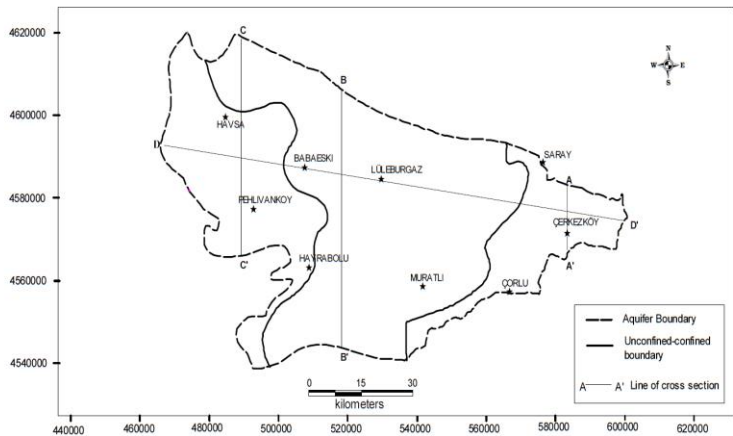
Stratigrafik kesit (Doust ve Arıkan, 1974)

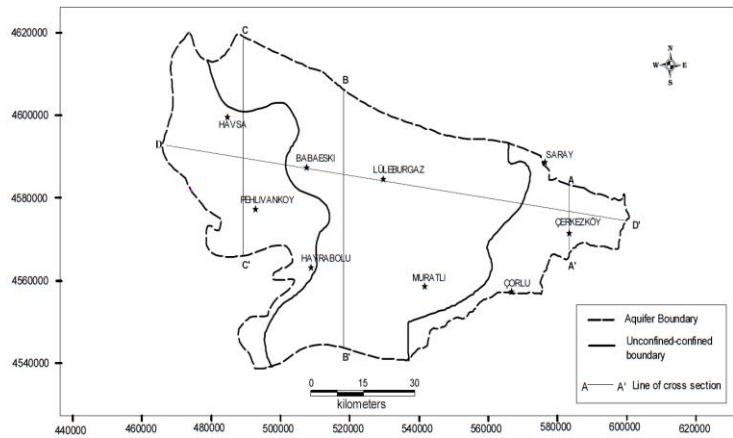




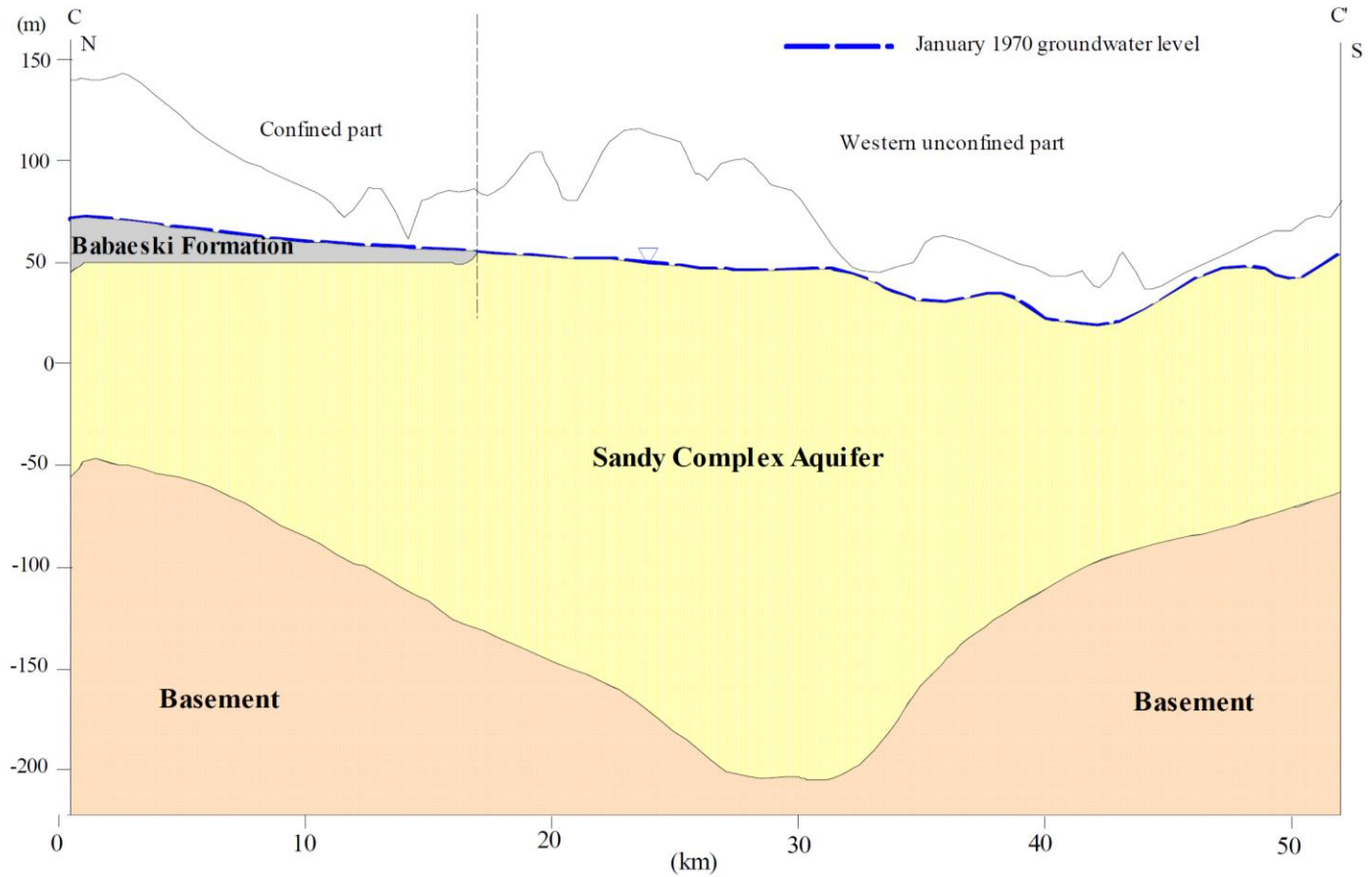
