



a n a d o l u m
e K a m p ü s
ve
a n a d o l u m o b i l
dilediğin yerden,
dilediğin zaman,
öğrenme fırsatı!



(ekampus.anadolu.edu.tr)



(mobil.anadolu.edu.tr)

ekampus.anadolu.edu.tr



Açıköğretim Destek Sistemi
Açıköğretim Sistemi ile ilgili

merak ettiğiniz her şey AOS Destek Sisteminde...

-  Kolay Soru Sorma ve Soru-Yanıt Takibi
-  Sıkça Sorulan Sorular ve Yanıtları
-  Canlı Destek (Hafta İçi Her Gün)
-  Telefonla Destek

aosdestek.anadolu.edu.tr

AOS DESTEK Sistemi İletişim ve Çözüm Masası

0850 200 46 10

www.anadolu.edu.tr

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINI NO: 3458
AÇIKÖĞRETİM FAKÜLTESİ YAYINI NO: 2306

KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Yazarlar

Prof.Dr. Muzaffer KAPANOĞLU (Ünite 1, 3, 5, 6, 8)

Doç.Dr. İlkay ORHAN (Ünite 4, 7)

Doç.Dr. Tuğba SARAÇ (Ünite 2)

Editör

Prof.Dr. Muzaffer KAPANOĞLU

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Anadolu Üniversitesi'ne aittir.
“Uzaktan Öğretim” teknigine uygun olarak hazırlanan bu kitabı bütün hakları saklıdır.
İlgili kuruluştan izin almadan kitabı tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt
veya başka sekillerde çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz.

Copyright © 2016 by Anadolu University
All rights reserved

No part of this book may be reproduced or stored in a retrieval system, or transmitted
in any form or by any means mechanical, electronic, photocopy, magnetic tape or otherwise, without
permission in writing from the University.

Öğretim Tasarımcısı
Öğr.Gör. Orkun Şen

Grafik Tasarım Yönetmenleri

*Prof. Tevfik Fikret Uçar
Doç.Dr. Nilgün Salur
Öğr.Gör. Cemalettin Yıldız*

Kapak Düzeni

Prof.Dr. Halit Turgay Ünalan

Grafikerler

*Aysegül Dibek
Gülşah Karabulut
Hilal Özcan
Kenan Çetinkaya
Ufuk Önce
Özlem Çayırlı
Burcu Güler*

Dizgi ve Yayına Hazırlama

Kitap Hazırlama Grubu

Karar Destek Sistemleri

E-ISBN
978-975-06-3340-9

Bu kitabın tüm hakları Anadolu Üniversitesi'ne aittir.

ESKİŞEHİR, Ocak 2019
3220-0-0-0-1902-V01

İçindekiler

Önsöz viii

Karar Destek Sistemleri: Temel Kavramlar	2	1. ÜNİTE
GİRİŞ	3	
YÖNETSEL KARAR SÜRECİ	4	
KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TANIMI, BİLEŞENLERİ VE YARARLARI	7	
Karar Destek Sistemlerinin Özellik ve Yetenekleri	8	
Karar Destek Sistemlerinin Bileşenleri ve Mimarisi	9	
Karar Verici	10	
Model Yönetimi Modülü	12	
Veri Yönetimi Modülü	14	
Diyalog Yönetimi Modülü	15	
Yöntembilgisi Yönetimi Modülü	16	
KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI	16	
VERİ İŞLEMEDEN KARAR DESTEK SİSTEMLERİNE GEÇİŞ	17	
Özet	20	
Kendimizi Sınavalım	21	
Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı	22	
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	22	
Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar	23	
Çok-Ölçütlü Karar Verme ve Çok-Amaçlı Programlama	24	2. ÜNİTE
GİRİŞ	25	
ÇOK ÖLÇÜTLÜ VE ÇOK AMAÇLI PROBLEMLER	26	
ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE ÇOK AMAÇLI PROGRAMLAMANIN TEMEL KAVRAMLARI	27	
PARETO-ENİYİ ÇÖZÜMLER KÜMESİ	28	
ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ	30	
TOPSIS	30	
ÇOK AMAÇLI KARAR PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ	32	
Hedef Programlama	32	
Ağırlıklı Toplam Amaç Birleştirme Yöntemi	37	
Epsilon Kısıt Yöntemi	39	
ÇOK AMAÇLI KARAR PROBLEMLERİNİN LINGO İLE ÇÖZÜMÜ	40	
LINGO	40	
Özet	45	
Kendimizi Sınavalım	46	
Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı	47	
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	48	
Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar	49	

3. ÜNİTE

Karar Destek Sistemlerinin Geliştirilmesinde İşlemtablosu Programlama	50
GİRİŞ	51
KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE KİŞİSEL	
KARAR DESTEK SİSTEMLERİ	51
KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRME STÜDYOSU OLARAK	
EXCEL VE VBA	53
Model Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler	53
Veri Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler	57
Diyalog Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler	61
DİYALOG-YÖNELİMLİ BİR FİNANSAL KARAR DESTEK SİSTEMİ	64
Bilgilerin Çalışma Sayfalarına Yerleştirilmesi	65
Form Denetim Araçlarından Yararlanmak	66
ActiveX Denetim Araçlarından Yararlanmak	69
Özet	77
Kendimizi Sınayalım	78
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	79
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	80
Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar	81

4. ÜNİTE

İşlemtabloları ile Modelleme ve En İyileme.....	82
GİRİŞ	83
İKİ DEĞİŞKENLİ BİR MODELİN KURULMASI VE ENİYİLENMESİ	85
Problemin Matematiksel Modeli	86
İşlemtablוסunda Modelin Geliştirilmesi	86
Eniyilemek için Çözücü (Solver) Kullanımı	89
ÇOK DEĞİŞKENLİ BİR MODELİN KURULMASI VE ENİYİLENMESİ	92
Problemin Matematiksel Modeli	93
İşlemtablосunda Modelin Geliştirilmesi	97
Eniyilemek İçin Çözücü (Solver) Kullanımı	99
Çözümün Değerlendirilmesi	100
Duyarlılık Analizi	100
İşgücü-Tabanlı Planlama Yaklaşımı	101
Müşteri Talebinin Sonradan Karşılanmasına İzin Veren Model	101
Talebin Sonradan Karşılanması İçeren Modelin Doğrusallaştırılması	104
Talebin Sonradan Karşılanabildiği Model ve Çözücünün Kullanımı	104
Özet	106
Kendimizi Sınayalım	107
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	108
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	109
Yararlanılan ve Başvurulabilcek Kaynaklar	109

Optimizasyon-Yönelimli Karar Destek Sistemleri 110**5. ÜNİTE**

GİRİŞ	111
OPTİMİZASYON VE OPTIMUM (ENİYİ) ÇÖZÜM	113
KARAR ANALİTİĞİ	115
OPTİMİZASYON-YÖNELİMLİ KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ	116
Karar Modelinin Kurulması ve Çözümü	118
Karar Modelinin Çözümünün Programlanması: Çözücü Makrosu Oluşturma	120
Çözücü Makrosunun Kaydedilmesi	122
Karar Vericinin Beklentilerine Uygun Olarak Modelin Kurulması	126
İkinci Amacın Eklenmesi	130
Özet	132
Kendimizi Sinayalım	133
Kendimizi Sinayalım Yanı Anahtarları	134
Sıra Sizde Yanıt Anahtarları	134
Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar	135

Veri-Yönelimli Karar Destek Sistemleri ve Analistik**6. ÜNİTE****Sistemler 136**

GİRİŞ	137
ANALİTİK SİSTEMLER VE İŞLETME ANALİTİİĞİ	138
KURUMSAL RAPORLAMA	141
BİLGİNİN GÖRSELLEŞTİRİLMESİ	142
Performans Göstergesi Panelleri	143
ÇOK-AMAÇLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN GÖRSELLEŞTİRİLMESİ	143
İki Amaçlı Ulaştırma Problemi Örneği	144
VERİ MADENCİLİĞİNE GİRİŞ	150
Sınıflandırma	151
Karar Ağacı Algoritması	152
Kümeleme	157
Doğrudan Kümeleme (Direct Clustering) Algoritması	157
Hiyerarşik Kümeleme (Hierarchical Clustering)	159
Özet	163
Kendimizi Sinayalım	164
Kendimizi Sinayalım Yanı Anahtarları	165
Sıra Sizde Yanıt Anahtarları	166
Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar	167

7. ÜNİTE**Benzetim-Tabanlı Karar Destek Sistemleri..... 168**

GİRİŞ	169
VERİ TABLOLARI	170
SENARYO YÖNETİCİSİ	173
Dağılımlara Uygun Rassal Sayıların Oluşturulması	177
BENZETİM MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ	179
Benzetim Örneği	179
Girdiler	180
Rassal Taleplerin Oluşturulması	181
Gelir	181
Sipariş Maliyeti	181
Üreticiden Gelen Lastik İade Bedeli	181
Kâr	181
Formülüün Diğer Satırlara Kopyalanması	182
Benzetimin Özeti Değerleri	182
Ortalama Kâr İçin Güvenirlik Aralığı	182
Benzetimi Yapılan Karın Dağılımı	182
Deterministik Girdilerle Mantığın Kontrolü	182
Benzetim Sonucunun Değerlendirilmesi	183
Eniyi Sipariş Miktarının Bulunması	183
Veri Tablolarında Hesaplama Seçenekleri	184
Veri Tablosunun Kullanılarak Benzetimin İstenilen Sayıda Çalıştırılması	184
İki - Yönlü Veri Tablosunun Kullanılması	185
Özet	187
Kendimizi Sınayalım	188
Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı	190
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı.....	191
Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar	191

8. ÜNİTE**Zeki Karar Destek Sistemleri 192**

GİRİŞ	193
YÖNTEMBİLGİSİ YÖNETİM SİSTEMİ	195
Yöntembilgisi Dolabı (Knowledge Repository)	196
Yöntembilgisi Yönetiminin Bileşenleri	196
Üniversitelerde Yöntembilgisi Yönetim Sistemi Olarak Ders	
Yönetim Sistemleri	196
Kurumsal Öğrenme	199
YAPAY ZEKÂ	200
Yapay Zekâının Özellikleri	200
Sembolik Problem Çözme	201
Akıl Yürütme	201
Makine Öğrenmesi	201
Yapay Zekâ ile İnsan Zekâsının Karşılaştırılması	201
Yapay Zekâ Uygulama Alanları	202

Doğal Dil İşleme	202
Konuşma Anlama	203
Robotik ve Duyusal Sistemler (Robotics and Sensory Systems)	203
Görsel Tanıma	203
Zeki Bilgisayar Destekli Eğitim	203
Yapay Sinir Ağları	204
Otomatik Tercüme	204
Bulanık Mantık	204
Akıllı Erkinler	205
UZMAN SİSTEMLER	205
Uzman Sistemlerin Yapıları	206
GENETİK ALGORİTMALAR	208
Evrimeşme Düşüncesi	209
Genetik Gösterim ve Operatörler	209
Genetik Algoritmanın Adımları	212
Kombinatoryal Problemlerin Çözümünde Genetik Algoritmaların Kullanımı	212
Permütasyon Gösteriminde Çaprazlama	213
Permütasyon Gösteriminde Mutasyon	213
Excel Çözücü ile Genetik Algoritma Kullanımı	213
Özet	216
Kendimizi Sınavalım	217
Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı	218
Sıra Sizde Yanıt Anahtarı	218
Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar	219

Önsöz

Sevgili öğrenciler,

Kudretsiz dimağlar, zayıf gözler hakikati kolay göremezler.

Mustafa Kemal Atatürk

Biz sevinçlerimizi ve hüzinlerimizi onları yaşamadan çok önce seçeriz.

Halil Cibran

İnsanı diğer canlılardan ayıran en önemli özelliği, iradesidir. İrade, karar verme gücü nü ifade eder. Nitekim, tercihlerimiz, irademizin bir ürünüdür; yaşamalarımız da tercihlerimizin. İrademizin yani karar verme gücümüzün dışındaki olgulardan ve sonuçlardan sorumlu tutulamayız. O halde büyük sorumluluklar, aynı oranda karar verme gücünün de büyüğünü gereksinim duyar. YönetSEL bir karar vermek durumunda kalan yönetici veya karar vericiler, öncelikle kendi bilişsel (cognitive) kapasiteleri (zekâ, aldığı eğitim, sahip olduğu deneyim ve birikim yanısıra sezgileri ve sağduyusu) içinde konuyu değerlendirirler. Karar problemlerinin güç, karmaşık, kapsamlı veya eşsiz olabilmeleri, bunların çözümünden sorumlu yöneticilerin bilişsel sınırlarının ötesine geçmelerini gerektirir. Yöneticileri, bilişsel sınırlarının ötesine geçirecek yollardan ikisi şunlardır:

- i. *Uygun karar yöntemlerini kullanmak,*
- ii. *Bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin sunduğu olanaklardan yararlanmak*

Uygun karar yöntemlerini kullanmak, yönetim biliminin temel çalışma konusudur. Öte yandan, bilgisayar ve bilgi teknolojileri, bilgisayar bilimleri alanında gelişmelerini sürdürmektedirler. İki ayrı meslek grubunun işbirliği olmadan, kurumsal çapta karar sistemlerine yönelik çalışmalar ortaya koymak güçtür. Öte yandan, tüm mesleki çalışmalar bir yönyle bireyseldir ve kendine ait bir düzeyde karar alma süreci içerirler. O halde kişisel karar süreçlerinin desteklenmesi son derece önemli ve stratejik bir anlayış olarak ortaya çıkmaktadır.

90'lı yılların başında Anadolu Üniversitesi adına doktora öğrencisi olarak bulduğum Güney Florida Üniversitesi'nde pek yaygın olmayan bir uygulama ile karşılaştım. Doktora öğrencileri kendi anabilim (major) dallarının yanısıra bir yanbilim (minor) dalı seçmek ve gerektiğini yapmak durumundaydılar. Kendi anabilim dalına (Endüstri ve Yönetim Sistemleri Mühendisliği) uygun olarak bu yandal seçimimi Bilgisayar Mühendisliği anabilim dalı olarak yaptım. O süreçte bilgisayar ve bilgi işleme teknolojilerinin, bilgi sistemlerinin kendi anabilim dalına sunduğu olanakların katkısının büyüklüğü ve önemi konusunda edindiğim birikim beni çok etkiledi. Bilgisayar bilimleri ile yönetim bilimlerinin birlaklılığı, her iki bilim dalının tek başına erişemeyeceği bir düzeye ve tartışmasız çok daha başarılı uygulamalara zemin hazırlıyordu. Ancak dört yıllık meslekî eğitim programlarında bu iki bilimin buluşması pratikte olanaksızdı. 1997 yılında yurda dönünce –artık Eskişehir Osmangazi Üniversitesi bünyesinde bulunan– Endüstri Mühendisliği lisans programı sekizinci yarıyılına *Karar Destek Sistemleri* adıyla seçimlik bir ders konmasını sağladım. Aynı yıl Microsoft Excel'i Visual Basic for Applications (VBA) dili ile tamamen bütünleştirdi. Excel-VBA'nın birlikte sunduğu özellikler, dersi çok sevilen bir seçimlik ders haline getirince, 2013 yılında zorunlu ders olarak ve yedinci yarıyilda yerini aldı. 2001-2011 yıllarında Başkent Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde verdiğim aynı içerikteki ders, ilk zorunlu Karar Destek Sistemleri lisans dersi olma özelliğini taşımaktadır. Yirminci yılını doldurmaya hazırladığım Karar Destek Sistemleri dersimin içeriği ve uygulamaları bu kitaba malzeme veya esin kaynağı olmuştur. Elinizdeki bu kitabı, lisans düzeyinde bir eğitime yönelik ülkemizde hazırlanıp yayınlanan ilk ve özgün Karar Destek Sistemleri kitabı olma özelliğini de taşımaktadır.

Kitabın birinci bölümünde yönetim sistemleri ve karar destek sistemlerine ait öne çıkan temel kavram, terim ve tanımların verilmesi hedeflenmiştir. Kitabın ikinci bölümünde çok-önlüklü ve çok amaçlı karar problemlerine yönelik yöntemler ve tanıtılmıştır. Kitabın üçüncü bölümünde karar destek sistemlerinin geliştirilmesinde işlemtablosu programlamanın sunduğu teknolojik olanaklara yer verilmiştir. Kitabın dördüncü bölümünde işlemtabloları ile modelleme ve eniyileme konusu, beşinci bölümünde ise optimizasyon-yönelimli karar destek sistemleri ele alınmıştır. Veri-yönelimli karar destek sistemleri ve analistik sistemler kitabın altıncı bölümünü oluşturmaktadır. Benzetim-tabanlı karar destek sistemleri yedinci bölümde ve zeki karar destek sistemlerine ilişkin temel bilgiler sekizinci bölümde sunulmuştur. Olabildiğince tüm konularda örnek ve uygulamalara yer verilmiştir. Ancak bir düşünürün dediği gibi *bilmeniz gerekenlerin sonuna ulaştığınızda, duyumsamanız gerekenlerin başında olacaksınız.*

Güzel ülkemizin insanların rasyonel karar verme yeteneğine yapılacak her katkı anlamıdır. Bununla birlikte, geleceğin yöneticilerinin, karar destek sistemlerinin sunduğu olağanüstü katkının farkında olmalarını sağlamak, tek başına, tüm bedellerin üstünde bir değere sahiptir.

Editör

Prof.Dr. Muzaffer KAPANOĞLU

1

Amaçlarımız

- Bu üniteyi tamamladıktan sonra;
- 🕒 YönetSEL karar sürecini ve aşamalarını tanımlayabilecek,
 - 🕒 Karar destek sistemlerini tanımlayabilecek,
 - 🕒 Karar destek sistemlerini türlerine göre sınıflayabilecek,
 - 🕒 Karar destek sistemleri ile diğer bilgi sistemlerini birbirinden ayırt edebilecek bilgi ve becerilere sahip olabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Karar
- Problem
- Akılçι (Rasyonel) Karar
- Bilinçli Karar
- YönetSEL Karar Verme
- Kararın Karmaşıklık Düzeyi
- Yapılandırılmış Karar Problemi
- Kısmen-Yapılandırılmış Karar Problemi
- Yapılandırılmamış Karar Problemi
- Amaç
- Hedef
- YönetSEL Düzeyler
- Bilişsel Kapasite
- Karar Destek Sistemi (KDS)
- Azaltılmış Hiyerarşik Derinlik
- Dağıtık Karar Verme
- Karar Verici
- Model Yönetimi
- Veri Yönetimi
- Diyalog Yönetimi
- Karar Verici Profili
- İletişim-Yönelimli ve Grup KDS
- Veri-Yönelimli KDS
- Belge-Yönelimli KDS
- Yöntembilgisi-Yönelimli KDS
- Model-Yönelimli KDS

İçindekiler

Karar Destek Sistemleri

Karar Destek Sistemleri:
Temel Kavramlar

- 
- GİRİŞ
 - YÖNETSEL KARAR SÜRECİ
 - KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TANIMI, BİLEŞENLERİ VE YARARLARI
 - KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI
 - VERİ İŞLEMEDEN KARAR DESTEK SİSTEMLERİNE GEÇİŞ

Karar Destek Sistemleri: Temel Kavramlar

GİRİŞ

“21’inci yüzyılın cahilleri, okuma yazma bilmeyenler değil, yanlış ögrenereklerini unutamayan, yeniden öğrenmeye, değişime ve dönüşüme açık olmayanlar olacaktır.” Alvin Toffler

İşletmeler, amaç gözeten paydaşlıklardır. Kuruluş amaçları doğrultusunda, hedefler tanımlar ve işletmenin sahip olduğu varlıklarını hedeflere erişme yolunda değerlendirdir ve yönlendirirler. Bu bağlamda amaç, işletme faaliyetlerine yön çizerken (kar enbüyüklemek, maliyet enküçüklemek gibi), hedef bu yönde bir planlama dönemi içinde varılmak istenilen bir noktaya karşı gelir. Örneğin, kár enbüyükleme amacıyla sahip bir işletmenin 2016 yılı hedefi 150 milyon TL’lik bir kár düzeyine erişmek olabilir. Hedeflere erişme iradesi, kurumsal ve bireysel bir dizi kararlar almayı gerektirir. Söz konusu kararların doğru ve zamanlı olması işletme yönetiminin başarısı için bir önkoşul olup yönetim kapasitesinin en önemli unsurudur. Doğru ve zamanlı karar verme koşulunu yerine getirebilmek için, karar vericilerin bireysel karar verme yeti ve yeteneklerinin, yönetim biliminin ve karar kuramlarının ürünü olan yöntemlerle buluşturulması sağlanmalıdır. Söz konusu yöntemler genellikle işletme içi ve dışı güncel bilgilere sistematik olarak ihtiyaç duyarlar. Yine bu yöntemlerin bir kısmının karar sürecinde kullanılması, bilgisayarların bilgi işleme ve hesaplama kapasitelerinden yararlanılmaksızın düşünülemez.

Problem, beklenenle gerçekleşen arasındaki farktır.

Karar verici ve yönetici terimleri bu kitapta eş anlamlı olarak kullanılacaktır.

DİKKAT

İşletmelerin içinde bulunduğu sürekli değişen rekabet koşulları, karmaşıklaşan yonetisel **problemler**, değişikliklere hızlı yanıt verebilme ve yenilikçi yaklaşımlara duyulan arzu, karar vericiler ve karar süreçleri üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Küreselleşme, tüketici beklentileri ve yasal düzenlemelerin etkileri de düşünüldüğünde hissedilen baskılar aynı zamanda ve aynı oranda fırsatlara da zemin hazırlamaktadır. Sahip olduğu yönetici ve karar vericilerinin rasyonel ve bilimsel karar verebilme yeteneklerini, karar yöntemleri ve karar teknolojileri ile buluşturabilen işletmelerin sürdürülebilir bir rekabet üstünlüğüne sahip olacakları açıklar. Yani sıra, endüstri devrimi sonrası ortaya çıkmaya başlayan azaltılmış hiyerarşik derinlik ve dağıtık karar verme zorunluluğu ve olanağı, yaratılmak istenilen üstün işletme yeteneğinin ancak bireysel karar verme süreçlerinin doğru desteklenmesi ile işletme başarısına ve iş fırsatlarına dönüşeceğini göstermektedir.

Artan küresel rekabet karşısında, işletmelerin başvurabileceği bir dizi kurumsal çözüm arasından ilk akla gelenler olarak aşağıdakiler sayılabilir.

- Stratejik planlama kullanma,
- Yeni ve yenilikçi iş modelleri kullanma,
- İş süreçlerini yeniden yapılandırma,
- İşletmeler arası dayanışmalara katılma,
- Şirket bilgi sistemlerini geliştirmeye,
- Ortaklık ilişkileri geliştirme,
- Yenileme ve yaratıcılığı yüreklendirme,
- Müşteri hizmet ve ilişkilerini geliştirmeye,
- Elektronik ticarete geçme,
- Sipariş ve isteme göre üretim ve hizmet,
- İletişim, veri erişimi ve işbirliği için yeni IT kullanımı,
- Rakiplerin planlarına çevik karşılık verme (fiyat, promosyon, yeni ürün ve servisler),
- Beyaz yakalılara yönelik otomasyon,
- Bazı kararları, özellikle müşteri tarafındakileri, otomasyona dönüştürme,
- Karar vermeyi geliştirme.

Günümüz dünyasında, yöneticilerin sezgileri çok kıymetli olmakla beraber bir işletmeye başarıya götürmek için yeterli değildir.

Birtilen çözüm önerilerinin birçoğu doğrudan veya dolaylı olarak işletmenin bilinçli karar verebilme konusunda geldiği düzeye iliskilidir. Bu kurumsal çözümlerin yaşama geçirilmesinde işletmelerin de en azından *tepkisel (reactive)*, mümkünse ilk fıratta ve olağandığince *öngörüsel (anticipative)* ve *ön-hazırlıklı (proactive)* karar yapılanmaları içinde olmaları önerilir.

YÖNETSEL KARAR SÜRECI

Yönetsel karar verme,
seçenekler arasından birinin
bilinçli ve akılçılık olarak
seçilmesidir.

Her işletme kuruluş amaçlarına uygun hedeflere erişmek, paydaşlarının bekleyenlerini karşılamak ve/veya rekabet üstünlüğü sağlayacak bir takım fırsatları yakalamak ister. Bu bekleyenlerin gerçekleştirilmesi planlı veya plansız işletmenin faaliyet alanına yönelik eylemlerle gerçekleştirilebilir. Planlı veya plansız eylemlerin tamamı açık veya örtük olarak bir veya bir dizi karar problemine işaret eder. Karar (decision) en basit hali ile bir dizi eylem seçenekleri arasında birinin tercihi iken, **yönetsel karar** bu seçimin *bilinçli* ve *akılçılık* olarak yapılmasını öngörür. *Akılçılık karar*, yönetsel amaçlar doğrultusunda seçeneklerin oluşturulmasını, anahtar başarı ölçütlerine (criteria) göre değerlendirilmesini ve her bir seçenekin ölçülebilen bütünlük faydalardan hareketle amaca en uygun olan seçenekin belirlenmesini gerektirir. *Bilinçli karar (informed decision)* ise kararı, karar sürecini ve/veya karar modelini etkileyebilecek veri ve bilgilere olabildiğince eksiksiz sahip olarak verilen karara işaret eder. Kurumsal amaçları gözterek akılçılık ve bilinçli karar verme yöneticilerde aranan özelliklerin başında gelir.

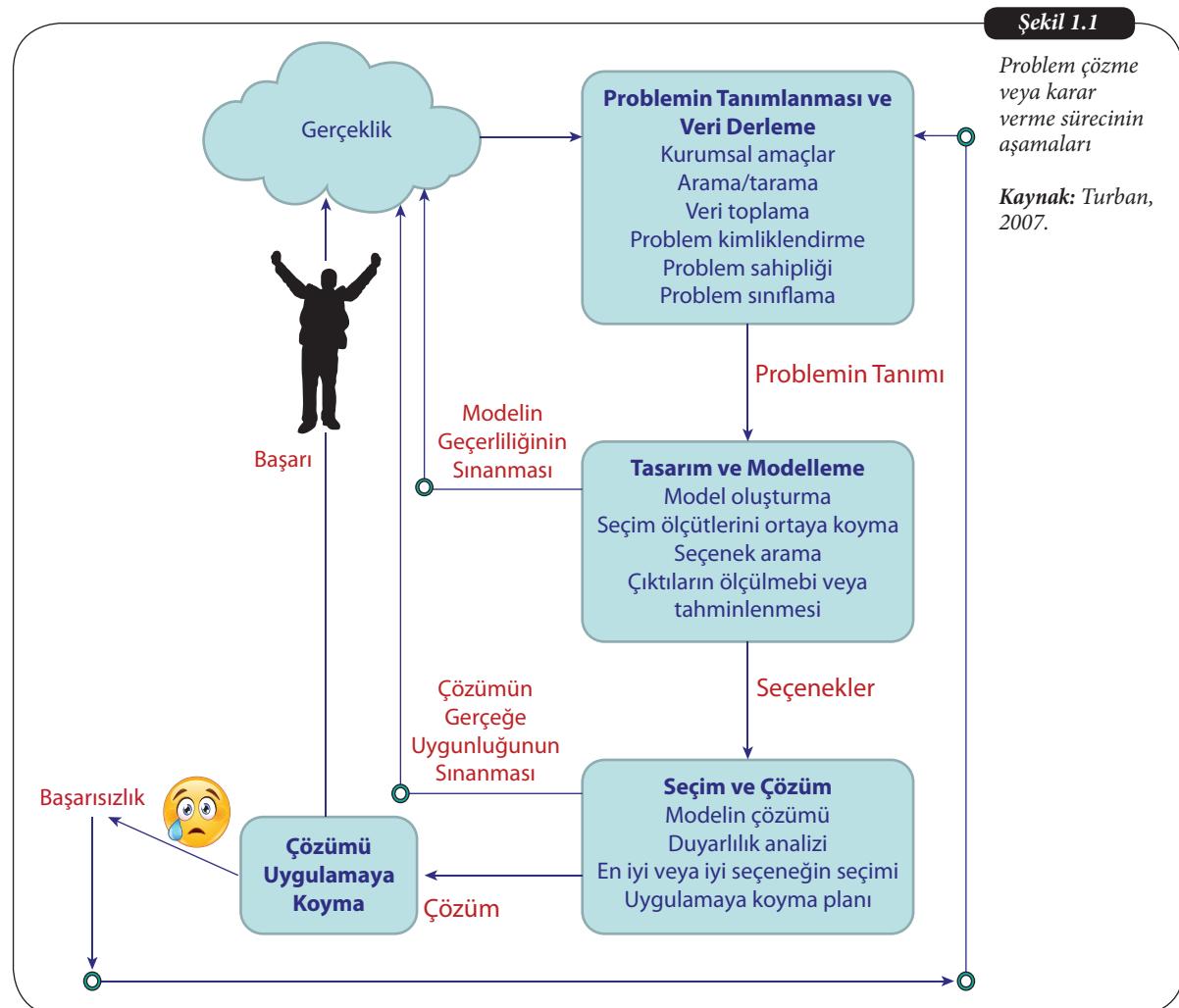
Yönetsel karar problemi süreci; problemin tanımlanması, modellenmesi, seçim ve uygulama olmak üzere dört aşamada incelenebilir (Şekil 1.1):

- (i) *Problemin tanımlanması ve veri derleme:* Bu aşama problemin fark edilmesi ve problem hakkında bilgi derleme aşamasıdır. Problemin varlığının tespiti, anlaşılması, mümkünse sınıflandırılması gibi analitik çalışmalarla yer verilir. Problemin belirtileri ile gerçek problem ayrimı yapılmalıdır. Örneğin ara stokların fazlalığı, kendisi bir problem olabileceği gibi malzeme aktarma sisteminin başarısızlığının bir sonucu da olabilir.
- (ii) *Tasarım, Analiz ve Modelleme:* Problemin kontrol edilebilir değişkenlerinin ve kontrol dışı parametrelerinin belirlenmesi ve aralarındaki ilişkilerle yönetelik bekleyenler ve eylem seçeneklerini temsil eden bir model ile ifade edilmesidir. Modelleme bir yerde problemin laboratuvar ortamına aktarılması gibi düşünülebilir. Yönetim bilimi, yönetmelik araştırması ve karar modellerine özgü yaklaşımardan yararlanılır. Model, gerceği temsil eden çözümlerin etkin bir şekilde türetilmesine yardımcı olur.

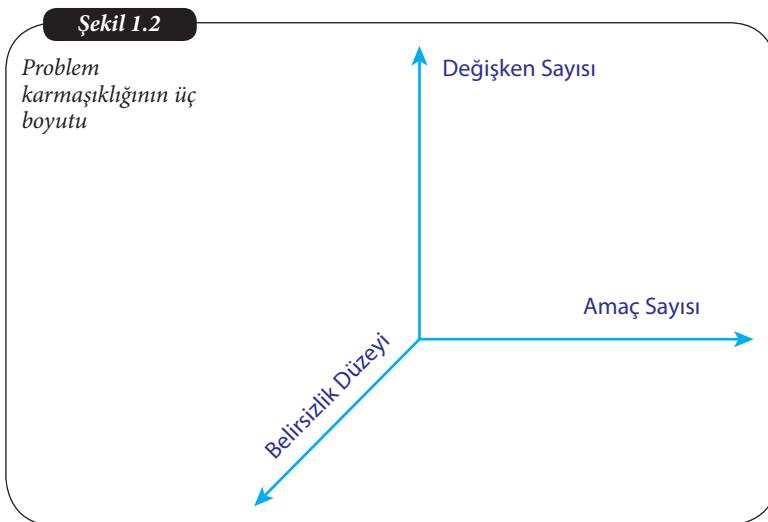
- (iii) *Çözüm ve Seçim*: Modelden elde edilen çözümlerin değerlendirilmesi aşamasıdır. Olurlu eylem seçenekleri arasından en iyi veya yeteri kadar iyi bir çözüm belirlenir.
- (iv) *Uygulama*: Çözümün uygulamaya dönüştürülmesi aşamasıdır. Bu aşamalardan ilk üçü yönetsel karar vermenin adımları iken, dördüncüsü eklendiğinde yönetsel bir problemi cozmeye ifade eder.

Karar verme sürecinin aşamalarının izlenmesinde gösterilen dikkat, titizlik ve nesnelik bir kararın doğru verildiğini gösterir. Sonuçta bir başarısızlık olmasa kararın yanlış bir seçim yapıldığı anlamına gelmeyebilir; çünkü bir karar kontrol edilebilir ve edilemeyen bileşenlerden oluşur. Örneğin, milyonda bir kazanma şansınızın olduğu bir piyango biletinden ₺1 verip bir adet almanız rasyonel bir karar değildir. Çünkü beklenen kazanç sıfır yakındır. Aldığınız piyango biletine ikramiye vurması, "bilet alma" kararınızı doğrulamaz.

İyi sonuçlanmış bir karar, kararın doğru verildiği anlamına gelmez.



Söz konusu dört aşamanın her biri, karar vericinin yüzleşmek zorunda kalacağı bir karmaşıklık düzeyine sahiptir. Bir problemin modellenebilmesi onun iyi analiz edildiği veya iyi anlaşıldığından bir göstergesidir. Ancak ele alınan bir problemin matematiksel olarak veya benzetimle modellenmiş olması dahi onun karmaşık bir problem olmadığını göstermez. Modellenebilir ve özdeş yapısal özelliklere sahip bir kararın karmaşıklık düzeyini belirleyen en önemli üç etmen veya boyut şunlardır: (i) Amaç, hedef veya kriterlerin sayısı, (ii) eylem seçeneklerinin veya karar değişkenlerinin sayısı ve (iii) modelin içeriği belirsizliğin düz-

Şekil 1.2

sinimlerine göre yapılan sınıflamalardan biri de problemin yapılandırılabilme özelliğine dayalıdır. Bu sınıflamada karar problemleri, *yapılandırılmış* (structured), *kısmen-yapılandırılmış* (semi-structured) ve *yapılandırılmamış* (unstructured) olarak adlandırılır. Yapılandırılmış (structured) kararlar, bir problemin yönetsel beklenilere uygun olarak bir çözüm yöntemi veya algoritmasına kavuşturulabileceği durumlar için kullanılır.

ÖRNEK 1

Bir banka memurunun gelen müşterinin hangi işlem için ne yapması gerektiğine ilişkin gündelik kararları, yapılandırılmış bir probleme işaret eder. Müşterinin işlemi para yatırma ise, bunun için uygulanacak adımlar bellidir. Bu işlemler tüm banka personeli tarafından aynı şekilde yürütültür. Yapılandırılmış problemler, karar otomasyonuna yani otomatik karar vermeye uygun problemlerdir. ATM (Automated Teller Machine) denen ve bazı bankacılık hizmetleri sunan kiosklar bunun en basit örneğidir. Tekrarlı işlemleri genellikle bir dizi kural yardımıyla gerçekleştiren karar destek sistemlerine otomatik karar sistemleri (*automated decision systems*) veya karar otomasyon sistemleri (*decision automation systems*) denir. Kredi onaylama, uçak bilet fiyatlandırma bu sistemlere örnek olarak verilebilir.

Kısmen-yapılandırılmış problemler, karar vericinin *yargısına* gereksinim duyulan kararlardır. Karar verici, probleme ilişkin birçok bilgiye erişilebilir, betimsel ve kestirimci analitikten yararlanabilir ve karar analitiği uygulayabilir. Tüm bu çalışmalar problemin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olmakla beraber, problemin çözüme kavuşturulması ancak bir veya bir grup karar vericinin değerlendirmesiyle sonuçlanır. Karar destek sistemlerinin en başarılı ve yaygın örneklerini kısmen-yapılandırılmış karar problemleri arasında bulmak mümkündür.

ÖRNEK 2

Örnek 1'deki banka memurunun veznesine, hesabından yüklü miktarda döviz çekmek isteyen bir müşterinin geldiğini varsayalım. Banka memurları günlük çekilebilecek döviz miktarları konusunda önceden bilgilendirilmiş olduklarıdan böyle bir isteği yerine getiremez. Konuyu en yakın yöneticiyle, örneğin şube müdürü ile görüşür ve onun yönlendirmesi ile hareket eder. Banka müdürininin yargısı problemin çözümü için gereklidir.

Yapılandırılmamış problemler ise tümüyle karar vericinin yargısına bırakılmış problemlerdir. Uygulanacak analizlerin neler olması gerektiği, karar seçeneklerinin nasıl türetilceği, hangi seçeneğin hangi bekleniyi ne düzeyde karşılayacağı konusundaki değerlendirilmeler tümüyle karar vericinin deneyim, birikim ve tercihlerine göre şekillenir.

Şekil 1.2'de modellenmiş bir karar probleminin karmaşıklığının boyutları verilmektedir. (i) ve (ii) ile kastedilen son derece açıkta. Belirsizlik düzeyi, modelleme esnasında yapılan varsayımlar ve soyutlamaların niteliğine bağlıdır. Örneğin, parametrelerin değerlerinin kesin (deterministik) olarak bilinmesi halinde belirsizlik olabilecek en düşük düzeydedir. Bazı parametre değerlerinin stokastik veya olasılıklı olması durumunda ise belirsizlik düzeyi artacaktır.

YönetSEL problemler kendi aralarında farklı ölçütlerle göre sınıflandırılmaktadırlar. Karar sürecinin gerekliliklerine göre yapılan sınıflamalardan biri de problemin yapılandırılabilme özelliğine dayalıdır. Bu sınıflamada karar problemleri, *yapılandırılmış* (structured), *kısmen-yapılandırılmış* (semi-structured) ve *yapılandırılmamış* (unstructured) olarak adlandırılır. Yapılandırılmış (structured) kararlar, bir problemin yönetsel beklenilere uygun olarak bir çözüm yöntemi veya algoritmasına kavuşturulabileceği durumlar için kullanılır.

Banka örneğinden devam edersek, ünlü ve zengin bir işadamı yükli miktarda parasını bu bankaya yatırmak üzere gelmiş olsun. Ancak bunun karşılığında geçerli faiz oranının tam iki katının kendi hesabına uygulanmasını istesin. İşadamanın yatırmayı planladığı paranın hacmi ve olumlu şöhretinin bankaya reklam etkisi yapabileceğini düşünen banka müdürü yapılandırmamış bir probleme karşı karşıyadır. Ya problemi kendisi risk alarak çözecek ya da üst yönetime danışacaktır. Kararın olumlu veya olumsuz olmasının sonucunu ortaya serecek bir algoritma veya yöntemden yardım alması çok güç veya olanaksızdır.

ÖRNEK 3

İşletme ortamında, teknik, taktik ve stratejik yönetim düzeylerinin her birinde yukarıdaki üç problem türü için de örnekler bulunabilir (Tablo 1.1).

		YönetSEL DÜZELY		
		Teknik	Taktik	Stratejik
Problem Türü	Yapilandırılmış	Muhasebe	Bütçe	Finansal Yönetim
	Yarı-Yapilandırılmış	Üretim çizelgeleme	Kredi başvurusu değerlendirme	Kalite güvence planları, yeni bir fabrika kurma
	Yapilandırılmamış	Yazılım satın alma, Reklam yüzü seçimi	Pazarlık etme, Yönetici alımı	Ar-Ge planlama, Yeni teknoloji geliştirme

Tablo 1.1
Yapısına ve yönetsel düzeyine göre problem örnekleri

Kaynak: Turban 2007'den yararlanılmıştır.

Tablo 1.1'i de inceleyerek kendi yaşamınızdan ve çevrenizdeki kurumlardan her bir problem türü için birer örnek veriniz.



SIRA SİZDE

KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TANIMI, BİLEŞENLERİ VE YARARLARI

YönetSEL bir karar vermek durumunda kalan yönetici veya karar vericiler, öncelikle kendi bilişsel (cognitive) kapasiteleri (zekâ, aldığı eğitim, sahip olduğu deneyim ve birikim yanı sıra sezgileri ve sağduyu) içinde konuyu değerlendirirler. Karar problemlerinin güç, karmaşık, kapsamlı veya eşsiz olabilmeleri, bunların çözümünden sorumlu yöneticilerin bilişsel sınırlarının ötesine geçmelerini gerektirir. Yöneticileri, bilişsel sınırlarının ötesine geçirecek yollardan ikisi şunlardır:

- Uygun karar yöntemlerini kullanmak,
- Bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin sunduğu olanaklardan yararlanmak.

Bu kitapta bilgisayar ve bilgi teknolojilerinin, işletmelerdeki yönetSEL yükümlülüklerin desteklenmesinde nasıl kullanılabileceği üzerinde durulacaktır. Söz konusu teknolojiler, işletmelerin stratejilerinin, başarılarının ve rekabet yeteneklerinin önemli bir parçası haline gelmişlerdir. Bahsedilen teknolojiler, yöneticilerin bilişsel yeteneklerini karar destek sistemleri ile buluşturarak, işletmelerin analitik kapasitelerini ve kurumsal zekâlarını geliştirirler.

Karar destek sistemleri, şemsiye bir terimdir. Bir kararın kalitesini artırmak üzere geliştirilmiş, bir karara veya karar vericiye ve onun bekentilerine göre yapılandırılmış bilgi sistemlerini ifade etmek için kullanılır. Bu yüzden evrensel bir ortak tanımından söz edilemez. KDS'leri, ilk tanımlarda yarı-yapilandırılmış veya yapılandırılmamış problemlerde karar vericilerin yönet-

sel kararlarını desteklemeye yönelik herhangi bir bilgi sistemi olarak ifade edilmiştir. Nitekim, KDS karar vericilerin karar verme kapasitelerini geliştirmek ve genişletmek için kullanacakları *tamamlayıcılar* olup, karar vericilerin yerini tutmaları beklenemez. KDS'ye konu olacak kararların *yargı* gerektirmesi veya algoritmalar ve yöntemlerle tümüyle çözülemiyor olması gereklidir. Bazı kaynaklara göre KDS bir bilgi sistemi olarak aşağıdaki özelliklere sahiptir (Turban, 2007).

1. Bilgisayar-tabanlıdır,
2. Çevrimiçi ve karşılıklı etkileşimlidir,
3. Grafiksel ve görsel çıktı yeteneği vardır,
4. Web sunucusu ve web tarayıcısı desteklidir.

Bu kitap kapsamında bir karar destek sistemi aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

- i. Bir karar sürecinde yer alan modelleri kur'an ve/veya çözen,
- ii. Bu modellerde kullanılacak veri, bilgi, parametre ve göstergeleri, eğer var ise, veri ambarı, veri marketi ve veritabanlarından bulup çıkarın,
- iii. İç ve dış bilgi kaynaklarında olmayan bilgileri ise işletme analitiğinden yararlanarak kendi hesaplayan,
- iv. Karar vericinin bilişsel kapasitesi ile yönetim biliminin ve yöneylem araştırmasının yöntem, model ve algoritmalarını, karar ve fayda kuramı ile bir arada değerlendirmesine olanak veren,
- v. Kararın kalitesine katkıda bulunmak amacıyla tasarlanmış bir bilgi sistemidir.

İmalat ve üretim sektörlerinin yerini servis ve yönetmeliğ-i odaklı sektörlerle bırakmakta olduğu endüstri-sonrası dönemin bazı özellikleri karar destek sistemlerinin önemini artırmaktadır. Bunlar:

1. Azaltılmış hiyerarşik derinlik,
2. Dağıtık karar verme,
3. Yönetmeliğ-i gerektiren işlerdeki artış.

Azaltılmış hiyerarşik derinlik, probleme yöneticiler arasındaki mesafeyi kısaltarak daha etkin ve çevik çözümlerin önünü açmıştır. *Dağıtık karar verebilme*, hiyerarşik derinliğin azaltılabilmesi için kazanılması gereken bir kurumsal özelliklektir. Problemin kaynağına en yakın kişilerin karar süreçlerine katkı yapabilmesine olanak sağlar. *Yöntembilgisi gerektiren işlerdeki artış* ise yönelsel yetileri gelişmiş beyaz yakalı personelin ağırlıkta olacağı iş ortamlarına işaret etmektedir. Bilgi çağının bu üç özelliği, karar vermenin yaygınlaşacağı ve KDS'lerinin karar vericilerin ve karar süreçlerinin vazgeçilmez bir yardım aracı olacagına işaret etmektedir.

Karar Destek Sistemlerinin Özellik ve Yetenekleri

Karar destek sistemleri, yönetim bilimi ve karar kuramı ile bilgi teknolojilerini buluşturan özel amaçlı bir bilgi sistemidir. KDS'leri, karar verici ve yöneticilerin bilgi gereksinimini gidermeyi vazgeçilemez ve birincil bir tasarım ve geliştirme amacı olarak benimsememiş olan bilgi sistemleridir. Ancak, diğer bilgi sistemlerinden farklı olarak KDS'ler, karar vericilerin karar verme sürecine yönelik tüm beklentilerini her yönüyle ön planda tutarlar. Bu yönüyle bilgi teknolojileri ve bilgisayar bilimlerinden çok; yönetim bilimine, yöneylem araştırmasına ve karar kuramına yakındır. İşlevi çok net tanımlıdır: Karar sürecinde karar vericiyi desteklemek. Karar vericinin yerine karar vermesi beklenmemekle beraber, tam da bunu gerçekleştiren karar destek sistemleri ile de karşılaşılabilir. İşlevinin bu denli net olmasına karşın, bu işlevin nasıl gerçekleştirileceği konusunda, hem karar vericilerin beklentilerinin farklı olması, hem de karar problemlerinin her birinin kendine özgü yapısı sebebiyle, yaygın ortak özelliklerini listelemekle yetineceğiz:

1. Karar destek sistemleri *yapılmalıdırası güç* karar problemleri için kullanılır.
2. Karar vericinin yerine karar vermek için değil, karar vericinin karara varmasını sağlamak için vardırlar.

KDS'leri karar vericilerin bilgi işleme ve saklamasındaki bilişsel (cognitive) sınırlarının üstesinden gelmede karar vericilere yardımcı olabilir.

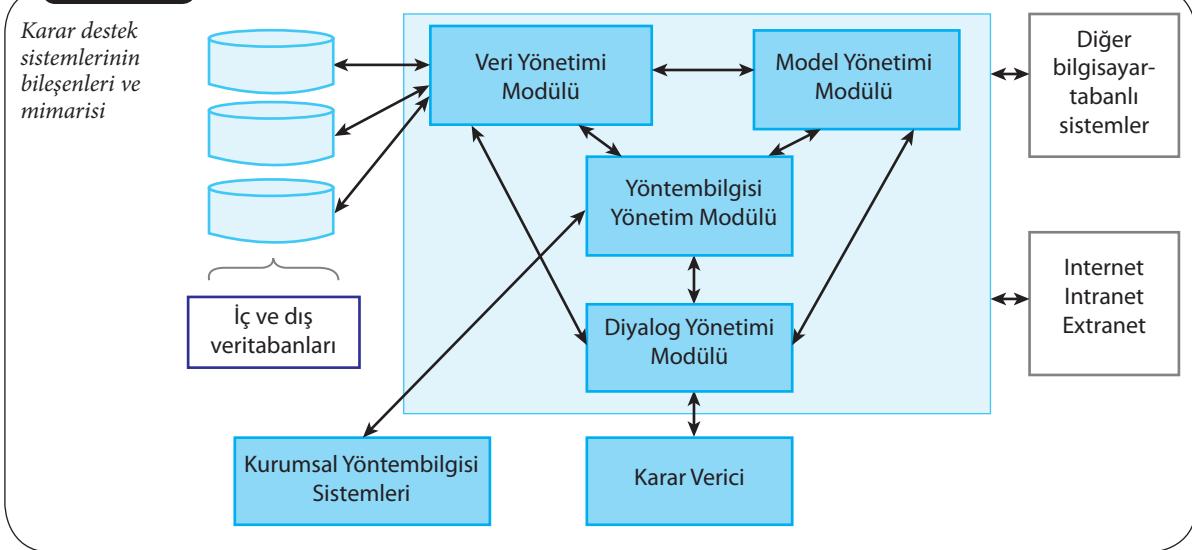
3. Karar verme sürecinin baştan sona tüm aşamalarında yer alabilirler.
4. Kararın düşük maliyetle veya daha çabuk verilmesi için değil, doğru verilmesi için geliştirilirler.
5. Karar vericinin denetimi altındadırlar, yardımcı personel gerektirmemesi tercih edilir.
6. Karara ilişkin bazı model ve algoritmaların kullanımına olanak sağlarlar.
7. Bir tür veritabanına sahiptirler.
8. Karar vericilerin problemi daha iyi anlama ve öğrenmelerini kolaylaştırırlar.
9. Kullanıcı-dostu ve karşılıklı etkileşimlidirler.
10. Evrimleşerek geliştirilir ve iyileştirilirler.
11. Tüm yönetim düzeylerine destek sağlarlar.
12. Tekli ve çoklu, bağımlı ve bağımsız veya ardışık-sıralı karar vermeye yönelik olabilirler.
13. Birey, grup ve takım-tabanlı karar vermeyi desteklerler.
14. KDS'lerin özellikleri ve kapasiteleri Şekil 1.3'te toplu bir şekilde sunulmuştur.



Karar Destek Sistemlerinin Bileşenleri ve Mimarisi

Karar destek sistemlerinin genel olarak 5 bileşeni vardır. Şekil 1.4'te mimari yapısı ile birlikte gösterilen bu bileşenler aşağıda sıralanmıştır:

1. Karar verici
2. Model yönetimi modülü
3. Veri yönetimi modülü
4. Diyalog yönetimi modülü
5. Yöntembilgisi yönetimi modülü

Sekil 1.4

Karar Verici

Bir işletmede karşılaşılan problemlerin pek çoğu çelişen amaçlar gözetilerek çözümlenir. Örneğin, bir üretim planı hazırlanırken hem gelir enbüyüklemek, hem de maliyet enküüklemek gibi iki çelişen amaç olabilir. Bu örnekte gelir enbüyüklemek bir işletmenin üç vardiya çalışmasını gerektirebilirken, üretim maliyetlerinin enküüklenmesi açısından ikinci ve üçüncü vardiyanın getireceği ek işgücü maliyetlerine katlanmak uygun olmayacağındır. Öte yandan, bir yatırım kararı alırken yatırımin geri dönüş hızı kadar likidite ve risk gibi çelişen amaçların bir arada değerlendirilme zorluluğu vardır. Kurumsal kararların coğulluğu gruplar tarafından verilir. Grup üyelerinin üstlendikleri rol doğrultusunda çelişen amaçlara sahip olmaları doğaldır. Bu grubun üyelerinin bilişsel tarzlarına, kişilik türlerine ve karar verme biçimlerine bağlı olarak çatışan, tamamlayıcı veya geliştirici bir grup yapısı ortaya çıkacaktır.

Karar verici, KDS'nin en önemli bileşeni ve problemin gerçek sahibidir. Karar destek sistemini kendisi kullanabilecegi gibi KDS'nin kullanımı konusunda uzmanlardan da yardım alabilir. Karar vericilerin problemleri ele alma ve değerlendirmedeki kendilerine özgü tarzlarına karar verici profili denir. Bir karar vericinin profili, onun bireysel ve yonetisel özelliklerinin toplamıdır. Karar destek sisteminin tasarım ve geliştirilmesinde karar probleminin ne olduğu kadar karar vericinin profili de göz önüne alınmalıdır. Her karar vericinin karar desteğinden anladığı ve beklediği katkılardan benzerlik ve farklılıklar içerebilir. Bu bağlamda karar vericilerin profilinden bahsetmek gerekmektedir. Karar vericilerin bir kısmı belirsizlikten rahatsız olurken, diğer bir kısmı belirsizlikleri fırsatların kaynağı olarak görebilir. Yapılandırılmış ve yapılandırılmamış problemlerle çalışmaktadır hoşlanan yöneticilerin taşıdığı özellikler farklıdır. Bazı karar vericiler, analiz yapmaktan, veri kullanmaktan hoşlanırken, diğer bazı yöneticiler analiz yerine toplantılar ve görüşmelerle karar vermeye yatkın olabilirler. Kararlarında insancıl değerlere önem veren karar vericilerin yanında, daha katı ve kuralçı olan yöneticiler de olacaktır. Kisacası karar verici, önceden belirlenmiş standart özelliklere sahip biri değildir. Her karar verici profilinin çok başarılı olabileceği yonetisel alanlar vardır. Önemli olan ilgili yönetim pozisyonuna uygun olan karar verici profilinin doğru belirlenmesidir. Karar vericilerin yonetisel özellikleri itibarıyle sınıflamasını yapan çok çalışma vardır. KDS açısından asıl yapılması gereken, ilgili karar vericinin bekleyicilerini doğrudan alarak bir sistem ortaya koymaktır. Karar probleminin ne tür bir karar verici tarafından verilmesinin daha doğru olacağı belli ise o halde KDS

geliştirilirken bu potansiyel karar verici profiline uygun bir çalışma ortaya konmalıdır. Bir KDS'nin başarısı karar vericinin kararlarını alırken ve aldıktan sonra hissettiklerine bağlı olup, kolayca niceliksel olarak ölçülemez.

Bir karar vericinin diğerlerinden farklı olmasının ardından, yaradılışlarından gelen ve sonradan edinilen bir dizi faktör rol oynamaktadır. Bunlar arasında algılaması, bilişsel tepkileri, değer ve inançları, öncelikleri, huyu, alışkanlıklarını, karakteri ve kişisel ve kültürel vurguları sayılabilir.

Tablo 1.2'de karar vermede kullandıkları yaklaşılara göre karar vericiler dört sınıfa ayrılmışlardır. Kararlarını verirken akıl yürütme ve mantığa ağırlık verme, temel değer yönelikiminin bir ucu olarak göz önüne alınmıştır. *Analizci* ve *kuralcı* yöneticiler, akıl yürütme ve mantık yönelikli iken, *yaratıcı* ve *insancıl* yöneticiler akıl danışma ve görüş almaya ayrı bir önem vermektedirler. Analizci ve kuralcı yöneticiler, görevin gereklerini önemserken, yaratıcı ve insancıl yöneticiler, bir duygudaşlık (empati) ile meselelere yaklaşıp çalışanların motivasyon ve beklenelerini de göz önüne alırlar. Buna karşın analizci, ve yaratıcı yöneticiler karmaşık problemlerde fırsat ararken, kuralçı ve insancıl yöneticiler belirsizliklerden kaçınırlar. Tablo 1.2'yi yakından inceleyerek bu örnekleri çoğaltmak mümkündür.

		DEĞER YÖNELİMİ	
		Mantıksal	İlişkisel
Yapilandırılmış Yapilandırma İhtiyacı	Karmaşık Belirsizliğe Karşı Tolerans	ANALİZCİ (Analiz-merkezli) <ul style="list-style-type: none"> Problem çözmekten hoşlanma Optimal peşindi koşma Denetim üzerine yönelik Büyük hacimde verilerle çalışma Çeşitlilikten hoşlanma Yenilikçi Analyze büyük önem verme 	YARATICI (Düşünce-merkezli) <ul style="list-style-type: none"> Başarı yönelikli Geniş açıdan bakabilen Yenilikçi İnsancıl ve sanatçı Düzenli olarak yeni fikirler yaratma Geleceği öngören “Fikir Adamı”
	Yapilandırılmış Yapilandırma İhtiyacı	OTORİTER (Kural-merkezli) <ul style="list-style-type: none"> Sonuca bakar Atak ve aktif yaratılışa sahip Hızla reaksiyon veren Kurallara sıkı sıkıya bağlı Sezgilerine güvenen Sözlü iletişim kullanan 	İNSANCIL (Davranış-merkezli) <ul style="list-style-type: none"> Destekleyici ve ikna edici Empati yeteneği gelişmiş İyi bir iletişimci Toplantıları tercih eden Analizlerinde veri kullanımı az “Halk Adamı”
		Görev/Teknik	İnsan/Sosyal

Tablo 1.2
Karar verici profillerinin genel özellik ve öncelikleri

Kaynak: Marakas, 2003.

Parklı karar verme biçimleri ve karar verici profilleri düşünüldüğünde, bu karar vericilerin her birini tatmin edecek tek bir karar destek sistemi geliştirmek olanaksızdır. Veri ve modellerle boğuşmaya gönüllü analizci bir yöneticinin KDS'si, toplantı, iletişim ve işbirliğine meraklı insancıl bir yöneticinin KDS'sinden farklı olacaktır. Her birini kendi yönetsel yargılara göre değerlendirmelerinin gereksindığı bilgi türlerinin ortak paydası sınırlıdır. Bu bağlamda, KDS'leri yeni bir bilgi sistemi olmaktan çok, özel ve yeni bir transdisipliner (birçok bilim dalından yararlanmakla beraber onlardan farklı ve özgün yeni bir bilim dalı) bir alan olarak ortaya çıkmaktadır. Yani her karar vericinin sahip olmak isteyeceği karar desteği birbirinden farklı ve her biri kendince haklıdır. KDS'den beklenenlerin tam olarak karşılanması noktasında katkı sağlayabilecek bilim dallarının listesi hiç de kısa değildir. Bunlardan bazıları aşağıda listelenmiştir:

- Antropoloji,
- Bilgisayar bilimleri,
- Davranış bilimleri,
- Ekonomi,
- Felsefe,
- Fen bilimleri,
- Hukuk,
- İstatistik,
- İşletme analitiği,
- Karar kuramı ve analizi,
- Matematik,
- Mühendislik,
- Psikoloji,
- Siyasal bilimler,
- Sosyal psikoloji,
- Sosyoloji,
- Temel bilimler (biyoloji, kimya, fizik),
- Yönetim bilimi,
- Yöneylem araştırması.

DİKKAT



Bir karar destek sisteminin başarısı, onu kullanacak olan karar vericinin bekleyenlerine uygunluğu ile ölçülür.

Belirtilen bilim dallarının KDS'nin tasarımlı ve geliştirilmesine yansıtılabilmesi için karar vericilerin bekleyenlerini son derece iyi belgelendirmeleri gereklidir. Ancak karar sürecinde karar vericiler bazı tercihlerinde sezgilerine dayanırlar ki bu örtük (tacit) bir bilgi türüdür. Örtük bilgilerin tasarım sürecine katılması özel bir süreç gerektirir. Çoğu karar ve/veya karar verici böyle bir süreçte kendi zaman penceresinden dolayı izin vermez. Ayrıca bir karar vericinin karar destek sisteminden bekleyenler zamanla evrimleşir. Tasarım aşamasındaki bekleyenler ile kullanım sürecindeki bekleyenler farklılık gösterir. Bu hem karar vericinin hem de işletmenin öğrenebilme özelliğine işaret eder. Karar vericilerin KDS'nin tasarımda yer almaları, mümkün olabilecek durumlarda kişisel olarak geliştirebilecekleri ve kullanabilecekleri KDS'lerle çalışmaları karar kalitesine olumlu katkılar sağlar.

Siz nasıl bir karar vericiniz? Bunu belirlemek için “*Karar_Vericisi_Profil.pdf*” dosyasını karekod bağlantısından indirerek, belirlemeye çalışınız.



Model Yönetimi Modülü

İyi bir karar verici ele alacağı probleme uygun karar araçlarını, modelleri, algoritmaları, yönetim bilimi ve yöneylem araştırması yöntemlerini ve gerekli işletme analitiği araçlarını belirleyebilmelidir. Bir KDS'de analitik, benzetim ve optimizasyon araçlarından karar vericiyi yararlandırma işlevini *model yönetim modülü* yürütür. Karar vericinin kararın kalitesine katkısı öncelikle kullanacağı KDS'nin model yönetim modülünün tasarımda yaptığı tercihleriyle orantılı olacaktır.

DİKKAT



Alt sistem ve modül ifadeleri aynı anlamda kullanılacaktır.

Genel anlamda *model*; gerçeğin basitleştirilmiş, önemsiz veya gereksiz olduğu düşünen uzantılarından soyutlanmış olmasına karşın gerçeği yansıtma ve ifade etme yeteneğini kaybetmemiş bir gösterimdir. Gerçeğin basitleştirilmesi, karmaşıklığının giderilerek

problemin asıl bileşenlerinin görünür kılınması amacını taşır. KDS bağlamında ilgilenilen modeller *karar modelleri* olup, karara etki edebilecek etmenlerin ve karşılıklı etkileşimlerinin, kontrol edilebilir veya karar değişkenlerinin, kontrol edilemeyen değişkenlerin veya parametrelerinin yansıtıldığı görsel, matematiksel veya sembolik bir gösterimdir. KDS'ler, problemlerin analizi için her tür modelleme aracını kullanabilmektedir. Bunlar arasında matematiksel modeller özel bir yer tutmakla beraber yararlanılabilecek modellerden bazıları şunlardır:

- *Gerçekin ölçeklendirilmiş birebir taklidi, bir replikası olan ikonik modeller: İki boyutlu ikonik örnek olarak fotoğraflar, üç boyutlu için ise maketler verilebilir.*
 - *Gerceği birebir taklit etmekle beraber gerçek bir replikası olmayıp sembolik bir replikası olan modeller: Grafikler, örgüt şemaları, haritalar, animasyon, video ve filmler örnek olarak verilebilir.*
 - *Karar vericilerin problemi zihinlerinde canlandırdıkları şekliyle resmettikleri betimleyici özelliğe sahip mental modeller: Niteliksel ağırlıklı problemler için kullanılan grafiksel gösterimler olup, balık kilçığı diyagramına benzer, neden-sonuç ve risk ilişkilerini yansitan çizgeler örnek olarak verilebilir.*
 - *Matematiksel modeller: Gerçek bir sistemin matematiksel sistemlerle ifade edilmesidir. KDS'lerin en çok yararlandığı model türü bunlardır. Karar değişkenleri, parametreler, kısıtlar ve amaç fonksiyonundan oluşur. Yönetim bilimi, yöneylem araştırması, sayısal yöntemler ve karar modelleri alanlarında yaygın kullanımları vardır.*

Model yönetim sistemlerinin modelleri kullanmalarının altında yatan bazı gerekçeler sunlardır:

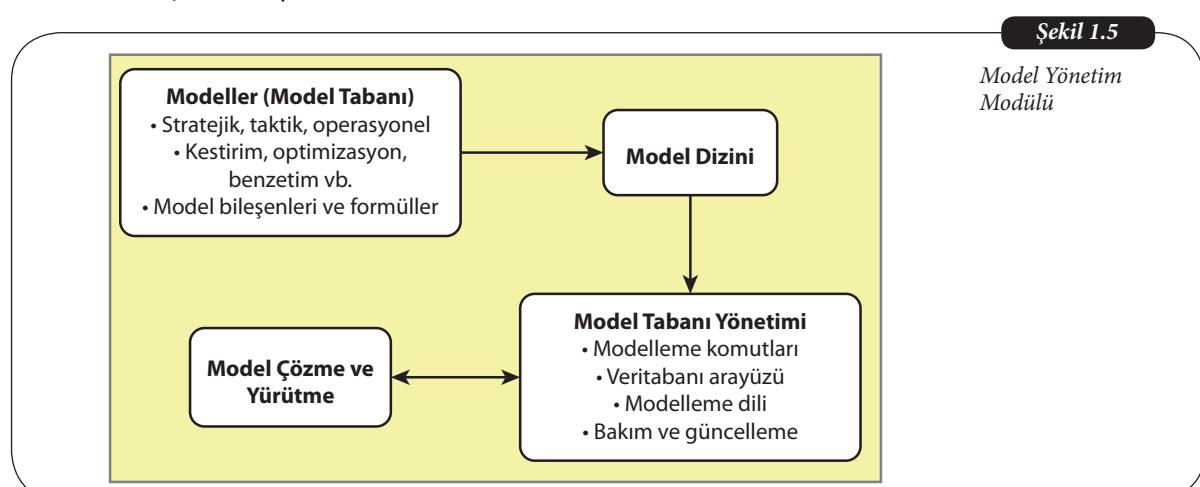
- Model üzerinde deneyleme yapmak, gerçeye göre çok daha kolay ve ucuzdur.
 - Gerçekte çok uzun sürecek bir işlem modellerle çok kısa zamanda çözülebilir.
 - Modeller üzerinde yapılacak hataların maliyeti gerçeye göre çok düşüktür.
 - Gerçek hayatı düşünülemeyecek kadar büyük boyutlu problemleri çözme yeteneğine sahiptir.
 - Modeller problemden öğrenmeye ve problemi anlamaya yardımcı olur.

- Modeller ve çözümlerini internet üzerinden bulmak ve yararlanmak

- Bir model yönetim modülü aşağıdaki

 - Model tabanı
 - Model tabanı yönetim sistemi
 - Modelleme dili
 - Model dizini
 - Modeli çözücü ve yürütücü

Sekil 1.5



Model Tabanı, ilgili karara ilişkin tüm modellerin saklandığı ortamdır. Modelleri çağırma, çalıştırıp çözme, değiştirme, birleştirme ve incelemeye olanak verme KDS'leri diğer bilgi sistemlerinden ayıran bir özelliktir. Stratejik, taktik ve operasyonel düzeyde karar modellerini içerir. Bu modeller analizin yanı sıra kestirim, optimizasyon ve benzetim işlevlerini yerine getirebilirler. Model tabanında, bir veya birkaç model olabileceği gibi yüzlerce model de yer alabilir.

Model tabanı yönetim sistemi üç temel işlev sahiptir. Bunlar:

- Model kurma,
- Model güncelleme ve değiştirme,
- Model parameterlerinin yönetimi

Modelleme dili, modellerin kurulması, saklanması ve çözümlenmesinde kullanılacak yazım kuralları ve bu kurallara uygun olarak modeller üzerindeki işlemlerin yürütülmesinde kullanılacak yazılım, programlama dili ve söz dizim işlemlerinin bir ifadesidir. Herhangi bir yüksek seviyeli programlama dili olabileceği (Visual Basic, Java..) gibi, özel amaçlı optimizasyon yazılımlarının kullandığı kodlama dilleri ve komut dosyalarından da yararlanılabilir (Matlab, Lingo komut dosyaları..).

Model dizini, model tabanındaki tüm model ve çözümlerinin bir kataloğudur. İçinde; model tanımları, modellerin işlevleri ve yeteneklerine ilişkin bilgiler saklar.

Model çözme ve yürütme birimi, modelin çözümünün araştırılması veya koşturulması, farklı modellerin çözümlerini birbirlerine aktarmaları, birlikte veya bağımsız koşturulmaları işlevlerini yerine getirir. Örneğin, Excel'in içinde Çözücü (Solver) eklentisi model çözme işlevini üç farklı yöntemle yerine getirmektedir.

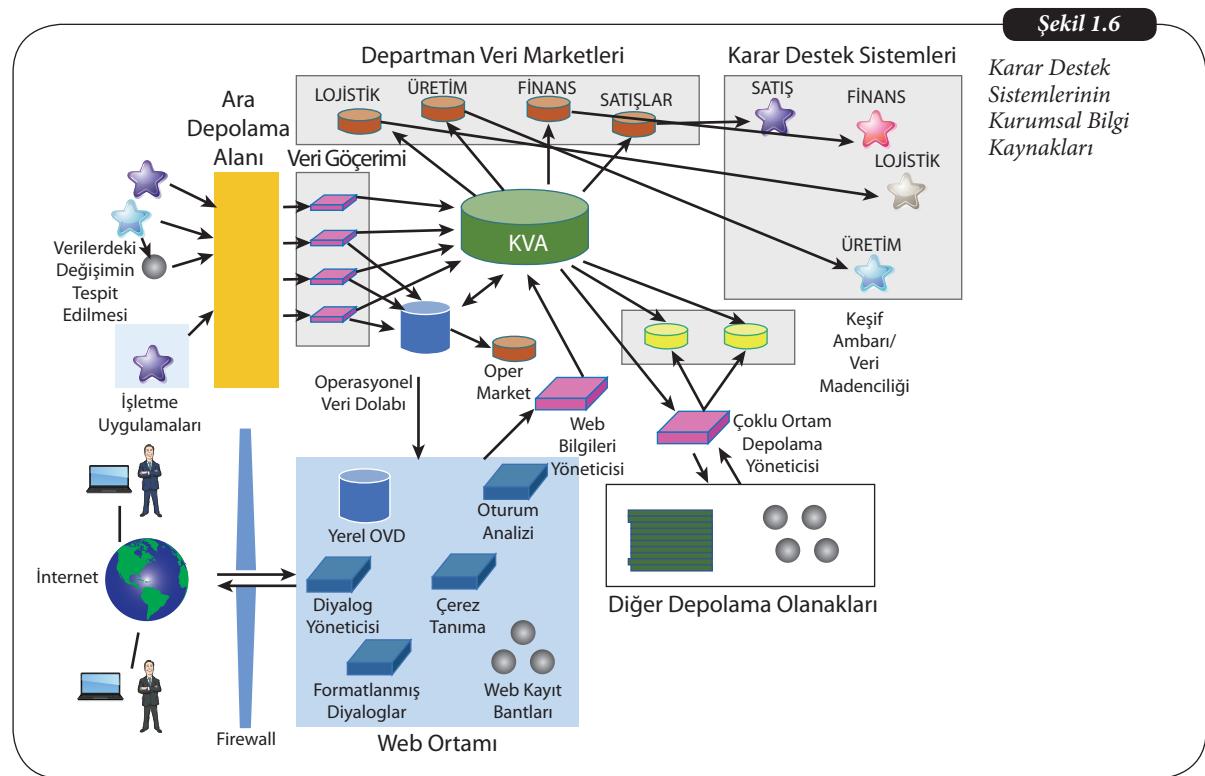
Veri Yönetimi Modülü

Veri yönetimi modülü, KDS'nin model ve algoritmalarında kullanacağı verileri elde etme ve hesaplama işlevlerini yerine getirmektedir. Bilgi altyapısı gelişmiş işletmelerde KDS'leri zengin bir veri ortamına sahiptirler (Şekil 1.6). Bir KDS'nin veri yönetimi modülü aşağıdaki bileşenlerden oluşur:

- KDS veritabanı
- KDS veritabanı yönetim sistemi
- KDS veri dizini
- KDS sorgulama bileşeni

KDS veritabanı; karar problemine yönelik bilgilerin tutulduğu bir veritabanıdır. Şirket-içi kaynaklar kadar, ekonomik ve sektörel diğer bilgileri ve ayrıca karar vericinin kişisel veri ve bilgilerini de içerir.

KDS veritabanı yönetim sistemi; KDS'nin model ve analiz araçlarında kullanacağı veri ve bilgilerin yönetiminden sorumludur. Bilgi altyapısı tamamlanmış işletmelerde veri kaynağı özellikle veri ambarı ve veri marketleridir (Şekil 1.6). KDS'nin veritabanı yönetim sistemi, kurumsal bilgi altyapısındaki tüm veri ve bilgi kaynaklarından yararlanabilecek özelliklerle donatılmış olmalıdır.



KDS veri dizini, veritabanındaki tüm verilerin bir kataloğudur. Verilerin tanımları, verilerin kaynağı, mevcudiyeti ve anlamını içerir.

KDS sorgu bileşeni, veriler üzerinde analiz ve tarama yapmak, biçimsel olmayan veya veri madenciliği gibi keşfetmeye yönelik çalışma yapan karar vericiler ve özellikle veri merkezli KDS'ler için oldukça önemlidir. Veri ambarına sahip işletmelerde veri marketlerinin varlığı, sorguların etkinliğini artırmıştır. KDS'lerin veri yönetimi modülü, işletme analitiği yaklaşımı ile yeni, farklı ve önemli bir boyut kazanmıştır.

Diyalog Yönetimi Modülü

Diyalog yönetimi modülü (DYM) veya kullanıcı arayüzü modülü (KAM), KDS'lerin karar vericiden sonra en önemli bileşenidir. Karar vericinin KDS ile tüm diyalog ve iletişimlerinin tasarım ve geliştirilmesinden sorumludur. Bir diyalog-yönetim sisteminin, insan-makine etkileşimi ve kullanıcı deneyimi tasarımının ilkelerinden yararlanılarak, karar vericinin teknolojik ayrıntılardan uzak, problem üzerinde düşünme, analiz, öğrenme ve nihayetinde karara odaklanma gücü ve esnekliği sağlama arzu edilir. Kullanıcının model ve veri yönetim modülleriyle etkileşimi DYM bileşenleri sağlar. Standart diyalog bileşenlerinden (aç-seç menüler, komut düğmeleri, liste kutuları vb.) konuşma tanıma ve işleme destekli bileşenlere kadar bilgisayar ve yazılım teknolojisinin sunduğu tüm olanaklar DYM tasarımda değerlendirilir. *Eylem dili* (action language), karar vericinin KDS'yi kullanabilmesi için kendisine sunulan olanakların bütünüdür. Kullanıcılar, DYM'nin eylem dili (action language) aracılığı ile bilgisayarla etkileşimde bulunurlar. Örneğin, bir aç-seç menüsünden bir bileşene tıklamak gibi. *Sunum dili* (presentation language) KDS'nin karar vericiye döndürdüğü mesaj, bilgi ve benzeri diyalog bileşenlerini ifade eder. Karar vericinin görmesi istenen bir raporu ekranda görüntülemek gibi. Bir DYM tasarılanırken ekran görüntülerinin tasarımı, insan-makine iletişiminin içeriği ve sırası, renklerin ve sembollerin kullanımı, bilgi yoğunluğu, bilgi sunum formatı, girdi çıktı araçlarının seçim-

leri dikkat edilmesi gereken bazı hususlardır. Standart ve açılır menüler ve alt bileşenleri, komut dilleri, soru-cevaplar, form ile etkileşim, doğal diller yanı sıra nesne ve ekran manipülasyonu DYM tasarımda ilk akla gelen ara yüz bileşenleridir.

Yöntembilgisi Yönetimi Modülü

Yöntembilgisi (knowledge) bir problem karşısında karar vericinin izleyeceği yolu, benimsyeceği yaklaşım ve analizleri, çözümde yararlanmayı istediği algoritmaların ne zaman, hangi koşullarda kullanılacağı bilgilerini içerir. Çoğu KDS'de karar vericinin model, algoritma ve çözüme yönelik tercihleri tasarım aşamasında belirlenir. KDS farklı koşullarda, değişik senaryo ve parametreler için modeli ve algoritmalarını karar verici ile etkileşimli olarak kullanarak gerekli analiz ve bilgileri sunar. Karar vericinin etkileşiminin öngörülebilmesi veya standart olması halinde hangi modelin, hangi senaryonun hangi koşullarda hangi parametrelerle çalıştırılacağı kararını karar verici yerine KDS verebilir. Karar sürecindeki bazı adımları ve işlemleri karar verici yerine yapılmasını sağlayan ve genellikle kural tabanlı bilgilerin yönetildiği KDS bileşenine *yöntembilgisi yönetimi modülü* (YYM) denir. YYM karar vericinin beklenileri üzerine veya otomatik takip ve uyarı özelliğinin tetiklemesi üzerine, karara yönelik analiz ve çözümleme adımlarını KDS'nin diğer bileşenlerinden yararlanarak yürürlüğe koyabilir. Model yönetim modülündeki modelleri ve algoritmaları, veri yönetim modülünü kullanarak güncel ve duruma uygun bilgilerle bütünlüğe getirebilir. Böylece karar vericiye karar sürecinde zaman kazandırabilir. Ancak bu sürecin tamamının otomatikleştirilmesine izin verecek kadar yapılandırılması beklenmez. Bunun mümkün olduğu durumlar da vardır. Bu tür karar destek sistemleri *uzman sistem* veya *otomatik karar sistemi* olarak adlandırılır.

SIRA SİZDE

2

Karar destek sistemlerinde karar vericinin rolü ve önemini açıklayınız.

KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

KDS'leri kullanım amacıyla veya yararlandığı teknolojiye göre değişik sınıflamalarla karşımıza çıkmaktadır. Burada iki sınıflama üzerinde durulacaktır. Bunlardan ilki Bilgi Sistemleri Derneği'nin Karar Destek Sistemleri Özel İlgî Grubu'nun (AIS-SIGDSS) sınıflamasıdır. Buna göre KDS kategorileri şunlardır:

- İletişim-yönelimli ve grup KDS
- Veri-yönelimli KDS
- Belge-yönelimli KDS
- Yöntembilgisi-yönelimli KDS, Veri Madenciliği ve Uzman Sistemler
- Model-yönelimli KDS

İletişim-yönelimli ve grup KDS: Grup çalışmaları için gerekli işbirliği ve iletişim teknolojilerini sunan sistemlerdir. Toplantılar, ürün tasarımları amaçlı işbirlikleri, tedarik zinciri yönetimi, yönetimi uygulamaları gibi kurumsal dayanışmayı destekleyen KDS'ler bu gruba girerler.

Veri-yönelimli KDS: Veri-yönelimli bir KDS bir karar vericiye bilgi sunmak üzere veri ve bilgi işleme özelliklerine sahiptir. OLAP ve veri-madenciliği yazılımları bu tür KDS'lerinin içinde değerlendirilir. Matematiksel modellerin kullanımı çok azdır. Güçlü raporlama ve sorgu yetenekleri vardır.

Belge-yönelimli KDS: Yöntembilgisi kodlama, analiz, arama ve erişimine yönelikir. Metin belgelerini işleyen tüm KDS'ler ve çoğu yönetimi yönetim sistemleri (knowledge management systems) bu kategoridedir.

Yöntembilgisi-yönelimli KDS, Veri Madenciliği ve Uzman Sistemler: Bu KDS'ler yönembilgisi teknolojilerinin spesifik karar destek gereksinimlerine uygulanmasını içerirler. Esasen, tüm yapay-zekâ içeren KDS'ler bu kategoridedirler. Otomatik karar sistemleri, yapay sinir ağları ve uzman sistemlerin ait olduğu kategori budur. Büyük veri ile ilgi çekmeye devam eden veri madenciliği çalışmaları da bu KDS türü içinde değerlendirilmiştir.

Model-yönelimli KDS: Bu KDS'ler bir veya daha fazla, genellikle büyük ve karmaşık optimizasyon ve benzetim modellerinin kurulması, çözümleri, duyarlılık analizi ve senaryo analizlerini içerir. Büyük ölçekli karar modellerinin kurulması, çözümlenmesi ve sonuçlarının görselleştirilmesi dahi KDS için önemli bir gerekçe ve karar vericiler için önemli bir katkıdır.

Öte yandan, Holsapple ve Whinston (2000) KDS'leri beş temel sınıfa ayırmışlardır. AIS-SIGDSS'in sınıflamasıyla önemli benzerlikler içermekle beraber bazı farklar vardır. Bu altı sınıf ve benzerlik taşıdığı AIS-SIGDSS sınıfları şunlardır: Metin-yönelimli KDS (Belge-yönelimli KDS), veritabanı-yönelimli KDS (veri-yönelimli KDS), işlemtablosu-yönelimli KDS (Bunun AIS sınıflamasında karşılığı yoktur), çözücü-yönelimli KDS (model-yönelimli KDS), kural-yönelimli KDS (yöntembilgisi yönelimli KDS). Ayrıca her iki sınıflama, birden fazla KDS türünün aynı KDS içinde buluşturulması için melez (karma, birleşik) KDS türünü tanımlamaktadır. Bu kitapta, kişisel karar destek sistemlerine uygunluğu nedeniyle işlemtablosu-yönelimli KDS'ler üzerinde durulacaktır.

