

Hafta 02

Yöneylem Araştırması Nedir?

Doç. Dr. Erhan Çene

25/09/2025

Haftalık Ders Planı

Planlanan **taslak** haftalık plan aşağıdaki tabloda verilmiş olup nihai değildir. İhtiyaç halinde değiştirilmesi mümkündür.

Hafta	Tarih	Konu
1	18 Eylül 2025 Perşembe	Tanışma
2	25 Eylül 2025 Perşembe	Yöneylem Araştırması Nedir?
3	02 Ekim 2025 Perşembe	Ulaştırma Problemleri
4	09 Ekim 2025 Perşembe	Ulaştırma Problemleri: Bozulma Durumu, Dengesiz Ulaştırma Prob.
5	16 Ekim 2025 Perşembe	Ulaştırma Problemleri: Seçenekli Opt. Çözüm, Maksimum Amaçlı Ulaştırma Prob.
6	23 Ekim 2025 Perşembe	Atama Problemleri
7	30 Ekim 2025 Perşembe	Genel Tekrar ve Soru Çözümü
8	06 Kasım 2025 Perşembe	VİZE
9	13 Kasım 2025 Perşembe	Tamsayılı Programlama 1
10	20 Kasım 2025 Perşembe	Tamsayılı Programlama 2
11	27 Kasım 2025 Perşembe	Karar Kuramı 1
12	04 Aralık 2025 Perşembe	Karar Kuramı 2
13	11 Aralık 2025 Perşembe	Oyun Kuramı 1
14	18 Aralık 2025 Perşembe	Oyun Kuramı 2
15	25 Aralık 2025 Perşembe	Soru Çözümü ve Genel Değerlendirme

Kaynak Kitaplar

- Ders notları, sınavlar için yeterlidir.
- TAHA, H. (2017), Yöneylem Araştırması, 6. Basımdan Çeviri, (Çeviren ve Uyarlayanlar: Ş. Alp Baray ve Şakir Esnaf), Literatür Yayıncıları:43, İstanbul.
- ÖZTÜRK, A. (2014), Yöneylem Araştırması, 15. Baskı, Ekin Yayınevi.
- WINSTON, Wayne L. (2004), Operations Research Applications and Algorithms, Fourth Edition, Thomson Learning, USA
- BRONSON, R. ve NAADIMUTHI, G. (1997), Schaum's Outline of Operations Research, Second Edition, McGraw-Hill.

Yönetim Fonksiyonları

Yönetim Fonksiyonları

- Sanayi devrimi ile birlikte endüstri işletmelerinin hızla büyümeleri sonucunda bir kişinin bütün yöneticilik fonksiyonlarını tek başına yürütebilmesi imkansız hale gelmiştir.
- Bunun doğal sonucu olarak **yönetim fonksiyonları** ayrılmış, böylece işletme bünyesinde **ürtim**, **pazarlama**, **finansman** vb. farklı bölümler ortaya çıkmıştır.

Çatışan Amaçlar

Çatışan Amaçlar

- Yönetim fonksiyonunun gittikçe artan sayıda böümlere ayrılması, yeni işletme sorunlarını da beraberinde getirmiştir.
- Bir bölüm için **en iyi** olan davranış biçiminin bir başka bölüm için iyi olmak bir yana genellikle **yıkıcı** olması, böümleri birbirlerinin amaç ve faaliyetlerini göz önünde bulundurmak zorunda bırakmıştır.
- Bu tip sorunlar ve bunlara **daha iyi çözüm bulma yaklaşımı** da **yöneylem araştırmasını** doğurmuştur.

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi (1)

- Kayıtlı olan literatüre göre yönetim için bilimsel yaklaşım presipleri 1900'lü yılların başlarında Frederick Taylor tarafından ortaya konulmuştur.
- Günümüz yöneylem araştırmasında kullanılan bazı model ve tekniklerin kullanılması çok eskiye dayansa da, **yöneylem araştırması** adı verilen ilk faaliyetin II. Dünya Savaşı sırasında gerçekleştirildiği kabul edilmektedir.