Yeraltısuyu seviyesi

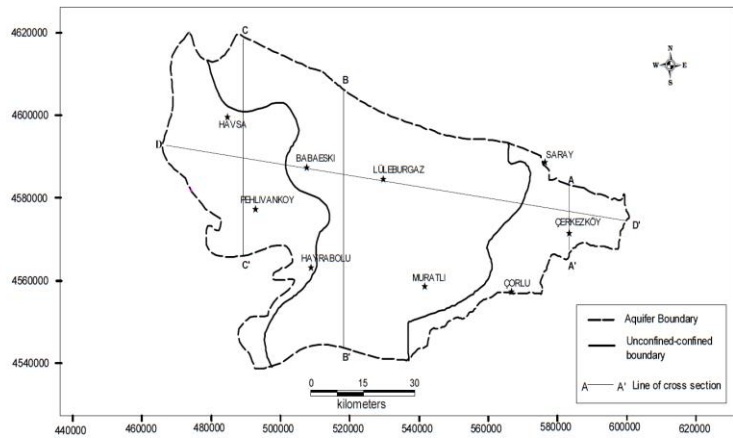




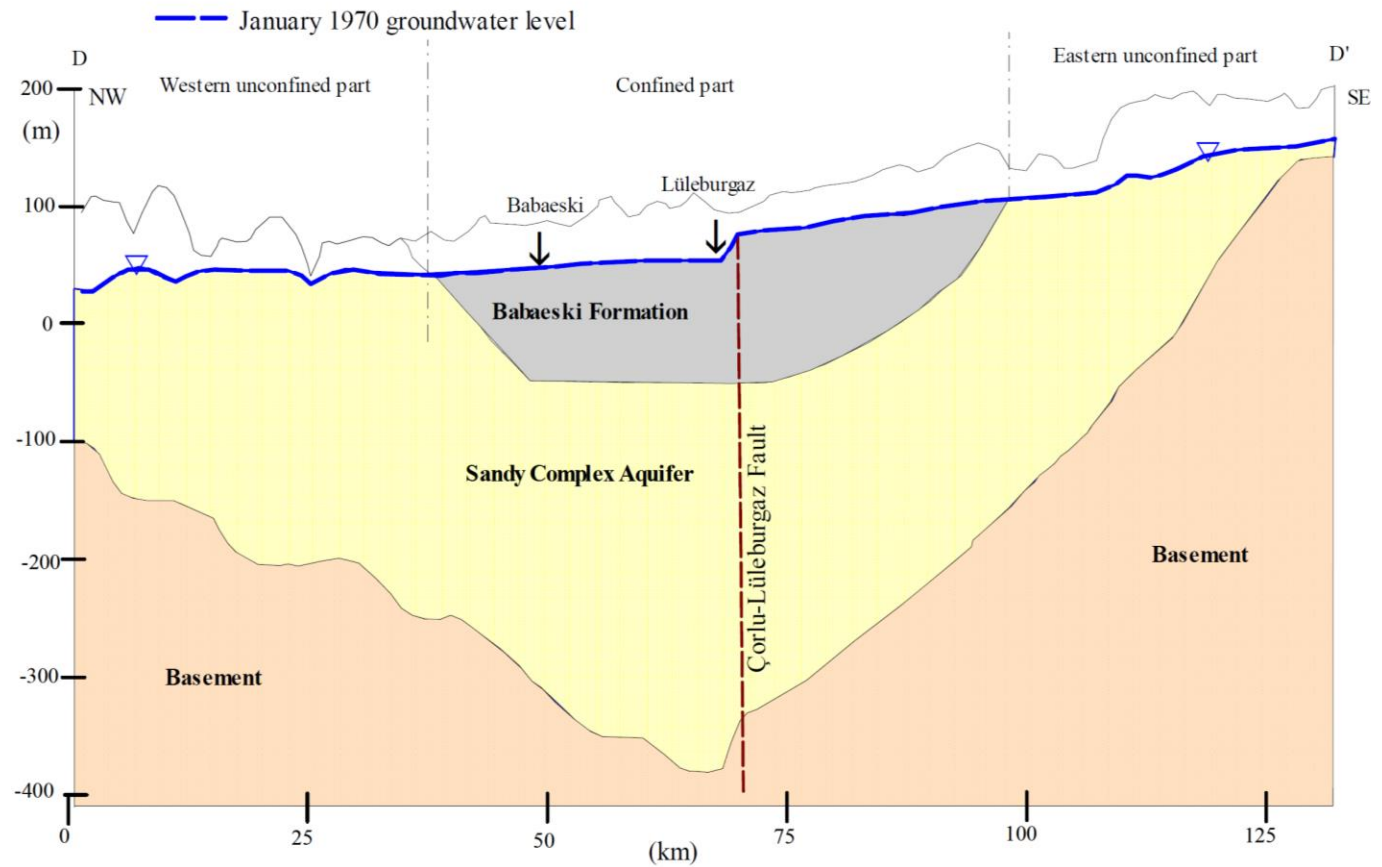


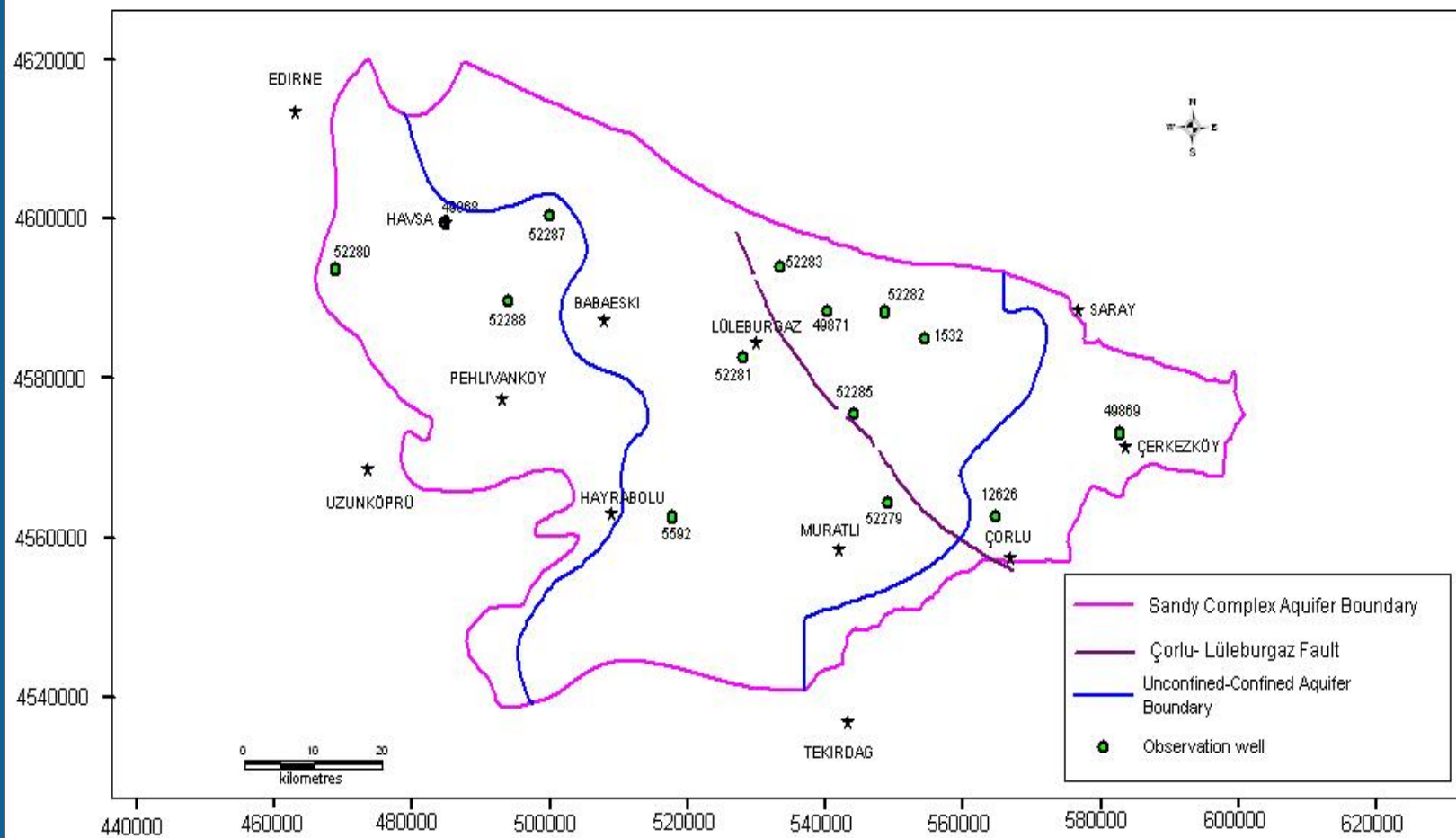
Enine kesit C-C'

