



SİSTEM YAKLAŞIMI

Doç.Dr.Arzu EREN ŞENARAS
arzueren@uludag.edu.tr

Uludağ Üniversitesi
İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi
Ekonometri Bölümü

Yöneylem Araştırması I

Sistem Nedir?

Sistem, belli bir amacı gerçekleştirmek için birlikte çalışan ve birbirlerini etkileyen parçalardan oluşan bir bütündür.

Sistemin İki Temel Özelliği

1. Bir amacı olmak:

Her sistemin, gerçekleştirmek istediği belli bir amacı ya da amaçları vardır.

2. Birbirleri ile etkileşimde bulunan parçalardan oluşmak:

Sistemi bir bütün olarak oluşturan parçalar amacı gerçekleştirmek için birlikte çalışırlar ve çalışma sırasında birbirleri ile etkileşimde bulunurlar.

-
- **Öge**; sistemi oluşturan parçalar ya da alt sistemler, sistem bileşenleridir.
 - **İlişki**; ögeler arasındaki her tür ve yöndeki akış. İlişki türleri; mekan, zaman, neden-sonuç, enerjinin korunumu, mantıksal, matematiksel vs olabilir.
 - **Amaç**; gereksinimlerin, istemlerin karşılanması olarak ifade edilebilir.

Sistemin Yapısı

- Bileşenler
- Değişkenler
- Parametreler
- İlişkiler
- Kısıtlar
- Ölçütler

Sistemin Yapısı

- *Bileşenler:* Sistemi oluşturan parçalardır. Sistemi oluşturan parçalar ya da nesnelere bağımsız olarak belirlenirler.
- *Değişkenler:* Sistemin özellikleridir. Değişik sistem durumlarında farklı değerler alırlar.

Parametreler:

Araştırmacının keyfi değerler verebildiği sabitlerdir.

Analiz süresince sabit olduğu varsayılır.

Poisson dağılımında λ zaman birimi başına müşteri geliş süre ortalamasını ifade eder.

Örneğin; 40 dakikada bir geliş gerçekleşiyor ise $\lambda = 60/40 = 1.5$ adet/saat olarak hesaplanır.

İlişkiler

Sistem bileşenleri, değişkenleri, parametreleri arasındaki bağlantı olarak ifade edilebilir.

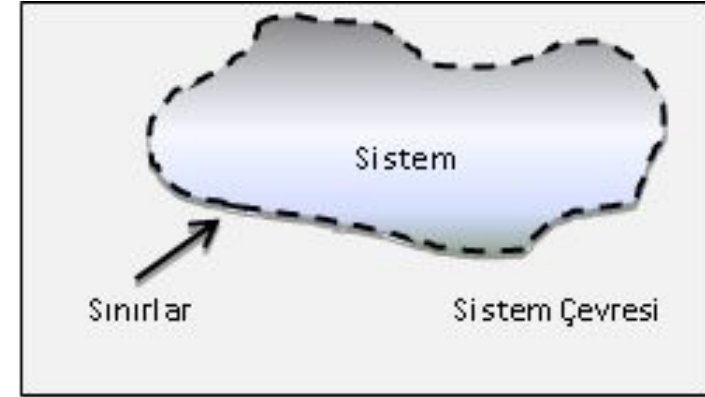
Sistem durumundaki değişimleri denetler.

Bileşenler arasındaki ilişkiler, neden-sonuç, zaman, yer, mantık, sıra ilişkisi gibi farklı türde olabilir.

Sistemin Çevresi ve Sınırları

Sistemin Çevresi: Sistem tarafından kontrol edilemeyen ve sistem sınırı dışında kalan her şeydir.

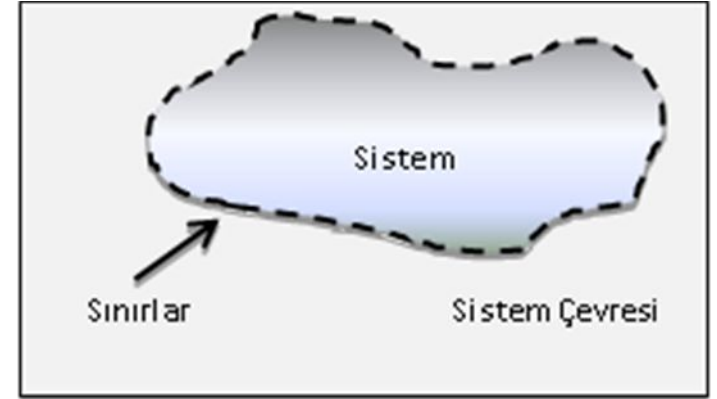
Bir iş sistemi için;
müşteri, hükümet, rakipler,
bankalar, tedarikçiler, hava
şartları vs. onun çevresi olarak
düşünülebilir.



Sistemin Çevresi ve Sınırları

Sistem Sınırı: Bir sistemi diğerlerinden ya da çevresinden ayıran alandır.

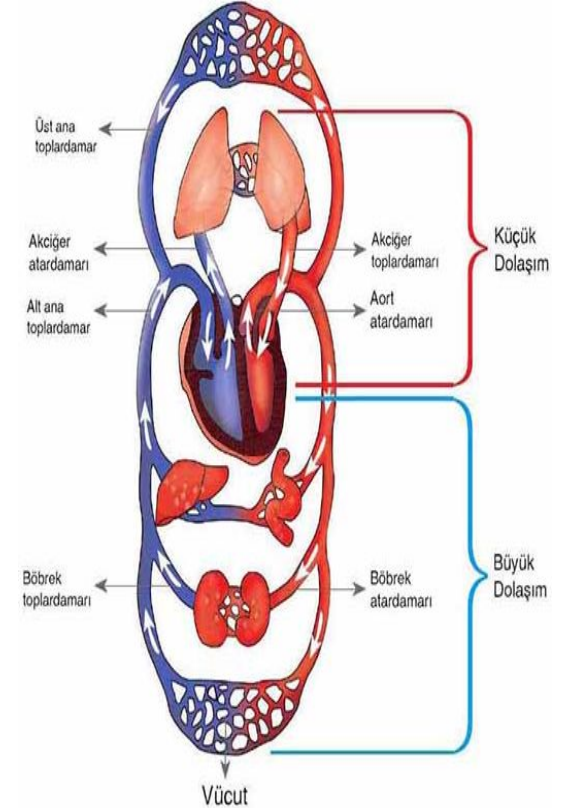
Sistemin sınırları içinde kalan elemanlar sistemin dışına göre daha kolay değiştirilebilir ve kontrol edilebilirler.



Sistemin Çevresi ve Sınırları

Örneğin, bir **insanın dolaşım sistemi** kan damarları, kalp, kan ve lenften oluşur.

Bütün bu öğeler, vücut dokularına **oksijen, besin, hormon, bağışıklık elemanları ve benzeri elemanları** taşır ve yeniden geriye toplar.



Sistemin Çevresi ve Sınırları

Dolaşım sisteminin dışındaki veriler, örneğin **sindirim sistemi**, dolaşım sisteminin dışında kalan ancak onunla **etkileşen ayrı bir dış sistemi** oluşturur.

Açık sistemlerde sınır sistemin çevreyle alışverişine uygundur. Bu açıdan açık sistemlerde sistem içerisindeki değişkenler dış çevredeki faktörler tarafından etkilenererek değişime uğrar.

Kapalı sistemlerde ise sistem sınırları kapalıdır ve çevreyle alışverişe imkan vermez

Sistem Türleri

- Soyut –Somut,
- Açık-Kapalı,
- Dinamik- Statik,
- Homeostatik Sistem

Soyut –Somut

- **Soyut Sistem:** Tüm elemanları kavramlar olan sistemlerdir.

felsefe sistemi, basit bir bilgisayar programı

- **Somut Sistem:** Eğer bir sistem somut öğelerden meydana geliyorsa o sisteme somut sistem denir.

işletme sistemi

Açık Sistem

Çevresi ile etkileşimli sistem olarak ifade edilebilir.

Açık sistemler çevreden enerji, bilgi, materyal gibi bilgileri alarak bunları değişime uğratar ve elde ettiği çıktıları çevrelerine gönderirler.

Böylece çevreleriyle sürekli olarak etkileşim halindedirler.

