



SAĞLIK TEKNOLOJİ DEĞERLENDİRME (STD) İÇİN MODELLEME VE BENZETİM

Dr. Murat Günal

1

SAĞLIK TEKNOLOJİ DEĞERLENDİRME (STD)

- Sekröte sunulacak “Yeni Ürün (veya Teknoloji)”
- Mevcut ve gelecekteki demografik durum
- Paydaşlar;
 - Hastalar
 - Teknoloji üretenler
 - Ödeyenler
- Sağlık sektöründe yüksek AR-GE giderleri, yeni teknolojilerin etkilerinin daha iyi bir şekilde tahmin edilmesini gerektirmiştir.
- “Maliyet-Etkinlik” !!!

STD EĞİTİM

- Bölüm 1:
 - Excel'de model geliştirme ve modeli anlama
 - Excel ile STD
- Bölüm 2:
 - Kesikli Olay Benzetimi (KOB) tekniğinin tanıtımı
 - ARENA yazılımı ile model geliştirme
- Bölüm 3:
 - Model Geçerleme (Validation) Teknikleri

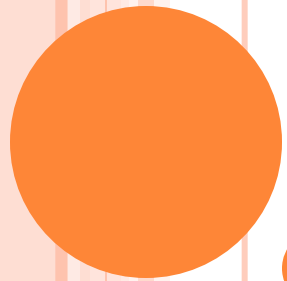
PROGRAM

- 09:00-10:00 :: Excel ile Markov model geliştirme öncesi hazırlık: 3-State Örnek bir hastalık ve geleneksel ilaç/yeni ilaç ile tedavi.
- 10:00-11:30 :: Excel ile Modelin geliştirilmesi (adım adım anlatımla)
- 11:30-12:30 :: Geliştirilen model ile analiz. Model bize neler söyleyebilir.
- 13:30-14:00 :: Kesikli Olay Benzetimi yönteminin tanıtımı.
- 14:00-15:00 :: Örnek bir model geliştirme: Hastanelerde Acil Servisler.
- 15:00-16:30 :: Benzetim modeli ile analiz: Doktor/Test Cihazı Maliyetleri ve hasta gelişleri arası ilişki.

REFERANSLAR

○ Bölüm 1:

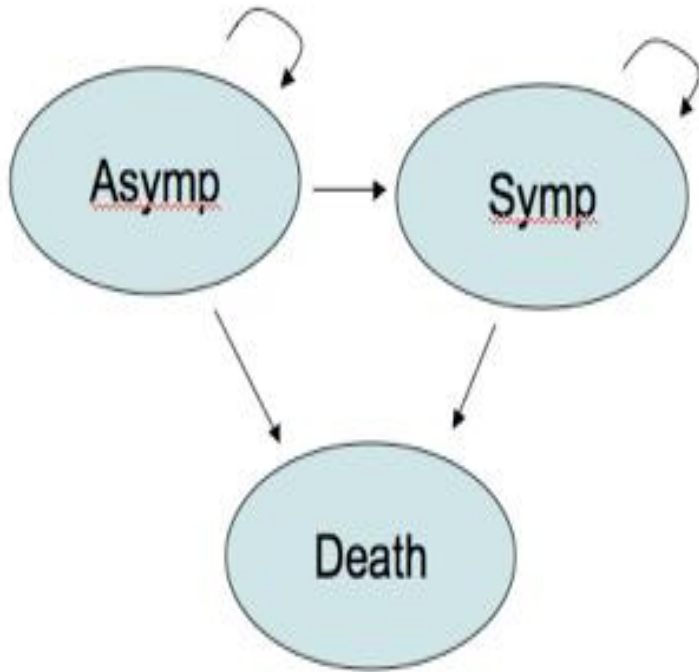
- Goodman C.S. 2004. HTA 101: Introduction to Health Technology Assessment. Online kitap.
- Pidd, M. 1999. Tools for Thinking-Modelling in Management Science. John Wiley & Sons.
- Albright S.C. 2001. VBA for Modelers-Developing Decision Support Systems with Microsoft Excel.
- Moore et al. 2001. Decision Modeling with Microsoft Excel. Prentice Hall.