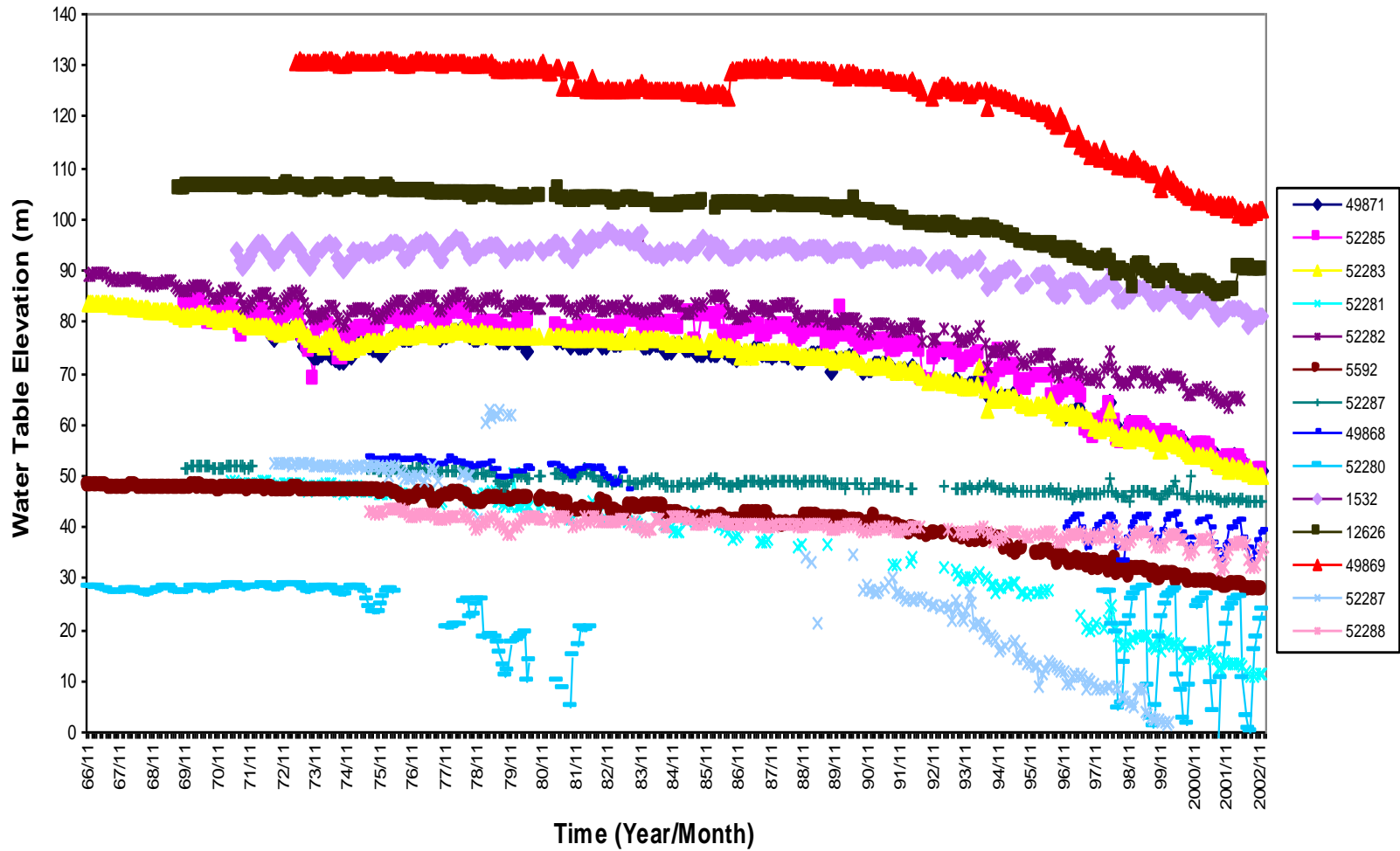




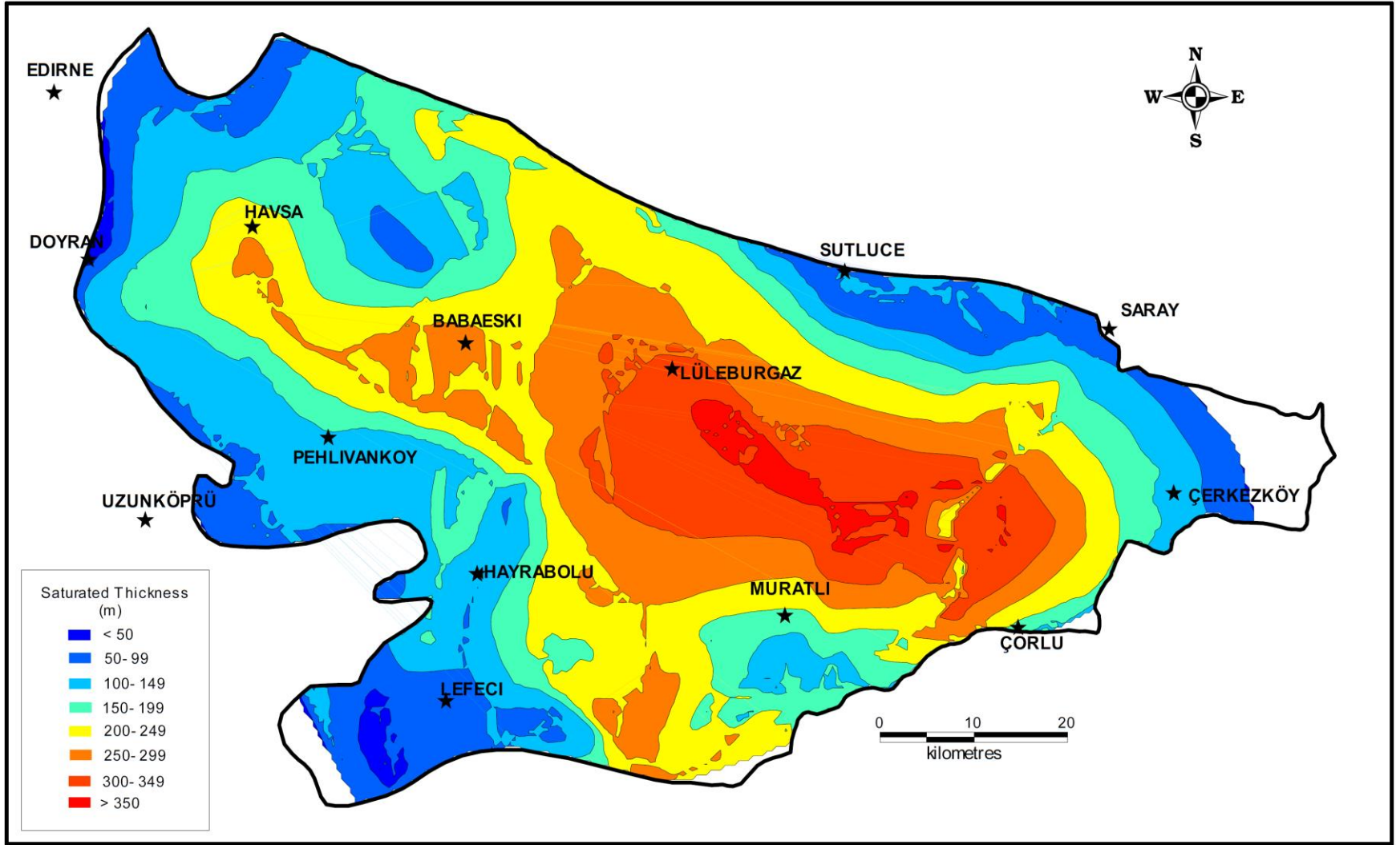
Enine kesit D-D'







Akifer kalınlığı



Matematiksel Model

Sabit yoğunlukta yeraltısuyunun gözenekli ortamda üç boyutlu hareketi aşağıdaki PDE ile tanımlanabilir.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(K_{xx} \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(K_{yy} \frac{\partial h}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_{zz} \frac{\partial h}{\partial z} \right) - W = S_s \frac{\partial h}{\partial t}$$

Denklem 1

Bu denklemde x, y, z kartezyen koordinatlar

H hidrolik yük

K hidrolik iletkenlik

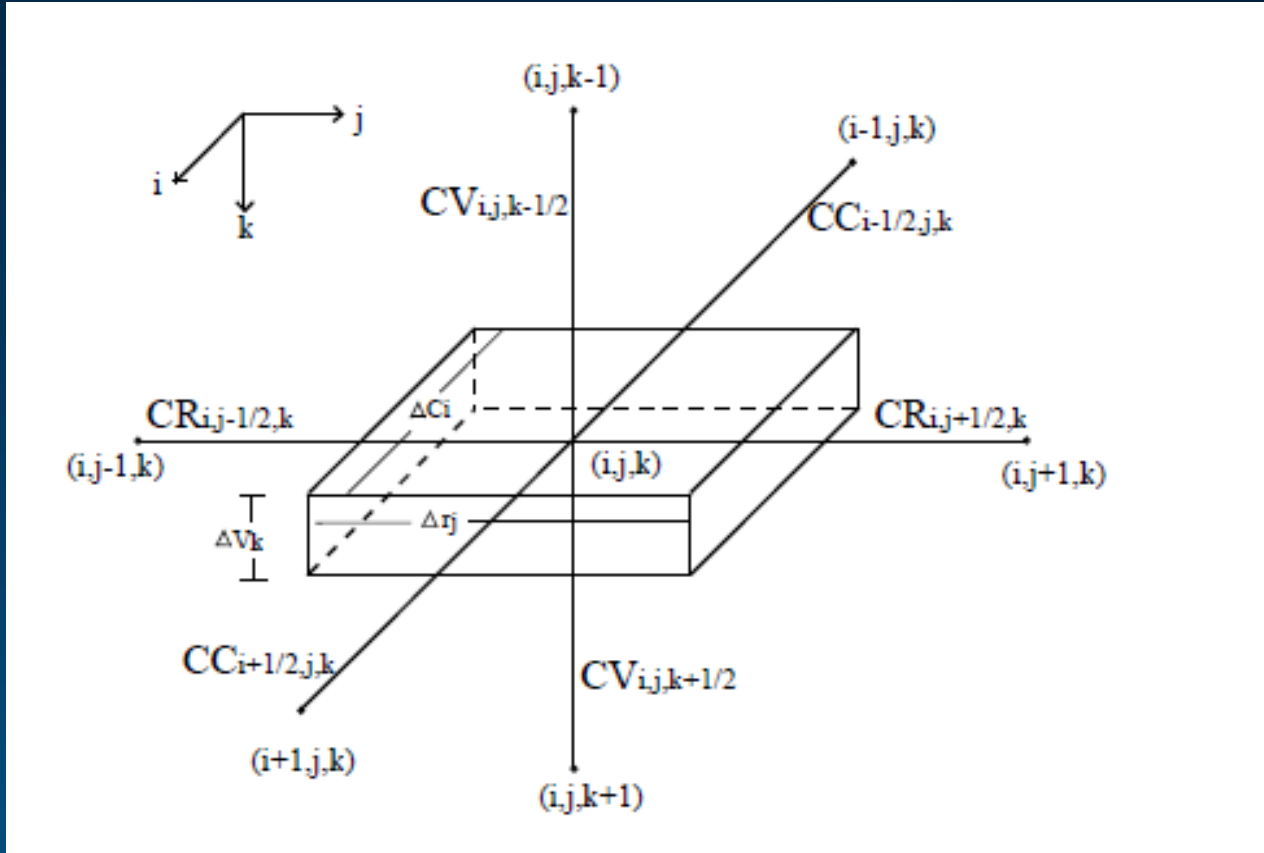
W birim hacim başına hacimsel akı

S_s geçirimli materyalin özgül depolama katsayısı

t zaman

Nümerik Model

Denklem 1'i çözebilmek için akifer sistemi bir nokta ağına ayrılır.