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi (2)

- İkinci Dünya Savaşı sırasında İngiltere askeri yönetimi, düşmanlarının hava akınları karşısında **en iyi savunma şeklini** belirlemek amacıyla farklı disiplinlerden bilim adamlarıyla bir ekip çalışması başlatmış ve böylece en iyi savunma şeklini bulmuştur.
- Bu çalışma için bir araya gelen bilim adamlarından **yenilikçi bombaların etkinliklerinin belirlenmesi** ve **radarların etkili biçimde kullanımlarının sağlanması** problemlerini çözmeleri istenmiştir.
- Çözüm sonuçlarının uygulamada çok başarılı olması, savunma sisteminin diğer kesimlerinde; **radar denetim politikaları**, **uçaksavar yanık kontrolü**, **konvoy büyülüğu**, **düşman denizaltılarının yerlerinin saptanması** gibi çeşitli askeri problemlerin çözümünde benzer ekiplerin oluşturulması sağlanmıştır.

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi (3)

- İngiltere'de alınan başarılı sonuçlar müttefiklerin de dikkatini çekmiş, bu ülkeler de **askeri problemlerini** farklı disiplinlerden bilim adamlarıyla oluşturdukları ekipleriyle çözmeye girişmişlerdir
- Yöneylem araştırmasıyla İngiltere'den çok sonra tanışmış olmakla beraber, ABD'nin bu konudaki yoğun çabaları yöneylem araştırmasında önemli ilerlemeler kaydedilmesini sağlamıştır.

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi (4)

- ABD hava kuvvetlerinin kurduğu ekibin üyelerinden birisi olan **Dantzig**, büyük organizasyonların gerçekleştirdikleri faaliyetlerin büyük bir bölümünün **dağıtım problemi** olarak ele alınabileceğini düşünmüştür.
- Ona göre en iyi plan-programma **bir amaç fonksiyonunun en küçüklenmesi (minimizasyonu)** ile ulaşılabilircektir.
- Dantzig, ayrıca doğrusal programlama problemlerinin klasik çözüm tekniği olan **simpleks yöntemini** önermiştir

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi

Yöneylem Araştırmasının Tarihçesi (5)

- Savaş sırasında, askeri problemlerin çözümü için oluşturulan ekiplerde aktif biçimde çalışan bilim adamları, savaş sonrasında dikkatlerini benzer yaklaşımın **sivil yaşam problemlerine** uygulanabilirliği üzerinde yoğunlaştırmışlardır:
 - Üniversitelerine dönüp **mevcut teknikler için sağlam temel** oluşturma konusunda çalışanlar
 - **Yeni teknikler geliştirme** çabasına girenler
 - **Özel ekonominin** değişik kesimlerindeki çalışmalarına dönerek buralarda karşılaşılan problemleri **benzer yaklaşımla** çözmeye çalışanlar
- Bütün bu çalışmalar bilimsel bir uğraşı alanının yanı **Yöneylem Araştırması**nın doğusuna yol açmıştır

Yöneylem araştırmasının uygulanması

Yöneylem araştırmasının uygulanması (1)

- Yöneylem araştırmasını ilk uygulayan sivil kuruluşlar **kar amaçlı büyük endüstriyel kuruluşlar** olmuştur.
- **Küçük boyutlu kuruluşlar**, yöneylem araştırmasının yalnızca büyük işletmeler için değil, kendileri için de yararlı olduğunun **farkına biraz geç varmışlardır**
- Küçük şirketler ancak, araştırmacıların birbirlerinden farklı gibi görünümlerine karşın pek çok problemin **stok, dağıtım, sıralama, kuyruk, oyun** gibi belirli bir başlık altında incelenebileceklerini farketmeleri ve bunlar için standart çözüm teknikleri geliştirmelerinden çok sonra konuya ilgi göstermişlerdir.

Yöneylem araştırmasının uygulanması

Yöneylem araştırmasının uygulanması (2)

- Birkaç uygulama dışında yöneylem araştırmasının **hizmet ağırlıklı endüstrilerde** ve **kamu kesiminde** kullanılması **1960'lı yılların** ortalarında gerçekleşmiştir.
- Bugün, **banka, kütüphane, hastane, otel, okul** gibi hizmet ağırlıklı pek çok kuruluş hizmet verme etkinliğini artırmada **yöneylem araştırmasından** büyük yarar sağlamaktadır.
- **Devlet kuruluşları** da **plan, program** ve **politika** belirleme çalışmalarında yöneylem araştırmasını yaygın bir biçimde kullanmaktadır.
- Yöneylem araştırmasının çok geniş bir uygulama alanı bulması ve çok hızlı bir gelişme göstermesindeki en önemli faktör **bilgisayar teknolojisindeki** **gelişme** olmuştur.