Tür	Bilgi Sistemleri Derneği	Holsapple ve Whinston	Özellik
1	İletişim-yönelimli ve grup KDS	(yok)	Grup tabanlı karar verme ve işbirliği iletişimi
2	Veri-yönelimli KDS	Veritabanı-yönelimli KDS	Verileri ve verilerden elde edilebilir çıkarımları görünürlük ve anlamlı kılma.
3	Belge-yönelimli KDS	Metin-yönelimli KDS	Elektronik veya basılı yazılı belgelerin yönetim ve kullanımı
4	Yöntembilgisi-yönelimli KDS, Veri Madenciliği ve Uzman Sistemler Uygulamaları	Kural-yönelimli KDS	Yapay zekâ yöntemleri, veri madenciliği uygulamaları veya dar bir alanda probleme özel kural ve yöntemlerin kullanımı
5	Model-yönelimli KDS	Çözücü-yönelimli KDS	Optimizasyon, simülasyon veya algoritma kullanımı
6	(yok)	İşlemtablosu-yönelimli KDS	İşlemtablosunun sunduğu modelleme, programlama, veri yönetimi, dosya paylaşımı ve kurumsal bilinirliğinden yararlanma
7	Karma KDS	Birleşik KDS	Farklı türlerin özelliklerinden yararlanma

Tablo 1.3
Karar destek sistemlerinin sınıfları ve özellikleri

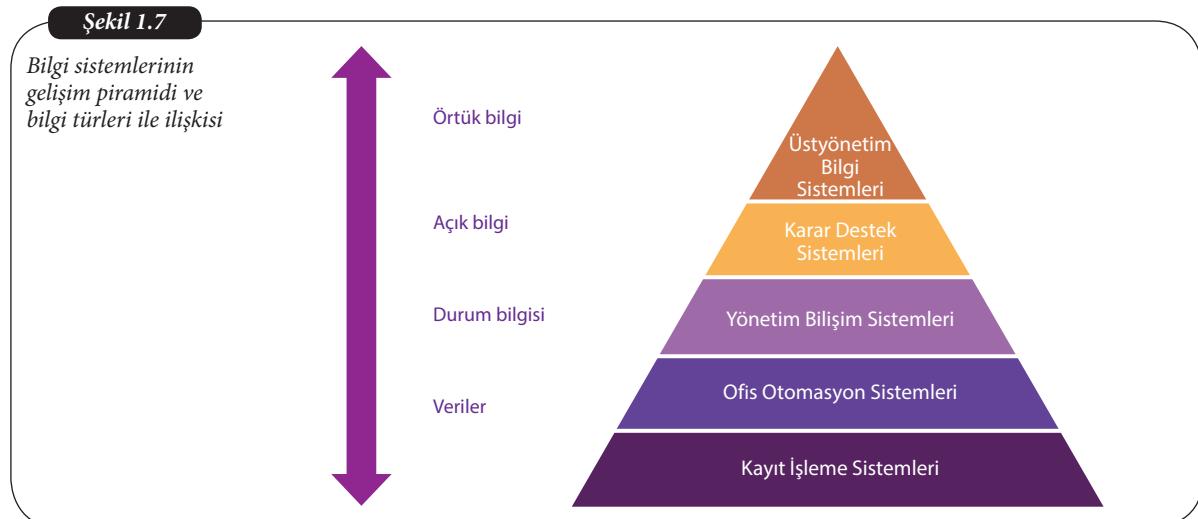
İşlemtablosu-yönelimli KDS'nin ayrı bir sınıf olmasının haklı gerekçeleri ve sakıncaları neler olabilir? Açıklayınız.



VERİ İŞLEMEDEN KARAR DESTEK SİSTEMLERİNE GEÇİŞ

1950'lerin ortalarından itibaren büyük şirketler maaş bordro işlemleri gibi tekrarlı işler için bilgisayarları kullanmışlardır. Bu tarz kullanıma önceleri *elektronik veri işleme* (electronic data processing), daha sonra kısaca *veri işleme* (data processing) adı verilmiştir. Veri işlemeinin işletmelerin günlük faaliyetlerinin içinde yer alarak, işin ve işletmeciliğin bir parçası olması ile veri işleme için kayıt işleme (transaction processing) terimi kullanılmaya başlanmıştır.

tir. Kayıt işleme sisteminde tutulan verilerin karar vericiler için değeri kendileri tarafından hemen fark edilmiş ve bilgi işlem merkezleri, yöneticilerin istediği bilgileri içeren raporları hazırlamayı da uğraş olarak edinmiştir. Bu yıllarda, yöneticilerin masalarını günlük, haftalık ve aylık raporlar doldurmakta idi. Bu basılı raporların sağladığı bilgilerin bir kısmı çok faydalı bir kısmı ise gereksizdi. Hangi bilginin ne zaman ve hangi içerikte gerekli olacağının bilgi işlem merkezleri tarafından tahmin edilmesi olanaksızdı. Bu sıkıntıyı aşmak için elektronik ortamda bilgilere erişimi olanaklı kılan yönetim bilgi sistemleri (management information systems) devreye alınmıştır. Bu sayede yöneticilerin aralarında müşterilere, siparişlere, stoklara, üretim programlarına, tedarikçilere, personele ait bilgilerin de yer aldığı tüm firma veri ve bilgilerine erişimine olanak verilmiştir. Ancak bu sistemin asıl kullanıcıları olması beklenen yöneticiler; bu bilgi sisteminden yararlanmak için ne gerekli eğitime sahiptiler, ne de karar için gerekli bilgilere erişmek için zamanları vardı. Veri, saklandığı şekliyle karar süreçlerini desteklemiyor ve verinin işlenmesi gerekiyordu. Yöneticiler, bir süre sonra bu ihtiyacın yönetim bilgi sistemlerinden daha küçük ölçekte fakat probleme özel bilgi işleme ve üretme yeteneğine sahip bilgi sistemleri ile başarabileceğini fark etmişlerdi. Bu özel amaçlı bilgi sistemleri, *karar destek sistemleri* (decision support systems) olarak adlandırılmıştır. 1980'lerin başından itibaren kişisel bilgisayarların yaygınlaşması, yöneticilerin karar destek sistemlerini daha iyi tanımlarına ve gitgide kendi kullanabilecekleri veya tasarlayabilecekleri karar destek sistemlerine yönelmeleri ile sonuçlanmıştır. Karar destek sistemlerinin bilgi gereksiniminin karşılanması için 1990'lardan itibaren veri ambarları (data warehouse) bilgi işlem merkezlerinin başvurduğu bir çözüm haline gelmeye başlamıştır. Karar destek sistemleri bazı bilgi sistemlerindeki gelişmelerden de beslenerek gelişimini sürdürmüştür (Şekil 1.7). Bunlardan bazıları şunlardır:



Ofis Otomasyon Sistemleri: Ofis ortamında işlenen her türlü bilginin elektronik sistemlerde etkin ve etkili kullanımını sağlayan sistemlerdir.

Üstyönetim Bilgi Sistemleri: KDS'lerin bugün olduğu düzeye gelmesinde üst düzey yöneticilerin bilgi kullanımına yönelik alışkanlık, bekleni ve örüntüleri önemli ve öncü bir yer tutmaktadır.

Kişisel Bilgi Sistemleri: Özellikle bilgi teknolojilerine hâkim yöneticiler kendi kişisel verimlilik ve başarılarını artırmak için kendi bilgi sistemlerini oluşturma yoluna gitmektedirler. Burada başarım, karar vermeyi de içerebilmektedir. Bu amaca yönelik kişisel bilgi sistemleri de bir karar destek sistemidir.

Uzman Sistemler: İnsanın akıl yürütmesine uygun kuralları, geçerli durum bilgileri ile işlemeye ve yorumlama yeteneğine sahip bilgi sistemleri olup, karar vericinin kararını yönlendirme veya bazı karar aşamalarını yerine getirmeyi sağlayabilirler. Bu yönyle uzman sistemler özel bir karar destek sistemidirler.

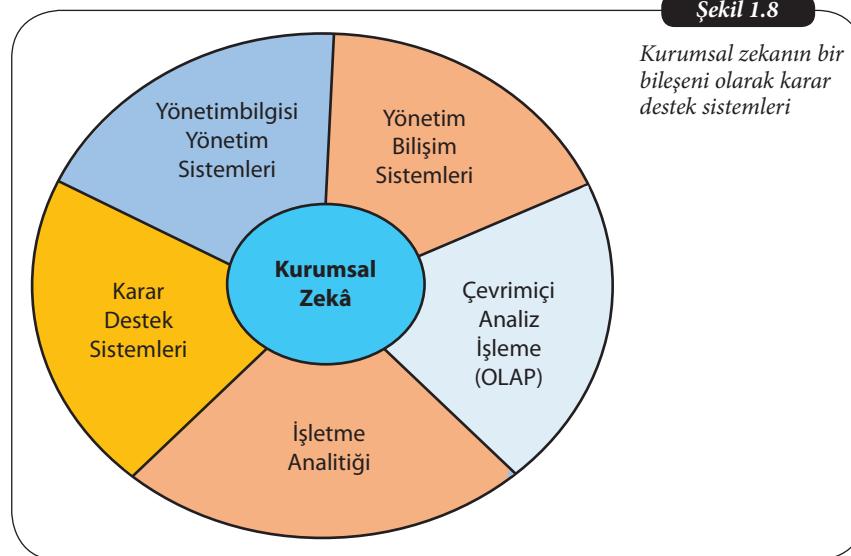
İşletme analitiği açısından bakıldığında, karar destek sistemlerinin rolü büyük oranda karar analitiği ve kestirimci analitik ile örtüşür. Bir yönyle karar analitiği model-tabanlı karar destek sistemleri ile karşılaştırılabilir. Benzer şekilde kestirimci analistik veri-merkezli karar destek sistemleriyle işlevleri yönyle önemli ölçüde örtüşmektedir. O halde işletme analitiği ile karar destek sistemleri birbirinden nasıl ayırlırlar? İşletme analitiği, kurumsal çapta çözümlere yönelikken, karar destek sistemleri olabildiğince kararın ve karar vericinin bekłentilerine öncelik verir (Şekil 1.8). Karar destek sistemleri, kişisel yönetim yeteneğinin güçlendirilmesinin yol ve yöntemlerini buluşturma görevine dönütür.

21^{nci} yüzyılın yöneticileri karar verirken yalnızca içgüdülerine ve yönetim zekâlarına güvenmek zorunda olmayacaklardır. Güvenilir, rasyonel ve yenilikçi (inovatif) karar vermeyi hedefleyecek olan bu yöneticiler, genellikle bireysel karar verme kapasiteleri ile yetinmeyecek; çeşitli karar verme yöntem ve yaklaşımlarından yararlanmak isteyecelerdir. Ele aldığıları problemi daha iyi anlamak için veritabanlarından birkaç sorguda elde edilebilecek veri ve bilgilerin yanında, probleme özel bazı hesaplamlar ve algoritmalarla erişilebilecek bilgilere de sahip olmayı arzu edeceklerdir. Aynı problemi farklı bakiş açılarından incelemeye, kararın yaratacağı fırsatlar ve riskleri karşılaştırmaya önem vereceklerdir. Geçmiş verilerden geleceğe ışık tutacak yaklaşımları bulma ve uygulamaya koyma arayışı vazgeçilmez yönetsel araçları olacaktır. Mممكün olduğunda problemi bir modelini elde edecek, üzerinde karar seçeneklerinin sonuçlarını, ön plana çıkan yönetsel amaçlara uygunlukları açısından değerlendirmekten vazgeçmeyeceklerdir. Hem küresel hem de yerel ölçekte, yirmi birinci yüzyılın en önemli rekabet bileşeni, yöneticilerini bilgi sistemleri ve bilişim teknolojileri ile buluşturmakla yakalanabilecek analitik karar verme gücü ve onun yarattığı kurumsal zekâ olacaktır. Karar problemleri ait oldukları sosyal, ekonomik, sektörel ve örgütsel ortamı yansitan özellikleri sebebiyle birbirlerinden farklılıklar gösterirler. Ayrıca her karar vericinin, kendi kültürü, eğitimi, deneyimi, birikimi, değerleri, sezgileri, bilişsel yeti ve algılarnı içeren bir karar verme profili vardır. Karar vericilerin, ortak paydaları sınırlı, birbirinden farklı özelliklerdeki problemleri çözerken gereksinim duyacağı veri, bilgi ve analizlerin, *veri ekonomisi ve standartlaşmayı* ön plana çıkarılan ilkeler ile inşa edilmiş bilgi sistemleri ile elde etmeleri düşünülemez. Bu ancak karar destek sistemleri (decision support systems) olarak adlandırılan, karar verme sürecinde, karar vericilerin karara özel veri, bilgi ve analiz gerekliliklerini birincil tasarım ilkesi olarak benimsemiş bilgi sistemleri ile mümkün olabilir.

Kurumsal zekâ ile rekabet gücünü artırmak isteyen işletmeler karar destek sistemlerinden nasıl yararlanabilirler?

Şekil 1.8

Kurumsal zekanın bir bileşeni olarak karar destek sistemleri



Yönetim bilişim sistemleri
Durum-Nedir (*what-is*) sorularını
yanıtlayan bilgiler türetirken,
karar destek sistemleri *Ols-a-Ne-Olur* (*what-if*) sorularını
yanıtlayan bilgi sistemleridir.



SIRA SİZDE

Özet



Yönetsel karar sürecini ve aşamalarını tanımlamak.
Yönetsel karar süreci bir problemi rasyonel ve bilinçli bir şekilde çözme sürecidir. Karar sürecinin ilk aşaması, *problem* (veya *fırsat*) *tanıma* ve *bilgi derleme* aşamasıdır. Problemin doğru tespit edilmesi önemlidir. Problemin anlaşılması ve sınıflanmasına katkı sağlayacak çalışmaları içerir. Problemin kimliklenmesi de denir. İkinci aşama *tasarım*, *analiz* ve *modelleme* aşamasıdır. Probleme çözüm tasarlanırken modelinden yararlanma yoluna gidilir. Böylece gerçek sistem üzerinde değil, model üzerinde analizler yürütüлerek çözüm alternatifleri türetilir. Üçüncü aşama, *seçim* aşaması olup, türetilen alternatiflerin amaçlarımıza ne derece eniyilediği ortaya konarak doğru tercih belirlenir. Dördüncü aşama, kararı yani problemin çözümünü *hayata geçirme* ve gereğinde denetlemeyi içerir. Bir yerde kararın *uygulanma* aşamasıdır. Bu yüzden bazı bilim adamları ilk üç aşamayı gerçek karar süreci olarak ayırıp, dördüncü aşamayı problem çözme olarak adlandırırlar.



Karar destek sistemlerini tanımlamak.

Karar destek sistemleri, karar vericilerin yönetsel karar sürecinin bir, birkaç veya tüm aşamalarında gerekşim duyacakları bilgileri veri veya bilgi kaynaklarından bulup getirmek, karara özel bilgileri modelleme, analiz ve algoritmalarдан yararlanarak hesaplamak ve sunmak üzere tasarlanmış ve karar verici ile etkileşimiş çalışan bilgi sistemleridir. KDS'lerin karar verici ile etkileşimiş çalışması, problemin tüm aşamalarında karar vericinin bilişsel kapasitesini ve yönetim bilimi alanındaki eğitim ve deneyimlerini problem çözme sürecinde kullanabilmesine olanak sağlamaktadır.



Karar destek sistemlerini türlerine göre sınıflamak.

KDS'ler birçok araştırmacı tarafından sınıflamaya tabi tutulmuştur. KDS'lerin en yaygın ve birbirine çok benzeyen iki sınıflamasından biri AIS (Bilgi Sistemleri Derneği)'in yaptığı sınıflama, diğer ise Holsapple ve Whinston'ın oluşturduğu kategorilerdir. Her iki sınıflamanın oluşturduğu benzer kategoriler Metin-Yönelimliye karşı Belge-Yönelimli KDS, Veri-Yönelimliye karşı Veritabanı-Yönelimli KDS, Model-Yönelimliye karşı Çözücü-Yönelimli KDS, Yönembilgisi-Yönelimli KDS'ler, Veri Madenciliği ve Uzman Sistem Uygulamalarına karşı Kural-Yönelimli KDS'dir. Bilgi Sistemleri Derneği (AIS) sınıflamasın-

daki *İletişim-Yönelimli* ve *Grup KDS*, Holsapple ve Whinston'ın sınıflamasındaki *İşlemtablosu-Yönelimli KDS* diğer sınıflamada yer almamaktadır.



Karar destek sistemleri ile diğer bilgi sistemlerini birbirinden ayırt etmek.

Bilgi sistemleri arasından, karar verme sürecine katkıda bulunmayı hedefleyen ve karar vericilerin bilgi gereksinimini gidermek üzere tasarlanan ve geliştirilen bilgi sistemlerinin üst başlığı karar destek sistemleri dir. Yönetim bilişim sistemleri karar vermede kullanılabilecek bilgileri saklama ve sunma işlevini yerine getirmekle beraber birincil tasarım ilkesi verilerin etkin ve güvenli bir şekilde kayıt altına alınmasıdır. Kayıt işleme sistemleri ise yönetim bilişim sistemlerinin alt yapısını oluşturup, işletme(capındaki tüm işlem noktalarındaki hareketleri kaydetme ve veritabanlarında saklama amacıyla yönelik)tır. Kayıt işleme sistemleri ve yönetim bilişim sistemleri veri ekonomisi ilkeleri ile standart ve yapılandırılmış verilerle çalışırlar. Ofis otomasyon sistemleri ise kayıt işleme sistemleri ile yönetim bilişim sistemi işlevlerinin ofis ölçüngde ve yapılandırılmış olduğu kadar yapılandırılması güç veri ve bilgileri de işlemek üzere tasarlanmış sistemlerdir. Kurumsal belgelerin oluşturulması, paylaşılması, kullanılması ve genel anlamda yönetimiyle ilgilidirler. Üst yönetim bilgi sistemleri ise karar destek sistemlerinin özel bir türü olup, şirketlerin makro düzeydeki anahtar performans göstergelerinin sunumu işlevini yerini getirirler.

Kendimizi Sınayalım

- 1.** KDS'lerin rolü ve bileşenleri düşünüldüğünde aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?
- Bir KDS esasen geri-bildirim ve etkileşim içermeyecek şekilde tasarılanır.
 - Yönetim Bilişim Sistemleri (YBS) sistemin şu anki durumu ile ilgilenirken, KDS gelecekteki potansiyel durumları ile ilgilenir.
 - KDS bireyin yargısı ile bilgisayardan elde edilen bilgileri bir araya getirir.
 - Bir KDS bir yönetmeliğe yönetim sistemini içermez.
 - KDS'de bir kullanıcı arayüzü zorunludur.
- 2.** Aşağıdakilerden hangisi işletme açısından karar verici ve karar süreçleri üzerindeki baskıyı artıran faktörlerden **değildir**?
- Değişen rekabet koşulları
 - Karmaşıklaşan yönetsel süreçler
 - Değişikliklere hızlı yanıt verme
 - Yenilikçi yaklaşımına duyan arzu
 - Bilgisayarların kapasite ve hızındaki gelişmeler
- 3.** "Yönetsel amaçlar doğrultusunda seçeneklerin oluşturulmasını, anahtar başarı ölçütlerine (criteria) göre değerlendirilmesini ve her bir seçenekin ölçülebilin bütünlük faydalalarından hareketle amaca en uygun olan seçenekin belirlenmesi" ile tanımlanan karar türü aşağıdakilerden hangisidir?
- Analitik karar
 - İyi sonuçlanmış karar
 - Stratejik karar
 - Rasyonel (akılçıcı) karar
 - İnsancıl (humanistik) karar
- 4.** Aşağıdakilerden hangisi karar destek sistemlerinin özellikle kullanıldığı problem türündür?
- Yapilandırılmış
 - Yarı-yapilandırılmış
 - Yapilandırılmamış
 - Büyük veri içeren
 - Sezgisel
- 5.** Aşağıdakilerden hangisi bir problemin karmaşıklık düzeyini tanımlayan üç boyuttan biridir?
- Problemin karşılaşılma sıklığı
 - Ayrılan parasal kaynak
 - Karar vericinin kalitesi
 - Kısıt sayısı
 - Amaç sayısı
- 6.** Aşağıdakilerden hangisi karar destek sisteminin bileşenlerinden biridir?
- Satış yönetimi
 - Üretim yönetimi
 - POS Yönetimi
 - Model yönetimi
 - İnsan kaynakları yönetimi
- 7.** Aşağıdakilerden hangisi model yönetiminin bileşenlerinden biri **değildir**?
- Model tabanı yönetim sistemi
 - Modelleme dili
 - İkonik model
 - Model dizini
 - Modeli çözümü ve yürütücü
- 8.** Aşağıdakilerden hangisi KDS'nin veri yönetimi modülünün bileşenlerinden biridir?
- İşlemtablosu
 - Algoritmalar
 - İşletme analitiği
 - Kurumsal zekâ
 - Sorgulama
- 9.** Kayıt işleme sistemlerinin çalışma alanı aşağıdakilerden hangisidir?
- Veri
 - Durumbilgisi
 - Anlık işletme raporları
 - Örtük yönetmeliğisi
 - Açık yönetmeliğisi
- 10.** Aşağıdakilerden hangisi AIS sınıflamasına göre bir KDS türü **değildir**?
- Veri-yönelimli
 - İşlemtablosu-yönelimli
 - İletişim yönelimli
 - Model-yönelimli
 - Belge-yönelimli

Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı

1. a Yanınız yanlış ise “Karar Destek Sisteminin Tanımı, Bileşenleri ve Yararları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. e Yanınız yanlış ise “Giriş” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. d Yanınız yanlış ise “YönetSEL Karar Süreci” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. b Yanınız yanlış ise “YönetSEL Karar Süreci” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. e Yanınız yanlış ise “YönetSEL Karar Süreci” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
6. d Yanınız yanlış ise “Karar Destek Sistemlerinin Bileşenleri ve Mimarisi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
7. c Yanınız yanlış ise “Model Yönetimi Modülü” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
8. e Yanınız yanlış ise “Veri Yönetimi Modülü” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
9. a Yanınız yanlış ise “Veri İşlemeden Karar Destek Sistemlerine Geçiş” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
10. b Yanınız yanlış ise “Veri İşlemeden Karar Destek Sistemlerine Geçiş” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Yapilandırılmış problemler, sürecin nasıl yürüyeceği konusunda herhangi bir endişe, belirsizlik, kaygı taşımadığımız problemlerdir. Kazandığınız üniversitede kayıt yapurma süreci böyledir. Her aşamada neler yapılması gerektiği konusunda belirsizlik yoktur. Adımları bellidir.

Yarı-yapilandırılmış problemler ise kısmen yapılandırılmış olmakla beraber bir veya birçok noktada bizim tercih ve yargımıza göre şekillenen kararlar içerir. Üniversiteyi bitirdikten sonra kendi alanınızda yüksek lisans yapma veya yapmama kararı yarı-yapilandırılmış bir karardır. Problemin kararınızı etkileyebilecek yapılandırılmış boyutları vardır: Yüksek lisans programına katılmamanız halinde ödemeniz gereken ders ücretleri, program boyunca alabileceğiniz derslerin neler olduğu, programın süresi gibi. Öte yandan programı başarıyla bitirip bitiremeyeceğiniz, bitirdikten sonra sizin deki kıdemizin yükselmesine yapacağı katkı probleme belirsizlik ve risk katmaktadır. Kararı ancak yapacağınız değerlendirmeler sonunda varacağınız yargıyla siz verebilirsiniz. Yapilandırılmamış problemlerin günlük yaşamdan en tipik örneği evlenilecek doğru kişinin seçimi karıyla ilgilidir. Doğru eş seçimi konusunda kültürel bir birikim olmasına karşın, uygulandığında doğru eşe ve mutlu evliliklere götürmenin yöntem ve yaklaşımının olduğu söylememez.

Sıra Sizde 2

KDS’ler tasarlarken mümkünse karar vericinin kullanmayı düşündüğü analiz, algoritma ve yöntemlerin neler olduğu belirlenmelidir. Karar vericinin tasarım aşamasında sürece dahil edilmesi söz konusu değilse, karar probleminin yapısı yöntemler konusunda yönlendirici olabilir. KDS’leri kullanıcı-ektiğimli sistemlerdir. Yani KDS karar vericinin problemi çözme konusunda izlemeyi planladığı adımları desteklerken belirli aşamalarda karar vericinin geri bildirimlerini almak durumundadır. Karar destek sisteminin başarısı, karar vericinin bekleyenlerini ne düzeyde karşıladığı ve karar kalitesine sunduğu katkı ile ölçülmelidir. Karar destek sisteminin karar vericiden bağımsız bir teknolojik çözüm gibi düşünülmemesi gereklidir.

Sıra Sizde 3

KDS’lerin temel bileşenleri arasında karar verici, veri yönetimi, model yönetimi ve diyalog yönetimi yer almaktadır. İşlemtabloları bu bileşenlerin her birine yönelik bir takım üstünlükler sahiptir. Kişisel hesaplama amacıyla pek çok kullanıcının değişik düzeylerde de olsa hakim olduğu yazılımlardır. Çok az yazılım, işlemtabloları kadar standart bilgi teknolojileri yazılımları arasında yer almamıştır. İşlemtablolarının bu bilinirliği ve kullanışlılığı yeniliklere karşı oluşan psikolojik tepkilerden uzak tutmaktadır. Veri yönetimi işlemtablolarının ilk çıkış sebebidir. Verilerin saklanması ve işlenmesine yönelik temel işlevlerin yanında bazı eklentilerle istatistiksel analizlerden veri madenciliklerine uzanan olağanlara sahiptir. Çalışma sayfası yapısı itibarıyle formüllerin ve modellerin ifade edilebilmesi için yeni bir çığır açmıştır. Oluşturulan modellerin karar vericinin aklındaki çözümleerin geçerliliğini sınamak için kullanımının yanında eniyi çözümlerinin araştırılmasına yönelik optimizasyonu destekleyen çözüm araçlarına sahiptir. Özellikle programlanabilme özelliğine sahip işlemtablolarının (Excel’de Visual Basic for Applications gibi) diyalog ve arayüz bileşenleri, diğer tüm KDS geliştirme araçlarının sahip olduğu arayüz bileşenleri ile yarışabilecek düzeydedir.

İşlemtablolarının yaygın bilinirlik ve kullanımı, profesyonel olmayan kullanıcıları da beraberinde getirmektedir. Kişisel ilgi ve yeteneklerin disiplinli ve eğitimli çalışmaların yerini tutmasına dikkatle yaklaşılmalıdır.

Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

Sıra Sizde 4

Kurumsal zekâ ile rekabet gücünü artırbilecek bilgi sistemlerinin arasında OLAP, yönetim bilişim sistemleri, işletme analitiği, karar destek sistemleri, yönetmeliğin yönetimi sayılabilir. Bu bilgi sistemleri arasında yöneticilerin kendi kapasitelerini işletme operasyonlarına etkililik ve fırsat olarak döndürme potansiyeli en yüksek olan bilgi sistemi karar destek sistemleridir. İşletmelerin çoğu karar vericileri ile verileri ya hiçbir şekilde buluşturmamakta ya da etkin ve güncel bir bilgilendirme gerçekleştirememektedirler. Veri yönetiminde (veri ambarları gibi) kurumsal bir takım çözümlere erişilmiş olması, karar vericilerin kendi kararlarındaki bilgi tüketim örüntülerinin karşılandığı anlamına gelmemektedir. KDS'lerin hiyerarşik derinliği azaltma ve dağıtık karar vermeyi destekleme özelliği kurumsal çeviklik için önemli bir katkı sağlamaktadır.

- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Press.
<http://m.kapanoglu.com/aof/ybs402u>
- Marakas, G. M. (2003). *Decision support systems in the 21st century* (Vol. 134). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt.
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2005). *Introduction to information systems* (Vol. 13). New York City, USA: McGraw-Hill/Irwin.
- Power, D. J., Sharda, R., & Burstein, F. (2015). *Decision support systems*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Sharda, R., Delen, D., Turban, E., Aronson, J., & Liang, T. P. (2014). *Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support* (10th ed.). Prentice Hall.
- Turban, E., Aronson, J., Liang, T., & Sharda, R. (2007). *Decision support and business intelligence systems*, 8th Edition Prentice Hall. Upper Saddle River NJ.

2

Amaçlarımız

- Bu üniteyi tamamladıktan sonra;
- 🕒 Çok ölçütlü karar verme ve çok amaçlı programlamanın temel kavramlarını açıklayabilecek,
 - 🕒 Çok amaçlı ve çok ölçütlü problemlerin farklarını ayırtedebilecek,
 - 🕒 Çok ölçütlü karar verme problemlerini çözebilecek,
 - 🕒 Çok amaçlı doğrusal ve doğrusal tamsayılı karar problemlerini matematiksel olarak formüle edebilecek,
 - 🕒 Çok amaçlı doğrusal ve doğrusal tamsayılı karar modellerini LINGO yazılımını kullanarak çözebilecek bilgi ve becerilere sahip olabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Pareto-Eniyi Çözümler Kümesi
- Çok Ölçülü Karar Verme
- TOPSIS
- Çok Amaçlı Programlama
- Hedef Programlama
- Ağırlıklı Toplam Yöntemi
- Epsilon Kısıt Yöntemi
- LINGO

İçindekiler

Karar Destek Sistemleri

Çok-Ölçülü Karar Verme ve
Çok-Amaçlı Programlama

- Giriş
- ÇOK ÖLÇÜTLÜ VE ÇOK AMAÇLI PROBLEMLER
- ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE ÇOK AMAÇLI PROGRAMLAMANIN TEMEL KAVRAMLARI
- PARETO-ENİYİ ÇÖZÜMLER KÜMESİ
- ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR ROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ
- TOPSIS
- ÇOK AMAÇLI KARAR PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ
- ÇOK AMAÇLI KARAR PROBLEMLERİNİN LINGO İLE ÇÖZÜMÜ
- LINGO

Çok-Ölçülü Karar Verme ve Çok-Amaçlı Programlama

GİRİŞ

Gerçek hayatı karşılaşılan problemlerin pek çoğu iki veya daha fazla sayıda çelişen amaca sahiptir. Örneğin, hem fire maliyetlerini hem de stok maliyetlerini enküçüklemeyi isteyen bir oluklu mukavva üreticisini düşünelim. Fireyi enküçüklemek farklı enlerde kâğıt bobinlerini stokta tutmayı gerektirdiğinden, stok maliyetlerinin artmasına yol açacaktır. Benzer şekilde stok maliyetlerini azaltmak için az sayıda bobin eni, stokta bulundurulmalıdır ancak bu da fire maliyetlerinin artması ile sonuçlanacaktır. *Çok amaçlı problemler, amaçlardan birisini iyileştirebilmek için diğerlerinden ödüün vermeyi gerektirirler.* Eğer az önce ele alınan örnek problemin amaçları, elde bulundurulacak stok miktarının enküçüklenmesi ve stok maliyetinin enküçüklenmesi şeklinde tanımlanmış olsaydı, bu amaçlardan herhangi birisi enküçüklenliğinde diğer de enküçük değerine ulaşacaktı. Bir başka deyişle bu iki amaç aynı yönde hareket edeceği için birbiriyle çelişmezdi ve bu nedenle de çok amaçlı programlamadan bahsedilemezdi. Öyle ise; *bir problemin çok amaçlı sayılabilmesi için öncelikle amaçların birbiriyle çelişmesi gerekmektedir.*

Birden fazla amaç söz konusu olduğunda, bu tip problemlerin tek amaçlı problemler için geliştirilen çözüm yöntemlerini kullanarak doğrudan çözülebilmeleri mümkün değildir. Eğer bir karar problemi birden fazla çelişen amaca sahip ise, amaçlar bir birleştirme teknigi kullanılarak birleştirilebilir. Bundan sonraki safhada tek amaçlı problemler için geliştirilen yöntemlerinden birisi kullanılabilir. Bu üitede amaç birleştirme yöntemlerinden *ağırlıklı toplam* ve *epsilon kısıt* yöntemleri açıklanacaktır. Ayrıca amaçlara birer hedef değer belirlenerek, çok amaçlı problemlerin çözümde hedef programlama yönteminin kullanılması da mümkündür. Bu üitede, amaç fonksiyonları ve kısıt fonksiyonları doğrusal olan problemlere uygulanan doğrusal hedef programlama yöntemi inceleneciktir.

Birden fazla ölçüt dikkate alınarak hangi seçenekin daha iyi olduğunu belirlenmesi, çok ölçütlü karar problemidir. Örneğin bütçemize uygun, satın alabileceğimiz 10 alternatif ev olduğunu düşünelim. Bize en uygun evi belirlerken tek ölçütümüz şehir merkezine yakınlık ise, karar vermek oldukça kolay olacaktır. Seçenekler içinden şehir merkezine en yakın olan kolayca çözüm olarak belirlenecektir. Ancak şehir merkezine yakınlığın yanı sıra, evlerin yüzölçümleri, güney cephesinin olması gibi birden fazla ölçüt söz konusu olduğunda, karar vermek daha güç bir hal olacaktır. Bu üitede açıklanacak bir diğer teknik de çok ölçütlü problemlerin çözümü için geliştirilen TOPSIS'tir.

Bir problemin çok amaçlı sayılabilmesi için sadece birden fazla amacının olması yeterli değil, aynı zamanda bu amaçların birbiri ile çelişmesi gerekmektedir.



ÇOK ÖLÇÜTLÜ VE ÇOK AMAÇLI PROBLEMLER

Çok ölçütlü karar probleminde, sınırlı sayıda seçenek arasından en uygununun belirlenmesine çalışılmaktadır ve en uygun seçenekin belirlemekte kullanılan ölçüt sayısı birden fazladır. Örnek 1, çok ölçütlü bir probleme örnektir. Çok amaçlı problem ise; birden fazla sayıda ve birbiriyile çelişen amaç fonksiyonlarına sahip bir karar problemidir. Örnek 2 ise, çok amaçlı bir probleme örnektir. Çok ölçütlü ve çok amaçlı problemler arasındaki farkların daha iyi anlaşılabilmesi için bu örnekleri inceleyelim.

ÖRNEK 1

İlk örneğimiz, kendisine en uygun evi belirlemeye çalışan bir karar vericinin problemidir. Karar verici bütçesini dikkate alarak bir ön eleme yapmış ve aşağıda özellikleri verilmiş olan 10 evi satın alabileceği seçenekler olarak belirlemiştir.

Ev No	m ²	Şehir Merkezine Uzaklık (km)	Güney Cephesi	Oda Sayısı	Banyo Sayısı	Mutfak Tasarımı	Tadilat Gereksinimi	Bina Yaşı	Bulunduğu Kat	Isıtma Sistemi
1	110	3	var	3	1	iyi	yok	1	2	Merkezi
2	210	15	yok	5	2	kötü	yok	4	7	Kombi
3	180	5	yok	4	2	kötü	var	2	3	Merkezi
4	160	10	yok	3	1	kötü	yok	0	5	Merkezi
5	150	7	var	3	1	iyi	var	6	4	Kombi
6	90	9	yok	2	1	iyi	yok	2	6	Kombi
7	190	5	var	4	2	kötü	var	2	5	Merkezi
8	120	2	yok	3	1	iyi	var	5	2	Merkezi
9	145	8	yok	3	1	iyi	yok	0	3	Kombi
10	135	7	yok	3	1	kötü	yok	3	1	Merkezi

Eğer karar vericinin tek ölçütı şehir merkezine uzaklık ise, 8 numaralı ev, merkeze en yakın (2 km) olduğu için seçilir. Ancak karar verici, şehir merkezine yakın olmasının yanı sıra, seçeceği evin metrekaresinin büyük olması ve güney cephesinin olması gibi birden fazla ölçütı dikkate alındığında, merkeze en yakın ev 8 numaralı ev olmasına rağmen, yüzölümü en büyük olan ev 2 numaralı olandır. Ayrıca güney cephesi olan evler ise; 1, 5 ve 7 numaralı evlerdir. Bu örnektenden de görülebileceği gibi, ölçüt sayısının fazla olduğunda en uygun seçenekin belirlenmesi güçleşmektedir.

ÖRNEK 2

Bir oluklu mukavva üreticisi, üretiminin gerçeklestirebilmek için ambarında farklı enlere sahip kâğıt bobinleri bulundurmalıdır. Üretici 200 ile 219 cm aralığında 20 farklı ende bobini satın alabileme şansına sahiptir. 9 ya da 10 numaralı bobinlerden en az birisinin mutlaka stokta bulundurulması istenmektedir. Eğer i . bobin eninin stokta tutulmasına karar verilirse stok maliyeti c_i kadar artmaktadır ve fire maliyeti ise stokta bulundurulan bobin çeşidi arttıkça azalmaktadır. Bu nedenle problemin iki amacı vardır. 1. Amaç (z_1): toplam stok maliyetinin enküçüklenmesi, 2. Amaç (z_2): stokta bulundurulacak bobin eni çeşidinin enbüyüklenmesidir. Bu amaçların birbiri ile çelişikleri çok açıktr.

Bobin No (i)	Bobin Eni (cm)	Stok Maliyeti (c _i)	Bobin No (i)	Bobin Eni (cm)	Stok Maliyeti (c _i)
1	200	61	11	210	71
2	201	62	12	211	72
3	202	63	13	212	73
4	203	64	14	213	74
5	204	65	15	214	75
6	205	66	16	215	76
7	206	67	17	216	77
8	207	68	18	217	78
9	208	69	19	218	79
10	209	70	20	219	80

Problemin karar değişkeni x_i : i. bobin eni stokta bulundurulacaksa 1, bulundurulmayacağı 0 değerini alacaktır. Probleme ait çok amaçlı karar modeli aşağıda verilmiştir.

Stok kısıti:	$x_9 + x_{10} \geq 1$
İşaret kısıti:	$x_i \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, 20$ kısıtları altında
1. Amaç:	$\text{enk } z_1 = \sum_{i=1}^{20} c_i x_i$
2. Amaç:	$\text{enb } z_2 = \sum_{i=1}^{20} x_i$

Örnek 1 ve Örnek 2 incelendiğinde çok ölçütlü problemlerin sınırlı sayıda seçenek içinden en uygununun birden fazla ölçüyü göz önünde bulundurarak belirlenmesi, çok amaçlı karar verme probleminin ise, birden fazla ve birbirile çelişen amaç fonksiyonuna sahip karar verme problemi olduğu söyleyenebilir. Çok amaçlı problemdede kısıtları sağlayan her çözüm bir alternatifte karşı geleceğinden problemin yapısına bağlı olarak seçenek sayısı sonsuz olabilir. Çok ölçütlü ve çok amaçlı problemlerin farklı yapıda olmaları sebebiyle bu problemlerin çözümleri için farklı çözüm yöntemleri geliştirilmiştir.

ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE ÇOK AMAÇLI PROGRAMLAMANIN TEMEL KAVRAMLARI

Eğer çözümümü araştırdığımız problem tek ölçütlü ya da tek amaçlı ise bu durumda iki seçenek karşlaştırılmak oldukça kolaydır. Örnek 1'de 1'inci ev ile 7'nci evi yaş ölçübüne göre karşılaştırıralım, 1'inci evin yaşı 1 ve 7'nci evin yaşı 2'dir. $1 < 2$ olduğundan, 1'inci ev 7'nci evden daha iyidir. Örnek 2'de tek amacımız z_2 ise tüm bobin enlerini stokta bulundurduğumuz bir seçenek ile sadece 5 bobin enini stokta bulundurduğumuz seçenek karşılaştırıldığında $20 > 5$ olduğundan tüm bobin enlerinin stokta bulundurulması tercih edilecektir.

Ancak birden fazla ölçüt ya da amaç söz konusu olduğunda seçenekleri birbiri ile kıyaslamak güçleşmektedir. Örnek 1'de mümkün olduğunda yeni ve alt katta olan bir evi tercih ettiğimizi düşünelim. Bu durumda iki skaler sayıyı değil, ölçüt değerlerinin yer aldığı

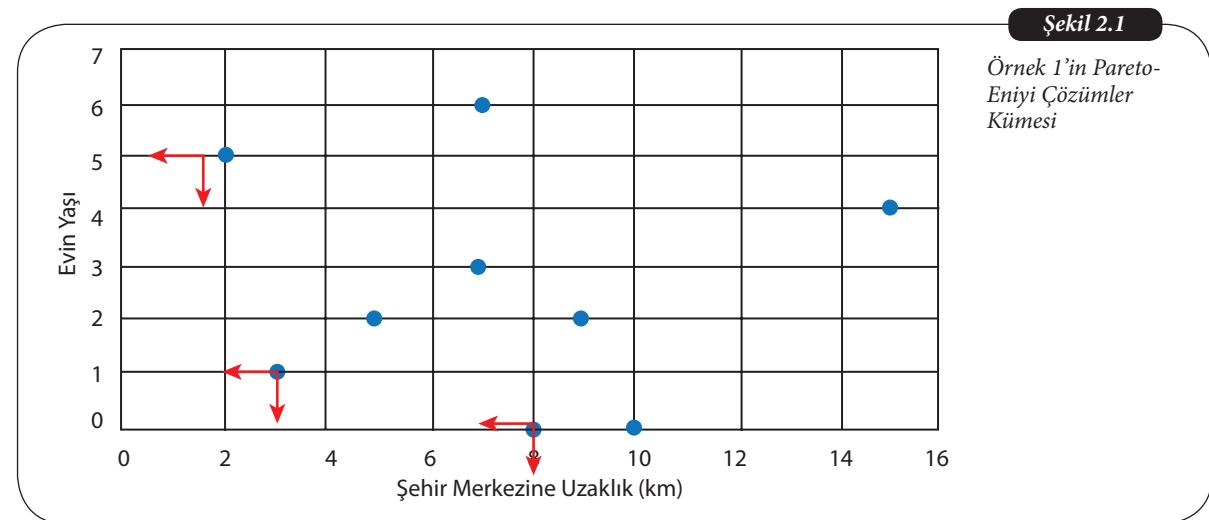
iki vektörü karşılaştırmak gereklidir. 1'inci ev ile 7'nci evi kıyasladığımızda $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ ve $\begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}$ vektörlerinin karşılaştırılması gereklidir. Hem daha yeni ($1 < 2$) hem de daha alt katta ($2 < 5$) olması nedeniyle $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix} < \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}$ 1'inci evin daha iyi olduğunu söyleyebiliriz. Bu durumda 1'inci seçenek 7'nci seçenekle *baskındır* ve 7'nci ev seçenek listesinden çıkarılır. Ancak 1'inci ve 10'uncu evleri karşılaştırmak istersek $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}$ hangi seçenekin daha iyi olduğunu söylemek zordur. Yaş ölçütüne göre 1. ev iyi iken ($1 < 3$), alt katta olma ölçütüne göre 10'uncu ev daha iyidir ($2 > 1$). Bu durumda $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ ve $\begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}$ vektörlerinden biri diğerine baskın değildir.

PARETO-ENİYİ ÇÖZÜMLER KÜMESİ

Çok ölçütlü karar problemleri için Pareto-Eniyi tanımı ilk olarak 1906 yılında Pareto tarafından izleyen şekilde verilmiştir. "Topluluktaki bireylerin tamamı dikkate alındığında, ekonomik olarak eniyi nokta, topluluktaki herhangi bir bireyin tatmin düzeyini, diğerlerinin tatmin düzeyini bozmadan çok az da olsa artırmanın mümkün olmadığı noktadır." Eğer matematiksel bir tanım yapılmak istenirse, $f(x)$, tüm amaçları enküüklemeye şeklinde olan çok amaçlı bir matematiksel modelin x çözümüne karşı gelen amaç vektörü iken, $f(x) < f(x^*)$ şartını sağlayan bir x çözümü bulunamıyor ise, x^* , Pareto-Eniyi çözüm (etkin çözüm ya da bastırılamayan çözüm) olarak isimlendirilir. Tek amaçlı programlamada tek bir en iyi çözüm araştırılırken, çok amaçlı programlamada genellikle birden çok Pareto-Eniyi çözüm söz konusudur. Bu nedenle tek bir eniyi çözüm değil Pareto-Eniyi çözümler kümesi araştırılmaktadır. Örnek 1'de ev satın almak isteyen kişinin önemseniği iki ölçüt şehir merkezine yakınlık ve evin yaşı olsun. Bu durumda her eve karşı gelen ölçüt vektörleri sırasıyla $\begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 15 \\ 4 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 10 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 7 \\ 6 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 9 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 8 \\ 0 \end{pmatrix}$ ve $\begin{pmatrix} 7 \\ 3 \end{pmatrix}$ dir. Bu vektörlerin grafik üzerinde gösterimi Şekil 2.1'de verilmiştir. Ölçütlerin her ikisi de enküüklemeye olduğundan iyi çözümler grafiğin sol alt bölümünde yer alacaktır. İlgili ölçüt vektörüne karşı gelen noktanın üzerine konusu konduğunda bu koni içinde başka bir vektör değeri yer almıyor ise bu vektör Pareto-Eniyi çözümlerden birisine karşı gelen vektördür. Şekil 2.1'den de görüleceği gibi $\begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}$ ve $\begin{pmatrix} 8 \\ 0 \end{pmatrix}$ vektörleri üzerine konusu konduğunda koni içinde başka bir vektör yer almadiğinden bu üç vektör, diğer tüm vektörlere baskındır. Bu nedenle diğer çözümler elenirler 1, 8 ve 9 numaralı evler Pareto-Eniyi çözümler kümesini oluştururlar.

Şekil 2.1

Örnek 1'in Pareto-Eniyi Çözümler Kümesi



Örnek 2 ele alınacak olursa, stok maliyeti ve stokta bulundurulacak en sayılarından oluşan amaç vektörleri izleyen şekilde elde edilmiştir;

$$\begin{pmatrix} 69 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 130 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 192 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 255 \\ 4 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 319 \\ 5 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 384 \\ 6 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 517 \\ 8 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 585 \\ 9 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 655 \\ 10 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 726 \\ 11 \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} 798 \\ 12 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 450 \\ 7 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 945 \\ 14 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1020 \\ 15 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1096 \\ 16 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1173 \\ 17 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1251 \\ 18 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1330 \\ 19 \end{pmatrix} \text{ ve } \begin{pmatrix} 1410 \\ 20 \end{pmatrix}.$$

Amaçlardan ilki enküçükleme, ikincisi enbüyükleme olduğundan başarılı çözümler grafiğin sol üst bölümünde yer alacaktır. İlgili amaç vektörüne karşı gelen noktanın üzerinde konisi konduğunda bu koni içinde başka bir vektör değeri yer almıyor ise bu vektör Pareto-Eniyi çözüme karşı gelen vektördür. Şekil 2.2'den de görülebileceği gibi tüm vektörlerin üzerinde konisi konduğunda koni içinde başka bir vektör yer almadiğinden vektörlerin hiçbirisi diğerlerine baskın değildir. Başka bir deyişle tüm vektörlere karşı gelen çözümler Pareto-Eniyi çözümler kümesinde yer almaktadır.

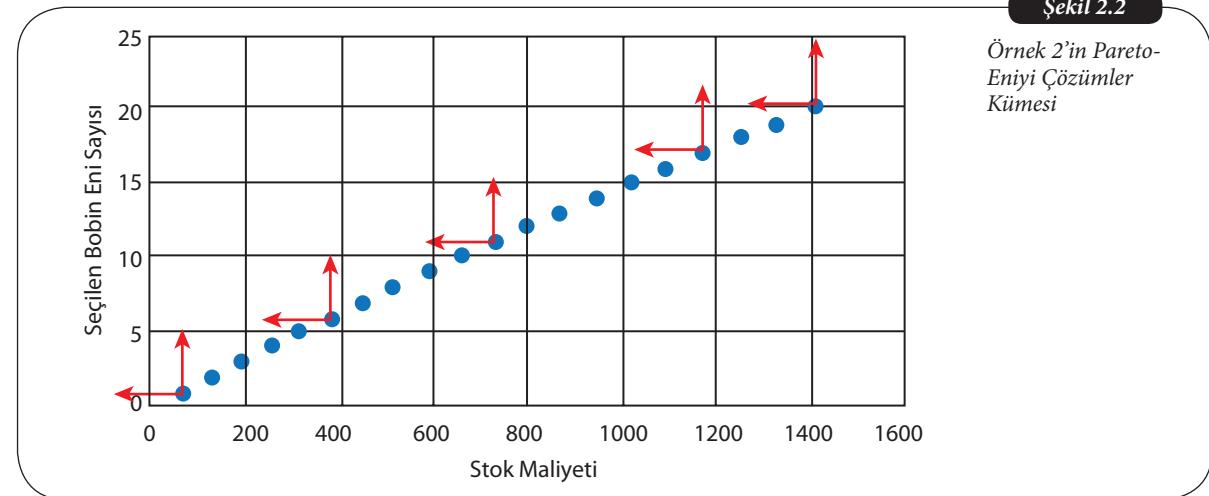
Tek amaçlı bir problemin eniyi çözümünün bulunması hedeflenirken, çok amaçlı problemde birden çok birbirine baskın olmayan, etkin çözümü söz konusudur. Bu nedenle çok amaçlı problemler için tek bir çözüm değil Pareto-Eniyi çözümler kümesi araştırılmaktadır.



DİKKAT

Şekil 2.2

Örnek 2'in Pareto-Eniyi Çözümler Kümesi



ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Bu bölümde çok ölçütlü karar problemlerinin çözümünde kullanılabilecek çözüm yöntemlerinden TOPSIS tanıtılacaktır.

TOPSIS

Çok ölçütlü karar problemlerinde *ideal çözüm*, tüm ölçütlerde ulaşılabilen eniyi değerlere sahip olan varsayımsal seçenek; *eksi-ideal çözüm* ise tüm ölçütlerde en kötü değerlere sahip olan varsayımsal seçenek olarak tanımlanmaktadır. TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution- Ideal Çözüme Benzerlik yolu ile Tercih Sırasının Belirlenmesi Tekniği*) ideal çözüme benzerlik prensibine dayanır. Bu yöntem ile seçilen seçenek hem ideal çözüme en yakın olmalı, hem de eksi-ideal çözüme en uzak olmalıdır. Yöntem, altı adımdan oluşur.

İlk adıma geçmeden önce, karar verici tarafından *karar matrisi* oluşturulmalıdır. Karar matrisinin satırları seçeneklere, sütunları ise karar vermede kullanılacak ölçütlerle karşı gelir. Her bir seçenekin her bir ölçütte göre değerlendirilmesi ile oluşturulur. m seçenek sayısını, n ölçüt sayısını göstermek üzere, matrisin boyutu $m \times n$ 'dır.

Adım 1- Standart karar matrisinin oluşturulması: Standart karar matrisi ($R_{m \times n}$), karar matrisinden ($X_{m \times n}$) yararlanarak, aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$$

Adım 2-Ağırlıklandırılmış standart karar matrisinin oluşturulması: Öncelikle ölçütlere ilişkin ağırlık değerleri (w_j) belirlenir. $0 \leq w_j \leq 1$ ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ 'dir. Daha sonra $R_{m \times n}$ matrisinin her bir sütunundaki elemanlar, ilgili w_j değeri ile çarpılarak $V_{m \times n}$ matrisi oluşturulur.

$$v_{ij} = w_j r_{ij}$$

Adım 3-İdeal ve eksi-ideal çözümlerin belirlenmesi: Bu adımda ideal çözüm (A^+) ve eksi-ideal çözüm (A^-), izleyen şekilde tanımlanır. A^+ , her ölçütte ‘eniyi’ değerleri alan varsayımsal seçenekir. A^- ise her ölçütte ‘en kötü’ değerleri alan bir diğer varsayımsal seçenekir. $V_{m \times n}$ matrisinin her bir sütununun eniyi değerleri, A^+ 'yı en kötü değerleri ise A^- 'yı oluşturur.

Adım 4-Ayırma ölçüsünün hesaplanması: Bu adımda alternatifler arasındaki ayırm ölçüsü için Öklid uzak bağıntısı kullanılır. Her seçenekin ideal çözümünden (S_i^+) ve eksi-ideal çözümünden (S_i^-) uzaklıklarını aşağıdaki formüller ile hesaplanır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}$$

Adım 5-İdeal çözüme olan göreli yakınlığın hesaplanması: Her bir seçenekin ideal çözüme olan göreli yakınlığı (G_i) aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$G_i = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

Burada G_i [0,1] aralığında bir değer olacaktır ve ne kadar büyük ise ilgili seçenekin o kadar çok tercih edildiği anlamına gelmektedir.

Adım 6-Seçeneklerin sıralanması: Seçenekler ideal çözüme olan görelî yakınlık (G_i) değerleri büyükten küçüğe sıralandığında en çok tercih edilen seçenek(ler) en üst sırada yer alacaktır.

Bir seçenek, ideal çözüme yaklaşıkça ideal çözüme olan görelî yakınlık (G_i) değeri de 1'e yaklaşır. Eğer i . seçenek ideal çözüme eşit ise $G_i = 1$ olur.



Eğer Örnek 1'de tanımlanan en uygun evin belirlenmesi probleminde karar vericinin ölçütleri evin metrekaresi, şehir merkezine uzaklığı ve evin yaşı ise, karar matrisi ($x_{10 \times 3}$) aşağıdaki gibi oluşturulur. Karar verici evin metrekaresinin büyük, şehir merkezine uzaklığın ve evin yaşıının ise küçük olmasını istemektedir. Bu ölçütlerle ilişkin önem derecelerini temsil eden ağırlıklar sırasıyla $w_1=0,20$ $w_2=0,50$ $w_3=0,30$ şeklinde belirlemiştir. Bu durumda TOPSIS yöntemini kullanarak seçeneklerin önem sırasını ve karar vericinin hangi seçeneği benimsemiştiğini gerektiğini belirleyiniz.

ÖRNEK 3

$$x_{10 \times 3} = \begin{bmatrix} 110 & 3 & 1 \\ 210 & 15 & 4 \\ 180 & 5 & 2 \\ 160 & 10 & 0 \\ 150 & 7 & 6 \\ 90 & 9 & 2 \\ 190 & 5 & 2 \\ 120 & 2 & 5 \\ 145 & 8 & 0 \\ 135 & 7 & 3 \end{bmatrix}$$

$$R_{10 \times 3} = \begin{bmatrix} 0,2271 & 0,1194 & 0,1005 \\ 0,4336 & 0,5971 & 0,4020 \\ 0,3717 & 0,1990 & 0,2010 \\ 0,3304 & 0,3981 & 0,0000 \\ 0,3097 & 0,2787 & 0,6030 \\ 0,1858 & 0,3583 & 0,2010 \\ 0,3923 & 0,1990 & 0,2010 \\ 0,2478 & 0,0796 & 0,5025 \\ 0,2994 & 0,3185 & 0,0000 \\ 0,2788 & 0,2787 & 0,3015 \end{bmatrix}$$

$$V_{10 \times 3} = \begin{bmatrix} 0,0454 & 0,0597 & 0,03015 \\ \mathbf{0,0867} & \underline{0,2986} & 0,12060 \\ 0,0743 & 0,0995 & 0,06030 \\ 0,0661 & 0,1990 & \mathbf{0,00000} \\ 0,0619 & 0,1393 & \underline{0,18091} \\ \underline{0,0372} & 0,1791 & 0,06030 \\ 0,0785 & 0,0995 & 0,06030 \\ 0,0496 & \mathbf{0,0398} & 0,15076 \\ 0,0599 & 0,1592 & \mathbf{0,00000} \\ 0,0558 & 0,1393 & 0,09045 \end{bmatrix}$$

$V_{10 \times 3}$ matrisinin sütunlarındaki en iyi değerler $\Rightarrow A^+ = \mathbf{0,0867} \quad 0,0398 \quad 0,0000$

$V_{10 \times 3}$ matrisinin sütunlarındaki en kötü değerler $\Rightarrow A^- = \underline{0,0372} \quad \underline{0,2986} \quad \underline{0,18091}$

$$S_i^+ = \begin{bmatrix} 0,0549 \\ 0,2855 \\ 0,0858 \\ 0,1606 \\ 0,2080 \\ 0,1597 \\ 0,0853 \\ 0,1553 \\ 0,1224 \\ 0,1380 \end{bmatrix}, \quad S_i^- = \begin{bmatrix} 0,2872 \\ 0,2371 \\ 0,2510 \\ 0,2609 \\ 0,2660 \\ 0,2983 \\ 0,2463 \\ 0,2818 \\ 0,2686 \\ 0,2738 \end{bmatrix}, \quad G_i = \begin{bmatrix} \mathbf{0,839613} \\ 0,453682 \\ 0,745358 \\ 0,619036 \\ 0,561235 \\ 0,651316 \\ 0,742812 \\ 0,644754 \\ 0,686929 \\ 0,664881 \end{bmatrix}$$

En büyük G değerine (0,839613) sahip olduğu için karar verici 1'inci seçeneği benimselidir.

SIRA SİZDE

1

Örnek 3'de karar vericinin en çok önem verdiği ölçütün evin metrekaresi olması ve ölçütler ile ilişkin önem derecelerini temsil eden ağırlıkların $w_1=0,70$ $w_2=0,20$ $w_3=0,10$ şeklinde belirlenmiş olması durumda hangi seçenekin benimsenmesi gerekiyor?

ÇOK AMAÇLI KARAR PROBLEMLERİNİN ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Bu bölümde çok amaçlı karar problemlerinin çözümünde kullanılabilecek çözüm yöntemlerinden hedef programlama, ağırlıklı toplam ve epsilon kısıt amaç birleştirme teknikleri tanıtılcaktır.

Hedef Programlama

Hedef programlama yaklaşımı, birden fazla amaç fonksiyonu olan problemler için kullanılabilen çözüm yöntemlerinden birisidir. Yaklaşımın klasik eniyileme çözüm yöntemlerinden temel farkı, amaç fonksiyonlarını eniyilemeye çalışmaması bunun yerine amaçlardan istenmeyen yöndeki sapmaların toplamını enküçüklemesidir. Burada hedef, amaç fonksiyonunun ulaşması istenilen değerdir. Örneğin, 'aylık toplam kârı enbüyüklemek' bir amaç iken, 'toplamlar aylık kârın en az 130.000 TL olması' bir hedefdir. Söz konusu hedeflerin herhangi bir önceliği ya da ağırlığı olmayabilecegi gibi belli bir önceliğe veya ağırlığa sahip olmaları da mümkündür. Buna bağlı olarak hedef programlama türleri;

- Ağırlıklı hedef programlama
- Öncelikli hedef programlama

olmak üzere iki ana başlık altında toplanabilir. Eğer gerçekleştirilmesi istenen hedefler farklı önem derecelerine sahip ise, 'ağırlıklı hedef programlama' söz konusudur. Amaç fonksiyonu oluşturulurken, hedeflerden istenmeyen yöndeki sapmalar hedeflerin önem derecelerini temsil edecek ağırlık değerleri (w_i) ile çarpılır.

Bazı hedeflere ulaşmak diğerlerinden daha öncelikli ise, 'öncelikli hedef programlama' söz konusudur. Öncelikli hedef programlamada, toplam n adet öncelik seviyesi var ise, birinci hedef önceliği P_1 olmak üzere, hedef öncelikleri $P_1 \gg P_2 \gg \dots \gg P_n$ şeklinde sıralanır. Her bir öncelik seviyesinde birden fazla hedef bulunabilir. Bu durumda, aynı öncelik seviyesine sahip hedef grubunda yer alan hedefler ağırlıklı hedef programlamadaki gibi modellenebilir. Öncelikli hedef programlamada, ilk öncelik seviyesinden başlayarak, sırayla her bir öncelik seviyesi için ayrı bir model çözülür. Her bir aşamada daha büyük önceliğe sahip hedeflerin istenmeyen yöndeki sapma değerlerinin kötüleşmesi, modele kısıtlar eklenerek engellenir.

Hedef programlamada *kırılgan kısıtlar* ve *esnek kısıtlar* olmak üzere iki tür kısıt yapısı bulunmaktadır. Kırılgan kısıtlar, kesin olarak sağlanması gereken kısıtlardır. Hedeflerle ilgili olmayan tüm kısıtlar bu gruba dahildir. Esnek kısıtlar ise, amaç fonksiyonlarının alacağı değeri – ve + yönde sapmalara izin verebilecek şekilde hedefe eşitlenmesi ile oluşturulan kısıtlarıdır. Hedef değerinden – ve + yöndeki sapma miktarları *sapma değişkenleri* ile temsil edilir. Her bir i hedefi için bir negatif sapma (s_i^-) ve bir pozitif sapma değişkeni (s_i^+) tanımlanır. Sapma değişkenleri negatif değer alamazlar. Negatif sapma değişkeni (s_i^-), hedefin ne kadar altında kalındığını gösteren değişkendir. Örneğin, toplam aylık kârın en az 130.000 TL olması hedefleniyorken, 110.000 TL olarak gerçekleşmesi durumunda, hedef miktarına ulaşamadığından, negatif sapma değişkeni değeri 20.000 TL olacaktır. Pozitif sapma değişkeni (s_i^+) ise, hedefin ne kadar aşıldığını gösteren değişkendir. Örneğin, hedef 130.000 TL iken toplam aylık kâr 155.000 TL olarak gerçekleşmiş ise, pozitif sapma değişkeninin değeri $155.000 - 130.000 = 25.000$ TL olacaktır.

Aynı esnek kısıta ait negatif ve pozitif sapma değişkenlerinin her ikisi birden sıfırdan büyük değer alamaz. Bu değişkenlerden biri sıfırdan büyük değer almış ise diğerini mutlaka sıfır olur. Eğer tam olarak hedef değerine ulaşılmış ise, her iki sapmada sıfır değerini alır.



DİKKAT

Hedefin yapısına bağlı olarak sapma değişkenlerinin pozitif değer alması *istenebilir* veya *istemeyebilir*. Hedef programlama yaklaşımında amaç fonksiyonu hedeflerin *istenmeyen* yöndeki sapmaları *toplamının enküküçüklenmesidir*. Üç farklı hedef yapısı söz konusudur;

- **Hedef belli bir değerin üzerine çıkmak ise**, hedef kısıtı \geq olarak tanımlanır ve s_i^- değişkeninin pozitif değer alması *istenmez*. Örneğin; bir ürünün toplam günlük üretim adedinin en az 1.300 olması hedefleniyor ise, hedef kısıtı;

‘günlük toplam üretim adedi ≥ 1.300 ’
olarak tanımlanır ve sapma değişkenlerinin eklenmesi ile;

‘günlük toplam üretim adedi + $s_i^- - s_i^+ = 1.300$ ’
olarak yazılır. İstenmeyen sapma s_i^- olduğu için amaç fonksiyonu;

$enk z = s_i^-$
şeklinde oluşturulur.

- **Hedef belli bir değerin altında kalmak ise**, hedef kısıtı \leq olarak tanımlanır. s_i^+ değişkeninin sıfırdan büyük değer alması *istenmez*. Örneğin; bir ürünün toplam günlük üretim adedinin en çok 2.000 olması hedefleniyor ise, hedef kısıtı;

‘günlük toplam üretim adedi ≤ 2.000 ’
olarak tanımlanır ve sapma değişkenlerinin eklenmesi ile;

‘günlük toplam üretim adedi + $s_2^- - s_2^+ = 2.000$ ’
olarak yazılır. İstenmeyen sapma olduğu için amaç fonksiyonu;

$enk z = s_2^+$
şeklinde oluşturulur.

- **Hedef tam olarak belli bir değere ulaşmak ise**, hedef kısıtı eşitlik şeklinde tanımlanır ve ne s_i^+ değişkeninin ne de s_i^- değişkeninin sıfırdan büyük değer alması *istenmez*. Eğer toplam günlük üretim adedinin 1.500 olması hedefleniyor ise, hedef kısıtı;

‘günlük toplam üretim adedi = 1.500’
olarak tanımlanır ve sapma değişkenlerinin eklenmesi ile

‘günlük toplam üretim adedi + $s_3^- - s_3^+ = 1.500$ ’
olarak yazılır. Burada s_3^- ve s_3^+ değişkenlerinin her ikisinin de pozitif değer alması istenmez. Amaç fonksiyonu;

$enk z = s_3^- - s_3^+$
şeklinde oluşturulur.

Şimdi, farklı öneme sahip iki hedef söz konusu olduğunda amaç fonksiyonunun nasıl oluşturulacağını inceleyelim. Hedeflerimiz toplam günlük üretim adedinin 2.500 olması ve 4.000'i aşmaması şeklinde tanımlanmış olsun ve ikinci amaç ilkinden 4 kat daha önemli olsun. Öncelikle hedef kısıtlarını yazalım; 'günlük toplam üretim adedi = 2.500'

$$\text{günlük toplam üretim adedi} \leq 4.000$$

Sapma değişkenlerinin eklenmesi ile esnek kısıtlar aşağıdaki gibi oluşturulur;

$$\text{günlük toplam üretim adedi} + s_1^- - s_1^+ = 2.500$$

$$\text{günlük toplam üretim adedi} + s_2^- - s_2^+ = 4.000$$

Her iki hedefin pozitif değer alması istenmeyen sapmaları s_1^- , s_1^+ ve s_2^- dir. Hedefler farklı öneme sahip oldukları için amaç fonksiyonu, hedeflerin istenmeyen yöndeği sapmalarının hedeflerin önemini temsil eden ağırlıklarla çarpılarak toplanması ile;

$$\text{enk } z = w_1 (s_1^- - s_1^+) + w_2 s_2^+$$

şeklinde oluşturulur. İlkinci hedef, ilkinden dört kat daha önemli olduğundan ikinci amaçın ağırlığı olan w_2 , w_1 'den dört kat daha büyük olmalıdır (yani $w_2 = 4w_1$ olmalıdır). Bu durumda $w_1 = 0,2$ ve $w_2 = 0,8$ değerleri kullanılarak amaç fonksiyonu;

$$\text{enk } z = 0,2 (s_1^- + s_1^+) + 0,8 s_2^+$$

şeklinde yazılabilir.

ÖRNEK 4

Örnek 2'de tanımlanan problemin amaçlarının eşit öneme sahip oldukları varsayıyalım. Karar vericinin bu amaçlar için 'toplam stok maliyeti 200'ün altında olmalı' ve 'stokta en az 5 bobin eni bulundurulmalı' şeklinde hedefleri olsun. Bu durumda hedefler;

$$\sum_{i=1}^{20} c_i x_i \leq 200$$

$$\sum_{i=1}^{20} x_i \geq 5$$

olarak yazılabilir. Şimdi hedeflerimizi sapma değişkenlerini ekleyerek esnek kısıtlara dönüştürelim;

$$\sum_{i=1}^{20} c_i x_i - s_1^+ + s_1^- = 200$$

$$\sum_{i=1}^{20} x_i - s_2^+ + s_2^- = 5$$

İlk hedef stok maliyetinin 200'ü aşmamasıdır, bu değerin altında kalması ise istenen bir durumdur. Bir başka değişle s_1^+ 'nın sıfırdan büyük değer alması istenmez iken s_1^- 'nın ki istenmektedir. İkinci hedef stokta enaz 5 çeşit bobin eni bulundurulmasıdır bu değerin üstüne çıkması istenen bir durumdur. Bir başka değişle s_2^+ 'nın sıfırdan farklı değer alması istenmez iken s_2^- 'nın ki istenmektedir. Ayrıca her iki hedefin eşit öneme sahip olması nedeniyle amaç her iki hedeften istenmeyen yöndeği sapmaların toplamının enküçüklenmesi şekilde aşağıdaki gibi kurulur. Hedefler aynı öneme sahip olduklarıdan ağırlık değerleri ile çarpılmalarına gerek yoktur.

$$\text{enk } z = s_1^+ + s_2^-$$

Problemin hedef programlama modeli aşağıdaki gibidir.

<i>Esnek kısıtlar:</i>	$\sum_{i=1}^{20} c_i x_i - s_1^+ + s_1^- = 200$
<i>Kırılgan kısıtlar:</i>	$x_9 + x_{10} \geq 1$ $x_i \in \{0,1\} i = 1, 2, \dots, 20$ kısıtları altında
<i>Amaç fonksiyonu:</i>	$\text{enk } z = s_1^+ + s_2^-$

Örnek 4'teki problemde hedeflerin eşit öneme sahip olmadıklarını ve ilk hedefin ikinci hedeften 3 kat daha önemli olduğunu varsayıyalım. Bu durumda sadece hedef programlama modelinin amaç fonksiyonu değişecektir. Amaç fonksiyonundaki her bir sapma değişkeninin ait olduğu hedefin önem derecesini temsil eden ağırlık değerleri ile çarpılması gerekmektedir. İlk hedef ikinciden üç kat daha önemli olduğuna göre; $w_1 = 0,75$ ve $w_2 = 0,25$ olarak alınabilir. Bu durumda amaç fonksiyonu aşağıdaki gibi değişir.

ÖRNEK 5

Örnek 4'teki problemde ilk hedef birinci öncelik seviyesinde, ikinci hedef ise ikinci öncelik seviyesinde olsun. Bu durumda $P_1 \gg P_2$ olmak üzere, amaç fonksiyonu aşağıdaki şekilde oluşturulur:

ÖRNEK 6

İki öncelik seviyesi söz konusu olduğu için, problem iki aşamada çözülecektir. Sadece 1'inci hedef dikkate alınarak oluşturulan ilk aşamaya ait hedef programlama modeli aşağıda verilmiştir.

<i>1. Aşama:</i>	<i>Esnek kısıt:</i>	$\sum_{i=1}^{20} c_i x_i - s_1^+ + s_1^- = 200$
	<i>Kırılgan kısıtlar:</i>	$x_9 + x_{10} \geq 1$ $x_i \in \{0,1\} i = 1, 2, \dots, 20$ kısıtları altında
	<i>Amaç fonksiyonu:</i>	$\text{enk } z = s_1^+$

İlk aşamada verilen model çözüldüğünde, s_1^+ sapma değişkeninin enküçük değeri (enks_1^+) elde edilecektir. İkinci aşamaya geçildiğinde modele ikinci öncelik seviyesindeki 2'nci hedefe ait esnek kısıt eklenirken aynı zamanda ilk öncelik seviyesindeki 1'inci hedefin istenmeyen yöndeki sapma değerinin kötüleşmesini engelleyecek kırılgan kısıt da ($s_1^+ = \text{enks}_1^+$) eklenmelidir. İkinci aşamada çözülmesi gereken hedef programlama modeli aşağıda verilmiştir.

2. Aşama:	<i>Esnek kısıtlar:</i>	$\sum_{i=1}^{20} c_i x_i - s_1^+ + s_1^- = 200$ $\sum_{i=1}^{20} x_i - s_2^+ + s_2^- = 5$
	<i>Kırılgan kısıtlar:</i>	$x_9 + x_{10} \geq 1$ $s_1^+ = \text{enks}_1^+$ $x_i \in \{0,1\} i = 1, 2, \dots, 20$ kısıtları altında
	<i>Amaç fonksiyonu:</i>	$\text{enk } z = s_2^-$

ÖRNEK 7

Örnek 6'da ilk hedefin eşitlik şekilde değiştiğini ve ikinci öncelik seviyesine de 'stokta en fazla 12 bobin eni bulundurulmalı' şeklinde yeni bir hedef daha eklendiğini düşünelim. Bu durumda hedefler

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{20} c_i x_i &= 200 \\ \sum_{i=1}^{20} x_i &\geq 5 \\ \sum_{i=1}^{20} x_i &\leq 12 \end{aligned}$$

olarak yazılabilir. Şimdi hedeflerimizi sapma değişkenlerini ekleyerek esnek kısıtlara dönüştürelim;

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{20} c_i x_i - s_1^+ + s_1^- &= 200 \\ \sum_{i=1}^{20} x_i - s_2^+ + s_2^- &= 5 \\ \sum_{i=1}^{20} x_i - s_3^+ + s_3^- &= 12 \end{aligned}$$

İlk hedef stok maliyetinin 200'e eşit olmasıdır. Bu değerin altında kalması ya da üstüne çıkması, bir başka deyişle ne s_1^+ 'in ne de s_1^- 'nin sıfırdan büyük değer alması istenmez. İkinci hedef stokta enaz 5 çeşit bobin eni bulundurulmasıdır. Bu nedenle s_2^- 'nin sıfırdan büyük değer alması istenmez. Üçüncü hedef stokta en fazla 12 çeşit bobin eni bulundurulmasıdır bu nedenle s_3^+ 'nın sıfırdan farklı değer alması istenmez. İkinci öncelik seviyesindeki üçüncü hedef, ikinciden dört kat daha önemlidir ($w_2 = 0,2$ ve $w_3 = 0,8$) olsun. Bu durumda $P_1 \gg P_2$ olmak üzere, amaç fonksiyonu aşağıdaki şekilde değişir:

$$\text{enk } z = P_1 (s_1^+ + s_1^-) + P_2 (w_2 s_2^- + w_3 s_3^+)$$

İki öncelik seviyesi söz konusu olduğu için, problem iki aşamada çözülecektir. Birinci aşamada sadece ilk öncelik seviyesinde yer alan 1'inci hedef dikkate alınacaktır. Birinci aşamada çözülmesi gereken hedef programlama modeli aşağıda verilmiştir.

1. Aşama:

<i>Esnek kısıt:</i>	$\sum_{i=1}^{20} c_i x_i - s_1^+ + s_1^- = 200$
<i>Kırılgan kısıtlar:</i>	$x_9 + x_{10} \geq 1$ $x_i \in \{0,1\} i = 1, 2, \dots, 20$ kısıtları altında
<i>Amaç fonksiyonu:</i>	$\text{enk } z = s_1^+ + s_1^-$

İlk aşamada verilen model çözüldüğünde, s_1^+ ve s_1^- sapma değişkenlerinin enküük değerleri (enks_1^+ ve enks_1^-) elde edilecektir. İkinci aşamaya geçildiğinde modele ikinci öncelik seviyesindeki 2'nci ve 3'üncü hedeflere ait esnek kısıtlar eklenirken aynı zamanda ilk öncelik seviyesindeki hedeflerin sapma değerlerinin kötüleşmesini engelleyecek kırılgan kısıtlar da ($s_1^+ = \text{enks}_1^+$ ve $s_1^- = \text{enks}_1^-$) eklenmelidir. İkinci aşamada çözülmesi gereken hedef programlama modeli aşağıda verilmiştir.

2. Aşama:

<i>Esnek kısıtlar:</i>	$\sum_{i=1}^{20} c_i x_i - s_1^+ + s_1^- = 200$
<i>Kırılgan kısıtlar:</i>	$\sum_{i=1}^{20} x_i - s_2^+ + s_2^- = 5$ $\sum_{i=1}^{20} x_i - s_3^+ + s_3^- = 12$
<i>Amaç fonksiyonu:</i>	$\text{enk } z = w_2 s_2^- + w_3 s_3^+$

Beş hedefe sahip bir hedef programlama modelinde;

- Birinci hedef ‘=’
- İkinci hedef ‘=’
- Üçüncü hedef ‘≤’
- Dördüncü hedef ‘≥’
- Beşinci hedef ‘≤’



yapısındadır. Üç öncelik seviyesi söz konusudur;

- ilk öncelik seviyesinde: 2'nci ve 4'üncü hedefler,
- ikinci öncelik seviyesinde: 1'inci hedef,
- üçüncü öncelik seviyesinde: 3'üncü ve 5'inci hedefler yer almaktadır.

Ayrıca 2'nci hedef 4'üncü hedefe göre 9 kat daha önemli olduğuna göre, amaç fonksiyonunu oluşturunuz. Problem kaç aşamada çözülecektir?

Ağırlıklı Toplam Amaç Birleştirme Yöntemi

Ağırlıklı toplam amaç birleştirme yöntemi, çok amaçlı problemleri tek amaçlı yapıya dönüştürmek için kullanılan en yaygın ve eski amaç birleştirme yöntemlerinden birisidir. Bu yöntemde amaç fonksiyonları, pozitif ağırlıklarla çarpılıp toplanarak tek bir amaç fonksiyonuna dönüştürülürler.

Çok amaçlı bir problem aşağıdaki gibi tanımlanmış olsun.

$$\begin{aligned} & x \in X \\ & \text{enk}[z_1(x), z_2(x), \dots, z_n(x)] \end{aligned}$$

w_k : k 'ncı amaç fonksiyonunun önemini temsil eden pozitif ağırlık değerleri olmak üzere, p tane amaç aşağıdaki gibi birleştirilerek tek bir amaç fonksiyonuna dönüştürülür.

$$\text{enk} \sum_{x \in X} \sum_{k=1}^p w_k z_k(x)$$

Bu yöntemin önemli avantajlarından ikisi, kullanım kolaylığı ve kullanıcı tercihlerinin modele yansıtılabilmesidir. Ancak tüm Pareto-Eniyi değerlerin türetilmesi için uygun çözüm alanının ve amaç fonksiyonlarının **dışbükey** olma şartı vardır. Dolayısıyla ağırlıklı toplam amaç birleştirme yöntemi tamsayılı doğrusal programlama ve doğrusal olmayan programlama problemlerinin çözümünde kullanılabilmekle birlikte tüm etkin çözümleme yöntemlerini garanti edilemez.

Dışbükey küme: Herhangi iki noktasını birleştiren doğru parçasının tamamının küme içinde kalıldığı kümelerdir. Doğrusal matematiksel modellerin uygun çözüm alanları dışbükey kümedir.

Doğrusal modellerin tüm amaç ve kısıt fonksiyonları doğrusaldır. Doğrusal fonksiyonlar aynı zamanda hem dışbükey hem de dışbükey fonksiyon olarak kabul edilirler.

Ağırlıklı toplam amaç birleştirme yöntemi, kullanılırken amaçlar birleştirildikten sonra, $w_1 + w_2 = 1$ olacak şekilde farklı w_1 ve w_2 değerlerinden oluşan bir ağırlık seti belirlenir. Örneğin; (w_1, w_2) ağırlık çiftleri; $(0;1) (0,1; 0,9) (0,2; 0,8) (0,3; 0,7) (0,4; 0,6) (0,5; 0,5) (0,6; 0,4) (0,7, 0,3) (0,8, 0,2) (0,9, 0,1) (1, 0)$ olsun. Problem bu sette yer alan her bir ağırlık çifti için çözümlü. Elde edilen çözümler içerisinde tekrar edilen çözümler ayıklanarak etkin çözümler kümelerinin elemanlarından bazları elde edilir. Ağırlık seti, ne kadar fazla sayıda ağırlık çiftinden oluşursa, tüm etkin çözümleri elde edebilme olasılığı da o kadar artacaktır.

DİKKAT



Birleştirilecek amaçların bazıları enküükleme bazıları enbüyükleme yapısında ise, ağırlıklı toplam amaç birleştirme yönteminin kullanılabilmesi için öncelikle tüm amaçların aynı yaşıya dönüştürülmesi gereklidir. Bir amaç fonksiyonunun yönünü değiştirmek gerekiyor ise '-1' ile çarpmak yeterlidir.

ÖRNEK 8

Örnek 2'de verilen problemin amaçlarını ağırlıklı toplam amaç birleştirme yöntemini kullanarak birleştiriniz ve matematiksel modeli yazınız.

Öncelikle 2'nci Amaç fonksiyonunu -1 ile çarparak yönünü değiştirelim.

$$\text{enk } f_2 = -\sum_{i=1}^{20} x_i$$

Şimdi birinci amacın ağırlığı w_1 ve ikinci amacın ağırlığı w_2 olmak üzere birleştirilmiş amaç fonksiyonunu (z) aşağıdaki gibi yazılır.

$$\text{enk } z = w_1 \sum_{i=1}^{20} c_i x_i - w_2 \sum_{i=1}^{20} x_i$$

Ağırlıklı toplam amaç birleştirme yöntemini kullanırken çözülmesi gereken matematisel model aşağıda verilmiştir.

<i>Stok kısıtı:</i>	$x_9 + x_{10} \geq 1$
<i>İşaret kısıtı:</i>	$x_i \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, 20$ kısıtları altında,
<i>Birleştirilmiş Amaç:</i>	$\text{enk } z = w_1 \sum_{i=1}^{20} c_i x_i - w_2 \sum_{i=1}^{20} x_i$

Epsilon Kısıt Yöntemi

Epsilon kısıt yönteminde, amaçlardan sadece birisi amaç fonksiyonu olarak ele alınır. Diğerleri ise epsilon (ϵ) değerleri ile sınırlandırılarak kısıta dönüştürülür.

Çok amaçlı bir problem aşağıdaki gibi tanımlanmış olsun.

$$\begin{aligned} x &\in X \\ \text{enk}[z_1(x), z_2(x), \dots, z_n(x)] \end{aligned}$$

p tane amaç fonksiyonundan ($p-1$) tanesi aşağıdaki gibi kısıt fonksiyonlarına dönüştürülür. Böylece problem tek amaçlı hale dönüştürülmüş olur.

$$\begin{aligned} z_k(x) &\leq \epsilon_k, \quad k = 1, \dots, p, \quad j \neq k \\ \text{k.a.} \\ \text{enk}_{x \in X} z_j(x) \end{aligned}$$

Eğer kısıta dönüştürülecek amaç fonksiyonu enküükleme değil enbüyükleme ise; bu durumda kısıt $z_k(x) \geq \epsilon_k$ şeklinde oluşturulur.