Model hücreleri arasındaki iletkenlik terimlerinin tanımı

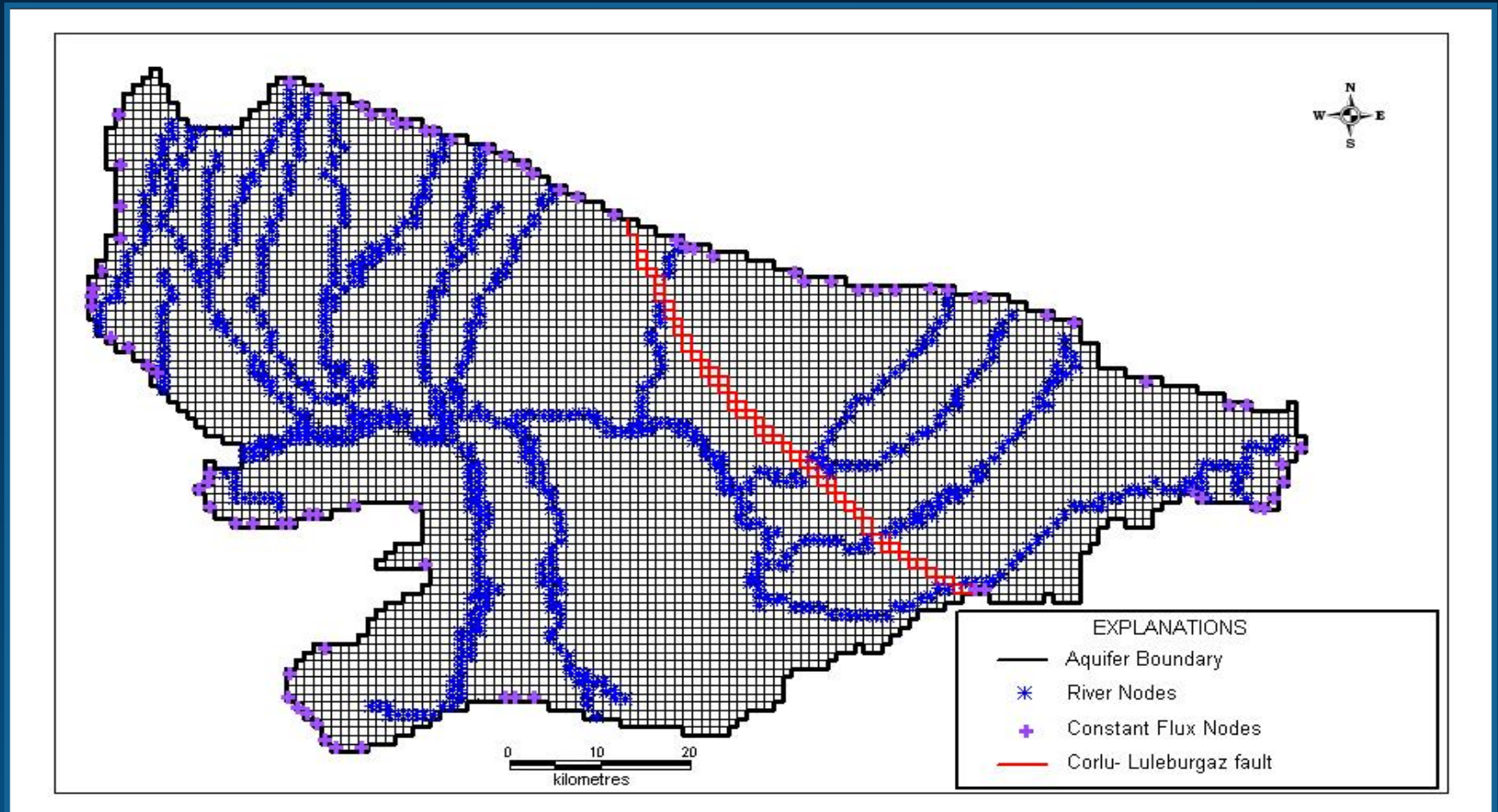
Model Girdi

Başlangıç hidrolik yük
Sınır koşulları
S, K dağılımı
Akifer taban-tavan
yükseklikleri
Beslenme-boşalım verileri
Dikey iletimlilik