Kapalı Sistem

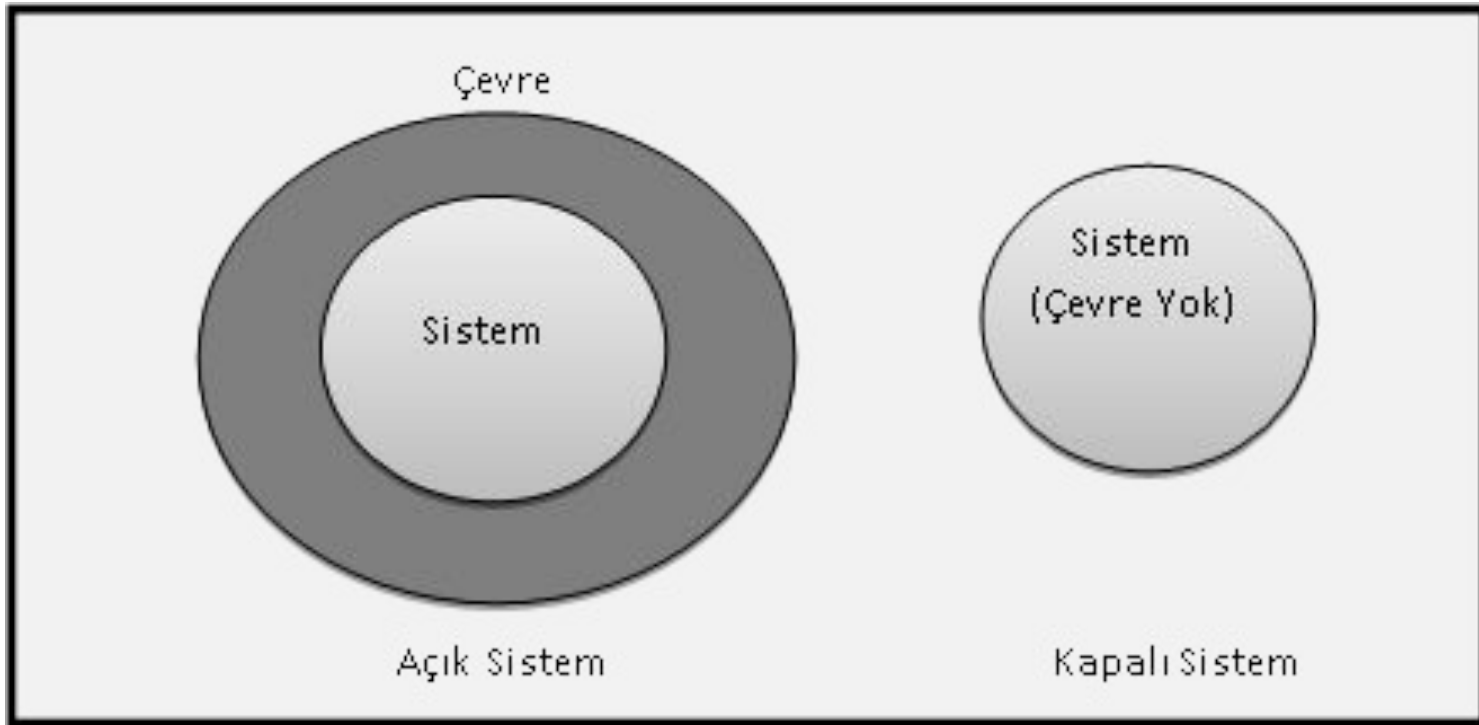
Çevresiyle etkileşimi olmayan sistemlerdir.

Bazı kimyasal reaksiyonlar kapalı sistem olarak düşünülebilir.

Örneğin, kurmalı bir saati, ilk kurulmasından bir sonraki kurma süresine kadar geçen süre içinde, kapalı bir sistem olarak düşünebiliriz.



Açık Sistem-Kapalı Sistem



Statik Sistem

- ❑ Çevredeki değişimlere karşın durumunu koruyan sistemler statik sistem olarak ifade edilir.
- ❑ Hiçbir olayın oluşmadığı sistem olarak tanımlanabilir.
- ❑ Tek durumludur. Yapısal özelliklerinde ve durumunda hiçbir değişim olmaz.
- ❑ Masa, kütüphane statik sistemlere örnek verilebilir.



Dinamik Sistem

Çevredeki değişikliklere göre zaman içerisinde değişikliğe uğrayan sistemler **dinamik sistem** olarak ifade edilir.

Çok durumludurlar.

Geri besleme mekanizması sayesinde kendisini çevredeki değişken parametrelere uydurur.

Dinamik Sistem: Beyaz Eşya Üreten Bir Firma

Değişen talebe uygun olarak üretim miktarını ayarlamalı,
pazar koşullarına ve maliyetlerdeki değişimi göz önünde bulundurarak ürünlerinin fiyat politikasını belirlemeli,
değişen teknolojiye uygun olarak ürünlerinde yeni teknolojileri kullanmalıdır.



Homeostatik Sistem

- Ögeleri ve çevresi dinamik olan statik sistemlerdir.
- Değişken bir çevrede, içsel ayarlamalarla durumunu koruyan sistemlerdir.
- Örneğin evin ısısının korunması gibi...



Sistem Değişimleri

- Tepki
- Yanıt
- Etki
- Davranış

Sistemin Tepkisi

- Bir sistem olayıdır.
- Olayın oluşması için sistem ya da çevresinde başka bir olayın oluşması yeterlidir.
- Uyarının nedenine tepki göstermek zorundadır.
- Deterministiktir.

Sistemin Yanıtı

- Bir sistem olayıdır.
- Bu olayın oluşması için başka bir olayın oluşmuş olması gerekli ancak yeterli değildir.
- Sistem uyarıya yanıt vermek zorunda değildir.

Sistemin Etkisi

- Bir sistem olayıdır.
- Etki kendinden belirlenen olaylardır.
- Oto-nom değişimlerdir.
- Sistem elemanlarının durumundaki değişimler, bir eylem oluşturmak için yeterli ve gereklidirler.

Sistem Davranışı

- Sistem veya çevresinde bir diğer olayın oluşması için gerekli ve yeterli bir sistem olayıdır.
- Kendinden sonraki olayları başlatan sistem değişimidir.

Sistemlerin Davranışsal Sınıflandırması

- Durum Koruyucu
- Amaç Arayışlı
- Çok Amaç Arayışlı
 - Tepkisel
 - Yanıtsal
- Amaca Yönelik (İdeal arayışlı)

Durum Koruyucu:

- Bir sistem olayına tek bir şekilde tepki gösterir. Farklı olaylara farklı tepki gösterir.
- Değişik tepkiler benzer çıktı oluştururlar. Kendi davranışlarını kendileri seçemez, deney ile düzelmezler, bilgi iletici değildirler.
- Örnek olarak ısıtma sistemi, pusula verilebilir.

Amaç Arayışlı Sistem

- Bir amaca ulaşmak için aynı olaya farklı biçimde yanıt verebilen sistemlerdir.
- Labirent çözücü fare, otomatik pilotlu sistemler.
- Ortaya koyduğu davranış dizisi bir süreçtir.

Çok Amaç Arayışlı Sistem

- İki farklı durumda farklı amaçlar arayan sistemdir.
- *Tepkisel:* Amaç başlangıç olayınca seçilir.
- *Yanıtsal:* Farklı koşullarda amaçlarını değiştirebilen sistem.

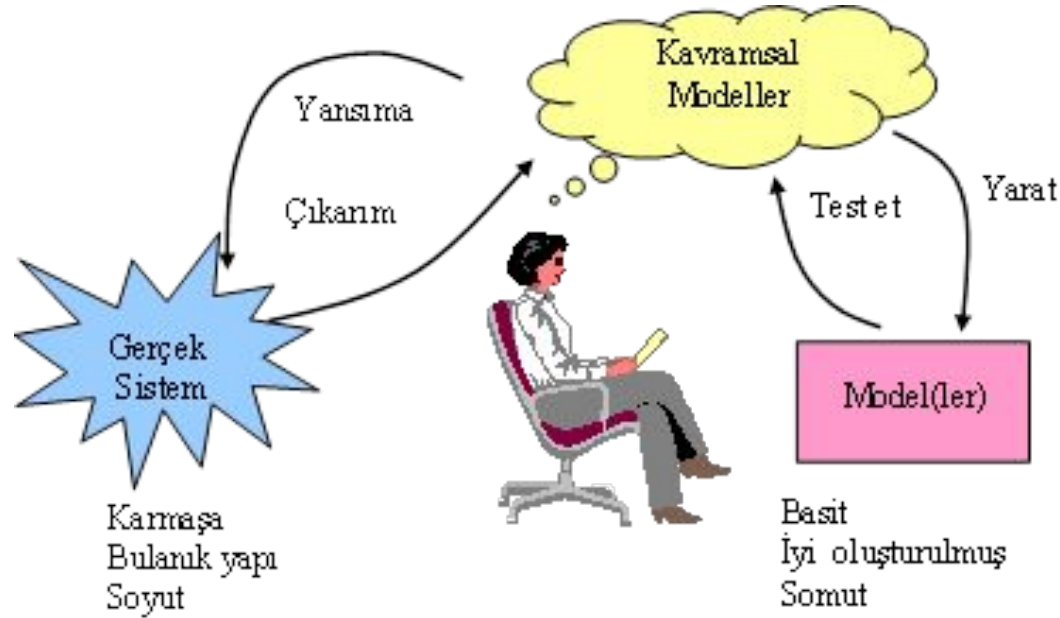
Amaca Yönelik Sistem (İdeal Arayışlı)

- Yetkinlik kavramını içeren ve bunu sistematik olarak sürdüren bir sistemdir.
- Amaç; tercih edilmiş çıktıdır.