DİKKAT

Epsilon kısıt yöntemi kullanılırken, kısıta dönüştürülmüş amaçların sınırlandırılacağı farklı ϵ_k değerleri seti belirlenir. Problem bu sette yer alan her bir ϵ grubu için çözülür. Elde edilen çözümler içerisinde tekrar edilen çözümler ayıklanarak etkin çözümler kümesinin elemanlarından bazıları elde edilir. ϵ_k değerleri seti ne kadar fazla sayıda ϵ grubundan oluşursa, tüm etkin çözümleri elde edebilme olasılığı da o kadar artacaktır.

Epsilon kısıt yöntemi, ağırlıklı toplam amaç birleştirme yönteminden farklı olarak amaçların birleştirilmesi yerine, amaçlardan birisini eniyilerken diğerlerinin kısıtlara eklenmesi mantığına dayanır. Dışbükeylik şartına ihtiyaç duymayan bir yöntemdir. Ancak ϵ_k değerleri setinin belirlenmesi aşaması zahmetlidir.

Örnek 2'de verilen problemi epsilon kısıt yöntemini kullanarak tek amaçlı hale dönüştürüünüz ve matematiksel modelini yazınız.

ÖRNEK 9

İkinci amacı aşağıdaki şekilde kısıt fonksiyonuna dönüştürelim.

$$\sum_{i=1}^{20} x_i \geq \epsilon$$

İlk amaç ise modelin tek amaç fonksiyonu olarak yazılır. Epsilon kısıt yöntemini kullanırken çözülmesi gereken matematiksel model aşağıda verilmiştir.

<i>Stok kısıti:</i>	$x_9 + x_{10} \geq 1$
<i>Epsilon kısıt:</i>	$\sum_{i=1}^{20} x_i \geq \varepsilon$
<i>İşaret kısıti:</i>	$x_i \in \{0, 1\} \quad i = 1, 2, \dots, 20$ kısıtları altında,
<i>Amaç fonksiyonu:</i>	$\text{enf } z_1 = \sum_{i=1}^{20} c_i x_i$

SIRA SİZDE

3

Örnek 2'de verilen problemi ilk amacı epsilon kısıta dönüştürecek şekilde, epsilon kısıt yöntemini kullanarak tek amaçlı hale dönüştürünüz ve matematiksel modelini yazınız.

ÇOK AMAÇLI KARAR PROBLEMLERİNİN LINGO İLE ÇÖZÜMÜ

Bu bölümde öncelikle bir matematiksel modelin LINGO'da nasıl çözüleceği kısaca açıklandıktan sonra çok amaçlı programlama örneklerinin LINGO ile çözümleri yapılacaktır.

LINGO

LINGO, Lindo Systems Inc. şirketi tarafından üretilmiş, doğrusal, tamsayılı ve doğrusal olmayan matematiksel modelleri çözebilen, bir enyileme yazılımı ve modelleme dilidir. 'www.lindo.com' adresinden yazılım ile ilgili bilgi edinmek ve ücretsiz olarak deneme sürümünü indirmek mümkündür.

Herhangi bir matematiksel modelin LINGO formatında açık olarak yazımı basit olarak aşağıdaki şekildedir:

```
MIN( veya MAX) = amaç fonksiyonu;
Kısıt 1 ;
Kısıt 2 ;
..
Kısıt n ;
END
```

Modelin açık yazımı sırasında uyulması gereken yazım kuralları aşağıda verilmiştir:

- Genel bir anlayış olarak modelin amaç fonksiyonu ilk satırda, kısıtlar da diğer satırlarda yazılmaktadır. Ancak LINGO'da bu bir zorunluluk değildir.
- Bütün matematiksel ifadeler birbirinden ';' işaretini kullanılarak ayrılmalıdır. Sonuçta LINGO ';' ile ayrılmış ifadeleri algılar.
- LINGO MAX= ve ya MIN= ile başlayan satırı amaç fonksiyonu satırı olarak, diğer satırları ise kısıt olarak kabul eder. Her kısıtin yeni bir satırdan başlaması önerilir, kısıt sırasının önemi yoktur.
- Değişken isimleri bir harf (A-Z) ile başlamalı ve en çok 32 karakter uzunluğunda olmalıdır.
- Büyük ya da küçük harf kullanımı arasında fark yoktur. "TALEP" ve "talep" aynı değişken olarak kabul edilir.

- Değişken ve parametreler arasında '*' işaretinin olması gereklidir. Örnek: ' $2x_1+3x_2$ ' ifadesi LINGO'da ' $2*x1+3*x2$ ' olarak yazılır.
- \leq ve \geq işaretleri LINGO'da $<=$ ve $>=$ olarak ya da $<$ ve $>$ olarak yazılabilir
- Ayrıca bir koşul verilmemiş sürece, LINGO modeldeki bütün değişkenleri sıfırdan büyük veya eşit reel değişken olarak kabul eder. Farklı özellikteki değişkenler için modele mutlaka ilgili işaret kısıtları eklenmelidir. LINGO'da işaret kısıtlarını yazmak için kullanabileceğimiz fonksiyonlar aşağıda verilmiştir:
 - @GIN(değişken-adi) genel tamsayı değişken
 - @BIN(değişken-adi) 0-1 tamsayı değişken
 - @FREE(değişken-adi) her türlü reel değer alabilen değişken
 - @BND(alt sınır, değişken-adi, üst sınır) alt veya üst sınır değeri olan değişken

Aşağıda tek amaçlı bir matematiksel model ve LINGO formatında yazımı verilmiştir.

ÖRNEK 10

Matematiksel Model:

$$2x_1 + 2x_2 + x_3 + x_4 \leq 100$$

$$6x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 2x_4 \geq 40$$

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 80$$

$$x_1, x_2, x_3 \geq 0$$

kısıtları altında,

$$\text{enb } z = 2x_1 + 3x_2 + 4x_3 + x_4$$

LINGO Formatı:

$$MAX = 2*x1+3*x2+4*x3+x4;$$

$$2*x1+2*x2+x3+x4 <= 100;$$

$$6*x1+2*x2+3*x3+2*x4 >= 40;$$

$$x1+x2+x3+x4 = 80;$$

END

Matematiksel modelimizi LINGO formatında yazdıktan sonra, 'Solve' (Çöz) tuşuna basarak çözebiliriz. Şekil 2.3'de Örnek10'da verilen model için LINGO'da elde edilen çözüm raporu yer almaktadır. Rapordan da görülebileceği gibi eniyi çözümde karar değişkenleri $x_1=x_2=x_4=0$, $x_3=80$ ve amaç fonksiyonu da 320 değerini almıştır.

Şekil 2.3

Solution Report - LINGO1			Örnek 10'da verilen örnek problemin LINGO Çözüm Raporu
Global optimal solution found.			
Objective value:	320.0000		
Infeasibilities:	0.000000		
Total solver iterations:	2		
Variable	Value	Reduced Cost	
X1	0.000000	2.000000	
X2	0.000000	1.000000	
X3	80.000000	0.000000	
X4	0.000000	3.000000	
Row	Slack or Surplus	Dual Price	
1	320.0000	1.000000	
2	20.000000	0.000000	
3	200.0000	0.000000	
4	0.000000	4.000000	

Hedef programlama. Örnek 4'de matematiksel modeli verilen problemin LINGO Formatında yazımı ve çözüm raporu aşağıda verilmiştir.

ÖRNEK 11

$$\begin{aligned}
 & 61*x1 + 62*x2 + 63*x3 + 64*x4 + 65*x5 + 66*x6 + 67*x7 + 68*x8 + 69*x9 + 70*x10 + \\
 & 71*x11 + 72*x12 + 73*x13 + 74*x14 + 75*x15 + 76*x16 + 77*x17 + 78*x18 + 79*x19 \\
 & + 80*x20 - s1p + s1n = 200;
 \end{aligned}$$

$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} + x_{16}$
 $+ x_{17} + x_{18} + x_{19} + x_{20} - s_2p + s_2n = 5;$
 $x_9 + x_{10} \geq 1;$
 $@bin(x1); @bin(x2); @bin(x3); @bin(x4); @bin(x5); @bin(x6); @bin(x7); @bin(x8);$
 $@bin(x9); @bin(x10); @bin(x11); @bin(x12); @bin(x13); @bin(x14); @bin(x15); @bin(x16); @bin(x17); @bin(x18); @bin(x19); @bin(x20);$
 $MIN=s1p+s2n;$

Çözüm Raporu:

Değişken	Değeri	Değişken	Değeri	Değişken	Değeri
X1	1	X9	1	X17	0
X2	1	X10	0	X18	0
X3	0	X11	0	X19	0
X4	0	X12	0	X20	0
X5	0	X13	0	S1P	0
X6	0	X14	0	S1N	8
X7	0	X15	0	S2P	0
X8	0	X16	0	S2N	2

Çözüm raporu incelendiğinde x_1 , x_2 ve x_3 değişkenlerinin 1 değerini aldığı görülmektedir. $s_1^- = 8$ ve $s_2^- = 2$ sapma değişkenleri sıfırdan farklı değer almıştır. Bu değişkenlerden sadece s_2^- istenmeyen yönde olduğu için amaç fonksiyonun değeri 2'dir. Toplam stok maliyeti 192 değerini aldıktan sonra, ‘toplam stok maliyeti en fazla 200 olmalıdır’ hedefi tutturulmuştur. Ancak ‘stokta en az 5 çeşit bobin bulundurulmalı’ hedefi 3 olarak gerçekleşmiş ve hedefin iki birim altında kalmıştır.

ÖRNEK 12

Toplam ağırlıklı amaç birleştirme yöntemi. Örnek 8'de matematiksel modeli verilen problemi (w_1 , w_2) ağırlık çiftleri; (0; 1) (0,1; 0,9) (0,2; 0,8) (0,3; 0,7) (0,4; 0,6) (0,5; 0,5) (0,6; 0,4) (0,7; 0,3) (0,8; 0,2) (0,9; 0,1) (1; 0) olmak üzere belirlenen ağırlık setini kullanarak çözelim. Problemin LINGO formatında yazımı ve her bir ağırlık çifti için elde edilen amaç fonksiyonu değerlerini içeren çözüm raporu aşağıda verilmiştir.

$x_9 + x_{10} \geq 1;$
 $@bin(x1); @bin(x2); @bin(x3); @bin(x4); @bin(x5); @bin(x6); @bin(x7); @bin(x8);$
 $@bin(x9); @bin(x10); @bin(x11); @bin(x12); @bin(x13); @bin(x14); @bin(x15); @bin(x16); @bin(x17); @bin(x18); @bin(x19); @bin(x20);$
 $MIN = 0,1*(61*x1 + 62*x2 + 63*x3 + 64*x4 + 65*x5 + 66*x6 + 67*x7 + 68*x8 +$
 $69*x9 + 70*x10 + 71*x11 + 72*x12 + 73*x13 + 74*x14 + 75*x15 + 76*x16 + 77*x17$
 $+ 78*x18 + 79*x19 + 80*x20) + 0,9*(x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 + x9 + x10$
 $+ x11 + x12 + x13 + x14 + x15 + x16 + x17 + x18 + x19 + x20);$

Cözüm Raporu:

w₁	w₂	f₁	f₂	çözüm
0	1	1410	20	x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x9=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
0,1	0,9	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
0,2	0,8	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
0,3	0,7	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
0,4	0,6	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
0,5	0,5	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
0,6	0,4	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
0,7	0,3	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
0,8	0,2	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
0,9	0,1	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0
1	0	69	1	x9=1,x1=x2=x3=x4=x5=x6=x7=x8=x10=x11=x12=x13=x14 =x15=x16=x17=x18=x19=x20=0

Cözüm raporu incelendiğinde sadece ($w_1; w_2$)=(0; 1) ağırlık çifti için amaç fonksiyonu değerleri $v_1=(z_{11}; z_{12})=(1410; 20)$ olarak elde edilmiştir. Diğer tüm ağırlık çiftleri için ise amaç fonksiyonu değerleri $v_2=(z_{21}; z_{22})=(69; 1)$ olarak elde edilmiştir. v_1 ile v_2 amaç vektörleri karşılaştırıldığında, $69 < 1410$ ve $20 > 1$ olduğundan v_2 'nin birinci amacının ($z_{21}=69$), v_1 'in ise ikinci amacının ($z_{12}=20$) daha iyi değer aldığı görülecektir. Bu durumda bu iki vektor birbirine baskın değildir. İlgili ağırlık seti ile Pareto-Eniyi çözümler kümesinin iki elemanı elde edilmiştir. Daha fazla sayıda etkin çözüm elde etmek için daha geniş bir ağırlık seti kullanılmalıdır. Örneğin; (0,015; 0,985) ağırlık çifti için $v_3 = (z_{31}; z_{32}) = (384; 6)$ çözümü elde edilmiştir ($x_1=x_2=x_3=x_4=x_5=x_9=1; x_6=x_7=x_8=x_{10}=x_{11}=x_{12}=x_{13}=x_{14}=x_{15}=x_{16}=x_{17}=x_{18}=x_{19}=x_{20}=0$).

Epsilon kısıt yöntemi. Örnek 9'da verilen matematiksel modelin LINGO formatında yazımı aşağıdadır.

ÖRNEK 13

```

x1 + x2 + x3 + x4 + x5 + x6 + x7 + x8 + x9 + x10 + x11 + x12 + x13 + x14 + x15 + x16
+ x17 + x18 + x19 + x20 >= ε;
x9 + x10 >= 1;
@bin(x1); @bin(x2); @bin(x3); @bin(x4); @bin(x5); @bin(x6); @bin(x7); @bin(x8);
@bin(x9); @bin(x10); @bin(x11); @bin(x12); @bin(x13); @bin(x14); @bin(x15); @
bin(x16); @bin(x17); @bin(x18); @bin(x19); @bin(x20);
MIN=61*x1 + 62*x2 + 63*x3 + 64*x4 + 65*x5 + 66*x6 + 67*x7 + 68*x8 + 69*x9 +
70*x10 + 71*x11 + 72*x12 + 73*x13 + 74*x14 + 75*x15 + 76*x16 + 77*x17 + 78*x18
+ 79*x19 + 80*x20;

```

Yukarıda LINGO formatında yazımı verilen matematiksel model, ϵ değerleri sırasıyla 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 14; 15; 16; 17; 18; 19 ve 20 alınarak çözülmüş ve elde edilen çözüm raporu aşağıda verilmiştir.

Çözüm Raporu:

ϵ	f_1	f_2	$(x_1; x_2; x_3; x_4; x_5; x_6; x_7; x_8; x_9; x_{10}; x_{11}; x_{12}; x_{13}; x_{14}; x_{15}; x_{16}; x_{17}; x_{18}; x_{19}; x_{20})$
1	69	1	(0;0;0;0;0;0;0;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
2	130	2	(1;0;0;0;0;0;0;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
3	192	3	(1;1;0;0;0;0;0;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
4	255	4	(1;1;1;0;0;0;0;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
5	319	5	(1;1;1;1;0;0;0;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
6	384	6	(1;1;1;1;1;0;0;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
7	450	7	(1;1;1;1;1;1;0;0;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
8	517	8	(1;1;1;1;1;1;1;0;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
9	585	9	(1;1;1;1;1;1;1;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
10	655	10	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
11	726	11	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;0;0;0;0;0;0;0;0;0)
12	798	12	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;0;0;0;0;0;0;0;0)
13	871	13	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;0;0;0;0;0;0;0)
14	945	14	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;0;0;0;0;0;0)
15	1020	15	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;0;0;0;0;0)
16	1096	16	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;0;0;0;0)
17	1173	17	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;0;0;0)
18	1251	18	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;0;0)
19	1330	19	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;0)
20	1410	20	(1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1;1)

Çözüm raporu incelendiğinde, 20 farklı amaç vektörü elde edildiği ve hiçbirisinin birbirine baskın olmadığı görülmektedir. Epsilon kısıt yöntemi ile Pareto-Eniyi çözümler kümesinin yirmi elemanı elde edilmiştir.

Özet



Çok ölçütlü karar verme ve çok amaçlı programlama-nın temel kavramlarını açıklamak.

Gerçek hayatta karşılaştığımız birçok problem bir den fazla amacı eniyilemeye yönelikir. Bir problemin çok amaçlı sayılabilmesi için sadece birden fazla amaç fonksiyonuna sahip olması yeterli değildir, aynı zamanda bu amaçların birbiriyle çelişmesi de gerekmektedir.

Çok amaçlı karar verme problemlerinin çözümünde tek amaçlı problemlerin çözümü için geliştirilen yöntemler yetersiz kalmaktadır. Eğer bir karar problemi birden fazla çelişen amaca sahip ise, amaçlar bir amaç birleştirme teknigi kullanılarak birleştirilerek tek amaç yapıya dönüştürülebilir ve bundan sonraki safhada tek amaçlı problemler için geliştirilen çözüm yöntemlerini kullanmak mümkün hale gelir.



Çok amaçlı ve çok ölçütlü problemlerin farklarını ayırt etmek.

Birden fazla ölçüt ya da amaç söz konusu olduğunda seçenekleri birbiri ile kıyaslamak güçleşmektedir. Tek amaçlı bir problemin eniyi çözümünün bulunması hedeflenirken, çok amaçlı problemin birbirine baskın olmayan birden çok etkin çözümü söz konusudur. Bu nedenle çok amaçlı problemler için tek bir çözüm değil Pareto-Eniyi çözümlerinin kümesi araştırılmaktadır.



Çok ölçütlü karar verme problemlerini çözmek.

Çok ölçütlü karar problemi, sınırlı sayıda seçenekten hangisinin daha uygun olduğu belirlenirken birden fazla ölçüt söz konusu ise ortaya çıkmaktadır. Çok ölçütlü karar problemlerinde ideal çözüm, tüm ölçütlerde ulaşabilecek eniyi değerlere sahip olan varyimsal seçenek, eksi-ideal çözüm ise tüm ölçütlerde en kötü değerlere sahip olan varyimsal seçenek olarak tanımlanmaktadır. Çok ölçütlü karar probleminin çözümünde kullanılan bir teknik olan TOPSIS, benimsenecek seçeneği belirlerken hem ideal çözüme en yakın hem de eksi-ideal çözüme en uzak olması prensibine dayanmaktadır. Bu yöntemde her seçenek için bir görelî yakınlık (G_i) değeri hesaplanır. Bir seçenek, ideal çözüme yaklaşıkça ideal çözüme olan görelî yakınlık değeri de 1'e yaklaşır. Eğer i . seçenek ideal çözüme eşit ise $G_i=1$ olur.



Çok amaçlı doğrusal ve doğrusal tamsayılı karar problemlerini matematiksel olarak formüle etmek.

Hedef programlama yaklaşımı, çok amaçlı problemlerin çözümünde kullanılabilen bir yöntemdir. Yaklaşımın klasik eniyileme çözüm yöntemlerinden temel farkı, amaç fonksiyonunu eniyilemek yerine amaçların hedef değerlerden istenmeyen yönde sapmalarının toplamının en küçüklenmesidir. Söz konusu hedeflerin herhangi bir önceliği ya da ağırlığı olmayacağı gibi belli bir öneme veya ağırlığa sahip olmaları da mümkün değildir. Buna bağlı olarak hedef programlama türleri;

- Ağırlıklı hedef programlama,
- Öncelikli çok hedefli programlama

olmak üzere iki ana başlık altında sınıflandırılabilir. Ağırlıklı toplam amaç birleştirme yöntemi, çok amaçlı problemleri tek amaç yapıya dönüştürmek için kullanılan en yaygın ve eski amaç birleştirme yöntemlerinden birisidir. Bu yöntemde amaç fonksiyonları, pozitif ağırlıklarla çarpılıp toplanarak tek bir amaç fonksiyonuna dönüştürülürler. Kullanım kolaylığı ve kullanıcı tercihlerini modele yansıtılabilmesi bu teknigin önemli avantajlarıdır. Ancak problemin tüm etkin çözümlerini türedebilmesi için uygun çözüm alanının ve amaç fonksiyonlarının dışbükey olması şartı vardır.

Epsilon kısıt yönteminde, amaçlardan sadece biri amaç fonksiyonu olarak ele alınır diğerleri ise epsilon değerleri ile sınırlanılarak kısita dönüştürülür. Epsilon kısıt yöntemi, ağırlıklı toplam amaç birleştirme yönteminden farklı olarak, amaçların birleştirilmesi yerine, amaçlardan birisini eniyilerken diğerlerinin kısıtlara eklenmesi mantığına dayanır. Dışbükeylik şartına ihtiyaç duymayan bir yöntemdir. Ancak epsilon değerleri setinin belirlenmesi gerekmektedir.



Çok amaçlı doğrusal ve doğrusal tamsayılı karar modellerini LINGO yazılımını kullanarak çözmek.

Hedef programlama, ağırlıklı amaç birleştirme ya da epsilon kısıt yöntemlerinden birisi ile tek amaçlı bir matematiksel modele dönüştürülmüş olan çok amaçlı problem, bir eniyileme yazılımı kullanılarak çözülebilir. Yüzük bir kullanımına sahip olan LINGO, doğrusal, tamsayılı ve doğrusal olmayan matematiksel modeleri çözebilen, bir eniyileme yazılımı ve modelleme dilidir.

Kendimizi Sınayalım

- 1.** İlk amacı enküçükleme ikinci amacı enbüyükleme olan iki amaçlı bir problem için elde edilen çözümlerin amaç fonksiyonu değerleri $\begin{pmatrix} f_1 \\ f_2 \end{pmatrix}$ ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

- a. $\begin{pmatrix} 5 \\ 12 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 7 \\ 10 \end{pmatrix}$ e baskındır.
- b. $\begin{pmatrix} 3 \\ 7 \end{pmatrix}$ ve $\begin{pmatrix} 8 \\ 9 \end{pmatrix}$ birbirine baskın değildir.
- c. $\begin{pmatrix} 4 \\ 5 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 9 \\ 13 \end{pmatrix}$ e baskındır.
- d. $\begin{pmatrix} 5 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}$ e baskındır.
- e. $\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}$ ve $\begin{pmatrix} 2 \\ 5 \end{pmatrix}$ birbirine baskın değildir.

- 2.** Beş seçenek'e sahip bir çok ölçülü karar verme probleminin her bir seçenekinin TOPSIS yöntemi ile göreli yakınlık (G_i) değerleri sırasıyla; 0,13; 0,67; 0,87; 0,76 ve 0,93 olarak hesaplanmıştır. Buna göre karar verici aşağıdaki seçeneklerden hangisini benimsemelidir?

- a. 1.seçenek
- b. 2.seçenek
- c. 3.seçenek
- d. 4.seçenek
- e. 5.seçenek

- 3.** Dört hedefli bir problemde birinci ve ikinci hedefler ' \geq ', üçüncü hedef '=' ve dördüncü hedef ' \leq ' yapısındadır. Ayrıca ilk hedef diğerlerinden iki kat daha önemlidir. Bu problemin amaç fonksiyonu aşağıdakilerden hangisidir?

- a. $enk z = 2s_1^+ + s_2^+ + s_3^- + s_4^+$
- b. $enk z = s_1^- + s_2^- + s_3^- + s_4^+$
- c. $enk z = s_1^- + 2(s_2^+ + s_2^-) + s_3^+ + s_4^+$
- d. $enk z = 0,4s_1^- + 0,2s_2^- + 0,2(s_3^- + s_3^+) + 0,2s_4^+$
- e. $enk z = 0,4s_1^+ + 0,2s_2^+ + 0,2(s_3^- + s_3^+) + 0,2s_4^-$

- 4.** Tüm hedeflerin ' \geq ' yapısında olduğu üç hedefli bir problemde, ikinci ve üçüncü hedefler birinciye göre daha önceiliklidir. Ayrıca ikinci hedef, sonuncu hedeften üç kat daha önemlidir. Bu durumda oluşturulacak amaç fonksiyonu aşağıdakilerden hangisidir?

- a. $enk z = P_1s_3^- + P_2(s_1^+ + s_2^+ + s_2^-)$
- b. $enk z = P_1s_1^- + P_2(0,75s_2^- + 0,25s_3^-)$
- c. $enk z = P_1s_3^+ + P_2(s_1^+ + 3s_2^+)$
- d. $enk z = P_1s_1^+ + P_2(0,75s_2^- + 0,25s_3^-)$
- e. $enk z = P_1(s_1^- + 3s_2^-) + P_2s_3^-$

- 5.** İlk amacın (f_1) enbüyükleme, ikinci amacın (f_2) enküçükleme olduğu iki amaçlı problemin amaçları w_1 birinci amacın, w_2 ikinci amacın ağırlığı olmak üzere ağırlıklı toplam amaç birleştirme yöntemi ile birleştirilirse oluşturulan amaç fonksiyonu aşağıdakilerden hangisidir?

- a. $enk z = -w_1f_1 + w_2f_2$
- b. $enk z = -w_1f_1 - w_2f_2$
- c. $enk z = w_1f_1 + w_2f_2$
- d. $enk z = -w_1f_1$
- e. $enk z = w_2f_2$

- 6.** İlk iki amacın (f_1 ve f_2) enbüyükleme, üçüncü amacın (f_3) enküçükleme olduğu üç amaçlı problemin amaçları w_1 birinci amacın, w_2 ikinci amacın ve w_3 üçüncü amacın ağırlığı olmak üzere ağırlıklı toplam amaç birleştirme yöntemi ile birleştirilirse oluşturulan amaç fonksiyonu aşağıdakilerden hangisidir?

- a. $enk z = -w_1f_1 - w_2f_2 + w_3f_3$
- b. $enk z = w_1f_1 + w_2f_2 + w_3f_3$
- c. $enk z = -w_1f_1 - w_2f_2 - w_3f_3$
- d. $enk z = w_1f_1 + w_2f_2 + w_3f_3$
- e. $enk z = w_1f_1 + w_2f_2 - w_3f_3$

- 7.** İlk iki amacın (f_1 ve f_2) enküçükleme, üçüncü amacın (f_3) enbüyükleme olduğu üç amaçlı problemin ikinci ve üçüncü amaçları epsilon kısıt yöntemi ile kısıta dönüştürülür ise oluşturulan kısıt fonksiyonları aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- a. $f_2 \geq \varepsilon_2, f_3 \geq \varepsilon_3$
- b. $f_2 \leq \varepsilon_2, f_3 \leq \varepsilon_3$
- c. $f_1 \geq \varepsilon_1, f_2 \geq \varepsilon_2$
- d. $f_2 \leq \varepsilon_2, f_3 \geq \varepsilon_3$
- e. $f_2 \leq \varepsilon_1, f_2 \geq \varepsilon_1$

Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı

- 8.** Her iki amacında (f_1 ve f_2) enbüyükleme olduğu iki amaçlı problemin ikinci amacı epsilon kısıt yöntemi ile kısıta dönüştürülür ise oluşturulan kısıt aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- $f_1 \geq \varepsilon_1$
 - $f_2 \geq \varepsilon_2$
 - $f_1 \leq \varepsilon_1$
 - $f_2 \leq \varepsilon_2$
 - $f_1 - f_2 \geq \varepsilon_2$
- 9.** $2x_1 + x_2 \geq 80$ kısıtının LINGO formatında yazımı aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?
- $2x_1 + x_2 \geq 80$
 - $2*x_1 + x_2 \geq 80$
 - $2*x_1 + x_2 > = 80$
 - $2x_1 + x_2 > 80$
 - $2*x_1 + x_2 + 80 \geq 0$
- 10.** Matematsel modeli izleyen şekilde verilen bir hedef programlama problemi için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
- $x_1 - s_1^+ + s_1^- = 30$
 $4x_1 + 5x_2 \leq 100$
 $6x_1 + 4x_2 \leq 150$
 $x_2 \leq 12$
 $s_1^-, s_1^+, x_1, x_2 \geq 0$
 kısıtları altında
 enk z = $s_1^- + s_1^+$
- Problemin iki hedefi vardır.
 - Modele ait beş kırılgan kısıt vardır.
 - Hedef " \geq " yapısındadır.
 - Hedef eşitlik şeklidir.
 - Hedef " \leq " yapısındadır.

- | | |
|-------|--|
| 1. d | Yanınız yanlış ise "Çok Ölçülü Karar Verme ve Çok Amaçlı Programlamanın Temel Kavramları" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 2. e | Yanınız yanlış ise "TOPSIS" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 3. d | Yanınız yanlış ise "Hedef Programlama" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 4. b | Yanınız yanlış ise "Hedef Programlama" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 5. a | Yanınız yanlış ise "Ağırlıklı Toplam Amaç Birleştirme Yöntemi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 6. e | Yanınız yanlış ise "Ağırlıklı Toplam Amaç Birleştirme Yöntemi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 7. d | Yanınız yanlış ise "Epsilon Kısıt Yöntemi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 8. b | Yanınız yanlış ise "Epsilon Kısıt Yöntemi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 9. c | Yanınız yanlış ise "Çok Amaçlı Karar Problemlerinin LINGO ile Çözümü" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 10. d | Yanınız yanlış ise "Hedef Programlama" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Ağırlık değerleri değiştigine göre, $V_{10 \times 3}$ matrisi aşağıdaki şekilde değişecektir.

$$V_{10 \times 3} = \begin{bmatrix} 0,1590 & 0,0239 & 0,01005 \\ 0,3035 & 0,1194 & 0,04020 \\ 0,2602 & 0,0398 & 0,02010 \\ 0,2313 & 0,0796 & 0,00000 \\ 0,2168 & 0,0557 & 0,06030 \\ 0,1301 & 0,0717 & 0,02010 \\ 0,2746 & 0,0398 & 0,02010 \\ 0,1734 & 0,0159 & 0,05025 \\ 0,2096 & 0,0637 & 0,00000 \\ 0,1951 & 0,0557 & 0,03015 \end{bmatrix}$$

$$A^+ = \begin{bmatrix} 0,3035 & 0,0159 & 0,0000 \end{bmatrix}$$

$$A^- = \begin{bmatrix} 0,1301 & 0,1194 & 0,0603 \end{bmatrix}$$

$$s_i^+ = \begin{bmatrix} 0,1451 \\ 0,1110 \\ 0,0534 \\ 0,0963 \\ 0,1129 \\ 0,1833 \\ 0,0425 \\ 0,1395 \\ 0,1054 \\ 0,1194 \end{bmatrix} \quad s_i^- = \begin{bmatrix} 0,1102 \\ 0,3509 \\ 0,2769 \\ 0,2280 \\ 0,2037 \\ 0,0706 \\ 0,3015 \\ 0,1327 \\ 0,1917 \\ 0,1677 \end{bmatrix}$$

$$G_i = \begin{bmatrix} 0,431604 \\ 0,75963 \\ 0,838254 \\ 0,702955 \\ 0,634447 \\ 0,278051 \\ 0,876339 \\ 0,487523 \\ 0,645186 \\ 0,584276 \end{bmatrix}$$

Bire en yakın değer $G_7 (0,876339)$ olduğu için 7. seçenek bennisenir.

Sıra Sizde 2

İlk iki hedef '=' üçüncü ve beşinci hedef ' \leq ' dördüncü hedef ise ' \geq ' yapısında olduğuna göre, ilk iki hedefin hem negatif hem de pozitif sapma değişkenlerinin sıfırdan farklı değer olması istenmez. Üçüncü ve beşinci hedeflerin pozitif sapma değişkenlerinin, dördüncü hedefin ise negatif sapma değişkeninin sıfır olması istenir. 2. ve 4. hedefler ilk öncelik seviyesinde, 1. hedef ikinci öncelik seviyesinde ve 3. ve 5. hedefler ise üçüncü öncelik seviyesindedir. Bu durumda $P_1 \gg P_2 \gg P_3$ ve 2. hedef 4. hedefe göre 9 kat daha önemli ($w_2 = 0,9$; $w_4 = 0,1$) olduğuna göre, amaç fonksiyonu izleyen şekilde kurulur:

$$\text{enk } z = P_1(w_2 s_2^+ + w_2 s_2^- + w_4 s_4^-) + P_2(s_1^- + s_1^+) + P_3(s_3^+ + s_5^+)$$

Problemde üç öncelik seviyesi olduğuna göre üç aşamada çözülecektir.

Sıra Sizde 3

İlk amacı aşağıdaki şekilde kısıt fonksiyonuna dönüştürelim.

$$\sum_{i=1}^{20} c_i x_i \leq \varepsilon$$

İkinci amaç ise modelin tek amaç fonksiyonu olarak yazılır. Epsilon kısıt yöntemini kullanırken çözülmesi gereken matematiksel model aşağıda verilmiştir.

<i>Stok kısıti:</i>	$x_9 + x_{10} \geq 1$
<i>Epsilon kısıti:</i>	$\sum_{i=1}^{20} c_i x_i \leq \varepsilon$
<i>İşaret kısıti:</i>	$x_i \in \{0,1\}, i = 1, 2, \dots, 20$ kısıtları altında,
<i>Amaç fonksiyonu:</i>	$\text{enb } f_2 = \sum_{i=1}^{20} x_i$

Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

- Ehrgott, M. (2005). *Multicriteria Optimization*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (Originally published as volume 491 in the series: Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems).
- Taha, A.H. (2010). *Yöneylem Araştırması*, 6. Basımdan Çeviri, Çev.:Baray, Ş.A. ve Esnaf, Ş., İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Winston, W.L. (1994). *Operations Research: Applications and Algorithms*, Duxbury Press: United States of Amerika.
- Yıldırım B.F., Önder E. (2014). *Cok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Dora Yayıncılık.

3

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- 🕒 Karar destek sistemlerinin geliştirilmesinde izlenecek adımları açıklayabilecek,
- 🕒 Kişisel karar destek sistemlerinin avantaj ve dezavantajlarını ifade edebilecek,
- 🕒 Model yönetimi modülüne yönelik işlemtablosu özelliklerini belirleyebilecek,
- 🕒 Veri yönetimi modülüne yönelik işlemtablosu özelliklerini listeleyebilecek,
- 🕒 Diyalog yönetimi modülüne yönelik işlemtablosu özelliklerini tanımlayabilecek bilgi ve becerilere sahip olabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Karar Destek Sistemi Geliştirme Aşamaları
- Kişi Karar Destek Sistemleri
- İşlemtablosu Tabanlı Karar Destek Sistemleri
- İşlemtablolarında Model Yönetimi Araçları
- İşlemtablolarında Veri Yönetimi Araçları
- İşlemtablolarında Diyalog Yönetimi Araçları
- Form Denetimleri
- ActiveX Denetimleri

İçindekiler

Karar Destek Sistemleri

Karar Destek Sistemlerinin
Geliştirilmesinde İşlemtablosu
Programlama

- **GİRİŞ**
- **KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE KİŞİSEL KARAR DESTEK SİSTEMLERİ**
- **KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRME STÜDYOSU OLARAK EXCEL VE VBA**
- **DIYALOG-YÖNELİMLİ BİR FİNANSAL KARAR DESTEK SİSTEMİ**

Karar Destek Sistemlerinin Geliştirilmesinde İşlemtablosu Programlama

GİRİŞ

Karar destek sistemleri, bir bilgi sistemidir. Bu yönyle, kullanıcıların gereksinimlerine göre her ölçekte, kapsam ve derinlikte KDS'lerin varolması doğaldır. KDS'lerin hangi ölçek, kapsam ve derinlikte olacağı, kararın ne olduğuna doğrudan bağlıdır. Bununla birlikte, tüm kararların mutlaka bireysel izdüşümleri olacaktır. Bir başka deyişle, grup kararlarında olduğu gibi birçok karar vericiyi bir araya getiren kararlar bile aslında gruptaki kişilerin bireysel kararlarının bir yansıması veya bir tür toplamı olarak ortaya çıkar. Bu gerçek, karar vericilerin bireysel karar verebilme kapasitelerinin artırılmasının önem ve önceliğini ortaya koymaktadır. Belirtilen önem ve öncelik dolayısı ile kişisel karar destek sistemlerine ve bu bağlamdaki özel ve eşsiz yeri ile işlemtablosu tabanlı karar destek sistemlerinin tasarım ve geliştirilmesine bu bölümde yer verilmiştir.

KARAR DESTEK SİSTEMLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ VE KİŞİSEL KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Her bilgi sistemi projesinde olduğu gibi, bir KDS'nin geliştirilmesinde de izlenmesi gereken adımlar vardır. Kendi kişisel karar destek sistemini, profesyonel destek alarak veya almadan bizzat geliştirmeyi arzu eden karar vericilerin aşağıdaki ana aşamaları gerçekleştirilmeleri beklenir. Her bir ana adımin altında alt adımların ve alt çalışmaların olması doğaldır.

Adım.1 KDS'yi Planlama, Tasarlama ve Geçerliliğini Değerlendirme: KDS'nin hangi karar sürecini hangi düzeyde, hangi aşamada ve nasıl destekleyeceği belirlenmelidir. Karar verirken kullanılacak algoritmalar ve modeller belirlenerek, bunların geliştirilmesi ve kullanılması için gerekli zaman ve maliyetin değerlendirilmesi bu aşamada gerçekleştirilir. Bu adımin yerine getirilmesinde karar verici veya ait olduğu kurumun tercihleri önemlidir. Bir nevi KDS'nin kavramsal modelidir.

Adım.2 KDS Mimarısını Oluşturma: Bu aşamada karar sürecinin hangi aşamalarının hangi teknolojilerle nasıl destekleneceği belirlenmelidir. Modellerin kurulması ve çözümde kullanılacak yazılım ve algoritmalar, çözücüler, arzu edilen ara yüzler, gereksinim duyulan bilgi ve verilerin neler olduğu belirlenmelidir.

Adım.3 KDS Geliştirme Seçeneklerinin Değerlendirilmesi: KDS'nin geliştirilmesinde aşağıdaki seçeneklerden biri benimsenebilir.

- i. Karar vericinin kendisinin geliştirmesi,
- ii. Kurum-içinde karar verici dışındaki bilgi işlem profesyonelleri tarafından geliştirilmesi,

- iii. Dışarıya belli bir ücret karşılığında yaptırma,
- iv. Mevcut bir uygulamayı satın alıp gerekirse modifiye etme,
- v. Uygulama sağlayıcılardan kiralama,
- vi. KDS'ye sahip başka işletmelerle işbirliği veya iş-beraberliği yaparak yararlanma,
- vii. Bu yaklaşımın bir karmasından yararlanma.

Benimsenen seçenekin koşul ve gereklerine uygun olarak yaşama geçirilmesi de bu aşamanın bir alt adımıdır. Her seçenekin bu adım içinde kendine özgü bir alt süreci olacaktır. Bilgi sistemlerinin ve yazılımların geliştirilmesinde kullanılan üç temel yaklaşımın -şelale (waterfall), spiral (spiral) ve prototip (prototyping) geliştirme- hangisinin benimsendiğine bağlı olarak geliştirme aşaması ayrıca değerlendirilmelidir.

Adım.4 KDS'yi Kurma, Test etme ve Kullanıma Sunma (Deployment): Geliştirilen KDS'nin kullanacak karar vericilerin bilgisayarlara kurulması, yazılımın tasarım aşamasındaki beklenilere uygunluğunun test edilmesi, KDS'nin veri kaynakları ve veritabanları ile bağlantıların sağlanması bu aşamada yerine getirilir.

Adım.5 KDS'nin Bakımı ve Güncellenmesi: KDS'ler karşılıklı etkileşimli (interaktif) bilgi sistemleri olduğundan, karar vericilerin karar süreçlerine ilişkin deneyimleri arttıkça ilk tasarım özelliklerini yetersiz kalabilir. Karar vericilerin beklenenlerindeki veya karar sürecinin gerekçelerindeki değişimlere paralel olarak KDS'lerin güncellenmesi arzu edilir.

SIRA SİZDE



Bir KDS geliştirirken yerine getirilmesi gereken işlevleri ardışık adımlar halinde yazınız.

1

KDS geliştirme sürecinin üçüncü adımı, karar vericinin kendi KDS'sini geliştirmesi yönünde sonuçlanırsa, bu tercih bazı avantajların yanı sıra bazı riskleri de içerecektir. Karar vericinin kendi KDS'sini geliştirmesinin avantajlarından bazıları şunlardır:

1. Geliştirme süresi kısalır.
2. KDS için ayrıntılı bir gerekçeler listesinin ve spesifikasyonlarının raporlanması ve sözleşme formatında hazırlanmasına gerek kalmaz.
3. KDS geliştirmeye yönelik problemler azalır.
4. Maliyet genellikle çok düşüktür.
5. KDS'nin bakımı, güncellenmesi ve iyileştirilmesi süreçlerinin etkinliği karar vericinin kontrolü altındadır.
6. Karar vericinin probleme ilişkin yeni keşif ve analizler yapmasına fırsat verir.

Belirtilen faydalalarının yanı sıra, kişisel KDS geliştirmek bazı sakıncaları da yanında getirmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır:

1. KDS'nin sahip olduğu özelliklerin düzeyi ve kalitesi, karar vericinin bilgi sistemleri ve bilgisayar programlama konusundaki bilgi ve becerileri ile sınırlı olacaktır.
2. Veri ve bilgi güvenliği konusunda eksikler olabilir.
3. KDS'nin taşıdığı özelliklere, kullanımı ve bakımına ilişkin belgelendirmelerin eksik olma olasılığı vardır.

Kişisel karar destek sistemleri, bir karar vericinin karar probleminin çözüm kalitesini ve sürecin etkinliğini artırmak için genellikle kendisi tarafından geliştirilen bir karar destek sistemidir. İşletme dünyasındaki karar destek sistemlerinin büyük çoğunluğunu bu tür karar destek sistemleri oluşturur. Öte yandan, kişisel karar destek sistemleri en eski KDS türüdür. Bu yönyle karar vericilerin ilk başvurdukları ortamlardan biri, kişisel bilgisayarlardaki yaygınlığı ve bilinirliği sebebiyle, işlemtabloları ve özellikle Excel ve VBA (Visual Basic for Applications) ile Excel Programlama olmaktadır. Gerçekten de Excel ve VBA kullanılarak yalnızca kişisel karar destek sistemleri değil, tümüyle profesyonel KDS'ler de geliştirmek mümkündür. Excel ve VBA'nın birlikte sunduğu olanaklar birlikte değerlendirildiğinde, pek çok farklı amaca yönelik KDS'nin geliştirilmesinin mümkün olduğu

görülebilir. Bu yönyle Excel ve VBA, ideal bir KDS geliştirme ortamı veya stüdyosu görevi görmektedir. Ancak ve ancak hızlı uygulama geliştirme araçlarında (rapid application development tools) geliştirilerek, çalışma sayfasına rakip olabilecek çarpıcı bir teknolojik gelişmenin, işlemtabloları kadar ekonomik ve pratik çözümler sunabilmesi bu durumu değiştirebilir. Böyle bir öngörüden yakın bir gelecek için söz edilemez.

Bir karar destek sistemini karar vericinin kendisinin geliştirmesinin avantajlarını listeleyiniz.



SIRA SİZDE

İşlemtablolarını iyi bir kişisel karar destek sistemi geliştirme platformu yapan özellikler üç ayrı başlıkta incelenebilir. Bunlar aynı zamanda KDS'nin en önemli üç temel bileşenidir. Bunlar Model, Veri ve Diyalog Yönetimi Modülleridir. Yöntembilgisi yönetiminin (knowledge management) bu üç en önemli bileşen arasında yer almamasının çeşitli sebepleri vardır. Bunların başında yöntembilgisinin programlanması sırasında kullanılan yöntemlerin kişisel KDS geliştirecek karar vericiler tarafından daha az bilinir olması yanı sıra işlemtablolarının yöntembilgisi yönetimini destekleyen özelliklerinin sınırlı olması gelmektedir. Diğer önemli bir noktada, yöntembilgisi gereksiniminin iyi bir diyalog yönetimi ile karar verici tarafından yerine getirilebilmesidir. Karar vericilerin KDS'ler içinde modellenmeyecek konjonktürel etmenleri de düşünübilmeleri, KDS'den bu bilinç içinde yararlanmaları, bazı karar problemleri için özellikle önemlidir. Karar vericinin analiz yeteneğini ve düşünce esnekliğini sınırlamayan yöntembilgisi yönetimi modülünün, KDS'nin etkililiğini ve dolayısıyla kararın kalitesini olumlu yönde etkileyeceği gerçeği unutulmamalıdır. Bu bölümde veri, model ve diyalog yönetimi modüllerine uygun Excel ve VBA özelliklerine yer verilecektir.

KARAR DESTEK SİSTEMİ GELİŞTİRME STÜDYOSU OLARAK EXCEL VE VBA

Excel ve VBA'nın modelleme yönetimini, veri yönetimini ve diyalog yönetimini gerçekleştirmek için kullanılabilecek pek çok özelliği bulunmaktadır. Bu özelliklerin bütünü, Excel ve VBA'yı kişisel KDS geliştirme konusunda geçerli ve eşsiz bir platform yapmaktadır. Ancak, Excel'in tüm KDS modüllerini geliştirmede kullanılabilen ve onu diğer birçok programlama stüdyosundan ayıran özelliklerinin başında makro kaydetme özelliği gelmektedir. Bu özellik Excel'in hızlı geliştirme aracı (rapid development tool) olmasında önemli bir işlev yerine getirerek yalnızca KDS geliştirmek için değil, KDS prototiplerini oluşturmada da faydalı bir platformmasına önemli bir katkı sunmaktadır. Makroların kaydedilebilme özelliği sayesinde, Excel işlemtablosundan her düzeydeki KDS programcisının yararlanabilmesi mümkündür. Buna karşın 1996 yılından itibaren Visual Basic for Applications diliyle entegre edilmesi Excel'i bir karar destek sisteminin hızla geliştirilmesine olanak veren bir stüdyoya dönüştürmüştür. İzleyen kesimlerde bu özelliklerden daha önemli ve konuya özel olduğu düşünülenlere yer verilmiştir.

Model Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler

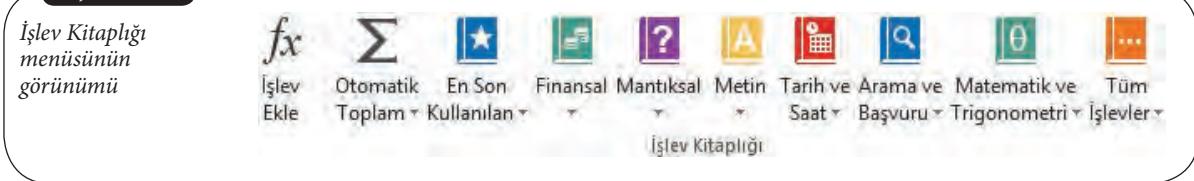
Model, problemin ait olduğu ortamin veya sistemin bir gösterimidir. Bu gösterimin en kullanışlı olanlarından biri matematiksel modellerdir. Matematiksel modeller bir dizi matematiksel formülasyondan ibarettir. Karar vericinin seçeneklerini, kısıtlarını ve amacını matematiksel olarak değerlendirme olanağı sunmaktadır. Optimizasyon problemleri için vazgeçilmez bir araçtır. Öte yandan benzetim modelleri, gerçeğin deterministik veya stokastik olarak analiz edilmesine olanak veren gösterimlerdir. Problemin çözümüne ilişkin senaryoların değerlendirilmesinde çok kıymetli bilgiler sunma kapasitesine sahiptir. Matematiksel modeller ve benzetim modelleri, karmaşık birçok problemin çözümünde bilinçli karar vericilerin el altında bulundurması gereken yaklaşımalar arasındadır. Bazı

problemlerde tek bir formül dahil sisteme ilişkin çok kıymetli bilgiler döndürebilir. Problemin niteliğine bağlı olarak karar vericilerin her ölçekte modelleme yapabilmesi konusunda Excel ve VBA'nın sunduğu özelliklerinden bazıları bu bölümde sunulmaktadır.

Excel'in Sayfa Yapısı: İşlemtablolarının özünü oluşturan hücre yapısı, veri girişi, verileri kullanan formüllerin girişi, verilerin düzenlenmesi ve tablo şeklinde görüntülenmesi açısından karar vericilerin yaygın hesaplama ve düzenleme alışkanlıklarını karşılama özelliği sağlamaktadır. Veri ve formüllerin esnek ve etkin bir şekilde kullanılabilmesini destekleyen çalışma sayfaları, modelleme ve hesaplamaya dayalı kararların verilmesinde olduğu kadar, VBA'da gerçekleştirilen programların girdilerini bulabileceği ve çıktılarını yazabileceğİ bir ortam da sunmaktadır. Bu yapının kullanışlılığı sebebi ile pek çok yüksek seviyeli programlama dili işlemtablosu nesneleri ve eklentileri ile donatılmıştır.

Excel İşlevleri: Excel işlevleri; bir ya da birden fazla parametre alarak ya da hiçbir parametre almayarak istenilen bir işlemi gerçekleştiren ve bu işlemin sonuç ya da sonuçlarını kullanıldıkları hücreye geri döndüren formüllerdir. Excel, önceden tanımlanmış hazır işlevlerin kullanımına olanak sağladığı gibi kullanıcıların yeni işlevler tanımlamasına da izin vermektedir. Excel'de işlevlere, *Formüller* sekmesi altında bulunan *İşlev Kitaplığı* grubundan erişilebilir (Şekil 3.1).

Şekil 3.1



Kütüphane İşlevleri (Library Functions): Excel kütüphanesinde hazır olarak bulunan, yazılım ile birlikte tanımlanmış olarak gelen işlevlerdir. Örneğin, bugünün tarihini döndüren *BUGÜN* işlevi Excel içerisinde hazır olarak tanımlı olup, *Tarih ve Saat* işlevleri arasında yer almaktadır. Kütüphane işlevlerine *Formüller* sekmesi altında bulunan *İşlev Kitaplığı* altındaki ilgili kategorileri temsil eden düğme gruplarından ulaşmak mümkündür.

Kullanıcı Tanımlı İşlevler (User Defined Functions): Excel'in kütüphane işlevlerinin yeterli olmadığı durumlarda ya da çok sık tekrarlanan işlemleri pratik bir şekilde tekrarlamak için çeşitli işlevler tanımlamak mümkündür. Tanimlanan bu işlevlere *İşlev Ekle* diyalog kutusu altında bulunan *Kullanıcı Tanımlı* kategorisinden erişmek mümkün olacaktır. Örneğin Şekil 3.2'de kullanılan KDV işlevi, kullanıcı tanımlı bir işlev olup, kütüphane işlevleri arasında yer almamaktadır.

Şekil 3.2

Kullanıcı tanımlı işlev örneği

A	B	C
Ürün	Kg. Fiyatı	KDV
Domates	₺ 2.50	₺ 0.20
Biber	₺ 1.25	₺ 0.10
Patlıcan	₺ 1.90	₺ 0.15
Sarımsak	₺ 9.50	₺ 0.76
Limon	₺ 4.00	₺ 0.32

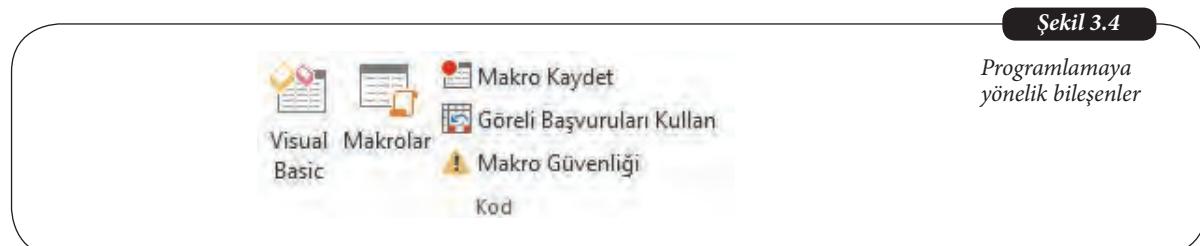
Cözücü Eklentisi (Solver Add-In): Excel, bazı tür karar probleminde optimal çözümü bulmak için yöneylem araştırmasında yaygın olarak kullanılan Basit LP (Simplex LP), Doğrusal olmayan GRG (GRG Nonlinear) ve Açılmış (Evolutionary) gibi tekniklerin kullanımını sağlayan, Çözücü (Solver) eklentisine sahiptir. Çözücü eklentisine *Veri* sekmesi altında bulunan *Çözümleme* grubundan erişmek mümkündür (Şekil 3.3).



Şekil 3.3

Çözücü eklentisinin
açıldığında
menüsünden bir kesit

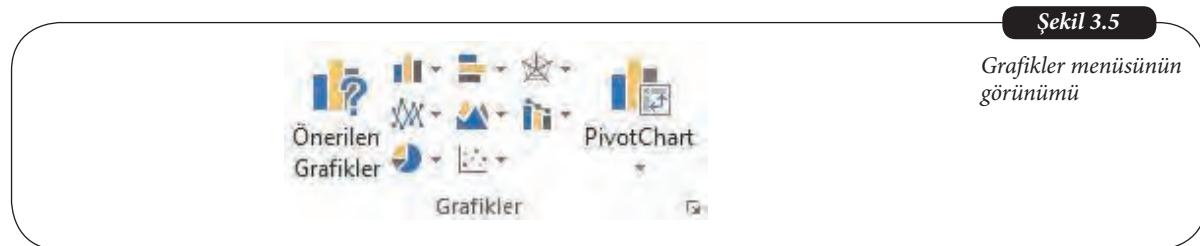
Makrolar ve VBA: Excel üzerinde çok sık kullanılan işlemleri bir prosedür ile tanımlayarak otomatikleştirmek, diğer bir deyişle makrolaştmak mümkündür. Excel'de oluşturulan makrolar Visual Basic dili ile yorumlanarak, makronun kayıtlı olduğu dosyada tutulmaktadır. Excel ile makrolar arasındaki iletişim ise Visual Basic for Applications (VBA) ile sağlanmaktadır, bu yazılım ile makroları isteğe bağlı olarak düzenlemek mümkündür. Makro araçlarına *Geliştirici* sekmesi altında bulunan *Kod* grubundan ulaşmak mümkündür (Şekil 3.4).



Şekil 3.4

Programlamaya
yönelik bileşenler

Grafikler (Charts): Grafikler verilerin görsel bir sunumu olup, büyük miktardaki verilerin özetlenmesinde kullanılan en önemli araçlar arasındadır. Verilerin gösteriminde uygun grafik türleri kullanılarak, veriler arasındaki ilişkilerin daha iyi anlaşılması ve yorumlanması sağlanabilmektedir. Excel; *Ekle* sekmesi altında bulunan *Grafikler* grubundaki araçlarla, çalışma sayfalarında bulunan verileri ifade edebilecek farklı türlerdeki grafiklerin oluşturulmasına imkân sağlamaktadır (Şekil 3.5). Grafikler, verilerin bir sunumu olması sebebi ile bir yönyle veri yönetiminin, verilerin görsel bir modeli olması sebebi ile de model yönetiminin ortak kullanımına açık Excel özelliklerinden biridir.

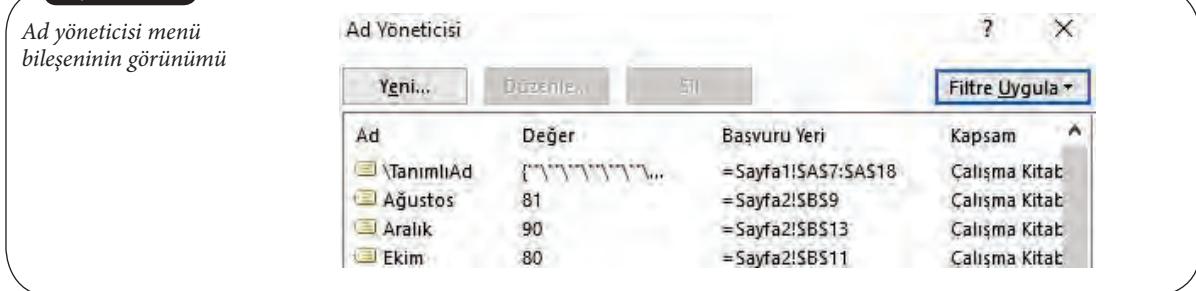


Şekil 3.5

Grafikler menüsünün
görünümü

Ad Yöneticisi (Name Manager): Verinin modellenmesi konusundaki en önemli araçlar dan birisi de hücre ya da hücre aralıklarının adlandırılmasında ve bu adların düzenlenmesinde kullanılan ad yöneticisidir. Excel içerisinde yapılacak olan adlandırma işlemleriyle çalışma sayfasında bulunan hücreler anlamlandırılarak, çeşitli modellerin oluşturulmasında kullanılabilmektedirler. Ad Yöneticisine *Formüller* sekmesi altında bulunan *Tanımlı Adlar* grubundan erişmek mümkündür (Şekil 3.6).

Şekil 3.6



Formül Denetleme (Formula Auditing): Excel’de formüller kullanılarak yapılan hesaplamalarda olası hataların kaynağuna ulaşma konusunda izlerin takip edilmesini sağlayan araçlar mevcuttur. Bu araçlar ile formüller arasındaki ilişkiler görüntülenebilmekte ve formüller denetlenebilmektedir. Excel'in Formül Denetleme araçlarına *Formüller* sekmesi altında bulunan *Formül Denetleme* grubundan ulaşılabilmektedir (Şekil 3.7).

Şekil 3.7

	A	B	C
1	Ürün kodu	Adet	Maliyet
2	SG242	38	67
3	SG324	43	71,6
4	SG723	30	77,2
5			
6	Toplam Maliyet	=TOPLA.ÇARPIM(B2:B4;C2:C4)	

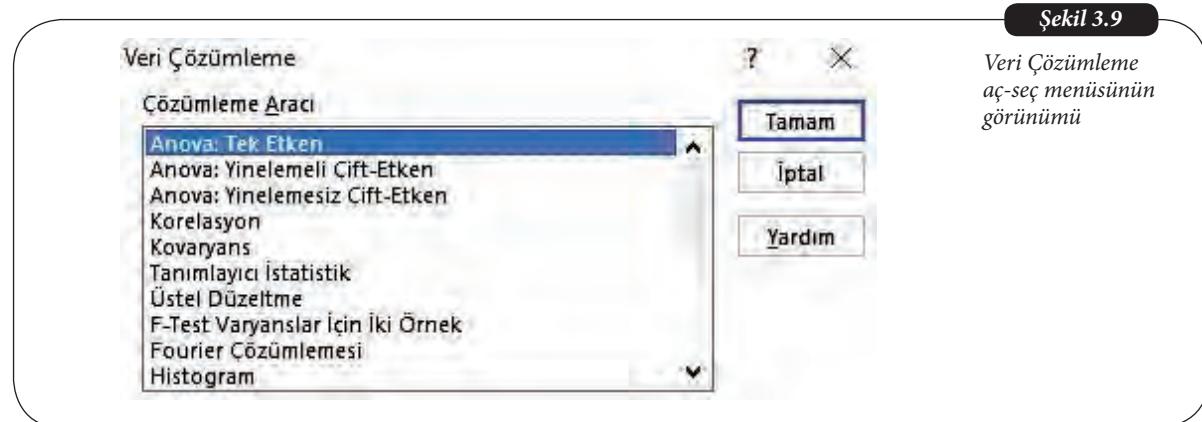
Durum Çözümlemesi (What-if Analysis): Excel’de bulunan durum çözümlemesi aracı, kullanılacak olan formüllerde farklı değerlerin senaryoların denenmesine olanak sağlamaktadır. Oluşturulan farklı değer kümeleri senaryo olarak kaydedilebilir ve bu senaryolar formüller içerisinde kullanılabilirler. Excel'in Durum Çözümlemesi aracına *Veri* sekmesi altında bulunan *Veri Araçları* grubundan erişmek mümkündür (Şekil 3.8).

Şekil 3.8



Veri Çözümleme Araç Kutusu (Data Analysis Toolbox): Excel'in bir eklentisi olan *Veri Çözümleme* araç kutusu (Data Analysis ToolPack), karmaşık finansal çözümlemelein, istatistiksel çözümlemelerin ve mühendislik çözümlemelerinin gerçekleştirilebilmesi

İçin çeşitli veri analiz yöntemlerinin kullanılmasına imkân tanımaktadır. Tanımlanan veri ve parametreler çözümleme işleminde kullanılarak araç tarafından bir tablo oluşturulacaktır. Veri Çözümleme aracına Veri sekmesi altında bulunan **Çözümleme** grubundan ulaşılabilmektedir (Şekil 3.9).



Bir karar destek sisteminin model yönetimi modülünün geliştirilmesinde kullanılabilen Excel özelliklerinden beş tanesini listeleyiniz.



SIRA SİZDE

Veri Yönetimi Modülüne Yönlik Özellikler

Bir kararın değerlendirilmesi, genellikle birçok bilginin derlenmesini gerektirir. Bir KDS içinde bu bilgilerin aranan niteliklere uygun olarak elde edilmesi başarılı bir veri yönetimi modülüne bağlıdır. Excel VBA'nın KDS geliştiriciler açısından önemli bazı özellikleri şunlardır.

Excel'in veri konusundaki doğuştan gelen yeteneği: Excel çalışma sayfaları yapısı itibarıyle veri girişi, güncellenmesi, değiştirilmesi, silinmesi ya da istenilen şekilde formattanması gibi veri yönetim işlemlerinin gerçekleştirilemesine olanak sağlamaktadır (Şekil 3.10). İlişkisel veritabanlarının sahip olduğu özelliklere sahip olmamakla beraber, çalışma sayfaları bir veritabanının tek bir tablosu veya bir sorgunun sonucunu gösteren bir sorgu tablosu gibi düşünülebilir. Bu yönyle düz (flat) veritabanı yaklaşımını destekler. Verilerin tablo olarak tanımlanması da veri yönetimine anlamlı katılar sağlamaktadır.

Sekil 3.10

Excelde düz veritabanı olarak tablo kullanımı

Sıralama (Sort): Çalışma sayfası üzerindeki bir veri aralığında bulunan bir ya da birden fazla alan için bir sıralama işlemi yapmak mümkündür. Excel ile sıralama işlemleri küçükten büyüğe (A'dan Z'ye-ascending) ya da büyükten küçüğe (Z'den A'ya-descending) şeklinde yapılabilmektedir. Sıralama komut düğmelerine *Veri* sekmesi altında bulunan *Sırala* ve *Filtre Uygula* grubundan ulaşılabilmektedir (Şekil 3.11).

Şekil 3.11

Sıralama menü bileşenin görünümü



Otomatik/Gelişmiş Filtreleme (AutoFilter/Advanced Filter): Çalışma sayfası üzerindeki bir veri aralığında bulunan veriyi, belirlenmiş olan kriterlere göre süzmek ve böylelikle istenilen verilerin görüntülenmesini, istenilmeyen verilerin ise gizlenmesini sağlamak mümkündür. Excel, sunmakta olduğu otomatik filtrelere özelliği ile verinin hücre değerlerine göre hızlı bir şekilde süzülmesini, gelişmiş filtrelere özelliği ile de belirlenmiş olan karmaşık ölçütlerle göre verininfiltrelenmesini sağlamaktadır. Filtreleme araçlarına *Veri* sekmesi altında bulunan *Sırala* ve *Filtre Uygula* grubundan erişilebilmektedir (Şekil 3.12).

Şekil 3.12

Otomatik ve gelişmiş filtrelere menü bileşenleri



Özet Tablo (PivotTable): Excel'in en güçlü veri analiz araçlarından birisi olan özet tablolar, büyük ve detaylı veri setlerinden daha anlaşılır ve yeniden düzenlenebilir bir veri sunumu oluşturulmasını sağlamaktadır. Özet Tablo oluşturma araçları, *Ekle* sekmesi altında bulunan *Tablolar* grubunda bulunmaktadır (Şekil 3.13). Diğer birçok Excel menü bileşeni gibi, Özet Tablolar makro olarak kaydedilme ve VBA ile programlanma özelliği vardır.

Şekil 3.13

Özet (Pivot) tablo menü seçenekleri



Tablo (Table): Aynı çalışma sayfasındaki; belirli bir organizasyona sahip ve birbirleri arasında ilişki bulunan verileri bir tabloya dönüştürmek ve tabloların veri analizi konusunda sağladığı avantajlardan yararlanmak mümkündür. Bir veri grubundan tablo oluşturmak için *Ekle* sekmesi altında bulunan *Tablolar* grubundaki *Tablo* komut düğmesi kullanılabilir (Şekil 3.14).



Bul ve Değiştir (Find and Replace): Excel'in *Bul* ve *Değiştir* araçları veri analizi konusunda oldukça pratik ve bir o kadar da güçlü birer veri arama ve düzenleme aracıdır. *Bul* aracı ile çalışma sayfası üzerindeki veriler aratılabilmekte, *Değiştir* aracı ile de istenilen veriler çalışma sayfasında aratılarak bulunduğu takdirde yeni değerler ile değiştirilebilmektedir. *Bul* ve *Değiştir* araçlarına *Giriş* sekmesi altında bulunan *Düzenleme* grubundaki *Bul* ve *Seç* düğme grubundan ulaşılabilir (Şekil 3.15).



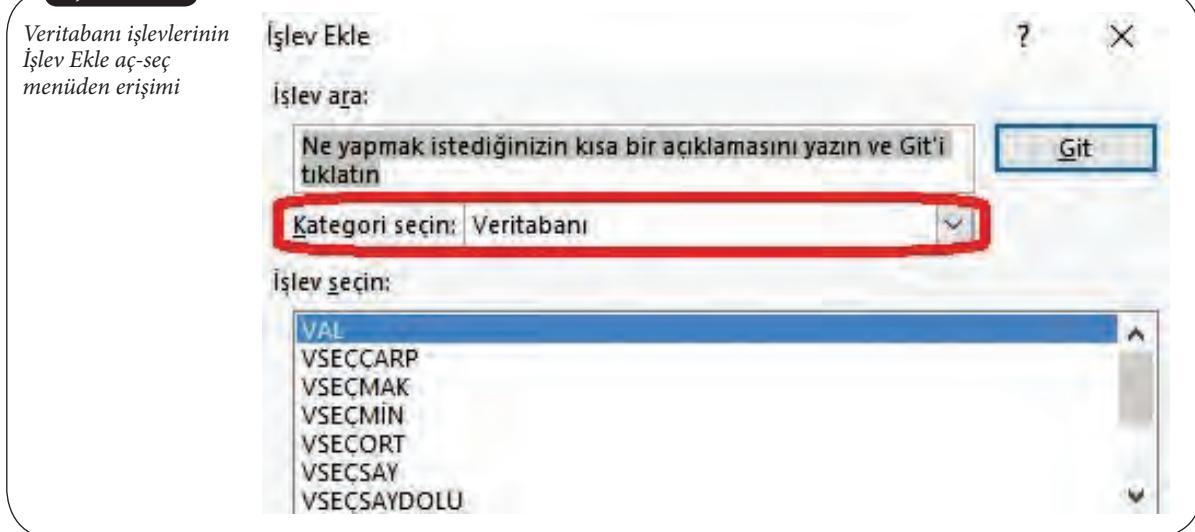
Ayrıca *Bul* ve *Değiştir* aracının işlevi makrolaştırılarak, çalışma sayfalarındaki bilgilere yönelik güncelleme sorgularında (update query) kullanılabilir.

Dış Veri Al (Get External Data): Çalışma sayfaları üzerinde bulunan veri doğrudan Excel ile oluşturulmuş olabileceği gibi farklı kaynaklardan alınan verileri çalışma sayfasına aktarmak da mümkündür. Farklı kaynaklardan veri alma işlemi; *Veri* sekmesi altında bulunan *Dış Veri Al* grubundaki komut düğmeleri yardımıyla yapılmaktadır (Şekil 3.16). Dış Veri Al yardımıyla Access Veritabanından, Web'den, metin belgelerinden doğrudan veri aktarımı yapılabilir. Diğer kaynaklardan yapılacak dış veri alma işlemi için *Diğer Kaynaklar* seçenekindeki listeden uygun kaynağın seçilmesi gereklidir. Doğrudan veri almanın mümkün olmadığı veri kaynaklarından veri aktarımı için ilgili kaynak veritabanı yazılımının veri gösterimi (data export) seçeneklerinden yararlanılabilir. Pek çok veri kaynağı verileri işlemtablosu formatında veya metin belgesi formatında sunma seçeneğine veya olanağına sahiptir.



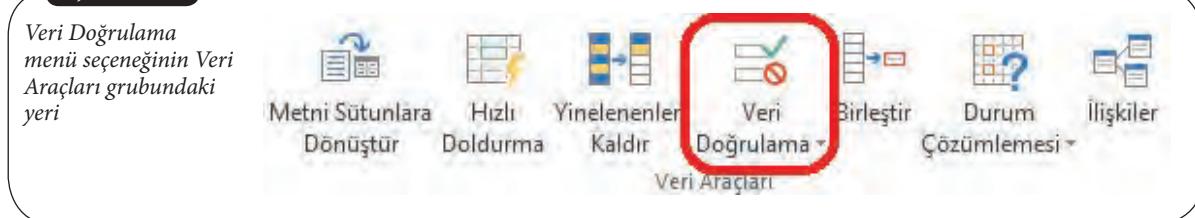
Veritabanı İşlevleri (Database Functions): Bir veritabanı kayıtlar dizisi olarak düşünülebilir. Bu kayıtlar eklenebilir, silinebilir ya da güncellenebilir. Veritabanı işlevleri belirlenmiş kriterler doğrultusunda ilgili kayıtlardan çeşitli istatistiklerin oluşmasında kullanılmaktadır. Bu işlevlerden bazıları; VAL, VSeçOrt (DAVERAGE), VSeçSay (DCOUNT), VSeçMak (DMAX), VSeçTopla (DSUM)... şeklinde sıralanabilir (3.17). Veritabanı işlevleri özellikle gelişmiş filtreleme ile birlikte son derece kullanışlı betimsel analitik yürütme ola-nağı sunmaktadır.

Şekil 3.17



Veri Doğrulama (Data Validation): Excel'in veri doğrulama aracı bir hücreye girecek verilerle ilgili kısıtlamalar tanımlamak için kullanılır. Böylelikle kullanıcıların hatalı ya da geçersiz veri girişi yapmaları engellenmiş olur. Excel'in Veri Doğrulama aracına Veri sekmesi altında bulunan Veri Araçları grubundan ulaşmak mümkündür. Veri operatörlerinden kaynaklanabilecek veri kirliliğini engellemeye yardımcı bir özelliklektir (3.18).

Şekil 3.18



Excel'in tüm özelliklerinin bir yönüyle veri yönetimi modülü geliştirmeye katkısı olması doğaldır. Burada KDS tasarımlı aşamasında ilk elde değerlendirilmesi öngörülenlere deðinilmiştir.

SIRA SIZDE



Bir karar destek sisteminin veri yönetimi modülünün geliştirilmesinde kullanılabilen Excel özelliklerinden beş tanesini listeleyiniz.

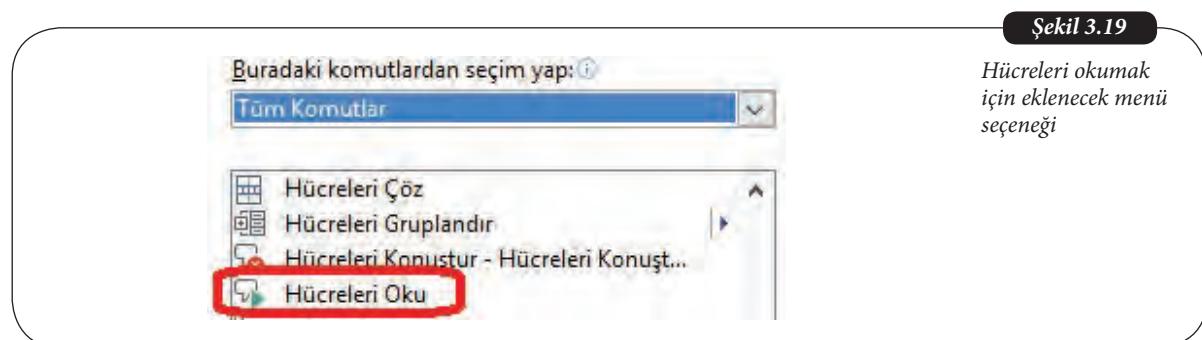
Diyalog Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler

Bir karar destek sistemini diğer bilgi sistemlerinden ayıran en önemli özelliğinin diyalog yönetimi modülü olduğu söylenebilir. Bunun sebeplerinden biri, KDS'lerinin bilgi tutarlılığı ve kaydetme verimliliğine değil, karar vericinin başarısını artttirmaya yönelik olmasıdır. Karar vericilerin KDS'den aracısız yararlanmalarının pek çok faydasından bahsedilebilir. Ancak bir karar vericinin KDS'yi aracısız kullanabilmesinin önkoşulu, karar vericinin bekentilerine ve bilgi teknolojilerine yakınlığını gözterek tasarlanmış bir diyalog yönetim modülüdür.

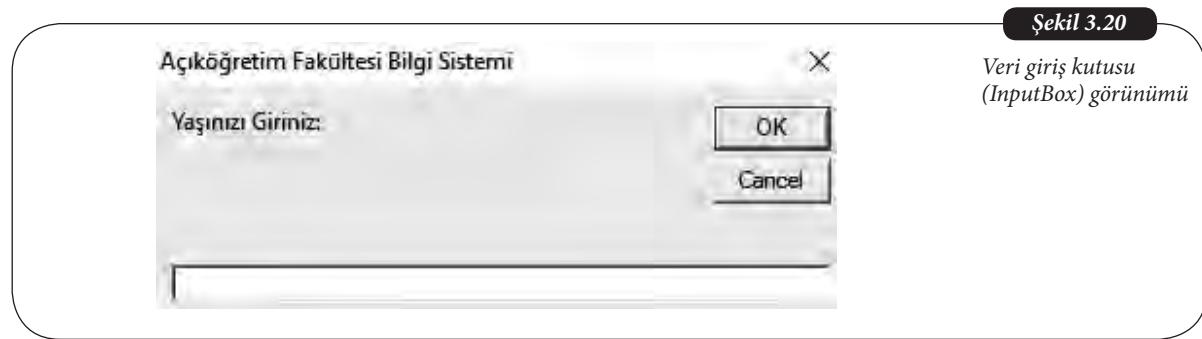
Konuşma (Speech/Speak): Excel hücrelerinde bulunan verilerin metin okuma (Text to speech-TTS) motorları kullanılarak sözel olarak ifade edilmesi sağlanabilmektedir. Excel ile farklı diller için konuşma desteği mevcuttur. Bir hücre içeriği seçildikten sonra *Hücreleri Oku* komut düğmesi kullanılarak Excel'in içeriği okuması sağlanabilir. *Hücre Oku* komut düğmesi, varsayılan olarak şeritte bulunmamakla beraber bir şerit düğmesi olarak eklenebilmektedir. Ayrıca metin okuma işlemleri VBA ile de gerçekleştirilebilir. Bu noktada kod içinde seslendirmenin gerekli olduğu yerde

`Application.Speech.Speak("Hello")`
gibi bir ifade yapısından yararlanılabileceği gibi, ilgilenilen hücre grubanın içeriklerini okutmak üzere

`Range("Musteriler").Speak`
gibi bir ifade ile herhangi bir çalışma sayfasından okuma gerçekleştirilebilir. Söz konusu konuşmaların sentetik sesler ile ve İngilizce dili esas alınarak okunacağı unutulmamalıdır. Ancak yakın bir gelecekte okuma dili seçeneklerinin artması beklenmektedir (Şekil 3.19).

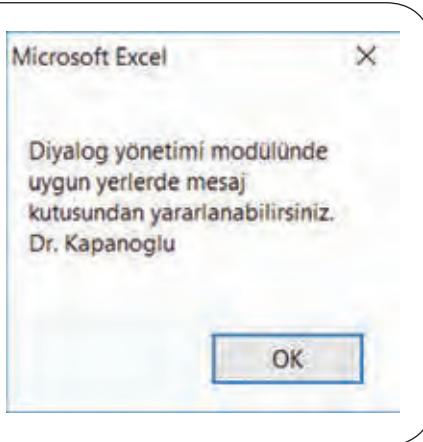


Veri giriş ve Mesaj Kutuları (InputBox/MsgBox): Veri giriş kutuları, Excel tarafından bir diyalog kutusu aracı ile kullanıcının bir veri girişi yapmasını istemekte ve kullanıcı tarafından girilen değeri döndürmektedir (Şekil 3.20).



Şekil 3.21

Kullanıcıya bilgi döndürmen mesaj kutusu örneği



Mesaj kutuları ise diyalog kutusu aracı ile kullanıcıyı uyarın, bilgilendiren ya da kullanıcıdan onay olan bir mesaj sunmakta ve kullanıcının seçimine göre bir sayı değeri döndürmektedir (Şekil 3.21).

InputBox ve MsgBox her ikisi de VBA ile KDS geliştirmede ilk fıratta yararlanılacak iletişim araçları arasındadır.

Excel Çalışma Sayfasının Hücre Yapısı:

Excel çalışma sayfalarında bulunan her bir hücre veri girişinin yapılabilmesine imkân vermektedir. Bununla birlikte, yapılan veri girişlerinin tutulmasına ve paylaşılan dosyaların aynı yapıda farklı kullanıcıların

kullanımına olanak tanımaktadır. Excel'in bu ve benzeri özellikleri düşünüldüğünde, hücre tabanlı çalışma sayfalarını da bir diyalog yönetim modülü olarak düşünmek yanlış olmaz.

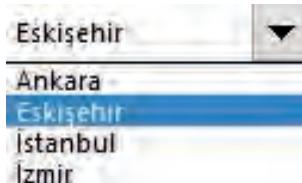
Liste Kutusu ve Birleşik Giriş Kutusu (ListBox/ComboBox): Liste kutusu, kullanıcının içerisinde seçim yapmasına olanak sağlayan bir diyalog yönetimi modülüdür. Liste kutusu değerleri önceden tanımlanmış değerler olmakla beraber kullanıcının liste kutusu içerisinde yaptığı seçim değeri döndürülmemektedir (Şekil 3.22).

Şekil 3.22

Liste kutusu görünümü

**Şekil 3.23**

Birleşik giriş kutusu görünümü



Birleşik giriş kutusu, bir liste kutusu olarak açılma özelliğine sahip bir metin kutusudur. Açılan listeden bir seçim yapılmasına ya da klavye yardımıyla bir veri girişi yapılmasına olanak tanımaktadır (Şekil 3.23).

Onay Kutuları ve Seçenek Düğmeleri (Checkbox/OptionButton): Onay kutuları (CheckBox), birlikte kullanıldığında birbirinden bağımsız olarak çalışan, kullanıcıya ilgili seçenekleri seçme ya da seçmemeye imkânı sağlayan bileşenlerdir (Şekil 3.24).

Şekil 3.24

Örnek bir onay kutusu

- Ketçap
- Mayonez
- Hardal
- Turşu

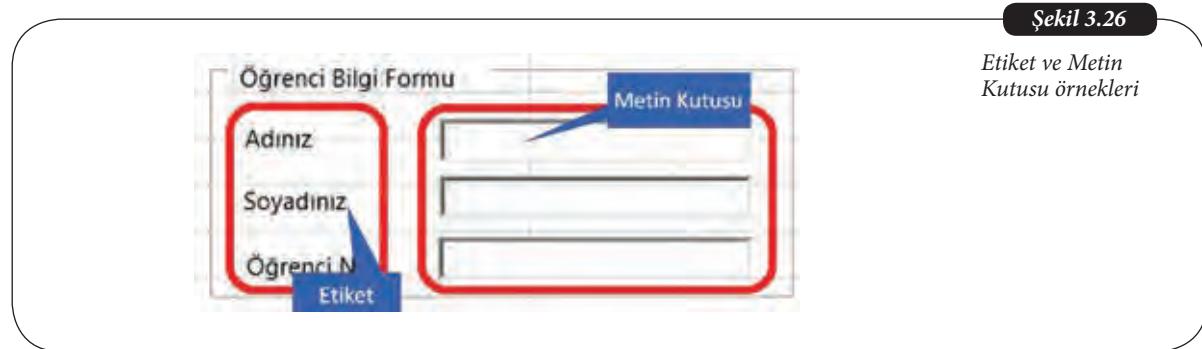
Şekil 3.25

Örnek bir seçenek düğmesi

- KADIN
- ERKEK

Seçenek düğmeleri (option button) ise birlikte kullanıldığında birbiri ile bağlı olarak çalışan ve kullanıcının ilgili seçenekler arasından sadece bir tanesini seçmesine olanak sağlayan bileşenlerdir (Şekil 3.25).