İlk yüneylem araştırması kuruluşu

İlk yüneylem araştırması kuruluşu

- Yüneylem araştırması alanında çalışan bilimadamlarının ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kurulan ilk yüneylem araştırması kuruluşu, 1952 yılında ABD'de kurulan ORSA (The Operational Research Society of America) olmuştur.
- Türkiye'de yüneylem araştırması çalışmalarının batıdan çok sonra başladığı bilinmektedir.
- Ülkemizde de ilk yüneylem araştırması çalışmaları batıda olduğu gibi savunma kesiminde başlamıştır.
- Savunma kesimi dışında ilk yüneylem araştırması ekibi 1965 yılında Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) bünyesinde kurulmuştur.

Yöneylem araştırmasının tanımı

Yöneylem araştırmasının tanımı (1)

- Yöneylem araştırması, sistemlerin performansını optimize etmek için teknikler kullanan bir bilim dalıdır.
- Yöneylem araştırması, bir sistemde ortaya çıkan problemlere, sistemin denetlenebilir elemanları cinsinden bilimsel yöntem, teknik ve araçların uygulanmasıyla en iyi çözümün bulunmasıdır.
- Yöneylem araştırması, insan, makina, para ve malzemeden oluşan endüstriyel, ticari, resmive askeri sistemlerde yönetimlerde karşılaşılan problemlere bilimsel yaklaşımındır.

Yöneylem araştırmasının tanımı

Yöneylem araştırmasının tanımı (2)

- Amacı, yönetime **politika** ve **faaliyetlerini bilimsel olarak belirlemede** yardımcı olmaktadır.
- Yöneylem araştırması, mevcut imkanlardan **en büyük faydayı sağlamak** için girişilen **bilimsel yaklaşımalar** ve teknikler cümlesiidir.
- Yöneylem araştırmasının ana konusu, herhangi bir sistemin **karmaşık operasyonlarını anlamak ve performansını iyileştirmek** için **bilimsel karar verme** yöntemleridir.

Yöneylem araştırmasının temel özelliklerি

Yöneylem araştırmasının temel özelliklerি

- 1. Sistem yaklaşımını kullanması:** Yöneylem araştırması problemi çözerken, o problemin ait olduğu organizasyonun **bütün unsurlarını, çevresini ve aralarındaki etkileşimi** göz önünde bulundurur.
- 2. Disiplinlerarası bir yaklaşım olması:** Problemin modellenmesinde ve çözümünde farklı bakış açılarından faydalananabilmek için problemlerin **disiplinlerarası bir ekip** tarafından incelenmesi gereklidir.
- 3. Bilimsel yöntemler kullanması:** Yöneylem araştırması problemi tanımlar, modeller, çözer, sonuçları **test eder ve uygular.**

Yöneylem araştırmasının metodolojisi (1)

İyi bir YA uygulamasının altı basamağı

- 1) Problemin Tanımlanması
- 2) Sistemin Gözlenmesi
- 3) Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi
- 4) Modelin Çözülmesi
- 5) Modelin Geçerliliğinin Gösterilmesi
- 6) Çözümün Uygulanması ve Yorumlanması

Problemin Tanımlanması

Problemin Tanımlanması (1)

- Amaçlar **nelerdir?**
- Problem **çok dar kapsamlı mı** ele alındı?
- Problem **çok geniş kapsamlı mı** ele alındı?

Problemin Tanımlanması

Problemin Tanımlanması (2)

- Mümkün seçenekler arasından bir faaliyet veya faaliyetler dizisinin benimsenmesine karar denir.
- Alternatif stratejiler arasından en uygun olanını seçme konusunda karar verme yetkisine sahip birey ya da topluluğa verilen genel isme karar verici denir.
- Karar vericinin ulaşmak istediği bir amacının olması, bu amaca ulaşmada izlenebilecek alternatif stratejilerin bulunması ve alternatifler içinden hangisinin amacı gerçekleştirebileceği konusunda kuşku içinde bulunulması gerekmektedir.
- Ancak bu koşullar sağlandığında bir problem vardır denir.

Sistemin Gözlenmesi

Sistemin Gözlenmesi (1)

- Hangi veriler toplanmalı?
- Veriler nasıl toplanmalı?
- Sistemin farklı parçaları birbirleriyle nasıl etkileşmektedir?