Sistem Modelleri

- Modeller, sistemin davranışlarını incelemek amacıyla oluşturulan basitleştirilmiş yapılardır.

Gerçek Sistem- Model



(Kaynak: Rant, 2006)

-
- Modeller ilgilenilen sistemin **temsildir.**
 - Gerçek sistemde olası geliştirmeler veya sistem üzerine farklı politikaların etkilerinin belirlenmesi için kullanılır.

-
- Model kurma; sistem ve çevresine ilişkin bileşen ve ilişkilerin tanımlanmasıdır.
 - Oluşturma amacı; sistemin tüm yönlerinin göz önüne alınması değil, önemli öğelerin ve belirleyici ilişkilerin ortaya konulmasıdır.

Modellemenin Alternatifleri

- Bir şey yapmamak,
- Sezme yeteneği,
- Batıl inanç,
- İnanç ve güven,
- Gerçek sistemde tecrübe
 - Bedel
 - Zaman
 - Tehlike
 - Yasalara aykırılık

Model oluşturma...

- Karar almaya yardımcı
- Sıklıkla Nicel
 - Her zaman değil

Nicel Model Örnekleri

- A ve B şehirleri arasındaki yolcular için
- Kaç Bilet Satabiliriz?
- Modelimizin İçeriğinde Neler Olmalı?
 - T = Satılan bilet sayısı
 - J = Yolculuk süresi
 - S = Sefer sıklığı
 - P = Bilet fiyatı
 - A = A şehrinin nüfusu
 - B = B şehrinin nüfusu

Bunları nasıl bir araya getireceğiz

- $T = f(J, S, P, A, B)$ bir modeldir
- Burada f 'nin nasıl bir fonksiyon olduğunu araştırmacı belirleyecek
- Yapılan çalışma bulgusu gerçeğe bir yaklaşım olacaktır.
- Bazı modeller eşit düzeyde «doğru» olabilir
- Bazıları ise kesinlikle yanlış olacaktır.
- Fonksiyon f 'i nasıl belirlemeli?

Model Doğrulama

- T,J,S ve P İçin verileri incele
 - Farklı
 - Zaman
 - Yer
 - Değerler için
- Uygun modeli kur
 - Veri ile iyi uyum gösteren
 - Beklentilere uyan
 - Aksi halde kimse ona inanmaz

Sorun Ne-Odak Noktası

- «Eğer şöyleyse böyle : What-if» türü Soruları Cevapla
- Eğer Bursa'dan İstanbul'a gidiş bilet fiyatı 20 TL ise ve bir sefer süresi 4 saat gerektiriyorsa, her saat başı bir sefer varsa
 - Kaç bilet satılabilir?
 - P, J ve S için değer belirle –
 - Veya alternatifleri dene
- Bir What-if modeli değersiz olabilir
 - Pahalı, uzun, tehlikeli deneyden kaçın

Model Oluşturma

- Modelleyici modele neleri katacağına-neleri katmayacağına karar vermelidir.

- Bu araştırmada kapsam dışı bırakılacak konular:
 - Rekabet
 - Temizlik-konfor
 - Güvenlik
 - Dakiklik
 - Ekonomik faktörler
 - Ve diğerleri

Modelin Sınırları

- Gerçeği tam olarak temsil etmez
- Basitleştirme ve yaklaşık bakış
- En önemli faktörleri seç
 - Modeli gerçeğe karşılaştır
 - Eğer yeterince kesinliğe sahipse modeli kabul et
 - Bazen geri dönüp yeniden tanımlamaya ihtiyaç duyulabilir
- Unutma; O (model) gerçeğin kendisi değil!

Değişkenler ve Belirsizlik

- Bazı değişkenler karar alıcı tarafından kontrol edilebilir güvenlidir
 - Örnek: J ve P
- Diğerleri kontrol edilemez türdendir.
 - Rekabet, nüfus
- Mutlaka bu iki türü ayırmak gerekir

Başka Örnek

□ Hastane Yönetimi

- Her koşulda kaç yatak olduğu
- Hemşirelerin nasıl tahsis edileceği
- Günlük kaç tane acil olmayan hastanın koşu kabul edileceği
- Hasta ameliyat programını yürütmek
- Ve diğerleri.

Kontrol Edilebilenler (Bir noktaya kadar)

- Doktor ve hemşire sayıları
- Koğuşların sayı ve genişlikleri
- Koğuşlardaki yatak sayıları
- Ameliyat sayıları
- Ameliyat odası zaman çizelgesi
- Ve diğerleri.

Kontrol Edilemeyenler

- Günlük acil hasta geliş sayısı
- Ameliyatlardaki başarı oranı
- Hemşire hastalık oranı
 - Yönetici bu konuda biraz etkili olabilir.
- Aletlerdeki arıza oranları
 - TPM
 - v.s

Belirsizlikle başa çıkmak

- Karar almak zorunda kalınabilir:
 - Büyük belirsizliklere rağmen
 - Özellikle acil geliş durumlarda
- Modeller bu durumlarda oldukça yardımcı olabilir.
 - olasılıklar
 - istatistikler
 - Stokastik modeller

Hedefler

- Müşteri ne ister?
 - Bu aslında baştan bellidir
- Bir karar nasıl değerlendirilecek?
 - Sıklıkla kar-maliyet
 - Bazen hizmet kalitesi gibi başka şeyler
 - Nitel faktörler

Kısıtlar

- Sınırlar; mümkün olan ne ise bunlara ilişkin
- minimum yolculuk süresi
- Maksimum sefer sıklık
- Maksimum bütçe
- Koğuştaki minimum hemşire sayısı
- Ameliyat başına maksimum işlem sayısı
- Koğuşun maksimum büyüklüğü
- Ve diğerleri

ÖLÇÜM Sorunları

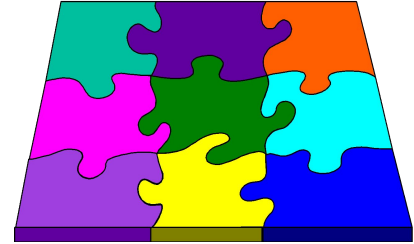
- Bazı Şeyleri Ölçmek Zor Olabilir
 - Yolcunun rahatlığı
 - Bir hastanın "iyilik" durumu
 - Bir okul zaman çizelgesinin kalitesi
 - Bir havaalanının çevresel etkisi
- Bazen Denememek Daha İyidir?
 - Fakat göz ardı edilemez
 - Sıklıkla çok önemlidirler!

Basit Model, Karışık Düşünme

- Modelde değişiklik gerekebilir
 - Kontrol ihtiyacı
 - Modelin özelliği: modelleme sistemi
- Basitlik
 - Kolay anlama
 - Kolay değişiklik
- Karışık modellerin kabulü için ilahi bir neden yok
 - Ama bazen gerekli olabiliyorlar

Böl & Hakkından gel: Büyük modellerden uzak dur

- Her şeyi pratik olarak içeren genel amaçlı büyük modellerden sakın
- Böyle modelleri doğrulamak, yorumlamak, istatistiksel olarak kalibre etmek ve en önemlisi açıklamak güçtür.
- Bir büyük model yerine daha küçük modeller kümesini kullan (Raiffa,1988)



Bazı Basit Modelleme İlkeleri

- Model basit, düşünme karmaşık
- Benzerlikleri kullan
- Model kuruluşu sizi serseme çevirebilir
- Prototip geliştir: çok basit, onu revize et
- Aşamalı geliştir: **İskelet modelle başla**, her hangi bir anda yeni bir boyut ekle

- **Özetle**
Cimri ol: Küçükle başla & ekle

Modellerin *Soyutlama Düzeyine* Bağlı Sınıflandırılması

- SÖZLÜ MODELLER
- ŞEMATİK MODELLER
 - Statik Şematik Modelleri
 - Akış Şematik Modeller
 - Dinamik Şematik Modelleri
- İKONİK MODELLER
- ANALOG MODELLER
- MATEMATİK MODELLER

SÖZLÜ MODELLER

- Sözlü sistem modelleri tanımı için uygun araç; **sözcüklerdir**.
- En eski, en genel modelleme yaklaşımıdır.
- **Olumlu yönleri**; düşük maliyet, kolay kurulma, anlaşılabilir olmasıdır.
- **Olumsuz tarafı** ise, her bir sözcük bir yanlış anlama kaynağıdır.

ŞEMATİK MODELLER

- Sistem elemanları, özellikleri, ilişkilerin çizgiler ve şekillerle soyutlanması
- Algılama sürecindeki etkinliği büyük ölçüde yükseltir.