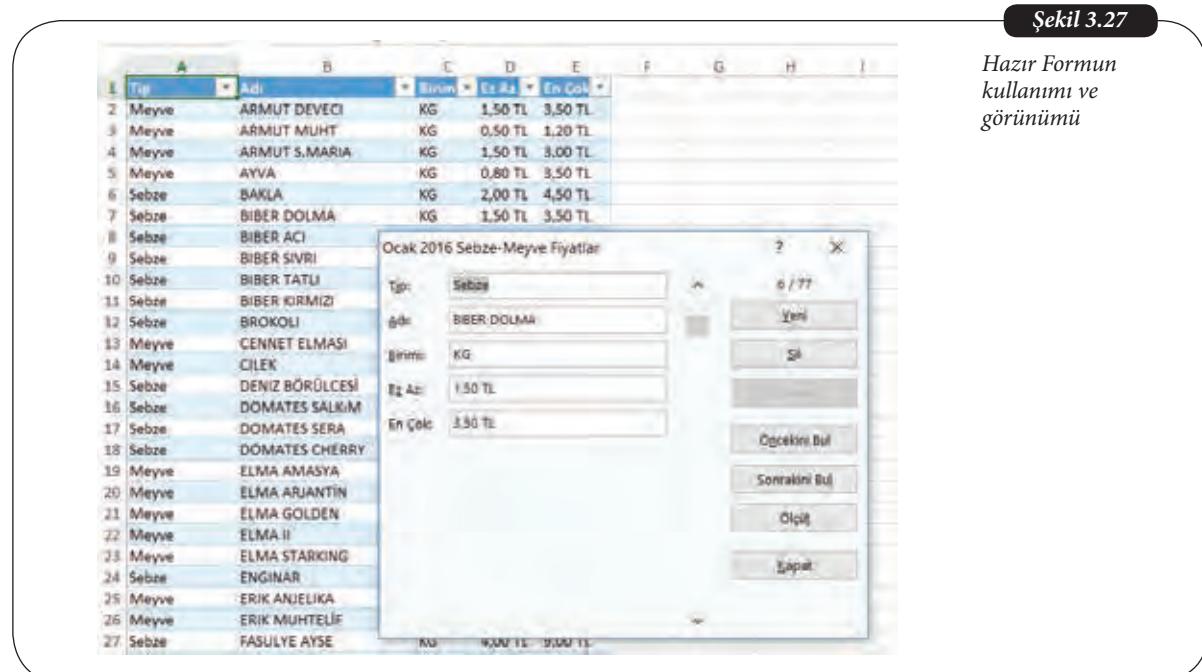
Etiketler ve Metin Kutusu (Label/Textbox): Metin kutuları, kullanıcının bir veri girişi yapmasına olanak sağlayan ve kullanıcı tarafından girilen değeri döndüren bileşenlerdir. Etiketler ise kullanıcıya bir mesajı ya da bilgiyi iletken, değiştirilemez ve etkileşimsiz bileşenlerdir (Şekil 3.26).



Şekil 3.26

Etiket ve Metin
Kutusu örnekleri

Hazır Form (Built-In Form): Excel'de bulunan hazır formlar, bir veri tablosunda bulunan her bir kayıt (satır) için tablo içerisinde bulunan alan değerlerini gösteren birer diyalog kutusudur. Bu form aracı ile tablo içerisinde bulunan kayıtlar arasında gezilebilir, tabloya yeni bir kayıt eklenebilir, mevcut bir kayıt tablodan silinebilir ya da veriler güncellenebilir. Excel'in form bileşeni varsayılan olarak şeritte bulunmamakla beraber düğme olarak tüm komutlar arasından eklenebilmektedir (Şekil 3.27).



Şekil 3.27

Hazır Formun
kullanımı ve
görünümü

Kullanıcı Formu (UserForm): Kullanıcı formu nesnesi ile isteğe bağlı olarak formlar ya da diyalog kutuları oluşturmak mümkündür. Bir kullanıcı formu oluşturmak için Visual Basic editöründe bulunan *Insert (Ekle)* sekmesi altından *Userform* seçilmelidir. Oluşturulan form isteğe bağlı olarak biçimlendirilebilir ve düzenlenebilir (Şekil 3.28).

Şekil 3.28

Kullanıcı formu örneği

Ürün Sipariş Formu

Ürün

Biber
Portakal
Domates
Havuç
Elma

Miktar 122 kg.

Hesapla

Temizle

Ödemeniz Gereken Tutar **458,00 TL**

Yukarıda verilen ve diyalog yönetiminde kullanıcı arayüz bileşenlerini seçerken kullanılabilecek form ve ActiveX denetim araçlarına ek olarak *değer değiştirme düğmesi* (*SpinButton*), *kaydırma çubuğu* (*ScrollBar*), *değiştirme düğmesi* (*ToggleButton*) ve *resim* (*Image*) bileşenlerinin de yer aldığı belirtmek gerekir. Değer değiştirme ve kaydırma çubuğu izleyen kesimde uygulamalı olarak tanıtilacaktır. Değiştirme düğmesi, Evet/Hayır, Var/Yok veya Aktif/Pasif gibi ikili bir tercihi kullanıcılardan almak için kullanılan bir arayüz bileşenidir. Resim ise yine programlanabilir arayüz bileşenlerinden biridir. Kullanıcı dostu arayüz veya diyalog bileşenlerinden biri olup, *bak-anla* (*look-and-feel*) özelliğinin kazandırılması istendiğinde akla ilk gelecek ActiveX denetim araçlarından biridir. Değiştirme düğmesi ve resim yalnızca ActiveX bileşeni olarak mevcuttur, form denetimleri içinde bu iki bileşen yer almamaktadır.

SIRA SİZDE



5

Bir karar destek sisteminin diyalog (kullanıcı arayüzü) yönetimi modülünün geliştirilmesinde kullanılabilen Excel özelliklerinden beş tanesini listeleyiniz.

DİYALOG-YÖNELİMLİ BİR FİNANSAL KARAR DESTEK SİSTEMİ

Bazı karar destek sistemlerinin iyi bilinen ve pek de karmaşık olmayan işlemleri, karar vericinin farklı senaryoları değerlendirmesi için defalarca yapması söz konusu olabilir. Bu durumda KDS'nin diyalog yönetimi etkinlik, tutarlık ve güvenilirlik boyutları açısından ön plana çıkmaktadır. Bu uygulama, diyalog yönetiminin ön plana çıktığı ve diyalog yönetim araçlarının kullanımını sergileyebilecek bir örnek olarak tasarılmıştır. İnternetteki taşınmaz sitelerinde gezinerek, beğendiği evlerin farklı bankalardan ödeme planlarını değerlendirmek isteyen kişilerin yararlanabileceği faydalı ve nispeten basit bir karar destek sistemi geliştirelim. Böylece iletişim kutusu denetimlerinden yararlanarak, karar etkinliğinin nasıl artırlabileceğini de göstermiş olacağız. Önce-likle “EmlakKredisiPlanlama(FormDenetimleri).xlsm” isimli ve uzantılı bir çalışma kitabı oluşturun.

Excel'de virgül ve nokta kullanımına yönelik seçimlerinizin, formüllerin yorumlanmasında ve değerlerin görüntülenmesinde önemli bir fark yaratacağını unutmayınız. Excel'de VBA kullanarak programlama yapacaksanız, İngilizce sürümlerini ve buna uygun ayarları kullanmanız önerilir. Bunun sebebi VBA'nın Türkçeleştirilmiş Excel'le uyum içinde çalışmasıdır. Türkçe'ye ve Türkiye'mize uygun düzenlemeleri, KDS'nizin raporlama ve çıktı düzenleme aşamalarına bırakmanız genellikle daha etkin bir yaklaşım olacaktır. Programlama etkinliği sebebi ile Excel çalışma sayfaları zaman zaman Türkçe'deki yaygın kullanımından farklı biçimlere izin verilmştir.



Bilgilerin Çalışma Sayfalarına Yerleştirilmesi

Excel tabanlı kişisel bir karar destek sistemi geliştirirken verilerin ve modellerin ayrı sayfalarda yer olması tercih edilmelidir. Bu ilke doğrultusunda geliştirmek istediğimiz finansal karar destek sisteminin iki çalışma sayfası olsun. Sayfaların birinde ev bilgileri, diğerinde ise hesaplamaya yönelik işlemlerin yer olması beklenir. Ev bilgilerinin Excel'e bir internet sitesinden *Diş Veri Al* seçeneği ile alındığını ve veri güncellemenin otomatik olarak gerçekleştiğini varsayılm (Şekil 3.29).

Sekil 3.29

SIRA	İsim	İD	Seçim Fiyatı	İlan Tarihi	İl / İlçe
1.	İlan Bilgisi				
2.	DORA İNSAATTAN 2+1 LÜX DAİRE	106-2-1	TRL 122.500	06 Haziran 2016	Eskişehir-Özdüzce
3.	KURTULUS MAH ÜSTÜP ŞOKTA 3+1 120m2 LÜX DAİRE - ROYALIZU İNSAAT	120-3-1	TRL 285.000	06 Haziran 02 Haziran 2016	Eskişehir-Özdüzce
4.	BÜNYAN GAYRİMENKUL'DEN CAMİCA MH. GÜNDÜZ OKULU'VU DA LUX 2+1	110-2-1	TRL 185.000	02 Haziran 2016	Özdüzce-Eskişehir
5.	ACİL SANAYİBİNDE OTURULMAVİ KARALI GARAJ SİTE İÇERİSİNDE SİRF	139-3-1	TRL 225.000	31 Mayıs 2016	Özdüzce-Eskişehir
6.	KEMAL EMLAKTAN FIRSAT URKUNSA KIRACIU YÜKSEK KİRA GETİRİLİ	58-1-1	TRL 115.000	30 Mayıs 2016	Tepesbaşı-Eskişehir
7.	ADLİYE SARAYI KARŞISI A.J.M. ARKASI 2+1 SİRF LUX DAİRE DEĞİRMEN EMLAK İNSAAT	422-3-1	TRL 255.000	29 Mayıs 2016	Özdüzce-Eskişehir
8.	PANAK İNSAAT'TAN ERTUĞRULGAZ MAH. SATILIK 4+1 DAİRE	500-4-1	TRL 320.000	27 Mayıs 2016	Tepesbaşı-Eskişehir
9.	MİNE İNSAAT'ın KAMPANYASI! 3+1 170m2 ULTRA LUX DAİRELER	170-3-1	TRL 275.000	26 Mayıs 2016	Tepesbaşı-Eskişehir
10.	BUYUKDERE MİNE İSGİLY CLSK SUPER LUX 3+1 ASANSÖRLÜ GARAJLI - ARDA YAPI	120-3-1	TRL 195.000	26 Mayıs 2016	Özdüzce-Eskişehir
11.	MİNE İNSAAT'ın KAMPANYASI! 3+1 170m2 ULTRA LUX DAİRELER	170-3-1	TRL 275.000	26 Mayıs 2016	Tepesbaşı-Eskişehir

Taşınmaz bilgileri veri sayfası

Taşınmaz bilgilerinin ve ödeme planı hesaplamalarının ayrı sayfalarda yapılması gereğine uygun olarak *Odeme_Planı* isimli bir ikinci sayfa oluşturun. Yeni oluşturulmuş bu sayfada B2 hücresına Fiyat yazıp, hücreyi de “Fiyat” olarak adlandırınız. Yanındaki hücrelere (C2, D2, E2, F2, G2) sırasıyla “Peşinat”, “Borç”, “Faiz”, “Yıl” ve “Taksit” yazıp bu hücreleri de “Pesinat”, “Borc”, “Faiz”, “Yil” ve “Taksit” olarak -VBA programlamada \$, ç, ı, İ gibi harflerden her zaman kaçınarak- adlandırınız. Şekil 3.30’deki gibi bir görüntü elde edersiniz.

Sekil 3.30

*Ev kredisi ödeme
plani sayfasının temel
bilgileri*

Fiyat hücresi seçilen evin fiyatını gösterir. Buraya bir evin parasal değeri girilir. *Pesinat* isimli hücre ise ödemeye hazır olduğumuz peşinatı, toplam bedelin bir yüzdesi olarak görüntüler. *Borc* isimli hücrede ise aşağıdaki formülün sonucu yer alır:

$$=Fiyat * (1 - Pesinat)$$

Faiz isimli hücrede geçerli faiz oranı, *Yıl* isimli hücrede borcun kaç yilda geri ödeneceği-ne ilişkin değer alır. *Taksit* isimli hücre ise “Devresel_Odeme” isimli fonksiyonun sonucunu gösterir. Bu formül =DEVRESEL_ODEME(Faiz/12, Yıl*12, Borc) şeklinde yazılır. Formülün görünümü Şekil 3.31’de formül çubuğuunda verilmiştir. Faiz oranları yıllık olduğu için 12’ye bölünmüştür, borcun ödeme süresi ise yıldan aya döndürülerek 12 ile çarpılmıştır.

Şekil 3.31

Devresel ödeme işlevinin kullanımı

A	B	C	D	E	F	G
1						
2	Fiyat	Peşinat	Borç	Faiz	Yıl	Taksit
3	TRL 120,000	35%	TRL 78,000	7.25%	5	=Faiz/12*Borc
4						

DİKKAT



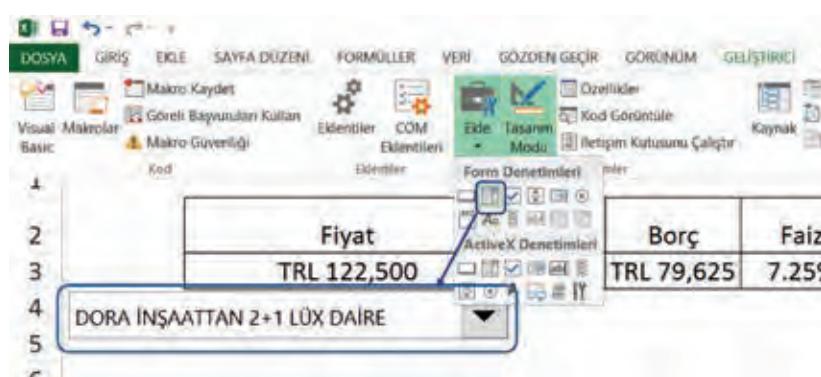
Şekil 3.31’de verilen değerlerle (Fiyat=120.000; Peşinat=%35; Faiz=%7,25; Yıl=5), *Taksit* hücresinde 1553,71 değeri gözlenmelidir. Farklı bir değer gözlenirse, işlemlerinizi gözden geçirmelisiniz. Bu finansal karar destek sistemi *Pesinat* hücrende müşterinin ödeme gücüne uygun peşinat oranlarını ve yine müşterinin geri ödeme süresine uygun olarak olacak aylık ödemeleri sunan bir senaryo analizi aracı olarak kullanılacaktır. Bu haliyle bir hesap makinesinde yapılabilecek işlemlerin çok daha hızlı ve güvenli bir şekilde yapılabileceği söylenebilir. Excel’ın sunduğu bazı özelliklerden yararlanarak işlem güveniliği ve verimiliğini çok daha ileriye götürmek mümkündür.

Form Denetim Araçlarından Yararlanmak

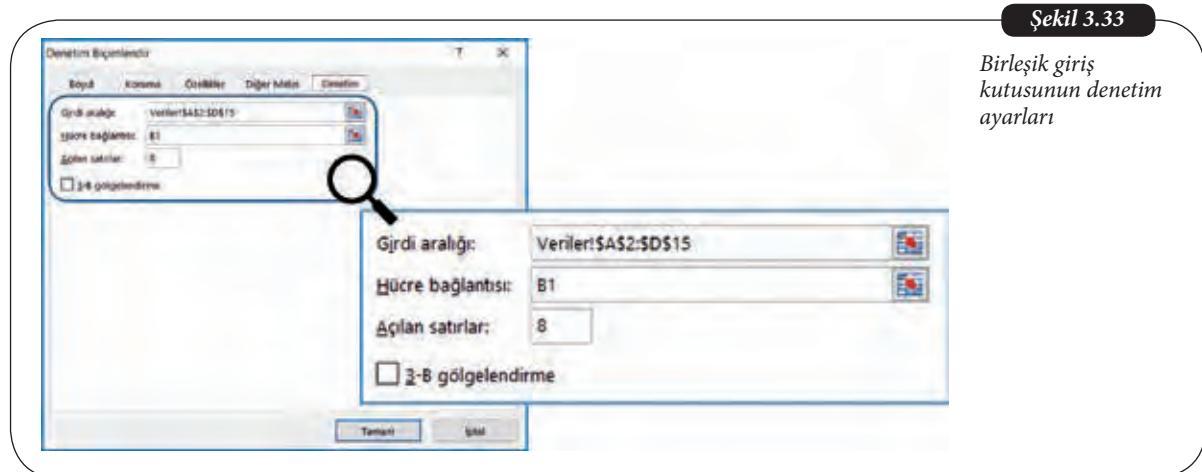
Bu işlemlerin daha kullanışlı ve güvenilir hale getirilmesi için diyalog yönetim bileşenlerinden yararlanılabilir. Denetim araçları, *Form Denetimleri* ve ActiveX denetimleri olmak üzere iki farklı grupta sunulmaktadır. Aynı uygulama önce Form Denetimleri ve daha sonra ActiveX denetimleri ile ele alınacaktır. Fiyat hücresına değer girmek yerine bir *birleşik giriş kutusu* (combo box) kullanmak bunlardan biridir. Bu birleşik giriş kutusu, verileri ilgili sayfadan alıp bu hücreye taşımak için bir arayüz bileşeni görevi gerçekleştirir. *Geliştirici* (Developer) sekmesinden *Denetimler* (Controls) menüsünden *Ekle* (Insert) seçenekinden *Form Denetimlerinden* yararlanın (Şekil.3.32).

Şekil 3.32

Form denetimlerinden birleşik giriş kutusunu kullanma



Birleşik giriş kutusunun arzu edilen işlevi yerine getirebilmesi için *Aç-Doldur* menüsünde sırayla listelenmesini beklediğimiz gayrimenkullerin aralık adresini (*Girdi aralığı*), hedef hücreyi (*Hücre bağlantısı*) ve ekranда aynı anda görüntülenmesi istenen apartman-ev sayısını (*Açılan satırlar*) ve görsel bir derinlik katmak için gölgelendirme tercihinin belirtilmesi gerekmektedir (Şekil 3.33).



Şekil 3.33

Birleşik giriş kutusunun denetim ayarları

A2:D15 aralığı *Veriler* sayfasındaki taşınmaz bilgilerinin bulunduğu tek tabloluk veri tabanının adresidir. Hücre bağlantısı liste bileşenlerinden hangisi seçildi ise onun kaçıncı bileşen olduğu bilgisini döndürecektrt. Gerçekte arzu edilen ise seçilen taşınmazın fiyatını *Fiyat* hücresinde görüntülemektir. Bunu gerçekleştirmek için =INDİS(*Veriler!A2:G15,B1,4*) işlevi *Fiyat* hücresine yazılır. B1 hücresinde sıra numarası verilen kaydı ilgili veri aralığında bulup, fiyat bilgisini içeren dördüncü sütunun (alanın) içeriğini *Fiyat* hücresine yani B3'e aktarır. Böylece fiyat bilgisinin hesaplama modülüne girişi otomatikleştirilerek, kullanıcı hatalarından arındırılmış ve yanı sıra hızlandırılmış olur. Listede aynı anda kaç evin görüntülenmesi isteniyorsa, *Açılan satırlar* kısmasına bu değer yazılır. Değerin seçiminde ekranдан taşmayan ve ekranı kaplamayan bir liste hedeflenmelidir.

Bu problemdeki senaryonun dört bileşeni vardır: Fiyat, Peşinat Yüzdesi, Faiz ve yıl olarak Geri Ödeme Süresi. Fiyat bilgisinde olduğu gibi Peşinat, Faiz ve Yıl bilgilerinin de klavyeden sayısal veri girişi işleminden kurtarılması için uygun iletişim denetim araçlarından yararlanması uygun olacaktır. Peşinat yüzdesi için *değer değiştirme* (spin button) düğmesinden yararlanılabilir. Bunun için yine form denetim araçlarından ilgili düğme seçili gerekli ayarlar yapılmalıdır (Şekil 3.34).



Şekil 3.34

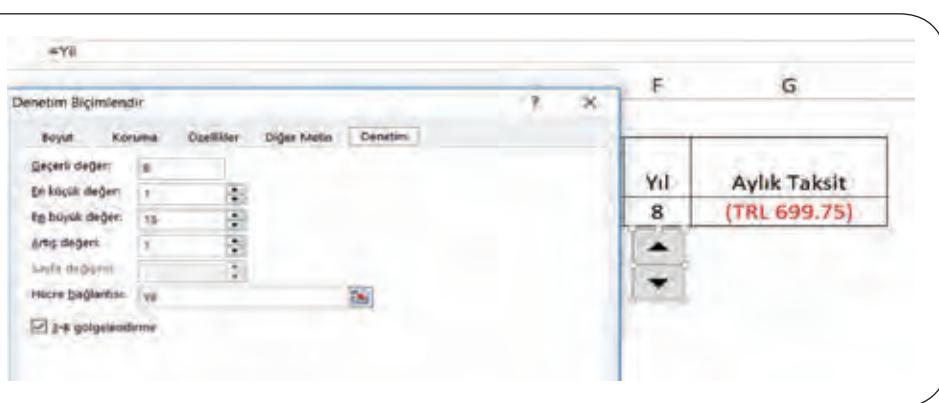
Peşinat değerleri için değer değiştirme düğmesi kullanımı

Ev bedelinin yüzde yüzü peşin ödenirse peşinatın %100 ve hiç peşinat ödenmez ise peşinat oranının %0 olabilmesi için *En küçük değer* 0 ve *En büyük değer* 1 olarak belirlenmiştir. Peşinatın %5'lik dilimlerinin anlamlı olmayacağı düşünülerek, *Artış değeri* 10 olarak girilmiştir. Değer değiştirme düğmesi yalnızca tamsayı değerlerinden döndürecekinden Hücre bağlantısı hücresi C1 olarak seçilmiştir. Buna uygun olarak *Pesinat* hücresine $=C1/100$ ifadesi yazılarak 0 ve 1 aralığında oranlar oluşturulması sağlanmıştır.

Değer değiştirme düğmesinin özellikleri *Yıl* hücresi için de uygundur. Ancak yıl değerleri tamsayı olarak kullanıldığından ek bir yardımcı hücre kullanımı gerekmekz. Bundan dolayı *En küçük değer*'in 1 ve *En büyük değer*'in 15; yanı sıra *Artış değeri*'nin olarak ayarlanması ve Hücre bağlantısının Faiz olarak belirtilmesi yeterli olacaktır (Şekil 3.35).

Şekil 3.35

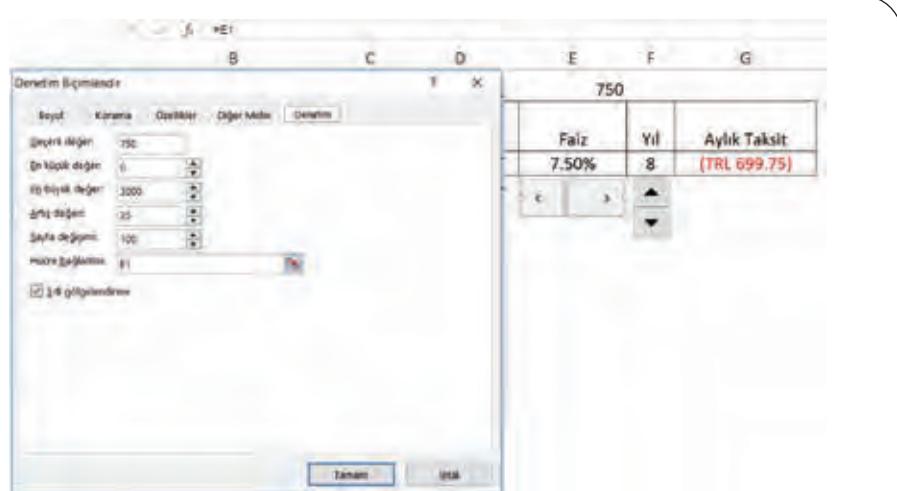
Yıl değerlerinin girişi için değer değiştirme düğmesi kullanımı



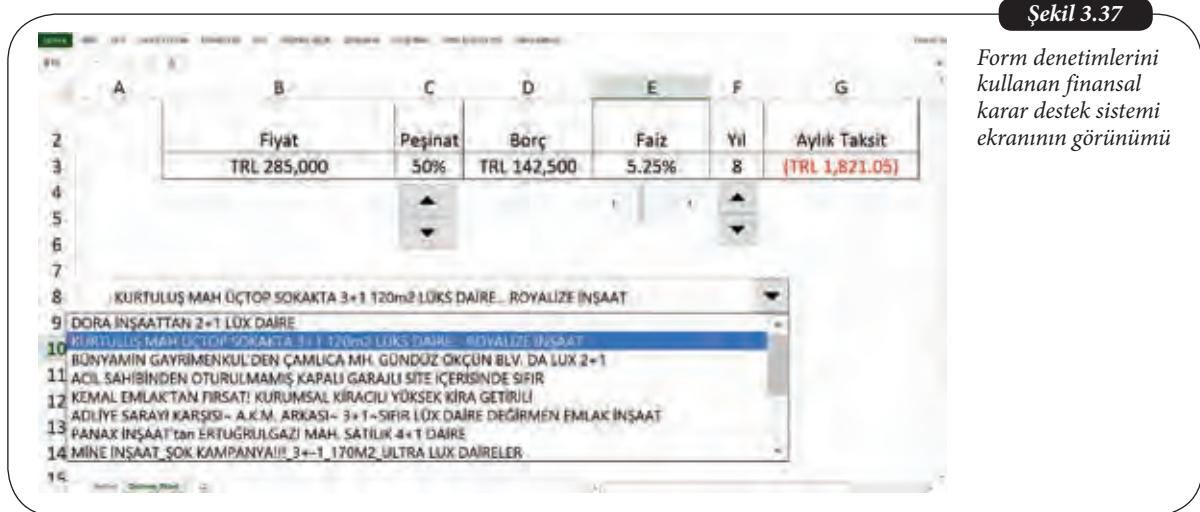
Faiz değerleri için *kaydırma çubuğu* (scroll bar) tercih edilmelidir. Kaydırma çubuğu değer değişimlerinin biri büyük, biri küçük iki farklı düzeyde yapılabilmesini destekler. *Pesinat* hücresinde olduğu gibi, arzu edilen değer doğrudan hedef hücreye yani *Faiz* isimli hücreye yazılır. Kaydırma çubuğunun döndüreceği değerler E1 hücresine yazılacak olsun. Faiz oranının yüzde 0 ile yüzde 30 aralığında olacağını öngörürse, E1 hücresine 0 ile 3000 arasında değer yazılmasını sağlamak üzere *En küçük değer* 0 ve *En büyük değer* 3000 olarak girilir. Ayrıca *artış değeri* 25 ve *sayfa değişimi* 100 olarak seçilerek faiz oranının 1 puan ve 0,25 puanlık artış ve azalışlarının ilgili hücreye ve dolayısı ile hesaplamalara yansıtılması sağlanır (Şekil 3.36). *Faiz* isimli hücreye $=E1/10000$ yazılarak, yardımcı hücre E1'den gelen 0 ile 3000 arasındaki değerlerle faiz oranının %0 ve %30,00 olarak görüntülenmesi sağlanır (Şekil 3.36).

Şekil 3.36

Faiz değerlerinin kaydırma çubuğu denetim bileşeni ile girilmesi



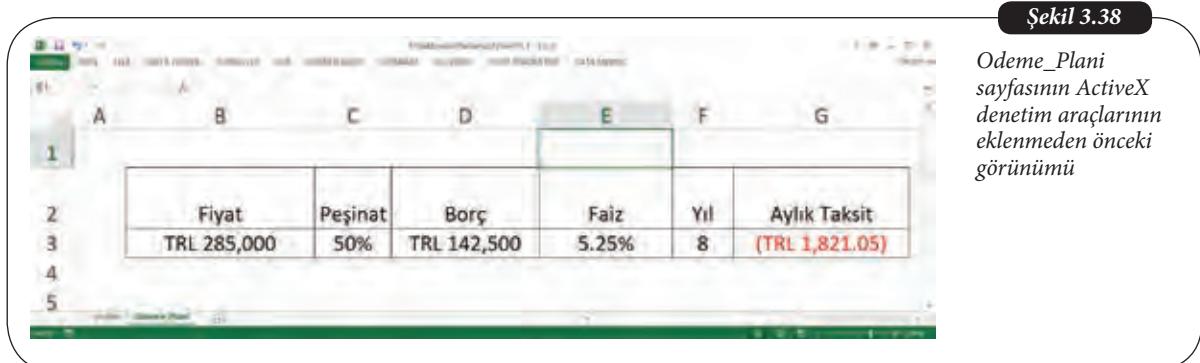
Bu düzenlemenin ardından yardımcı hücrelerin bulunduğu birinci satırın fare ile üzerine gelip, sağ fare tuşuna basıldığında açılan menüden *Gizle* (Hide) işlemi uygulanarak, dikkati dağıtması ve amaç dışında kullanılması engellenmiş olacaktır (Şekil 3.37). Ayrıca birleşik giriş kutusunu, kullanıcının tüm bilgileri okuyabilmesine yönelik olarak, ekranın görünür alanından en uygun şekilde yararlanabileceğini şekilde sayfaya yerleştirin (Şekil 3.37).



Arayüz bileşenlerinin hücrelere değer girişi için kullanılması bazı işlem ve kullanıcı hatalarına karşı doğru bir önlem olmakla beraber yeterli değildir. Sayfada isimlendirilmiş olan tüm hücrelerin koruma altına alınması güvenli bir arayüz tasarım özelliği olur. Ancak form denetimlerinin arzu edilen değeri genellikle doğrudan ilgili hücreye değil de, yardımcı bir hücre ve formül yardımıyla aktarmalarından dolayı sayfa korumalarına yatkın değildirler. Bu tarz bir koruma gereklisi ise form denetimleri yerine ActiveX denetimlerini tercih etmenin avantajları vardır. Adım 2'yi bu kez ActiveX denetim araçları ile gerçekleştirelim.

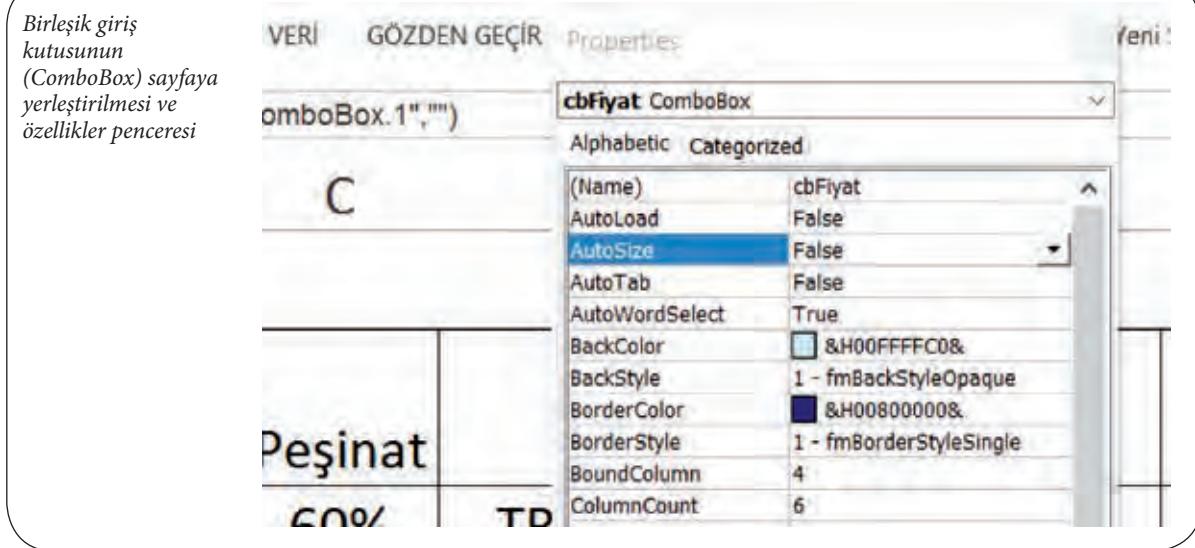
ActiveX Denetim Araçlarından Yararlanmak

Form denetimlerini kullanmadan önce çalışma sayfasındaki adımların aynen uygalandığını, sayfa düzenlerinin denetim araçlarına uygun hale getirildiğini varsayıyalım (Şekil 3.38).



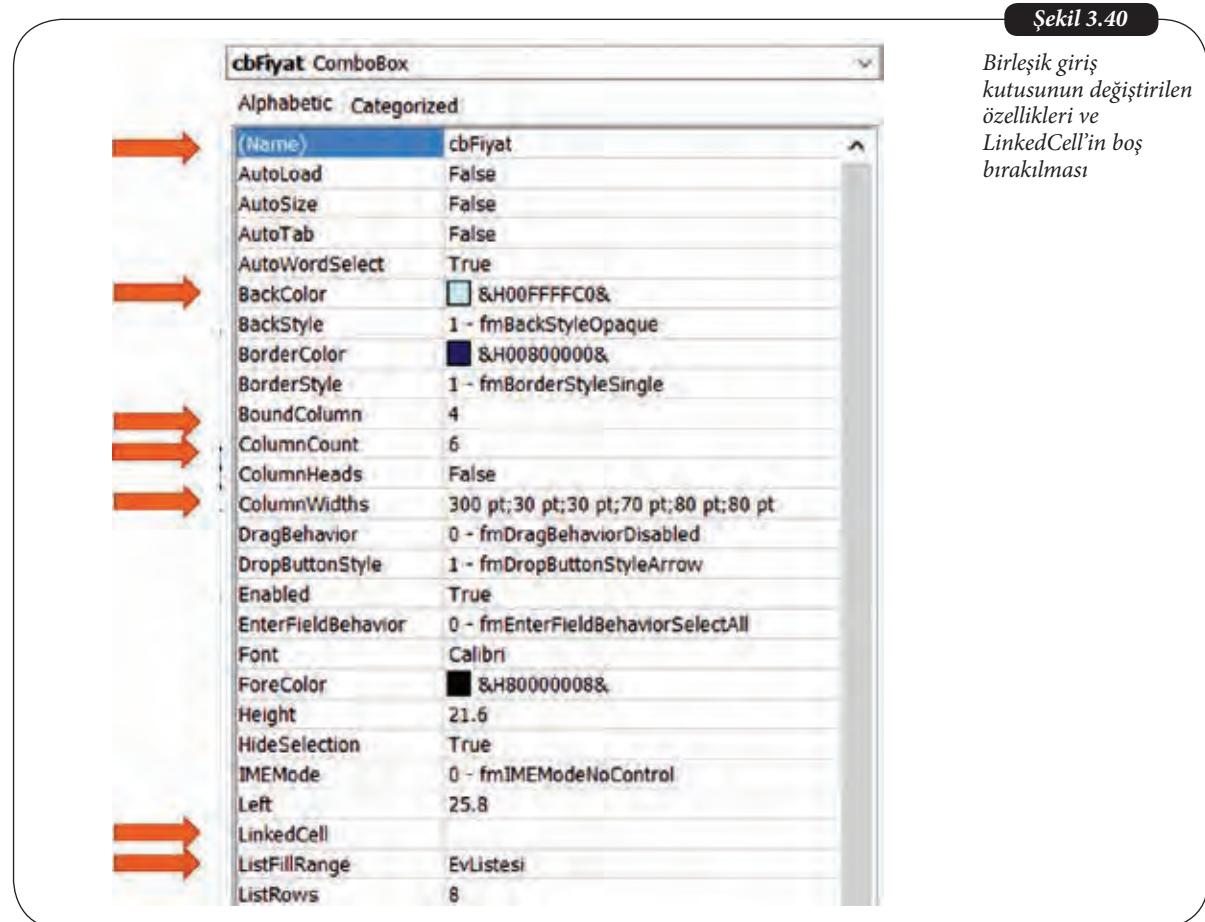
Fiyat bilgisinin girişinde bu ActiveX denetim araçlarından birleşik giriş kutusu kullanılacaktır. Bu kez fiyat bilgisinin Fiyat isimli hücreye doğrudan girmesi ve yardımcı bir hücre kullanmaması için küçük bir makro yazılması, sayfa koruma işlemlerinin ActiveX denetim araçlarının işini engellemesine sebep olmaz. Birleşik giriş kutusunu sayfa ve ekran alanlarından etkin yararlanacak şekilde Odeme_Planı sayfasına yerleştirin (Şekil 3.39).

Şekil 3.39



Özellikler penceresinde birleşik giriş kutusunun pek çok özelliği vardır. Kullanığınız Excel Türkçe olmasına rağmen, ActiveX denetim araçlarının özellikler penceresinin Türkçe olmadığına dikkat ediniz. İleri Excel uygulamalarının pek çokunda Türkçeleştirmenin yeterli olmadığı görülebilir. Bu özelliklerin bir kısmı tüm uygulamalarda ortak olmakla birlikte, bir kısmı gereksinim duyulduğunda keşfedilecektir. Ödeme planı uygulamasında birleşik giriş kutusunun bazı özellikleri şu şekilde ayarlanmıştır: *(Name)=cbFiyat; BackColor=Açık Mavi ve BorderColor=Lacivert; BoundColumn=4; ColumnCount=6; ColumnWidths= 300 pt;30 pt;30 pt;70 pt;80 pt;80 pt; ListFillRange=EvListesi*. Diğer özellikler ya ekrana giriş kutusunu yerleştirirken gerçekleşen değerlerdir ya da varsayılan ayarlarının bu uygulama için değiştirilmesine gerek olmayan özelliklerdir (Şekil 3.40).

Şekil 3.40



Birleşik giriş kutusunun değiştirilen özellikleri ve LinkedCell'in boş bırakılması

Özellikler listesindeki *LinkedCell* özelliği boş bırakılmıştır. Eğer sayfa koruması kullanılmayacak olsayıdı, makro kodlamadan değer atama bu özelliğini kullanarak gerçekleştirilebilecekti. Giriş kutusunun adı *cbFiyat* olarak belirlenmiştir. Kullanılan denetim araçlarını adlandırmaya, özellikle çok sayıda denetimin yer aldığı uygulamalar için önemlidir. *BackColor* arka plan rengini ve *BorderColor* ise kutunun çerçevesinin rengini geliştiricinin beklenilerine göre ayarlamak için kullanılır. *ListFillRange* ile tanımlanan *EvListesi* bilgi alanından giriş kutusunda gösterilecek verilerin soldan itibaren kaç sütun içereceğini *ColumnCount* gösterir. *ColumnCount=6* olarak seçilerek ilan bilgisi, metrekaresi, oda sayısı, fiyat, ilan veriliş tarihi ve hangi belediye sınırları içinde olduğunu gösteren bilgilerin giriş kutusunu kullanan kişi tarafından incelenmesine olanak verilmiştir. İnceleme sonucu seçilen evin ödeme planının çıkarılabilmesi için fiyat bilgisinin giriş kutusu tarafından *Fiyat* hücresine girilmesi yeterlidir.

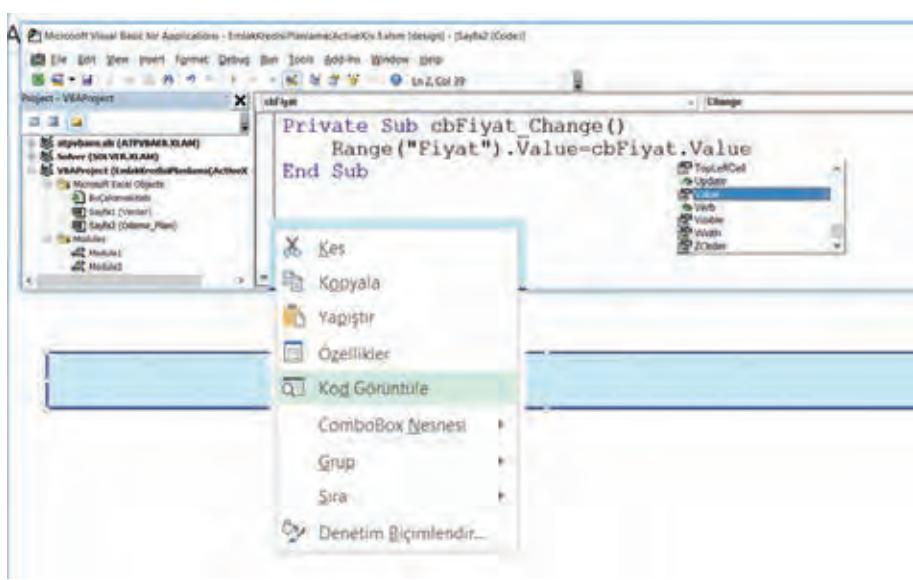
Bunun için *cbFiyat* birleşik giriş kutusu seçili iken, sağ fare tuşu ile açılan menüden *Kod Görüntüle* seçenekleri kullanılarak VB Editöründe Sayfa2(Odeme_Planı) isimli sayfanın bir bileşeni olarak *cbFiyat_Change()* isimli boş bir makro oluşturulur. Bu makro *cbFiyat* arayüz bileşeninin kullanıcı tarafından seçilen değerlerindeki değişimlere uygun olarak ilgili hücreyi günceller. Söz konusu makro tamamlandığında aşağıdaki görünümü sahip olacaktır.

```
Private Sub cbFiyat_Change()
    Range("Fiyat").Value = cbFiyat.Value
End Sub
```

Eklelenen kodun *cbFiyat* birleşik değişim kutusuna ait olduğu ve silinmesi halinde kod dunda birlikte silineceği bilinmelidir (Şekil 3.41).

Şekil 3.41

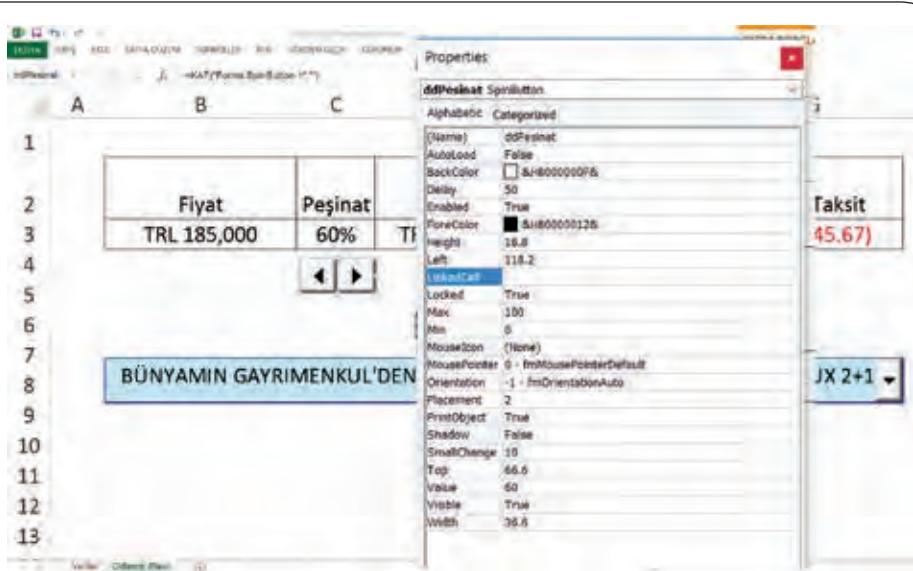
cbFiyat isimli ActiveX birleşik giriş kutusuna kod ekleyerek olay makrosu oluşturmak



Pesinat oranlarını *Pesinat* isimli hücreye doğrudan girmek üzere bir *değer değiştirme düğmesi* (SpinnerButton) kullanılacak olsun. Bu değer değiştirme düğmesinin bazı özelliklerini değiştirecektir (Şekil 3.42). Bunların başında, (*Name*)=*ddPesinat* ve *SmallChange=10* özelliklerinin belirtilen şekilde düzenlenmesi gelmektedir. *LinkedCell* hücresi, değerin bir makro aracılığı ile girilmesine izin vermesi için boş bırakılmıştır. İsimlendirmede hatırlatıcı olması için *Pesinat* ifadesinin önüne değer değiştirme düğmesinin baş harflerinden ikisini içeren bir önek eklenmiştir. *Min* ve *Max* özellikleri varsayılan değerleri olan 0 ve 100 olarak kullanılmıştır. *SmallChange* özelliği düğmenin değer artış ve azalışlarında uyacağı değişimleri gösterdiğinden, peşinat yüzdesindeki onluk değişimlerin anlamlı olacağını hareketle *SmallChange=10* olarak tespit edilmiştir.

Şekil 3.42

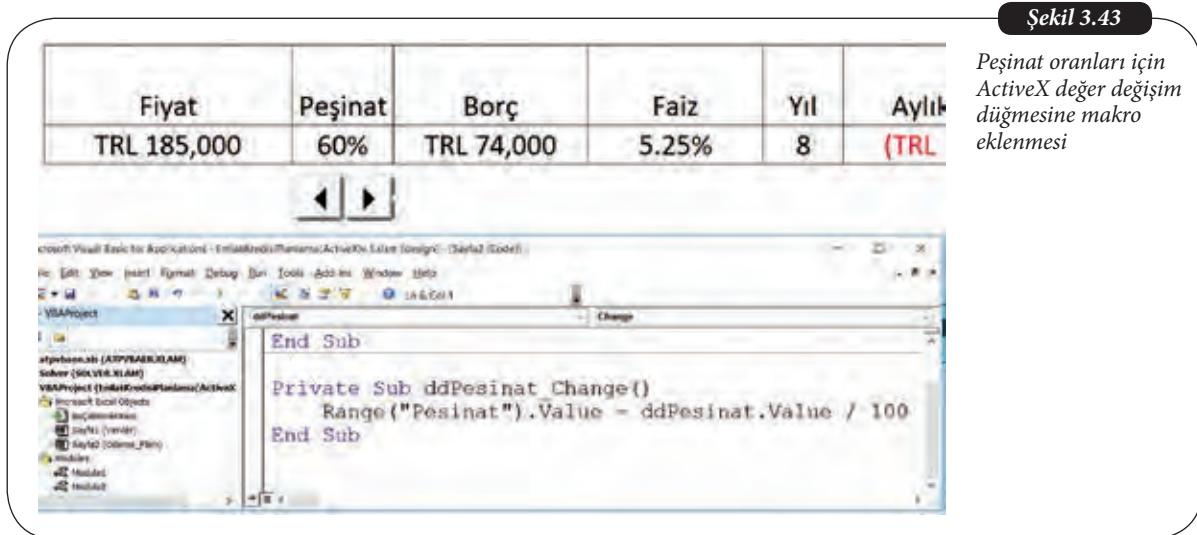
ddPesinat isimli ActiveX değer değiştirme düğmesinin kullanımı ve özellikler penceresi



cbFiyat birleşik değer değişim düğmesinde olduğu gibi, *ddPesinat* içinde sağ fare tuşu ile açılan menüden *Kod Görüntüle* seçeneği izlenerek aşağıdaki makro yazılmalıdır.

```
Private Sub ddPesinat_Change()
    Range("Pesinat").Value = ddPesinat.Value / 100
End Sub
```

Pesinat isimli hücredeki formül makro içinde kullanılarak arzu edilen değerin oluşturulması sağlanmıştır (Şekil 3.43).



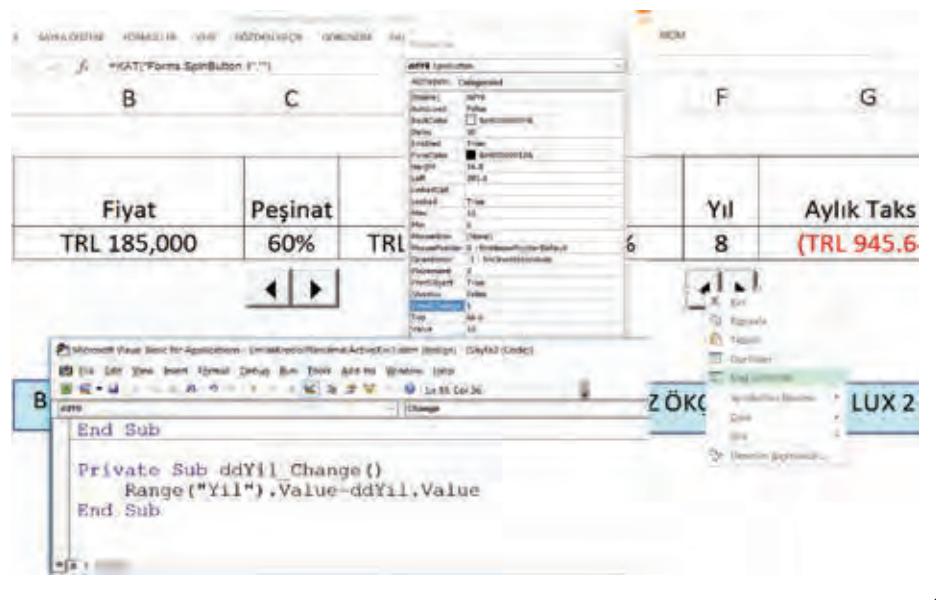
Değer değişim düğmesinden yararlanabilecek hücrelerden bir diğeri de *Yıl* isimli hücredir. Değer değişim düğmesi ilgili hücrenin altına eklenip özellikler penceresi açılır. Açılan pencerede (*Name*)=*ddYil*; *Min*=1; *Max*=15 ve *SmallChange*=1 özellikleri ödemeden kapsayacağı yıl sayısının birer birer artışlarına izin verecek ve 1 ile 15 yıllık borçlanmayı destekleyecek şekilde ayarlanır. *ddYil* düğmesinin sağ fare tuşu ile *Kod Görüntüle* seçeneği kullanılarak aşağıdaki makro yazılır (Şekil 3.44).

```
Private Sub ddYil_Change()
    Range("Yıl").Value = ddYil.Value
End Sub
```

Yine bu değer değişim düğmesinde de *LinkedCell* yani değer girilecek hücre özelliğinin boş bırakılması önemlidir.

Şekil 3.44

ddYıl isimli ActiveX değer değişim düğmesine bağlı makro ile yıl bilgisinin girilmesi



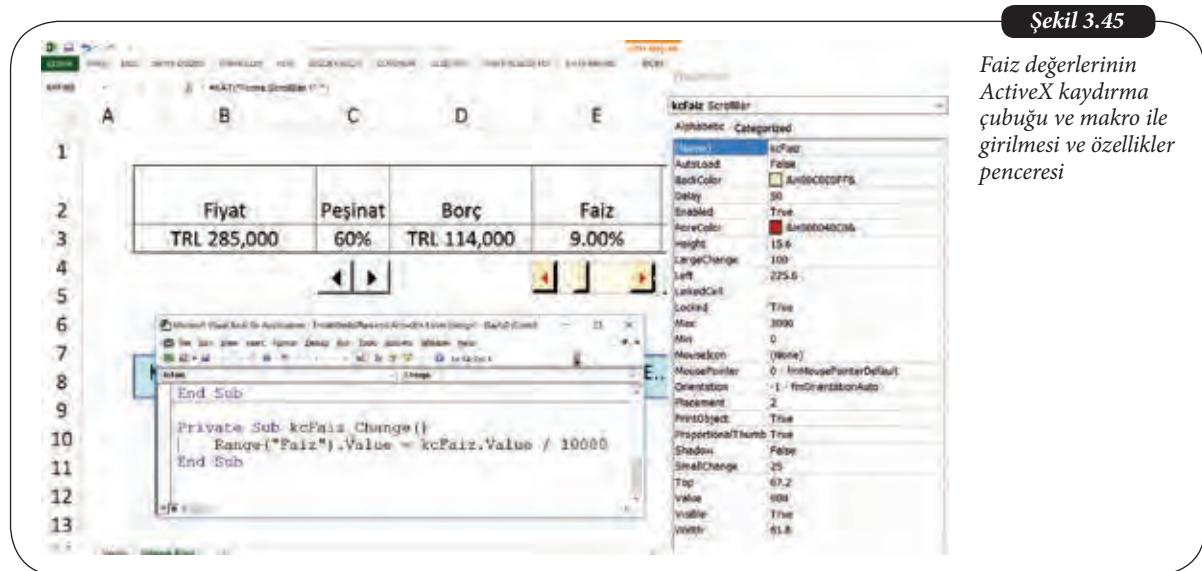
Faiz değerleri için ActiveX denetim araçlarından *kaydırma çubuğu* (Scroll bar) kullanımı doğru tercih olacaktır (Şekil 3.46). Faiz isimli hücrenin hemen altına kaydırma çubuğu eklendikten sonra *Properties* (Özellikler) penceresinden bazı düzenlemeler yapılması gerekecektir. Bunların sırasıyla (*Name*)=*kcFaiz*; eğer istenirse *BackColor* (zemin rengi) ve *ForeColor* (zeminüstü renk); *LargeChange*=100, *SmallChange*=25; *Min*=0; *Max*=3000 şeklinde ayarlanması uygun olacaktır. Adlandırma farklı kaydırma çubuklarının aynı sayfada veya projede kullanılması durumunda hangi kaydırma çubuğuun hangi işleve ait olduğunu fark edilmesini sağlar. Doğru renklendirme çalışma verimliliğini olumlu etkileyebilir. *LargeChange* özelliği kaydırma çubuğuun uçlarındaki oklar yerine gövde kısmına tıklanmasında halinde hangi sayısal adımlarla artıp azalacağını gösterir.

Kaydırma çubuğuun döndürecegi değerlerin 0 ile 3000 arasında değiştirilmesi ile %0-%30,00 aralığındaki faiz değerlerinin türetilmesi sağlanmıştır. *SmallChange* özelliğinin 25 olması, %30,00'luk faizin istendiğinde binde 25'lik artış ve azalışlarla belirlenebilmesini sağlamıştır. *LargeChange* özelliğinin 100 olarak ayarlanması ise iri artımların faiz oranında %1'lik değişimlerini desteklemektedir. Değerlerin %0 ve %30 aralığına dönüşürlmesi için *kcFaiz* isimli kaydırma çubuğuun *Change* olayına eklenen makro koduna =*kcFaiz*.*Value*/10000 formülü yazılmıştır (Şekil 3.45).

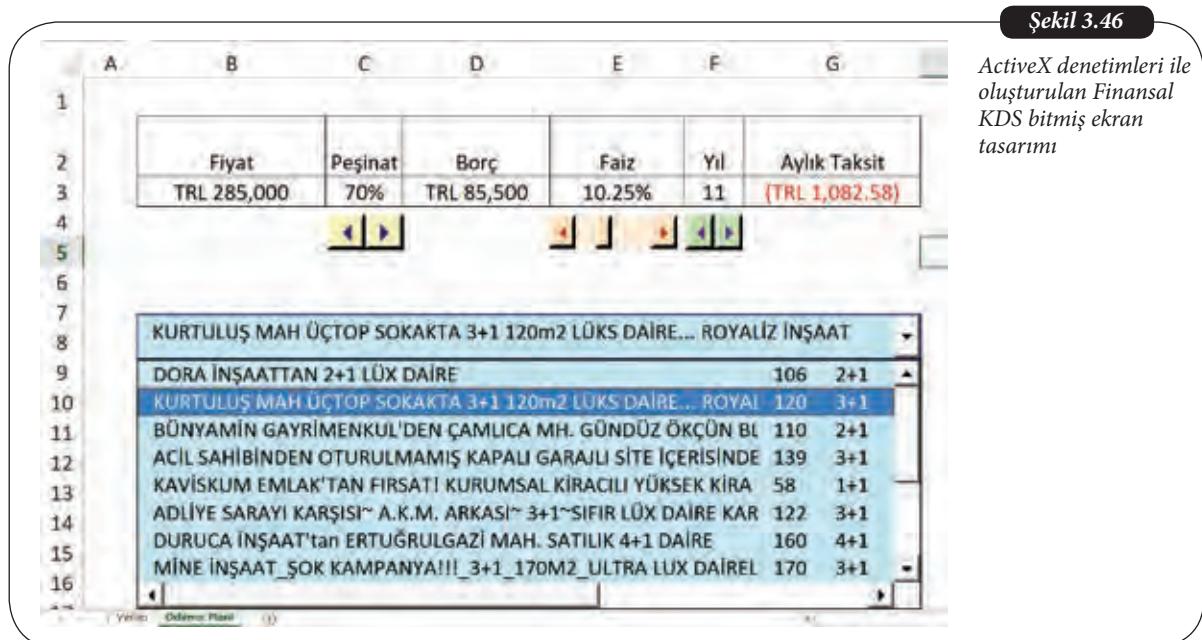
```

Private Sub kcFaiz_Change()
    Range("Faiz").Value = kcFaiz.Value / 10000
End Sub

```



Geliştirilen finansal KDS'nin işlevsel anlamda çalışır hali Şekil 3.46'te verilmiştir.



Güvenilir bir KDS için çalışma sayfasının korunması ve böylece istenmeyen hataların önünü alınması arzu edilir. Bunun gerçekleşmesi için aşağıdaki makronun çalışma kitabı (workbook) içine yazılması gereklidir (Şekil 3.47).

```
Private Sub Workbook_Open()
    Sheets("Odeme_Planı").Protect UserInterfaceOnly:=True
End Sub
```

Workbook nesnesinin *Open* olayı gerçekleştiğinde, yani ödeme planını içeren çalışma kitabı açıldığında *Odeme_Planı* isimli çalışma sayfası koruma altına alınır (*Protect* işlemi) ve *UserInterfaceOnly* özelliğinin *True* yapılması ile kullanıcı arayüz bileşenlerinin koruma özelliğine takılmaması sağlanır.

DİKKAT

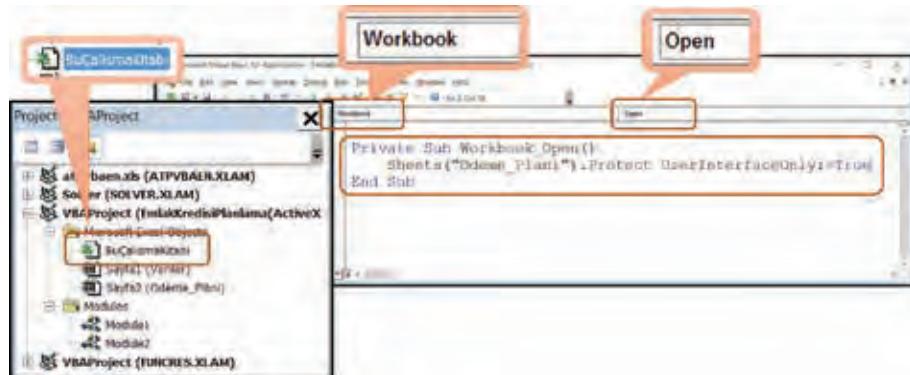


***UserInterfaceOnly:=True* ifadesini yazarken (=) simbolünün solunda iki nokta üstüste (:)** olduğundan emin olunuz.

Kullanıcı arayüz bileşenleri sayesinde, KDS'nin kullanışlılığının ve güvenilirliğinin arttığını, kullanım için gerekli oryantasyon süresinin azaldığını gözlemek için geliştirdiğiniz çalışma kitabı kaydettikten sonra kullanmanız önerilir.

Sekil 3.47

Odeme_Planı çalışma sayfasına koruma eklemek



Karar vericilerin asıl işi sağlıklı kararlar vermektedir. Karar destek sistemleri geliştirilirken, karar vericilerin karar problemlerine odaklanması ve yoğunlaşmasını teknik ayrıntılarla engellemeyecek, aksine kolaylaştıracak ve destekleyecek diyalog bileşenleri seçilmeli ve kullanılmalıdır. Bu amaçla, KDS geliştiriciler, karar vericilerin bekłentilerinin yanı sıra bilişsel bilimlerden (cognitive science) ve kullanıcı deneyimi tasarımları (user-experience design) disiplinlerinden yararlanılmalıdır.

Özet



Karar destek sistemlerinin geliştirilmesinde izlenecek adımları açıklamak.

Karar destek sistemlerinin geliştirilmesinde izlenmesi gereken adımlar vardır. Bu adımların ilki kararın planlanması, tasarılanması ve geçerliliğini sınanmasıdır. Söz konusu aşamada, kararın konusu, hangi model ve algoritmaların kullanılmasının uygun olacağının belirlenmesi, veri kaynaklarının seçimi ve erişim olanaklarının ortaya konması gibi tasarıma yönelik tüm hususlar ele alınır. Karar verici bu süreçte ya doğrudan yer almazı veya karar vericinin tercihleri karar destek sisteminin tasarımasına yansıtılmalıdır. Karar destek sisteminin bir tür kavramsal modeli ortaya konur. İlkinci adım, karar destek sisteminin mimarisinin oluşturulmasını içermektedir. Bu adının özelliği, birinci adımda oluşturulan kavramsal yapının gereksinimlerini karşılayacak teknolojik çözümlerin bulunması ve belirlenmesidir. Üçüncü adım, geliştirmeye yönelik seçeneklerin değerlendirilmesi ve yaşama geçirilmesidir. Bilgisayar yetkinliği olan karar vericilerin, karar destek sistemini bizzat kendilerinin geliştirmesi de seçenekler arasındadır. Karar destek sisteminin kurulması, test edilmesi ve kullanıma sunulması ise sürecin dördüncü adımı oluşturmaktadır. Beşinci adım, karar destek sisteminin sürekliliğinin sağlanmasına yönelik olan bakım ve güncellemelerdir.



Kişisel karar destek sistemlerinin avantaj ve dezavantajlarını ifade etmek.

Bir karar destek sisteminin kullanacak kişi tarafından geliştirilmesinin bazı avantajları vardır. Bunlar şöyle ifade edilebilir:

1. Geliştirme süresinin kısa olması,
2. Ayrıntılı gerekçeler listesi hazırlama, raporlama ve sözleşme gibi bazı adımlara gerek kalmaması,
3. Geliştirici ile karar verici arasındaki işbirliğine gerek kalmayacağından bazı iletişim problemlerinin yaşanmaması,
4. Maliyetin genellikle göreceli olarak çok düşük olması,
5. Karar vericinin problem ilişkin yeni keşif ve analizler yapmasına daha uygun olması,
6. Bakım, güncelleme ve iyileştirme süreçlerine yönelik bir dizi kolaylık sağlamaşıdır.

Öte yandan bazı dezavantajları da vardır. Bunlardan bazıları şunlardır:

1. Karar vericinin bilgi teknolojileri ve sistemleri ve yanı sıra programlama konusundaki becerileriyle sınırlı olacağından profesyonel bir takım özelliklerden yoksun olma olasılığı,
2. Kişisel olarak tasarlandığından, kurumsal sistemlerin taşıması gereken veri ve bilgi güvenliği konularında eksiklikleri olma olasılığı,

3. Kişisel tasarımlarda sıklıkla göz ardı edilen tasarım, kullanıma ve bakıma yönelik belgelendirme ve açıklamaların olmamasıdır.



Model yönetimi modülüne yönelik işlemtablosu özelliklerini belirlemek.

Model yönetimi modülü geliştirirken ilk akla gelecek işlemtablosu özelliklerini şunlardır:

Excel'in veri ve formülleri bir arada kullanma olanağı veren çalışma sayfası (worksheet) yapısı, hücrelerle formül yazabilme, işlev kitaplığı (functions library), kullanıcıların VBA dilini kullanarak kendi geliştirdiği işlevler, Çözücü eklentisi (Solver Addin), makrolar ve visual basic for applications dili (VBA), grafikler, alan adlandırma, formül denetleme, durum çözümlemesi (what-if analysis), veri çözümleme araç kutusu (data analysis toolpack), çizim araçları. Belirtilen özelliklerin bir kısmı görsel modelleme, bir kısmı ise matematisel modellemeyi destekleyen araçlardır.



Veri yönetimi modülüne yönelik işlemtablosu özelliklerini listelemek.

Excel'de bir karar destek sisteminin veri yönetimi modülü geliştirmeye yönelik özelliklerden bazıları şunlardır: Excel'in veri konusundaki tasarımsal yeteneği, verilerin sıralanabilmesi, seçme sorguları için otomatik ve gelişmiş filtreleme, özeti tablo ve tablo oluşturma, veri güncellemeye yaranan bul ve değiştir özelliği, diğer farklı ortamlardan veri almaya yaranan dış veri al seçeneği, sorgulanmış verilere ilişkin betimsel istatistikler türetmeye yaranan Veritabanı işlevleri ve veri giriş hatalarını önlemeye yönelik veri doğrulama özellikleri bunların arasında sayılabilir. Aynı zamanda bir diyalog yönetim bileşeni olmasına karşın, hazır form (built-in form) veri yönetimi modülüne zahmetlisiz katkısı sebebi ile veri yönetiminin destekleyen özellikler arasında sayılabilir.



Diyalog yönetimi modülüne yönelik işlemtablosu özelliklerini tanımlamak.

Diyalog yönetimi modülü geliştirirken göz önüne alınması gereken Excel özelliklerinden bazıları şunlardır: Konuşma (speech/speak) özelliği, komut düğmesi (CommandButton), veri giriş için kullanıma hazır veri giriş kutusu (InputBox), basit iletiler için kullanıma hazır mesaj kutusu (MsgBox), Excel çalışma sayfasının hücre yapısı, liste kutusu (ListBox) ve birleşik giriş kutusu (ComboBox), onay kutusu (CheckBox) ve seçenek düğmesi (OptionButton), etiket (Label), metin kutusu (TextBox), kaydırma çubuğu (ScrollBar), değiştirme düğmesi (ToggleButton), hazır veri giriş formu (Built-In Form) ve kullanıcı formu (UserForm).

Kendimizi Sınayalım

- 1.** Bir çalışma kitabının açılması halinde çalışmak üzere; `Sheets(1).Protect UserInterfaceOnly:=True` kod satırı bir olay yordamına eklenmiştir. Aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?
 - a. İlgili kodun Sub satırında `Workbook_Open()` ifadesi yer alır.
 - b. `UserInterfaceOnly:=True` ifadesi ile sayfaya kullanıcının diyalog (arayüz) bileşenleri üzerinden erişimi sağlanmaktadır.
 - c. Çalışma kitabının açılışında, en solda listenin başında görünen çalışma sayfası korunmaktadır.
 - d. Çalışma sayfasının üzerindeki korumayı kaldırma için Hızlı penceresinde `Sheets(1).Unprotect` yazmak yeterlidir.
 - e. Arayüzün korumadan (protect) sonra çalışabilmesi için sayfa üzerindeki denetim araçlarının Form deneimi değil ActiveX denetimi olma zorunluluğu vardır.

- 2.** Bilgisayar programlama konusunda yetkin bir karar verinin ihtiyacı olan karar destek sistemini kendisinin geliştirmesi hakkında aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?
 - a. Geliştirme süresi kısalıdır.
 - b. KDS için ayrıntılı bir gerekler listesinin ve spesifikasyonlarının raporlanması ve sözleşme formatında hazırlanmasına gerek kalmaz.
 - c. Maliyet genellikle çok düşüktür.
 - d. KDS'nin bakımı, güncellenmesi ve iyileştirilmesi süreçlerinin etkinliği karar vericinin kontrolü altındadır.
 - e. Karar vericinin probleme ilişkin yeni keşif ve analizler yapmasını engeller.

- 3.** Aşağıdaki karar destek sistemlerinin ilgili modüllerinin geliştirilmesinde hangi Excel özelliklerinin öncelikle ilişkili olduğunu belirtecek şekilde eşleştirmeler yapılmıştır. Bu eşleşmelerden hangisi doğrudur?
 - a. Model Yönetimi Modülü: Dış Veri Al ile Access ve internet'ten veri almak,
 - b. Veri Yönetimi Modülü: Çözücü Eklentisi (Solver Addin)
 - c. Model Yönetimi Modülü: İstatistiksel analiz aracı (Statistical Analysis Toolpack) Eklentisi
 - d. Veri Yönetimi: Hazır form bileşeninin kullanımı
 - e. Model Yönetimi: Konuşma (Speech/Speak) özellikleri

- 4.** Aşağıdakilerden hangisi Excel ve VBA'nın ideal bir kişisel karar destek sistemi ortamı olmasını sağlayan özelliklerden biri **değildir**?
 - a. Sembolik hesaplama yapabilmesi
 - b. Hızlı uygulama geliştirme aracı olması
 - c. Prototip geliştirmeye uygun bir ortam olması
 - d. Visual Basic for Applications'in hızlı bir dil olması
 - e. Makro kaydetme özelliği

- 5.** Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
 - a. Hazır form (Built-In Form) veri sekmesinde yer alır.
 - b. Listekutusunun varsayılan özelliği, açılan bir listeden birden fazla bileşenin seçilebilmesine yanı sıra listede olmayan bilgilerin girilmesine izin vermesidir.
 - c. Hassas sayısal değerlerin girilmesi için değer değiştirme düğmesi, kaydırma çubuğu tercih edilmelidir.
 - d. Otomatik sützme (autofilter) seçeneği hem VE hem de VEYA bağlaçlarına uygun sorgulamaları destekler.
 - e. Dış Veri Al seçeneği ile herhangi bir veri tabanından doğrudan veri almak mümkün değildir.

- 6.** Aşağıdaki Excel özelliklerinden hangisi hem veri yönetimi hem de model yönetimi tarafından kullanılmaya diğerlerinden daha uygundur?
 - a. Grafikler (Charts)
 - b. Çözücü (Solver) eklentisi
 - c. Veri çözümleme eklentisi (Data Analysis Toolpack)
 - d. Gelişmiş sützme (Advanced Filter)
 - e. ActiveX Denetim Araçları

- 7.** Aşağıdaki Excel bileşenlerinden hangisi hem veri yönetimi hem de diyalog yönetimi modüllerinde kullanılabilir?
 - a. Hazır form (Built-In Form) kullanımı
 - b. Birleşik Giriş Kutusu veya Karma Kutu (ComboBox)
 - c. Komut düğmesi (Command Button)
 - d. Seçenek düğmesi (Option Button)
 - e. Değer değiştirme düğmesi (Spin Button)

- 8.** Aşağıdaki adımlardan hangisi karar destek sistemi geliştirme sürecinin beş ana adımından biridir?
 - a. Karar vericilerin kim olduğunu belirlemesi
 - b. Kurumsal veritabanlarının hangi işletim sistemi üzerinde çalıştığı
 - c. Planlama, tasarlama ve geçerliliğini sınama
 - d. Yapay zekâ tekniklerinin probleme sağlayacağı katkıların incelenmesi
 - e. Departmanların konu ile ilgili görüşlerinin alınması

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

- 9.** Aşağıdaki diyalog veya arayüz bileşenlerinden hangisi onlarca seçenek içinden bir veya bir kaçının seçilmesi veya listede olmayan bir verinin girilmesi için diğerlerinden daha uygundur?
- Metinkutusu (Textbox)
 - Birleşik giriş kutusu veya karma kutu (Combobox)
 - Hazır form (Built-In form)
 - Değer değiştirme düğmesi (Spin button)
 - Seçenek düğmesi (Option button)
- 10.** Excel'de yer alan veriler ile elindeki basılı rapordaki rakkamsal bilgileri karşılaştırmak isteyen bir karar analistinin, İngilizce bildiğini varsayırsak aşağıdaki hangi Excel özelliğinden yararlanması beklenir?
- Veri doğrulama (Data validation)
 - Veri çözümlemesi (What-If Analysis)
 - Konuşma (Speak) özelliği
 - Bul ve Değiştir (Find and Replace)
 - Özet Tablo (Pivot table)
- | | |
|-------|---|
| 1. b | Yanınız yanlış ise “Diyalog-Yönelimli Bir Finansal Karar Destek Sistemi” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 2. e | Yanınız yanlış ise “Karar Destek Sistemlerinin Geliştirilmesi ve Kişisel Karar Destek Sistemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 3. d | Yanınız yanlış ise “Model Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler”, “Veri Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” ve “Diyalog Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” konularını yeniden gözden geçiriniz. |
| 4. d | Yanınız yanlış ise “Karar Destek Sistemlerinin Geliştirilmesi ve Kişisel Karar Destek Sistemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 5. e | Yanınız yanlış ise “Veri Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” ve “Diyalog Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” konularını yeniden gözden geçiriniz. |
| 6. a | Yanınız yanlış ise “Veri Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” ve “Model Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” konularını yeniden gözden geçiriniz. |
| 7. a | Yanınız yanlış ise “Veri Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” ve “Diyalog Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” konularını yeniden gözden geçiriniz. |
| 8. c | Yanınız yanlış ise “Karar Destek Sistemlerinin Geliştirilmesi ve Kişisel Karar Destek Sistemleri” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 9. b | Yanınız yanlış ise “Diyalog Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 10. c | Yanınız yanlış ise “Veri Yönetimi Modülüne Yönelik Özellikler” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

KDS geliştirme sürecinin adımları şu şekilde listelenebilir:

1. Planlama, tasarlama ve geçerliliğini değerlendirmeye,
2. KDS mimarisini oluşturma,
3. KDS geliştirme seçeneklerinin değerlendirilmesi,
4. Kurma, test etme ve kullanıma sunma,
5. Bakım ve güncelleme.

Sıra Sizde 2

Bir karar destek sistemini karar vericinin kendisinin geliştirmesinin avantajlarından bazıları şunlardır:

1. Geliştirme süresinin daha kısa olması beklenir.
2. Dış yaptırımcı için hazırlanması gereken gerekler listenin ve KDS'nin olması gereken özelliklerinin raporlanması ve sözleşme formatında hazırlanmasına gerek kalmaz.
3. Karar verici ile geliştirici arasındaki iletişim sorunlarından kaynaklanan ve KDS geliştirmeye yansayan problemler azalır.
4. Maliyet genellikle çok düşüktür.
5. Karar vericinin kendi geliştirdiği KDS'nin bakımı, güncellenmesi ve iyileştirilmesi süreci güvence altına alınmış olur.
6. Karar vericinin KDS geliştirme süreci onun probleme ilişkin yeni keşif ve analizler yapmasına fırsat verir.

Sıra Sizde 3

Excel'in bir karar destek sisteminin model yönetimi modülünün geliştirilmesinde kullanılabilecek pek çok özelliği mevcut olmasına karşın bunlardan beş tanesi aşağıdaki listeden seçilebilir:

1. Çözücü Eklentisi (Solver Add-In)
2. Kütüphane İşlevleri (Library Functions)
3. Kullanıcı Tanımlı İşlevler (User-defined functions)
4. Formül Denetleme (Formula Auditing)
5. Grafikler (charts) ve biçimler (shapes)
6. Veri çözümleme araç kutusu (data analysis toolbox)
7. Ad yöneticisi (Name manager)
8. Durum çözümlemesi (What-if analysis)

Sıra Sizde 4

Veri yönetimine uygunluk Excel'in doğuştan gelen bir yeteneğidir. Veri yönetim modülünün geliştirilmesinde aklı gelmesi gereken bazı özellikler şunlardır:

1. Excel çalışma sayfalarının hücrelerden oluşan yapısı,
2. Sıralama (sort),
3. Otomatik ve gelişmiş filtreleme,
4. Özeti Tablo (Pivot tablo)
5. Tablo (Table)
6. Bul ve Değiştir (Find and Replace)
7. Dış Veri Al (Get External Data)
8. Veritabanı işlevleri
9. Veri doğrulama

Sıra Sizde 5

Bir karar destek sisteminin genellikle en önemli bileşeninin diyalog yönetimi veya kullanıcı arayüzü olduğu kabul edilir. Dyalog yönetimi modülü geliştirmeye uygun Excel özelliklerinden bazıları şunlardır.

1. Konuşma (Speech/Speak)
2. Veri giriş ve Mesaj kutuları (InputBox/MsgBox)
3. Liste Kutusu ve Birleşik Giriş Kutusu
4. Onay Kutuları ve Seçenek Düğmeleri
5. Etiketler ve Metin Kutusu
6. Hazır Form (Buit-In Form)
7. Kullanıcı Formu (UserForm)
8. Değer Değiştirme Düğmesi ve Kaydırma Çubuğu
9. Komut Düğmesi (Command Button), Değiştirme Düğmesi (Toggle Button), Resim (image) ve Biçimler (shapes)

Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

- Albright, S. Christian. *VBA for modelers: developing decision support systems with Microsoft Excel*. Duxbury, 2001.
- Burstein, F., & Holsapple, C. (Eds.). (2008). *Handbook on decision support systems 2: variations*. Springer Science & Business Media.
- Davenport, T. H. & Harris, J. G. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Press.
<http://m.kapanoglu.com/aof/ybs402u>
- Marakas, G. M. (2003). *Decision support systems in the 21st century (Vol. 134)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Mayer-Schönberger, V. & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt.
- O'Brien, J. A. & Marakas, G. M. (2005). *Introduction to information systems (Vol. 13)*. New York City, USA: McGraw-Hill/Irwin.
- Power, D. J., Sharda, R., & Burstein, F. (2015). *Decision support systems*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Seref, M. M., Ahuja, R. K., & Winston, W. L. (2007). *Developing spreadsheet-based decision support systems*. Dynamic Ideas.
- Sharda, R., Delen, D., Turban, E., Aronson, J., & Liang, T. P. (2014). *Business intelligence and analytics: systems for decision support* (10th ed.). Prentice Hall.
- Turban, E., Aronson, J., Liang, T., & Sharda, R. (2007). *Decision support and business intelligence systems*, 8th Edition Prentice Hall. Upper Saddle River NJ.
- Walkenbach, J. (2013). *Microsoft Excel 2013: Power Programming with VBA*. New Jersey, John-Wiley&Sons.

4

Amaçlarımız

- Bu üniteyi tamamladıktan sonra;
- 🕒 Problemlerin işlemtablosunda modellenebilmesi için gerekli adımları sıralayabilecek,
 - 🕒 Amaç fonksiyonu ve kısıtların nasıl modelleneceğini açıklayabilecek,
 - 🕒 Karar modelinin Çözücü ile nasıl eniyi çözümünün bulunabileceğini açıklayabilecek
- bilgi ve becerilere sahip olabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Eniyileme
- İşlemtablosu Modeli
- Çözücü Parametreleri
- Hedef
- Değişken Hücreler
- Basit Lp
- Doğrusal Olmayan Grg
- Açılim
- Duyarlılık Analizi
- Enbüyük
- Enküçük

İçindekiler

Karar Destek Sistemleri

İşlemtabloları ile Modelleme
ve Eniyileme

- GİRİŞ
- İKİ DEĞİŞKENLİ BİR MODELİN KURULMASI VE ENİYİLENMESİ
- ÇOK DEĞİŞKENLİ BİR MODELİN KURULMASI VE ENİYİLENMESİ

İşlemtabloları ile Modelleme ve Eniyileme

GİRİŞ

Geçmişte karar vericiler karşılaştıkları problemleri işletme tecrübeleri, sezgileri ve mantıklı tahminler ile çözmüştür. Günümüzde işletme problemleri, karar vericilerin farklı faktörleri dikkate alarak çözmesi gereken karmaşık bir yapıya dönüşmüştür. Gelişen teknoloji ve farklı bilgi kaynaklarına erişilebilmesine karşın, karar verme bazı nedenlerden dolayı daha zor hale gelmiştir. İlk olarak, daha fazla veri ve bilgiye daha kolay erişilebilir olması, daha fazla alternatif seçeneklerin tanımlanmasına ve incelenmesine fırsat vermektedir. Bununla birlikte zaman baskısı, karar vericinin ihtiyacı olan tüm verileri toplamasına ve bunları değerlendirmesine engel olmaktadır. İkinci olarak hata yapma maliyeti, operasyonların büyülüğu ve karmaşıklığı nedeniyle artabilmekte ve zincir bir reaksiyon organizasyonun birçok yerinde farklı hataların oluşmasına neden olabilmektedir. Üçüncü olarak, günümüzün dinamik koşulları altında veri akışı ile sistem içerisinde değişiklikler olabilmekte ve karar verme sürecinde belirsizlikler ile karşılaşmaktadır. Buna karşın işletmeler, rekabetin yoğun olarak yaşandığı günümüz iş dünyasında kararlarını hızlı bir şekilde vermeleri gerekmektedir.