BÖLÜM 1

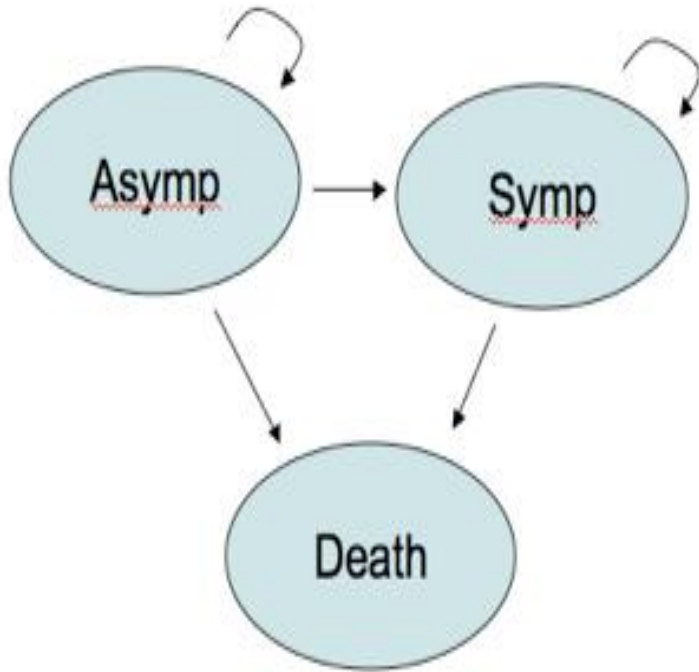
Modelleme ve Excel

BASİT BİR MARKOV MODEL



- Hastalık ilerleme modeli
- “State Transition Diagram”da daireler bir kişinin bulunabileceği “Durumları”, oklar ise bu durumlar arasındaki “geçiş olaylarını” gösteriyor

ÖRNEK SİSTEMİN TANIMI



- Bir “ilaç” veya “sağlık teknolojisi” sayesinde A’dan S’ye geçiş olasılığı değişmektedir.
- İlaç kullanıldığında A-S geçiş olasılığı düşük, ilaç kullanılmadığında ise yüksek olduğunu varsayalım.

DEĞİŞİM ORANLARI

$$\frac{dA}{dt} = -P_{A \rightarrow S} \cdot A - P_{A \rightarrow D} \cdot A$$

$$\frac{dS}{dt} = P_{A \rightarrow S} \cdot A - P_{S \rightarrow D} \cdot S$$

$$\frac{dD}{dt} = P_{A \rightarrow D} \cdot A + P_{S \rightarrow D} \cdot S$$

BAŞLANGIÇ DEĞERLERİ

Parameter	Initial
A_0	1000
S_0	0
D_0	0

DURUM GEÇİŞ OLASILIKLARI

Probability	Mean (SD)
Without Drug: $A \rightarrow S$	0.4 (0.03)
With Drug: $A \rightarrow S$	0.3 (0.03)
$S \rightarrow D$	0.5 (0.05)
$A \rightarrow D$	0.05 (0.005)

QALY TAHMİNLERİ

Probability	Value
Q(A)	0.95
Q(S)	0.5
Q(D)	0

- A durumunda 10 hasta varsa 9,5 QALY'miz olur
- S durumunda 10 insan varsa, 5 QALY'min olur.
- D durumu, ölüm.

Not: QALY çok subjektif bir ölçüt!

MALİYETLER

Category	Cost
C(A)	\$0
C(S)	\$200
C(D)	\$0
Drug	\$100

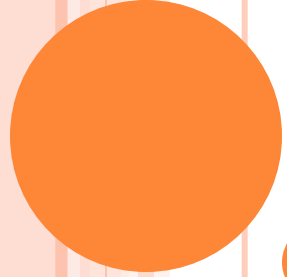
- A ve D durumlarındaki hastalar 0 \$
- S durumunda 1 hasta 200\$
- İlac sadece A'daki insanlara veriliyor ve her bir insan için 100\$.