Statik Şematik Modeller

- Belli bir zaman boyutu için, sistem bileşenleri ve bileşenler arasındaki ilişkileri sergileyen modellerdir.
- Öğeler ve öğeler arası ilişkiler durağan olarak tanımlanır.

Haritalar /Statik Şematik Modeller

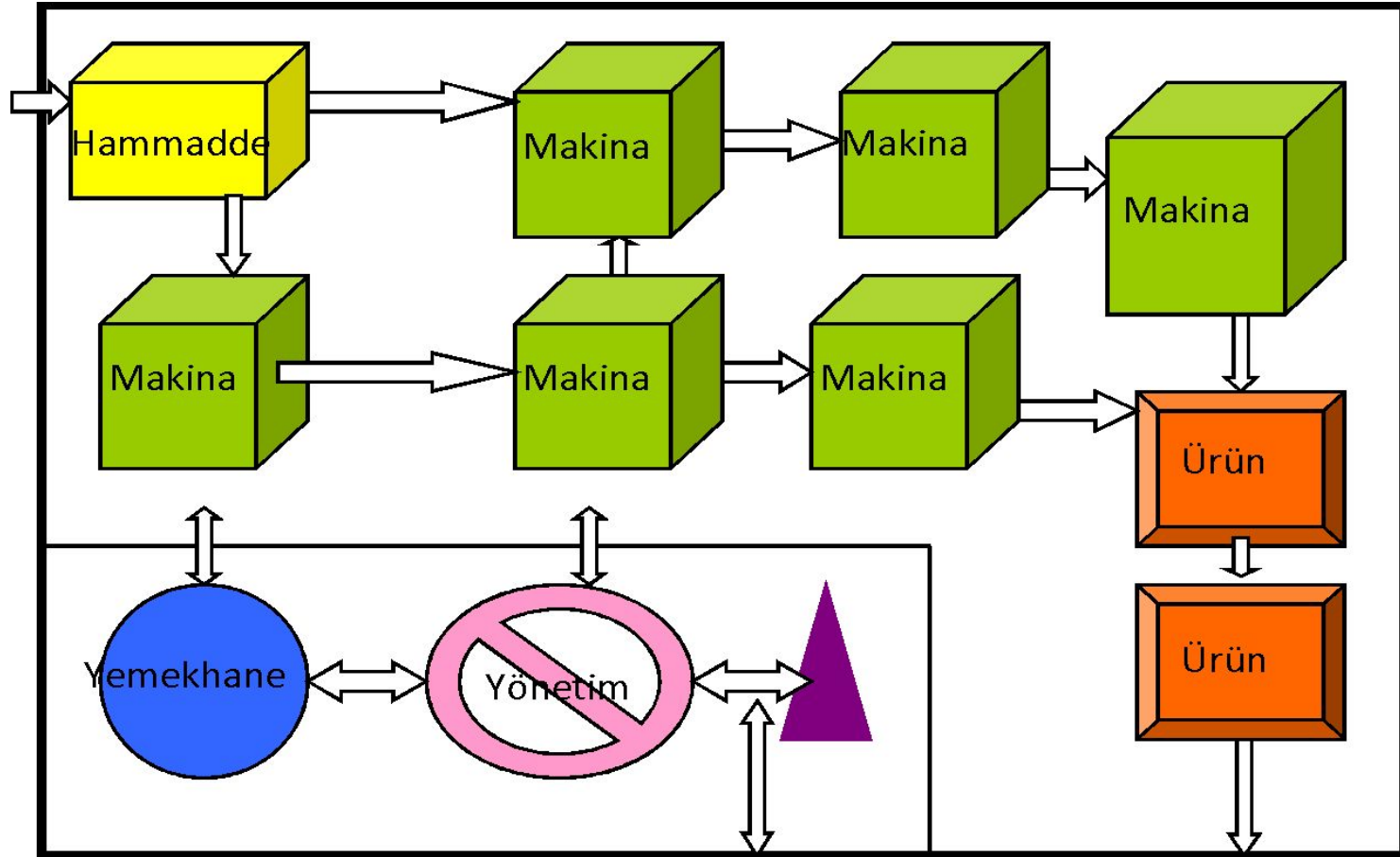


- Kıtalar coğrafi referans noktaları
- Öğeler arası mekansal ilişkiler harita üzerindeki görece konumları ile gösterilir
- Harita ölçeği oransal mekansal ilişkiyi tanımlar