Bilgisayar ve bilgi teknolojilerindeki gelişmelere paralel olarak yöneticiler, karşılaşlıklarları problemlerin bilgisayar modelini islemtablolarında oluşturarak, alternatif kararları değerlendirme ve analiz etme imkânı bulmaktadır. Bilgisayar modeli, bir problemin temsili olarak matematiksel ilişkiler ve mantıksal varsayımlar ile ifade edilmesidir. Günümüzde çalışanların işletmelerine ait problemlerinin modelini kurabildiği, çalıştırıldığı ve sonuçlarını değerlendirebildiği en uygun ve başarılı araçların başında islemtabloları gelmektedir.

Bu bölümün amacı, iş dünyasında karşılaşılan farklı problemlerin islemtablolarında nasıl modellendiğini, eniyi çözüm araştırmasının nasıl yapıldığını ve farklı senaryolar ile nasıl analiz edildiğini göstermektedir. Matematiksel model, oldukça basit bir örnek ile açıklanacaktır. Son olarak, bir bütünsel planlama probleminin matematiksel modeli kurulduktan sonra islemtablolarında modellenecik ve farklı senaryolar ile sonuçları değerlendirilecektir.

Karar modellerinin kurulması ve çözümünden önce eniyileme ile ilgili bazı bileşenlerin hatırlatılması yararlı olacaktır.

Parametreler, kontrol edilemeyen sabit değerli katsayılardır. Örneğin, bir adet sedan araba satışından elde edilecek kâr. Parametreler, teknolojik katsayılar ve sağ taraf sabitleri olarak iki alt başlıkta incelenebilir. Teknolojik katsayılar, modeldeki her bir faaliyet için gerekli kaynak miktarıdır. Örneğin, bir adet sedan araba üretmek için gerekli işgücü saati.

Sağ taraf sabitleri, mevcut kaynak miktarını gösteren, problemdeki kısıt denklemlerinin sağ tarafında yer alan değerlerdir. Örneğin, sedan araba üretmek için kullanılabilir toplam işgücü saati.

Karar değişkeni, bir karar probleminde kontrol edilebilir durumları temsil eden ve modelin çözülmesi ile değerleri belirlenecek olan değişkendir. Örneğin X_1 , üretilen sedan araba miktarı.

Kısıt, bir modeldeki karar değişkenleri ve karar değişkenleri ile parametreler arasındaki ilişkiyi gösteren ifadedir. Örneğin, kullanılabilir işgücü saati kısıti. Aşağıda iki tür ürünün imalatı ile ilgili kesim işçiliği kısıti verilmiştir. Sağ taraf sabiti 200 için $SağT$ göstergimi kullanacaktır. Kısıtin sol tarafı ise katsayıları ile değişkenlerin değerlerinin çarpılıp toplanması ile elde edilecek olan sonucun hesaplandığı hücre için kullanılacak ve $SolT$ ifadesi ile gösterilecektir.

$$40x_1 + 20x_2 \leq 200 \text{ (Kesim işçiliği kapasitesi)}$$

$SağT$ 'nin yer aldığı hücrede 200 değeri bulunurken, $SolT$ 'nin yer aldığı hücrede " $40x_1+20x_2$ " ifadesini hesaplayan formül yer olacaktır. Örneğin $x_1=5$, $x_2=3$ değerlerini aldığına ise hücrenin içeriği $=40 \times 5 + 20 \times 3$ işleminin hücre başvuruları ile karşılığı olacaktır. Böyle işlemlerde *TOPLA.ÇARPIM* fonksiyonundan çokça yararlanılır.

Amaç fonksiyonu, ulaşımak istenilen amacı tanımlayan, karar değişkenleri ve bu değişkenlerin parametrelerinden oluşan doğrusal bir matematiksel fonksiyondur. Bütün kısıt koşullarını sağlayan çözüm, *olurlu çözüm* (feasible solution); kısıtlardan en az biri için istenilen koşulu sağlamayan çözüm, *olursuz çözüm* (infeasible solution); amaç fonksiyonu için eniyi değeri veren olurlu çözüm, *eniyi çözüm* (optimum) olarak adlandırılmaktadır.

İşlemtablolarında, eniyileme için kullanılan bir terminoloji vardır. *Değişken hücreler*, karar değişkenlerinin değerlerini ifade eden hücrelere denir. Bu hücreler, serbest bir şekilde değer alabilemeli ve sayısal değerler içermelidir. İşlemtablוסunda toplam kârı veya toplam maliyeti içeren ve formüller vasıtasyyla değişken hücreler ile ilişkili olan bir tane *amaç fonksiyonu* vardır. Karar değişkeni hücresindeki değerler değiştiğinde, amaç fonksiyonu hücresi de formüle göre değer almalıdır. Ayrıca, kısıtların çalışmasını sağlayan uygun hücreler ve hücre formülleri olması gereklidir. Kısıtlar, çeşitli formlarda olabilir. En genel örneklerden biri, değişkenlerin negatif olmama durumunu sağlayan kısıttır. Bu tip kısıt, değişken hücrelerin sıfır veya pozitif değer alması sağlamaktadır. Negatif olmama kısıtının fiziksel bir gerekçesi vardır. Örneğin, negatif sayı değerinde araba üretilmesi imkânsızdır.

Eniyileme problemlerinin işlemtablосunda eniyi değeri araştırılırken temel olarak izlenen iki adım vardır. Birinci adım, *model geliştirme aşaması* olarak adlandırılmaktadır. Bu aşamada, amaç fonksiyonunun ne olacağına, karar değişkenlerinin ve kullanılması gereken kısıtların neler olacağına ve bunların birbirleriyle nasıl uyum içerisinde olacağına karar verilir. İşlemtablוסunda bir model geliştirirken, uygun hücre formülleriyle tüm değişkenler birbiri ile ilişkilendirilmelidir. Özellikle, amaç fonksiyonu hücresi ile karar değişkenlerine ait değişken hücreleri ilişkilendiren formüllerin ve model çalışırken kısıtları gözetlen formüllerin hazırlanması gerekmektedir. Model geliştirme aşaması enfazla çaba ve zaman gerektiren aşamadır.

Herhangi bir eniyileme modelinin ikinci aşaması, *eniyi değeri bulma* aşamasıdır. Bu aşamada, kısıt koşulları sağlanırken enbüyüklenen veya enküçüklenen amaç fonksiyonu için sistematik bir şekilde karar değişkenleri için eniyi değerler belirlenmektedir. Eniyi değerin bulunması aşamasında *Çözücü*'ye (Solver) amaç fonksiyonu hücresinin, karar değişkenlerin değer alacağı değişken hücrelerin yeri ve modelin türüne ait bilginin (doğrusal, doğrusal olmayan veya tamsayı model) tanımlanması gereklidir. Deneme–yanılma yolu ile saatler, haftalar veya yıllar içerisinde bulabileceğiniz değeri, *Çözücü* uygun algoritmayı kullanarak saniyeler içerisinde bulacaktır.

Yukarıda açıklanan iki adıma ilave olarak eniyileme sürecinde bir de *duyarlılık analizi* aşaması vardır. Bir problemi çözerken kullanılan birim maliyetler, tahmini talepler ve kullanılan kaynak miktarı gibi en olası değerler için tek bir eniyi değer bulunur. Bununla birlikte, kullanılan girdi değerleri her zaman gerçeği yansıtmayabilir. Örneğin, kur farkından dolayı birim maliyetleri %10 oranında artabilir veya talep %15 oranında azalabilir. Modeldeki parametrelerin değerlerindeki değişimlerin eniyi değeri nasıl etkilediğini, *duyarlılık analizi* yaparak işlemtablolarında değerlendirmek mümkündür.

İKİ DEĞİŞKENLİ BİR MODELİN KURULMASI VE ENİYİLENMESİ

İşlemtablolarında modelleme ve eniyi çözümün bulunmasına iki değişkenli çok basit bir örnek verilerek başlanacaktır. Hangi üründen ne kadar üretilmesi gerektiğine karar verilirken, işletmenin kârının enbüyüklenmesi veya tezgah kullanım oranlarının enbüyüklenmesi ya da maliyet enküçüklenmesi istenebilir. Buna benzer problemler ile günlük yaşamda çok karşılaşılmaktadır. Burada bir kaynak tahsisini problemi ele alınacaktır. Problemin ayrıntılı bir tanıtımı yapıldıktan sonra matematiksel modeli kurulacak ve ardından işlemtablolarında nasıl modelleneceği üzerinde durulacaktır. İşlemtablosu özellikleri kullanılarak çalışma sayfası üzerinde oluşturulan modelin eniyi çözümünün Excel Çözücü (Solver) kullanılarak nasıl bulunabileceği açıklanacaktır.

Kaynak Tahsisi Örneği:

ÖRNEK 1

KDS Tekstil firması, kot kumaşından gömlek ve pantolon üretmektedir. Firmanın elinde önceliği aylardan kalan bir stok bulunmamakta ve kumaş renkleri değişeceğinden gelecek ay için stok tutmak istenmemektedir. Gelecek ay için en fazla 40 adet gömleğin satılabilceği tahmin edilmektedir. Bir gömleğin satış fiyatı ₺120 ve bir pantolonun satış fiyatı ₺90'dır. Gömlek için kullanılan kumaşın maliyeti ₺40 ve gereken işgücü maliyeti ₺20'dir. Buna karşın, pantolon için kullanılan kumaşın maliyeti ₺35 ve gereken işgücü maliyeti ₺15'dir. Bir gömleğin kesimi ve dikilmesi için gereken süre sırasıyla, 40 ve 30 dakikadır. Bir pantolonun kesimi ve dikilmesi için kullanılabilir işgücü sırasıyla, 2.000 dakika ve 2.400 dakikadır. Firmanın elinde ihtiyaç duyulandan fazla kumaş bulunmaktadır. KDS Tekstil firması, kârını enbüyüklemek için hangi ürününden kaç adet üretmelidir?

Cözüm: Eniyileme modellerinde, farklı sayıda girdi değerleri verilerek, tüm kısıtları sağlanırken eniyi değerin bulunması istenilmektedir. Modelin detayları, karar değişkenleri, amaç fonksiyonu ve kısıtlar bazında açıklanarak aralarındaki ilişki ortaya konulacaktır.

İncelenen kaynak tahsisini örneği için değişkenler, amaç fonksiyonu ve kısıtlar Tablo 4.1'de listelenmektedir.

Girdi değişkenleri	Her gömlek ve pantolon için işçilik ve gömlek maliyeti, her gömlek ve pantolon için gerekli kumaş kesim ve dikiş süresi, satılabilecek en fazla gömlek miktarı
Karar değişkenleri (değişken ücretler)	Üretimecek gömlek ve pantolon miktarı
Amaç (değeri) hücresi	Toplam net kâr
Hesaplanan diğer değişkenler	Gömlek ve pantolon için kullanılan işgücü süreleri
Kısıtlar	Kullanılan işgücü süresi \leq Kullanılabilir işgücü süresi Üretim miktarı \leq Satılabilecek en fazla ürün miktarı

Tablo 4.1
İki değişkenli kaynak tahsisini örneği için değişkenler ve kısıtlar

Problemin Matematiksel Modeli

Problemin matematiksel modeli için sırasıyla karar değişkenleri, amaç fonksiyonu ve kısıtlar açıklanacaktır.

Karar değişkenleri: Herhangi bir doğrusal programlama modelinde karar değişkenleri, verilecek olan kararı tanımlamalıdır. KDS Tekstil firması, gelecek ay için üreteceği gömlek ve pantolon miktarına karar vermesi gerekmektedir. Gelecek ay için karar değişkenleri bu durumda aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

$$x_1 = \text{Üretilen gömlek miktarı}$$

$$x_2 = \text{Üretilen pantolon miktarı}$$

Amaç fonksiyonu: Karar verici işletmenin kâr veya gelirlerini enbütüklemeye çalışırken, maliyetlerini enküçüklemeye çalışır. KDS Tekstil firmasıörneğinde elde edilen kârin enbütüklenmesi istenilmektedir. Şirketin elde edeceği kâr aşağıdaki denklem ile bulunabilir.

Kâr değeri = $(\text{Aylık gömlek satış geliri} + \text{Aylık pantolon satış geliri}) - (\text{Aylık üretilen gömlek için kumaş maliyeti} + \text{Aylık üretilen pantolon için kumaş maliyeti}) - (\text{Aylık üretilen gömlek için işçilik maliyeti} + \text{Aylık üretilen pantolon için işçilik maliyeti})$

Karar değişkenleri ve ilgili parametreler yerine yazılacak olunursa, şirketin elde edeceği kâr, matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$\text{Enbütükle } Z = (120x_1 + 90x_2) - (40x_1 + 35x_2) - (20x_1 + 15x_2)$$

$$\text{Enbütükle } Z = (60x_1 + 40x_2)$$

Kısıtlar: KDS Tekstil firması, x_1 ve x_2 için üretim miktarlarını istediği gibi seçebilse, seçilen üretim miktarlarına göre oldukça büyük kâr elde edebilir. Buna karşın x_1 ve x_2 için üretim miktarı, üç kısıt tarafından sınırlanılmaktadır.

- **Kısıt 1:** Kumaşların kesimi için kullanılabilir işgücü süresi, 2.000 dakikadır.
- **Kısıt 2:** Kumaşların dikilmesi için kullanılabilir işgücü süresi, 2.400 dakikadır.
- **Kısıt 3:** Gömlek için en fazla 40 adet talep olması beklenmektedir.

İhtiyaç duyulandan daha fazla kumaşın olduğu kabul edildiği için kumaş kullanımı için kısıt yazılmayacaktır. Bununla birlikte karar değişkenlerinin, sıfır veya sıfırdan büyük değer alması sağlayan kısıt modelimize ilave edilecektir.

Problemin matematiksel modeli aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$40x_1 + 20x_2 \leq 2000 \quad (\text{Kumaşların kesimi için işgücü kısıtı})$$

$$30x_1 + 30x_2 \leq 2400 \quad (\text{Kumaşların dikilmesi için işgücü kısıtı})$$

$$x_1 \leq 40 \quad (\text{Satılabilir en fazla gömlek için üretim kısıtı})$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \quad (\text{Değişkenlerin sıfır veya sıfırdan büyük olma koşulu})$$

Kısıtları altında

$$\text{Enb } Z = 60x_1 + 40x_2$$

İşlemtablosunda Modelin Geliştirilmesi

İşlemtablosunda çözülen doğrusal programlama modellerinin genel olarak bileşenleri şunlardır: Girdiler, değişken hücreler, amaç fonksiyonu hücresi ve kısıtlardır.

Girdiler: Problemin tanımında verilen tüm sayısal veriler, işlemtablosunda uygun yerlerde görünür olmalıdır. Şekil 4.1'de 7, 8 ve 9'ncu satırda gömlek ve pantolon için birim maliyet ve satış fiyatı dikkate alınarak, amaç fonksiyonunda toplam kâr değerinin hesaplanmasımda kullanılacak olan parametreler bulunur. Bu parametreleri içeren hücreler izleme kolaylığı sağlamak için açık mavi renkle gösterilmiştir. Her iki ürünün birim kârlarını hesaplamak için B10 hücresine aşağıdaki formülü yazın ve C10 hücresine kopyalayın.

$$=B9-B8-B7$$

Değişken hücreler: İşlemtablosu modellerinde karar değişkeni için x gibi değişken isimlerinin kullanımı yerine bir dizi belirli hücre tanımlanır ve kullanılır. Bu değişken hücrelerdeki değerler, amaç fonksiyonunu eniyilemek için değişimdir. Bu hücrelerin, serbest bir şekilde değer almasına izin verilmelidir. Ayrıca değişken hücrelerde, herhangi bir formül olmamalıdır. Şekil 4.1'deki işlemtablosunda sarı renkle gösterilen karar değişkenlerine ait *değişken hücreler*, *Üretim_miktari* olarak adlandırılmıştır.

Amaç fonksiyonu hücresi: Çözücü (Solver) sistematik bir şekilde, amaç fonksiyonu hücrende yer alan değeri eniyilemek için değişken hücrelerdeki değerleri değiştirir. Bu hücrenin, doğrudan veya dolaylı bir şekilde formüller aracılığıyla değişken hücrelerle arasında bağlantı olması gereklidir. Şekil 4.1'deki işlemtablosunda ürün bazında kâr değerleri açık turuncu renkle, toplam kâr değerini gösteren hücre de koyu turuncu renkle gösterilmektedir. Toplam kâr değerini gösteren hücre, *Toplam_kâr* olarak adlandırılmıştır. Toplam kâr değerini bulmak için aşağıdaki formülü *B26* hücresına girilmesi ve *C25* hücresine kopyalandıktan sonra bu iki hücrenin *D25* hücrende toplanması gerekmektedir.

=B10*B14

Kısıtlar: Kısıtlar, işlemtablosunda iki aşamada tanımlanır. Kısıtların sol ve sağ tarafları için işlemasyonu üzerinde uygun hücreler belirlenir. Sağ tarafa kısıtin sağ taraf parametresi ve sol tarafa değişkenlerle kısıtin parametrelerini çarpıp toplayan bir formül yerleştirilir. Kısıtin sol tarafı ile sağ tarafı arasındaki ilişkinin türü (\leq , $=$, \geq) Çözücü (Solver) diyalog kutusunda tanımlanır. Örneğin, ilgili bir kısıt kümesi aşağıdaki gibi tanımlanmış olabilir.

B18: B19 <=C18:C19

Bu kısıt kümesi, iki ayrı kısıt olduğunu ifade etmektedir. *B18* hücreindeki değer, *C18* hücreindeki değere eşit veya küçük olmalı ve *B19* hücreindeki değer, *C19* hücrendeki değerden küçük veya eşit olmalıdır. Aralık isimleri, kısıtların yer aldığı aralıklara atanabilir. *B18:B19* hücrelerini, *Kullanılan_Süre* ve *C18:C19* hücrelerini, *Kullanılabilir_Süre* olarak adlandırınız. Böyle bir durumda kısıt, aşağıdaki gibi yeniden tanımlanabilir. Bu, kısıtin okunmasını ve anlaşılırlığını artırmaktadır.

Kullanılan_Süre <= Kullanılabilir_Süre

Modelimizde iki farklı kısıt grubu vardır. İşgücü süre kısıtları ve üretim miktarı kısıtları. İşgücü süre kısıtinin işlevini yerine getirebilmesi için üretilen ürün için kullanılan işgücü süresinin hesaplanması gereklidir. Kumaşların kesimi amacıyla kullanılan süreyi hesaplamak için *B18* hücresına aşağıdaki formülü yazınız ve kumaşların dikilmesi amacıyla kullanılan süreyi hesaplamak için *B19* hücresına kopyalayınız.

=TOPLA.ÇARPIM (B5:C5;Üretim_miktari)

Bu formül aşağıda açık bir şekilde yazılan formülü kısayoludur.

=B5*B14+C5*C14

TOPLA.ÇARPIM fonksiyonu, işlemtablolarında özellikle doğrusal programlama modellerinde çok yararlıdır. Bu fonksiyon, ürün çeşidi için kullanılan kumaş kesme süresi ile üretilen ürün miktarını çarpmakta ve bunları toplamaktadır. Karar değişkeni sayısı örneğin 20 tane olduğunda, herbir hücre değerinin ayrı ayrı çarpılması ve çarpımların toplanması ile *TOPLA.ÇARPIM* fonksiyonunu kullanılarak aynı işlemin yapılması karşılaştırıldığında birinci seçenek oldukça uzun zaman alacaktır. Ayrıca, birinci seçenekte hata yapılmama olasılığı daha fazladır. İşlemtablosunda, *B14:C14* aralığını *Üretim_miktari* olarak adlandırınız. *Üretim_miktari*, bir satır ve iki sütundan oluşmaktadır.

Şekil 4.1

İki değişkenli üretim planlama modeli tamamlanmamış

İki Değişkenli Üretim Planlama Modeli

Girdiler

	Gömlek	Pantolon
Kumaşların kesimi için işçilik süresi	40	20
Kumaşların dikilmesi için işçilik süresi	30	30
Kumaş maliyeti	\$ 40	\$ 35
İşçilik maliyeti	\$ 20	\$ 15
Satış fiyatları	\$ 120	\$ 90
Kar değeri	\$ 60	\$ 40

Karar Değişkenleri

	Gömlek	Pantolon
Üretim miktarı	0	0

Kısıtlar

İşgücü Süre Kısıtları	Kullanılan Süre	Kullanılabilir Süre
Kumaşların kesimi için kullanılabilir işgücü süre kısıtları	0	\leq 2.000
Kumaşların dikilmesi için kullanılabilir işgücü süre kısıtları	0	\leq 2.400

Üretim Miktarı Kısıtları

Gömlek için üretim kısıtları	0	\leq	40
------------------------------	---	--------	----

Net Kar	Gömlek	Pantolon	Toplam
0	0	0	0

DİKKAT



İşlemtablוסunda TOPLA.CARPIM fonksiyonunu kullanılırken, işlem yapılacak aralık sayılarının aynı boyut ve ölçüde olmasına dikkat edilmelidir.

Üretim miktarı için modelimizde yalnızca gömlek için kısıt vardır. Gömlek üretim miktarının en fazla 40 adet olması gerekmektedir. Üretilen gömlek miktarının 40'a eşit veya az olmasını sağlamak için B22 hücresini, B14 hücresine bağlayınız. D22 hücresini, *Üretilcek_maksimum_gömlek_miktarı* ve B22 hücresini, *Üretilen_gömlek_miktarı* olarak adlandırınız.

Şekil 4.1'deki işlemtablוסunda kısıtlara ait sağ taraf sabitlerini gösteren değerler, açık yeşil ile renklendirilmiştir. Ayrıca, her bir ürünün üretilmesi için gereken işgücü miktarını gösteren teknolojik katsayılar, koyu mavı renkle gösterilmiştir.

Negatif olmama: Karar değişkenlerini temsil eden değişken hücrelerindeki değerlerin negatif değer almaması gereklidir. Bu kısıtların açık bir şekilde yazılmasına gerek yoktur. İşlemtablוסunun *Çözücü Parametreleri* diyalog penceresinde değişken hücrelerdeki değerlerin, negatif değer almamasını sağlayan seçenekin seçilmesi yeterlidir. Bununla birlikte, negatif değer alması istenilmeyen herhangi bir kısıt varsa, bunun da açık bir şekilde tanımlanması gereklidir.

KİTAP



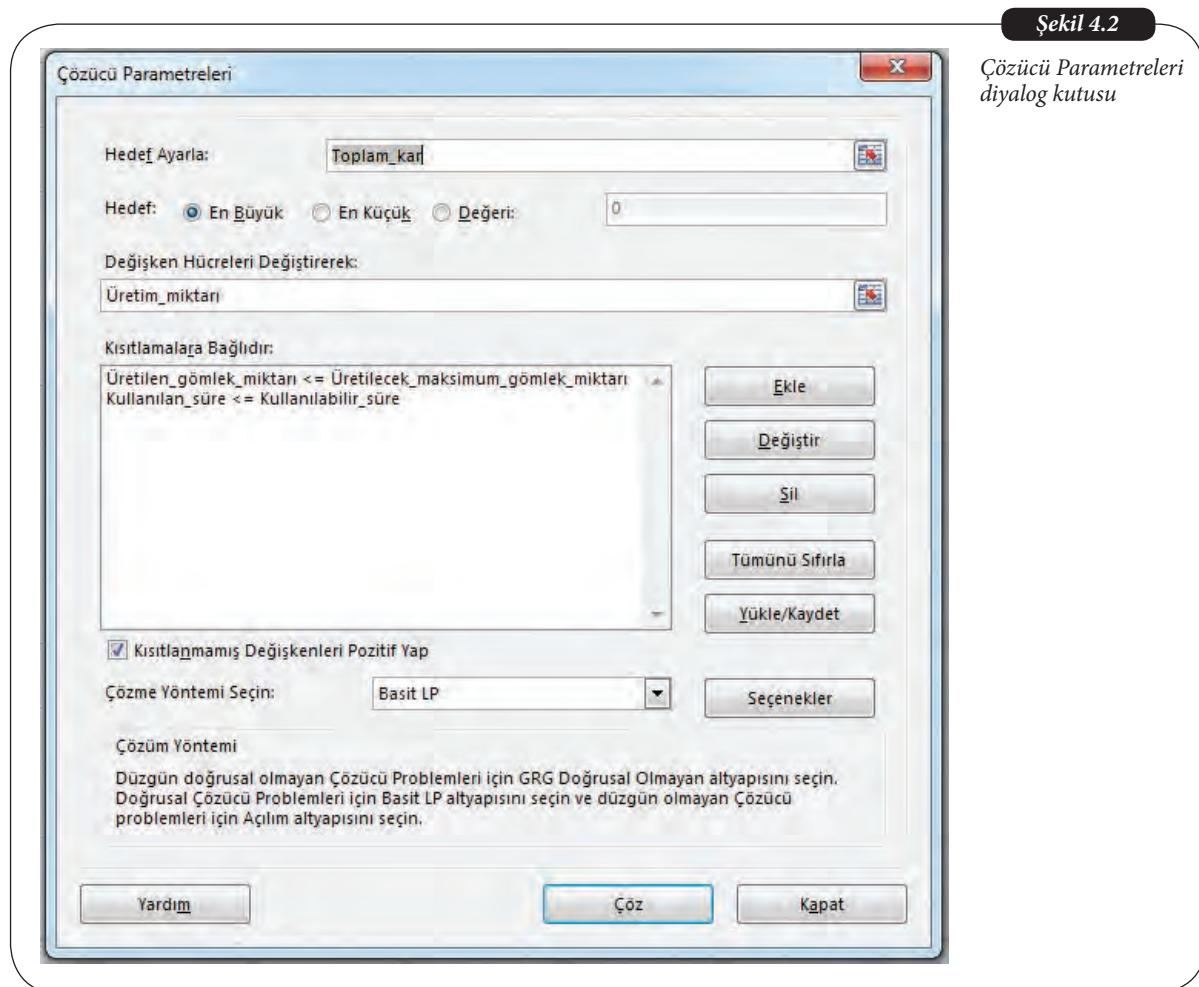
İşlemtabloları ile modelleme konusunda, işlemtabloları ile doğrusal programlama konusunda ülkemizde ilk yayınlanan kitaplardan biri olan, Hasan Durucasu'nun Excel- Çözücü ile Doğrusal Programlama (Birlik Ofset Yayıncılık, Eskişehir, 2003) kitabından yararlanabilirsiniz.

Eniyilemek için Çözücü (Solver) Kullanımı

Çözücü'yü kullanabilmeniz için bilgisayarınızda yüklü olması gerekmektedir. Yüklü değilse Excel 2010 ve sonrası versiyonlar için şu adımları takip ediniz. Dosya → Seçenekler → Eklentiler seçeneklerini tıkladıktan sonra diyalog menüsünün altında Yönet kutusu içinde Çözücü Eklentisi yazılı iken Git tuşunu tıklayınız. Açılan yeni diyalog penceresinden Çözücü Eklentilerini işaretleyiniz ve Tamam tuşunu tıklayınız.

Yükleme işlemini tamamladıktan sonra, Veri menüsünden Çözücü tuşunu tıklayınız. Şekil 4.2'deki diyalog kutusu açılacaktır. Diyalog kutusunda doldurulması gereken üç önemli bölüm vardır: *Hedef ayarla* hücre, *Değişken hücreleri değiştirerek* hücre kutusu, *Kısıtlamalara bağlıdır* bölümü. İki değişkenli üretim planlama modeli için hücrelerin adreslerini yazarak veya fare ile uygun aralıkları seçerek bu bilgileri doldurabilirsiniz. Buna karşın, hücre aralıkları adlandırılırsa, ilgili hücre aralıkları seçildiğinde okuma kolaylığını ve anlaşılırlığı artıran, aralık adları diyalog kutusunda Şekil 4.2'deki gibi gözükecektir.

Şekil 4.2



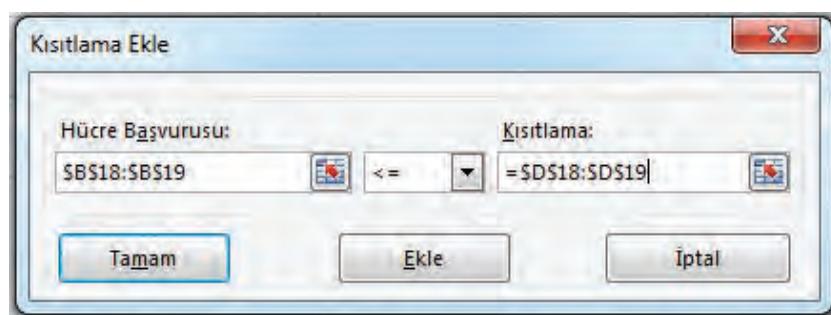
Şekil 4.2'deki Çözücü Parametreleri diyalog kutusunun ilgili bölümlerini sırasıyla aşağıdaki gibi doldurunuz.

- *Hedef Ayarla* hücre kutusu için *Toplam_Kâr* hücresini ve *Hedef* seçenekleri arasından *En Büyük* seçeneğini seçiniz.
- *Değişken Hücreleri Değiştirerek* isimli hücre kutusu için *Üretim_miktarı* hücrelerini seçiniz.

- Kısıtlar için diyalog kutusunda *Ekle* butonunu tıkladığınızda Şekil 4.3'deki diyalog kutusu açılacaktır. Açılan pencerenin sol tarafına hücre adreslerinin girilmesi veya aralık adının yazılmasıyla kısıtları tanımlayınız. Orta kısımdaki aşağı açılır kutu içinden kısıtlınızı uygun kısıtlama işaretinizi seçiniz. Daha sonra kısıtları sağ taraf değeri için hücre adresi veya aralık ismi veya sayısal veriyi giriniz ve *Tamam* tuşunu tıklayınız. Bu işlemi, işgücü süre kısıtları ve üretim miktarı kısıtları için tekrarlayınız.

Şekil 4.3

Kısıtlama Ekle diyalog kutusu



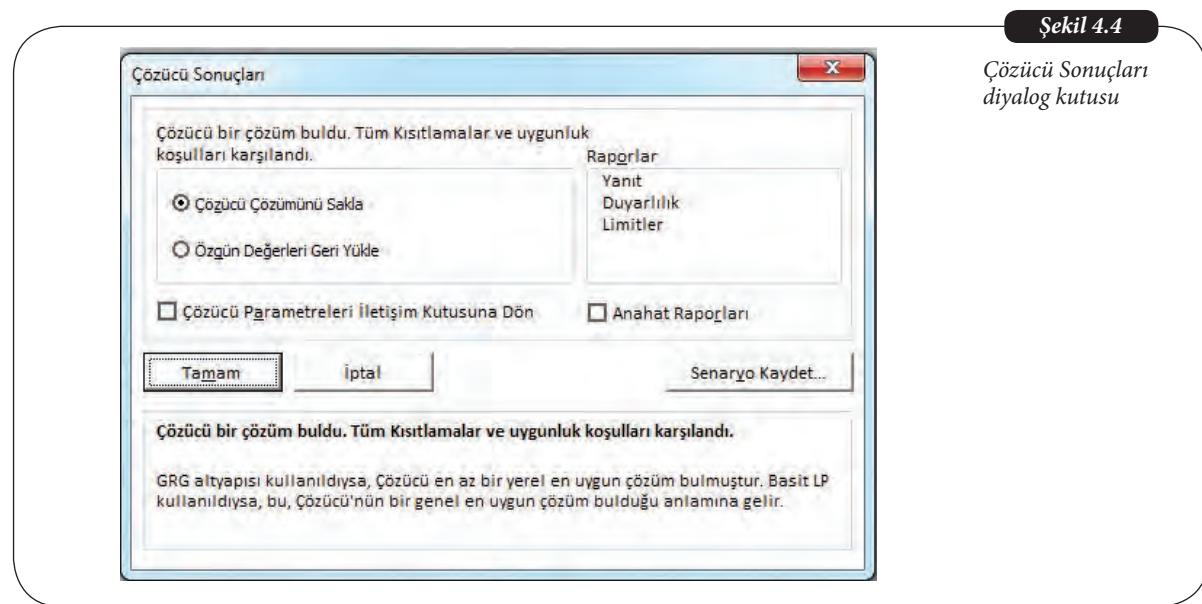
- Negatif değere sahip üretim miktarının bir anlamı olmadığından, *Çöziüçü*'ye değişken hücrelerin negatif değer almaması gerektiğini bilgisi verilmelidir. Bunun için Şekil 4.2 görüldüğü gibi *Kısıtlanmamış Değişkenleri Pozitif Yap* kutucuğunu işaretleyiniz.
- Çöz* butonunu tıklamadan önce yapılması gereken son bir işlem kaldı. *Çöziüçü*, çeşitli model türlerini çözmek için birçok sayısal algoritmayı kullanmaktadır. İki değişkenli üretim planlama modeli, doğrusal bir modeldir. Doğrusal modeller, en başarılı şekilde单纯 simplex yöntemi ile çözülmektedir. *Çöziüçü*'nün bu yöntemi kullanmasını sağlamak amacıyla, *Çözme Yöntemini Seçin* hücre kutusundan *Basit LP* seçeneğini seçiniz.
- Şekil 4.2'deki diyalog kutusunda gösterilen *Çöz* butonunu tıklayınız. *Çöziüçü*, bir dizi olası sonuçlar aracılıyla enyi değeri buluncaya kadar araştırma yapacaktır. *Çöziüçü*, araştırmayı tamamladığında, Şekil 4.4'deki *Çöziüçü Mesajları* diyalog penceresi açılacaktır. Bu pencere, *Çöziüçü Çözümünü Sakla* veya *Özgün Değerleri Geri Yükle* arasında tercih yapılmasını isteyecektir. Çözüm değerlerinin saklanması tercih ettiğiniz ve *Tamam* tuşunu tıkladığınızda, Şekil 4.5'de yer alan işlematablo-sunda sonuçları göreceksiniz.
- Kaynak tahsisi probleminin enyi çözümünde üretilecek gömlek miktarı 20 adet ve pantolon miktarı 60 adet olarak bulunmuştur. Belirtilen miktarlarda üretim gerçekleştirilirse elde edilecek kârin ₺3.600 olduğu görülür. Mevcut kaynaklarla daha iyi bir çözüm elde edilmesi mümkün değildir.

SIRA SİZDE



1

KDS Tekstil firması için enyi değerleri grafik yöntemini kullanarak bulunuz ve grafikte enyi noktayı gösteriniz.

**Şekil 4.4**

Çözücü Sonuçları
diyalog kutusu

KDS Tekstil firması için hazırlanan modeli, enfazla 50 pantolon talebinin olacağını dikkate
alarak yeniden çözüm ve toplam kâr değerini hesaplayınız.



SIRA SİZDE

Bu bölümdeki Excel çalışma kitabını indirmek ve yakından incelemek için <http://m.kapanoglu.com/aof/yos402U> web adresinden yararlanınız.



INTERNET

A	B	C	D
1 İki Değişkenli Üretim Planlama Modeli			
2 Girdiler			
4	Gömlek	Pantolon	
5 Kumaşların kesimi için işçilik süresi	40	20	
6 Kumaşların dikilmesi için işçilik süresi	30	30	
7 Kumaş maliyeti	₺ 40	₺ 35	
8 İşçilik maliyeti	₺ 20	₺ 15	
9 Satış fiyatları	₺ 120	₺ 90	
10 Kar değeri	₺ 60	₺ 40	
11 Karar Değişkenleri			
13	Gömlek	Pantolon	
14 Üretim miktarı	20	60	
15 Kısıtlar			
17 İşgücü Süre Kısıtları			
18 Kumaşların kesimi için kullanılabilir işgücü süre kısıtı	2000	\leq	2.000
19 Kumaşların dikilmesi için kullanılabilir işgücü süre kısıtı	2400	\leq	2.400
21 Üretim Miktarı Kısıtları			
22 Gömlek için üretim kısıtı	20	\leq	40
25 Net Kar			
26	Gömlek	Pantolon	Toplam
	1200	2400	3600

Şekil 4.5

İki değişkenli üretim planlama modeli-
tamamlanmış

SIRA SİZDE

3

Çözücü parametrelerinde yer alan Çözme Yöntemi hücre penceresinde yer alan çözüçüleri ve hangi problemlerde kullanılacağını açıklayınız.

ÇOK DEĞİŞKENLİ BİR MODELİN KURULMASI VE ENİYİLENMESİ

İşlemtablolarının hücre yapısı, çok değişkenli karar modellerinin kurulmasında kendine özgü avantajlara sahiptir. Bu üstünlükleri farkeden pek çok firma üretim planlama ve üretim programlarında işlemtablolarından yararlanmaktadır. Toplu planlama problemleri de bunlardan biridir. Çok-dönemli zaman aralığı için örneğin işgücü seviyesinin ve üretim programının değiştirildiği modeller, *toplu veya bütünlük (aggregate) planlama modeli* olarak adlandırılmaktadır. Bütünleşik planlama modeli olarak, olası üretim seviyelerini etkileyen kullanılabilir işçi sayısını dikkate alan, işçilerin işten çıkarılması ve işe alınması ile her dönem işgücü seviyesinin değişimine izin verilen bir üretim planlama problemi incelenecaktır.

Model çözümleri değerlendirildikten sonra, duyarlılık analizi yapılarak farklı senaryolar incelenecaktır. Bununla birlikte mevcut model; işgücü-tabanlı planlama yaklaşımı ve müşteri talebinin sonradan karşılanmasına izin veren model bakış açısı ile incelenerek, kısıtlara yapılan ilaveler açıklanacak ve model çalıştırıldıktan sonra elde edilen sonuçlar değerlendirilecektir. Ayrıca, talebin geç teslim edilmesini içeren model doğrusal model haline getirilecek ve talebin karşılanamadığı model, *Çözücü* kullanılarak çalıştırıldıktan sonra elde edilen eniyi değerler önceki modeller ile karşılaştırılacaktır.

KİTAP



Üretim planlama örneği için Winston, W.L., Albright, S.C. (2011). *Practical Management Science 4th Edition*. South-Western Cengage Learning. Amerika adlı kitaptan yararlanılmıştır.

ÖRNEK 2

Üretim Planlama Örneği: İşçi Sayısı ve Üretim Miktarının Aylık Belirlenmesi:

ABC Şirketinin önümüzdeki dört aylık dönemde aşağıdaki ayakkabı çiftlerine olan talepleri vaktinde karşılaması gerekmektedir. 1. ay: 3.000, 2. ay: 5.000, 3. ay: 2.000 ve 4. ay: 1.000 adet. Birinci ayın başında, stokta 500 ayakkabı çifti ve şirkette 100 çalışan işçi vardır. Bir işçiye, aylık $\text{₺}1.500$ ödenmektedir. Bir işçi mesai ücreti almadan önce bir ayda 160 saat'e kadar çalışmaktadır. Bir işçi, her ay 20 saat mesaiye kalacak şekilde çalışabilmekte ve fazla mesaiye kaldığında saatlik $\text{₺}13$ almaktadır. Bir çift ayakkabının üretilmesi için 4 saat işçilik ve $\text{₺}15$ değerinde malzeme gereklidir. Her ayın başında işçiler işten çıkarılabilir veya işe alınabilir. İşe alınan her işçinin maliyeti, $\text{₺}1.600$ ve her işten çıkarılan işçinin maliyeti $\text{₺}2.000$ 'dir. Her ayın sonunda stokta kalan her ayakkabı çifti için $\text{₺}3$ elde tutma maliyeti olmaktadır. Belirli bir aydaki üretim, o ayın talebini karşılamak için kullanılabilir. ABC Şirketinin eniyi üretim programını ve işçi politikasını belirlemesi için doğrusal programlama modelini kullanması istenmektedir.

Çözüm: ABC Şirketinin amacı, aylık maliyetleri, işgücü ve üretim kararlarını içeren bir doğrusal programlama modeli geliştirmek; üretim kapasitesi ve fazla mesai saatı limitleri içerisinde kalan ve tahmin edilen talepleri vaktinde karşılayan enkükük maliyeti bulmaktır.

Bu tür problemler için gerekli bir girdi sayısı vardır. Bazları şunlardır: başlangıç stok miktarı, stok tutma maliyeti, talepler. Diğerleri aşağıdaki gibi elde edilebilir:

- Mevcut işçi sayısı, her işçinin aylık normal çalışma saati, aylık normal çalışma saatinin ücreti ve fazla mesaiye çalışma saatinin ücreti ile ilgili verilerin bilinmesi gerekmektedir. Her işçinin çalışabileceği aylık fazla mesai saatının maksimum süresi, belki de yönetim tarafından alınan bir politik bir kararın sonucu veya işçileri sözleşmesinde yer alan bir maddeye bağlı olabilir.

- Bir işçinin işe alınma veya işten çıkarılma maliyeti, önemsizdir. İşe alma maliyeti, eğitim maliyetini ve yeni işçinin işi öğrenmesine bağlı olarak oluşan azalan verimlilik maliyetini içermektedir. İşten çıkışma maliyeti, ki dem maliyetlerini ve moral kaybına bağlı maliyetleri içermektedir. Ne işe alma maliyeti ne de işten çıkışma maliyetini, doğru bir şekilde tahmin etmek mümkün değildir. Buna karşın, insan kaynakları departmanı bunların değerlerini tahmin edebilir.
- Birim üretim maliyeti, iki girdinin maliyetinden oluşmaktadır: her ayakkabı için malzeme maliyeti ve işçi maliyeti. Ham madde maliyeti, tedarikçilerin cari ücretidir. Ayakkabıların her çifti için işçi maliyeti, üretim fonksyonunu ifade etmektedir. Üretim fonksyonu, bir çift ayakkabı üretmek için gerekli olan ortalama işçiliktr. Operasyon yöneticisinin, bu sayıları sağlaması gerekmektedir.

İncelenen bütünlük planlama modeli için değişkenler ve kısıtlar, Tablo 4.2'de listelenmektedir. Takip edilmesi gereken birçok değişken vardır. Gerçekte bu problemi modellemenin en zor kısmı, hangi değişkenin karar değişkeni olarak seçileceğini ve hangi değişkenlerin bu karar değişkenlerinden tespit edileceğini belirleyebilmektir. Şirketin, işe alacağı işçi sayısını, işten çıkaracağı işçi sayısını ve üreteceği ayakkabı sayısını belirlemesi gereklidir. Ayrıca yönetim yalnızca fazla meseide üst çalışma sınırını belirlediğinden, bu limitler içerisinde ne kadar fazla mesai süresinin kullanılması gerektigine de karar vermelidir. Yönetim bu değişkenlere karar verdiğiinde, herşey tespit edilebilir. Detaylı hücre formülleri ile bunların nasıl belirlendiği gösterilecektir. Tabloda, "*diğer hesaplanan değişkenler*" listesini inceleyiniz ve karar değişkenleriyle bunların nasıl belirlendiğini anlamaya çalışınız. Aynı zamanda, listelenen kısıtlar gerekli olan kısıtlardır.

Girdi değişkenleri	Başlangıç ayakkabı stok sayısı, başlangıç işçi sayısı, normal çalışma saatı süresi ve ücreti, fazla mesai çalışma saatı süresi ve ücreti, işçi çıkışma ve işe alma maliyeti, birim üretim maliyeti ve stok tutma maliyeti, tahmin edilen talep miktarı
Karar değişkenleri (değişken ücretler)	Aylık olarak işe alınan ve işten çıkarılan işçilerin sayısı, üretilen ayakkabı sayısı ve işçilerin fazla mesaiye kaldığı süre
Amaç (değeri) hücresi	Toplam maliyet
Diğer hesaplanan değişkenler	İşe almadan/işten çıkarmadan önce ve sonra mevcut işçilerin sayısı, kullanılabilir maksimum fazla mesai süresi, kullanılabilir toplam üretim süresi, üretim kapasitesi, üretimden sonra oluşan stok miktarı, ay sonundaki stok miktarı ve çeşitli maliyetler.
Kısıtlar	$\text{Kullanılan fazla mesai süresi} \leq \text{İzin verilen maksimum fazla mesai süresi}$ $\text{Üretim} \leq \text{Kapasite}$ $\text{Üretimden sonra eldeki stok miktarı} \geq \text{Talep}$

Tablo 4.2
Bütünlük Planlama Modeli için Değişkenler ve Kısıtlar

Problemin Matematiksel Modeli

Problemin matematiksel modeli için sırasıyla değişkenlere ait indisler, karar değişkenleri, amaç fonksiyonu ve kısıtlar açıklanacaktır.

Indisler: Çok değişkenli ve çok dönenli örneğimiz için kullanılacak indisler ve açıklamaları aşağıdaki gibidir.

i :	Ayakkabı çifti için stokta tutma maliyeti (bir çift)	:	3 ₺/aylık
m :	Bir ayakkabı üretmek için gereken süre	:	4 saat
o :	Fazla mesade çalışan işçinin saatlik ücreti (ücret/saat)	:	13 ₺/saat
c :	Ayakkabı üretmek için gereken hammadde maliyeti (bir çift)	:	15 ₺/çift
w :	Normal mesade aylık çalışma süresi (saat)	:	160 saat
v :	Fazla mesade izin verilen aylık çalışma süresi (saat)	:	20 saat
r :	İşçinin aylık ücreti (ücret/aylık)	:	1.500 ₺/aylık
h :	İşe işçi alma maliyeti (ücret/işçi)	:	1.600 ₺/aylık
f :	İşten işçi çıkışma maliyeti (ücret/işçi)	:	2.000 ₺/aylık
d_t :	t 'nci ayda ayakkabı çifti için tahmini talep miktarı ($t=1, 2, 3, 4$)		
•	$d_1: 3.000$	$d_2: 5.000$	$d_3: 2.000$
			$d_4: 1.000$

Karar Değişkenleri: Karar vericinin, aylık dönemler için üretim planlama değişkenlerinin yanı sıra işe alınan, işten çıkarılan, normal ve fazla mesai sürelerine ait değişkenleri de tanımlanacaktır.

X_t :	t 'nci ayda üretilen ayakkabı sayısı ($t=1, 2, 3, 4$)
I_t :	t 'nci ayın sonundaki stok miktarı ($t=1, 2, 3, 4$)
H :	t 'nci ayın başına işe alınan işçi sayısı ($t=1, 2, 3, 4$)
F_t :	t 'nci ayın başında işten çıkarılan işçi sayısı ($t=1, 2, 3, 4$)
R_t :	t 'nci ayda çalışan işçi sayısı ($t=1, 2, 3, 4$)
O_t :	t 'nci ayda fazla mesai de kullanılan süre ($t=1, 2, 3, 4$)

Amaç fonksiyonu: Üretim, stok, normal mesai, fazla mesai, işe işçi alma ve işten çıkışma maliyetlerinin toplamının enkükülenmesinden oluşmaktadır. Maliyet bileşenleri aşağıdaki gibidir:

Üretim maliyeti = Üretilen bir ürün için hammadde maliyeti \times t 'nci ayda üretilen ayakkabı sayısı

- Üretim maliyeti = $c \times X_t$

Stok maliyeti = Stok maliyeti \times t 'nci aydaki stok miktarı

- Stok maliyeti = $i \times I_t$

Normal mesai maliyeti = Çalışan işçinin aylık ücreti \times t 'nci ayda çalıştırılan işçi sayısı

- Normal mesai maliyeti = $r \times R_t$

Fazla mesai maliyeti = Fazla mesade çalışan işçinin saatlik ücreti \times t 'nci ayda fazla mesade kullanılan süre

- Fazla mesai maliyeti = $o_t \times O_t$

İşçi alma maliyeti = İşe işçi alma maliyeti \times t 'nci ayın başında işe alınan işçi sayısı

- İşçi alma maliyeti = $h \times H_t$

İşçi çıkışma maliyeti = İşten işçi çıkışma maliyeti \times t 'nci ayın başında işten çıkarılan işçi sayısı

- İşçi çıkışma maliyeti = $f \times F_t$

Maliyet bileşenleri, toplam sembolü ile kısa formatta aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$\text{Enküçükle } Z = \sum_{t=1}^4 cX_t + iI_t + rR_t + oO_t + hH_t - fF_t$$

Amaç fonksiyonu, açık bir şekilde aşağıdaki gibi yazılabilir.

- $Enküçükle Z = 15(X_1 + X_2 + X_3 + X_4) + 3(I_1 + I_2 + I_3 + I_4) + 1.500(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) + 13(O_1 + O_2 + O_3 + O_4) + 1.600(H_1 + H_2 + H_3 + H_4) + 2.000(F_1 + F_2 + F_3 + F_4)$

Kısıtlar: Modelimizde, üç kısıt bulunmaktadır: Üretim kapasite kısıtı, fazla mesai kısıtı, stok kısıtı.

Üretim kapasite kısıtı: Bir ayda üretilen ayakkabı sayısı, işletmenin aylık üretim kapasitesinden küçük olmalıdır. Ayakkabı üretim miktarı, bir ayakkabının üretim süresine

bağlı olarak verildiğinden öncelikle t 'nci ay için kullanılabilir toplam çalışma (üretim) süresinin hesaplanması gerekmektedir. Kullanılabilir toplam çalışma süresini, ayakkabı üretim süresine böldüğümüzde üretilen ayakkabı miktarı bulunur.

t 'nci aydaki kullanılabilir toplam çalışma süresi; t 'nci ay normal mesai çalışma süresi ile t 'nci ay fazla mesai çalışma süresinin toplamıdır.

İlk aşamada, t 'nci ay normal mesai çalışma süresini hesaplayalım. Bunun için t 'nci ayda çalışan işçi sayısının bulunması gerekmektedir. İşçi sayısı ile bir işçinin normal mesaide çalışabileceği 160 saat çarpıldığında, t 'nci ayda normal mesaide çalışan işçilerin toplam süresi bulunur.

t 'nci ayda çalışan işçi sayısı; $(t-1)$ 'nci ayda çalışan işçi sayısı ve t 'nci ayın başında işe alınan işçi sayısı toplamından, t 'nci ayın başında işten çıkarılan işçi sayısından çıkarılarak bulunmaktadır. Bu işlem, *İşlemtablolarında Modelin Geliştirilmesi* başlığında açıklanmaktadır. Kısaca özetlemek gerekirse:

- t 'nci ayda çalışan işçi sayısı = $(t-1)$ 'nci ayda çalışan işçi sayısı + t 'nci ayın başında işe alınan işçi sayısı - t 'nci ayın başında işten çıkarılan işçi sayısı
- $R_t = R_{t-1} + H_t - F_t$ ve $R_0 = 100$

Her ay için ayrı ayrı yazılırsa;

- $R_1 = 100 + H_1 - F_1$
- $R_2 = R_1 + H_2 - F_2$
- $R_3 = R_2 + H_3 - F_3$
- $R_4 = R_3 + H_4 - F_4$

Doğrusal programlama modeli, aynı dönem içerisinde hem işçi almayı hem de işçi çıkarmayı, her ikisinin de ayrı bir maliyeti olduğu için engelleyecektir. Bir dönem içerisinde ya işe işçi alınacak ya da işten işçi çıkarılacaktır.



DİKKAT

t 'nci ay fazla mesaide çalışma süresi, t 'nci aydaki ürün talebi, stok miktarı ve üretim miktarına bağlı olarak model tarafından hesaplanacaktır.

Kapasite kısıtının yazılıbilmesi için ön koşullar hakkında bilgi verilmiştir. Bu bilgiler dikkate alınarak, kapasite kısıtının matematiksel ifadesi aşağıdaki gibi yazılabılır.

- t 'nci ayda üretilen ayakkabı sayısı $\leq [(t\text{'nci ayda üretim için kullanılan çalışma süresi}) / \text{Bir ayakkabı üretmek için gereken süre (saat)}]$
 - t 'nci ayda üretim için kullanılan çalışma süresi = $[(\text{Normal mesaide aylık çalışma süresi (saat)} \times t\text{'nci ayda çalışan işçi sayısı}) + \text{Kullanılan fazla mesai süresi (saat)}]$
 - t 'nci ayda üretilen ayakkabı sayısı X_t
 - t 'nci ayda üretim için kullanılan çalışma süresi = $(wR_t + O_t)$ ve $w=160$
 - Bir ayakkabı üretmek için gereken süre = $m = 4$
- $X_t \leq \frac{(wR_t + O_t)}{m}$ ($t = 1, 2, 3, 4$)
- $4X_t - (160R_t + O_t) \leq 0$ ($t = 1, 2, 3, 4$) ve $R_0 = 100$
- Her ay için ayrı ayrı yazılan kapasite kısıtları aşağıdaki gibidir.
 - $4X_1 - (160R_1 + O_1) \leq 0$
 - $4X_2 - (160R_2 + O_2) \leq 0$
 - $4X_3 - (160R_3 + O_3) \leq 0$
 - $4X_4 - (160R_4 + O_4) \leq 0$
- Tüm değişkenler yerine yazıldığından t 'nci ay için üretim kapasite kısıtının kapalı hali aşağıdaki gibi yazılabılır.

- $4X_t - [160(R_{t-1} + H_t - F_t) + O_t] \leq 0, (t=1, 2, 3, 4)$ ve $R_0 = 100$

İşlemtablosunda her t ayı için üretim kapasite kısıtının modellenmesi, İşlemtablosunda Modelin Geliştirilmesi başlığının 5. adımında açıklanmaktadır.

Fazla mesai kısıtı: Bir ay içerisinde bir işçi maksimum 20 saat fazla mesai yapabilir. Kullanılabilen fazla mesai süresinin bulunabilmesi için t 'nci ay içerisinde çalışan işçi sayısının bilinmesi gerekmektedir. Fazla mesai kısıtının matematiksel ifadesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

- t 'nci ayda kullanılan fazla mesai süresi (saat) \leq (Fazla mesaide izin verilen aylık çalışma süresi (saat)) \times (t 'nci ayda çalışan işçi sayısı)
- $O_t \leq v R_t \quad (t=1, 2, 3, 4)$
- Her ay için ayrı ayrı yazılan fazla mesai kısıtları aşağıdaki gibidir.
 - $O_1 \leq 20 R_1$
 - $O_2 \leq 20 R_2$
 - $O_3 \leq 20 R_3$
 - $O_4 \leq 20 R_4$
- t 'nci ayda çalışan işçi sayısının nasıl hesaplandığı üretim kapasite kısıtı içinde açıklanmıştır. Kısaca hatırlatacak olursak, matematiksel ifadesi aşağıdaki gibidir.
 - $R_t = R_{t-1} + H_t - F_t$ ve $R_0 = 100$
- Tüm değişkenler yerine yazıldığından t 'nci ay için fazla mesai kısıtının kapalı hali aşağıdaki gibi yazılabilir.
 - $O_t \leq v (R_{t-1} + H_t - F_t) \quad (t=1, 2, 3, 4)$

İşlemtablosunda her t ayı için fazla mesai kısıtının modellenmesi, İşlemtablosunda Modelin Geliştirilmesi başlığının 3'üncü ve 4'üncü adımlarında açıklanmaktadır.

Stok kısıtı: Üretim miktarı ile stok miktarı arasında denge kurmak için kullanılmaktadır. t 'nci ayın sonundaki stok miktarı; $(t-1)$ 'inci ayın sonundaki stok miktarı ile t 'nci aydaki üretim miktarı toplanarak, t 'nci aydaki talep miktarından çıkarılması ile hesaplanmaktadır. Örneğin, ikinci ay için stok kısıtı aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$I_2 = I_1 + X_2 - 5.000$$

Karar değişkenlerinin negatif değer almasını önleyen negatif olmama kısıtı, I_2 'nın de negatif olmasını önleyeceğinden yukarıdaki kısıt $I_1 + X_2 - 5.000 \geq 0$ şekilde yazılabilir. Bu durumda kısıt doğrudan $I_1 + X_2 \geq 5.000$ şekilde de yazılabilir. Başka bir ifadeyle birinci ayın üretim miktarı dışındaki stoktaki miktar, ikinci aydaki talebi karşılayacak miktarda olmak zorundadır.

Bu bilgiler dikkate alınarak, stok kısıtının matematiksel ifadesi aşağıdaki gibi yazılabilir.

- t 'nci ayın sonundaki stok miktarı $= (t-1)$ 'inci ayın sonundaki stok miktarı + t 'nci aydaki üretim miktarı - t 'nci aydaki talep miktarı
- $I_t = I_{(t-1)} + X_t + d_t \quad (t=1, 2, 3, 4)$ ve $I_0 = 500$
- Her ay için ayrı ayrı yazılan stok kısıtları aşağıdaki gibidir.
 - $I_1 = 500 + X_1 - 3.000$
 - $I_2 = I_1 + X_2 - 5.000$
 - $I_3 = I_2 + X_3 - 2.000$
 - $I_4 = I_3 + X_4 - 1.000$

Problemin tamamı için matematiksel modeli kapalı formatta yazalım.

$$O_t \leq v (R_{t-1} + H_t - F_t) \quad (t=1, 2, 3, 4) \text{ ve } R_0 = 100$$

$$4X_t - [160(R_{t-1} + H_t - F_t) + O_t] \leq 0 \quad (t=1, 2, 3, 4) \text{ ve } R_0 = 100$$

$$I_t = I_{(t-1)} + X_t + d_t \quad (t=1, 2, 3, 4) \text{ ve } I_0 = 500$$

$$X_p I_p H_p F_p R_p O_t \geq 0 \text{ ve tamsayı } (t=1, 2, 3, 4)$$

Kısıtları altında

$$\text{Enküçükle } Z = \sum_{t=1}^4 cX_t + iI_t + rR_t + oO_t + hH_t - fF_t$$

İşlemtabllosunda Modelin Geliştirilmesi

İşlemtablosu modeli, Şekil 4.6'da gösterilmektedir. Model, aşağıdaki gibi geliştirilebilir.

- 1. Girdiler ve aralık isimleri:** Girdi verilerini giriniz ve listelenen aralık isimlerini aşağıdaki gibi oluşturunuz.

Tahmin_edilen_talep	=Model!\$B\$36:\$E\$36
Üretimden_sonraki_stok_miktari	=Model!\$B\$34:\$E\$34
Kullanılabilir_maksimum_fazla_mesai_çalışma_süresi	=Model!\$B\$25:\$E\$25
Kullanılan_fazla_mesai_çalışma_saat_süresi	=Model!\$B\$23:\$E\$23
Üretim_kapasitesi	=Model!\$B\$32:\$E\$32
Üretilen_ayakkabi_sayısı	=Model!\$B\$30:\$E\$30
Toplam_maliyet	=Model!\$F\$46
İşten_çıkarılan_işçi_sayısı	=Model!\$B\$19:\$E\$19
İşe_alınan_işçi_sayısı	=Model!\$B\$18:\$E\$18

- 2. Üretim, işe alma ve işten çıkışma planları:** Her ay üretilen ayakkabı çifti sayısı, her ay kullanılan fazla mesai süresi, her ay işe alınan işçi sayısı ve her ay çıkarılan işçi sayısı için bir deneme değeri giriniz. Bu karar değişkenlerini ifade eden değişken hücreler, *B*, *C*, *D* ve *E* sütunlarında 18, 19, 23 ve 30'ncu satırlardaki dört aralıkta yer almaktadır.
- 3. Her ay kullanılabilir işçi sayısı:** *B17* hücresına, aşağıdaki formülle başlangıçta kullanılabilir işçi sayısını giriniz.

=B5

Herhangi bir ayın başlangıcında kullanılabilir işçi sayısı (ise alma veya işten çıkışmadan önce), önceki ayın işçi sayısına eşit olduğunda, *C17* hücresına aşağıdaki formülü giriniz ve *D17:E17* aralığında kopyalayınız.

=B20

Daha sonra *B20* hücrende, aşağıdaki formülle 1'inci ayın kullanılabilir işçi sayısını (ise alma ve işten çıkarmadan sonra) hesaplayınız. Diğer aylar için *C20:E20* aralığına bu formülü kopyalayınız.

=B17 + B18 - B19

- 4. Fazla mesai kapasitesi (çalışma süresi):** Her kullanılabilir işçi, bir ayda 20 saat fazla mesai yapabildiği için, *B25* hücresına aşağıdaki formülü girin ve *C25:E25* aralığına kopyalayınız.

=\$B\$7 * B20

Şekil 4.6

Bütünleşik planlama
modeli-tamamlanmış.

	A	B	C	D	E	F
1	Bütünleşik Planlama Modeli					
2						
3	Girdi Verileri					
4	Başlangıç ayakkabı stok miktarı	500				
5	Başlangıç çalışan işçi sayısı	100				
6	Normal mesai çalışma saatı (İşçi/aylık)	160				
7	Izin verilen maksimum fazla mesai saatı (İşçi/aylık)	20				
8	İşe alma maliyeti (İşçi)	€ 1.600				
9	İşten çıkışma maliyeti (İşçi)	€ 2.000				
10	Normal mesai çalışma ücreti (aylık)	€ 1.500				
11	Fazla mesai çalışma ücreti (saat)	€ 13				
12	İşçilik saatı (ayakkabı çifti)	4				
13	Ham malzeme maliyeti (ayakkabı çifti)	€ 15				
14	Stok maliyeti (stoktaki ayakkabı çifti/aylık)	€ 3				
15						
16	İşçi planı		1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay
17	Önceki aydan çalışmaya devam eden işçi sayısı	100	94	93	50	
18	İşe alınan işçi sayısı	0	0	0	0	
19	İşten çıkarılan işçi sayısı	6	1	43	0	
20	İşe alınan ve işten çıkarılanlardan sonraki işçi sayısı	94	93	50	50	
21						
22	Kullanılabilir normal mesai çalışma saat süresi	15040	14880	8000	8000	
23	Kullanılan fazla mesai çalışma saat süresi	0	80	0	0	
24	<=	<=	<=	<=		
25	Kullanılabilir maksimum fazla mesai çalışma süresi	1880	1860	1000	1000	
26						
27	Üretim için toplam saat süresi	15040	14960	8000	8000	
28						
29	Üretim planı		1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay
30	Öretilen ayakkabı sayısı	3760	3740	2000	1000	
31	<=	<=	<=	<=		
32	Öretim kapasitesi	3760	3740	2000	2000	
33						
34	Üretimden sonraki stok miktarı	4260	5000	2000	1000	
35	>=	>=	>=	>=		
36	Tahmin edilen talep miktarı	3000	5000	2000	1000	
37	Ay sonundaki stok miktarı	1260	0	0	0	
38						
39	Parasalçıtlar		1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay: Toplamlar
40	İşe alma maliyeti	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
41	İşten çıkışma maliyeti	€ 12.000	€ 2.000	€ 86.000	€ 0	€ 100.000
42	Normal mesai ücretleri	€ 141.000	€ 139.500	€ 75.000	€ 75.000	€ 430.500
43	Fazla mesai ücretleri	€ 0	€ 1.040	€ 0	€ 0	€ 1.040
44	Ham malzeme maliyeti	€ 56.400	€ 56.100	€ 30.000	€ 15.000	€ 157.500
45	Stok tutma maliyeti	€ 3.780	€ 0	€ 0	€ 0	€ 3.780
46	Toplam maliyet	€ 213.180	€ 198.640	€ 191.000	€ 90.000	€ 592.820
47						
48						↑ Enküüklenen amaç

5. **Üretim kapasitesi:** Her işçi normal mesai süreci içerisinde aylık 160 saat çalışma bildiğinden, birinci ayda kullanılabilir normal çalışma süresini aşağıdaki formülle B22 hücrende hesaplayınız ve diğer ayları hesaplamak için C22:E22 aralığında kopyalayınız.

$$=\$B\$6 \times B20$$

Daha sonra B27 hücrene aşağıdaki formülü girerek üretim için kullanılabilir toplam süreyi hesaplayınız ve diğer aylar için C27:E27 aralığına kopyalayınız.

$$=TOPLA(B22:B23)$$

Son olarak, bir ayakkabı çiftinin imal edilmesi 4 saat olduğundan, aşağıdaki formülle B32 hücresında 1'inci aydaki üretim kapasitesini hesaplayınız ve formülü C32:E32 arasında kopyalayınız.

$$=B27/\$B\$12$$

- 6. Her ayın stok miktarı:** Birinci ayda (birinci ayın talebini karşılamak için kullanılır) üretimden sonraki stok miktarını hesaplamak için B34 hücrenine aşağıdaki formülü giriniz.

$$=B4 + B30$$

Başka bir ay için üretimden sonraki stok miktarı, önceki ayın stok miktarı ile o ayın üretim miktarının toplamı olduğundan, C34 hücrenine aşağıdaki formülü giriniz ve D34:E34 aralığına kopyalayınız.

$$=B37 + C30$$

Daha sonra B37 hücrende, aşağıdaki formülle birinci aya ait ay sonundaki stok miktarını hesaplayınız ve formülü C37:E37 hücreleri arasında kopyalayınız.

$$=B34 - B36$$

- 7. Aylık maliyetler:** Birinci aya ait çeşitli maliyetleri hesaplamak için 40 ile 45'nci satırlar arasında gösterilen B40 ile B45 hücrelerine aşağıdaki formülleri giriniz. Daha sonra diğer aylar için bu maliyetleri hesaplamak için B40:B45 ile C40:C45 aralığında formülü kopyalayınız.

$$\begin{aligned} &= \$B\$8*B18 \\ &= \$B\$9*B19 \\ &= \$B\$10*B20 \\ &= \$B\$11*B23 \\ &= \$B\$13*B30 \\ &= \$B\$14*B37 \end{aligned}$$

- 8. Toplamlar:** F sütununda ve 46'ncı satırda toplam maliyetleri hesaplamak için TOP-LA fonksiyonunu kullanınız. F46'daki değer, enküüklenmekte olan genel toplam maliyettir.

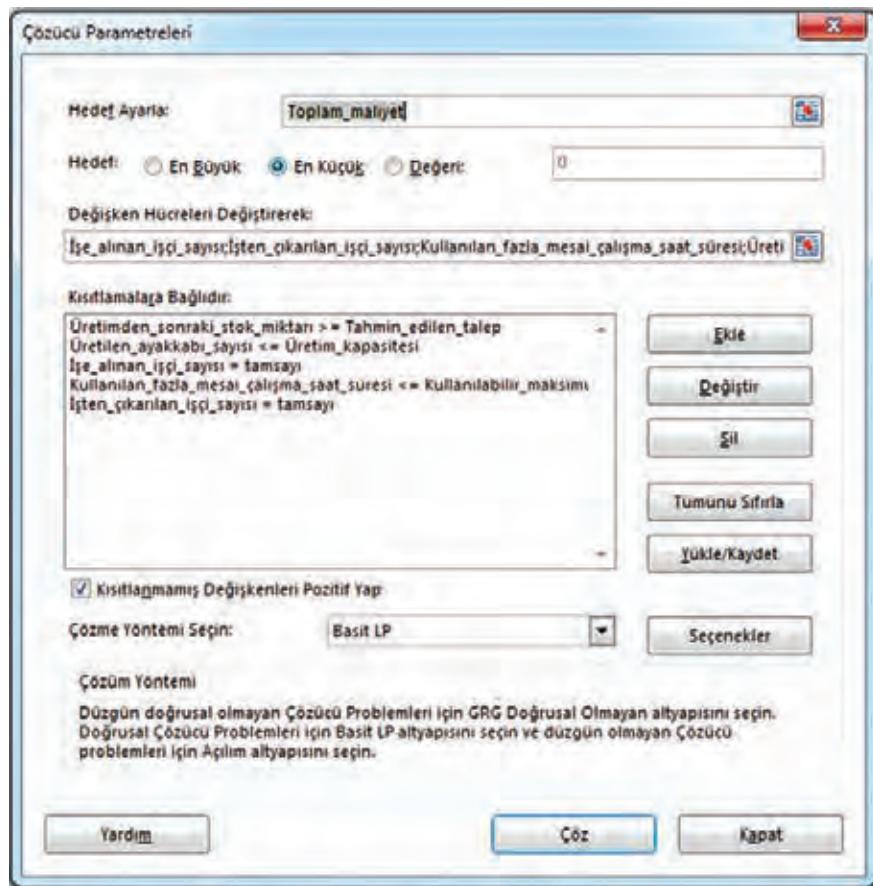
Eniyilemek İçin Çözücü (Solver) Kullanımı

Çözücü diyalog kutusu, Şekil 4.7'de gösterildiği gibi doldurulmalıdır. Adlandırılan dört ayrı aralığı içerecek hücrelerin değiştirildiğine dikkat ediniz. Bunları diyalog kutusuna girmek için parmaklarınız *kntrl* tuşu üzerindeyken dört aralığı sürükleyiniz. (Alternatif olarak, aralığı sürükleyebilir, araya noktalı virgül koyabilir, ikinci aralığı sürükleyebilir, araya tekrar noktalı virgül koyabilir ve bu şekilde devam edebilirsiniz). Genel olarak negatif olmayan seçenekleri seçebilir ve eniyi değeri bulmadan önce *Basit LP* yöntemini seçebilirsiniz.

İşe alınan ve işten çıkarılan kişi sayıları üzerinde tamsayı olma kısıtı olduğuna dikkat ediniz. Aynı zamanda üretilen ayakkabı sayısını, tamsayı değeri olacak şekilde kısıtlayabilirsiniz. Bununla birlikte tamsayı kısıtları, genel olarak daha uzun çözüm zamanı gerektirir. Bu yüzden, bu örnekte olduğu gibi üretim miktarının oldukça büyük olduğu eniyi değerler için bu tip kısıtları kullanmamak, bazen daha iyi olabilir. Eğer çözüm değeri tamsayı değil ise, eniyi tamsayı çözüme en azından yakın bir çözüm için elde edilen değeri tamsayıya yuvarlayabilirsiniz.

Sekil 4.7

Bütünleşik Planlama
Modeli için Çözücü
Diyalog Kutusu



Çözümün Değerlendirilmesi

Şekil 4.6'da eniyi çözüm değeri verilmektedir. ABC Şirketinin asla işe işçi almadığına, birinci ayda 6 işçiyi çıkardığına, ikinci ayda 1 işçi çıkardığına ve üçüncü ayda 43 işçi çıkarıldığına dikkat ediniz. Yalnızca ikinci ayda 80 saat fazla mesai yaptırılmaktadır. İlk iki ayın her birinde 3.700'ün üzerinde, üçüncü ayda 2.000 ve dördüncü ayda 1.000 ayakkabı çifti üretilmiştir. Gerçekleşen toplam maliyet, ₺692.820'dir. Model, normal mesaiye üretim kapasitesinin tamamı kullanıldığından fazla mesaiyi önermemektedir. Bunun gerekçesi, fazla mesai maliyetinin daha fazla olmasıdır.

Tekrar edilecek olunursa, her ay üretilen ayakkabı çifti sayısı tamsayı olmaya zorlanmayıpabilir. Şirketin bir ayda 3.760 veya 3.761 ayakkabı çifti üretmesi veya üretmemesi çok az fark oluşturacaktır. Buna karşın, her ayın ayakkabı üretiminin tamsayı olmasına zorlanması Çözücü'nün eniyi değerini bulması için gereken süreyi oldukça artıtabilir. Ayrıca, her ay işe alınan ve işten çıkarılan işçi sayısını, tamsayı olarak belirlemesi biraz daha önemlidir.

Sonuç olarak, eğer Çözücü'nün değişken hücrelerinin tamamında veya bazlarında tamsayı olması gereken problemlerde eniyi çözümü bulması isteniyorsa, Çözücü diyalog kutusunda tolerans sıfır olarak ayarlanır. Aksi durumda, Çözücü eniyeye yakın bir çözüm bulduğunda duracaktır.

Duyarlılık Analizi

ABC Şirketine ait model için birçok olası duyarlılık analizi yapılabilir. Bunlardan bir tanesi Çözücü Tablo ile görselleştirilmiştir. Burada, fazla mesainin nasıl kullanıldığı ve toplam maliyetin fazla mesai ücreti ile nasıl değiştiği gösterilmektedir. Sonuçlar, Şekil 4.8'de gös-

terilmektedir. Görebileceğiniz gibi, ücret artış oranı gerçekten az olduğunda, şirket daha çok fazla mesai kullanmaktadır. Buna karşın normal mesai süresi, yeterli olduğunda şirket fazla mesai seçeneğini kullanmamaktadır. Şirketin fazla mesai ücreti, saat başına ₺7 veya ₺9 olduğunda daha çok fazla mesai kullanılması şaşırtıcı değildir. Normal mesainin saatlik ücreti ₺9,375 (=1500/160). Sonuç olarak hiçbir şirket, fazla mesai için normal mesai ücretinden daha az bir ücret ödemeyecektir.

Şekil 4.8

Fazla mesai ücretleri (hücre SBS11) (yan tarafta, çıktı hücreleri (üst tarafta)					Fazla mesai ücretleri için Duyarlılık Analizi
Kullanılan 1. Fazla Mesai Ücreti	Kullanılan 2. Fazla Mesai Ücreti	Kullanılan 3. Fazla Mesai Ücreti	Kullanılan 4. Fazla Mesai Ücreti	Toplam Maliyet	
₺ 7	₺ 1.620	₺ 1.660	₺ 0	₺ 0	₺ 684.755
₺ 9	₺ 80	₺ 1.760	₺ 0	₺ 0	₺ 691.180
₺ 11	₺ 0	₺ 80	₺ 0	₺ 0	₺ 692.660
₺ 13	₺ 0	₺ 80	₺ 0	₺ 0	₺ 692.820
₺ 15	₺ 0	₺ 80	₺ 0	₺ 0	₺ 692.980
₺ 17	₺ 0	₺ 80	₺ 0	₺ 0	₺ 693.140
₺ 19	₺ 0	₺ 0	₺ 0	₺ 0	₺ 693.220
₺ 21	₺ 0	₺ 0	₺ 0	₺ 0	₺ 693.220

İşgücü-Tabanlı Planlama Yaklaşımı

Gerçekte, bütünlük planlama modeli, genellikle işgücü- tabanlı planlama yaklaşımı ile uygulanmaktadır. Görselleştirmek için ABC Şirketinin dört aylık bir dönem için çalıştığı kabul edilsin. ABC şirketine ait modele, işgücü-tabanlı planlama yaklaşımını uygulamak için tahminler, talep olarak görülmekte ve bu tahminlerle dört aylık model çözülmektedir. Bu nümla birlikte şirket, yalnızca birinci ay üretim gerçekleştirmekte ve önerilen çizelgelemede çalışmaktadır. Bu yüzden (bir ayda işe alınan ve işten çıkarılan işçi sayısının tamsayı olması gereği kabul edilmektedir) şirket birinci ayda işe işçi almamakta, 6 işçiyi işten çıkarmakta ve 3.760 çift ayakkabıyı normal mesai içerisinde üretemektedir. Daha sonra şirket, birinci ayın gerçek talebini dikkate almaktadır. Bu, 2.950 olsun. Daha sonra ABC Şirketi, ikinci aya 1.310 (=4.260 – 2.950) çift ayakkabıyı ve 94 işçi ile başlamaktadır. B4 hücresine 1.310 değerini ve B5 hücresine 94 değerini (Şekil 4.6'ya atıfta bulunarak) giriniz. Daha sonra, izlenen dört ay için güncellenen tahminlerle, talep aralığında talepler değiştirilir. Son olarak ABC Şirketi, ikinci aya ait işgücü politikası ve üretim seviyesi için B sütununda, işten işçi çıkarma – işe işçi alma önerilerini ve üretim seviyelerini kullanacak ve Çözücü'yü yeniden çalıştıracaktır.

Müşteri Talebinin Sonradan Karşılanmasına İzin Veren Model

Birçok durumda, müşterinin talebi daha sonraki bir tarihte karşılanmaktadır. Talebin sonradan karşılanması seçeneğini için ABC Şirketine ait modelin nasıl değiştirileceği gösterilecektir. Ayın sonunda talebi karşılamayan her ürün sayısı için her ayın sonunda ₺20'lik bir maliyet oluşturduğu kabul edilsin. Örneğin, birinci ayın sonunda stok miktarı ₺10 (eksi on) olursa, ₺200'lik talebi karşılayamama maliyeti oluşmaktadır (ve bu durumda stok tutma maliyeti oluşmamaktadır). ABC Şirketinin hiç ayakkabı üretmemesini sağla-

mak için dördüncü ayda son stok değeri, negatif değer almayacak şekilde kısıtlanır. Bu, bütün talebin dört aylık planlama periyodunun sonunda sonuç olarak karşılaşacağı anlamında gelmektedir. Bu aşamada, talebin sonradan karşılaşmasından kaynaklanan maliyetleri dahil etmek için aylık maliyet hesaplamasının değiştirilmesi gerekmektedir.