DEĞİŞKENLİK EKLEME

- Durum geçişlerinde olasılıkların 0.4 ortalama ve 0.03 standart sapma ile olduğunu söylemiştik.
- Excel'de bunu uygulama için BETAINV fonksiyonu kullanılabilir. BETA olasılık dağılımı alfa ve beta parametrelerine ihtiyaç duyar.

$$\alpha = \mu \left(\frac{\mu(1-\mu)}{\sigma^2} - 1 \right) \quad \beta = \frac{\alpha}{\mu} - \alpha$$

	α	β	Mean (SD)
Without Drug: $A \rightarrow S$	226	339	0.4 (0.03)
With Drug: $A \rightarrow S$	233	544	0.3 (0.03)
$S \rightarrow D$	99	99	0.5 (0.05)
$A \rightarrow D$	1890	36099	0.05 (0.005)



15

BÖLÜM 2

Kesikli Olay Benzetimi ve ARENA yazılımı

NİYE MODELLER?

Hangi yöne gittiğinizi gösterir pusula mı?

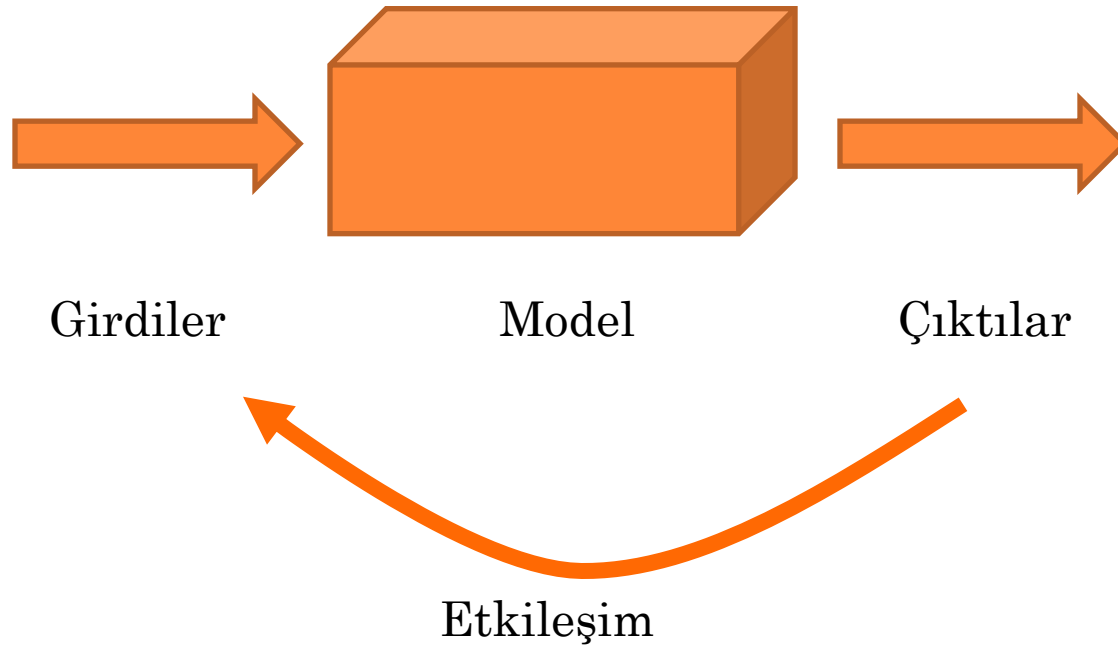


Kesin olarak nerede olduğunuzu gösteren GPS mi?