Sistemin Gözlenmesi

Sistemin Gözlenmesi (2)

- Sistem gözlemlenir ve probleme etki eden **parametreler** tahmin edilmeye çalışılır.
- Bu amaçla **veri derlenmesi**, bu adının çok önemli bir kısmını oluşturur.
- Tahmin değerleri **sabit sayılar** olarak işleme tabi tutulurlar ve **matematiksel modelin geliştirilmesinde** kullanılırlar.
- Problem elemanlarının duruma en uygun biçimde belirlenebilmesi için **sistem yaklaşımı** kullanılır.

Sistem Nedir?

- ### Sistem Nedir?
- Bir sınır içerisinde, **birbirleriyle etkileşim içinde bulunan** ve **ortak bir amaca yönelmiş** olan öğeler topluluğuna **sistem** denir.
 - Sistem, **girdileri çıktılaraya dönüştüren** birbirleriyle ilişkili faaliyetlerden ve öğelerden (elemanlardan) oluşmaktadır.
 - Sistemin **çok sayıda** girdisi ve çıktısı olabilir.



Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi (1)

- Hangi tür model kullanılmalı?
- Model, problemi tam olarak ifade ediyor mu?
- Model çok mu karmaşık?

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi (2)

- Problemin **kolayca çözülecek bir yapıya** oturtulması gerekmektedir.
- **Model nedir?**
- Bir sistemin **değişen koşullar** altındaki davranışlarını incelemek, **kontrol etmek** ve **geleceği** hakkında varsayımlarda bulunmak amacıyla elemanları arasındaki **bağıntıları** kelimeler veya **matematiksek terimlerle** belirleyen ifadeler topluluğuna **model** denir.

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi

Problemin Matematiksel Model Şeması

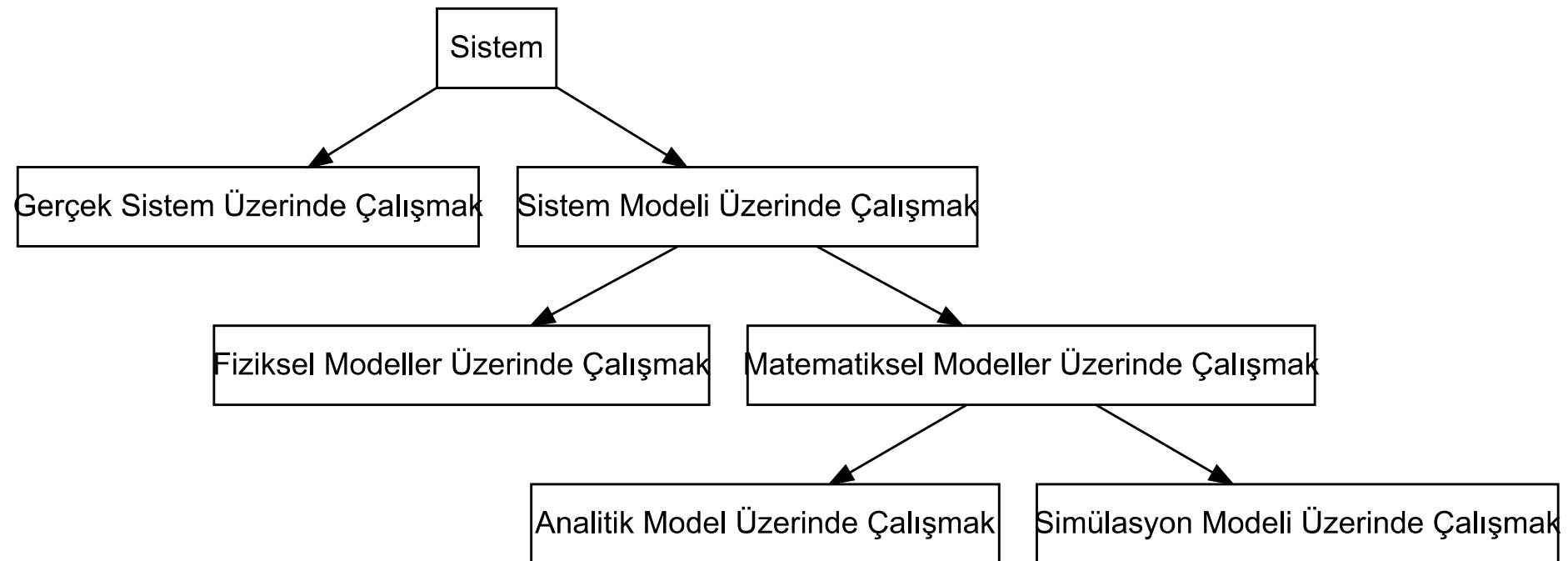


Figure 1: Problemin Matematiksel Model Şeması

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi (3)