Talebin sonradan karşılaşması için birçok modelleme yaklaşımı vardır. Şekil 4.9'da en doğal yaklaşım gösterilmektedir. Başlamak için *B15* hücresına her bir çift için talebin karşılaşamaması maliyetini giriniz (Bu maliyet girdisi için yeni bir satır oluşturuldu). Birinci aydan üçüncü aya 38'nci satırda son stok değerinin nasıl pozitif (arda-kalan stok durumu) veya negatif (eksik stok durumu) olduğuna dikkat edin. 46 ve 47'nci satırda *EGER* fonksiyonu ile ortaya çıkan maliyet doğru bir şekilde hesaplanabilir. Stok tutma maliyeti için *B6* hücresına aşağıdaki formülü giriniz ve bunu geneline kopyalayınız.

$$=EGER(B38>0, \$B\$14 \times B38, 0)$$

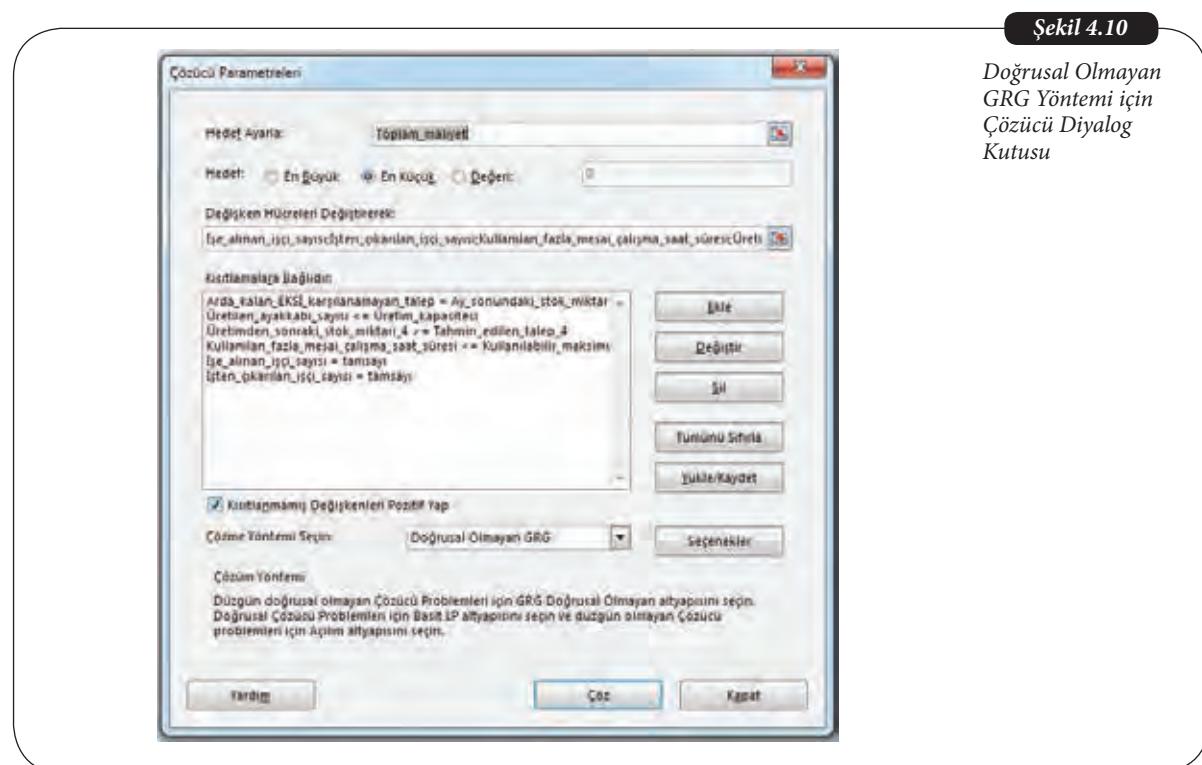
Talebin karşılaşamaması maliyeti için *B47* hücresına aşağıdaki formülü giriniz ve bunu geneline kopyalayınız (eksi işaret, bunu pozitif bir maliyet yapar).

$$=EGER(B38<0, - \$B\$15 \times B38, 0)$$

Sekil 4.9

*Doğrusal Olmayan
Bütünleşik Planlama
Modelinde EGER
fonksiyonunun
kullanımı*

A	B	C	D	E	F
1 Bütünleşik planlama modeli-müsteri talebinin sonradan tamamlanmasına izin veren;					
2 düzgün olmayan model Çözücü problemi ötesinden doğru bir şekilde gelemeyecek,					
3 Giriş Verileri					
4 Başlangıç ayakkabı stok miktarı	500				
5 Başlangıç çalışan işçi sayısı	100				
6 Normal mesai çalışma saatı (işçi/aylık)	160				
7 İzin verilen maksimum fazla mesai saatı (işçi/aylık)	20				
8 İşe alma maliyeti (işçi)	€ 1.600				
9 İsten çıkışma maliyeti (işçi)	€ 2.000				
10 Normal mesai çalışma ücreti (aylık)	€ 1.500				
11 Fazla mesai çalışma ücreti (saat)	€ 13				
12 İşçi saatı (ayakkabı çifti)	4				
13 Ham malzeme maliyeti (ayakkabı çifti)	€ 15				
14 Stok maliyeti (stoktaki ayakkabı çifti/aylık)	€ 3				
15 Talebi karşılayamama maliyeti (stoktaki ayakkabı çifti/aylık)	€ 20				
16					
17 İşçi planı	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	
18 Önceliği aydan çalışmaya devam eden işçi sayısı	100	94	93	38	
19 İşe alınan işçi sayısı	0	0	0	0	
20 İsten pişenmiş işçi sayısı	6	1	55	0	
21 İşe alınan ve isten pişenmişlerden sonraki işçi sayısı	94	93	38	38	
22					
23 Kullanılabilir normal mesai çalışma saat süresi	15040	14880	6080	6080	
24 Kullanılan fazla mesai çalışma saat süresi	0	0	0	0	
25	<0	<0	<0	<0	
26 Kullanılabilir maksimum fazla mesai çalışma süresi	1880	1860	760	760	
27					
28 Üretim için toplam saat süresi	15040	14880	6080	6080	
29					
30 Üretim planı	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	
31 Üretilen ayakkabı sayısı	3760	3720	1520	1500	
32	<0	<0	<0	<0	
33 Üretim kapasitesi	3760	3720	1520	1520	
34					
35 Üretimden sonraki stok miktarı	4260	4980	1500	1000	
36					
37 Tahmin edilen talep miktarı	3000	5000	2000	1000	
38 Ay sonundaki stok miktarı	1260	-20	-500	0	
39					
40 Parasal piktolar	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	Toplamlar
41 İşe alma maliyeti	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
42 İsten çıkışma maliyeti	€ 12.000	€ 2.000	€ 130.000	€ 0	€ 124.000
43 Normal mesai ücretleri	€ 141.000	€ 139.500	€ 57.000	€ 57.000	€ 394.500
44 Fazla mesai ücretleri	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0
45 Ham malzeme maliyeti	€ 55.400	€ 55.800	€ 22.800	€ 22.500	€ 157.500
46 Stok tutma maliyeti	€ 3.780	€ 0	€ 0	€ 0	€ 3.780
47 Talep karşılayamama maliyeti	€ 0	€ 400	€ 10.000	€ 0	€ 10.400
48 Toplamlar	€ 213.180	€ 197.700	€ 199.800	€ 79.500	€ 690.180
49					
50					Enküüklenen amaç



Şekil 4.10
Doğrusal Olmayan
GRG Yöntemi için
Çözücü Diyalog
Kutusu

Bu formüller, stok maliyetini ve talebi karşılayamama maliyetini doğru bir şekilde hesaplamasına rağmen, *EĞER* fonksiyonu amaç değeri hücreğini, değişken hücrelerin doğrusal olmayan fonksiyonu yapar ve *Çözücü*'nın *Doğrusal Olmayan GRG* yönteminin Şekil 4.10'de gösterildiği gibi kullanılması gereklidir. Matematiksel nedenler olmasına rağmen, Simpleks Doğrusal Programlama yöntemi ile *Çözücü*'yu çalıştırma konusunda kolaydır. *Çözücü* sizin daha sonra, modelin doğrusal olmayan model olduğu konusunda uyaracaktır.

Yapılan tercihlerle birlikte *Çözücü*, değişken hücrelerde farklı ilk çözümler kullanılarak çalıştırılmış ve her zaman Şekil 4.9'da gösterilen sonuç elde edilmiştir. Bunun, eniyi çözüm değeri olduğu ortaya çıkmaktadır. Değişken hücreler ile amaç hücresini ilgilendiren *EĞER*, *MİN*, *MAK* ve *MUTLAK* gibi belirli fonksiyonlar kullanıldığında, ortaya çıkan model yalnızca doğrusal olmayan model değil, aynı zamanda düzgün olmayan bir model olmaktadır. Temel olarak düzgün olmayan fonksiyonlar, sürekli keskin kenarlıdır. *Çözücü*'nın doğrusal olmayan *GRG* algoritması, "düzgün" doğrusal olmayan modeli çözebilir. Buna karşın, düzgün olmayan fonksiyonlar, problemlere neden olabilir. Bazen çözülen örnekte olduğu gibi eniyi çözüme ulaşılır. Bazı durumlarda eniyi çözüme yakın olmayan çözümler bulunabilir. Örneğin, talebin karşılanması durumındaki birim maliyeti ₺20'den ₺40'ye çıkarıp, modeli yeniden çalıştırınız. Bütün değişken hücrelerin sıfır olduğu bir çözüm ile başlanıldığında, *Çözücü* toplam maliyetin ₺726.360 olduğu bir çözümde durmaktadır. Buna karşın eniyi çözüm değeri, ₺692.820'dir. Başka bir ifade ile eniyi çözüm değeri bulanamamıştır.

Eğer mümkünse eniyileme modellerinde bu düzgün olmayan fonksiyonlardan kaçınmak en uygun olanıdır. Eğer bunları kullanırsanız, burada yapıldığı gibi farklı başlangıç çözüm değerleri ile birlikte *Çözücü*'yü birçok kez çalıştırmanız. Bununla birlikte, bulduğunuz değerin hala eniyi çözüm olacağının garantisini yoktur.

Talebin Sonradan Karşılanmasını İçeren Modelin Doğrusallaştırılması

EĞER fonksiyonlu doğrusal olmayan bir modelde, enyi çözüm değerinin bulunmasının garanti olmadığı bir geçektir. Bununla birlikte, doğrusal modelde bu eksikliğin üstesinden gelmek mümkündür. Bu doğrusallaştırma yöntemi Şekil 4.11'de görselleştirilmiştir. Bu değiştirilen işlemtablosu modelini geliştirmek için Şekil 4.11'deki orijinal modelden başlayarak, aşağıdaki adımları izleyiniz.

- Talebin karşılanamama maliyetini girin:** 14'ncü satırın hemen altına yeni bir satır ilave ediniz ve B15 hücresına talebin karşılanamaması maliyetini her ayakkabı çifti için aylık olarak giriniz.
- Stok ve eksik miktar satırı:** Talep ve son stok satırı (38 ile 42'nci satırlar arası olacaktır) arasına yeni bir satır ilave ediniz. B39:E40 aralığı, değişken hücreler olacaktır. 39'ncu satırda arda-kalan miktar aralığı, (eğer varsa) stokta kalan miktarı içermektedir. Buna karşın 40'ncı satırdaki eksik miktar aralığı, (eğer varsa) (karşılanamayan talep) eksik miktarı göstermektedir. Bu aralıklara, herhangi bir değer giriniz.
- Ay sonundaki stok miktarı (pozitif veya negatif):** Temel gözlem, şudur: L_t , t ayının sonunda arda-kalan stok miktarını ve S_t , t ayının sonunda eksik kalan (karşılanamayan talep) miktarını göstersin. Eğer $S_t \geq 0$ ise $L_t = 0$ ve $L_t \geq 0$ ise $S_t = 0$ 'dır. Ay sonundaki stok miktarı aşağıdaki gibi yazılabilir.

$$I_t = L_t - S_t$$

Örneğin, eğer $I_2 = 6$ olursa, $L_2 = 6$ ve $S_2 = 0$ olması, ABC Şirketinin, ikinci ayın sonunda 6 çift ayakkabının arda-kalan (stokta kaldığını) göstermektedir. Buna karşın eğer $I_2 = -3$ olursa, $L_2 = 0$ ve $S_2 = 3$ olması, ikinci ayın sonunda 3 çift ayakkabının eksik olduğunu (talebin eksik olarak karşılandığını) göstermektedir. Bunu modele ilave etmek için B41 hücrende aşağıdaki formülü girin ve C42:E41 aralığında kopyalayın.

$$=B39-B40$$

- Aylık maliyetler:** Stok tutma maliyeti satırının altına yeni bir satır ilave edin (52'nci satır olacaktır). B51 hücrenine aşağıdaki formülü girerek birinci ay için stok tutma maliyetini değiştirebilirsiniz.

$$=\B14*B39$$

Birinci ay için talebin karşılanamama maliyeti için B52 hücrenine aşağıdaki formülü giriniz.

$$=\B15*B40$$

Formülü, diğer aylar için B51:B52 ile C51:C52 aralığına kopyalayınız. F sütunu ve 53'ncü satırdaki toplamların, talebi karşılayamama maliyeti ile birlikte güncellenmesinden emin olunuz.

Talebin Sonradan Karşılanabildiği Model ve Çözücünün Kullanımı

Orijinal problemdeki Çözücü'nün tercih seçeneklerinde aşağıdaki gibi değişiklikler yapılmalıdır.

- Ek değişken hücreler:** Değişken hücreler olarak arda-kalan stok ve talebi karşılanamayan ürün miktarı aralıklarını ilave ediniz. Bu, Çözücü'ye ilgili ay için istenilen ay sonundaki stok ile uyumlu olan her ayın arda-kalan stok miktarını ve talebi karşılanamayan ürün miktarını ayarlamaktadır.
- Son aya ait stok kısıtı:** $\text{Üretimden_sonraki_stok_miktarı}_4 \geq \text{Tahmin_edilen_talep}$ kısıtı $\text{Üretimden_sonraki_stok_miktarı}_4 \geq \text{Tahmin_edilen_talep}_4$ olarak daha önce listelenen kısıtı değiştiriniz. Bu; birinci aydan üçüncü aya, ay sonunda

negatif stok değeri oluşmasına imkân verir. Buna karşın bütün taleplerin dördüncü ayın sonunda karşılanması sağlar.

3. **Ay sonundaki stok miktarı ile ilgili mantık kısıtı:** $Artan_EKSİ_karşılanamayan_talep = Ay_sonundaki_stok_miktarı$ kısıtlını ilave ediniz. Modeli yakından inceleyeceğiz olursanız, biten stok miktarının iki yolla hesaplandığını görebilirsiniz (41'nci ve 43'ncü satır). Bu kısıt, her iki yolla aynı değerlerin elde edilmesini sağlamaktadır.
4. **Eniyileme:** Basit LP yönteminin seçili olduğundan emin olunuz ve Şekil 4.11'de gösterilen eniyi çözümü elde edebilmek için Çöz tuşunu tıklayınız.

Şekil 4.11

A	B	C	D	E	F	G
Müşteri talebinin sonrasında karşılandığı bütünsel planlama modeli: Çözünün hiçbir sorunu olmadığı doğrusal model						
1. Giriş Verileri						
2. Başlangıç ayakkabı stok miktarı	500					
3. Başlangıç çalışan işçi sayısı	100					
4. Normal mesai çalışma saatleri (İşçi/aylık)	160					
5. İzin verilen maksimum fazla mesai saatleri (İşçi/aylık)	20					
6. İşe alma maliyeti (İşçi)	6.1.600					
7. İşten gitme maliyeti (İşçi)	6.2.000					
8. Normal mesai çalışma ücretleri (aylık)	6.3.900					
9. Fazla mesai çalışma ücretleri (satır)	513					
10. İşçi saatleri (ayakkabı pft)	4					
11. Ham malzeme maliyeti (ayakkabı pft)	6.4.15					
12. Stok tutma maliyeti (stoktaki ayakkabı pft/aylık)	6.5.1					
13. Talebi karşılayamama maliyeti (stoktaki ayakkabı pft/aylık)	6.6.20					
14. İşi planı	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay		
15. Onceki aydan çalışmaya devam eden işçi sayısı	100	94	93	88		
16. İşe alınan işçi sayısı	0	0	0	0		
17. İşten gitmek isteyen işçi sayısı	-6	1	35	0		
18. İşe alınan ve işten gitmeklerden sonra işçi sayısı	94	93	88	88		
19. Kullanılabilir normal mesai çalışma saat süresi	15040	14880	6080	6080		
20. Kullanılan fazla mesai çalışma saat süresi	0	0	0	0		
21. Kullanılabilir maksimum fazla mesai çalışma süresi	-ca	-ca	-ca	-ca		
22. Üretim için toplam saat süresi	1880	1880	760	760		
23. Üretim planı	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay		
24. Üretilen ayakkabı sayısı	1760	1720	1520	1500		
25. Üretim kapasitesi	-ca	-ca	-ca	-ca		
26. Üretimden sonraki stok miktarı	4260	4580	1500	1000		
27. Tahmin edilen talep miktarı	3000	5000	2000	1000		
28. Arda-kalan stok miktarı	1260	0	0	0		
29. Talebi karşılamayan ayakkabı miktarı	0	20	300	0		
30. [Talebi karşılamayan ayakkabı miktarı]-[Arda-kalan stok miktarı]	1260	-20	-300	0		
31. Ay sonundaki stok miktarı	1260	-20	-300	0		
32. Parasal çıktılar	1. Ay	2. Ay	3. Ay	4. Ay	Toplamlar	
33. İşe alma maliyeti	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
34. İşten gitme maliyeti	6.12.000	6.2.000	6.110.000	6.0	6.124.000	
35. Normal mesai ücretleri	6.141.000	6.139.500	6.57.000	6.57.000	6.394.500	
36. Fazla mesai ücretleri	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	
37. Ham malzeme maliyeti	6.38.400	6.55.800	6.22.800	6.22.500	6.157.500	
38. Stok tutma maliyeti	6.3.780	6.0	6.0	6.0	6.3.780	
39. Talep karşılayamama maliyeti	6.0	6.400	6.10.000	6.0	6.10.400	
40. Toatalar	6.213.180	6.197.700	6.199.800	6.79.500	6.690.180	
41.						Enkapsülleme amaç
42.						
43.						
44.						
45.						
46.						
47.						
48.						
49.						
50.						
51.						
52.						
53.						
54.						
55.						

Talebi sonrasında karşılandığı doğrusal model.

Bu çözümde elde edilen değerin, Şekil 4.9'da EĞER fonksiyonunun kullanıldığı modeldeki değer ile aynı olduğuna dikkat ediniz. Bu sefer Çözücü, EĞER fonksiyonunun kullanımında karşılaşılan zorluğun üstesinden doğru bir şekilde gelmiştir. Fakat bu her zaman bu şekilde değildir. Kuşkusuz, modelin Şekil 4.11'deki doğrusallaştırılan versiyonu, sezgisel olmayan bazı püf noktaları içermektedir. Fakat bu, Çözücü'nün eniyi çözümü bulması anlamında modelin doğrusal model olmasını garantilemektedir.

Özet



Problemlerin işlemtablosunda modellenebilmesi için gerekli adımları sıralamak.

İşlemtablosunda bir problemin modeli oluşturulmadan önce problem detaylı bir şekilde analiz edilmeli ve girdi değişkenleri, karar değişkenleri, amaç fonksiyonu ve kısıtlar tanımlanmalıdır. Daha sonra işlemtablosunda girdi değişken değerleri uygun hücrelere yazılmalı ve bu değerlere bağlı olarak hesaplanması gereken parametreler hesaplanmalıdır. Amaç fonksiyonu için tek bir hücre tanımlanmalıdır. Modelde yer alan kısıt sayısı kadar tanımlanan hücreler arasında matematiksel formüller ile ilişki kurulmalıdır.



Amaç fonksiyonu ve kısıtların nasıl modelleneceğini açıklamak.

Amaç fonksiyonu için işlemtablosunda tek bir tane hücre tanımlanmalıdır. Hücre içerisinde, karar değişkenlerinin alacağı değere göre eniyi değeri hesaplayan bir formül yer olması gereklidir. Formül, karar değişkenini gösteren hücreler ile bağlantı kurulmasını sağlamak ve eniyi değeri hesaplamak için kullanılmaktadır. Modelde yer alan kısıt sayısı kadar ilgili hücreler tanımlanır. Örneğin, " $40x_1 + 20x_2 \leq 200$ " kısıtlını oluşturabilmek için üç hücrenin tanımlanması gereklidir. Küçük ve küçük eşittir simgesi iki hücrenin arasında yer alacak şekilde yerleştirilmelidir. Kısıt için teknolojik katsayılar ve karar değişkenlerini çarpan ve çarpımları toplayan, denklem eşitsizliğinin solunda veya işlemtablosunda yapılan düzenlemeye göre üstünde yer almındadır. Denklem eşitsizliğinin sağında ve işlemtablosunda yapılan düzenlemeye göre altında, kısıtın sağ taraf değeri olan 200 değeri almalı ya da girdi değişkenlerini refere eden hücre ile bağlantısı kurulmalıdır. Benzer şekilde kısıt sayısı kadar hücreler, formüller içerecek şekilde tanımlanmalıdır.



Karar modelinin çözümü ile nasıl eniyi çözümünün bulunabileceğini açıklamak.

İşlemsayfasında Veri menüsünden Çözücü tuşu tıklanarak, Çözücü Parametreleri diyalog penceresi açılır. Bu pencerede öncelikle Hedef Ayarla hücre kutusuna problemin amaç fonksiyonunun yazılı olduğu hücre tanımlanır. Problemin türüne göre Hedef seçeneği seçilir. Değişken Hücreleri Değiştirek hücre kutusunda karar değişkenleri hücresi tanımlanır. Kısıtlar, Ekle tuşu tıklanarak ilgili kısıtin sağ taraf, denklem eşitsizlik türü ve kısıtin sol taraf değerleri tanımlanarak Tamam tuşu tıklanır. Karar değişkenlerinin, sıfır veya sıfırdan büyük olması için Kısıtlanmamış Değişkenleri Pozitif Yap seçeneği aktif hale getirildikten sonra, problemin modeline uygun çözme yöntemi seçilir ve Çöz tuşu tıklanır. İşlemtablosu, modelin eniyi değerini bulduktan sonra kullanıcıya çözüm sonuçlarını saklamayı isteyip istemediğini soracaktır. Çözücü Çözümünü Sakla seçeneğini seçip, Tamam tuşunu tıkladığınızda eniyi değer ve eniyi değeri veren karar değişkenlerinin alacağı değerleri görebileceksiniz.

Kendimizi Sınayalım

- 1.** Bir eniyileme modeli için aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?
 - a. Bütün kısıt koşullarını sağlayan çözüm, olurlu çözümüdür.
 - b. Kısıtlardan en az biri için istenilen koşulu saglayan çözüm, olursuz çözümüdür.
 - c. Amaç fonksiyonu için eniyi değeri veren olurlu çözüm, eniyi çözümüdür.
 - d. Birden fazla eniyi çözüm elde edilebilir.
 - e. Birden fazla olurlu çözüm elde edilebilir.
- 2.** İşlemtablolu modelleme sayfasında oluşturulan hücreler için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. Amaç fonksiyonu için en fazla bir tane hücre oluşturulabilir.
 - b. En fazla beş tane kısıt oluşturulabilir.
 - c. Karar değişkenlerinin negatif değer alınmasına izin verilmelidir.
 - d. Karar değişkenleri, problemin başında girdi hücrelerinde verilir.
 - e. Kısıtlar için sadece eşittir veya büyütür ve büyük eşittir koşulu kullanılabilir.
- 3.** İşlemtablolu modelleme ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?
 - a. Değişken hücreler, karar değişkenlerini ifade eder.
 - b. Değişken hücreler, model formüllerini içerir.
 - c. Değişken hücreler, serbest şekilde değer alabilir.
 - d. Amaç hücresinin değeri, karar değişkenin aldığı değere bağlıdır.
 - e. Karar değişkenlerinin, sıfır veya pozitif değer alması sağlanmalıdır.
- 4.** İşlemtablolu modelleme ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. Karar değişkenlerinin neler olması gerekiğine eniyi değeri bulma aşamasında karar verilir.
 - b. Kısıtların neler olması gerekiğine eniyi değeri bulma aşamasında karar verilir.
 - c. Amaç fonksiyonun ne olması gerekiğine eniyi değeri bulma aşamasında karar verilir.
 - d. Olurlu çözüm değerleri, eniyi değeri bulma aşamasında tespit edilir.
 - e. Eniyi değer bulma aşaması, enfazla çaba ve zaman gerektiren aşamadır.
- 5.** Aşağıdakilerden hangisi işlemtablolu bileşenlerinden biri **değildir**?
 - a. Girdiler
 - b. Değişken hücreler
 - c. Amaç fonksiyonu hücresi
 - d. Kısıtlar
 - e. Grafikler
- 6.** İşlemtablolu *Çözücü Parametreleri* diyalog kutusunda aşağıdaki hangi bilgi tanımlanmadığında karar değişkenleri istediği değeri alabilir?
 - a. Hedef ayarla hücre kutusu
 - b. Değişken hücreleri değiştirerek hücre kutusu
 - c. Kısıtlanmamış değişkenleri pozitif yap seçenekleri
 - d. Çözme yöntemi seçin hücre kutusu
 - e. Hedef seçenekleri
- 7.** İşlemtablolu *Çözücü Parametreleri* diyalog kutusunda kısıt oluşturmak için aşağıdaki hangi tuş tıklanır?
 - a. Ekle
 - b. Değiştir
 - c. Seçenekler
 - d. Yükle
 - e. Çöz
- 8.** İşlemtablolu modellenen problemin amaç fonksiyonu değeri *Çözücü Parametreleri* diyalog penceresinde aşağıdaki hangi hücre kutusuna girilir?
 - a. Hedef ayarla
 - b. Hedef
 - c. Değişken hücreleri değiştirerek
 - d. Kısıtlamalar bağlıdır
 - e. Ekle

Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarları

- 9.** Aşağıdaki işlemtablosunda gömlek için birim kâr değeri ni veren hücre formülü hangisidir?

	A	B	C
İki Değişkenli Üretim Planlama Modeli			
Girdiler			
4		Gömlek	Pantolon
5	Kumaşların kesimi için işçilik süresi		
6	Kumaşların dökülmesi için işçilik süresi		
7	Kumaş maliyeti		
8	İşçilik maliyeti		
9	Satış fiyatları		
10	Kâr değeri		

- a. =B9 - B5 - B6
- b. =B8 - B5 - B6
- c. =B9 - B8+B7
- d. =B9 - B8 - B7
- e. =B9 + B8 +B7

- 10.** Aşağıdakilerden hangisi $=TOPLA.CARPIM(B5 : C5 ; B10 : C10)$ formülünün açık haliidir?

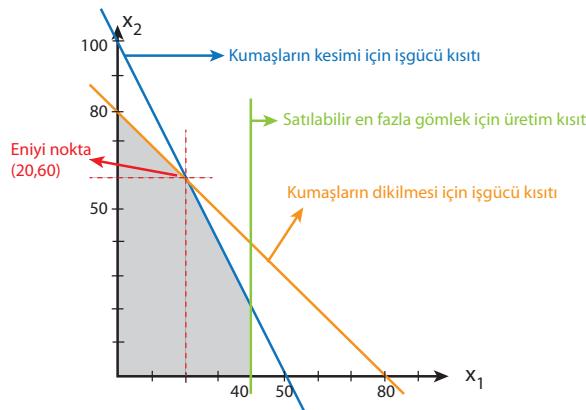
- a. =B5 * B10 - C5 * C10
- b. =B5 * C10 + C5 * B10
- c. =B5 * C5 - C10 * B10
- d. =B5 * C10 + C5 * B10
- e. =B5 * B10 + C5 * C10

- | | |
|-------|--|
| 1. c | Yanınız yanlış ise "Giriş" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 2. a | Yanınız yanlış ise "Giriş" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 3. b | Yanınız yanlış ise "Giriş" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 4. d | Yanınız yanlış ise "Giriş" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 5. e | Yanınız yanlış ise "İki Değişkenli Bir Modelin Kurulması ve Eniyilenmesi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 6. c | Yanınız yanlış ise "İki Değişkenli Bir Modelin Kurulması ve Eniyilenmesi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 7. a | Yanınız yanlış ise "İki Değişkenli Bir Modelin Kurulması ve Eniyilenmesi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 8. a | Yanınız yanlış ise "Çok Değişkenli Bir Modelin Kurulması ve Eniyilenmesi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 9. d | Yanınız yanlış ise "İki Değişkenli Bir Modelin Kurulması ve Eniyilenmesi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 10. e | Yanınız yanlış ise "İki Değişkenli Bir Modelin Kurulması ve Eniyilenmesi" konusunu yeniden gözden geçiriniz. |

Sıra Sizde Yanıt Anahtarları

Sıra Sizde 1

Eniyi noktası $(20,80)$ noktasıdır.



Sıra Sizde 2

Modele, enfazla 50 pantolon talebinin olacak şekilde bir kısıt ilave edildiğinde eniyi noktası $(25,50)$ değerini almaktadır. Bu durumda eniyi kâr değeri, ₺3.500 olacaktır.

İki Değişkenli Üretim Planlama Modeli			
Girdiler			
Gömlek		Pantolon	
Kumaşların kesimi için işgücü süresi	40	20	
Kumaşların dikilmesi için işgücü süresi	30	30	
Kumas malzemesi	€ 40	€ 35	
İşgücük maliyeti	€ 20	€ 15	
Satış fiyatları	€ 120	€ 90	
Kar değerleri	€ 80	€ 40	
Karar Değişkenleri			
Üretim miktarı	Gömlek	Pantolon	
Üretim miktarı	25	50	
Kullanılarak			
İşgücük Süre Kostları			
Kumaşların kesimi için kullanılabilecek işgücük süre toplamı	2000	4000	-2.000
Kumaşların dikilmesi için kullanılabilecek işgücük süre toplamı	2250	4500	-2.400
Örnek Miktan Kullanılarak			
Gömlek için üretim miktari	25	40	40
Pantolon için üretim miktari	50	50	50
Net Kar	Gömlek	Pantolon	Toplam
Net Kar	1500	2000	3500

Sıra Sizde 3

Çözücü Parametreleri iletişim kutusundaki üç algoritma veya çözme yöntemi yer almaktadır. Çözme yöntemlerine, *Çözücü Parametreleri*'nde yer alan *Çözüm Yöntemi* hücre penceresinden erişilmektedir. Çözüçüler, *Basit LP*, *Doğrusal Olmayan GRG* ve *Açılım*'dır. *Basit LP*, doğrusal problemlerin çözümünde; *Doğrusal Olmayan GRG*, doğrusal olmayan düzgün problemlerin çözümünde ve *Açılım*, her tür problemin çözümünde kullanılmaktadır.

Yararlanılan ve Başvurulabilcek Kaynaklar

- Albright, S. C., Winston, W. L. (2013). *Business Analytics: Data Analysis and Decision Making 5th Edition*. South-Western Cengage Learning. Amerika.
- Albright, S. C., Winston, W. L., Zappe, C. J. (2011). *Data Analysis and Decision Making 4th Edition*. South-Western Cengage Learning. Amerika.
- Fraser, C. (2013). *Business Statistics for competitive Advantage with Excel 2013: Basic, Model Building, Simulation and Cases*. Springer. Amerika.
- Guerrere, H. (2010). *Excel Data analysis: Modeling and Simulation*. Springer, Amerika.
- Hanna, M. M., Ahuja, R. K., Winston, W. L. (2004). *Developing Spreadsheet-Based Decision Support Systems*. Dynamic Ideas. Amerika.
- <http://m.kapanoglu.com/aof/ybs402u>
- Ragsdale, C. (2010). *Spreadsheet Modeling&Decision Analysis: A Practical Introduction to Management Science, 6th Edition*. South-Western Cengage Learning. Amerika.
- Turban, E., Aronson, J. E., Liang, T. P. (2004). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. Prentice Hall. Amerika.
- Winston, W. L., Albright, S. C. (2011). *Practical Management Science 4th Edition*. South-Western Cengage Learning. Amerika.

5

Amaçlarımız

- Bu üniteyi tamamladıktan sonra;
- 🕒 Optimizasyonla Karar Destek Sistemlerinin ilişkisini açıklayabilecek,
 - 🕒 Optimizasyon-Yönelimli Karar Destek Sistemlerinin karar analitiği için önemini açıklayabilecek,
 - 🕒 Excel'in optimizasyon-yönelimli karar destek sistemlerinin geliştirilmesine sunduğu katkıları listeleyebilecek,
 - 🕒 İşlemtablosu programlama ile optimizasyon-yönelimli bir KDS oluşturabilecek bilgi ve becerilere sahip olabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Optimizasyon (Eniyileme)
- Enküçükleme
- Enbüyükleme
- Karar Analitiği
- Sezgisel Yöntemler
- Tam Sayımlama
- Kısmi Sayımlama
- Çözüm-Oluşturan Sezgisel
- Yöntemler
- Çözücü (Solver) Makrosu
- Basit LP (Simplex LP)
- ActiveX Denetim Bileşenleri
- İşlemtablosu Programlama
- Alan Adlandırma
- Liste Kutusu (Listbox)
- Kullanıcı Formu (Userform)

İçindekiler

Karar Destek Sistemleri

Optimizasyon-Yönelimli Karar
Destek Sistemleri

- GİRİŞ
- OPTİMİZASYON VE OPTİMUM (ENİYİ) ÇÖZÜM
- KARAR ANALİTİĞİ
- OPTİMİZASYON-YÖNELİMLİ KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

Optimizasyon-Yönelimli Karar Destek Sistemleri

GİRİŞ

Optimizasyon-yönelimli karar destek sistemleri (OKDS), bir problemin farklı koşullar altında eniyi (optimal) çözümünü incelemek isteyen karar vericiler için yeri doldurulamayacak çok güçlü bir araçtır. Karar modellerinin temsil ettiği problemin parametrelerindeki değişikliklerin eniyi çözüme yansımalarını görmek, değişik modellerle probleme yaklaşmak, birden çok amaç olduğunda amaçlar arasındaki ödünləşmeler başta olmak üzere, problemi değişik bakış açılarından incelemek, özellikle can alıcı ve kritik problemler için her karar vericinin uygulamak isteyeceği çalışmalar arasındadır.

Bu ünitede optimizasyon ve eniyileme sözcükleri birbirlerinin yerine eşanlamlı olarak kullanılacaktır.



DİKKAT

Konunun daha iyi anlaşılmasına açısından bazı kavramların açıklanması uygun olacaktır.

Yapay Zekâ: İnsan zekâsı düzeyinde problem çözme yeteneğine sahip olan bilgisayarlı sistemlerin geliştirilmesi çabalarını karşılayan bir terimdir.

Yöneylem Araştırması: 1930'larda başlayan ve ikinci dünya savaşı yıllarında gelişen, İngilizlerin askeri projelerinde kullanılan disiplinlerarası bilimsel yaklaşımları ve ilkeleri içeren yaklaşımın disiplinidir. Savaş sonrası yöneylem araştırması, endüstri, işletmecilik, devlet ve askeri kurumlar gibi insan, makine, malzeme ve para içeren büyük sistemlerin yönetiminde karşılaşılan karmaşık problemlerin çözülmesinde bilimsel yöntemlerin uygulanması olarak tanımlanmıştır.

Yönetim Bilimi: Yöneylem araştırmasının bir başka adı olup, yönetsel problemlerin çözümünde bilimsel yöntemlerin uygulanması olarak ifade edilebilir.

Olurlu ve Olurlu Olmayan Çözümler: Problemin kısıtlarını sağlayan ve sağlamayan çözümler için kullanılır. Bir örnekle açıklamak gerekirse, sırt çantası (knapsack) probleminden yola çıkabiliriz. Sırt çantası probleminde, bir yatırımcının yapabileceği yatırım alternatiflerinden yatırım yapmak üzere yaptığı seçimlerin toplam yatırım değerinin yatırım bütçesini aşmaması gereklidir. Bu koşulu sağlayan çözümlere *olurlu çözüm* denir. Yapılan seçimlerin bütçeyi aşması halinde ilgili çözüm olurlu değildir.

Kırılgan ve Esnek Kısıtlar: Kırılgan kısıtlar (hard constraint) aşılmazı halinde olurlu olmayan çözümlere neden olurlar. Esnek kısıtlar (soft constraint) ise sağlanması arzu edilen ancak şart olmayan kısıtlardır.

Deterministik Arama: Aynı girdi değerleri ve başlangıç koşulları ile her zaman aynı çözümü döndüren arama yöntemleri ve algoritmalar için kullanılır.

Yerel ve Bütünsel Eniyi (Optimum): Yerel eniyi tüm komşu çözümlerinden daha iyi olan çözümlerdir. Bütünsel (global) eniyi ise çözüm uzayındaki tüm diğer çözümlerden daha iyi olan çözümlerdir.

Tam Sayımlama: Bir problemin çözüm uzayındaki tüm çözümlerin tek tek incelenerek eniyi çözümün bulunması sürecine verilen isimdir. Küçük problemler için uygun bir yaklaşım olabilir. Bazı tamsayılı ve kombinatoryal problemlerin çözüm uzayı üstel (exponential) olarak artmaktadır. Bu problemlerin tam sayımlama (complete enumeration veya exhaustive search) ile çözülmesi olanaksızdır. Örneğin, bir gezgin satıcı problemini ele alalım. Bir şehirden başlayan ve tüm şehirleri tam olarak bir kez ziyaret eden ve bunu en az mesafe kat ederek başarmak isteyen bir gezgin satıcının 81 ilimiz için 81 faktöriyel çözümü olacaktır. Tüm illerin doğrudan erişilebildiğini kabul edersek bu çözüm sayısı yaklaşık 6×10^{120} olarak karşımıza çıkar. Saniyede bir trilyon çözümün toplam mesafesini hesaplayan bir bilgisayarımız olsa, çözüm süresi 2×10^{101} yıl olacaktır. Yeryüzündeki toplam su miktarının 10^{20} litre olduğunu düşünerek çözüm süresinin ne anlama geldiğini daha iyi anlayabilirsiniz.

Kısmı Sayımlama: Tüm çözüm uzayını taramak zorunda kalmadan, yalnızca bir kısmını tarayarak çözüm bulan yaklaşımlardır. Bunların en bilineni dal-sınır (branch-and-bound) yöntemidir. Çözüm uzayını alt parçalara ayırip, elde edilen çözüm bilgilerinden yararlanarak bazı alt problemlerin incelenmesine gerek duymaz. En kötü durumda, performansı tam sayımlamaya eşittir.

Sezgisel Yöntemler (Heuristics): Tam sayımlama ve kısmi sayımlamanın kabul edilebilir bir süre içinde çözüm bulamadığı problemlere uygulanan ve eniyi çözümü bulamakla beraber yüksek-kalitede yani eniyiye yakınlığı tatmin edici düzeyde çözümler döndüren yaklaşımlardır. Gezgin satıcı problemi için kullanılan *en yakın komşu* sezgiseli eniyi çözüme ortalama performansta %85 oranında yakınsayan basit sezgisel yöntemlere örnek olarak verilebilir. Daha genel amaçlı olan ve farklı problemlerde kullanılabilme özelliğine sahip sezgisel yöntemler *meta-sezgisel yöntemler* olarak anılmaktadır. Bunların en önemlileri; Evrimsel Algoritmalar, Genetik Programlama, Tabu Arama, Taylama Benzetimi ve Karınca Kolonileri Optimizasyonudur.

Çözüm-Oluşturan Sezgisel Yöntemler (Constructive Heuristics): Her adımda çözümün bir parçasını yerleştiren ve bir seferde oluşturduğu çözüm, çözüm-oluşturan sezgisel yöntemin bulduğu tek çözümüdür. Yani çözümü iyileştirme aşaması yoktur, ancak çözüm oluşturulurken ortaya iyi bir çözüm çıkması gözetilir. Gezgin satıcı problemine uygulanan en yakın komşu sezgiseli çözüm-oluşturan bir sezgiseldir.

Çözüm-İyileştiren Sezgisel Yöntemler (Improvement Heuristics): Bir başlangıç olurdu çözümünden başlayan, her adımda daha iyi çözüme giden ve bu yönleriyle yerel arama sezgiseli olarak da adlandırılan yaklaşımlardır.

Optimizasyon-yönelimli karar destek sistemleri, problemin özelliklerine ve karar vericinin bekłentilerine uygun olan yöntem ve yaklaşımıları içermelidir. Yukarıdaki yöntemlerin her biri belirli koşullar altında önemli katkılar sağlayabilirler. Hangisinin kullanılacağı karar verici ve geliştiricinin birlikte değerlendirmeleri gereken önemli bir konudur. Bir karar probleminin farklı yöntemlerle çözümlerinin incelenmesi büyük, öлcekli ve meta-sezgisel yöntemlerle ele alınan problemler için ayrı bir önem taşımaktadır. Kararın verilmesi için uygun olan süre içinde karara yönelik bilgileri mümkünse optimum çözümlere, değilse optimuma yaklaştırın karar destek sistemleri karar vericiler için önemli katkılar sağlayacaktır.

OPTİMİZASYON VE OPTİMUM (ENİYİ) ÇÖZÜM

Optimizasyon, modelleme ve/veya çözüm algoritmalarının birlikte kullanımı ile gerçekleşir. İyi yapılandırılmış birçok problem optimizasyona uygun şekilde modellenip eniyi çözümlerinin bulunması sağlanabilir. Modelleme uzmanlık ve eğitimin yanı sıra problemin iyi bir analizine gereksinim duyar.

Optimizasyon, bir problem için belirlenmiş bir ya da bir kaç amaç doğrultusunda, erişilebilir çözümler arasında diğer hiç bir çözümden daha kötü olmayan çözüm veya çözümlerin belirlenmesi çabalarının bütününe kapsar. Yöneylem araştırması disiplini optimizasyonu daha sınırlı bir anlamda kullanmaktadır. Bu disiplinin genel kabul gören bakışlığında optimizasyon bulduğu çözümün eniyi çözüm olduğunu garanti eden yöntemlere yapılan özel bir adlandırmadır. Bazı gerçeklerin fark edilmesi optimizasyona daha geniş bir anlam ve misyon yüklemiştir. Gerçek-yaşam problemleri açısından, optimizasyona eniyi çözümü garanti eden yöntemler bağlamında bakıldığından dikkate değer sınırlamalar vardır. Bunlardan bazıları aşağıda ifade edilmiştir.

- i. Klasik optimizasyon matematiksel modellemeyi gerektirir ve modelleme zaman alıcıdır,
- ii. Modellerin güncel parametrelerle kullanılması zorunluluğu bazen aşılması güç bir engel olabilmektedir,
- iii. Bazı yerel eniyileme yöntemleri türevlenebilirlik ve dışbükey (convex) çözüm uzayına sahip olma gibi bazı koşulların yerine gelmesine ihtiyaç duymaktadırlar,
- iv. Karar problemlerinin önemli bir kısmı tamsayılı ve kombinatoriyal problemler olup, dışbükeylik ve türevlenebilirlik özelliklerinin sağladığı ayrıcalıklara sahip değildirler,
- v. Birden fazla çelişen amaç olduğunda, karar vericilerin doğrudan veya dolaylı etkileşimi optimizasyon için şarttır,
- vi. Bazen küçük, genellikle de orta veya büyük boyutlu problemleri kabul edilebilir zaman pencelerinde çözebilecek algoritmala sahip az sayıda problem vardır.

Bu sınırlamaların her birinde umut verici ve kullanımını yürekldiren gelişmeler de yok değildir. Bu gelişmelerin bazıları aşağıda ifade edilmiştir.

- i. Matematiksel modellerin otomatik olarak kurulabilmesi konusundaki gelişmeler,
- ii. İşletme analitiği, veri ambarı ve veri marketi yaklaşımlarının sunduğu betimsel ve kestirimci bilgilerden yararlanarak parametrelerin belirlenmesi konusundaki gelişmeler,
- iii. Türev ve dışbükeylik gerektirmeyen stokastik sezgisel yöntemlerin yaygınlaşması,
- iv. Tamsayılı ve kombinatoriyel problemlere özel modelleme ve çözümleme yaklaşımlarının ortaya çıkması,
- v. Optimizasyon-yönelimli karar destek sistemlerinin karşılıklı etkileşimi desteklemesi ile insan-deneymeminin çözüme katkısının önünün açılması,
- vi. Değişik boyutlardaki problemlerin stokastik sezgisel yöntemlerle çözülmesinde elde edilen başarılar.

Klasik yöneylem araştırması bakışının getirdiği sınırlamalar ve karar teknolojileri ve stokastik arama algoritmalarının kullanılabilirliği optimizasyona yeni ve daha geniş bir bakış açısı getirmiştir. Bu bakış açısıyla optimizasyon “bir problemi çözerken eniyi çözüme erişmeyi birincil hedef olarak gözetlen yöntem ve yaklaşımı kendine konu edinen bir disiplin” olarak tanımlanabilir. Nitekim stokastik ve metasezgisel arama yöntemleri ve algoritmaları başlığındaki çalışmaların pek çoğu yakınsanan çözümün bütünsel (global) eniyi çözüm olup olmadığını bilmeye rağmen sahip değiliz. Öte yandan amaçların

birden fazla olması halinde, çelişen amaçlar için tek tek elde edilen eniyi çözümler ancak karar verici dünyasına ışık tutan kıymetli bilgiler olarak karşımıza çıkmaktır; tek amaç fonksiyonlu sadık modellerde olduğu gibi, problemin uygulamaya dönük çözümünü içermemektedirler. Öte yandan eniyi çözümler, pareto-optimum (pareto-eniyi) çözümlerin oluşturulmasında önemli bir katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda, optimizasyonun, eniyi çözümü garanti eden yöntemleri aramaktan vazgeçmeyen, ancak yanı sıra eniyi çözümü bulmak üzere yola çıkan, tasarım ve geliştirme aşamalarında eniyi çözüme erişmeyi veya yaklaşmayı öncül özellik olarak gözetlen tüm hesaplama, algoritma, modelleme, matematisel programlama ve bilgisayar programlama yaklaşımlarını kapsayan bir disiplin olarak yoluna devam ettiğini söylemek doğru olacaktır.

Optimizasyon yöntemleri, karar verici açısından bakıldığından eniyi-garanti-eden yöntemler ve eniyi-arayan yöntemler olarak ikiye ayrılabilir. Yaşam ölçüğündeki problemlerin çok azında eniyi-garanti-eden yöntemlerin kullanılabilirliği bilinmektedir. Orta ve büyük ölçekli problemlerde stokastik arama veya metasezgisel yöntemlere başvurmak kaçınılmaz görünmektedir. Bu durumda, söz konusu yöntemlerin kullanımına yönelik uzmanlık da elde edilecek sonuca yansımaktadır. Karar vericiler, gerçek eniyinin ne olduğunu bilmenden karara varmak durumunda kalmaktadırlar. Birden fazla stokastik veya metasezgisel yöntemle aynı probleme yaklaşmak, mevcut karar problemi hakkında karar vericilere farklı bir ışık tutmaktadır.

Optimizasyon yaklaşımını değerlendirdirken karar vericinin yapacağı sorgulamaların başında kullanılması düşünülen yöntemin eniyi çözümü garanti edip etmeyeceği değil, ayrılan süre içinde erişilecek çözümün eniyi çözüme ne kadar yakınsamış olacağı gelmektedir. Yapılan araştırmalar, yöneticilerin vaktinde karar veremedikleri için birçok fırsatı kaçırdığını göstermektedir.

Optimizasyon-yönelimli karar destek sistemlerine gereksinim olduğunun en önemli göstergeleri problem karmaşıklığının boyutları olan karar değişkeni veya alternatif çözüm sayısı, amaç sayısı ve yapısal veya parametrik belirsizliklerdir. Tablo 5.1 karar vericiler için optimizasyon-yönelimli bir KDS'ye ihtiyaç duyulan durumları göstermektedir. Hiçbir belirsizlik içermeyen problemler *belirgin (deterministik) problemler* olarak tanımlanmaktadır. Bu tür problemlerin bazlarında karar verici yargısı gerekmeyecektir. *Stokastik problem*, en az bir parametresinin kesin olarak bilinmemeyip bir olasılık dağılımı ile bilinen problemlerdir. *Bulanık problemler* ise parametrik değerleri hakkında olasılık (probability) kuramından değil, olabilirlik (possibility) kuramından yararlanılan problemlerdir. Bulanık (fuzzy) problemlerde gündelik dildeki ifadeler de modellemeye katılarak sadece niceliksel değil, niteliksel faktörlerin de göz önüne alınması mümkün olabilmektedir. Örneğin; <Uzun boylu işçilerin ambarda görevlendirilmesi>, <Dikkat isteyen işlerin mutlu işçilere atanması> gibi niteliksel ifadeler optimizasyona yansıtılabilmektedir.

Tablo 5.1
Karmaşıklığın
boyutlarına bağlı olarak
KDS gereksinimi

Amaç Sayısı	Tek	Değişken sayısı		KDS
		Az	Çok	
Amaç Sayısı	Tek	Belirgin	Optimizasyon	KDS
		Stokastik	KDS	KDS
		Bulanık	KDS	KDS
	Çok	Belirgin	KDS	KDS
		Stokastik	KDS	KDS
		Bulanık	KDS	KDS

Bir işletmenin OKDS'den etkili bir şekilde yararlanabileceği bazı durumlar şunlardır:

1. İşletmelerin kurumsal amaçları konusunda farklı departmanların anlayışlarının farklı olması ve bu farklı amaçlar açısından problemin analizine ve çözümün duyarlılığına ihtiyaç duyulması,
2. Karar vericilerin öncelik ve tercihlerinin zamanla değişmesi,
3. Rekabet karşısında işletmenin stratejik yöneliklerindeki değişim kararlara yansıtılması,
4. Modele yansıtan gerçeklerin niceliksel olması; niteliksel gerçeklerin modellerde yer almaması veya son derece sınırlı yer bulması,
5. Çözümlerin farklı varsayımlar altında duyarlılıklarının incelenmesi,
6. Bazı bilgi ve parametrelerdeki belirsizliğin içeriği riskin analizi,
7. Karar vericilerin kendi kararlarının geçerliliğini ve uygunluğunu görme arzusu,
8. Kontrol dışı etmenlerin veya rakiplerin olası hamlelerine karşı alternatif planların oluşturulması.

Optimizasyonun kullanımını sınırlayan koşul ve güçlüklerden üç tanesini yazınız.



SIRA SİZDE

KARAR ANALİTİĞİ

Karar analitiği, işletme analitiğinin en üst basamağında yer alır (Şekil 5.1). Bunun üç yönlü anlamı vardır.

1. *Rekabet gücüne katkısı*: Buna ilki yarattığı rekabet avantajı açısından ürettiği bilgilerin diğer analizlerden daha etkili olmasıdır. Bir kararın farklı senaryolara göre sonucunun hangi koşullar altında eniyi çözüme göre nerede konumlandığını görmek, modele yansıtanmayan diğer faktörler yönyle de değerlendirme yapabilmek, karar kalitesi ve işletmecilik yeteneğine son derece olumlu yansımaktadır.
2. *Karar problemlerinin karmaşıklığı*: Karar analitiğinin en üst basamakta yer almasının bir diğer anlamı aslında bu tür analizlerin karmaşıklığıyla da yakından ilgilidir. Otomasyona uygun olmayan, karar vericinin yakın etkileşimi gerektiren analizler bu düzeyde yoğunlaşmıştır. Çözümlenmesi güç bazen imkânsız problemlerin sezgiler veya sezgisel yöntemlerle ele alınmasını da gerektiren problemler karar analitiğinin konusunu oluşturmaktadır.
3. *Betimsel ve kestirimci analitiğin katkıları*: Karar analitiğinin matematiksel ve benzetim modelleri, sezgisel yöntemler ve algoritmaları ancak kullandıkları veri, bilgi ve parametrelerin hassasiyeti, doğruluğu ve tamlığı oranında etkili olabilir. Betimsel analitik, işletme veritabanlarından yararlanarak söz konusu veri, bilgi ve parametreleri tedarik etmektedir. Bazı modeller ise tahmin ve kestirim değerlerinden yararlanmaktadır. Kestirimci analitik bu noktada karar analitiğinin gereksinim duyduğu parametrelere ilişkin kestirim değerlerini (beklenen talep, olasılık dağılımı vb.) sunarak sürece katkı sağlar. Karar analitiğinin başarısı betimsel ve kestirimci analitikte gelinen düzeye yakından ilgilidir.

Karar analitiği, işletme analitiğinin en güçlü düzeyidir.

Sekil 5.1

Karar analitiğinin işletme analitiği içindeki yeri	Bulanık Optimizasyon Stokastik Optimizasyon Optimizasyon Kestirimci Modelleme Simülasyon Tahminleme Uyarılar	Belirsizliğin etkilerini göztererek en iyi sonuca nasıl ulaşabiliyoruz? Değişkenliğin etkilerini göztererek en iyi sonuca nasıl ulaşabiliyoruz? En iyi sonuca nasıl ulaşabiliyoruz? ... durumunda sonra ne olacak? Eğer bu eğilimler devam ederse?olsa ne olur? Hangi eylemler gereklidir?	Karar Analitiği
Kaynak: Davenport ve Harris, 2007'den yararlanılmıştır.	Öztenet detaya tarama/ sorgulama Anlık raporlama Standart raporlama	Sorun tam olarak ne? Ne kadar, ne sıklıkta, nerede? Ne oldu?	Kestirimci Analitik Betimsel Analitik
Rekabet Avantajı	Karmaşıklık Derecesi		

Karar analitiğinin en üst düzeyde prestijli konumu, yanında aşılması gereken güçlükleri de beraberinde getirmektedir. Karar analitiğinin gerçekleşmesi ancak aşağıdaki güçlüklerin aşılmasıyla mümkün olabilir:

1. Optimizasyon problemlerinin modellenmesinde karşılaşılan güçlükler,
2. Modellerin çözülmesinde karşılaşılan güçlükler,
3. Model için gerekli verilerin bulunması ve modelle ilişkilendirilmesinde karşılaşılan güçlükler,
4. Modellerin manipülasyonunun analitik bir çevikliği olmaması,
5. Karar vericiyi analitikle buluşturacak etkili sistemlerin yokluğu.

Bu güçlüklerin aşılmasında bilinen en etkili yol optimizasyon-yönelimli bir karar destek sisteminin kullanılmasıdır. İşlemtabloları yukarıda belirtilen güçlüklerden (1), (2) ve (4)'ncü maddelerdeki güçlükler için model yönetimi özellikleriyle, (3) için veri yönetimi özellikleriyle ve (5) için ise diyalog yönetimi özellikleriyle her düzeydeki yöneticinin kolaylıkla yararlanabileceği olanaklar sunmaktadır. Kişisel OKDS geliştirme açısından işlemtabloları çok kullanışlı bir ortam sunmaktadır. Bu üniteyi tamamladığınızda kendi OKDS'nizi de geliştirebilir olacaksınız.

SIRA SİZDE



Karar analitiğinin işletme analitiğinin en üst düzeyini temsil etmesini açıklayınız.

OPTİMİZASYON-YÖNELİMLİ KARAR DESTEK SİSTEMİNİN TASARIMI VE GELİŞTİRİLMESİ

Bir OKDS'nin tasarımı, ele alınan problemin incelenmesi, modelinin kurulması, model parametrelerinin düzenlenmesi, modelle buluşturulması, modelin ve parametrelerinin güncellenmesi, modelin çözülmesi, çözümün karar vericiye sunulması, karar vericinin farklı model ve çözüçülerle çalışabilmesi gibi bir dizi sorunun yanıtının verilmesini gerektirir. Bu soruların yanları OKDS geliştirirken kullanılan ortamın özellikleriyle birlikte de düşünülmeliidir. Ortamın sunduğu üstünlükler tasarıma olumlu yansıyacağı gibi, sınırlamaları da yine bu aşamada göz önüne alınmış olmalıdır.

Matematiksel modellerin geliştirilmesine olan yatkınlığı, modellerin çözümünü destekleyen Çözücü (Solver) eklentisi, Çözücü'nün sunduğu doğrusal modellere yönelik

Simpleks algoritması, doğrusal olmayan programlar için sunduğu General Reduced Gradient algoritması ve hemen her tür model için kullanılabilecek olan evrimsel algoritma desteği, makrolarla hızlandırılmış bir Visual Basic for Applications nesne tabanlı programlama desteği, ActiveX denetim araçlarının sunduğu arayüz bileşenleri model yönetimi aracı olarak Excel VBA'nın sunduğu olanakların ilk akla gelenleridir. İşlemtablolarının esasen veri yönetimi için tasarlandığı da düşünüldüğünde, modele gerekli bilgilerin temini ve hesaplanmasında Excel VBA'nın sunacağı olanaklar birçok karar verici ve kullanıcının beklediğinin çok çok üzerindedir.

Bu üitedeki Excel çalışma kitaplarını incelemek için karekod ile erişilen web adresinden yararlanınız.

Excel VBA'nın olanaklarından yararlanarak bir mobilya atölyesinin ürün karması problemini ele alıp kullanıcı dostu bir OKDS geliştireceğiz. Atölye, tüm ürünlerden belirli miktarları aşmamak koşulu ile bir ürünün üretimini gerçekleştirmektedir. Bazı ürünler bir arada üretime alındığında günlük işgücü ve malzeme kaynakları kısıtlarına bağlı olarak daha karlı bir üretim ve daha doğru bir ürün karması yakalanabilmektedir. Problemin verileri, Tablo 5.2'de tutulduğu çalışma sayfasının görüntüsü olarak verilmiştir.

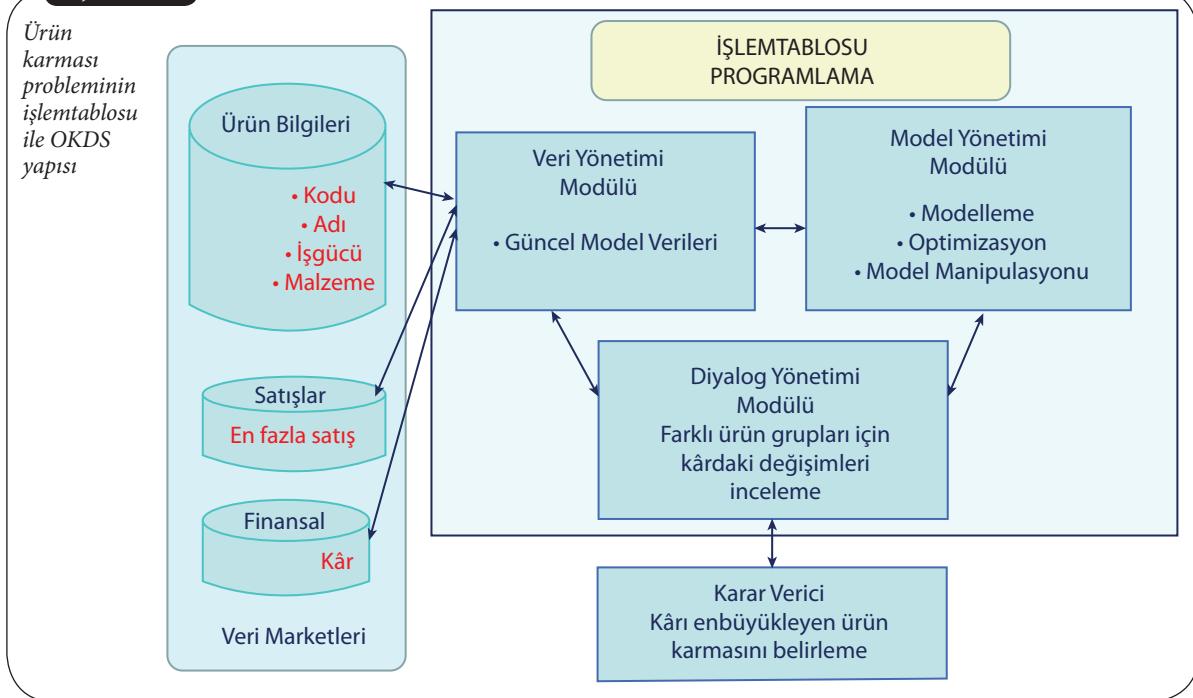


Tablo 5.2
Ürün bilgileri çalışma sayfasının içeriği

Kod	Ad	Emek	Malzeme	Kâr	MakSatis
A1234	Mahmudiye Yemek Masası	35	15	120	8
C2424	Sivrihisar Kahve Sehpası	20	25	50	10
B1513	Sivrihisar Sallanan Sandalye	25	25	90	5
D5555	Mahmudiye Yatak Odası	65	30	125	10
A3335	Montenegro Yemek Odası	140	30	600	5
B4141	Montenegro Çalışma Masası	110	35	385	8
B3535	Çifteler Çalışma Masası	22	40	80	7
A1372	Çifteler Yemek Masası	25	40	95	7
B1515	Hamitbey Çalışma Masası	75	90	175	6
C5333	Hamitbey Kahve Sehpası	35	95	100	10
D1317	Kerasus Yatak Odası	105	110	290	5
A2531	Kerasus Yemek Odası	120	120	415	5

Günlük işgücü saati toplamı 750 saatdir. Ürün karmasına o gün üretmek üzere alınan ürünlerin üretim miktarı ile her birinin bir birimine harcanacak saatlerin çarpımı günlük işgücü saatini aşamaz. Öte yandan günlük malzeme miktarı 600 birimdir. Bir ürün karmasının toplam malzeme gereksinimi o günkü malzeme miktarını aşamaz. Yanı sıra hiçbir ürün o gün için belirlenmiş maksimum satış miktarından fazla üretilemez. Bir doğrusal karar modelinden yararlanarak kârı enbüyükleyen ürün karmasının belirlenmesi istenmektedir. Ancak karar verici bazı ürünlerin birlikte üretilmesini istememektedir. Bu bilgi örtük bilgi olup, karar vericinin uzmanlık alanı dahilindedir. Bu yüzden karar vericinin ürünlerden uygun olduğunu düşündüklerini seçip yaptığı seçimle oluşan ürün karmasının yarattığı kârı görmesi sağlanacaktır. Bu isteğe uygun olarak Excel VBA tabanlı bir OKDS geliştirilmesi istenmektedir. Öngörülen OKDS'nın tasarım mimarisi Şekil 5.2'de verilmiştir.

Şekil 5.2



Karar Modelinin Kurulması ve Çözümü

Problemin karar değişkenleri her bir üründen üretilecek miktarlardır. Kısıtları ise bir adet *Emek* (veya işgücü) kısıtı, *Malzeme* adet kısıtı ve her bir ürün için maksimum satış miktarı olmak üzere oniki adet (*Satis*) kısıtıdır. Amaç fonksiyonu ise her birinin birim kârları ile üretim miktarlarının çarpımından oluşacaktır. Karar vericinin model için seçeceği ürünlerin sayısı değişiminden yapılmasına gerek, ürün bilgileri için sayfada açık uçlu bir alan ayrılmıştır. Bu açıklamalar ışığında kurulan doğrusal modelin *Model* isimli çalışma sayfasındaki görüntüsü Şekil 5.3'te verilmiştir. A sütunu daha sonra oluşturacağımız menü düğmeleri için boş bırakılmıştır. Şekil 5.3'teki çalışma sayfasında ürün bilgileri *Ürünler* sayfasından *Model* sayfasına kopyalanırken Özel Yapıştır seçeneğinden *İşlemi tersine çevir* (Transpose) seçeneği kullanılmıştır. Bu model üzerindeki tüm işlemlerimizi açık alan adresleri ile değil, bu alanların anlaşılır mutlak adreslenmiş biçimleriyle çalışarak yapacağız. Bu yüzden Şekil 5.3'te gördüğünüz sayfadaki tüm formüller ve formüllere girecek alanlar adlandırılmuş alanlarla çalışmaktadır. Bu sayfada şu anda tanımlanmış ancak daha sonra eklenecek veya silinecek ürünlere göre değiştirilecek alan adları ve adresleri şunlardır: *Kod: C5:G5; Ad: C6:G6; Emek: C7:G7; Malzeme: C8:G8; Kar: C9:G9; MakSatis: C10:G10; Miktar: C11:G11*. Buna karşın sayfada değiştirilmeden kullanılacak alan adları ve karşılıkları şunlardır: *Toplam_Kar: C12; Toplam_Emek: C13; Toplam_Malzeme: C14; Mevcut_Emek_Saati: E13; Mevcut_Malzeme: E14*. Bu sayfada üç formül yer almaktadır, bunlar kısıtların sol taraflarını temsil etmektedirler. Bu hücreler ve içerikleri şunlardır:

- Toplam_Kar: =TOPLA.ÇARPIM(Miktar, Kar),
 - Toplam_Emek: =TOPLA.ÇARPIM(Miktar, Emek),
 - Toplam_Malzeme: =TOPLA.CARPIM(Miktar, Malzeme).

Genelde modelle birlikte olması istenmemekle beraber eğitimin amacı doğrultusunda iki parametre sayfa üzerinde kullanılmıştır. Bunlar *Mevcut_Emek_Saatı* ve *Mevcut_Malzeme* bilgileridir. Bunların da kendi veri sayfalarında bulunması ve bir linkle *Model* sayfasına alınması tercih edilmelidir.

Şekil 5.3

Ürün karmaşı modelinin Model isimli çalışma sayfasındaki görünümü

TOPLAÇARİSİMLİ İBBİ					
A	B	C	D	E	F
Kod	A1234	C2424	B1513	D5555	A3335
Ad	Mahmudiye Sivrihisar Kah	Sivrihisar Sultanan Mahmudiye Montenegro Yemek Odası			
Emek	35	20	25	65	140
Malzeme	15	25	25	30	30
Kar	120	50	90	125	600
MakSatis	8	10	5	10	5
Miktar					
Toplam_Kar	0				
Toplam_Emek	0 <=				750 Mevcut_Emek_Saatı
Toplam_Malzeme	0 <=				600 Mevcut_Malzeme
Mevcut_Emek_Saatı					
Mevcut_Malzeme					

Model bu haliyle Çözücü'de çözülebilecek yapıya sahiptir. Bundan emin olmak için karar değişkenlerinin değerleri için ayrılan *Miktar* alanındaki hücrelere bazı değerler girip test ediniz. Yaptığınız değer girişi formül içeren hücreler tarafından fark edilmeyerek değişimelidir. Aksi halde formüllerinizi kontrol ediniz.

Mevcut ürünlerle modelin eniyi çözümünü bulmak için Şekil 5.4'te yer alan Çözücü menüsünden *Çözme yönteminin BasitLP'ye* dikkat ediniz. Bu daha sonra oluşturacağımız kodlama için önemlidir.

BasitLP'nin orijinal karşılığı Simplex LP olup **Simpleks Algoritması** denen ve doğrusal programlama problemlerini çözmekte kullanılan çok yaygın bir algoritmadir. Simplex terimi matematiksel bir ifade olup, İngilizce'de basit anlamına gelen simple ifadesiyle anlam yönünden bir ilgisi yoktur.

Çözücü menüsünde **Çözme yönteminin BasitLP'ye** dikkat ediniz.



Şekil 5.4

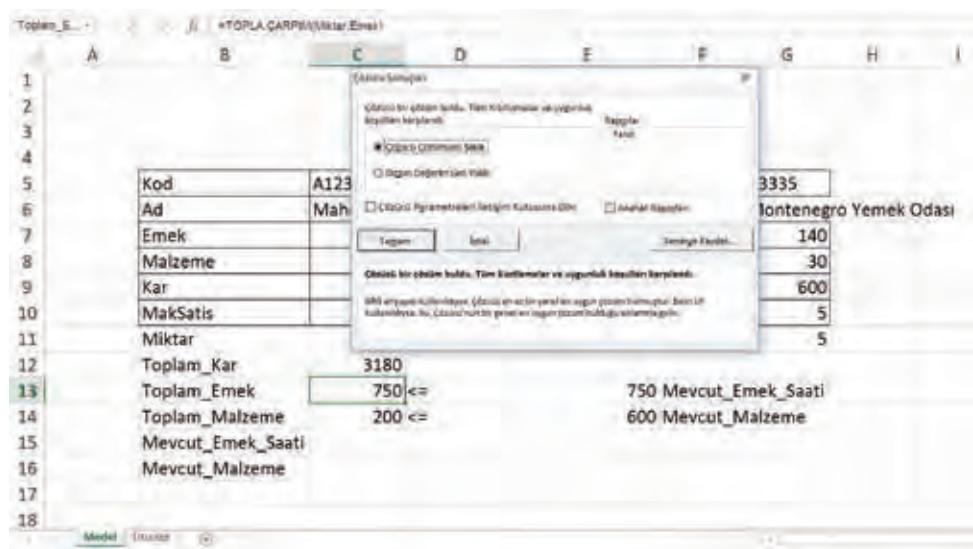
Çözücü ekranının düzenlenmesi



Şekil 5.4'te verilen menüde ayarlamalar tamamlandıktan sonra *Çöz* isimli düğmeye basılırsa **Simpleks Algoritması** başlatılmış olur. Eğer herhangi bir yazım hatası yok ise durma koşullarından biri eniyi çözümün bulunmasıdır. Diğer ikisi *Olurlu Olmayan Çözüm* (Infeasible Solution) ve *Sinirsız Çözüm* (Unbounded Solution)'dır. Çözüm sonrası ekran görüntüsü Şekil 5.5'te verilmiştir.

Sekil 5.5

Çözücüünün tüm kısıtları ve uygunluk koşullarını sağladığını gösteren Aç-Seç menüsü



Şekil 5.5'te işçilik saatlerinin belirleyici bir kısıt olduğu, malzeme yönlü bir sıkıntı olmadığı görülmektedir. Elde edilen $\text{Toplam_Kar} = 3180$ birimdir. Üretim miktarları ise Montenegro Yemek Odası 5 adet ve Sivrihisar Sallanan Sandalye 2 adettir.

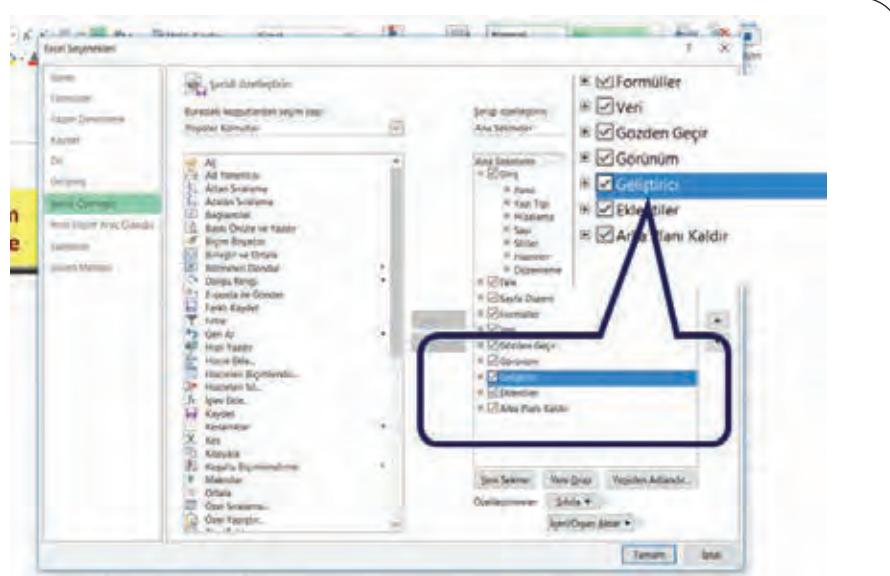
Karar Modelinin Çözümünün Programlanması: Çözücü Makrosu Oluşturma

Bu aşamaya kadar yaptıklarımızın benzerlerini daha önce yapmış olmalısınız. Model sayfasındaki ürünlerin her değişiminde Çözücü ekranlarından kurtulmak için *Modeli* çözmek için yaptığımız işlemleri bir *Makro* içine kaydedeceğiz. Böylece yeni bir çözüme gereksinim duyulduğunda makroyu çalıştırırmız yeterli olacaktır.

Makro kaydetme ve VBA editörüne ilişkin programlama bileşenleri Excel şeridinin Geliştirici (Developer) sekmesinde yer alırlar. Eğer böyle bir sekme kullandığınız Excel'de yer almıyorsa bunu *Excel Seçenekleri*'nin içindeki *Şeridi Özelleştir* bileşeninden yapabilirsiniz (Şekil 5.6).

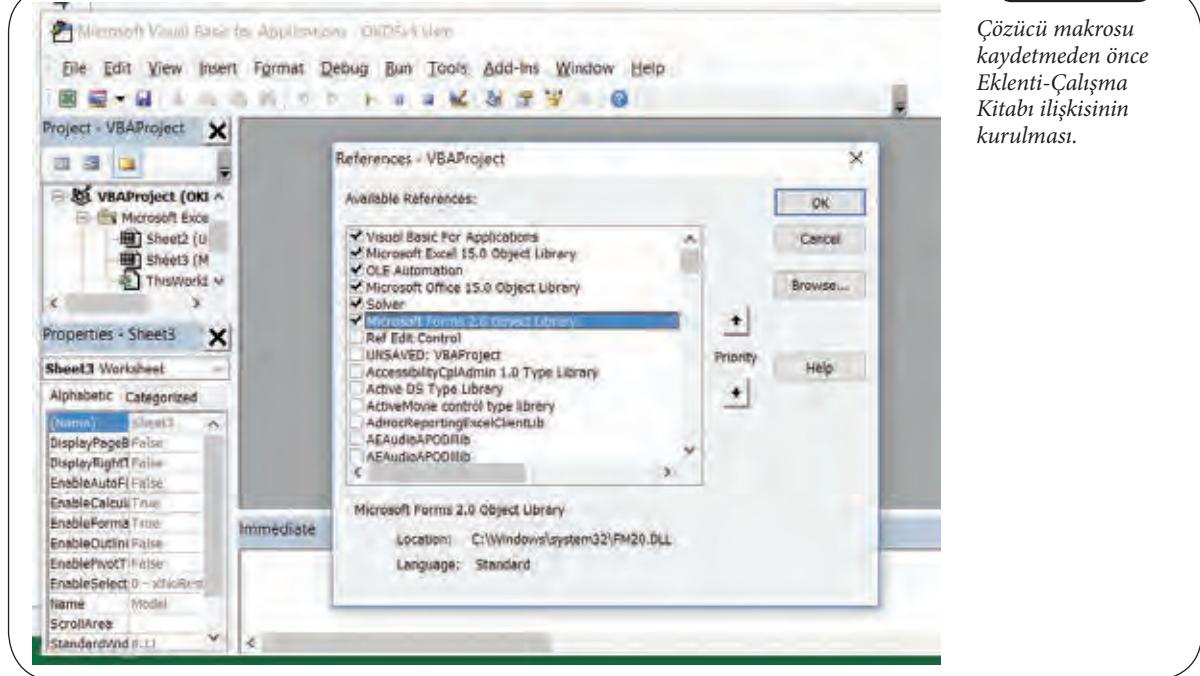
Sekil 5.6

Excel şeridine Geliştirici (Developer) sekmesinin görünür hale getirilmesi



Bir Çözücü makrosu kaydetmeden önce, VBA editöründe Tools (Araçlar) ve References (Başvurular) seçenekinden açılan listede Çözücüyü (Solver) görmeli ve işaretli değilse aktif hale getirmek için işaret kutusunu kullanmalısınız (Şekil 5.6). Eğer bunu yapmazsanız makronuz kaydedildiğinde çalıştırmanız halinde Sub Function tanımsızdır uyarısı alacaksınız.

Şekil 5.7

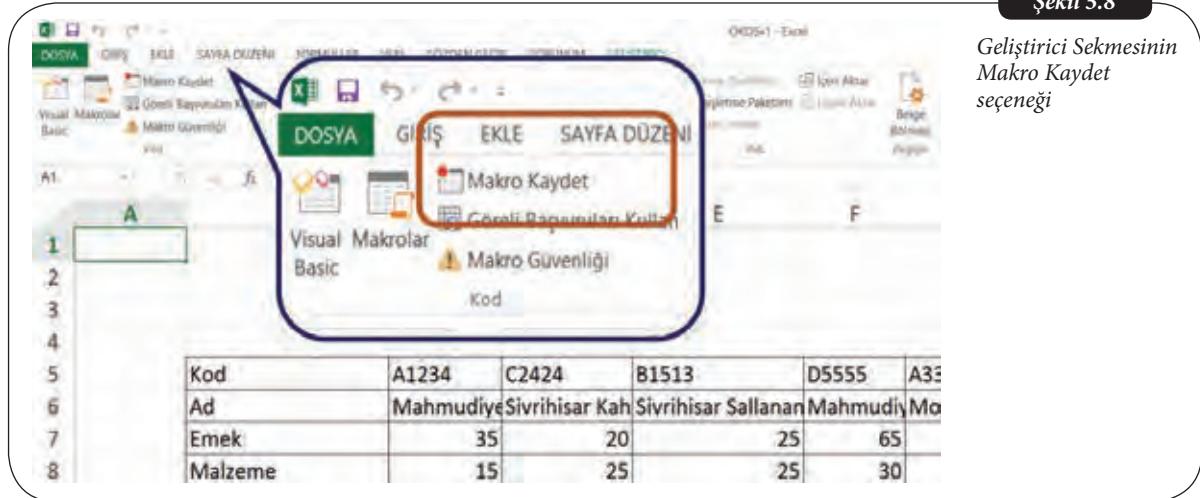


VB editöründen Tools → References → Solver (Çözücü) işaretlemesini yaptıysanız bir Çözücü makrosu kaydedip kullanmaya hazırlısınız demektir. Bir Çözücü makrosu kaydetmek, Çözücü ile modelin eniyi çözümünü bulmak için izlediğiniz adımları makronun kaydı anında tekrarlamanızdan ibarettir.

Makrolar ve VBA ile programlama içeren bir KDS geliştirecekseniz Türkçe'ye özgü ş, ç, ğ gibi karakterlerden kaçınınız. Excel üzerinde mükemmel çalışan bu tür Türkçe karakterler VBA içinde aynı şekilde yorumlanmayıpabilir. Microsoft Excel 2013 VBA Editör'ün menü dili İngilizcedir.



Şekil 5.8

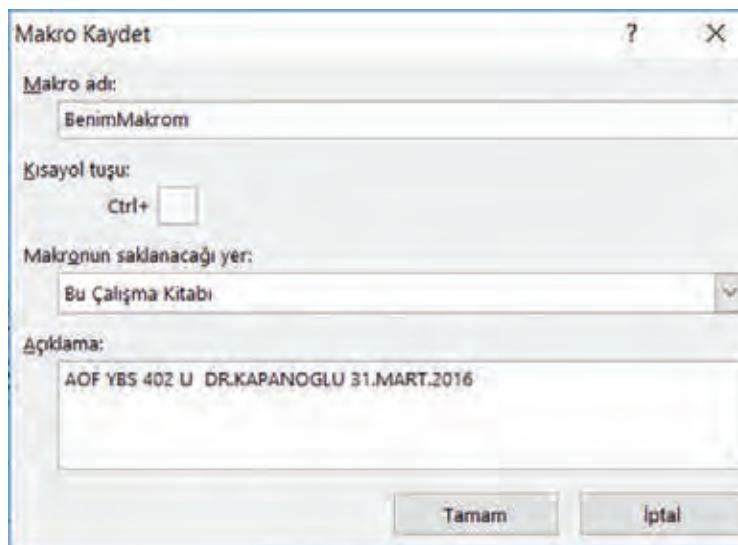


Çözücü Makrosunun Kaydedilmesi

Model sayfasının üzerinde iken *Geliştirici* sekmesinin *Kod* seçenekler grubunda bulunan *Makro Kaydet* düğmesine tıklayınız (Şekil 5.8). Bu sizi Şekil 5.9'da görünen ekrandaki *Aç-Doldur* menüsüne yönlendirecektir. Burada makronuza bir isim vermelisiniz. Makronun işlevi ile uyumlu bir isim olmalıdır. Burada *BenimMakrom* ismini kullanalım. Dilerseniz kısayol tuşları da kullanabilirsiniz ancak makro konusunda bir düzeye gelmeden kısayol tuşları kullanımı tercih edilmelidir. Aynı kısayol tuşları başka sistem kısayol tuşları ile karışabilir. Makronun saklanacağı yer konusunda *Bu Çalışma Kitabı* seçeneği ile çalışmanız önerilir. Şekil 5.9'da göreceğiniz *Tamam* düğmesi ile Excel üzerinde yaptığınız işlemler makro kaydına girecektir. Bu yüzden makro kaydı esnasında neler yapacağınızı önceden prova etmeniz uygun olacaktır. Bu modelin eniyi çözümünü ararken uyguladığımız adımları aynen uygulamamız gerekiyor. Eğer makro anında *Çözücüünün Aç-Doldur* ekranında bazı ifadeler yer alıysa bunlar *Çözücüde* daha önce çözüdüğünüz bir probleme aittir. O anki probleme ait olsalar dahi bunları var kabul etmeyiniz, *Tümünü Sıfırla* ile menüyü boşaltın ve işlemlere öyle devam ediniz. Makro kaydet anında *Tümünü Sıfırla* işlemini yapmanız da kaydedilen ve kodlanan işlemler arasına girecektir. Bu istediğimiz bir şeydir. İstemediğimiz halde makro kaydına giren kodları kayıt bittikten sonra temizleme ve ayıklama olanağımız saklıdır, bunu dilediğimiz zaman yapabiliriz. Çözücü işlemini bitirdiğinde *Makro Kaydet* düğmesini kullanarak kayttan çıkışınız. Şu anda göremeseniz bile bir makronuz olduğunu bilmelisiniz. Makronuzu görmek için *VB Editörüne* geçmelisiniz. *VB Editörüne* gitmek için *Geliştirici* sekmesinden *Visual Basic* düğmesini veya *Alt+F11* tuşlarını kullanınız. Açıığınızda standart olarak görünen *Project Explorer* (Proje Gezgini) penceresinden hem çalışma sayfanızı hem makrolarınızın yer aldığı modül veya modüllerinizi görebilirsiniz.

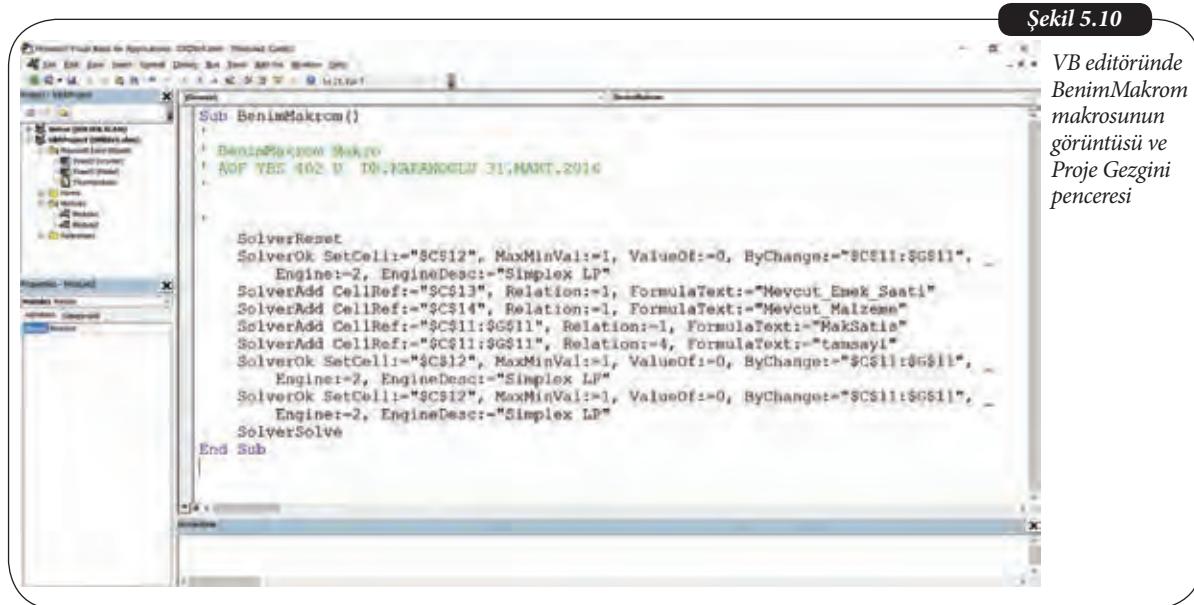
Şekil 5.9

Makro Kaydet Açı-Doldur menüsü



Makronuz bu modüllerden birinin içindedir. İlk defa kullanıyorsanız zaten sadece bir adet modül göreceksiniz. Bu size Şekil 5.10'daki kodu da görüntüleyecektir.