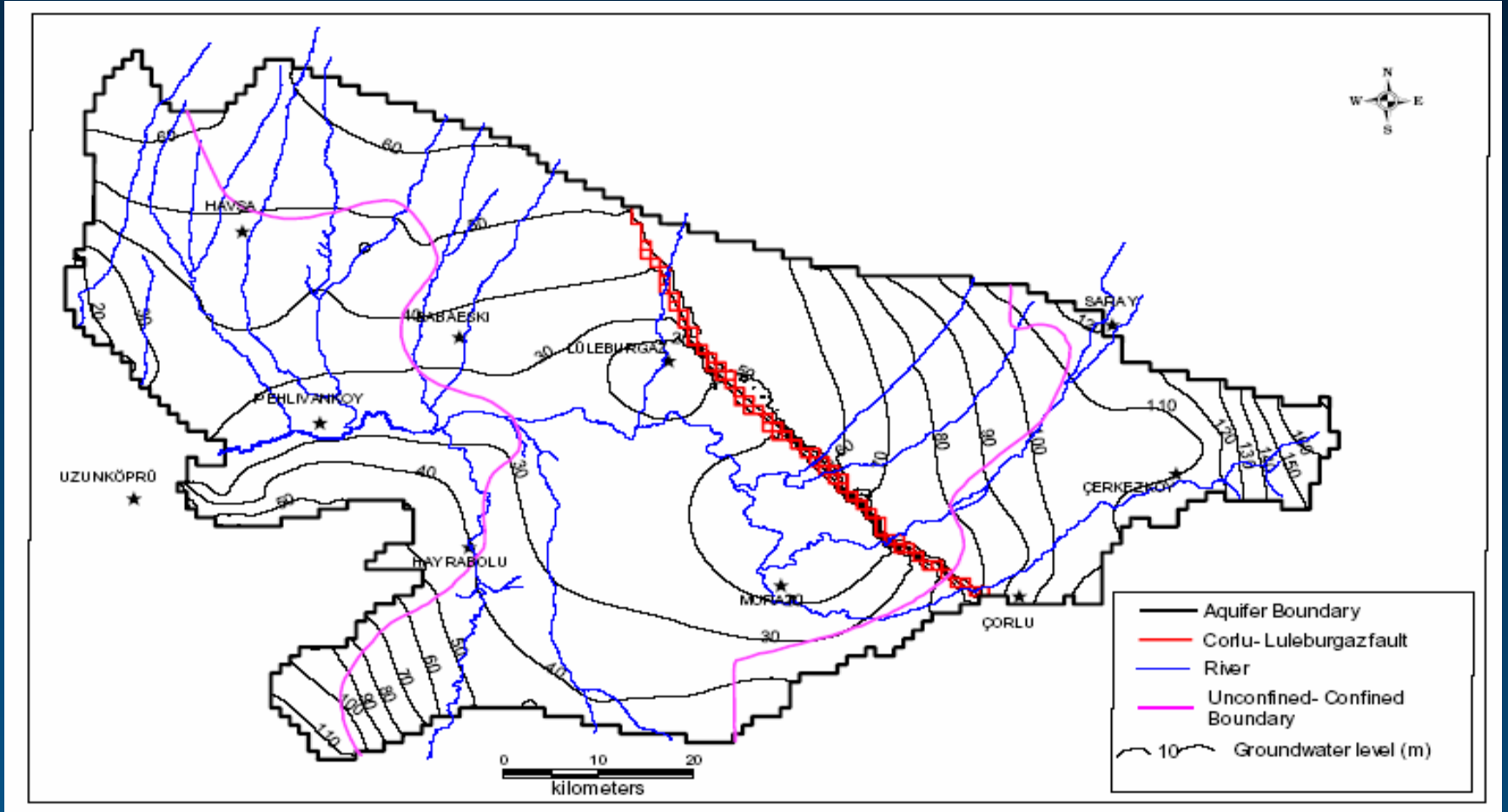
Model Çıktı

Bütün girdi parametreleri
Zaman basamakları bilgisi
Hacimsel bütçe
Hesaplanmış hidrolik yük
ve düşüm
Tüm hücrelerde akış
terimleri