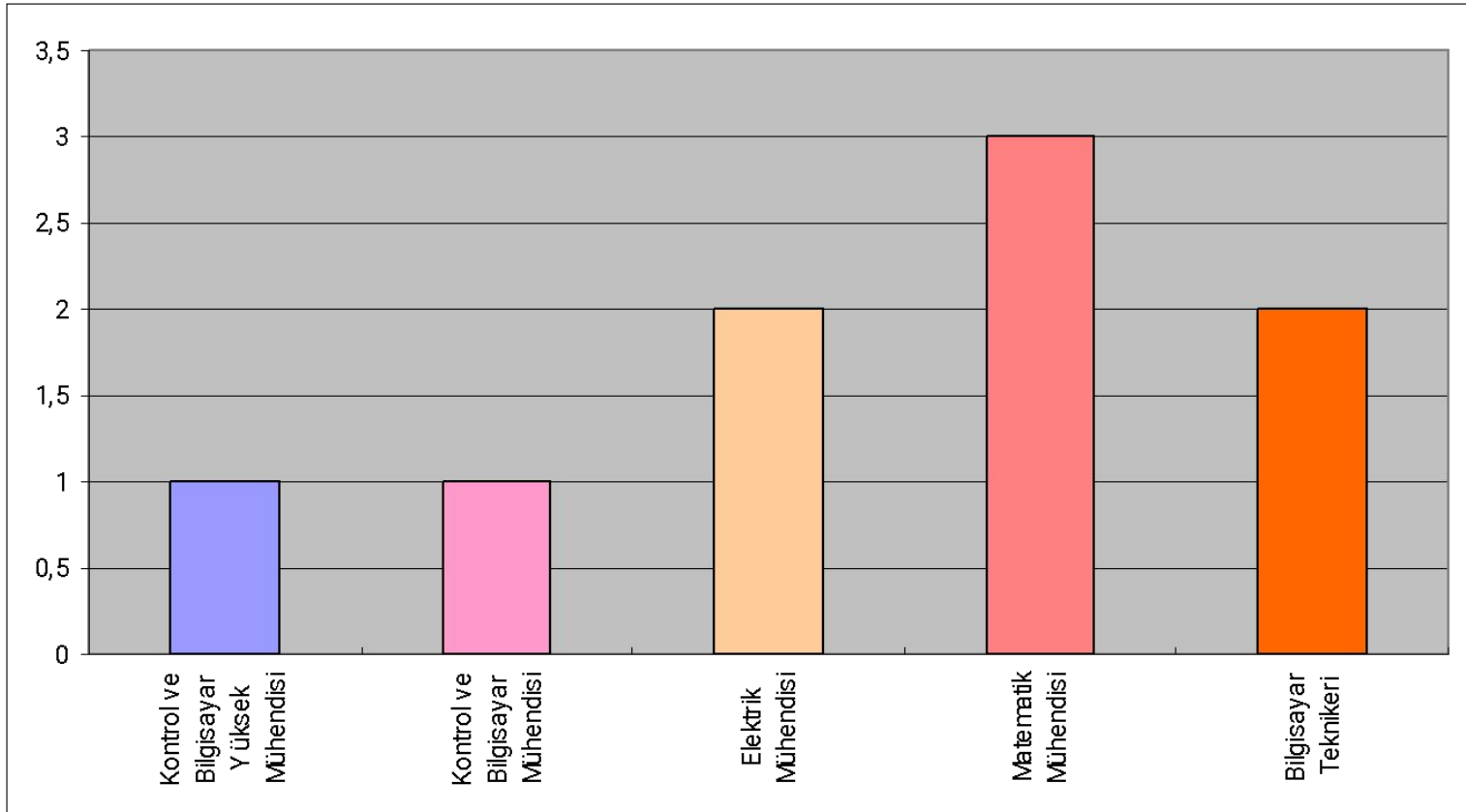
Ölçek 1/1.000.000



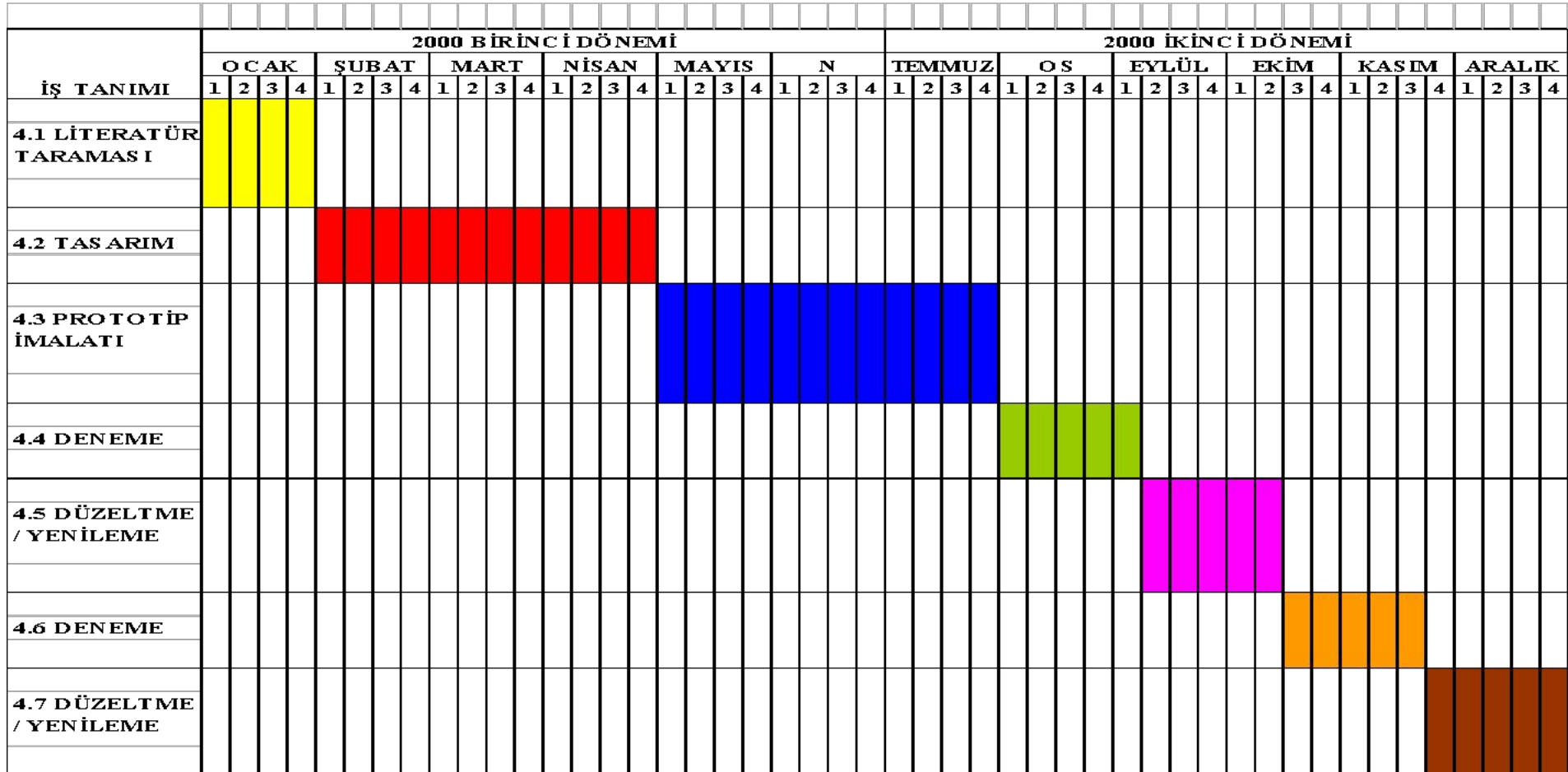
İşletme Yerleşim Şeması



Histogramlar / Statik Şematik Modeller

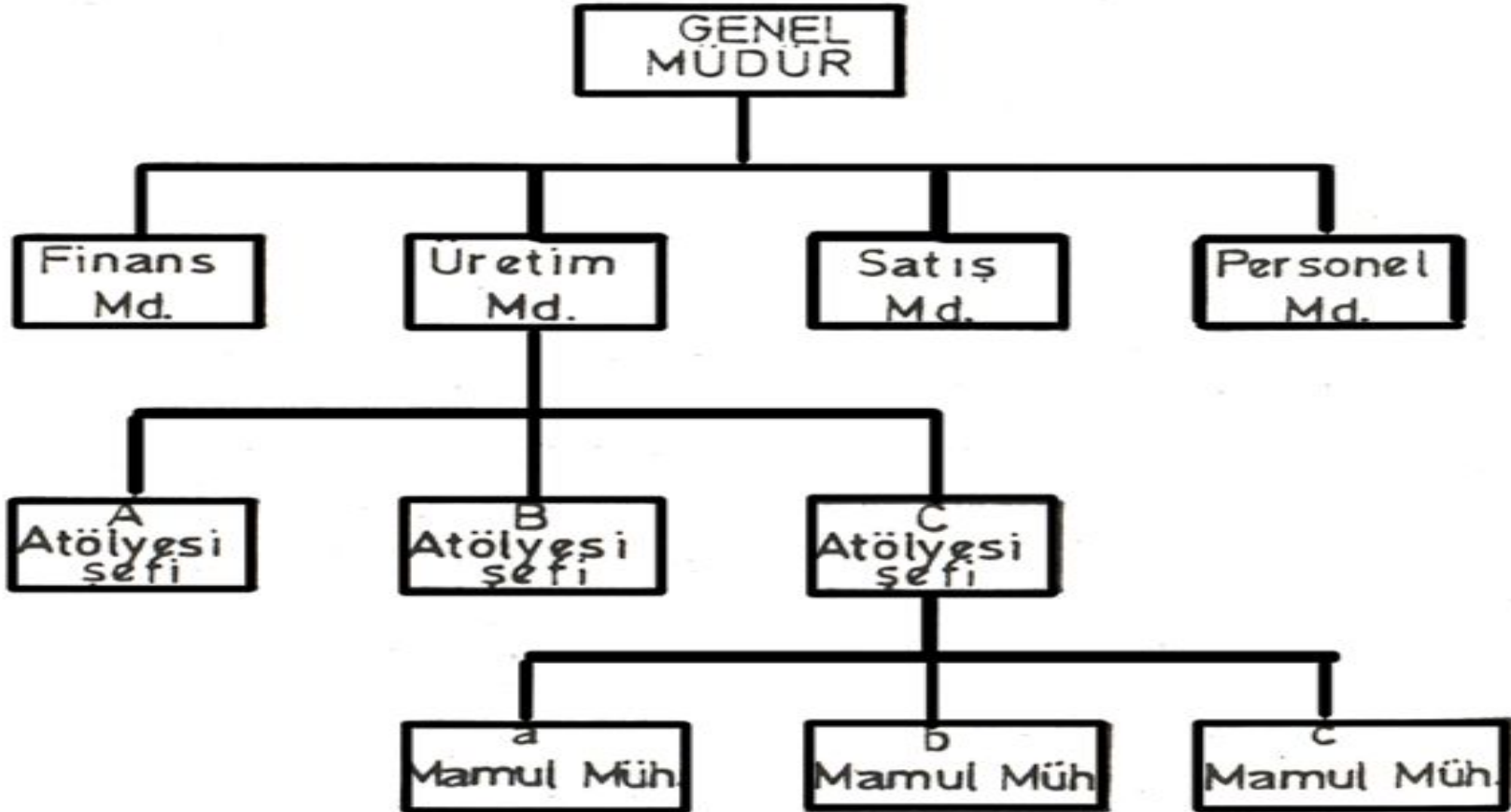


Gantt Çizgeleri / Statik Şematik Modeller



Organizasyon Çizgeleri / Statik Şematik

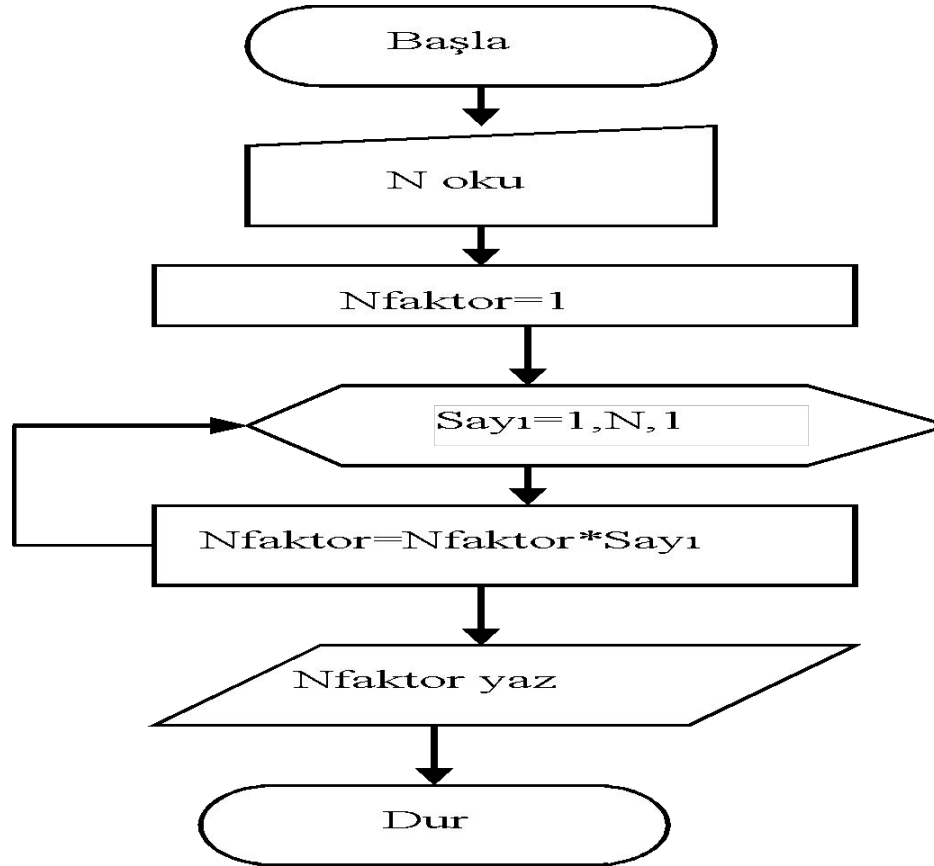
Modeller



Akış Şematik Modeller

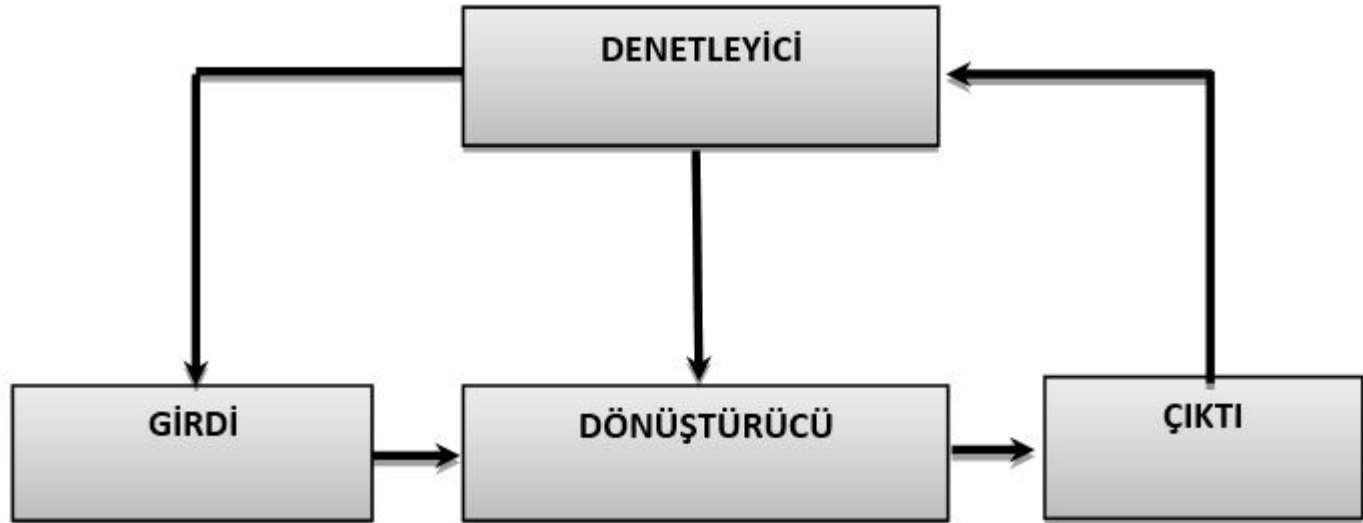
- Hareketlerin akışını göstermekte kullanılır
- Akış türü farklı olabilir.
 - Fiziksel malzeme,
 - hammadde,
 - ürün,
 - işgücü,
 - maliyet,
 - zaman,
 - bilgi,
 - belge

N Faktöriyeli Hesaplayan Program Akış Çizgesi



Dinamik Sistem Modelleri

- Nesnelerin; farklı nesnelere yaratmak için kendini denetleyen süreçler boyunca dönüştürüldükleri sistemlerdir.



Dinamik Sistem Modellerinin Elemanları

-