Şekil 5.10



VB editöründe
BenimMakrom
makrosunun
görüntüsü ve
Proje Gezgini
penceresi

Bu kodu yakından inceleyelim:

1. Sub BenimMakrom()
2. BenimMakrom Makro
3. 'AOF YBS 402 U DR.KAPANOGLU 31.MART.2016
4. SolverReset
5. SolverOk SetCell:="\$C\$12", MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, ByChange:="\$C\$11:\$G\$11", _
Engine:=2, EngineDesc:="Simplex LP"
6. SolverAdd CellRef:="\$C\$13", Relation:=1, FormulaText:="Mevcut_Emek_Saati"
7. SolverAdd CellRef:="\$C\$14", Relation:=1, FormulaText:="Mevcut_Malzeme"
8. SolverAdd CellRef:="\$C\$11:\$G\$11", Relation:=1, FormulaText:="MakSatis"
9. SolverAdd CellRef:="\$C\$11:\$G\$11", Relation:=4, FormulaText:="tamsayi"
10. SolverOk SetCell:="\$C\$12", MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, ByChange:="\$C\$11:\$G\$11", _
Engine:=2, EngineDesc:="Simplex LP"
11. SolverOk SetCell:="\$C\$12", MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, ByChange:="\$C\$11:\$G\$11", _
Engine:=2, EngineDesc:="Simplex LP"
12. SolverSolve
13. End Sub

Kod satırı 1, 2, 3 makro kaydetmenin standart satırlarıdır. Kod satırı 4 ise Çözücü Açı-Doldur menüsündeki Tümünü Sıfırla düğmesini kullanmanızın karşılığıdır. Karşılıklı etkileşimli olarak yaptığınız model çözme işlemlerinizin birbirini etkilemesini engeller.

Kod satırı 5 Çözücü'nün Açı-Doldur menüsündeki bilgilerden bir kısmını içermektedir. Bu satırı söyle okumalıyız: C12 hücrende amaç fonksiyonunun formülü yer almaktadır. Amaç fonksiyonu MaxMinVal=1 dizisinin ilk bileşeni olan enbüyükleme (maximization) yapılmıştır. Sabit değer aranmadığı için ValueOf parametresi 0'dır. Değişken hücreler C11:G11 aralığındaki hücrelerdir. Çözücü türü olarak açılır listede ikinci sıradaki bileşen olan Engine:=2 tercih edilmiştir. Bu çözüm türü Simpleks Algoritmasını kullandığı için tanımı EngineDesc:="Simplex LP" olarak verilmiştir.

Kod satırı 5'in mevcut halinde bazı değişiklikler yapmamız gerekiyor. C12 hücresinin adını Toplam_Kar olarak tanımlamıştık. Bu adı yerine koymayı tercih edeceğiz. Değişken hücrelerin adresini içeren ByChange parametresinin yanına Miktar yazalım.

Kod satırı 6 işgücü kısıtını ifade etmektedir. “\$C\$13”, kısıtın sol tarafının formülünün hücre adresidir. Bunu da adı olan *Toplam_Emek* ile değiştirelim. Relation:=1 açılır kısıt türleri listesinin birinci bileşeni olan (\leq) yani küçük eşittir türü bir kısıt ilişkisine sahip olduğunu göstermektedir. FormulaText:="Mevcut_Emek_Saatı" ise kısıtın sağ tarafını ifade etmektedir. Benzer açıklama Kod satırı 7, 8 ve 9 için de geçerlidir. Ancak kod satırı 8 ve 9'da açık alan adresi yerine değişken hücrelerin adı olan *Miktar* kullanımı uygun olacaktır. Kod satırı 9 diğerlerinden farklı olarak 4'ncü kısıt türü olan değişkenlerin yalnızca tamsayı değer olmasını sağlayan bir kısıt olduğunu göstermektedir.

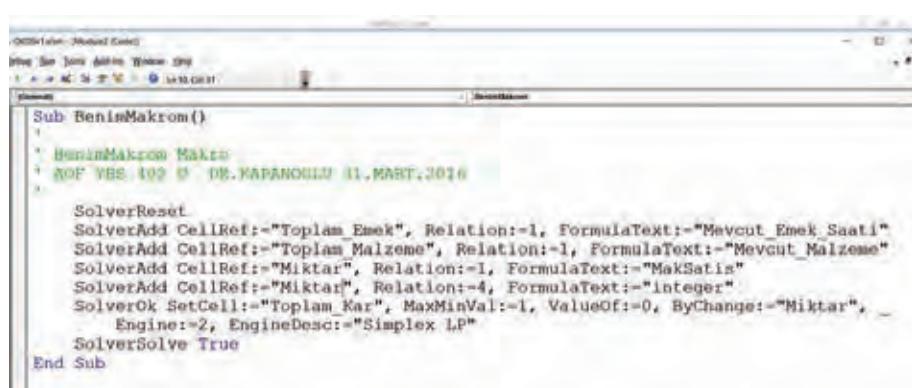
Kod satırları 5, 10 ve 11 birebir aynıdır. Bu, makronun yapılan işlemlerin ve atılan adımların ne zaman anlamlı, ne zaman anlamsız olduğunu anlamamasındandır. Bunlardan yalnızca biri bırakılmalı, diğer ikisi silinmelidir. Silinmemeleri herhangi bir problem yaratmaz ancak kodun okunurluğunu olumsuz etkileyecektir.

Kod satırı 12 Çözüğünün *Aç-Doldur* menüsündeki *Çöz* (Solve) düğmesinin işlevini kod içinde yerine getirmektedir. Kod satırı 13 makronun tamamlandığını ifade eden standart satırdır.

BenimMakrom isimli makroda önerilen değişikler yapıldığında karşımıza daha okunaklı bir makro çıkacaktır (Şekil 5.11).

Şekil 5.11

BenimMakrom
düzenlendikten
sonraki görünümüyle



```

Sub BenimMakrom()
    ' BenimMakrom Makrosu
    ' SOF YEE 102 U DR.KAPANMIŞ 11.MART.2016

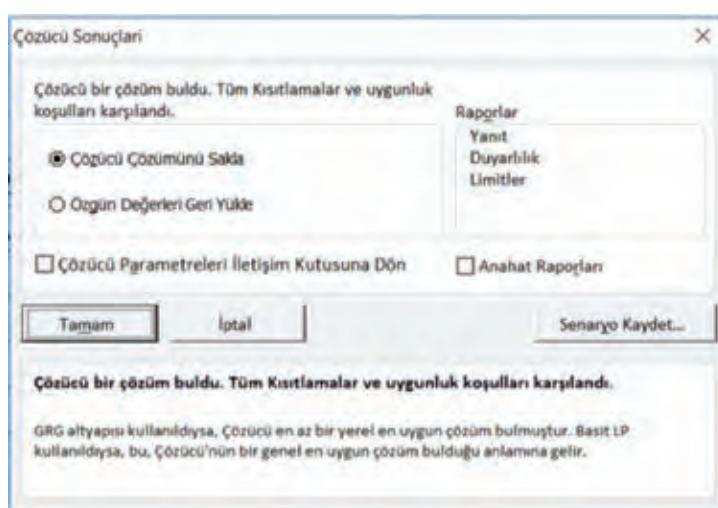
    SolverReset
    SolverAdd CellRef:="Toplam_Emek", Relation:=1, FormulaText:="Mevcut_Emek_Saatı"
    SolverAdd CellRef:="Toplam_Malzeme", Relation:=1, FormulaText:="Mevcut_Malzeme"
    SolverAdd CellRef:="Miktar", Relation:=1, FormulaText:="MakSatır"
    SolverAdd CellRef:="Miktar", Relation:=4, FormulaText:="integer"
    SolverOk SetCell:="Toplam_Kar", MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, ByChange:="Miktar", Engine:=2, EngineDesc:="Simplex LP"
    SolverSolve True
End Sub

```

Şekil 5.11'e baktığınızda *SolverSolve* ifadesinin yanında *True* ibaresini göreceksiniz. Bu makronuzun bitiminde *Çözücü* tarafında karşınıza çıkarılan *Aç-Seç* menüsünü onaylamanız anlamına gelir. *True* yazdıktan sonra artık *Çözücü* bu *Aç-Seç* menüyü size göstermeyecektir (Şekil 5.12).

Şekil 5.12

SolverSolve True
ile görüntülenmesi
engellenen ekran



BenimMakrom'u birkaç şekilde çalıştırabilirsiniz. Başlangıç ve test aşamasında F8 tuşu ile adım adım çalıştırmayı da düşünübilirsiniz. Eğer makronuz aktif ise ya da imleciniz bu makronun üzerinde ise makro ve VBA kodunuz yakalanabilir hata içermiyorsa F5 tuşu kodunuzu çalıştıracaktır. Kodumuzun kusursuz çalıştığından emin olmak için modelinizde küçük fakat anlamlı bir değişiklik yapınız. Örneğin mevcut emek saatini 750'den 800'e çıkarıp çalıştırınız. Sonuçların değiştiğini gözlemlemelisiniz. Gelişirdiğimiz makronun asıl faydasını gözmek için Şekil 5.13'teki C5:G11 adresindeki ürün bilgilerini siliniz. Şekil 5.13'teki ekranda renkli olarak gösterilen alanları asla silmeyiniz.

Şekil 5.13

Model sayfasında silinebilecek ve silinemeyecek alanlar

A	B	C	D	E	F	G
4	Kod	A1234	C2424	B1513	D5555	A3335
5	Ad	Mahmudiye	Sıvrihisar	Sıvrihisar	Mahmudiye	Montenegro
6	Yemek	Kahve	Sallanan	Sandalye	Yatak Odası	Yemek Odası
7	Masası	Sehpası				
8	Emek	35	20	25	65	140
9	Malzeme	15	25	25	30	30
10	Kar	120	50	90	125	600
11	MakSatis	8	10	5	10	5
12	Miktar	0	0	4	0	5
13	Toplam_Kar	3360				
14	Toplam_Emek	800 <=			800 Mevcut_Emek_Saatı	
15	Toplam_Malzeme	250 <=			600 Mevcut_Malzeme	
16	Mevcut_Emek_Saatı					
17	Mevcut_Malzeme					

Sildiğiniz ürünlerin yerine yenilerini *Ürünler* sayfasından taşıyınız. Bunu yaparken ürün sayısı şu anda olduğu gibi beş olmasın, farklı bir değer olsun. Dilerseniz Şekil 5.14'teki gibi bir seçim yapabilirsiniz. Miktar hücrelerinde önceden kalan değerler olmasına aldırımayın.

Şekil 5.14

Modele aktarılan yeni ürünler

A	B	C	D	E	F	G	H
4	Kod	B1515	C5333	D1317	A2531	A3335	B4141
5	Ad	Hamitbey	Hamitbey	Kahve	Kerasus	Montenegro	Montenegro
6	Çalışma			Odası	Yemek Odası	Yemek Odası	Çalışma
7	Masası	Sehpası					Masası
8	Emek	75	35	105	120	140	110
9	Malzeme	90	95	110	120	30	35
10	Kar	175	100	290	415	600	385
11	MakSatis	6	10	5	5	5	8
12	Miktar	0	0	4	0	0	5
13	Toplam_Kar	4160					
14	Toplam_Emek	1120 <=			800 Mevcut_Emek_Saatı		
15	Toplam_Malzeme	590 <=			600 Mevcut_Malzeme		
16	Mevcut_Emek_Saatı						
17	Mevcut_Malzeme						

Bu yeni ürünlerin sayısı altı olduğu için daha önce kullandığımız adlandırmalar geçersiz kalmıştır. Örneğin *Miktar*, C11:G11 alanının adı iken şu an doğru bir model çözümü için C11:H11 şeklinde güncellenmesi gerekmektedir. *Emek*, *Malzeme*, *MakSatis* ve *Miktar* alanları da güncellenmelidir. Çünkü makromuz sayfadaki isimler üzerinden eniyileme yapıyor, açık adreslerini umursamıyor. Simdilik Menü şeridinden yararlanarak adlandırmayı gerçekleştirelim. B5:H11 aralığını seçip, *Formüller* → *Tanımlı Adlar* → *Seçimden Oluştur* işlemleri ile yeni alanlara da B5:B11 aralığındaki hücrelerin isimlerinin verilmesini sağlayınız. Önceki alan adı tanımlamaları konusunda yeni tanımlamaya onay veriniz. Artık bu modeli çözmeye hazırlınsınız. Çünkü geliştirdiğimiz *BenimMakrom* alan adları üzerinden çalışan bir yapıya sahiptir.

SIRA SİZDE

3

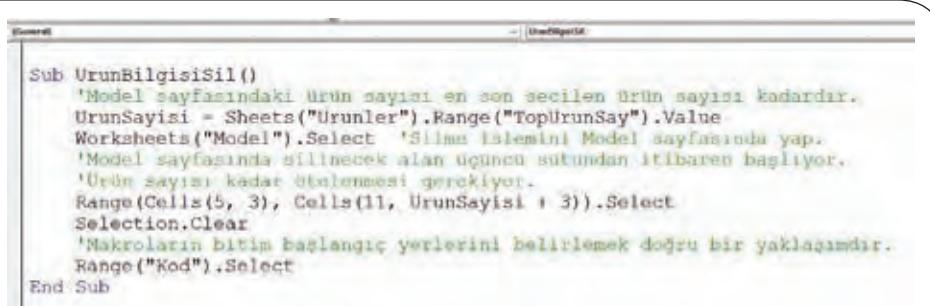
Çözücü eklentisinin optimizasyon-yönelimli karar destek sistemlerinin geliştirilmesinde sunduğu katkılardan üç tanesini yazınız.

Karar Vericinin Beklentilerine Uygun Olarak Modelin Kurulması

Şu halde *Model* sayfasında yer alan ürünlerin değişimnesinin alan adları güncellendiği sürece *BenimMakrom* için bir sorun teşkil etmeyeceğini söyleyebiliriz. Verilerin *Ürünler* sayfasından *Kopyala* ile alınması ve *Özel Yapıtır* → *İşlemi Tersine Çevir* ile *Model* sayfasına aktarılması kullanışlı bir durum değildir. Bu amaçla ürünleri kullanıcıya seçtip o ürünlerle ilişkin bilgileri bu sayfaya aktaran bir özellik katmak istensin. Makroların anlamlı en küçük halleriyle kaydedilmesi ve kullanılması daha doğru olacaktır. İlk önce *Model* sayfasındaki mevcut ürün bilgilerini silen bir makro oluşturalım. Bu makronun adı *UrunBilgisiSil* olsun. Editörde yazılacak kod Şekil 5.15 şekilde olmalıdır.

Şekil 5.15

UrunBilgisiSil
makrosunun editör
görünümü



```

Sub UrunBilgisiSil()
    'Model sayfasındaki Ürün sayisi en son secilen Ürün sayısı kadarır.
    UrunSayisi = Sheets("Ürünler").Range("TopUrunSay").Value
    Worksheets("Model").Select 'Silme işlemini Model sayfasında yap.
    'Model sayfasında silinecek alan üçüncü sütundan itibaren başlıyor.
    'Ürün sayımı kadar silenmesi gerekiyor.
    Range(Cells(5, 3), Cells(11, UrunSayisi + 3)).Select
    Selection.Clear
    'Makroların bitim başlangıç yerlerini belirlemek doğru bir yaklaşımdır.
    Range("Kod").Select
End Sub

```

Şimdi sıra ürünleri diğer sayfadan alıp getiren bir makro oluşturmaktadır. *AlGetir* isimli bir makro olsun. *Ürünler* sayfasında *Secim* adı verilmiş olan A2:A13 aralığına karar vericinin seçtiği ürünler için 1 yazılsın (Şekil 5.16). Ayrıca A14 hüresinin adını *TopUrunSay* olarak değiştirip içine =TOPLA(*Secim*) yazalım. Bu *Secim* alanında seçili ürünlerin sayısını tutacak ve makrolarımız için referans bir bilgi olacaktır. Ek olarak B2: G13 alanına *UrunBilgisi* adını verelim.

Şekil 5.16

A	B	C	D	E	F	G	
1	Secim	Kod	Ad	Emek	Malzeme	Kar	MakSatis
2	A1234	Mahmudiye Yemek Masası		35	15	120	8
3	C2424	Sivrihisar Kahve Sehpası		20	25	50	10
4	B1513	Sivrihisar Sallanan Sandalye		25	25	90	5
5	D5555	Mahmudiye Yatak Odası		65	30	125	10
6	1 A3335	Montenegro Yemek Odası		140	30	600	5
7	1 B4141	Montenegro Çalışma Masası		110	35	385	8
8	1 B3535	Çifteler Çalışma Masası		22	40	80	7
9	1 A1372	Çifteler Yemek Masası		25	40	95	7
10	1 B1515	Hamitbey Çalışma Masası		75	90	175	6
11	C5333	Hamitbey Kahve Sehpası		35	95	100	10
12	D1317	Kerasus Yatak Odası		105	110	290	5
13	A2531	Kerasus Yemek Odası		120	120	415	5
14	5					655	
15							
16							
17							

Kopyalanacak ürünlerin Secim alanında tanımlanması

Ürün bilgilerini alıp getirecek olan *AlGetir* makrosu aşağıdaki şekilde oluşturulur.

Şekil 5.17

```

Sub AlGetir()
    UrunNo = 0 'Seçilen ürünlerin sayacı
    For Each cell In Sheets("Urunler").Range("Secim")
        If cell.Value = 1 Then
            UrunNo = UrunNo + 1
            Worksheets("Urunler").Select
            Range(cell.Offset(0, 1), cell.Offset(0, 6)).Select
            Selection.Copy
            Sheets("Model").Select
            Cells(5, 2 + UrunNo).Select
            Selection.PasteSpecial Transpose:=True
        End If
    Next
    Range("Kod").Select
End Sub

```

AlGetir makrosunun görünümü

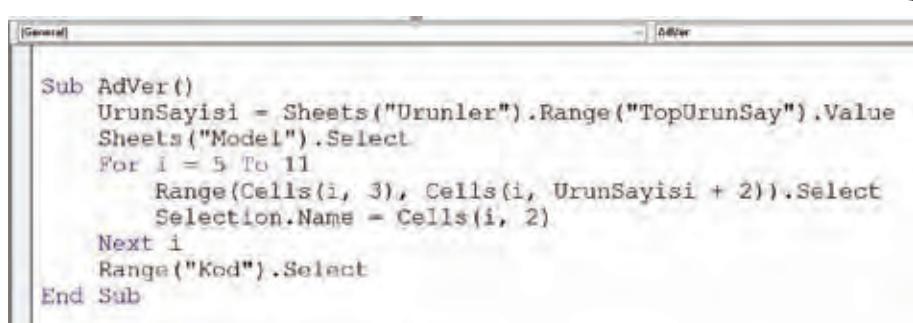
UrunBilgisiSil ve *AlGetir* makrolarınızı yazdıktan sonra *F8*'le adımlayarak çalıştırınız ve yanlış bir silme işlemi yapıp yapmadığını izleyiniz. Eğer her ikisi de doğru çalışıyorsa şunları başarmışsınız demektir:

- *Model* sayfasındaki ürün bilgilerini silebiliyor,
- *Urunler* sayfasının *Secim* alanında *Model* sayfasına aktarılmasını istediğiniz ürünlerin yanına 1 yazıp, diğer ürünler için bu bölümü boş bıraktığınızda *AlGetir* makrosu ile ürün bilgilerini *Model* sayfasına aktarabiliyorsunuz.

O halde *Model* sayfasına aktardığınız ürünlerin yeniden adlandırılması gereklidir. Bunu sürekli menü şeridinden yapmak uygun olmayacaktır. VBA ile yeniden adlandırmanın menü üzerinden adlandırmadan daha kolay olacağını göreceksiniz. Bunun için *AdVer* makrosunu yazıp çalıştırınız (Şekil 5.18).

Şekil 5.18

AdVer makrosunun editör görünümü



```

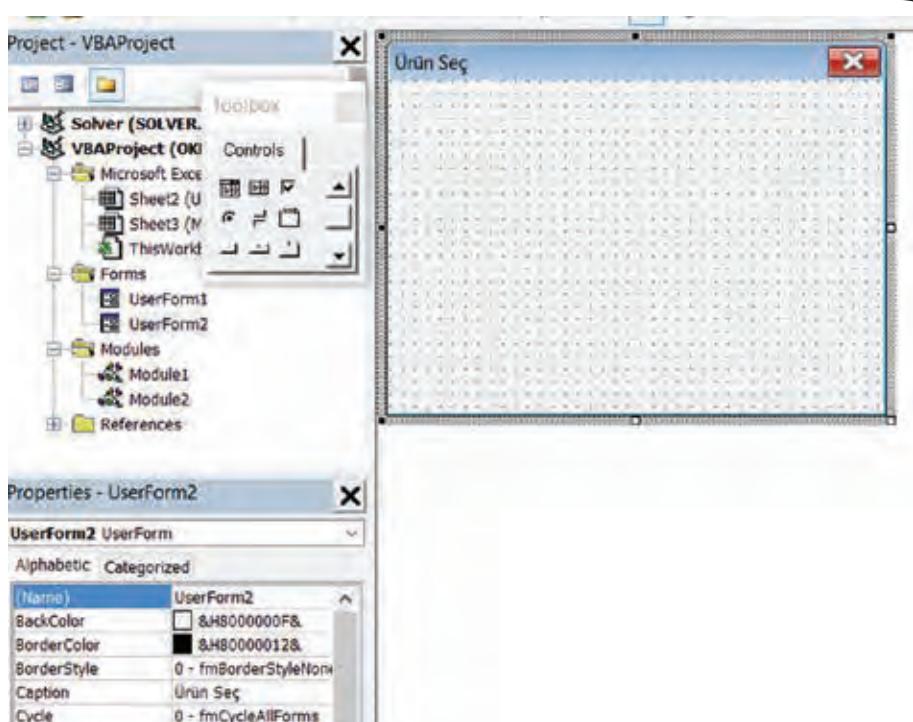
Sub AdVer()
    UrunSayisi = Sheets("Uruler").Range("TopUrunSay").Value
    Sheets("Model").Select
    For i = 5 To 11
        Range(Cells(i, 3), Cells(i, UrunSayisi + 2)).Select
        Selection.Name = Cells(i, 2)
    Next i
    Range("Kod").Select
End Sub

```

Bu aşamada atılması gereken bir adım da ürünler sayfasına gitmek durumunda kalmanın hangi ürünleri modelde görmek istediğimizi belirleyebilmektir. Bunun için bir kullanıcı formu, bir liste kutusu ve bir komut düğmesine gereksinimimiz vardır. VB editörünün *Insert (Ekle) → UserForm (KullanıcıFormu)* menüsünden bu seçeneğe erişebilirsiniz. *UserForm'u açıp boyutlandırın ve Properties (Özellikler) kısmında Caption= Ürün Seç* yazıp bunun form üzerindeki görüntüsünden emin olun.

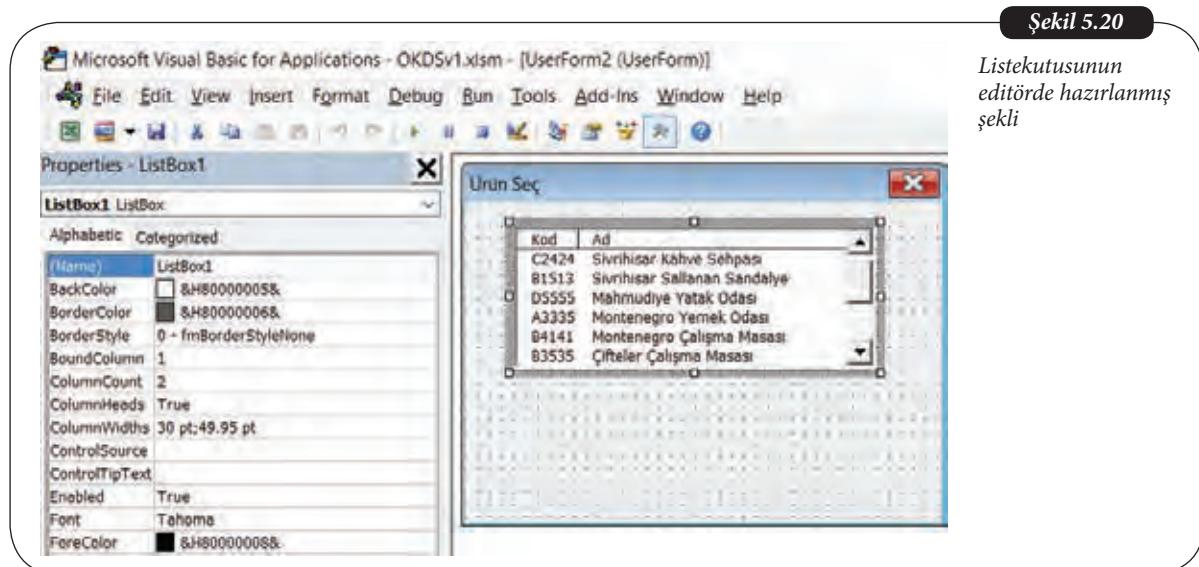
Şekil 5.19

UserForm eklenmesi ve Caption özelliğinin değiştirilmesi



Daha sonra *Toolbox'tan ListBox (Liste Kutusu)* bileşenini seçip *UserForm'un* üzerine ekleyin. *Properties-ListBox1* özelliklerinden sırayla şunları değiştirin veya girin: *BoundColumn=1; ColumnCount=2; ColumnHeads=True; ColumnWidths=30pt; 50pt; MultiSelect=1-fmMultiSelectMulti; RowSource=UrunBilgisi*. Bu özellikler sırayla döndürülecek değerin birinci sütundan alınacağı, liste kutusunda iki sütunun görüntüleneceği, verilerin alan adları ile birlikte liste kutusunda görüntüleneceği, sütun genişliklerinin ürün kodu ve açıklamasını görüntüleyeceğin kadar geniş olması için kullanılacak değerleri, liste kutusundan bir veya daha çok seçimin yapılabileceği ve liste kutusunda görüntüle-

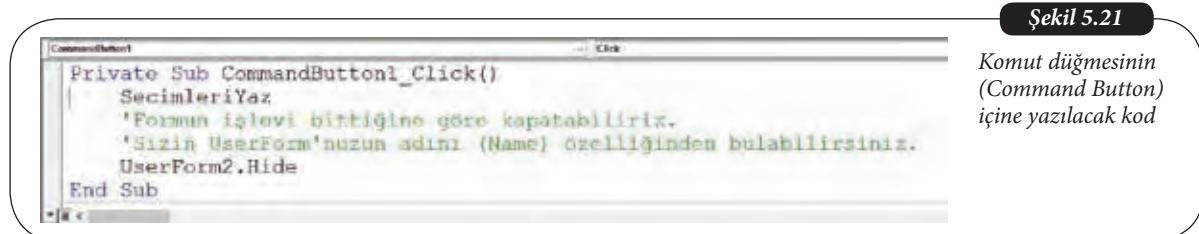
necek verilerin çalışma kitabı içindeki *UrunBilgisi* alanından alınacağını ifade etmektedir. Bu ayarlar gerçekleştirildiğinde Şekil 5.20'deki görüntünün elde edilmesi gereklidir.



Şekil 5.20

Listekutusunun editörde hazırlanmış şekli

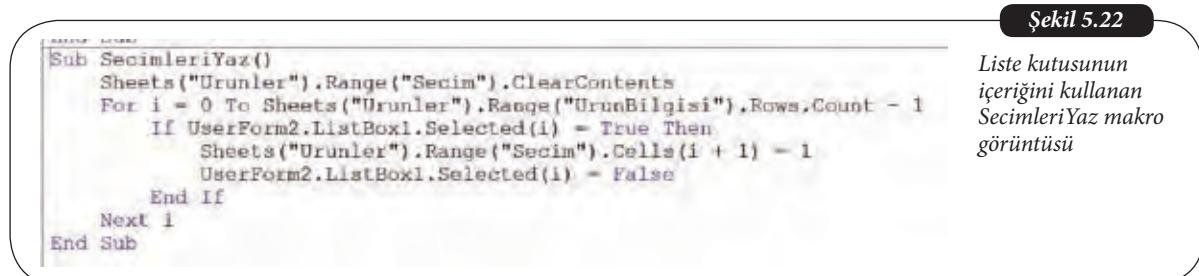
Liste kutusunda ürünlerin seçimi bilgisi alındıktan sonra bu bilgilerin *Urunler* sayfasındaki *Secim* alanına seçilenler için 1 seçilmeyenler için boşluk aktarması gereklidir. Bunun için aşağıdaki makronun hazırlanıp *komut düğmesi* (*command button*) olarak *UserForm* üzerinde kullanıma hazır hale getirilmesi gereklidir. *Komut düğmesi* *UserForm'a* eklendikten sonra *Caption* özelliğine “*Seçim Bitti*” gibi butonun işlevini hatırlatacak bir ifade eklenir. Farenin sağ tuşuna komut düğmesi üzerinde tıklanarak *ViewCode* (*Kod Görüntüle*) seçeneği izlenerek içine Şekil 5.21'de görüntülenen ifadeler yazılır. Bu komut düğmesi *Model* sayfasındaki mevcut bilgileri silmeli, liste kutusundan seçilen ürünleri *Urunler* sayfasından alıp *Model* sayfasına getirmeli ve gelen yeni ürünleri B5:B11 alanındaki isimlerle adlandırmalıdır.



Şekil 5.21

Komut düğmesinin (Command Button) içine yazılacak kod

SecimleriYaz makrosu liste kutusunun içeriğini *Secim* alanına aktaran makrodur. İçeriği Şekil 5.22'de gösterilmiştir. *UserForm2* ise tasarladığımız forma VBA'nın atadığı standart bir isimdir. Burada bir değişiklik yapılmamış olmakla beraber bu isim daha kullanışlı isimlerle değiştirilebilir.

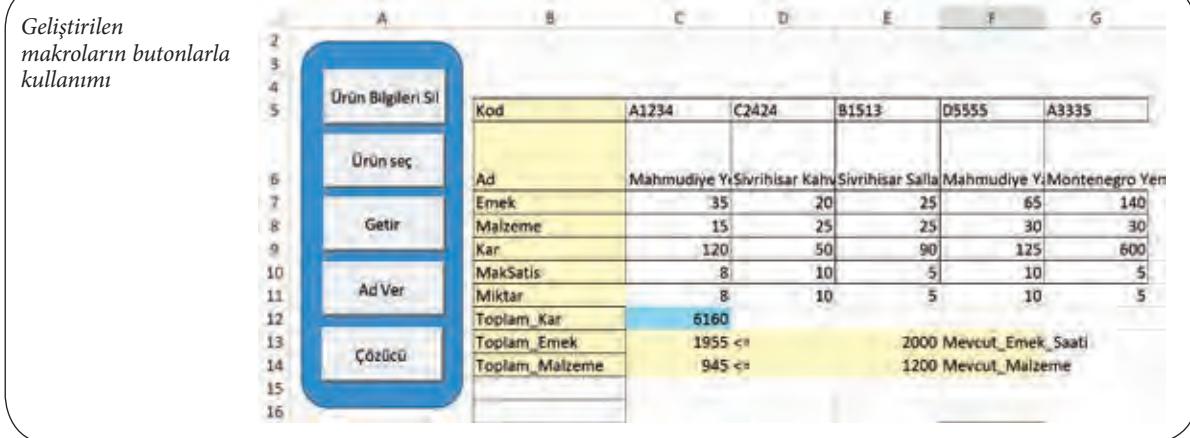


Şekil 5.22

Liste kutusunun içeriğini kullanan SecimleriYaz makro görüntüsü

Buraya kadar yaptıklarımızı bir menü haline getirelim. Model sayfasında gerekli düzenlemeleri yapalım (Şekil 5.23). Bu butonların ayrı ayrı makrolarla ilişirilmesinin sebebi her bir makronun hata denetimini öncelikle kendi içinde yapılması gerektiğini vurgulamaktır. Butonların eklenmesi için *Geliştirici* → *Denetimler* → *Ekle* → *ActiveX Denetimleri* içinden *komut düğmelerini* seçerek *Model* çalışma sayfasına taşımanız ve boyutlandırma gerekmektedir. Butonların bütünlüğünü sağlamak ve görselliğini desteklemek üzere *Ekle* → *Çizimler* → *Şekiller (Shapes)* içinden karesel bir şekil alınıp kullanılmış ve butonların arkasına yerleştirilmiştir. Bu menüdeki butonlar bağımsız kullanılamaz. Yukarıdan aşağıya doğru hep aynı sırada çalıştırılmalıdır. Elimizdeki OKDS için doğrusu tek bir buton kullanmak, ancak o butonun içine bu makroları ekranda göründüğü sırada eklemekтир. Böyle bir tek butonun içinde sırasıyla *UrunBilgisiSil* makrosu, *UserForm2.Show* ifadesi, *AlGetir* makrosu, *AdVer* makrosu ve *BenimMakrom* makrosu yazılmalıdır.

Şekil 5.23



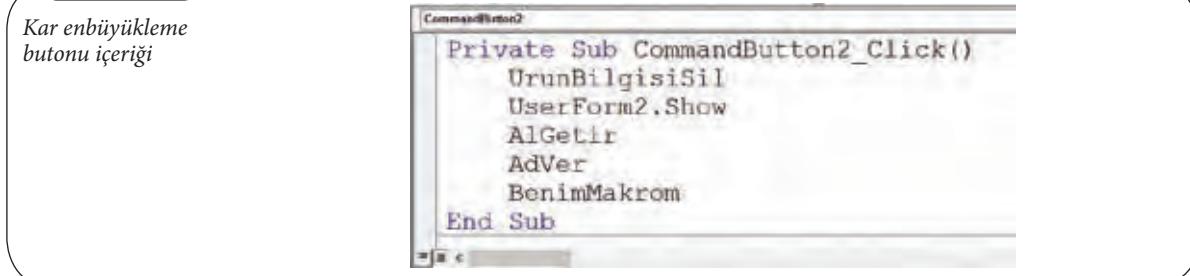
İkinci Amacın Eklenmesi

Aynı modelin yalnızca kár amacı için değil, aynı zamanda mevcut kaynakların maksimum verimlilik oranı ile kullanılmak istendiğini varsayıyalım. Bu durumda *Emek* ve *Malzeme* kısıtlarının kullanılmayan miktarlarının enküçüklenmesi amaçlanmalıdır. Yeni amaç fonksiyonu *Kullanılmayan_Kaynak* adıyla C15 hücresına;

=TOPLA((Mevcut_Emek_Saati-Toplam_Emek)+(Mevcut_Malzeme-Toplam_Malzeme))

ifadesiyle eklenmiştir. Bu durumda modelin hem toplam kârı enbüyükleyen, hem de kullanılmayan kaynağı enküçükleyen iki ayrı amaç fonksiyonu ve bunlar için iki ayrı makrosu ve bu makroları çalıştırın iki buton olmalıdır. Her iki amaca yönelik yeni bir iki butonlu menü hazırlanmış olsun. Orijinal amacımız olan kâr enbüyüklemek butonunun içinde Şekil 5.24'te görünen kod yer alacaktır.

Şekil 5.24



Kullanılmayan kaynak miktarını enküçüklemek için yapmamız gereken çok az şey vardır. Öncelikle kâr enbüyükleme makrosu olan *BenimMakrom*'un içeriği birkaç değişiklikle kayıp enküçükleyen çözümü makrosuna dönüştürülecektir. Bu yeni makroya *SeninMakron* adını vermiş olalım. *SeninMakron* Şekil 5.25'teki gibi görünecektir. *BenimMakrom* ile *SeninMakron* arasında sadece iki fark vardır. Bunlar *SetCell* parametresinin *Kullanılmayan_Kaynak* olarak ve *MaxMinVal* parametresinin ikinci sıradaki amaç fonksiyonuna atfen 2 olarak değiştirilmesidir. Yani *SetCell:=*"*Kullanılmayan_Kaynak*", *MaxMinVal:=*2 dışındaki tüm kod satırları diğerileyde aynıdır.

```

Sub SeninMakron()
    ' BeninMakron dosyasının içeriğini kullanarak SeninMakron makrosunu
    ' oluşturuyoruz DR.KAPANCI 11.MART.2016
    '
    SolverReset
    SolverAdd CellRef:="Toplam_Emek", Relation:=1, FormulaText:="Mevcut_Emek_Saatı"
    SolverAdd CellRef:="Toplam_Malzeme", Relation:=1, FormulaText:="Mevcut_Malzeme"
    SolverAdd CellRef:="Miktar", Relation:=1, FormulaText:="MakSatis"
    SolverAdd CellRef:="Miktar", Relation:=4, FormulaText:="Tanzayi"
    SolverOk SetCell:="Kullanılmayan_Kaynak", MaxMinVal:=2, ValueOf:=0, ByChange:="Miktar",
        Engine:=2, EngineDesc:="Simplex LP"
    SolverSolve True

```

Şekil 5.25

Kayıp enküçükleyen
SeninMakron isimli
makro

Bu iki amacın birlikte yer aldığı yeni düzenleme ile OKDS Şekil 5.26'de olduğu gibi görünecektir.

	A	B	C	D	E	F	G
			Kâr Enbüyükle	Kayıp Enküçükle			
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							

Şekil 5.26

İki amaçlı OKDS'nin
görünümü

Bu şekilde bir OKDS geliştirildikten sonra modelin tüm parametrelerine bağlı olarak duyarlılık analizleri ve senaryo analizleri uygulanabilir.

Makro kullanımının işlemtablosu programlama ile karar destek sistemi geliştirme sürecindeki rolünü açıklayınız.



Özet



Optimizasyonla Karar Destek Sistemlerinin ilişkisini açıklamak.

Optimizasyon bir problemin eniyi çözümünü bulmayı birincil tasarım ve geliştirme ilkesi olarak benimsenmiş modelleme ve çözümleme yaklaşımlarını kucaklayan bir alandır. Matematiksel yöntemlerden sezgisel yöntemlere ve yapay zekâ yaklaşımılarına kadar birçok alandan beslenmektedir. Optimizasyonun problem çözmede eniyi arama özelliği, işletmelerin karar problemleri için bulunmaz bir fırsat sunmaktadır. Gelirini enbüyüklemek veya maliyetlerini enküçüklemek isteyen işletmelerin bu beklenisini gerçekleştirmesi veya ne düzeyde gerçekleştirileceğinin iç görüşünü oluşturması ancak optimizasyon yaklaşımı ile mümkündür.



Optimizasyon-Yönelimli Karar Destek Sistemlerinin karar analitiği için önemini açıklamak.

Karar destek sistemlerinin temel amacı karar vericilerin karar kalitesini artırmaktır. Optimizasyon yöntemleri ise bir problemin verilen koşullar ve kısıtlar altında işletmenin amaçlarını en üst düzeyde sağlayan çözümleri bulmaktadır. Problemlerin büyüklüğü ve karmaşıklığı istenen en üst düzey çözümlerin bulunmasına izin vermeyebilmektedir. Bu durumda karar vericinin probleme yönelik çözüm yaklaşımılarından uygun olanları seçmesi ve kullanması gereklidir. Böyle bir seçim için karar vericilerin optimizasyon yöntemlerinin birbirine göre farklarını ve üstünlüklerini değerlendirebilecek bilgi düzeyinde olmaları gereklidir. Karar analitiğinin esası optimizasyon uygulayabilmektir. Karar destek sistemleri ise karar analitiği yeteneğini karar vericilere arzu ettikleri şekilde summa görevini yerini getirmektedir. OKDS'leri, karar analitiği ile optimizasyonu buluşturma özellikle ayrıcalıklı bir yere sahiptirler.



Excel'in optimizasyon-yönelimli karar destek sistemlerinin geliştirilmesine sunduğu katkıları listelemek.

Excel'in OKDS gelişimine yönelik dikkate değer özellikleri vardır. Bu özelliklerini veri, model ve diyalog yönetimini destekleyen özellikleri olarak sıralayabiliriz. Veri Yönetimi: Matematiksel modellerin kullanılacağı parametre ve bilgilerin düzenli olarak tutulması için çalışma sayfası yapısı genellikle çok uygun bir ortam oluşturmaktadır. Ayrıca kütüphane fonksiyonları yardımıyla modellerin gereksinim duyduğu bazı bilgi türleri kolaylıkla hesaplanabilmektedir.

Model Yönetimi: Excel matematiksel modellerin çalışma sayfasında temsil edilmesi için gereksinim duyulabilecek araçlara sahiptir. Öte yandan Çözücü eklentisi üç ayrı tür çözüm yöntemi ile oluşturulan modellerin çözümüne önemli bir katkı sağlamaktadır. Çözücü eklentisi menü aracılığı ile veya makrolar aracılığı ile kullanılabilmektedir.

Diyalog Yönetimi: Karar destek sistemleri karar verici ile etkileşimli çalışması beklenen bilgi sistemleridir. Excel hem çok iyi bilinen çalışma sayfası yüzüyle hem de gelişmiş ActiveX denetim araçları ve kullanıcı formu (User Form) ile gelişmiş bir kullanıcı arayüzü desteği içermektedir. Bu arayüz bileşenleri OKDS'nin karar verici için verimli ve kullanışlı bir karar analitiği aracı olmasını sağlamaktadır.



İşlemtablosu programlama ile optimizasyon-yönelimli bir KDS oluşturmak.

İşlemtablosu programlamadan özelliği, işlemtablosunun üstün özellikleri ile programlamadan üstün özelliklerini bir arada sunan bir ortam olmasındadır. İşlemtablolarının çalışma sayfaları hem veritabanı olabilen, hem birçok hesaplamaya, formül ve fonksiyon kullanımına izin veren özelliklerile arzu edilen esnek ve çok amaçlı bir arayüz oluşturmaktadır. Ayrıca çalışma sayfalarının üzerinde yapılacak hesaplama ve işlemler makrolar ve VBA kullanılarak da gerçekleştirilmektedir. Optimizasyon-yönelimli bir KDS'nin geliştirilmesinde işlemtablosu programlama çeşitli aşamalarda kullanılabilmektedir. Bunların başında çözüm eklentisinin programlanması gelmektedir. OKDS için çalışma sayfası üzerinde tanımlanmış bir model olmalıdır. Bu modelin çözümü aşamasında ise programlanmış çözüm eklentisi kullanılmalıdır. Modelin karar verici tercihlerine göre yeniden KDS yardımıyla kurulması için model verilerini diğer çalışma sayfalarından getiren makrolara ve modelin bileşenlerinin çözüm makrosu ile ilişkisini kurmak üzere adlandırma makrolarına ihtiyaç vardır. Ayrıca gerektiğinde çalışma sayfalarının modele ve çözümüne uygun şekilde düzenlenmesine yönelik makrolar (eski modelin silinmesi veya değiştirilmesi gibi) işlemtablosu programlamadan optimizasyon-yönelimli KDS oluşturmada başvurulabilecek adımları arasındadır.

Kendimizi Sınavalım

- 1.** İnsan zekâsını ve problem çözme davranışlarını bilgisi-
yarlı sistemlere kazandırmayı hedefleyen bilim dalı aşağıdakilerden hangisidir?
- Yöneylem Araştırması
 - Yapay Zekâ
 - Yönetim Bilimi
 - Robotik
 - Meta-sezgisel yöntemler
- 2.** Bir başlangıç olurlu çözümünden başlayan ve her adımda
daha iyi çözüme giden ve yerel arama sezgiseli de denen yak-
laşım aşağıdakilerden hangisidir?
- Tam Sayımlama
 - Kısmi Sayımlama
 - Optimizasyon
 - Çözüm-oluşturan sezgisel yöntemler
 - Çözüm-iyileştiren sezgisel yöntemler
- 3.** Optimizasyon yöntemlerinin ortak özelliği aşağıdakilerden hangisidir?
- Yapay zekâ kullanımı
 - Bulanık kısıtların kullanımı
 - Betimsel analitik yapabilme
 - Eniyi çözüm arayışı
 - Kestirimci analitik yapabilme
- 4.** Aşağıdakilerden hangisi Davenport'un görüşüne göre
karar analitiğine özgü araçlar arasında yer alır?
- Stokastik Optimizasyon
 - Tahminleme
 - Sorgulama
 - Pivot tablolama
 - Gösterge panosu
- 5.** Aşağıdakilerden hangisi karar analitiğinin gerçekleşmesi
için aşılması gereken güçlüklerden biri **değildir**?
- Optimizasyon problemlerinin karar verici tarafından
elle modellenmesi
 - Büyük ölçekli modellerin çözülememesi
 - Model için gerekli verilerin bulunması ve modelle
ilişkilendirilmesi
 - Karar vericiyi analitikle buluşturacak etkili sistemle-
rin yokluğu
 - Betimsel analitikte veri görselleştirme ve anlık soru-
lara olan ilginin artması
- 6.** Excel ile OKDS geliştirmede aşağıdaki araçlardan hangi-
sinin kullanımı **beklenmez**?
- Çözücü
 - Dilimleyici
 - Ad yöneticisi
 - ActiveX denetim araçları
 - Makrolar ve VBA
- 7.** OKDS geliştirmede güncel model verilerinin temin edil-
mesi işlevinde sorumlu bileşen aşağıdakilerden hangisidir?
- Veri marketi
 - Veri yönetimi modülü
 - Model yönetimi modülü
 - Diyalog yönetimi modülü
 - Karar verici
- 8.** Excel Çözücü Eklentisini kullanan makro aşağıdakilerden
hangisinde durur?
- Kısıtların sağlanması
 - Hedef hücrenin negatif değer alması
 - Değişen hücrenin negatif değer alması
 - Eniyi çözümün bulunması
 - SolverSolve'un yanına True ifadesinin yazılmasına
- 9.** Geliştirilen bir çözücü makrosunda bir kısıtın Relati-
on:=4 olarak tanımlanması ne anlama gelmektedir?
- Kısıt (\leq) şeklindedir.
 - Kısıt (\geq) şeklindedir.
 - Değişken tamsayı olarak tanımlanmıştır.
 - Kısıt (=) şeklindedir.
 - Değişken ikili olarak tanımlanmıştır.
- 10.** Bir makronun ikinci bir amaç için yeniden düzenlenmesi
için aşağıdakilerden hangisinin yapılması şarttır?
- SolverReset parametresinin kaldırılması
 - SetCell ve MaxMinVal parametrelerinin değiştirilmesi
 - SolverSolve ifadesinin True değerinin False yapılması
 - Engine parametresine 4 değerinin verilmesi
 - Kısıtlara atanın adların yeni amaca göre düzenlenmesi

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. b Yanınız yanlış ise “Giriş” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. e Yanınız yanlış ise “Giriş” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. d Yanınız yanlış ise “Optimizasyon ve Optimum (Eniyi) Çözüm” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. a Yanınız yanlış ise “Karar Analitiği” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. e Yanınız yanlış ise “Karar Analitiği” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
6. b Yanınız yanlış ise “Optimizasyon-Yönelimli Karar Destek Sisteminin Tasarımı ve Geliştirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
7. b Yanınız yanlış ise “Optimizasyon-Yönelimli Karar Destek Sisteminin Tasarımı ve Geliştirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
8. d Yanınız yanlış ise “Karar Modelinin Kurulması ve Çözümü” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
9. c Yanınız yanlış ise “Çözücü Makrosunun Kaydedilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
10. b Yanınız yanlış ise “İkinci Amacın Eklenmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Optimizasyon ancak belirli koşullar altında uygulanabilmektedir. Optimizasyonun kullanımını sınırlayan koşul ve güçlüklerden bazıları şunlardır.

- Klasik optimizasyon matematiksel modellemeyi gerektirir ve modelleme zaman alıcıdır,
- Modellerin güncel parametrelerle kullanılması zorunluluğu bazen aşılması güç bir engel olabilmektedir,
- Bazı yerel enyileme yöntemleri türevlenebilirlik ve dışbükey (convex) çözüm uzayına sahip olma gibi bazı koşulların yerine gelmesine ihtiyaç duymaktadırlar,
- Karar problemlerinin önemli bir kısmı tamsayılı ve kombinatoriyal problemler olup, dışbükeylik ve türevlenebilirlik özelliklerinin sağladığı ayrıcalıklara sahip değildirler,
- Birden fazla çelişen amaç olduğunda, karar vericilerin doğrudan veya dolaylı etkileşimi optimizasyon için şarttır,
- Bazen küçük, genellikle de orta veya büyük boyutlu problemleri kabul edilebilir zaman pencelerinde çözebilecek algoritmalarla sahip az sayıda problem vardır.

Sıra Sizde 2

Karar analitiğinin başarılı olabilmesi için betimsel parametre ve göstergelerin varlığı bir ön koşuludur. Birçok karar analitiği yönteminin karar vericilerin kullandığı araçlar arasında yer almamasının sebebi betimsel bilgilerin elde edilemiyor veya vaktinde temin edilemiyor olması yatkınlıkta. Benzer şekilde betimsel analitiğin çözemediği karara yönelik parametreler için kestirimci analitikten yararlanmak gerekmektedir. Parametrelerin değerlerinin tahmin edilmesi karar modellerinin başarısı için yaşamsal öneme sahiptir. Bu yüzden betimsel ve kestirimci analitik aşamalarının atlanarak karar analitiğinin uygulanması doğru ve gerçekçi bir yaklaşım olamaz. Ancak betimsel ve kestirimci analitiğin kurumsallaştığı bir işletmede karar analitiği bir rekabet gücüne dönüsür.

Sıra Sizde 3

Çözücü eklentisinin optimizasyon-yönelimli karar destek sistemlerinin geliştirilmesinde sunduğu katkılarından üç tanesini yazınız.

Optimizasyon yöntemlerinin karar destek sistemlerine katkısı bir problemin eniyi çözümünün belirlenmesi noktasındadır. Çözücü eklentisi ise (i) doğrusal modelleri çözen ve Simpleks algoritmasını kullanan BasitLP çözüm, (ii) doğrusal olmayan karar modellerini çözen Doğrusal Olmayan GRG çözüm ve hemen her tür enyileme probleminde kullanılabilecek olan ve (iii) evrimsel algoritmaları kullanan Açılmış çözüm optimizasyon yöntemlerini sunmaktadır.

Sıra Sizde 4

Bilgisayar programlamanın sunduğu özelliklerden yararlanmadan bir karar destek sistemi ancak sınırlı bir destek sağlayabilir. Bu yüzden birçok programlama dili karar destek sistemi geliştirmede kullanılabilir. Aynı durum işlemtablosu programlamada da geçerlidir. Ancak bir işlemtablosu olarak VBA (Visual Basic for Applications) tek başına bir programlama dili olmayıp, Excel'in nesne kütüphanesi ile etkin ve uyumlu bir şekilde çalışma yeteneğine de sahiptir. Bütün bunların programlanmasında Excel'in çıkış noktası programların sıfırdan yazılması değil, makro kaydetme özelliği ile ham kodların kaydedilmesi ve daha sonra üzerinde düzenlemeler yapılmasıdır. Makroların bu şekilde kaydedilmesi oldukça etkili, hızlı ve güvenilir bir geliştirme platformu oluşturmaktadır. Programlama dilinin ve nesnelerin tanımlı işlevlerinin yazım kurallarını bilmek sorunda olmamak, geliştirme sürecini hem olanaklı kılmakta hem de hızlandırmaktadır.

Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

- Albright, S. C. (2001). *VBA for modelers: Developing decision support systems with Microsoft Excel*. Duxbury.
- Davenport, T. H., & Harris, J. G. (2007). *Competing on analytics: The new science of winning*. Harvard Business Press.
<http://m.kapanoglu.com/aof/ybs402u>
- Marakas, G. M. (2003). *Decision support systems in the 21st century (Vol. 134)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt.
- O'Brien, J. A., & Marakas, G. M. (2005). *Introduction to information systems (Vol. 13)*. New York City, USA: McGraw-Hill/Irwin.
- Power, D. J., Sharda, R., & Burstein, F. (2015). *Decision support systems*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Power, D. J., & Sharda, R. (2007). *Model-driven decision support systems: Concepts and research directions*. Decision Support Systems, 43(3), 1044-1061.
- Seref, M. M., Ahuja, R. K., & Winston, W. L. (2007). *Developing spreadsheet-based decision support systems*. Dynamic Ideas.
- Sharda, R., Delen, D., Turban, E., Aronson, J., & Liang, T. P. (2014). *Business Intelligence and Analytics: Systems for Decision Support (10th ed.)*. Prentice Hall.
- Turban, E., Aronson, J., Liang, T., & Sharda, R. (2007). *Decision support and business intelligence systems*, 8th Edition Prentice Hall. Upper Saddle River NJ.
- Walkenbach, J. (2010). *Excel 2010 power programming with VBA (Vol. 6)*. John Wiley & Sons.

6

Amaçlarımız

- Bu üniteyi tamamladıktan sonra;
- 🕒 Analitik sistemleri ve türlerini açıklayabilecek,
 - 🕒 Kurumsal raporlama ve görselleştirmenin önemini ifade edebilecek,
 - 🕒 Pareto-optimal çözüm grafikleri ile karar destek sistemlerini görselleştirmede Excel-VBA'dan nasıl yararlanabileceğini açıklayabilecek,
 - 🕒 Veri-yönelimli karar destek sistemlerinin yararlanacağı veri madenciliği yöntemlerini örnekleyebilecek
- bilgi ve becerilere sahip olabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Analitik Sistem
- Kurumsal Raporlama
- Görselleştirme
- Pareto-Optimal Çözüm Grafiği
- Sınıflama
- Kümeleme
- Karar Ağacı
- Gini İndeksi
- Entropi
- Doğrudan Kümeleme Algoritması
- Hiyerarşik Kümeleme
- Endüstri 4.0
- Analistik 3.0

İçindekiler

Karar Destek Sistemleri

Veri-Yönelimli Karar Destek
Sistemleri ve Analitik Sistemler

- GİRİŞ
- ANALİTİK SİSTEMLER VE İŞLETME ANALİTİİĞİ
- KURUMSAL RAPORLAMA
- BİLGİNİN GÖRSELLEŞTİRİLMESİ
- ÇOK-AMAÇLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN GÖRSELLEŞTİRİLMESİ
- VERİ MADENCİLİĞİNE GİRİŞ

Veri-Yönelimli Karar Destek Sistemleri ve Analitik Sistemler

GİRİŞ

20'nci yüzyılın son çeyreği, işletmelerin tüm faaliyetlerinin olabildiğince kayıt altına alındığı, bilgi toplama ve saklama işlevlerinin, yaşanan teknolojik gelişmelerle ekonomik ve güvenilir bir biçimde gerçekleştirildiği, bir yönüyle *elektronikleşme, otomatikleşme ve haberleşme* dönemi olarak insanlık tarihinde olduğu kadar endüstri sosyolojisindeki yerini de almıştır. İşletmelerin faaliyetlerini elektronik ortama aktarmaları yalnızca operasyonel bir iyileştirme niyetiyle değil, yanısıra yasal bir takım düzenlemelerin getirdiği yükümlülüklerle de ilgilidir. Söz konusu elektronikleşme, otomatikleşme ve haberleşme dönemi, işletme yönetimlerine bir dizi fırsat sunmuş olmakla beraber, işletmelerde uygulanan politikaların, alınan kararların ve yonetsel tutumların hem içeriiden hem dışarıdan denetlenebilmesine de olanak sağlamıştır.

21. yüzyıl, işletme bilgilerinin yönetiminde yepyeni bir dönemi işaret etmektedir. Yeni dönem, Davenport gibi yazarların Analitik 3.0 adını verdiği, öncelikle işletme-içi bilgiler olmak üzere erişilebilir tüm bilgilerden yararlanarak, gelecekte sunulacak *ürün ve hizmetlerin tasarıımı* ve benimsenecek *yenilikçi işletme politikalarının geliştirilmesini* yanısıra işletmenin teknik, taktik ve stratejik düzeylerdeki kararlarının ve tasarıflarının tümünde verilerden ve bunların analizlerinden yararlanılmasını zorunlu kılmaktadır. Veri erişiminin işletme içi ve dışı iki önemli bileşeni vardır. İşletme içindeki bilen, veri ambarı (data warehouse) ve marketi (data mart) altyapısının ve anlayışının varlığıdır. İşletme dışındaki bileşen ise 1990'ların başında dönemin başkan yardımcısı Al Gore'un bilgi süper-otobanı (information superhighway bazen infobahn) olarak adlandırdığı, bugün beklenilerin çok ötesinde gelişme göstermiş olan Internet'tir. Veri derleme, erişimi ve paylaşımının sunduğu olanaklardan yararlanmak, büyük işletmeler için bir standart haline gelmiştir. Orta ve küçük ölçekli işletmelerin de bu veri-merkezli gelişmelere kayıtsız kalmayacakları öngörülmektedir.

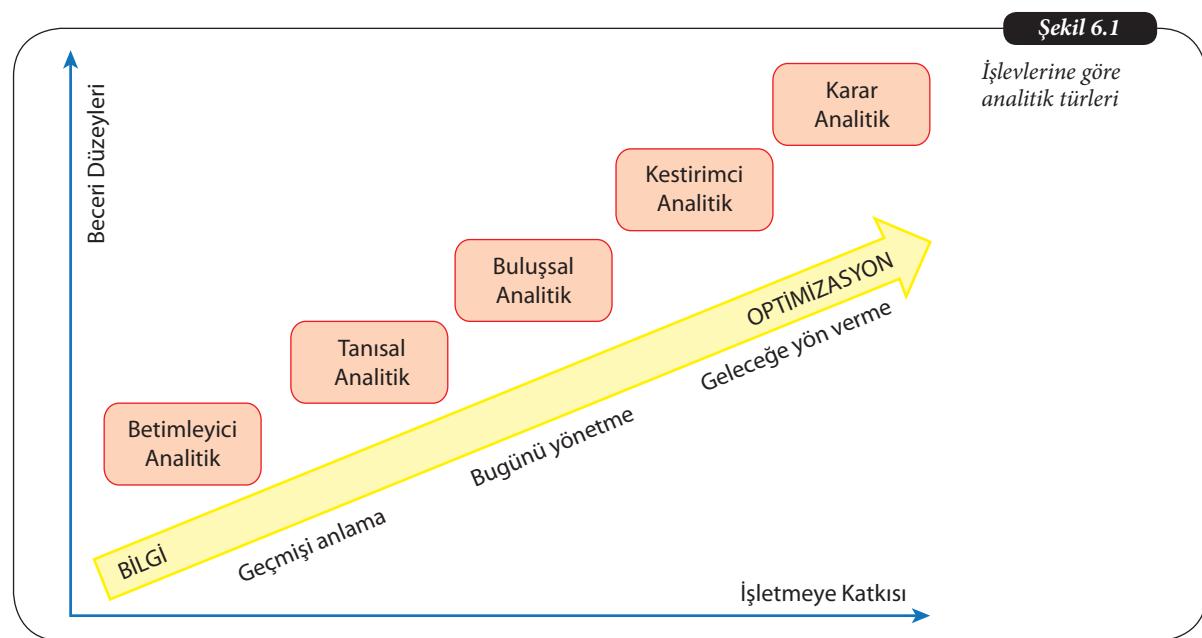
Endüstri 4.0 olarak adlandırılan, mekanik ve elektronik teknolojilerin kusursuz entegrasyonunu içeren sanayi devriminin bu dördüncü aşaması *Nesnelerin İnterneti*'nin (Things of Internet), yaşamımıza sunduğu katkıları arttırdıkça, yalnızca verilere değil, doğrudan karmaşık durum ve yönetmeliğlerine erişmek de olanaklı hale gelecektir. Endüstrileşmenin bu aşamasında, dijital dünyanın olanakları arttıkça, üretim ve servis endüstrilerindeki insan rolü yeniden tanımlanmakta, mavi yakalı işlerden beyaz yakalı

ışlere, yani insan-güçünden beyin-güçüne bir yönelim ortaya çıkmaktadır. Bu yönelimin, insanın tasarım ve yaratıcılık yetenekleri ile birlikte bu süreçleri yönetme yeteneğini gereksinen sektörel bir işgücü profiline yol açacağı düşünülmektedir. Bu ise yönetim sorumluluğunu, yalnızca yönetici denen özel bir meslek grubunun işlevi olmaktan çıkararak, her zamankinden daha yaygın ve önemli bir konuma getirecektir. Bazı öngörüler *insansız fabrika* aşamasına gelen bir endüstriyel yapılanmadan bahsetmekle beraber, en olası senaryo, insan ve makinayı içkin olarak yatkın oldukları en uygun noktalarda kullanan melez (hybrid) endüstrileşme olacaktır.

Karar destek sistemleri açısından, yapılandırılmış problemlerin karar otomasyonlarına dönüştürülmesi sürecinin ivme kazanacağı ve bunun yönetsel süreçlerin doğal yapı taşlarına dönüşeceği görünümektedir. Bunun sebebi, nesnelerin birbirleri ile iletişimimin yaygınlaşmasının sunduğu olanaklardır. Yöneticilerin zamanlarının çoğunu yarı-yapılardırılmış ve yapılandırmamış problemlere ayırmaları gereksinimi her zamankinden daha fazla olacaktır. Rutin ve tekrarlı yönetsel işlevlerin, karar otomasyonlarına kavuşturularak, başarılı bir şekilde endüstriyel sistemlerin doğal bir bileşeni haline gelmesi, insan beyin gücünün yaratıcılığından yararlanmaya açık problemleri yönetimlerin odak noktası yapacaktır. Bu karar problemleri; karar vericilerin doğrudan bir karara yoğunlaşmalarını gerektirebileceği gibi bir problemi daha iyi anlama, yeni ilişkiler keşfetme, işletmecilik bileşenlerini yakından analiz etme, sektörel değişimleri inceleme ağırlıklı yönleriyle veri olanaklarından fazlasıyla yararlanmayı gerektirecektir.

ANALİTİK SİSTEMLER VE İŞLETME ANALİTİĞİ

Karar analizi, bir karar problemi karşısında karar vericileri yönlendirecek her türlü yöntem ve bilginin kullanımına yönelik çabaların bütünüdür. Karar analizi, problemlerin yapılandırılmış düzeyini ortaya koyar ve özel olarak risk ve belirsizlik karşısında karar verme araçlarıyla ilgilendir. İşletme analitiği (business analytics) ise bir işletmenin faaliyetlerinin izlenebilirliğini sağlayan bilgi ve raporların, söz konusu faaliyetlerin eriştiği performans düzeyinin değerlendirilebilmesine olanak veren göstergelerin, plan ve programların gerçekliğini destekleyecek tahmin ve kestirimlerin, işletmenin amaçlarına eriştirecek optimum eylem seçeneklerinin, bilimsel yöntemler ve çağdaş teknolojik olanaklarla bütünleştirildiği, sunulduğu ve tüm gereksinim noktalarına eristirildiği çözümlerin ve bu çözümleri özümseyen kurumsal anlayışın üst başlığıdır. Bu üst başlığın hizmet ettiği İşletme analitiği üst başlığının altında yer alan, işletme analitiğinin tüm özelliklerinden yararlanmakla beraber daha dar bir işlevsel alanda fakat daha özel ve daha somut amaçlara hizmet eden analitik yapıları bu çalışmada *Analitik Sistemler* olarak adlandırılacaktır. Analitik sistemler, sundukları işlevlere göre betimsel (descriptive), tanısal (diagnostic), buluşsal (discovery), kestirimci (predictive) analitik ve karar (prescriptive) analitiği (bazen çözümssel analitik de denir) olarak beş ana başlıkta ele alınabilir (Şekil 6.1). Kullanım alanı ve amacına göre ise başlıca analitik sistemler söyle sıralanabilir; Sağlık (health) analitiği, spor (sport) analitiği, pazarlama (marketing) analitiği, müşteri (customer) analitiği, finansal (financial) analitik, web analitiği ve öneri (recommender) sistemleri, metin (text) analitiği, görsel (visual) analitik, duygusal veya görüş (sentiment/opinion) analitiği, sosyal veya sosyal ağ (social/social network) analitiği, sosyal medya (social media) analitiği, satış (sales) analitiği, çizge (graph) analitiği, dijital (digital) analitik, işlemler (operations) analitiği, veri (data) analitiği, akım (stream) analitiği, konum (location) analitiği ve insan (people) analitiği.



Bir karar probleminin varlığının fark edilmesinden bir kararın uygulamaya geçirilmesi ve uygulama sonuçlarının izlenmesi sürecindeki tüm aşamalarda yapılandırılmış, yarı-yapılardırılmış ve yapılandırılmamış aşamalar veya alt süreçler mevcuttur. Karar problemlerinin anlık (ad hoc) olması halinde iyi tasarılmış bir karar destek sisteminin yardımını almak olanaksız olabilir. Ancak sürecin bazı aşamalarına yönelik hesaplama ve değerlendirmeleri destekleyecek betimsel, tanısal, bulușsal, kestirimci analitik ve karar analitiği olanakları var ise bu analitik sistemlerin sunduğu veri bulma, bilgi türetme ve analiz yürütme yeteneklerinden yararlanılabilir. Burada sözü edilen analitik sistemler öngörülen veri, bilgi ve analiz gereksinimlerini yerine getirmek üzere tasarlanmış olabilir. Böyle bir analitik sistem periyodik veya istek üzerine işletme raporları, grafikler sunan, anahtar performans göstergelerine uygun olarak işletme içi veri kaynakları ile çalışan ve karar vericilerin analize yönelik yöntemlerden yararlanabilmelerini destekleyen bir karar destek sistemi olarak karşımıza çıkabilir. Bu kitapta işletme analitiği ve analitik sistemler kavramları birbirinin yerine kullanılacaktır.

İşletme analitiği işlevlerine göre kaç类别有? Uygulama alanlarına göre analitik sistemlere örnekler veriniz.



SIRA SİZDE

Analitik sistemler, işletmedeki bir karar verici, karar problemi veya bir operasyona yönelik *raporlama, analiz ve değerlendirme araçlarını*, veri ambarı, veri marketi gibi kurumsal veri kaynaklarının olanakları ile birlikte ve/veya internet-merkezli *veri kaynak ve veri akımlarından* yararlanmak üzere tasarlanmış ve kurumsal olarak benimsenmiş sistemlerdir. Diğer bir deyişle bir analitik sistem; analiz araçları ile (veri arama, göstergeler, hesaplama, görselleştirme, raporlama vb.) geniş anlamıyla veri kaynaklarının olabildiğince kusursuz bir entegrasyonudur. Kurumsal benimseme ve akreditasyon yönüyle kişisel karar destek ve karar analitiği sistemlerinden ayrırlırlar. Bunun yanısıra, bireysel çabaların ötesinde kurumsal destek ve/veya yatırım gerektiren çok-değişkenli regresyon analizi, kansei (duygusal) mühendisliği, yapay zekâ, doğrusal olmayan programlama ve optimizasyon, yapay sinir ağları, doğa-kökenli algoritmalar, otomatik öğrenme (machine learning) ve veri madenciliği gibi gelişmiş yöntem ve yaklaşımların kullanımına yönelik olanakları

sunması analitik sistemleri, işletme çalışanlarının yürüttüğü kişisel analitik çaba ve operasyonlarından ayırmaktadır. Özette, analitik sistemler, analitik operasyonlara veya karar analizine ileri analiz araçları ve entegre veri kaynakları olanaklarını eklemektedirler.

Bankacılık sektöründen müşterilerin kredi başvurusunu derecelendiren bir finansal analitik örneği şu servisleri sunmaktadır:

- Müşterinin kredi notunu hesaplamak,
- Kredi isteğini otomatik olarak kabul veya reddetmek,
- Müşteriye güvenle verilebilecek kredi üst limitini hesaplamak,
- Verilecek kredi için uygun faiz oranı ve ödeme koşullarını belirlemek.

Benzer şekilde, motorlu taşıt araçları zorunlu ve kasko trafik sigorta bedellerini müşterinin kişisel özelliklerine, ailevi durumuna, müşterinin işyerinin finansal ve sektörel özelliklerine ve geçmiş araç ve trafik kayıtlarını da göz önüne alarak belirleyen ve aktüerya biliminden yararlanan sigorta analitik sistemleri de örnek olarak verilebilir. Öte yandan, borsa yatırım kararlarında genetik algoritmalar, yapay sinir ağları, tavlama benzetimi, uzman sistemler gibi gelişmiş yöntemlerle borsa enstrümanlarına yönelik tahmin ve tavsiyelerde bulunan analitik sistemler de mevcuttur.

SIRA SİZDE

2

Analitik sistemlerle karar analizi arasında ne fark vardır?

Veri-yönelimli karar destek sistemlerini diğer karar destek sistemlerinden ayıran iki temel özelliği vardır; *veri kaynaklarına erişim ve verilerin uygun yöntemlerle işlenmesi*. Genellikle böyle bir karar destek sisteminin karar vericiye döndüreceği bilgilerin kararın kalitesini doğrudan etkileyeceği kabul edilir. Örneğin, bir ay sonra bir yatırım aracı olarak bir gram altının kaç liradan işlem göreceğini tahminlemek için tasarlanacak bir karar destek sistemi veri-yönelimli bir karar destek sistemi olacaktır. Önümüzdeki yıl boyunca Türk Lirasının her ay için yabancı para birimleri karşısındaki değerini tahminleyen yapay sinir ağları ve genetik algoritmaların yararlanan bir karar destek sistemi gene veri-merkezli bir karar destek sistemi olarak karşımıza çıkar. O halde işletme analitiği, veri madenciliği ve veri-yönelimli karar destek sistemleri hangi noktada buluşmaktadır? Bu sorunun yanıtı işletme analitiği ve veri madenciliğinin kendilerine özgü yöntem, teknik, yaklaşım ve algoritmalarının olanaklarını bilgi sistemleri ile etkileşimli veya uyumlu bir şekilde kullanıcısına sunmalarında yatar. Yani işletme analitiği ve veri madenciliği, bir karar probleminin çözümünü hedefliyor ve karar vericinin bekłentilerini göztererek temel karar destek sistemi özelliklerini sergiliyorlarsa (diyalog, veri ve model yönetimi modülleri), veri-yönelimli bir karar destek sisteminin varlığından söz edilebilir. Veri madenciliğinden nasıl (sistemli) ve ne amaçla (karar problemi) yararlanıldığı belirleyicidir. Optimizasyon-yönelimli karar destek sistemlerinde simpleks algoritması doğrusal karar modellerinin çözümünde kullanılan önemli bir bileşendir. Öte yandan simpleks algoritması, matematik, istatistik, mühendislik bilim dallarında pek çok farklı problemin analiz ve çözümünde kullanılmaktadır. Veri madenciliği, pek çok algoritma ve analiz aracından yararlanan disiplinler arası bir bilim dalıdır. Veri-yönelimli karar destek sistemleri özellikle yapılandırılmış karar problemlerinde veri madenciliğinden yararlanmaktadır. İşletme analitiği ise raporlamadan, tahminlemeye, tanıdan eniyi kararın belirlenmesine kadar tüm işletme faaliyetlerine az ya da çok katkı sağlayan ve yöneticilerin yararlandığı tüm karar destek sistemlerinin omurgasını oluşturur. Veri ambarlarıyla bütünsel olarak çalışan işletme analitiği araçları, günlük bilgilerden çok değerli parametre kestirim, tahmin ve analiz bilgilerine kadar giden geniş bir bilgi ara katmanı olarak kurumsal ve kişisel tüm karar destek sistemlerinin ortak paydasında yer almaktadır.

KURUMSAL RAPORLAMA

Karar vericilerin güncel ve doğru bilgilere erişmesini sağlamak üzere hazırlanmış, elektronik (sesli, görüntülü veya metinsel) veya kâğıda basılmış, herhangi bir iletişim aracına **rapor** denir. İşletmelerde bilgi paylaşımı veya aktarımını gerektiren her durum için amaca özel olarak hazırlanmış raporlar mevcuttur. Raporların en yaygın kullanım amaçları arasında şunlar sayılabilir:

- Tüm departmanların beklenen performansta çalıştığından emin olmak,
- Durumbilgisi gereksinimini gidermek,
- Analiz ve araştırmaların sonuçlarını sunmak,
- Yetkilileri bir konuda harekete geçmeye ikna etmek,
- Kurumsal bir bellek oluşturmak.

Spesifik amaçlarının ötesinde raporlar üç başlıkta gruplanabilir:

- (i) *Performans Göstergesi Raporları*: Birçok işletme, performanslarını, çıktılarının ölçü-müne dayalı göstergelerle (metrics) yönetir. Anahtar performans göstergelerinin (KPI-key performance indicators) doğru belirlenmesi, performans göstergesi raporlarının önemini artıracaktır.
- (ii) *Göstergi-Paneli (Dashboard) Raporları*: İşletme analitiği ve karar destek sistemleri için çok tercih edilen raporlama türüdür. Otomobilin göstergi panellerine veya uçakların kokpitlerine benzer bir görünümde bilgisayar ekranlarında performans göstergelerinin gerçek zamanlı izlenebilmesini sağlar. Performansın düzeyine göre kırmızı turuncu ve yeşil renklerle etkili ve hızlı bir performans takibi ve değerlendirme gerçekleştirilebilir.
- (iii) *Kurumsal Karne Tarzi (Balanced Scorecard) Raporları*: Bir kurumun bütünsel başı-rısında katkularına göre departman ve birimlerin notlanması içerir.

Kurumsal raporlama sistemlerinin bileşenleri, her işletme için farklılık göstermekle beraber en yaygın olanları şunlardır:

- *Çevrimiçi kayıt işleme (online transaction processing-OLTP)*: İşletme faaliyetlerine ilişkin gerçek kayıtlarının anında kurumsal veritabanlarına aktarılması ve saklanmasıdır. Kurumsal kaynak planlama sistemleri, POS (Point-of-Sale) sistemler, web sunucuları, RFID okuyucular OLTP örnekleridir.
- *Veri sunumu*: İşletme veritabanlarından bilgileri raporlama sistemine aktarmakla yükümlü sistemdir.
- *Veri geçirimi (extract, transform, load-ETL)*: Bu aşamada verilerin kalite ve forma-ta uygunluğu denetlenir ve düzenlenir.
- *Veri depolama (data storage)*: Veri ve metaverilerin (metadata) saklandığı yerdir. Bir işlemtablosu ortamı olabilmekle beraber genellikle bir veri ambarı veya veri marketi olarak kullanılan bir ilişkisel veritabanı yönetim sistemidir.
- *İşletme Kuralları (business logic)*: İşletme kayıtlarından performans göstergelerinin, kurumsal karnelerin ve göstergi panellerinin nasıl oluşturulacağına ilişkin işletme kurallarının bütünüdür.
- *Yayınlama (publication)*: Raporların çoğaltılması ve dağıtılmasını içeren sistemdir.
- *Güvence*: Raporlama sistemi doğru bilginin, doğru yerde ve doğru zamanda olaca-gını garantilemelidir.

Kurumsal raporlama sisteminin başlıca bileşenlerini listeleyiniz.



BİLGİNİN GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

Veri, durumbilgisi, yöntembilgisi ve uzmanlık bilgilerini, bilginin türleri olarak değerlendirmek mümkündür. Bilginin görselleştirilmesi bağlamında kastedilen görselleştirme özellikle veri ve durumbilgisine yöneliktir. Bunun sebebi, veri-yönelimli karar destek sistemlerinin varlık sebebinde yatmaktadır: karar vericilerin karar sürecini her yönüyle iyileştirmek. Nitekim görselleştirmenin amacı, veri ve durumbilgilerinin okunurluğunu, anlaşırlılığını ve yorumlanabilirliğini artırmaktır. Bir yönüyle görselleştirme, bilginin (veri ve durumbilgisi) keşfedilmesine yol açan görsel özellik ve olanaklardan yararlanmaktadır. Söz konusu olanakların başında tüm türleriyle grafikler, haritalar, çizimler, kurumsal karnepler, gösterge panelleri, görsel simülasyon ve animasyonlar gelmektedir.

Görselleştirme araçlarının birçoğu çok eski tarihlerden itibaren kullanılma özelliğine sahip olmasına rağmen, bilginin görselleştirilmesinin bir bilim dalı olarak kabul edilmesi 21'inci yüzyıla kalmıştır. Bu gerçeğin arkasında iki ana neden vardır; teknolojik gelişmeler ve görsellerin küreselliği. Teknolojik gelişmeler ise iki alt başlıkta ele alınabilir:

- (i) Bilgisayarların donanım ve yazılım olarak görselleştirme araçlarının geliştirilme ve kullanılmamasında geldiği düzey,
- (ii) Internet başta olmak üzere bilgisayar ağlarının bilgi kaynaklarıyla görselleri buluşтурmadada erişilen teknolojik ve yazılımsal başarı.

İnternetin, ülkelerin sınırlarını aşarak hızla insan yaşamına girmesi, görsel okuryazarlıktan yararlanmayı zorunlu kılmıştır. Ülkelerin farklı dil ve alfabelerinin, İnternetin küreselleşmesi noktasında oluşturduğu darboğazın aşılmasında görselliğin, insanoğlunun bir tür ortak dili olduğu gerçeğinin fark edilmesi önemli bir rol oynamıştır.

Görselleştirme bağlamında, 2000 yılı dönemecinde bazı işletmeler kadar geniş halk kitlelerinin de heyecan ve hayranlıkla yararlandığı, yol tarifi ve önerileri de yapan yol haritalarına deşinmek gereklidir. Yahoo Maps bunların ilklerinden biridir. Günümüzde çok daha gelişmiş versiyonlar tüm yaygın arama motorlarının vazgeçilmez bileşenlerinden biridir. Taksi hizmetlerinde dikkate değer bir başarı yakalayan Uber'in müşterilerine taksinin istek noktasına erişimini haritadan izleyerek bekleme seçeneği sunması, beklenen erişim süresini gerçekçi bir şekilde hesaplaması, taksinin izlediği güzergâhın haritasının müşteriye elektronik olarak gönderilmesi, tek başına görselleştirmenin yeni ekonomik değerler yaratmada üstlendiği önemli role örnek olarak verilebilir.

Karar destek sistemlerinin en önemli bileşeni diyalog yönetimi modülüdür. Söz konusu modül, karar vericinin karar kapasitesini artırbilme özelliğine sahiptir. Bu bağlamda görselleştirmeden, diyalog yönetim modüllerinin geliştirilmesinde olabildiğince yararlanılması gereklidir. Veri madenciliği gibi yapılandırılmamış (unstructured) problemlere yönelik karar destek sistemlerinde çok-boyutlu görselleştirme özel bir öneme sahiptir. Görselleştirmede yararlanılan temel bileşenler arasında çizgi grafiği (line chart), çubuk grafiği (bar chart), pasta grafiği (pie chart), dağılım grafiği (scatter plot) ve kabarcık grafiği (bubble chart) ilk gelenlerdir. Özel amaçlı bazı grafikler arasında ise histogram (histogram), gantt diyagramı (gantt chart), pert diyagramı (pert chart), haritalar (maps), kurşun grafiği (bullet graphics), ısı haritaları (heat map), vurgu tablosu (highlight table), radar grafiği (radar graphics) ve ağaç haritası (tree map) sayılabilir. Görselleştirmenin analitik sistemlere ve karar destek sistemlerine katkısının eriştiği düzeyin sonucu olarak görsel analitik terimi ortaya atılmıştır. Yani görselleştirme kapasitesinden yoksun veri/bilgi yönetimi ve analizi araçlarının yönetimlere katkısı sınırlıdır.