- Her **modelin** kuruluş amacı, belirli bir ekonomik sistemi yönetmekte görevli kişi veya kişilere (karar vericiye) **mungkin karar seçeneklerini sunmak, bunların sonuçlarını belirlemek ve karşılaştırmalar** yapmaktadır.
- Yöneylem araştırmasının karar vermeye en önemli katkısı matematiksel modellerdir.
- Bir sistemin davranışlarıyla ilgili kuralların matematiksel olarak ifade edilmesiyle **matematiksel modeller** kurulur.

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi (4)

- Eğer ele alınan sistem matematiksel modellerle çözülemeyecek kadar karmaşık bir yapıya sahipse sistemin bir **simülasyon modeli** kurulur.
- Simülasyon, bir sistemin tüm **çalışma zamanı boyunca davranışının bilgisayar ortamında taklit edilmesidir.**

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi

Matematiksel modellerin elemanları (1)

- Ekonomik sistemlerin matematiksel modellerinde kullanılan elemanlarını **Üç** ana grupta toplamak mümkündür:
 1. Amaç fonksiyonu
 2. Karar değişkenleri
 3. Kısıtlar

Problemin Matematiksel Modelinin Geliştirilmesi

Matematiksel modellerin elemanları (2)

- Bir karar verme durumunda ilgilenilen sistem dikkatli bir şekilde gözlemlenir ve değerleri kontrol edilebilen ve sistemin performansını etkileyen **parametreler** belirlenir.
- Bu parametreler yöneticilerin kontrolü altındadır ve **karar değişkenleri** olarak tanımlanırlar. Bir üretim sisteminde **farklı ürünlerin üretilenecek miktarları**, **bir yerden başka yere taşınacak ürün miktarı**, **işçi sayısı**, **makina sayısı** vb
- Karar değişkenlerinin amaç üzerindeki etkilerinin analitik olarak gösterilmesiyle **amaç fonksiyonu** oluşturulur
- **Kısıtlar**, sistemin içinde bulunduğu koşullardan kaynaklanmaktadır (**talep kısıtları**, **kapasite kısıtları** gibi)

Modelin Çözülmesi

Modelin Çözülmesi (1)

En uygun çözüm teknigi nedir?

- Analitik çözüm
- Algoritmalar
- Simülasyon
- Sezgisel

Modelin Çözülmesi

Modelin Çözülmesi (2)

- **Analitik çözüm:** Problemin Lagrange çarpanları, diferansiyel ve integral hesapları ile koşullu en iyi çözümünün bulunmasıdır. Analitik çözümde sadece matematiğin değil iktisat teorisinin de temel kuralları kullanılır.
- **Algoritma çözümü:** Analitik çözüm bazen çok zor veya imkansız olabilir. Belirli bir sıra içerisinde gerçekleştirilen matematiksel ve mantıksal işlemler kümese **algoritma** denir. Yinelemeli olarak uygulanan algoritmalar her adımda **optimuma daha yakın bir çözüme** doğru ilerler.

Modelin Çözülmesi

Modelin Çözülmesi (3)

- **Simülasyon çözümü:** Problem, analitik olarak veya algoritmalarla çözülemiyorsa kullanılır. Sistemin davranış şekli bilgisayar ortamında taklit edilir.
- **Sezgisel çözüm:** Problem optimum çözümü bulunamayacak kadar karmaşıksa, sezgisel yöntemler sezgiye veya bazı deneysel kayıtlara dayanan karar kuralları ile belirli sayıda adımdan sonra en iyi olmasa da tatminkar bir sonuç verirler.

Modelin Geçerliliğinin Gösterilmesi

Modelin Geçerliliğinin Gösterilmesi (1)

- Modelden elde edilen çıktılar sistemin kendisinden elde edilen çıktılarla **uyuşuyor mu?**
- Modelden elde edilen çıktılar **mantıklı mı?**
- Model **hatalı** olabilir mi?