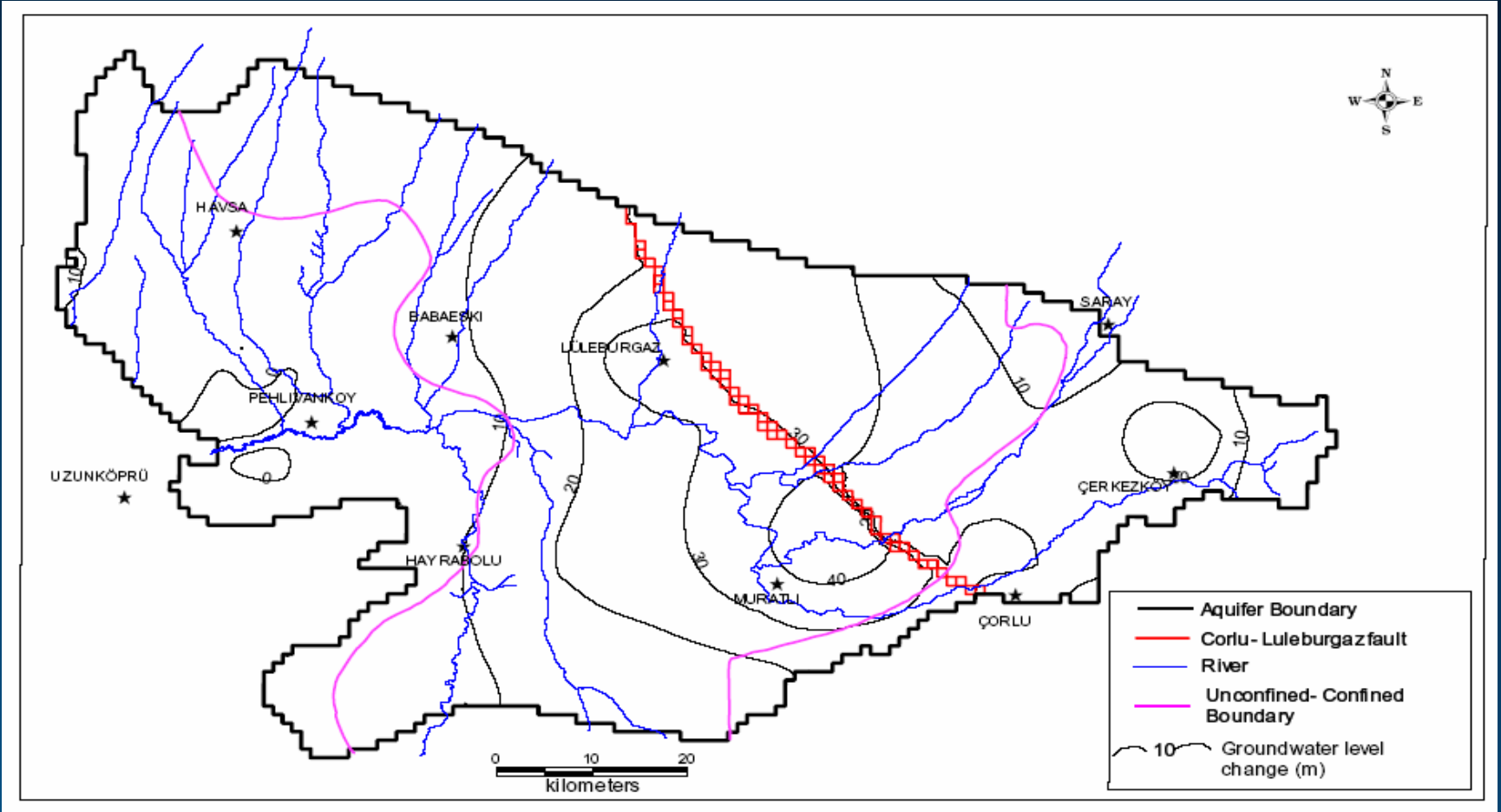
Sonlu Farklar Grid sistemi



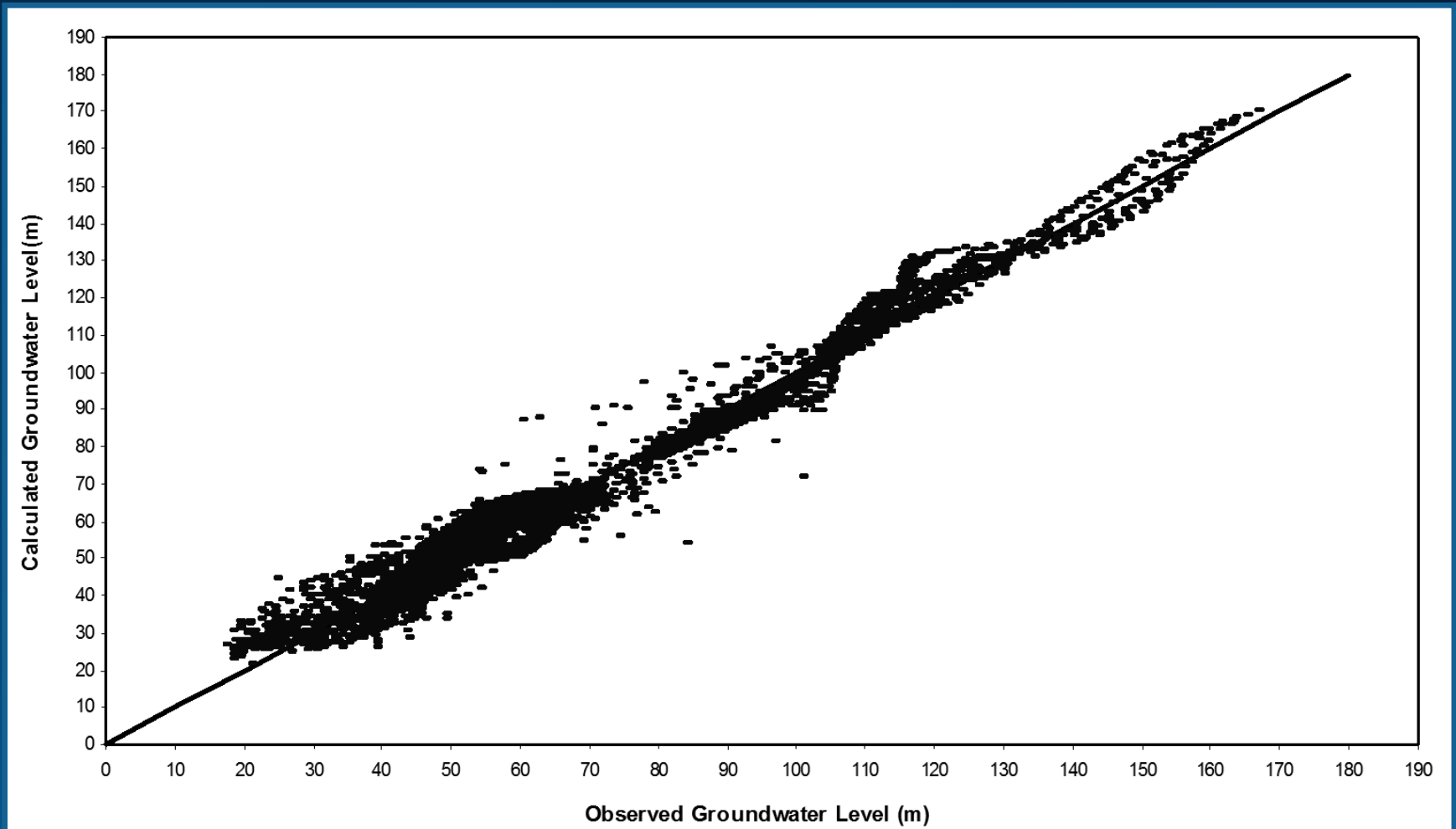
Kararlı akım koşullarında