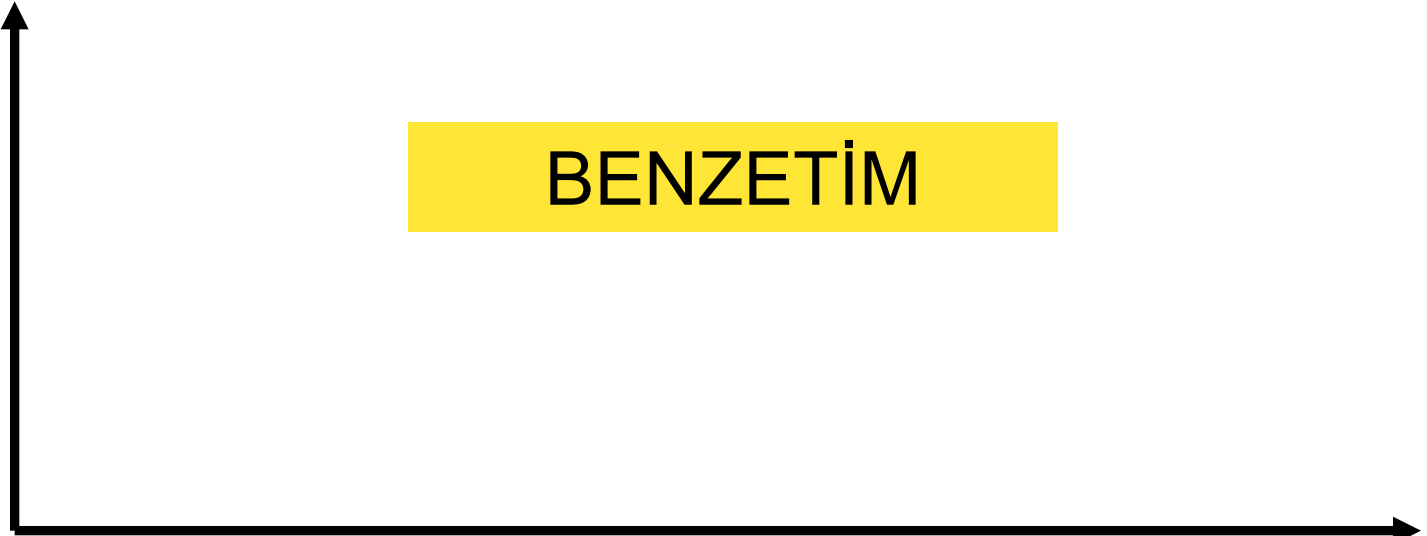


BENZETİM

- Bir sistemin benzerinin bilgisayar ortamında oluşturulması ile “Benzetim Modeli” elde edilir. (Simulation)



Rasgelelik



BENZETİM

Karmaşıklık-Sistem Boyutu



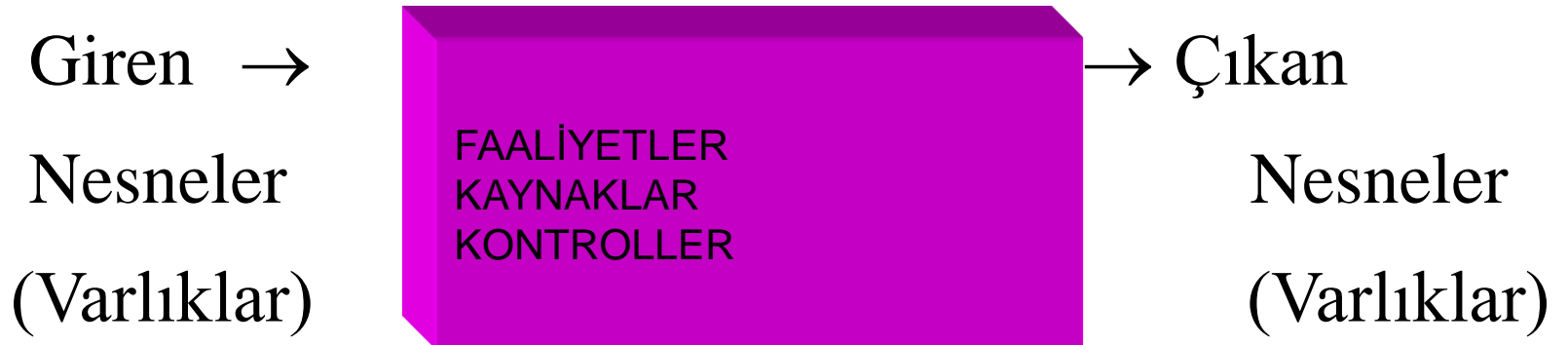
■ Sistem

- Bir sistem, kendisi dışında ortaya çıkan değişikliklerden etkilenir. Sistemlerin modellerinin kurulabilmesi için, sistem ve sistemin çevresi arasındaki sınıra karar vermek gerekir. Bu karar, sistemin özelliğine ve çalışmanın amacına bağlıdır.