Modelin Geçerliliğinin Gösterilmesi

Modelin Geçerliliğinin Gösterilmesi (2)

- Modelden elde edilen çözümü uygulamaya koymadan önce **gerçeğe uygunluğunun kanıtlanması** gereklidir.
- Eğer çözüm sistemin **geçmiş dönem sonuçlarını aynen veya daha olumlu bir şekilde sağlıyorsa**, modelin geçerli olduğu kabul edilir.
- Eğer sistemin geçmiş dönem sonuçları yoksa **simülasyondan yararlanılır**.
- Model geçerliliğinin kanıtlanması bir başka yol olarak da sistemdeki **deneyimli kişilerin görüşlerine** başvurulabilir.

Çözümün Uygulanması ve Yorumlanması

Çözümün Uygulanması ve Yorumlanması (1)

- Yöneylem araştırması ekibi, uygulama sürecini açıklamalı ve uygulamada yardımcı olmalıdır.
- Uygulamanın nasıl yapılacağı bir rapor halinde yönetime sunulmalıdır.

Başarılı Yönetilem Araştırması Uygulamaları

Başarılı Yönetilem Araştırması Uygulamaları

Şirket	Yıl	Problem	Kullanılan Teknik	Yıllık Tasarruf
Hewlett Packard	1998	Üretim hattında ara stok tasarıımı	Kuyruk Modelleri	\$280 million
Taco Bell	1998	İşgücü çizelgelemesi	Tamsayılı Programlama, Tahmin, Simülasyon	\$13 million
Proctor & Gamble	1997	Üretim ve dağıtım sisteminin yeniden tasarlanması	Ulaştırma Modelleri	\$200 million
Delta Airlines	1994	Uçakların rotalara atanması	Tamsayılı Programlama	\$100 million
AT&T	1993	Çağrı merkezi tasarıımı	Kuyruk Modelleri, Simülasyon	\$750 million
Yellow Freight Systems, Inc.	1992	Nakliye şebekelerinin tasarımı	Şebeke Modelleri, Tahmin, Simülasyon	\$11.3 million
San Francisco Police Dept.	1989	Devriye çizelgeleme	Doğrusal Programlama	\$11 million

Başarılı Yönetilem Araştırması Uygulamaları

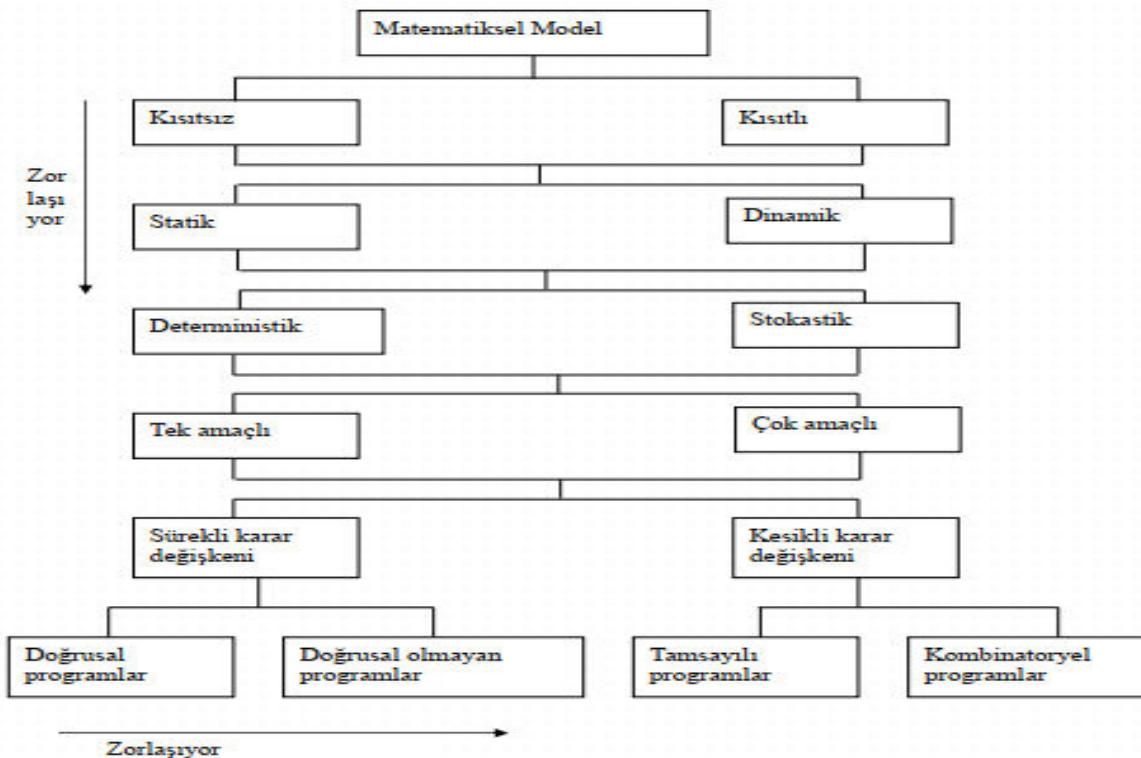
Başarılı Yönetilem Araştırması Uygulamaları