kalibre edilmiş modelin verdiği yeraltısuyu seviyeleri

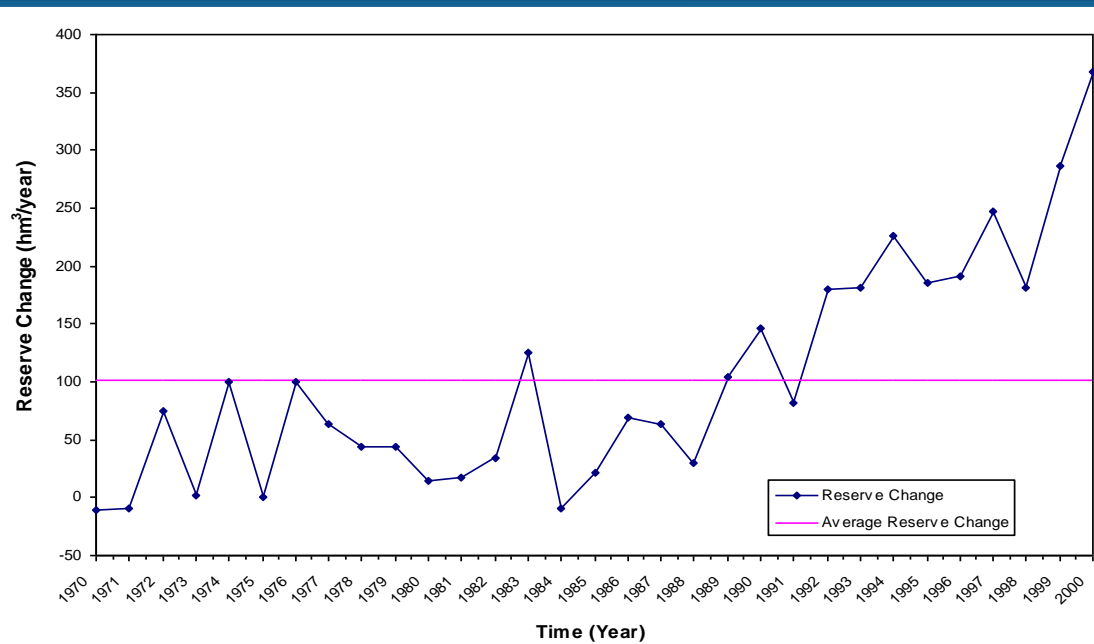
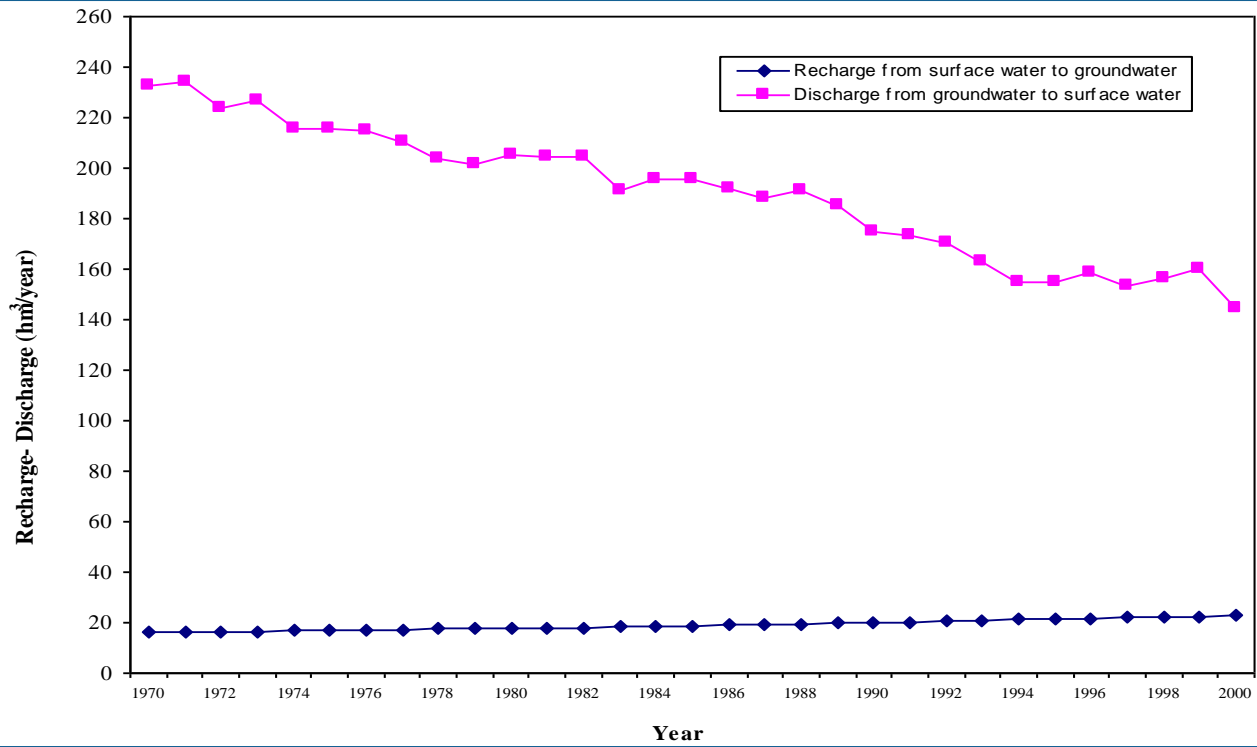