- *Girdiler:* Dinamik sistem modellerinde girdiler süreçte tüketilen veya dönüştürülen öğelerdir.
 - *Çıktılar:* Süreç (dönüşüm) tarafından yaratılan öğelerdir.

Dönüştürücü:

- Merkezi kutu, dönüştürücü; dinamik sürecin oluştuğu, dönüşüm sürecine katılan tüm sistem bileşenlerini içeren, öğeler arasındaki etkileşimin yer aldığı çevre.

Denetleyici:

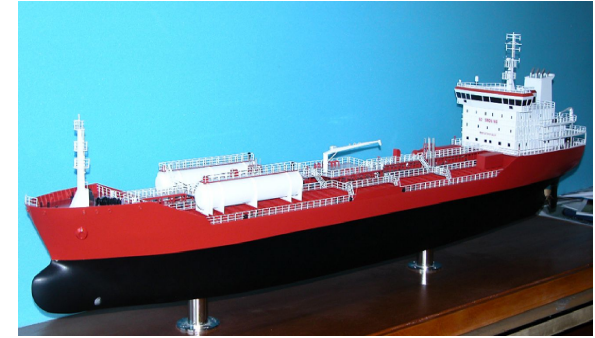
Denetim; **sistemin durumunun izlenmesidir.**

Girdilerin dönüştürücüye akışını denetler, dönüştürücünün işleme biçimini belirler.

Düzgün nitelik ve nicelikteki öngörülebilir çıktının sağlanması için tüm sistemin işlemek zorunda olduğu koşullardaki kuralların belirlenmesidir.

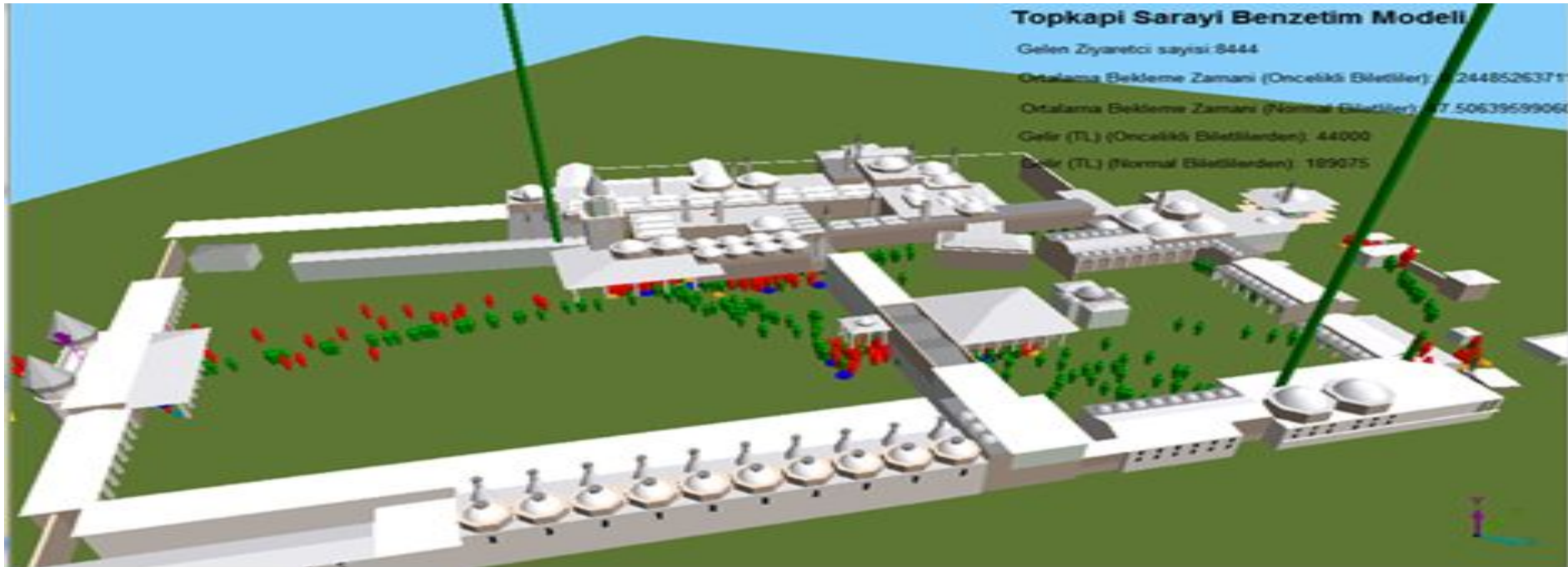
Fiziki (İkonik) Modeller

- Fiziksel nesnelerin statik üç boyutlu temsili gösterilimleridir.
- Mekansal ilişkiler konusunda fikir verirler
- Örneğin; uçak, gemi, bina, makina maketleri