Şirket	Yıl	Problem	Kullanılan Teknik	Yıllık Tasarruf
Bethlehem Steel	1989	Külçe kalıbü tasarıımı	Tamsayılı Programlama	\$8 million
North American Van Lines	1988	Yükleri şöför'lere atamak	Şebeke Modelleme	\$2.5 million
Citgo Petroleum	1987	Rafineri operasyonları & dağıtım	Doğrusal Programlama, Tahmin	\$70 million
United Airlines	1986	Rezervasyon personelinin çizelgelenmesi	Doğrusal Programlama, Kuyruk, Tahmin	\$6 million
Dairyman's Creamery	1985	Optimum üretim seviyeleri	Doğrusal Programlama	\$48,000
Phillips Petroleum	1983	Ekipman yenileme	Şebeke Modelleme	\$90,000

Matematiksel model türleri

Matematiksel model türleri (1)

- Yöneylem araştırmasında karşılaşılabilecek matematiksel model türleri, ilgilenilen karar probleminin yapısına göre şekillenir.



Matematiksel model türleri

Matematiksel model türleri (2)

- Eğer karar değişkenleri üzerinde hiçbir sınırlama yoksa **kısıtsız modeller** ortaya çıkar, en azından bir sınırlama olması **kısıtlı modelleri** ortaya çıkarır.
- Gerçek hayatta genellikle **kısıtlı problemler** karşımıza çıkar.
- Eğer problem tek bir dönem için çözülecekse **statik model**, birden fazla dönem göz önüne alınarak çözülecekse **dinamik model** ortaya çıkar.
- Eğer birden fazla amaç varsa **çok amaçlı problemler** ortaya çıkar.

Matematiksel model türleri

Matematiksel model türleri (3)

- Eğer tüm karar değişkenleri pozitif reel (gerçel) değerler alıyorsa **sürekli optimizasyon problemi** söz konusudur
- Tüm karar değişkenlerinin tam sayı değerler alması gerekiyorsa **kesikli optimizasyon problemi** ortaya çıkar
- Bazı karar değişkenlerinin reel, bazılarının tam sayı değer alması durumunda ise **karışık kesikli optimizasyon problemi** ile karşılaşırız.
- Eğer karar değişkenlerinin kombinatoryal seçenekleri söz konusuysa **kombinatoryal optimizasyon problemleri** ortaya çıkar.

Matematiksel model türleri

Matematiksel model türlerine göre kullanılan çözüm yaklaşımları (1)

- Dinamik modeller için kullanılan yaklaşım **dinamik programlamadır**.
- Eğer optimize edilecek birden fazla amaç varsa genellikle kullanılan yaklaşım **hedef programlamadır**.
- Modeldeki tüm fonksiyonların doğrusal olması durumunda sürekli optimizasyon problemleri **doğrusal programlama yöntemi** ile çözülür. Sürekli optimizasyon modelinde en azından bir fonksiyonun doğrusal olmaması durumundaysa **doğrusal olmayan programlama yöntemi** kullanılır.

Matematiksel model türleri

Matematiksel model türlerine göre kullanılan çözüm yaklaşımları (2)

- Eğer kesikli optimizasyon problemlerinde karar değişkenleri herhangi bir tamsayı değer alıyorsa **tamsayılı programlama** yöntemi kullanılır.
- Kombinatoryal optimizasyon problemlerinin belirli bir boyuta kadar olanı **tamsayılı programlama yöntemi** ile çözülürken, orta ve büyük boyutlu问题lerin **sezgisel yöntemlerle** çözülmesi gerekmektedir.