Kararlı akım koşullarında kalibre edilmiş modelin verdiği düşümler

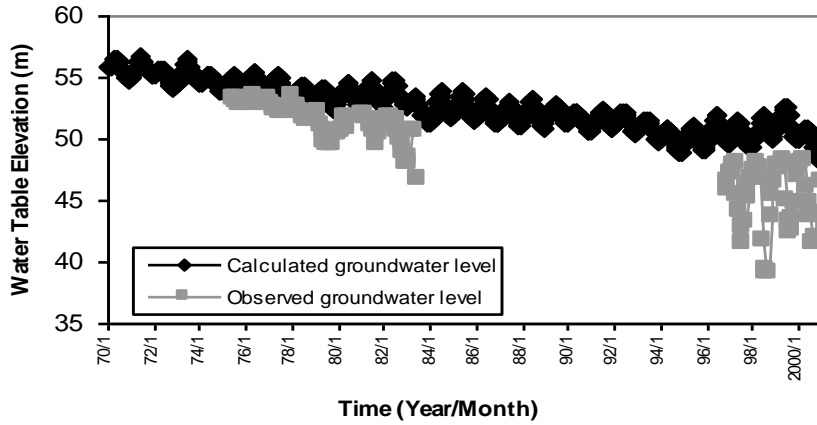


RMSE= 4.86 m

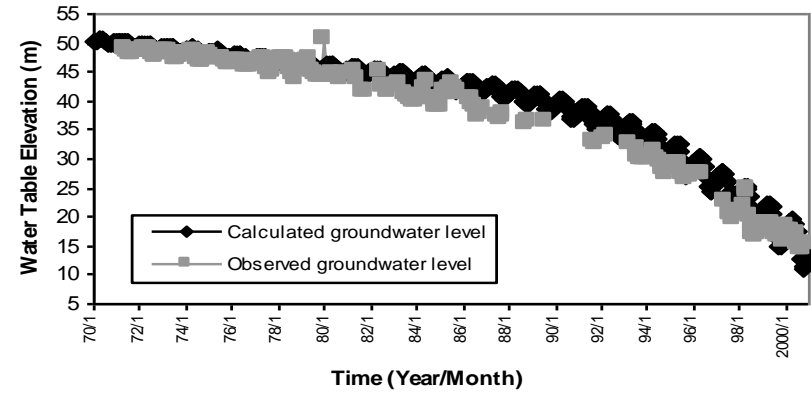




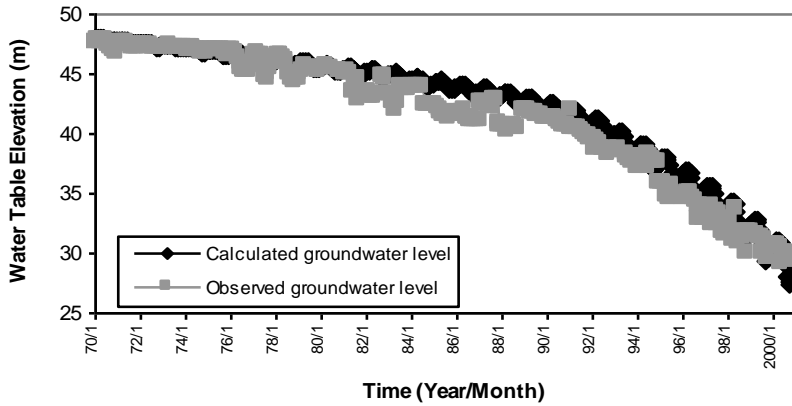
Observation Well no: 49868 (Havsa- Merkez)



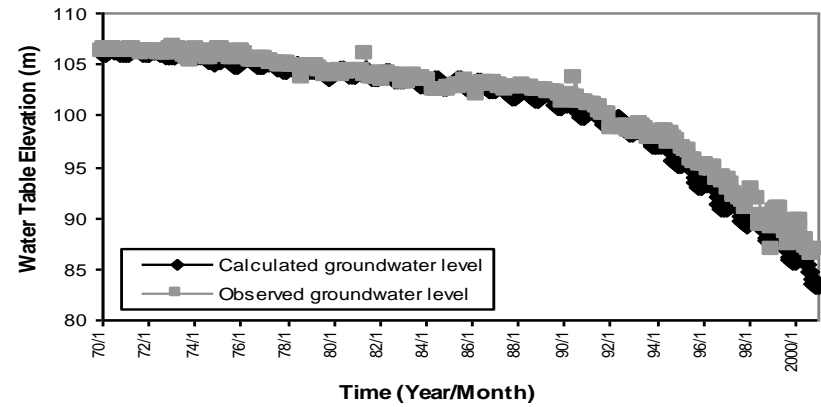
Observation Well no: 52281 (Salhane)



Observation Well no: 5592 (Dambaslar)



Observation Well no: 12626 (Marmarcık)



Kaynaklar:

Doust, H., and Arıkan, Y., 1974, “The geology of the Thrace Basin”, 2nd Biannual Petroleum Congress of Turkey, pp 119- 131.

Yazıcıgil, H., Rasheeduddin, M., 1987, “Optimization Model for Groundwater-Management in Multi- Aquifer Systems”, Journal of Water Resources Planning and Management, ASCE 113 (2), 257-273.