BENZETİM

■ Sistemin Bileşenleri



Sistem

Şekil: Sistemin Bileşenleri

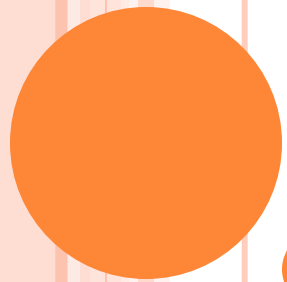


STD İÇİN BENZETİM MODELLEME 1/2

- Bir STD benzetim modelinde muhtemel modüller;
 - Popülasyon dinamikleri
 - Doğum oranı
 - Ölüm oranı
 - Hastalık dinamikleri
 - Vaka oranı (incidence)
 - Yaygınlık oranı (prevalence)
 - Hafifleme oranı (remission)
 - Ölüm oranı (fatality)

STD İÇİN BENZETİM MODELLEME 2/2

- Bir STD benzetim modelinde muhtemel modüller;
 - Sağlık hizmetleri
 - Önleme
 - Tedavi öncesi
 - Tedavi
 - Tedavi sonrası
 - Sağlık hizmetleri finansmanı



23

BÖLÜM 3

Model Geçerleme Teknikleri

GEÇERLEME - GENEL KONULAR

- Model geçerlemesi için “Gümüş mermi” yoktur. Uğraşmak gereklidir.
- Genelde modelleme işindeki her paydaşın katılımı ile gerçekleştirilir.
- Amaç; modelin gerçeği temsil edip etmediğinin belirlenmesidir.
- Diğer taraftan;

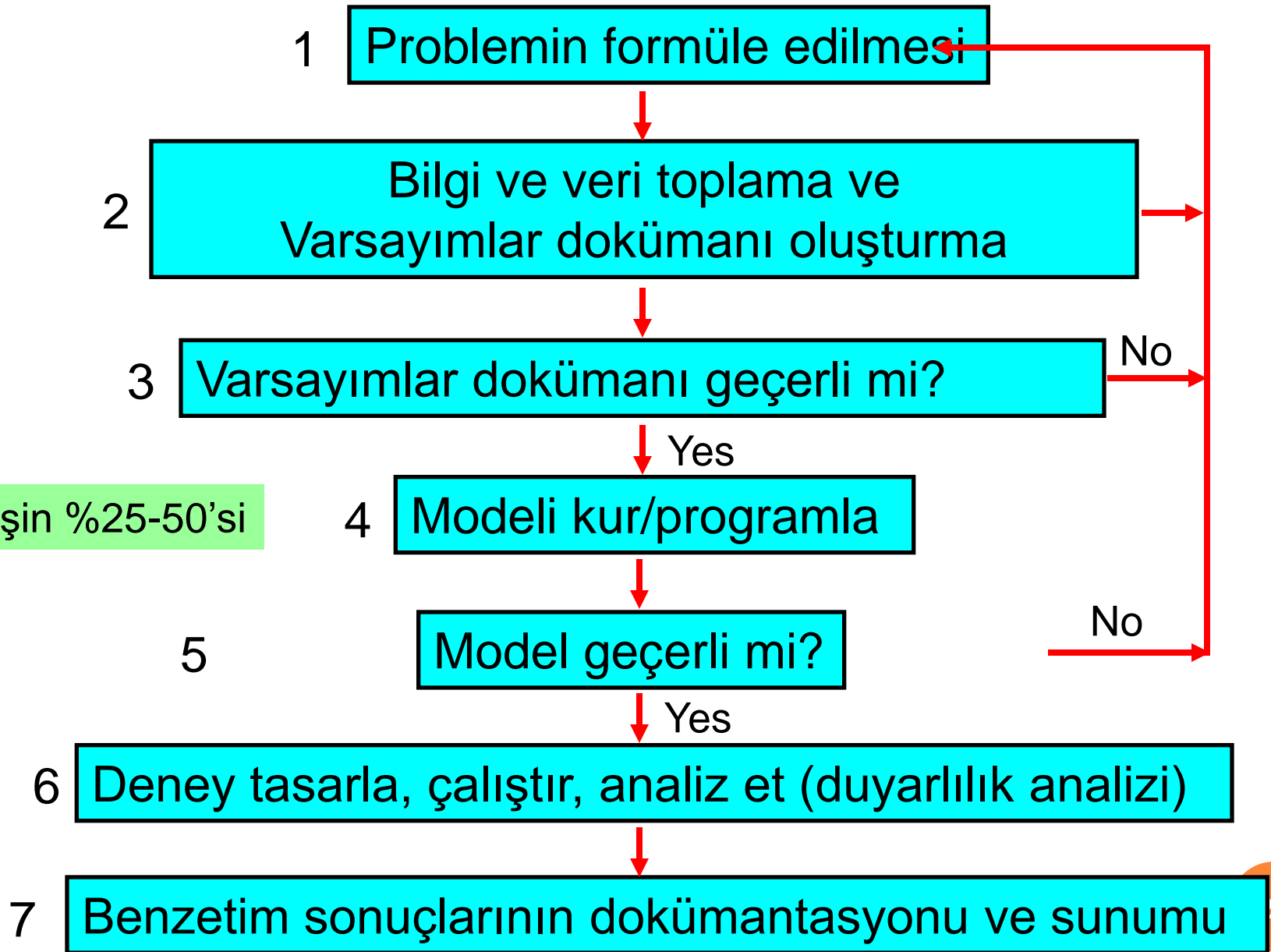
All models are wrong, but some are useful!
Bütün modeller yanlıştır, ama bazıları kullanışlıdır!