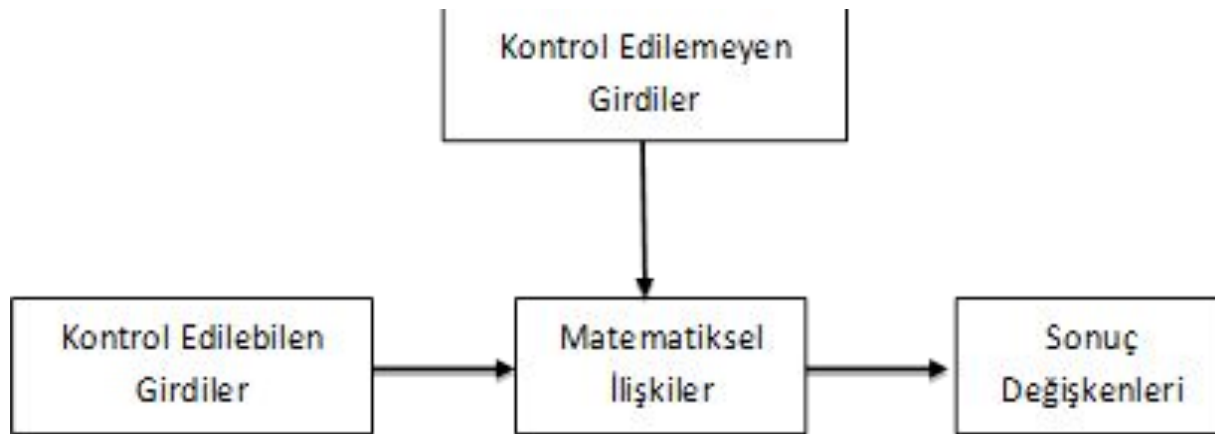
Analog Modeller

- Benzetim (Simulation) modelleri
- Benzer özellikleri taşıyan gerçek sistemlerin davranışlarının araştırılması



Matematiksel Modeller

Matematiksel modeller, gerçek sistemin kavram şekil ve matematiksel ifadelerle gösterimidir. Nicel karar vermede veya Yöneylem Araştırmasında daha çok matematiksel modeller kullanılır.



Bir Matematiksel Modelin Genel Yapısı

Bir Optimizasyon Modeli

```
MAX      X1A1 + X2A1 + X3A1 + X4A1 + X5A1 + X6A1 + X7A1 + X8A1 + X9A1
+ X10A1 + X11A1 + X12A1 + X13A1 + X14A1 + X15A1 + X16A1 + X17A1
+ X18A1 + X19A1 + X20A1 + X21A1 + X22A1 + X4A2 + X5A2 + X8A2 + X9A2
+ X13A2 + X14A2 + X17A2 + X18A2 + X6A3 + X7A3 + X10A3 + X12A3 + X16A3
+ X19A3 + X4A4 + X5A4 + X6A4 + X7A4 + X8A4 + X9A4 + X10A4 + X12A4
+ X13A4 + X14A4 + X16A4 + X17A4 + X18A4 + X19A4 + X4A5 + X5A5 + X6A6
+ X7A5 + X8A5 + X9A5 + X10A5 + X12A5 + X13A5 + X14A5 + X16A5 + X17A5
+ X18A5 + X19A5 + X4A6 + X5A6 + X7A6 + X8A6 + X9A6 + X10A6 + X12A6
+ X13A6 + X14A6 + X16A6 + X17A6 + X18A6 + X19A6 + X4A7 + X5A7 + X6A7
+ X7A7 + X10A7 + X12A7 + X13A7 + X14A7 + X16A7 + X17A7 + X19A7 + X1A8
+ X2A8 + X3A8 + X4A8 + X5A8 + X6A8 + X7A8 + X8A8 + X9A8 + X10A8
+ X11A8 + X12A8 + X13A8 + X14A8 + X15A8 + X16A8 + X17A8 + X18A8
+ X19A8 + X20A8 + X21A8 + X22A8 + X1A9 + X2A9 + X3A9 + X4A9 + X5A9
+ X6A9 + X14A9 + X19A9 + X20A9 + X22A9 + X3A10 + X15A10 + X19A10
+ X20A10 + X21A10 + X22A10 + X1A11 + X2A11 + X3A11 + X4A11 + X5A11
+ X6A11 + X7A11 + X8A11 + X9A11 + X10A11 + X12A11 + X13A11 + X14A11
+ X15A11 + X16A11 + X17A11 + X18A11 + X19A11 + X20A11 + X21A11
+ X22A11 + X1A12 + X2A12 + X3A12 + X4A12 + X5A12 + X6A12 + X7A12
+ X8A12 + X9A12 + X10A12 + X11A12 + X12A12 + X13A12 + X14A12 + X15A12
+ X16A12 + X17A12 + X19A12 + X20A12 + X21A12 + X22A12 + X1A13 + X2A13
+ X3A13 + X4A13 + X5A13 + X6A13 + X7A13 + X8A13 + X9A13 + X10A13
+ X11A13 + X12A13 + X13A13 + X14A13 + X15A13 + X16A13 + X17A13
+ X18A13 + X19A13 + X20A13 + X21A13 + X22A13 + X1A14 + X2A14 + X3A14
+ X4A14 + X5A14 + X6A14 + X7A14 + X8A14 + X9A14 + X10A14 + X11A14
```

---MODE---

```
+ X2A8 + X3A8 + X4A8 + X5A8 + X6A8 + X7A8 + X8A8 + X9A8 + X10A8
+ X11A8 + X12A8 + X13A8 + X14A8 + X15A8 + X16A8 + X17A8 + X18A8
+ X19A8 + X20A8 + X21A8 + X22A8 + X1A9 + X2A9 + X3A9 + X4A9 + X5A9
+ X6A9 + X14A9 + X19A9 + X20A9 + X22A9 + X3A10 + X15A10 + X19A10
+ X20A10 + X21A10 + X22A10 + X1A11 + X2A11 + X3A11 + X4A11 + X5A11
+ X6A11 + X7A11 + X8A11 + X9A11 + X10A11 + X12A11 + X13A11 + X14A11
+ X15A11 + X16A11 + X17A11 + X18A11 + X19A11 + X20A11 + X21A11
+ X22A11 + X1A12 + X2A12 + X3A12 + X4A12 + X5A12 + X6A12 + X7A12
+ X8A12 + X9A12 + X10A12 + X11A12 + X12A12 + X13A12 + X14A12 + X15A12
+ X16A12 + X17A12 + X19A12 + X20A12 + X21A12 + X22A12 + X1A13 + X2A13
+ X3A13 + X4A13 + X5A13 + X6A13 + X7A13 + X8A13 + X9A13 + X10A13
+ X11A13 + X12A13 + X13A13 + X14A13 + X15A13 + X16A13 + X17A13
+ X18A13 + X19A13 + X20A13 + X21A13 + X22A13 + X1A14 + X2A14 + X3A14
+ X4A14 + X5A14 + X6A14 + X7A14 + X8A14 + X9A14 + X10A14 + X11A14
```

--MORE--

```
+ X12A14 + X13A14 + X14A14 + X15A14 + X16A14 + X17A14 + X18A14
+ X19A14 + X20A14 + X21A14 + X22A14 + X1A15 + X2A15 + X3A15 + X4A15
+ X5A15 + X6A15 + X7A15 + X8A15 + X9A15 + X10A15 + X11A15 + X12A15
+ X13A15 + X14A15 + X15A15 + X16A15 + X17A15 + X18A15 + X19A15
+ X20A15 + X21A15 + X22A15 + X10A16 + X16A16 + X17A16 + X18A16
+ X11A17 + X12A17 + X13A17 + X14A17 + X15A17 + X21A17 + X15A18
+ X16A18 + X17A18 + X18A18 + X21A18 + X6A5 + X7A9 + X8A9 + X9A9
+ X11A11
```

```

2) 10.4 X1A1 + 10.4 X2A1 + 10.4 X3A1 + 10.4 X4A1 + 10.4 X5A1
+ 10.4 X6A1 + 10.4 X7A1 + 10.4 X8A1 + 10.4 X9A1 + 10.4 X10A1
+ 10.4 X11A1 + 10.4 X12A1 + 10.4 X13A1 + 10.4 X14A1 + 10.4 X15A1
+ 10.4 X16A1 + 10.4 X17A1 + 10.4 X18A1 + 10.4 X19A1 + 10.4 X20A1
+ 10.4 X21A1 + 20.81 X22A1 + 18.8 X1A15 + 18.8 X2A15 + 18.8 X3A15
+ 18.8 X4A15 + 18.8 X5A15 + 18.8 X6A15 + 18.8 X7A15 + 18.8 X8A15
+ 18.8 X9A15 + 18.8 X10A15 + 18.8 X11A15 + 18.8 X12A15 + 18.8 X13A15
+ 18.8 X14A15 + 18.8 X15A15 + 18.8 X16A15 + 18.8 X17A15 + 18.8 X18A15
+ 18.8 X19A15 + 18.8 X20A15 + 18.8 X21A15 + 18.8 X22A15
<= 25272000