GEÇERLEME - GİRİŞ

- Model inşası ile geçерleme birlikte yapılır
- Genelde “Verification & Validation” olarak adlandırılır (Doğrulama ve geçerleme)
- Doğrulama;
 - modelden istenileni belirten “Model tanımlama dokümanı”ndakiler doğru olarak modele aktarılmış mı?
- Geçerleme;
 - Model, belirtilen amaçlara ulaşmak için gerçek sistemi doğru olarak temsil ediyor mu?

GEÇERLEME - GİRİŞ

- Diğer bir kavram ise; “Model Credibility” güvenilirlik. Her geçerli model güvenilir olmayabilir, veya tam tersi.
- Modeller bir amaç için yapıldığından esas olan modelin bu amaca hizmet edip etmediğidir.
- “Accreditation” akredistasyon: modelin amacına hizmet ettiğinin belgelenmesidir.
- Modeller genelde “approximation” yani “kestirim” içindir.



MODEL GEÇERLEME TEKNİKLERİ

- Bir çok teknik olmasına rağmen aşağıdakiler yaygınca kullanılır
 1. Yüzyüze geçerleme
 2. Uç değer sınıması
 3. Beyaz kutu geçerleme
 4. Siyah kutu geçerleme

YÜZYÜZE GEÇERLEME

- Bu teknikte geliştirilen model, model kullanıcısı tarafından kullanılarak test edilir.
- “Model istenileni yapıyor mu? Beklenen gibi davranıyor mu?” gibi konularla ilgilidir.
- Kullanıcının ilk karşılaşması şeklinde olmamalıdır, ara ürünler de (model) gösterilmelidir
- Yazılımda “Beta” versiyon olarak bilinen kavrama benzer

UÇ DEĞER SINAMASI

- Kullanıcı modelin girdilerini “uç” değerle olarak değiştirerek modelin bu değerler karşısında tavrını inceler.
- Duyarlılık analizinden önce yapılması gerekir.
- - değerler, 0, çok büyük + değerler girilmelidir
- Ayrıca değişim miktarları makul seviyede olarak basamak basamak arttırarak modelin çıktısının değişimleri de gözlenmelidir.

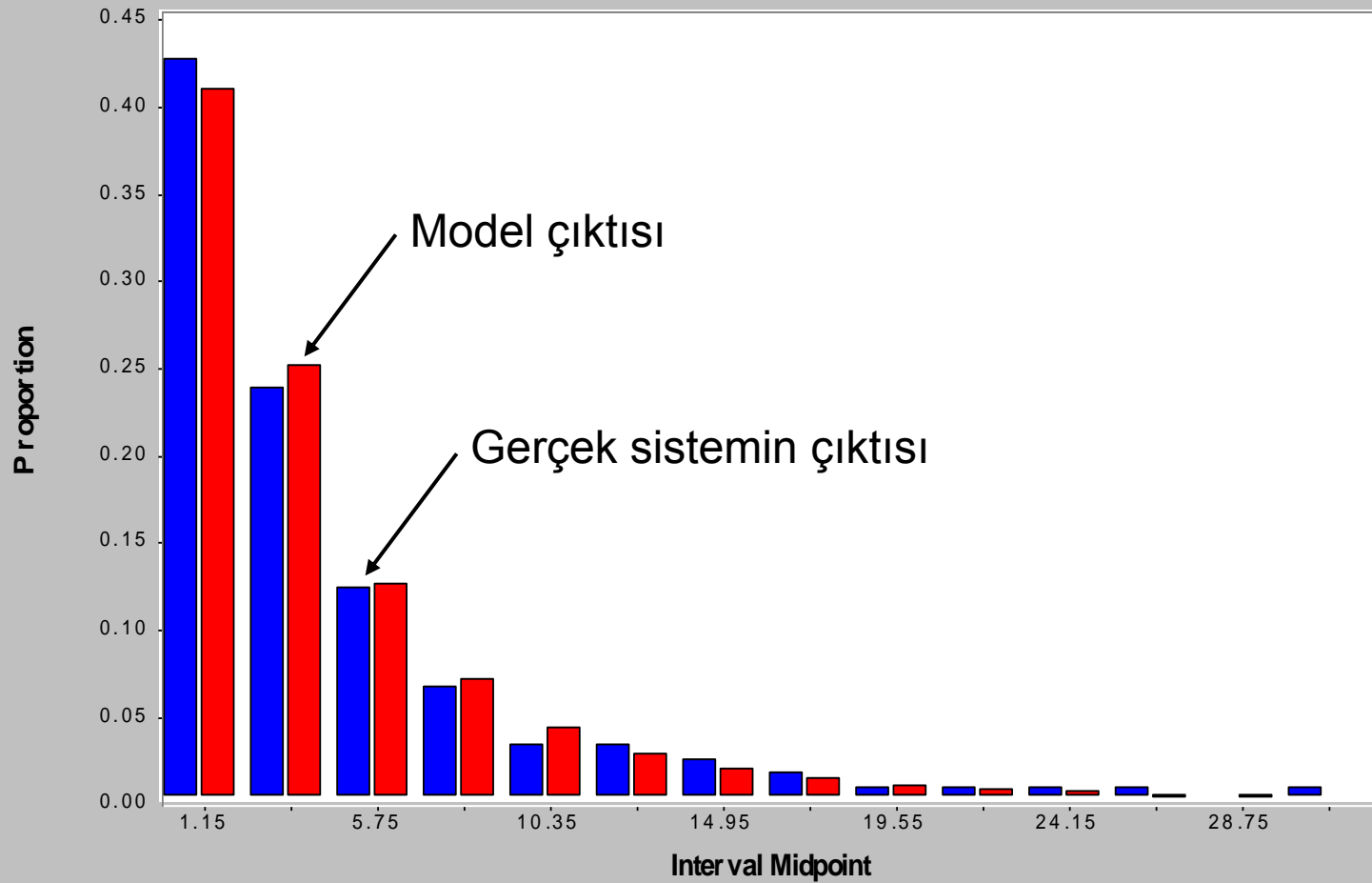
BEYAZ KUTU GEÇERLEME

- Konu uzmanları, model kullanıcıları ve modelleyicilerle birlikte modelin “bileşenler” bazında geçerlemesidir
- Modelin her bir bileşeni; farklı değerlerle çalıştırılarak test edilir.
- Bileşenlerin kodlamaları incelenir.
- Zahmetli, maliyetli ama gerekli bir geçerleme tekniğidir.

KARA KUTU GEÇERLEME

- Modelin sadece çıktıları ile ilgilenilir.
- Model ile modellenen sistemin gerçek çıktıları karşılaştırılır.
- Genelde bu karşılaştırmalar istatistiksel testlerle olur

Frequency-Comparison Plot



■ 14 intervals of width 2.3 between 0 and 32.2

■ 1 - Lognormal

KARA KUTU GEÇERLEME

- İstatistiksel testler kullanılır
 - Ki-Kare
 - Kolmogorov-Smirnov
- İstatistik yazılımları ile veya benzetim yazılımları içindeki yazılımlar ile yapılabilir.
- Ki-kare testi aslında bir “Hipotez testi”dir.