```

: Task 3

```

3) 79.43 X1A1 + 79.43 X2A1 + 79.43 X3A1 + 79.43 X4A1 + 79.43 X5A1
+ 79.43 X6A1 + 79.43 X7A1 + 79.43 X8A1 + 79.43 X9A1 + 79.43 X10A1
+ 79.43 X11A1 + 79.43 X12A1 + 79.43 X13A1 + 79.43 X14A1 + 79.43 X15A1
+ 79.43 X16A1 + 79.43 X17A1 + 79.43 X18A1 + 79.4 X19A1 + 79.4 X20A1
+ 79.4 X21A1 + 79.4 X22A1 + 21.1 X1A15 + 21.1 X2A15 + 21.1 X3A15
+ 21.1 X4A15 + 21.1 X5A15 + 21.1 X6A15 + 21.1 X7A15 + 21.1 X8A15
+ 21.1 X9A15 + 21.1 X10A15 + 21.1 X11A15 + 21.1 X12A15 + 21.1 X13A15
+ 21.1 X14A15 + 21.1 X15A15 + 21.1 X16A15 + 21.1 X17A15 + 21.1 X18A15
+ 21.1 X19A15 + 21.1 X20A15 + 21.1 X21A15 + 21.1 X22A15
<= 25272000

```

```
+ 21.1 X19A15 + 21.1 X20A15 + 21.1 X21A15 + 21.1 X22A15
<= 25272000
```

: look 4-5

```
4) 33.5 X4A2 + 33.5 X5A2 + 33.5 X8A2 + 33.5 X9A2 + 33.5 X13A2
+ 33.5 X14A2 + 33.5 X17A2 + 33.5 X18A2 + 27.77 X6A3 + 27.77 X7A3
+ 27.77 X10A3 + 27.77 X12A3 + 27.77 X16A3 + 37.3 X4A5 + 37.3 X5A5
+ 37.3 X7A5 + 37.3 X8A5 + 37.3 X9A5 + 37.3 X10A5 + 37.3 X12A5
+ 37.3 X13A5 + 37.3 X14A5 + 37.3 X17A5 + 37.3 X18A5 + 37.3 X19A5
+ 36.58 X1A9 + 36.58 X2A9 + 36.58 X3A9 + 36.58 X4A9 + 36.58 X5A9
+ 36.58 X6A9 + 36.58 X14A9 + 36.58 X19A9 + 36.58 X20A9 + 36.58 X22A9
+ 28.75 X1A11 + 28.75 X2A11 + 28.75 X3A11 + 28.75 X4A11 + 28.75 X5A11
+ 28.75 X6A11 + 28.75 X7A11 + 28.75 X8A11 + 28.75 X9A11 + 28.75 X10A11
+ 28.75 X12A11 + 28.75 X13A11 + 28.75 X14A11 + 28.75 X15A11
+ 28.75 X16A11 + 28.75 X17A11 + 28.75 X18A11 + 28.75 X19A11
+ 28.75 X20A11 + 28.75 X21A11 + 28.75 X22A11 + 37.3 X6A5 + 36.58 X7A9
+ 36.58 X8A9 + 36.58 X9A9 + 28.75 X11A11 <= 75816000
5) 124 X1A1 + 124 X2A1 + 124 X3A1 + 124 X4A1 + 124 X5A1 + 124 X6A1
+ 124 X7A1 + 124 X8A1 + 124 X9A1 + 124 X10A1 + 124 X11A1 + 124 X12A1
+ 124 X13A1 + 124 X14A1 + 124 X15A1 + 124 X16A1 + 124 X17A1
+ 124 X18A1 + 248 X19A1 + 248 X20A1 + 248 X21A1 + 124 X22A1
<= 50544000
```

6) $4.4 X1A1 + 4.4 X2A1 + 4.4 X3A1 + 4.4 X4A1 + 4.4 X5A1 + 4.4 X6A1$
 $+ 4.4 X7A1 + 4.4 X8A1 + 4.4 X9A1 + 4.4 X10A1 + 4.4 X11A1 + 4.4 X12A1$
 $+ 4.4 X13A1 + 4.4 X14A1 + 4.4 X15A1 + 4.4 X16A1 + 4.4 X17A1$
 $+ 4.4 X18A1 + 4.4 X19A1 + 4.4 X20A1 + 4.4 X21A1 + 4.4 X22A1$
 ≤ 50544000

7) $110.4 X1A1 + 110.4 X2A1 + 110.4 X3A1 + 110.4 X4A1 + 110.4 X5A1$
 $+ 110.4 X6A1 + 110.4 X7A1 + 110.4 X8A1 + 110.4 X9A1 + 110.4 X10A1$
 $+ 110.4 X11A1 + 110.4 X12A1 + 110.4 X13A1 + 110.4 X14A1 + 110.4 X15A1$
 $+ 110.4 X16A1 + 110.4 X17A1 + 110.4 X18A1 + 220.8 X19A1 + 220.8 X20A1$
 $+ 220.8 X21A1 + 110.4 X22A1 \leq 50544000$

8) $503.5 X1A1 + 503.5 X2A1 + 503.5 X3A1 + 503.5 X4A1 + 503.5 X5A1$
 $+ 503.5 X6A1 + 503.5 X7A1 + 503.5 X8A1 + 503.5 X9A1 + 503.5 X10A1$
 $+ 503.5 X11A1 + 503.5 X12A1 + 503.5 X13A1 + 503.5 X14A1 + 503.5 X15A1$
 $+ 503.5 X16A1 + 503.5 X17A1 + 503.5 X18A1 + 455.39999 X19A1$
 $+ 455.39999 X20A1 + 455.39999 X21A1 + 372.5 X22A1 \leq 50544000$

9) $185 X4A2 + 185 X5A2 + 185 X8A2 + 185 X9A2 + 185 X13A2$
 $+ 185 X14A2 + 185 X17A2 + 185 X18A2 + 114 X6A3 + 114 X7A3 + 114 X10A3$
 $+ 114 X12A3 + 114 X16A3 + 35 X1A14 + 35 X2A14 + 35 X3A14 + 35 X4A14$
 $+ 35 X5A14 + 35 X6A14 + 35 X7A14 + 35 X8A14 + 35 X9A14 + 35 X10A14$
 $+ 35 X11A14 + 35 X12A14 + 35 X13A14 + 35 X14A14 + 35 X15A14$
 $+ 35 X16A14 + 35 X17A14 + 35 X18A14 + 35 X19A14 + 35 X20A14$
 $+ 35 X21A14 + 35 X22A14 \leq 101088000$

```

50) 0.91 X4A1 - 0.1 X4A8 = 0
51) 0.91 X4A1 - 0.25 X4A9 = 0
52) 0.91 X4A1 - X4A11 = 0
53) 0.91 X4A1 - 0.5 X4A12 = 0
54) 0.91 X4A1 - 0.143 X4A13 = 0
55) 0.91 X4A1 - 0.2 X4A14 = 0
56) 0.91 X4A1 - 0.2 X4A15 = 0
57) 0.91 X5A1 - X5A2 = 0
58) 0.91 X5A1 - X5A4 = 0
59) 0.91 X5A1 - X5A5 = 0
60) 0.91 X5A1 - X5A6 = 0
61) 0.91 X5A1 - 0.5 X5A7 = 0
62) 0.91 X5A1 - 0.1 X5A8 = 0
63) 0.91 X5A1 - 0.33 X5A9 = 0
64) 0.91 X5A1 - X5A11 = 0
65) 0.91 X5A1 - 0.5 X5A12 = 0
66) 0.91 X5A1 - 0.143 X5A13 = 0
67) 0.91 X5A1 - 0.2 X5A14 = 0
68) 0.91 X5A1 - 0.2 X5A15 = 0
69) 0.91 X6A1 - X6A3 = 0
70) 0.91 X6A1 - X6A4 = 0

```

270)	X22A10	<=	2324
271)	X6A11	<=	732
272)	X5A11	<=	2106
273)	X4A11	<=	724
274)	X3A11	<=	180
275)	X2A11	<=	4412
276)	X1A11	<=	2588
277)	X1A11	>=	741
278)	X2A11	>=	1392
279)	X3A11	>=	28
280)	X4A11	>=	218
281)	X5A11	>=	645
282)	X6A11	>=	456
283)	X7A11	>=	424
284)	X8A11	>=	223
285)	X9A11	>=	1010
286)	X10A11	>=	46
287)	X11A11	>=	76
288)	X12A11	>=	305
289)	X13A11	>=	62
290)	X14A11	>=	34