Görsel analitik araçlarının sunduğu olanaklardan bazıları şunlardır:

- (i) Her düzeydeki karar vericileri veri keşfetme yöntemlerinden ve analitik olanaklardan yararlandırmak üzere, kullanım kolay ve web üzerinden karşılıklı etkileşimli olarak gerçek verilerle buluşturmak,
- (ii) Karmaşık soruların yanıtları ile analitik çalışanların yeteneklerini buluşturmak,
- (iii) Her türlü elektronik cihazdan (tabletler, akıllı telefonlar ve amaca yönelik tüm sayısal ortamlar) erişilebilir ve gerçek verileri kullanan analitik araçlar üzerinden işletme içi bilgi paylaşımı ve işbirliğini genişletmek,
- (iv) Bilgi-işlem departmanlarından beklenen analizlerin çok daha kısa sürede gerçekleştirilmesini sağlayarak bilgi-işlem personelinin iş yükünü azaltmak.

Performans Göstergе Panelleri

Göstergе panelleri; kurumların yönetim ve denetim niteliği taşıyan önemli bilgilerini, öncelikle anahtar performans göstergelerini, tek bir ekran üzerinde görüntüleyen, bir bakışta anlaşılabilirliği olan, gerektiğinde ayrıntıların da görüntülenmesini destekleyen ve göze hitap eden ekran sunumlarıdır. Hedef yönetimi ve ait oldukları sektörler farklı olsa da performans göstergе panellerinin ortak özelliklerinden bazıları şunlardır:

- Görselleştirme araçlarından yararlanmaları,
- Kullanımının çok kolay olması ve olabildiğince bak-ve-hisset (look-and-feel) özelliği taşımaları,
- Farklı veri kaynaklarından gelen bilgilerden yararlanabilmeleri,
- Paneldeki bilgilerin ayrıntılarına inebilmeyi (drill-down) desteklemeleri.

Görselleştirme; betimsel ve tanışsal analitikten buluşsal analitiğe, kestirimci analitikten karar analitiğine ve bu bağlamda karar verici ile etkileşimin önemli olduğu tüm karar destek sistemlerinde özel bir yere sahip olmaya devam edecektir.

Görselleştirmede kullanılan araçlara örnekler veriniz.

SIRA SİZDE

4

ÇOK-AMAÇLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİNİN GÖRSELLEŞTİRİLMESİ

Karar destek sistemleri üç farklı problem kategorisi için geliştirilebilirler; *Yapilandırılmış, yarı-yapilandırılmış* ve *yapilandırılmamış*. Problemdeki amaç sayısı problemin yapılandırmasındaki belirsizliği arttırır. Bunun sebebi, birbirinden farklı ve çelişen amaçların tatmin edilmesinde ortaya çıkan ödünlüşme sorununun matematiksel olarak çözümlenmesinin karar vericileri tatmin etmemesidir. İşgücü ve tezgâh verimliliğini artıran veya çalışan memnuniyetini iyileştiren kararların üretim maliyetlerini düşürmek veya kârı enbüyüklemek gibi amaçlarla çelişmesi ödünlüşme sorununa örnek olarak verilebilir. Tezgâh verimliliklerinin %90 ve işletme kârının 100.000TL/hafta olduğu bir çözümle tezgâh verimliliklerinin %100 ve işletme kârının 95.000TL/hafta olduğu iki çözümün karşılaştırılmasını ele alalım. İki çözümden hangisinin tercih edileceği ancak karar vericinin deneyimine, yönetsel değerler sistemine, risk karşısındaki tutumuna ve önceliklerine bağlı olacaktır. Çok amaçlı programlama ve çok-ölçülü karar verme yöntemleri makro düzeyde ve proje tarzı problemler için bazı açılımlara sahip olmakla beraber, yöntemlerin çoğu karar vericinin önceliklendirmesine, ağırlıklandırmasına ve tercihlerini yansıtmasına gereksinim duymaktadır. Çok amaçlı karar destek sistemleri, karar vericilerin karar sürecinde ancak değerli ve anlamlı, birbirine alternatif olabilecek çözümleri üretmek üzere geliştirilirler. Söz konusu anlamlı ve birbirinin alternatif olabilecek çözümlere

baskın çözümler denir. Çok amaçlı bir karar problemi ile karşı karşıya kalan bir karar vericinin baskın çözümlere eğilmesi ve baskın olmayan çözümlere zaman harcamaktan kaçınması gereklidir. Çok amaçlı bir karar destek sisteminin karar vericiye pareto-optimal çözümlerden oluşan bir liste veya grafik sunması beklenir. İzleyen bölümde Excel ve VBA ortamında iki-amacı bir karar destek sisteminin geliştirilmesi üzerinde durulmaktadır. İki-amacın birlikte gözetildiği optimizasyon tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilirken aşağıdaki adımlar izlenmelidir.

Adım.1 Birinci amacı tek amaç olarak görerek eniyi çözümünü bul. Bu çözümdeki amaç fonksiyonu değeri $Z1^*$ olsun. $Z1^*$ çözümünden taviz vermeden ($Z1^*$ için bir kısıt ekleyerek) $Z2^*$ 'yi gidebileceği eniyi değere götürün çözüm $Z2_{alt}$ olsun. $Z1-Z2$ ödünləşmesinde $Z1^*$, $Z1^*$ 'in erişebileceği ideal değerdir. $Z2_{alt}$ ise $Z2$ için kabul edebileceğimiz en zayıf çözümün değeri olarak kaydedilsin. Bu aşamada iki amaç için iki üç çözüm elde edilmiştir. $Z1^*$ ve $Z2_{alt}$.

Adım.2 İkinci amacı tek amaç olarak görerek eniyi çözümünü bul. Bu çözümdeki amaç fonksiyonu değeri $Z2^*$ olsun. $Z2^*$ çözümünden taviz vermeden ($Z2^*$ için bir kısıt ekleyerek) $Z1^*$ 'in gidebileceği eniyi çözümün değeri $Z1_{alt}$ olsun. $Z1-Z2$ ödünləşmesinde $Z2^*$, $Z2^*$ 'nin erişebileceği ideal değerdir. $Z1_{alt}$ ise $Z1$ için kabul edebileceğimiz en zayıf çözümün değeri olarak kaydedilsin. Bu aşamada, Adım.1'de elde edilen çözümlere ek olarak iki üç çözüm daha elde edilmiştir. $Z2^*$ ve $Z1_{alt}$.

Adım.3 İki amacın birlikte gözetecelerin çözümü için birer aralık elde edilmiştir. Hem $Z1$ hem $Z2$ enbüyükleme ise $Z1_{alt} \leq Z1 \leq Z1^*$ ve $Z2_{alt} \leq Z2 \leq Z2^*$ aralığında olmayan çözümler rasyonel bir karar vericinin tercihleri arasında olamaz. Ancak $Z1$ ve $Z2$ çelişen amaçlar olduğunda birinin iyileşmesi diğerinin kötüleşmesi anlamına gelecektir. Bir karar vericinin tercihlerini her iki amacın tatmin edilme düzeylerine göre yapması beklenir. Dolayısı ile karar vericiye pareto-optimal çözümlerin bir listesi sunulmalıdır. Sayısal değerlerin değerlendirilmesi, grafiksel gösterimlere göre bazı yönlerden daha güç olur. Böyle bir durumda, bir pareto-optimal çözümler listesinin yanında grafiksel bir gösterim de faydalı olacaktır. Bu listelerin veya grafiğin oluşturulması için bir dizi koşullu optimizasyon uygulanması gereklidir. Koşullara esas olan aralıklar ne kadar dar olursa elde edilen listenin pareto optimum çözümleri türetme olasılığı o kadar artar.

İki Amaçlı Ulaştırma Problemi Örneği

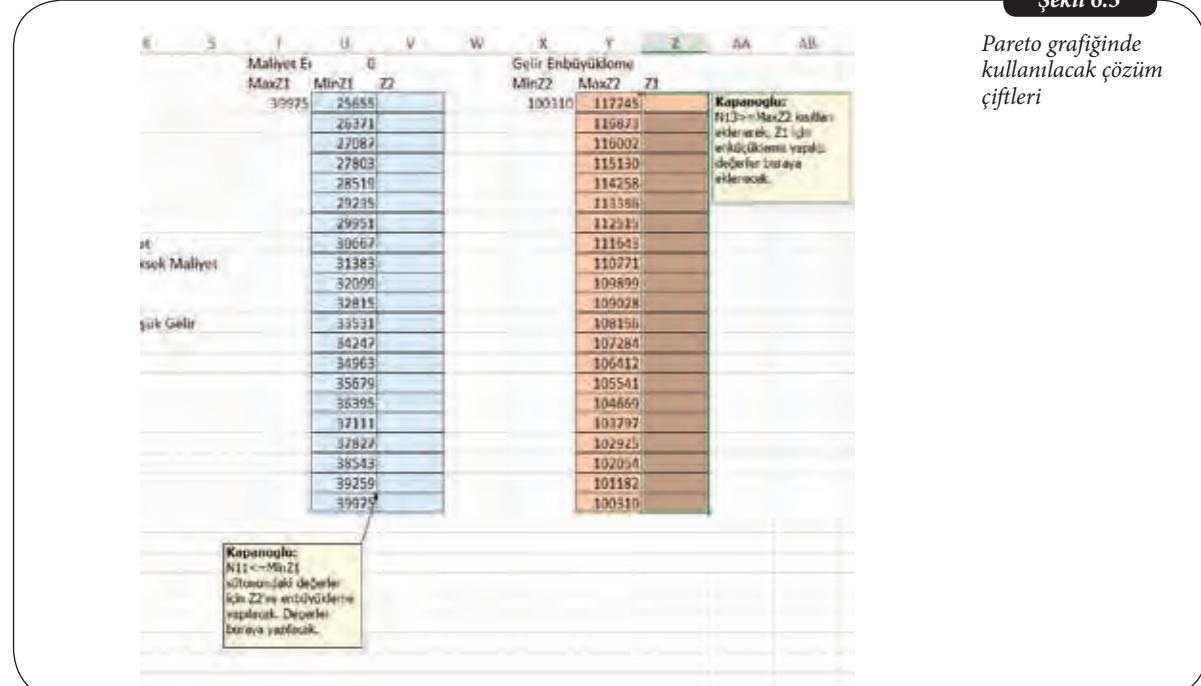
Bir ulaşım problemi, depoların müşterilere yapılacak sevkiyatların toplam maliyetinin enküüklenmesini inceleyen bir optimizasyon problemidir. Depoların dönemlik kapasiteleri sınırlı olup aşılmalıdır. Buna karşın müşterilerin taleplerinin karşılanması koşulu vardır. Depo kapasitesi toplamının müşterilerin taleplerinin toplamından fazla olduğu varsayılmaktadır. Bazı durumlarda sevkiyat sonucu sağlanan gelirler de farklı olabilmektedir. Bu durumda sevkiyatın toplam maliyetini enküükleyen çözümler ile sevkiyattan sağlanan toplam geliri enbüyükleyen sevkiyat planları birbirinden farklı olacaktır. Tek amaç fonksiyonu göz önüne alınarak bir optimizasyon uygulanırsa, diğer amaç göz ardı edilmek durumunda kalacaktır. Her iki amacın birlikte değerlendirilmesi için iki amaçlı bir ulaşım problemi Excel işlemtablosunda modellenmiştir (Şekil 6.2).

Şekil 6.2

*İki amaçlı ulaşitura probleminin
işlemtablosu modeli*

Söz konusu işlemtablosu modelinde iki buton mevcut olup her biri problemin amaçlarından birine göre eniyileme yapmaktadır. Bu eniyileme esnasında diğer amacın eriştiği değer pasif olarak izlenmektedir. Örneğin, O11 hücresi 39.975 değerini içermekte ve yanında "Kabuledebilir En Yüksek Maliyet" ifadesi bulunmaktadır. Bu hücre geliri enbüyükleyen çözüm elde edildiğinde toplam maliyetin hesaplandığı sarı renkteki hücrenin içinde gözlenen değerdir. Öte yandan maliyet tek başına enküçüklendiğinde 25.655 değeri elde edilmiş ve bu değer O10 hücresına yanında "Tekli Endüyük Maliyet" ifadesi ile birlikte yazılmıştır. O halde bu problemin maliyet açısından erişilebilir eniyi değeri (25.655) ve kabul edilebilir en yüksek maliyet (39.975) olarak elde edilmiştir. O halde hangi sevkiyat planı ile yola çıkarsak çıkışım, 25.655'ten daha düşük bir maliyet beklenmesi anlamsızdır. Öte yandan 39.975 birim maliyetin üzerindeki bir sevkiyat planının kabul edilmesi de yanlıştır. Gelir için de benzer analiz yapıldığında en yüksek gelirin 117.745 birim ve kabul edilebilir en düşük gelirin ise 100.310 olduğu gözlenmiştir. İki maliyet değeri arasındaki fark 14.320 birim ve iki gelir değeri arasındaki fark 17.435 birimdir. Hesaplanan bu aralıklardaki maliyet-gelir çözüm çiftlerini türetmeden bir karar vericinin rasyonel bir karar vermesi beklenemez. Bu aralıklar aynı çalışma sayfasında 20 çözüm çifti için yerleştirilmiştir (Şekil 6.3).

Şekil 6.3



*Pareto grafiginde
kullanılacak çözüm
çiftleri*

U sütunu altındaki Min Z1 sütununda maliyetin en küçük ve kabul edilebilir en yüksek değeri arasında eşit 20 aralık içeren 21 değer vardır (Şekil 6.3). Hemen yanındaki Z2 sütunundaki değerlerin hesaplanması için gelir enbüyüklemenin yapılması ancak MinZ1 sütunundaki maliyet değerlerinin üst sınır olarak optimizasyonda kullanılması gerekmektedir. Böylece maliyette %5'lik artış karşılığı gelirlerin değişimine yönelik değerler Z2 sütununda elde edilecektir. Z2 sütununa yansıtılacak en büyük gelir değerleri hemen sonda maliyet değerini aşmayacak çözümler arasından seçilmiş olacaktır. Bu değerlerin elde edilmesinde kullanılan makro Şekil 6.4'te verilmiştir.

Şekil 6.4

Maliyet üst sınırlarına göre gelirin alabileceğinin büyük değerlerin belirlenmesinde kullanılan Excel-VBA makrosu

```
Sub GelirMaximum()
    'Maliyet üst sınır değerlerine göre koşullu gelir enbüyüklemesi
    'Prof.Dr. Muzaffer Kapanoğlu   Güz 2016
    Dim cell
    For Each cell In Range("V3:V23")
        SolverReset
        SolverReset
        SolverOk SetCell:="Top_Gelir", MaxMinVal:=1, ValueOf:=0, ByChange:="Miktar", _
            Engine:=2, EngineDesc:="Simplex LP"
        SolverAdd CellRef:="Used_Kapasite", Relation:=1, FormulaText:="Available_Kapasite"
        SolverAdd CellRef:="Talep_Met", Relation:=3, FormulaText:="Talep"
        SolverAdd CellRef:="Miktar", Relation:=4, FormulaText:="integer"
        SolverAdd CellRef:="Top_Maliyet", Relation:=1, FormulaText:=cell.Offset(-1).Address()
        SolverSolve True
        cell.Value = Range("Top_Gelir").Value
    Next
End Sub
```

DİKKAT



Çözücü makrosu kullanırken tamsayılı model optimizasyonunda SolverReset komutunun tekrarlanması önerilmektedir.

Maliyet için üst sınır değerleri ile koşullu gelir optimizasyonu yapılırken, gelirin alt sınırları için koşullu maliyet optimizasyonu yapılmıştır. Çalışma sayfasının Y sütunundaki Max Z2 sütununda 20 eşit aralık oluşturan 21 noktada gelir alt sınır değerleri verilmiştir. Geliri, belirtilen alt sınırın altına itmeden erişilebilir maliyet enküüklemeleri araştırılmıştır. Bu amaçla kullanılan Excel-VBA makrosu Şekil 6.5'te verilmiştir.

Şekil 6.5

Gelir alt sınır değerleri için koşullu maliyet enküüklemesinde kullanılan Excel-VBA makrosu

```
Sub MaliyetMinimum()
    'Dr. Kapanoglú 2016
    Dim cell
    For Each cell In Range("Z3:Z23")
        SolverReset
        SolverReset
        SolverOk SetCell:="Top_Maliyet", MaxMinVal:=2, ValueOf:=0, ByChange:="Miktar", _
            Engine:=2, EngineDesc:="Simplex LP"
        SolverAdd CellRef:="Used_Kapasite", Relation:=1, FormulaText:="Available_Kapasite"
        SolverAdd CellRef:="Talep_Met", Relation:=3, FormulaText:="Talep"
        SolverAdd CellRef:="Miktar", Relation:=4, FormulaText:="integer"
        Rem Kosullu eniyileme için kısıt ekleme
        SolverAdd CellRef:="Top_Gelir", Relation:=3, FormulaText:=cell.Offset(-1).Address()
        SolverSolve True
        cell.Value = Range("Top_Maliyet").Value
    Next cell
End Sub
```

Her iki makro çalıştığında kendilerine ayrılan alandaki değerleri elde edip Şekil 6.3'te gösterilen aralıklara yazarlar. Böylece karar vericinin $21+21=42$ çözüm çiftinden birini seçip hayatı geçirmesi beklenir. Bu çözüm çiftleri Şekil 6.6'da ekran çıktısı olarak verilmiştir.

Şekil 6.6

T	U	V	W	X	Y	Z	AA
MaxZ1	MinZ1	Z2		MinZ2	MaxZ2	Z1	
39975	25655	100310		100310	117745	39975	
	26371	107204			116873,3	36460	
	27087	108235			116001,5	34515	
	27803	109106			115129,8	33200	
	28519	109948			114258	32336	
	29235	110826			113386,3	31481	
	29951	111532			112514,5	30728	
	30667	112462			111642,8	29952	
	31383	113276			110771	29187	
	32099	114018			109899,3	28455	
	32815	114624			109027,5	27742	
	33531	115460			108155,8	27037	
	34247	115721			107284	26425	
	34963	116177			106412,3	26056	
	35679	116515			105540,5	25872	
	36395	116849			104668,8	25792	
	37111	117185			103797	25764	
	37827	117368			102925,3	25737	
	38543	117669			102053,5	25710	
	39259	117707			101181,8	25683	
	39975	117745			100310	25655	

Elde edilen 42 çift
Pareto-optimum aday çözümü

Bu aday çözümlerin görsel değerlendirilmesinin önemi böyle sınırlı bir listede dahı ortaya çıkmaktadır (Şekil 6.6). Aday Pareto-optimum çözümlerin grafiksel gösterimi için önce U2-V23 bloğundaki değerler kullanılarak Z1-Z2 Pareto grafiği elde edilecektir. Bu amaçla kullanılan grafik makrosu Şekil 6.7'de verilmiştir. Z2-Z1 Pareto grafiğini elde etmek için Y2:Z23 aralığını esas alarak çalışan grafik makrosu Şekil 6.8'de sunulmuştur. Her iki makro farklı yaklaşımlarla elde edilerek karşılaştırılması arzu edilmiştir. İlk makro, büyük oranda makro kaydet ile elde edilmiş, ihtiyaca göre düzenlenmiştir (Şekil 6.8). İkinci makro tümüyle VBA kodlaması ile oluşturulmuş olup, grafik nesne değişkeni tanımından yararlanılmıştır. Her iki makro kullanıldığından oluşan ekran görüntüleri Şekil 6.9 ve Şekil 6.10'da gösterilmektedir.

Şekil 6.9'daki makronun ilk satırı daha önceki grafik nesnelerini silerek sayfada oluşturabilecek kirliliği önlemek için kullanılmıştır. `Sheets("Transport").ChartObjects`.Count ifadesi Transport isimli sayfada kaç adet grafik nesnesi olduğunu saymaktadır. `Sheets("Transport").ChartObjects.Delete` ifadesi çalışma sayfası üzerindeki grafik objelerinin tamamının silinmesini sağlamaktadır. `Range("U3:V23").Select` ifadesinin ardından `ActiveSheet.Shapes.AddChart2(240, xlXYScatterLinesNoMarkers)`.Select ifadesinin gelmesi, XY dağılım grafiğinin bir türünün U3:V23 aralığını esas alarak oluşturulduğunu göstermektedir. `ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("Transport!U3:V23")` ifadesinin bu aralığı kullanmış olmasının sebebi bir önceki Select ifadesinin seçimindendir. `ActiveChart.Axes(xlCategory).MinimumScale = 25000` değerine set edilerek grafiğin 0 değerinden başlamasının önüne geçilmiştir. `ActiveChart.ChartTitle.Text = "Z1-Z2 Pareto Grafiği"` ifadesi grafiğin üzerine bir başlık eklemektedir. `ActiveChart.ChartArea.Left = 0` ve `ActiveChart.ChartArea.Top = 0` grafiğin, Excel ekranı üzerinde görüneceği konumu ayarlamaktadır.

Şekil 6.7

Z1-Z2 grafiği çizimini sağlayan Excel VBA makrosu

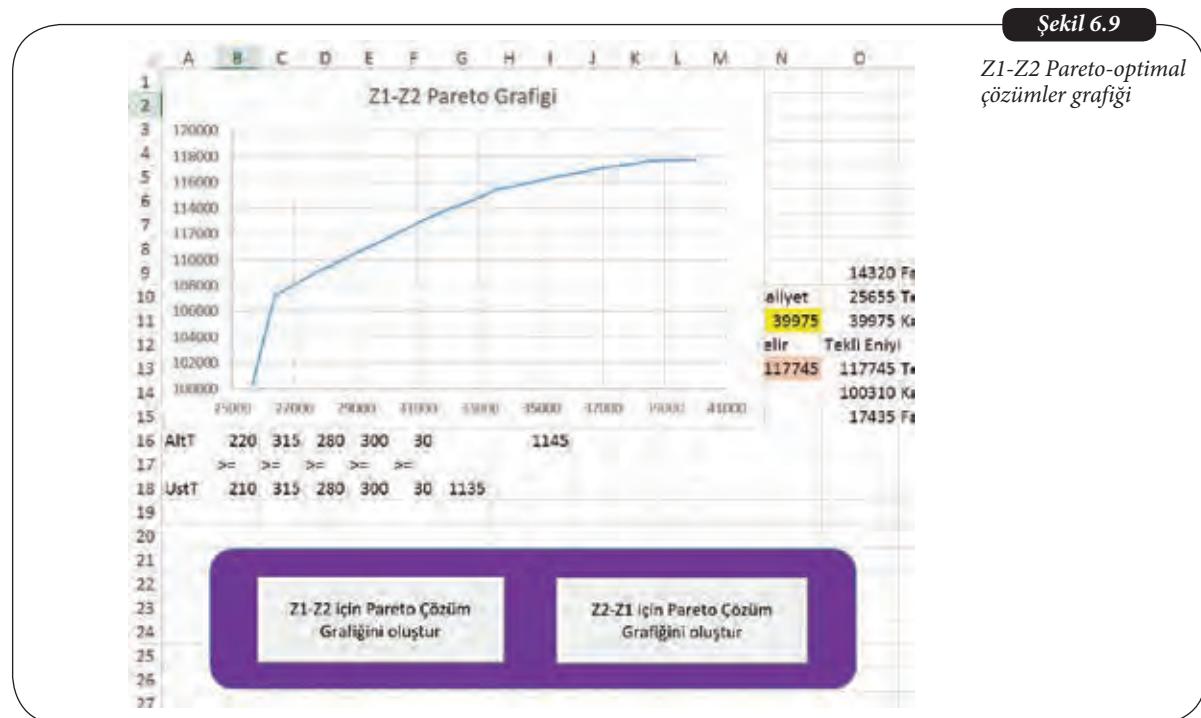
```
Sub z1z2paretomakrosu()
' Dr. Kapanoglu
If Sheets("Transport").ChartObjects.Count > 0 Then Sheets("Transport").ChartObjects.Delete
GelirMaximum
Range("U3:V23").Select
ActiveSheet.Shapes.AddChart2(240, xlXYScatterLinesNoMarkers).Select
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("Transport!$U$3:$V$23")
ActiveChart.Axes(xlCategory).Select
ActiveChart.Axes(xlCategory).MinimumScale = 25000
ActiveChart.ChartArea.Select
ActiveChart.Axes(xlValue).Select
ActiveChart.Axes(xlValue).MinimumScale = 100000
ActiveChart.ChartTitle.Select
ActiveChart.ChartTitle.Text = "Z1-Z2 Pareto Grafiği"
ActiveChart.ChartArea.Left = 0
ActiveChart.ChartArea.Top = 0
Range("B2").Select
End Sub
```

Şekil 6.8'deki makronun değişken tanımlama kısmında grafik nesnesinin bir koleksiyonu oluşturulmuştur: *Dim MyChart As Chart*. Daha sonra alan seçilmiş ve bir grafik eklenerek MyChart nesne değişkenine atanmıştır: *Range("Y3:Z23").Select* ve *Set MyChart=Charts.Add*. Daha sonra gene *Set* saklı sözcüğü ile grafik nesnesinin konumuna değer atanmıştır. *With..End With* bloğu ile grafik nesnesinin bazı özellikleri topluca değiştirilmiştir. *If MyChart.HasLegend Then MyChart.Legend.Delete* ifadesi ile grafiğin sembol gösterimleri silinerek grafik alanının doğru kullanılması hedeflenmiştir.

Şekil 6.8

Chart nesnesi ekleyerek Z2-Z1 grafiği çizimini sağlayan Excel VBA makrosu

```
Sub z2z1paretomakrosu()
' Muzaffer Kapanoglu 2016 Yaz
' z2z1paretomakrosu Makro
Dim MyChart As Chart
If Sheets("Transport").ChartObjects.Count > 0 Then
Sheets("Transport").ChartObjects.Delete
MaliyetMinimum
Range("Y3:Z23").Select
Set MyChart = Charts.Add
Set MyChart = MyChart.Location(Where:=xlLocationAsObject, Name:="Transport")
With MyChart
.ChartType = xlXYScatterLinesNoMarkers
.SetSourceData Source:=Range("Transport!$Y$3:$Z$23")
.Axes(xlCategory).MinimumScale = 100000
.Axes(xlValue).MinimumScale = 25000
End With
If MyChart.HasLegend Then MyChart.Legend.Delete
MyChart.ChartArea.Left = 400
MyChart.ChartArea.Top = 0
Range("A1").Select
End Sub
```



Yatay eksende enbüyükleme türünden bir amaç fonksiyonu ve dikey eksende enküçükleme türünden bir amaç fonksiyonu olduğunda ve amaç fonksiyonları eksen değiştirdiğinde grafiğin eğimindeki dışbükeyliğin de yön değiştirdiğini Şekil 6.9 ve 6.10'dan görebiliriz.

Eğitsel amaçlı olmayan gerçek bir problem olduğunda her iki veri setini birleştirerek sonra Pareto-optimal çözümler grafiğini elde etmek daha kullanışlı olacaktır. Çok-amaçlı optimizasyon problemleri, analitik düzeylerinin en üstünde yer alan karar analitiği araçlarından biridir.

VERİ MADENCİLİĞİNE GİRİŞ

Analitik karar vermenin, işletmelerin yeni stratejik silahı olduğu gerçeğinin anlaşılmasıyla birlikte işletmeler, analiz yeteneklerini geliştirmek üzere hızla kendi veri kaynaklarına yönelmişlerdir. Veri madenciliğinden önce popüler olan ve pek çok yönetim gurusunun ısrarla üzerinde durduğu müşteri ilişkileri yönetimi (customer relations management) kullandığı yöntemler açısından veri madenciliğinin ilk ayak sesleri olarak düşünülebilir. Müşterilerin profillerinin çıkarılması, sınıflandırılması, değerlendirilmesi ve farklı sınıflardaki müşterilere uygun stratejiler geliştirilmesi, yeni gelen müşterinin ait olduğu sınıfın belirlenerek özelliklerine uygun satış ve hizmet politikalarına başvurması, veri madenciliğinin bugün kullandığı yöntem ve yaklaşımlara benzer çalışmalar henüz büyük veri çağındaki veri zenginliğinin olmadığı bir dönemin ürünlerini olarak yönetim biliminin tarihindeki yerini almıştır.

Veri madenciliği; istatistiksel, matematiksel, yapay zekâ ve otomatik öğrenme (machine learning) tekniklerinden yararlanarak durumbilgilerini çıkarmak ve/veya yöntembilgilerini keşfetmek ve varsa örüntüleri (pattern) tespit etmektir. Bu yöntembilgileri ve örüntüler karşımıza kurallar, benzeşmeler, korelasyonlar, eğilimler,kestirim modelleri ve hatta algoritmalar olarak çıkarlar. Veri madenciliğinde kullanılan yöntemler ve erişilecek bulgular arasında bir “yöntem-sonuç” ilişkisi yoktur. Elde edilecek sonuç, problemin özelliklerine, madencinin (karar verici veya analitik uzmanı) yetenek ve deneyimine hatta veri kaynaklarında kullanılan veri modellerine bağlı olacaktır. Bu özellikleri, veri madenciliğinin hedef problemlerinin özünde *yarı-yapilandırılmış* (semi-structured) veya yapılandırılmamış (unstructured) olduğu anlamına gelir. Ancak zaman içinde yapılandırılmış tüm istatistiksel veri analizi çalışmaları da veri madenciliği başlığı altında kendine yer bularak, yapılandırılmış (structured) problemlerden yapılandırılmamış problemlere kadar, veri madenciliği verilerini kendine konu alan geniş bir anlayışın üst başlığı haline gelmiştir. Dahası, veri madenciliği, verilerden keşif yapmanın otomatikleştirildiği süreçlerin ortak bir adı haline gelmiştir. Oysa veri madenciliğinin tanımlarında *nasıl olacağı belli olmayan* (nontrivial) bir süreç olduğu belirtilmektedir. Böyle bir sürecin yapılandırılmış bir problem olarak düşünlmesi yanlış olur. Bu bilgiler ışığında veri madenciliği, karar destek sistemleri bağlamında üç farklı yapılandırılmışlık düzeyindeki problem içinde kullanılmaktadır.

- i. **Yapılandırılmış veri madenciliği:** Yaygın olarak sorgular ve istatistiksel analizlerle ele alınabileen veri madenciliği problemleridir. Hangi veri setlerinin hangi yöntemlerle işleneceği bellidir. Karar vericinin tasarım aşaması dışında sistemle ilişkisi yoktur. Betimleyici istatistikler, SQL sorguları, çevrimiçi analitik işleme (OLAP), korelasyon ve varyans analizi buna örnek olarak verilebilir. Süreç otomatikleştirilmeye uygun olarak tasarlanabilir. Ağırlıklı olarak nispeten basit hipotez yönelimli veri madenciliği çalışmalarına yönelikir.
- ii. ***Yarı-yapilandırılmış veri madenciliği:*** Ele alınan problemin çeşitli yöntemlerle sonuçlandırılması mümkün olmakla beraber hiçbirinin sonucunu karar vericinin değerlendirmesi olmadan uygulamak doğru değildir. Madencilik sürecinde karar verici, tüm aşamalarda tasarımcı ve denetçi olarak yer alır ancak verilerin işlenmesi aşaması otomatik olarak gerçekleştirilir. Karşılıklı etkileşim vardır. Kanser hastalarının kalan ömrlerinin tahmininde lojistik regresyon, yapay sinir ağları ve Weibull analizinden yararlanması ve sonuçların uzmanlar tarafından değerlendirilmesi yarı-yapilandırılmış veri madenciliğine örnek olarak verilebilir. Ayrıca karar ağaçları ve kümeleme algoritmaları ile yapılan çalışmalar da genellikle bu kapsamdaki çalışmalarlardır. Hipotez yönelimli ve keşif yönelimli veri madenciliği çalışmalarının her ikisine de yönelik olarak kullanılabilir.

- iii. *Yapılmalıdırılmamış veri madenciliği*: Tam bir analitik çalışma olarak karşımıza çıkar. Ağırlıklı olarak keşif-yönelimli veri madenciliği (discovery-driven data mining) çalışmalarını içerir. Genellikle daha önce üzerinde çalışılmamış hipotezlerin test edilmesinde yaşanan süreç buna örnek olarak verilebilir. Doğru hipotezin kullanılması, çeşitli yöntemlerle analizin yürütülmesi ve elde edilen sonuçların güvenilirliği, karar verici veya veri bilim insanının sorumluluğunda gerçekleştirilir. Kural ve algoritma formunda yöntembilgisi çıkarımı yapan madencilik çalışmaları da bu kapsamdadır. Örneğin, hazırlık süreleri toplamının enküküklendiği bir tek tezgâh çizelgeleme probleminin çözümü için çizelgeleme kuralı türeten genetik programlama yaklaşımı buna örnek olarak verilebilir.

Yukarıdaki paragraflarda kastedilen yapılmamış, yarı-yapılmalıdırılmış ve yapılandırılmış veri madenciliği ile verilerin yapılmamış, yarı-yapıl defaultManagerını karşıtmayınız. İlkinde problemin yapısı, ikinci ise verinin yapısı konu edilmektedir.



DİKKAT

Veri madenciliğinin diğer bazı başlıklarını da şunlardır: yöntembilgisi çıkarımı (knowledge extraction), veri arkeolojisi (data archeology), veri keşfi (data exploration), veri örüntüsü işleme (data pattern processing) ve veri harmanlama (data harvesting). Hangi başlık altında incelenirse incelensin veri madenciliği, veri-yönelimli karar destek sistemi için değerli model ve veri yönetimi araçlarına sahiptir. Bu araçlardan en yaygın olanları şunlardır: Sınıflama (classification), kümeleme (clustering), ilişkilendirme (association), dizi keşfi (sequence discovery).

Sınıflandırma

Veri madenciliği çalışmalarının en yaygın olanlarından biridir. Verilerin hangi sınıfaya, gruba veya kategoriye ait olduğunu belirlemeyi amaçlar. Örneğin aracına kasko sigortası yapmak isteyen bir müşterinin hangi kasko sigorta poliçesine uygun olduğunu belirlemesi bir sınıflama problemidir. Poliçeler bellidir, ancak poliçelerin kapsamları ve satış bedelleri birbirinden farklıdır. Araç ve sürücünün özellikleri, beklenen risk ve maliyetler değerlendirilerek, müşteri bir poliçe grubuna dahil edilir. Pek çok sınıflandırma algoritması ve yaklaşımı mevcut olup bunlardan bazıları şunlardır:

- i. Karar ağacı algoritmaları
- ii. İstatistiksel analiz
- iii. Yapay sinir ağları
- iv. Vaka-tabanlı akıl yürütme (case-based reasoning)
- v. Bayes sınıflandırıcılar
- vi. Genetik algoritmalar
- vii. Kaba küme yaklaşımı.

Yöntemler birbirleri ile karşılaştırılırken şu faktörlere dikkat edilir:

- *Sınıflama doğruluğu*: Kabaca örnek test veri setlerindeki doğru sınıflanmış veri yüzdesidir. Yapılan yanlış sınıflamaların sapma yüzdeleri de bu ölçüye yansıtılabilir.
- *Hız*: Sınıflandırma modeli veya algoritmasının çalışma süresidir.
- *Gürbüzlük*: Verilerin kirli ve eksik veriye sahip olması halinde doğru sınıflandırmanın yapılabilmemesidir.
- *Ölçeklenebilirlik*: Farklı boyutlardaki veri setleri için benzer etkinlikle kullanılabilir olmasıdır.
- *Yorumlanabilirlik*: Yöntemin önerdiği sınıflamanın veya sınıflama modelinin anlaşılır olmasıdır.

Karar Ağacı Algoritması

Karar ağaçları sınıflandırma yaparken öznitelikleri (attributes) değerlendirirler. Örneğin araç kaskosu yaptıracak bir müşterinin yaşı ve trafik sicilini bakarak kasko talebinin içeriği riski belirleyecek olalım. Bu durumda yaş ve sicil girdi değişkenleri yani öznitelikleridir. Bir ara düğüm öznitelik değerlendirmesi içerir. Yaprak düşümler sınıflandırmanın sonuçlarıdır. Dallar ise düğüm değerlendirmesinin sonucunu gösterir. Karar ağaçlarının ana fikri, bir eğitim setini özyinelemeli olarak her bir bölüm yalnızca bir sınıf içerecek şekilde bölmektir. Ağacın her ara düşümü bir ayrışma noktasıdır. Başlangıç ağaç oluşturulduktan sonra doğruluğu artırmak üzere budama da yapılabilir. Çok genel bir karar ağacı algoritması aşağıdaki şekilde verilebilir:

1. Bir kök düğüm (root node) oluştur ve bir ayrışma özniteliği seç
2. Her bir ayrışma adayı değeri için kök düğüme bir dal ekle ve etiketle
3. Aşağıdaki adımları uygula:
 - a. Ayrışma değerini uygulayarak verileri sınıfla
 - b. Ayrışma kalmadığında bir yaprak düğüm oluştur ve etiketle. Aksi halde yeni bir alt-ağaç oluştur.

Karar ağacı, dallandırma kararlarında oluşan sınıfın saflığını belirlemek için *Gini* indeksinden yararlanır. S_i sınıfına ait örnekler içeren bir veri seti ve p_j , j 'nin S_i deki göreceli sıklığı iken *Gini* indeksi aşağıdaki gibi formülleştirilir:

$$G(S) = 1 - \sum p_j^2$$

Kasko sigortası talebi örneğine dönersek, iki sınıf risk olduğunu varsayıyalım: Yüksek ve Düşük. Veri seti S 'nin içinde p tanesi Yüksek ve n tanesi Düşük ise ve buradan da *Gini* indeksi

$$G(S) = 1 - p_{\text{yüksek}}^2 - p_{\text{düşük}}^2 \text{ olarak belirlenir.}$$

Eğer veri seti S ; S_1 ve S_2 'ye ayrılacak ise, S_1 'deki bileşenlerin, S_2 'deki bileşenlerin sayısını N_2 gösterdiğinde, ayrışma indeksi aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$Gini_{\text{ayrışma}}(S) = \frac{N_1}{N} * Gini(S_1) + \frac{N_2}{N} * Gini(S_2)$$

Bu formüldeki en uygun ayrışma noktası, *Gini* indeksinin en düşük olduğu noktadır. Tablo 6.1'deki örnek verilerden yararlanarak kasko sigorta başvurularını sınıflandıracak bir karar ağacı oluşturalım.

Tablo 6.1
Kasko sigortası riski için eğitim veri seti

Örnek#	Yaş	Trafik Sicili	Kaza Riski
0	28	Olumlu	Yüksek
1	22	Olumsuz	Yüksek
2	48	Olumsuz	Yüksek
3	73	Olumlu	Düşük
4	37	Orta	Düşük
5	25	Yüksek	Yüksek

Varsayıyalım ki yaş ilk değerlendirmeye alınacak öznitelik olsun. Bu durumda yukarıda verilerden aşağıdaki tablo oluşturulur.

Örnek#	Yaş	Kaza Riski
1	22	Yüksek
5	25	Yüksek
0	28	Yüksek
4	37	Düşük
2	48	Yüksek
3	73	Düşük

Bu durumda yaş için ayrışma noktalarının olası değerleri $Yaş \leq 22$, $Yaş \leq 25$, $Yaş \leq 28$ $Yaş \leq 37$ $Yaş \leq 48$ $Yaş \leq 73$ 'tür. Bu ayrışma düzeylerinin her biri için Gini indeksi hesaplanır. $Yaş \leq 22$ için aşağıdaki hesaplamalar gerçekleştirilir.

Ayrışma	Yüksek	Düşük
$Yaş \leq 22$	1	0
$Yaş > 22$	3	2

Bu durumda;

$$G(Yaş \leq 22) = 1 - (\text{Yüksek risk oranı})^2 - (\text{Düşük risk oranı})^2$$

$$G(Yaş \leq 22) = 1 - (1)^2 - (0)^2 = 0$$

$$G(Yaş > 22) = 1 - (3/5)^2 - (2/5)^2 = 12/25$$

Ayrışma noktası için Yaş'ın 22 değeri kullanıldığında Gini indeksi:

$$Gini_{ayrışma} = (Yaş \leq 22 \text{ için örnek sayısı}) * G(Yaş \leq 22) + (Yaş > 22 \text{ için örnek sayısı}) * G(Yaş > 22)$$

$$Gini_{ayrışma} = \left(\frac{1}{6}\right) * 0 + \left(\frac{5}{6}\right) * \left(\frac{12}{25}\right) = \frac{2}{5}$$

İzleyen olası ayrışma değeri $Yaş \leq 25$ için aynı işlemler tekrarlarsak:

Ayrışma	Yüksek	Düşük
$Yaş \leq 25$	2	0
$Yaş > 25$	2	2

Gini indeksi bu ayrışma için;

Bu durumda;

$$G(Yaş \leq 25) = 1 - (\text{Yüksek risk oranı})^2 - (\text{Düşük risk oranı})^2$$

$$G(Yaş \leq 25) = 1 - (1)^2 - (0)^2 = 0$$

$$G(Yaş > 25) = 1 - (1/2)^2 - (1/2)^2 = 1/2$$

Ayrışma noktası için Yaş'ın 25 değeri kullanıldığında Gini indeksi:

$$Gini_{ayrışma} = (Yaş \leq 25 \text{ için örnek sayısı}) * G(Yaş \leq 25) + (Yaş > 25 \text{ için örnek sayısı}) * G(Yaş > 25)$$

$$Gini_{ayrışma} = \left(\frac{2}{6}\right) * 0 + \left(\frac{4}{6}\right) * \left(\frac{1}{2}\right) = \frac{1}{3}$$

Benzer şekilde, izleyen olası ayrışma değeri $Yaş \leq 28$ için aynı işlemler tekrarlarsak:

Ayrışma	Yüksek	Düşük
$Yaş \leq 28$	3	0
$Yaş > 28$	1	2

Gini indeksi bu ayrışma için;
Bu durumda;

$$G(Yaş \leq 28) = 1 - (\text{Yüksek risk oranı})^2 - (\text{Düşük risk oranı})^2$$

$$G(Yaş \leq 28) = 1 - (1)^2 - (0)^2 = 0$$

$$G(Yaş > 28) = 1 - (1/3)^2 - (2/3)^2 = 4/9$$

Ayrışma noktası için Yaş'ın 28 değeri kullanıldığında Gini indeksi:

$$Gini_{ayrışma} = (Yaş \leq 28 \text{ için örnek sayısı}) * G(Yaş \leq 28 \text{ için örnek sayısı}) * G(Yaş > 28)$$

$$Gini_{ayrışma} = \left(\frac{3}{6}\right) * 0 + \left(\frac{3}{6}\right) * \left(\frac{4}{9}\right) = \frac{2}{9} = 0,222\dots$$

Nihayet, benzer şekilde, izleyen olası ayrışma değeri $Yaş \leq 37$ için aynı işlemler tekrarlarsak:

Ayrışma	Yüksek	Düşük
$Yaş \leq 37$	3	1
$Yaş > 37$	1	1

Gini indeksi bu ayrışma için;
Bu durumda;

$$G(Yaş \leq 37) = 1 - (\text{Yüksek risk oranı})^2 - (\text{Düşük risk oranı})^2$$

$$G(Yaş \leq 37) = 1 - (3/4)^2 - (1/4)^2 = 3/8$$

$$G(Yaş > 37) = 1 - (1/2)^2 - (1/2)^2 = 1/2$$

Ayrışma noktası için Yaş'ın 37 değeri kullanıldığında Gini indeksi:

$$Gini_{ayrışma} = (Yaş \leq 37 \text{ için örnek sayısı}) * G(Yaş \leq 37) + (Yaş > 37 \text{ için örnek sayısı}) * G(Yaş > 37)$$

$$Gini_{ayrışma} = \left(\frac{4}{6}\right) * \left(\frac{3}{8}\right) + \left(\frac{2}{6}\right) * \left(\frac{1}{2}\right) = \frac{10}{24} = 0,4166\dots$$

$Gini_{ayrışma}$ 'nın en düşük değeri $Yaş \leq 28$ noktasındadır. En yakın üst komşu değerler ortalaması kullanılarak $Yaş = (28+37)/2 = 32.5$ bulunur. Ağacın bu dallanma noktasını kural olarak ifade ederse:

“Eğer $Yaş \leq 32.5$ ise Eğer $Yaş > 32.5$ ise

$Yaş \leq 32.5$ özniteliği için aşağıdaki tabloyu oluşturabiliriz.

Yaş	Örnek#	Risk
22	1	Yüksek
25	5	Yüksek
28	0	Yüksek

Aynı kayıtları Trafik Sicili için tablolaştırırsak:

Sicil	Örnek#	Risk
Orta	0	Yüksek
Olumsuz	1	Yüksek
Orta	5	Yüksek

Trafik sicilinin tüm değerleri için Risk değerleri değişmediğinden aşağıdaki kuralı oluşturabiliriz:

“Eğer Yaş≤32.5 ise Kasko Riski=Yüksek”

Yaş>32.5 olduğunda karar ağacının dalının nasıl oluşacağına bakmak üzere aşağıdaki iki tabloyu hazırlayalım:

Yaş	Örnek#	Risk
37	4	Düşük
43	2	Yüksek
73	3	Düşük

Sicil	Örnek#	Risk
Olumsuz	2	Yüksek
Orta	3	Düşük
Olumlu	4	Düşük

Trafik Sicili, Yaş'tan farklı olarak kategorik bir değişkendir. Bu durumda hesaplama larda, örneğin, Trafik Sicili={Olumlu} ve Trafik Sicili≠{Olumlu} ise Trafik Sicili={Orta, Olumsuz} yani tümleyeni şeklinde düşünülmelidir. Yani tanımlı kümenin bileşenleri ve tümleyenleri şeklinde 1'lerin ve 0'ların oranları şeklinde düşünülperek hesaplanmalıdır. Bu durumda N olası ayrışma noktası olduğunda 2^N farklı dizilim ortaya çıkar.

Ayrışma noktası	Yüksek	Düşük
Sicil={Olumsuz}	1	0
Sicil={Orta}	0	1
Sicil={Olumlu}	0	1

Her kategori için Gini indeksini hesaplarsak:

$$G(\text{Sicil}=\{\text{Olumsuz}\})=1-(1)^2-(0)^2=0$$

$$G(\text{Sicil}=\{\text{Orta}\})=1-(0)^2-(1)^2=0$$

$$G(\text{Sicil}=\{\text{Olumlu}\})=1-(0)^2-(1)^2=0$$

Her kategorik değerden yalnızca bir adet olduğundan indeks değerleri bu şekilde çıkmıştır. Kategorik tümleyenler için Gini indeksi hesaplanırsa:

$$G(\text{Sicil}=\{\text{Olumlu, Orta}\})=1-(0)^2-(1)^2=0$$

$$G(\text{Sicil}=\{\text{Olumlu, Olumsuz}\})=1-\left(\frac{1}{2}\right)^2-\left(\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{2}$$

$$G(\text{Sicil}=\{\text{Olumsuz, Orta}\})=1-(1/2)^2-(1/2)^2=1/2$$

Şimdi, Gini indeks değerlerini olası dallandırma kuralları için hesaplayabiliriz. Sicil=Olumsuz ve Sicil={Orta, Olumlu} dallandırma tercihi için,

$$\begin{aligned} Gini_{ayrışma} &= (\overline{\text{Sicil=Olumsuz}} \text{ kayıtların oranı}) * G(\text{Sicil=Olumsuz}) \\ &\quad + (\overline{\text{Sicil = \{Olumsuz\}}} \text{ kayıtların oranı}) * G(\text{Sicil = \{Olumsuz\}}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Gini_{ayrışma} &= (\overline{\text{Sicil=Olumsuz}} \text{ kayıtların oranı}) * G(\text{Sicil=Olumsuz}) + \overline{\text{Sicil = \{Orta, Olumlu\}}} \\ &\quad * G(\text{Sicil = \{Orta, Olumlu\}}) \end{aligned}$$

$$Gini_{ayrışma} = (\overline{\text{Sicil = \{Olumsuz\}}}) = \left(\frac{1}{3} \right) * (0) + \left(\frac{2}{3} \right) * (0) = 0$$

Diğer ayrışma değerlerine karşı gelen Gini indeksleri de aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$Gini_{ayrışma} = (\overline{\text{Sicil = \{Orta\}}}) = \left(\frac{1}{3} \right) * (0) + \left(\frac{2}{3} \right) * \left(\frac{1}{2} \right) = 1/3$$

$$Gini_{ayrışma} = (\overline{\text{Sicil = \{Olumlu\}}}) = \left(\frac{1}{3} \right) * (0) + \left(\frac{2}{3} \right) * \left(\frac{1}{2} \right) = 1/3$$

$$Gini_{ayrışma} = (\overline{\text{Sicil \in \{Olumsuz, Orta\}}}) = \left(\frac{2}{3} \right) * \left(\frac{1}{2} \right) + \left(\frac{1}{3} \right) * (0) = 1/3$$

$$Gini_{ayrışma} = (\overline{\text{Sicil \in \{Olumsuz, Olumlu\}}}) = \left(\frac{2}{3} \right) * \left(\frac{1}{2} \right) + \left(\frac{1}{3} \right) * (0) = 1/3$$

$$Gini_{ayrışma} = (\overline{\text{Sicil \in \{Orta, Olumlu\}}}) = \left(\frac{2}{3} \right) * (0) + \left(\frac{1}{3} \right) * (0) = 0$$

Gini indeksinin en düşük değeri Sicil=Olumsuz ve Sicil={Orta, Olumlu} ayrışma kategorik değerlerinde 0 olarak ortaya çıkmıştır. Yeni ayrışma noktası bu olup, sınıflama kurallarını yazarsak:

“Eğer $\text{Yaş} > 32.5$ ve Eğer Sicil=Olumsuz ise $\text{Kasko Riski} = \text{Yüksek}$ ”

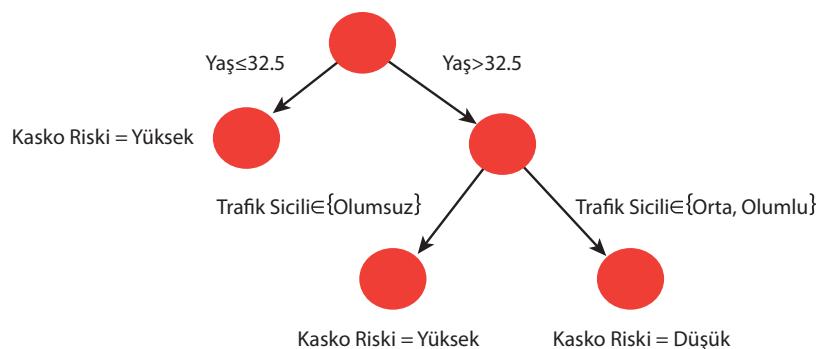
“Eğer $\text{Yaş} > 32.5$ ve Eğer Sicil=Orta veya Olumlu ise $\text{Kasko Riski} = \text{Düşük}$ ”

“Eğer $\text{Yaş} \leq 32.5$ ise $\text{Kasko Riski} = \text{Yüksek}$ ”

Karar kurallarının karar ağacı şeklinde gösterimi Şekil 6.11'de verilmiştir.

Şekil 6.11

Müşterileri kasko risk sınıflarına ayıran karar ağacı örneği



Karar ağaçları oluşturmada yararlanılan diğer bir kavram entropidir. Entropi, bir veri setindeki rassallığı ve belirsizliği ölçer. Eğer bir alt kümedeki tüm veriler yalnızca bir sınıfa aitse entropisi sıfır demektir. Çünkü bu durumda belirsizlik sıfırdır. Bu yaklaşımın amacı, tüm alt kümelerin entropilerinin sıfır olduğu alt ağaçlar yaratmaktadır. Karar ağaçları eksiksiz bilgilerle çalıştığından karar otomasyonlarında en çok başvurulan sınıflama yöntemlerinden biridir. Karar kurallarına dönüştürülerek uzman sistemlerde de kullanılmaktadır. Uzman sistemler için kullanılan karar kuralları setinin eksiksiz olması gerekmektedir.

Kümeleme

Sınıfların önceden bilinmediği veya tanımlanmadığı sınıflama problemi olarak tanımlanabilir. Kümelemede amaç, nesneleri öyle grplara ayırmaktır ki nesnelerin, ait olduğu gruptaki bireylerle arasındaki benzerlik düzeyi yüksek iken, ait olmadığı grplardaki bireylere benzerlik düzeyi düşük olsun. Kümeleme analizinde kullanılan yöntemler genelde iki şekilde bunu gerçekleştirirler:

- Bölümleyici (divisive) yöntemler: Başlangıçta tüm bileşenler tek bir kümeye aittir, sonra alt kümelere (cluster) ayrılırlar.
- Bütünleştirici (agglomerative) yöntemler: Her bileşen başlangıçta kendi başına bir kümeye düşündürür, daha sonra bu kümeler (clusters) bir noktaya kadar birleştirilir.

Kümelemede kullanılabilecek yöntemler aşağıdaki temel yöntemlerden bir veya birkaçına göre inşa edilmiş olabilir.

- Sezgisel ve meta-sezgisel yöntemler,
- İstatistiksel yöntemler (k-ortalamalar, k-medoids, k-mod vb)
- Optimal yöntemler,
- Yapay sinir ağları,
- Bulanık mantık,
- Genetik algoritmalar.

Kümelemeyi örneklemek açısından aşağıdaki iki basit algoritma yer verilmiştir.

- Doğrudan Kümeleme (Direct Clustering)
- Hiyerarşik Kümeleme (Hierarchical Clustering)

Doğrudan Kümeleme (Direct Clustering) Algoritması

Chan ve Milner tarafından 1982'de önerilmiş olmakla beraber, klasik kümeleme yöntemlerinden farklı bir yaklaşım sahiptir. Algoritmanın adımları doğrudan kümelerin oluşturulmasına yöneliktir ve benzerlik ölçüsünden yararlanmaz. Basit ve anlaşılır olduğu için tercih edilmiştir. Algoritma, bir e-perakende sistemi ile çalışan parfüm işletmesinin müşterilerini sınıflamasını içeren bir problem üzerinde açıklanacaktır. Müşterilerin (1..8) sitemizden şu ana kadar temin ettikleri parfümler (A..G) aşağıda verilmiştir (Tablo 6.2). Eğer bir müşteri mağazamızdan belli bir markadan alışveriş yaptı ise tabloda bu hücrelere 1 verilmiştir. Yani müşteri en az bir kez o marka parfümden temin etmiştir.

Müşteriler	Parfüm markaları							
	A	B	C	D	E	F	G	
1			1	1				2
2		1			1		1	3
3	1							1
4			1	1				2
5	1					1		2
6	1					1		2
7		1					1	2
8	1				1		1	3
	3	3	2	2	2	2	3	

Tablo 6.2
Müşteriler ve geçmişteki
parfüm tercihleri

Tablonun satırlarının sağında yer alan değerler bir müşterinin işletmeden kaç parfüm aldığı ve sütunların altındaki değerler ise parfümlerin kaç farklı müşteri tarafından tercih edildiğini göstermektedir, aslında satır ve sütunların toplamlarıdır. DC (Direct Clustering) algoritması satırların büyükten küçüğe ve sütunların küçükten büyüğe sıralanması ile başlar (Tablo 6.3).

Tablo 6.3
Satır ve sütunların sıralanması

Müşteriler	C	D	E	F	A	B	G	
2			1			1	1	3
8			1			1	1	3
1	1	1						2
4	1	1						2
5				1	1			2
6				1	1			2
7						1	1	2
3					1			1
	2	2	2	2	3	3	3	

Bir sonraki aşamada en üst satırdaki sütun değerleri taranır ve 1 olan hücrelerin bulunduğu sütun sola doğru kaydırılır. O sırada başka bir sütunda 1 değeri yok ise o sütun tabloda en soldaki sütun olacaktır. Var ise kendinden önce olmuş 1'ler bloğunu bozmayacaktır. Aynı işlem tüm satırlar için tekrarlanır ve ilgili satırda 1 içeren hücreye sahip sütunlar sola doğru kaydırılır (Tablo 6.4).

Tablo 6.4
Sütunların en üst satırdan başlayarak 1'lere göre düzenlenmiş hali

Müşteriler	B	G	E	C	D	A	F	
2	1	1	1					3
8	1	1	1					3
1				1	1			2
4				1	1			2
5						1	1	2
6						1	1	2
7	1	1						2
3						1		1
	3	3	2	2	2	3	2	

Bu örnek için en üst satırı (2'nci müşterinin satırı) göre sütunlar düzenlenliğinde sırayla {E, B, G} sütunları ilk üç sütunun yerini almaktadır. Müşteri 7'nin satırına kadar bir üst satırda 1'ler bloğunun korunması ilkesi dolayısı ile başka bir hareket gerçekleşmemektedir. 7'nci müşterinin satırındaki birler kendinden önceki birler bloğunu bozmadan yani parçalamadan {B, G} sütunlarının sola kayması mümkün olduğundan E ile yer değiştirmektedirler. Öte yandan son satırda ve A sütununda yer alan bir A ve F'nin yer değiştirmesine sebep olmaktadır (Tablo 6.4).

Benzer işlem bu kez satırların aşağıdan yukarıya doğru kaydırılması şeklinde yapılmaktadır. Bir satırın bulunduğu konumdan daha yukarıdaki bir konuma taşınması için ön koşul o satır ve sütunun kesiminde 1 değeri olması ve bu satırın yukarıya taşınması işlemi daha önce yukarıya taşınan 1'ler bloğunu parçalamamalıdır. Bu işlemlerin uygulandığı tablo aşağıda verilmiştir (Tablo 6.5).

Tablo 6.5
Satırların sol sütünden başlayarak 1'lere göre düzenlenmiş hali

Müşteriler	B	G	E	C	D	A	F	
2	1	1	1					3
8	1	1	1					3
7	1	1						2
1				1	1			2
4				1	1			2
3						1		1
5						1	1	2
6						1	1	2
	3	3	2	2	2	3	2	

Sütunların ve satırların bu mantıkla düzenlenmesi işlemi, hiçbir satır ve sütun yer değiştirmeyinceye kadar devam eder. Tablo 6.6 incelendiğinde bunun yeni bir iterasyon gerektirmediği görülür. Bu durumda kümeleme gerçekleşmiştir. Birlerden oluşan bloklar mümkünse tümüyle karşılıklı bağımsız (mutually exclusive) kümelere, değilse kümeler arasında en az sayıda kesişen hücre olacak şekilde kümelere ayrıılır (Tablo 6.5).

Müşteriler	Parfüm markaları							
	B	G	E	C	D	A	F	
2	1	1	1					3
8	1	1	1					3
7	1	1						2
1				1	1			2
4				1	1			2
3						1		1
5						1	1	2
6						1	1	2
	3	3	2	2	2	3	2	

Tablo 6.6
Kümelerin
oluşturulması

Tablo 6.6 incelenirse müşterilerin benzer markalar etrafında kümelendiği ve ortak tercihler sergilediği görülür.

Hiyerarşik Kümeleme (Hierarchical Clustering)

Diğer bir basit kümeleme yöntemi hiyerarşik kümelemedir. Diğer pek çok kümeleme algoritması gibi bu da benzerlik değerlerinden (similarity, proximity) yararlanmaktadır. Tablo 6.7de değerler arttıkça aralarındaki benzerlik artacak şekilde küme elemanlarının benzerlik matrisi verilmiştir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A		7	7	10	8	9	5	6	6	1	10
B			6	9	2	4	8	3	8	10	2
C				1	2	1	1	6	10	3	1
D					4	3	3	1	4	1	1
E						6	9	4	9	4	4
F							2	7	6	8	9
G								7	6	5	8
H									1	6	6
I										8	2
J											10
K											

Tablo 6.7
Bileşenlerin benzerlik
değerleri (10: Çok
benzer, 1: Benzerlik
yok)

Algoritmanın mantığı aşağıda özetlenmiştir:

- A.1 Benzerlik matrisini oluştur.
- A.2 Başlangıçta her birinin bir küme olduğunu varsayıp toplam benzerlik değerini hesapla.
- A.3 Matriste benzerliği en yüksek olan iki kümeyi bul.
- A.4 Bu iki kümeyi birleştir.
- A.5 Bu yeni küme ile diğer kümeler arasındaki benzerlikleri hesapla.
- A.6 A3-A5 adımlarını durma kriterine kadar tekrarla.

Algoritmanın durma kriteri, kümelenenek bileşenlerin sayısı n iken tüm bileşenlerin tek bir kümede toplanmasına kadar devam etmektir. Böylece karar verici, küme sayısı ile elde edilen toplam benzerlik arasında bir değerlendirme yapma fırsatı bulmuş olur. Eğer

erişilmek istenen küme sayısı hakkında kesin olmasa da bir tercih var ise, algoritma tercih edilen en büyük küme sayısına kadar çalıştırılır. Diğer bir seçenek de karşılıklı etkileşimli olarak kümelemeyi yürütmek ve tatmin edici bir kümeleme gözlenince algoritmayı durdurmaktadır. Durma kriteri, erişilen toplam benzerlik değerinin dışında, küme (cluster) boyutlarının dengeli olmasını da göz önüne alacak şekilde belirlenebilir.

Yukarıda verilen problemi ele alalım. Her bir bileşeni bir kümeye olarak kabul edersek;

Kümeler = {{A}, {B}, {C}, {D}, {E}, {F}, {G}, {H}, {I}, {J}, {K}} olur. Birbirine en yakın iki kümeyi tek bir kümeye toplamak admımda 10 benzerlik katsayısına sahip altı çift kümeye almaktadır. {A-D} çifti seçilsin ve bir kümeye oluştursun. Bu durumda kümeye sayısı 10'a düşmüştür (Tablo 6.8).

Kümeler={\{A,D\}, \{B\}, \{C\}, \{E\}, \{F\}, \{G\}, \{H\}, \{I\}, \{J\}, \{K\}};

Tablo 6.8
 $\{A,D\}$ kümesinin
oluşumundan sonra
benzerlik matrisi

Sıradaki 10 benzerlik katsayısına sahip küme bileşenlerinden $\{B, J\}$ küme çifti birleştirilsin. Bu durumda küme sayısı 9 olacaktır (Tablo 6.9).

Kümeler= {{A,D}, {B,J}, {C},{E},{F},{G},{H},{I},{K}};

Tablo 6.9
 $\{B, J\}$ kümelerinin
oluşumundan sonraki
benzerlik matrisi

Diğer adımlar sırayla uygulandığında:

Küme sayısı 8 ve Kümeler= $\{\{A,D\}, \{B,J\}, \{C,I\}, \{E\}, \{F\}, \{G\}, \{H\}, \{K\}\}$ iken benzerlik matrisi Tablo 6.10'da verilmiştir.

	A-D	B-J	C-I	E	F	G	H	K	
A-D	10	9	7	8	9	5	6	10	
B-J	0	10	8	4	8	8	6	10	
C-I	0	0	10	9	6	6	6	2	
E	0	0	0	0	6	9	4	4	
F	0	0	0	0	0	2	7	9	
G	0	0	0	0	0	0	7	8	
H	0	0	0	0	0	0	0	6	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tablo 6.10
 $\{C,I\}$ kümesinin
oluşumundan sonraki
benzerlik matrisi

Benzerlik Matrisinin Köşegeni üzerindeki katsayılar küme içi en büyük benzerlik katsayılarıdır.



Küme sayısı 7 ve Kümeler= $\{\{A,D,K\}, \{B,J\}, \{C,I\}, \{E\}, \{F\}, \{G\}, \{H\}\}$ iken benzerlik matrisi Tablo 6.11'de verilmiştir.

	A-D-K	B-J	C-I	E	F	G	H	
A-D-K	10	10	7	8	9	8	6	
B-J	0	10	8	4	8	8	6	
C-I	0	0	10	9	6	6	6	
E	0	0	0	0	6	9	4	
F	0	0	0	0	0	2	7	
G	0	0	0	0	0	0	7	
H	0	0	0	0	0	0	0	

Tablo 6.11
 $\{A, D, K\}$ kümesinin
oluşumundan sonraki
benzerlik matrisi

Küme sayısı 6 ve Kümeler= $\{\{A,D,K,B,J\}, \{C,I\}, \{E\}, \{F\}, \{G\}, \{H\}\}$ iken benzerlik matrisi Tablo 6.12'de verilmiştir.

	ADKBJ	C-I	E	F	G	H	
ADKBJ	10	7	8	9	8	6	
C-I	0	10	9	6	6	6	
E	0	0	0	6	9	4	
F	0	0	0	0	2	7	
G	0	0	0	0	0	7	
H	0	0	0	0	0	0	

Tablo 6.12
 $\{A, D, K, B,$
 $J\}$ kümesinin
oluşumundan sonraki
benzerlik matrisi

Küme sayısı 5 ve Kümeler= $\{\{A,D,K,B,J\}, \{C,I,E\}, \{F\}, \{G\}, \{H\}\}$ iken (Tablo 6.13):

	ADKBJ	C-I-E	F	G	H	
ADKBJ	10	7	9	8	6	
C-I-E	0	10	6	9	6	
F	0	0	0	2	7	
G	0	0	0	0	7	
H	0	0	0	0	0	

Tablo 6.13
 $\{C, I, E\}$ kümesinin
oluşumundan sonraki
benzerlik matrisi

Tablo 6.14
 $\{C, I, E, G\}$ kümesinin
 oluşumundan sonraki
 benzerlik matrisi

	ADKBJ	CIEG	F	H	
ADKBJ	10	7	9	6	
CIEG	0	10	6	6	
F	0	0	0	7	
H	0	0	0	0	

Küme sayısı 4 ve Kümeler= $\{\{A,D,K,B,J\}, \{C,I,E,G\}, \{F\}, \{H\}\}$ iken (Tablo 6.14):

Tablo 6.15
 $\{A,D,K,B,J,F\}$ kümesinin
 oluşumundan sonraki
 benzerlik matrisi

	ADKBJF	CIEG	H	
ADKBJF	10	7	6	
CIEG	0	10	6	
H	0	0	0	

Küme sayısı 3 ve Kümeler= $\{\{A,D,K,B,J,F\}, \{C,I,E,G\}, \{H\}\}$ iken (Tablo 6.15):

$\{H\}$ kümesi her iki kümeye eşit benzerliktedir. Bileşenleri dengellemek için daha az elemanlı kümeye birleştirilir. Sondan bir önceki iterasyonda $\{A,D,K,B,J,F\}$ ve $\{C,I,E,G,H\}$ kümeleri elde edilmiş olur.

Hiyerarşik kümelemenin bu örnekte olduğu gibi uygulanmasına Tekli Bağlantı (Single Linkage) En Yakın Komşu (Nearest Neighbor) yöntemi denir. Kümelemeye esas parametelerin niteliğine göre kullanılan matrislere benzerlik (similarity), benzemezlik (dissimilarity), uzaklık (distance) veya yakınlık (proximity) adları verilir.

SIRA SİZDE



Hiyerarşik kümeleme ile Doğrudan kümeleme yaklaşımlarını karşılaştırınız.

Özet



Analitik sistemleri ve türlerini açıklamak.

Analitik sistemler, sundukları işlev'e göre betimsel, tanışal, buluşsal, kestirimci analitik ve karar veya çözüm analitiği olarak beş kategoride incelenbilir. Analitik sistemlerin gelişim çizgisinde en üstte karar analitiği yer almaktadır. Kullanım amaçlarına göre pek çok çeşidi vardır. Bunlardan bazıları, takımların ve sporcuların performans istatistiklerini ve tahminlerini konu edinen spor analitiği yanında web analitiği, finansal analitik, medikal veya sağlık analitiği olarak belirtilebilir.



Kurumsal raporlama ve görselleştirmenin önemini ifade etmek.

Kurumsal raporlama ve görselleştirmenin her ikisinin de amacı karar vericilerin güncel ve doğru bilgilerle donatılmasıdır. Ancak hangi karar vericinin hangi bilgilere gereksinim duyacağını değerlendiren kurumsal raporlama, işletme başarısında önemli bir rol oynar. Raporlamada amaç, departmanların beklenen performansta çalışmalarını sağlamak, analiz ve araştırmaların sonuçlarını yanısıra durumbilgilerini sunmak ve bir yönyle de kurumsal bir bellek oluşturmaktır. Tek başına kurumsal bir bellek olma özelliği kurumsal raporlamanın önemini ortaya koymaktadır. Görselleştirme, bilginin öz ve etkin anlatım araçları ile desteklenmesini amaçlar. Ayrıntılardan sıyrılmış, anlamlı ve önemli bilgiler, her düzeydeki karar vericiler için yeri doldurulamaz bir öneme sahiptir.



Pareto-optimal çözüm grafikleri ile karar destek sistemlerini görselleştirmede Excel-VBA'dan nasıl yararlanılabileceğini açıklamak.

Excel, optimizasyon problemlerinin modellenmesi ve çözümlenmesinde yapısal özelliklerinin yanı sıra Çözücü eklentisine sahiptir. Birden fazla amacın olduğu durumda amaçlar-arası ödünləşmelerin incelenmesi Pareto-optimal çözümlerin belirlenmesi ile gerçekleştirilir. Birden fazla amaç olduğunda her iki amacın bir diğerini gözeterek koşullu optimal değerlerinin elde edilmesi için Çözücü makrolarından yararlanılabilir. Elde edilen çözümlerin görselleştirilmesinde ise grafik nesnelerinin (Chart object) VBA kodları içinde kullanımından yararlanılır.



Veri-yönelimli karar destek sistemlerinin yararlanacağı veri madenciliği yöntemlerini örneklemek.

Büyük veri çağrı ile birlikte veri madenciliği hızlı bir gelişme dönemine girmiştir. Veri-yönelimli karar destek sistemleri, veri madenciliği ve veri analitiği başlığındaki tüm yöntemlerden yararlanabilmektedir. Bunların ilk akla gelenleri sınıflama ve kümelemedir. Gene bu bağlamda akla ilk gelen genel amaçlı yöntemler arasında yapay zekâ, otomatik öğrenme veya makine öğrenmesi, istatistiksel ve matematiksel teknikler de sayılabilir.

Kendimizi Sınavalım

- 1.** Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
 - a. Analistik 3.0'ı Endüstri 4.0 izlemiştir.
 - b. Analistik 3.0 çağının bir adı da Nesnelerin İnterneti (Things of Internet)'dır.
 - c. İnsanın hem bedenen hem zihnen çalışacağı ve ekonomide yerini alacağı bir dönemi Endüstri 4.0 başlatmıştır.
 - d. Veri erişiminin işletme içi bileşeni basılı ve yayınlanmış raporlardır.
 - e. Veri erişimin işletme dışı bileşeni bilgi süperotobanı da denen İnternet'tir.

- 2.** Aşağıdakilerden hangisi Analistik sistemlerin işlevlerine göre sınıflandırılmasında yer alan analitik düzeylerinden biridir?
 - a. Müşteri analitiği
 - b. Karar analitiği
 - c. Finansal analitik
 - d. Pazarlama analitiği
 - e. Spor analitiği

- 3.** Kredi başvurusunu derecelendiren bir finansal analistik için aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?
 - a. Verilecek kredi için uygun faiz oranı belirlemek
 - b. Müşterinin kredi notunu hesaplamak
 - c. Verilecek kredi için uygun ödeme koşullarını belirlemek
 - d. Kredi isteğini otomatik olarak kabul etmek
 - e. Müşteriye verilebilecek kredi için üst limit hesaplamak

- 4.** Aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
 - a. Bilginin görselleştirilmesinin bir bilim dalı olarak kabul edilmesi insanlık tarihi kadar eskidir.
 - b. Görsellerin küreselliğinin arkasında otomatik tercih yapabilen teknolojilerin bulunması yatkınlıkta.
 - c. Karar destek sistemlerinin en önemli bileşeni yön tembilgisi (knowledge) yönetimi modülüdür.
 - d. Görsel analistik (visual analytics) terimi, görselleştirmenin önemi ve yaygınlığı sonucudur.
 - e. Çizgi grafiği (line chart), pasta grafiği (pie chart) ve pert diyagramı (pert chart) görselleştirmede yararlanılan temel bileşenler arasındadır.

- 5.** Aşağıdaki özelliklerden hangisi performans gösterge panellerinin taşıdığı özelliklerden biri **değildir**?
 - a. Görselleştirme araçlarından yararlanmaları
 - b. Çözücü (Solver) eklentisi ile uyumlu olmaları
 - c. Farklı veri kaynaklarından gelen bilgilerden yararlanmaları
 - d. Paneldeki bilgilerin ayrıntılarına inebilmeyi (drill-down) desteklemeleri
 - e. Bak-ve-hisset (look-and-feel) kolaylığı sunmaları

- 6.** İki amaçlı bir karar destek sistemi hakkında aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. Bir optimizasyon yazılımı veya eklentisini gerektirir.
 - b. Her amaç ayrı ayrı çözülmeli, sonra amaçlardan daha iyi olan seçilmelidir.
 - c. Amaçlardan her ikisi de enbüyükleme ise, eniyi çözüm sonsuza yakınsar.
 - d. Pareto-optimal çözüm grafiği, amaçlardan birinin diğerine göre 80-20 oranında eniyi çözüme katkıda bulunduğu noktaları göstermektedir.
 - e. Amaçlar birbirleri ile çelişen amaçlar değilse, pareto-optimal çözüm grafiğinin bir anlamı kalmaz.

- 7.** Aşağıdaki Excel-VBA ifadelerinden hangisinin Çözücü makrosunda olması beklenir?
 - a. SetCell:="Top_Maliyet", MaxMinVal:=2, ByChange:="Miktar"
 - b. ActiveSheet.Shapes.AddChart2(240,xlXYScatterLine sNoMarkers).Select
 - c. Solver.Sheets("Transport").ChartObjects.Count
 - d. SolverReset.ActiveChart.SetSourceData Source:=Range("Transport!\$U\$3:\$V\$23")
 - e. ActiveChart.Axes(xlCategory).MinimumScale=25000

- 8.** Aşağıdakilerden hangisi sınıflama yöntemi seçilirken dikkat edilmesi gereken faktörlerden biri **değildir**?
 - a. Vaka-tabanlı akıl yürütübilmesi (case-based reasoning)
 - b. Doğruluğu (Accuracy)
 - c. Hızı (Speed)
 - d. Ölçeklenebilirliği (Scalability)
 - e. Gürbüzlüğü (Robustness)

Kendimizi Sınayalım Yanıtları

- 9.** “Verilerin kirli ve eksik olması halinde de doğru sınıflandırma yapabilme özelliği” sınıflandırma yöntemlerini karşılaştırırken aşağıdaki değerlendirilmesi gereken faktörlerden hangisini betimlemektedir?
- Doğruluk
 - Gürbüzlük
 - Hız
 - Yorumlanabilirlik
 - Ölçeklenebilirlik
- 10.** Aşağıdakilerden hangisi kümlemede kullanılabilecek temel yöntemler arasında **yer almaz**?
- İstatistiksel yöntemler
 - Optimizasyon yöntemleri
 - Gauss eliminasyonu
 - Yapay sinir ağları
 - Genetik algoritmalar
- | | |
|-------|---|
| 1. e | Yanıtınız yanlış ise “Giriş” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 2. b | Yanıtınız yanlış ise “Analistik Sistemler ve İşletme Analitiği” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 3. d | Yanıtınız yanlış ise “Analistik Sistemler ve İşletme Analitiği” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 4. d | Yanıtınız yanlış ise “Bilginin Görselleştirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 5. b | Yanıtınız yanlış ise “Bilginin Görselleştirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 6. e | Yanıtınız yanlış ise “Çok-Amaçlı Bir Karar Destek Sisteminin Görselleştirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 7. a | Yanıtınız yanlış ise “Çok-Amaçlı Bir Karar Destek Sisteminin Görselleştirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 8. a | Yanıtınız yanlış ise “Sınıflandırma” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 9. b | Yanıtınız yanlış ise “Veri Madenciliğine Giriş” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |
| 10. c | Yanıtınız yanlış ise “Veri Madenciliğine Giriş” konusunu yeniden gözden geçiriniz. |

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

İşletme analitiği işlevlerine göre beşe ayrılır. Bunlar;

1. Betimsel analitik,
2. Tanışsal analitik,
3. Buluşsal analitik,
4. Kestirimci analitik,
5. Karar analitiğidir.

Sıra Sizde 2

Karar analizi, karara yönelik tüm istatistiksel, matematiksel, mühendislik, yapay zekâ da dâhil kullanılan yöntemlerin tamamı olup, bir uzman analist veya karar verici tarafından yürütülen çalışmalara verilen isimdir. Bir işletmede her aşamada yapılan toplantılar da karar analizinin bir boyutudur. Kişisel olarak yapılan sorgular ve değerlendirmeler de karar analizi başlığında değerlendirilebilir. Tüm bilimsel yöntemlerin karar problemleri sorumluluğunu almış kişiler tarafından kullanılması da bir karar analizi çalışması olarak görülmelidir. Analitik sistemler, uygulanacak analizlerin kurumsal bir akreditasyonunu içerir. Analitik sistemler, hangi analizlerin hangi yöntem ve algoritmalarla ve hangi kurumsal bilgi kaynaklarından yararlanarak yapılacağını belirlendiği sistemlerdir.

Sıra Sizde 3

Kurumsal raporlama sistemlerinde olması beklenen bileşenlerden bazıları şunlardır:

1. İşletmenin gerçek kayıtlarının kurumsal veritabanlarına aktarılması ve saklanması yürütmek üzere çevrimiçi kayıt işleme sistemi olmalıdır.
2. İşletme veritabanlarından bilgileri alıp raporlama sistemi ile buluşturup bilgi aktarılmasını sağlayan veri sunumuunu üstlenen bir bileşen olmalıdır.
3. ETL denen veri gösterimi olarak kısaca ifade edilebilecek ve verilerin uygun nitelik ve biçimde aktarılmasını sağlayan bileşen olmalıdır.
4. Veri depolama bileşenleri olmalıdır, işlem tablolarından veri ambarı ve marketi gibi gelişmiş bileşenler olabilir.
5. İşletme kuralları, yaynlama ve güvence bileşenleri içermelidir.

Sıra Sizde 4

Görselleştirmede kullanılan araçlardan bazıları şunlardır:

1. Gösterge panelleri
2. Çizgi grafiği
3. Çubuk grafiği
4. Pasta grafiği
5. Gantt diyagramı
6. Pert diyagramı
7. Haritalar
8. Ağaç haritaları
9. Kabarcık grafiği
10. Histogram
11. Radar grafikleri

Sıra Sizde 5

Hiyerarşik kümeleme, benzerlik değerlerine bakarak, tek tek kümelerden (cluster) tüm bileşenleri içeren tek bir kümeye kadar benzerlik değeri yüksek olanların birlleştirilerek ilerlediği bir algoritmadır. Doğrudan kümeleme, açıkça bir benzerlik değeri kullanmaz, buna karşın benzer örüntülere sahip bileşenleri bir araya getirmeye çalışır. Hiyerarşik kümelemede karar verici herhangi bir küme sayısı tercih edebilir. Ancak doğrudan kümelemede küme sayısı çözüm sonunda gerçekleşen örtübü bloklarından belirlenir.

Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

- Albright, S. Christian. (2001). *VBA for modelers: Developing decision support systems with Microsoft Excel*. Duxbury.
- Burstein, F., & Holsapple, C. (Eds.). (2008). *Handbook on decision support systems 2: variations*. Springer Science & Business Media.
- <http://m.kapanoglu.com/aof/ybs402u>
- Power, D. J., Sharda, R., & Burstein, F. (2015). *Decision support systems*. John Wiley & Sons, Ltd.
- Seref, M. M., Ahuja, R. K., & Winston, W. L. (2007). *Developing spreadsheet-based decision support systems*. Dynamic Ideas.
- Sharda, R., Delen, D., Turban, E., Aronson, J., & Liang, T. P. (2014). *Business intelligence and analytics: systems for decision support* (10th ed.). Prentice Hall.
- Turban, E., Aronson, J., Liang, T., & Sharda, R. (2007). *Decision support and business intelligence systems*, 8th Edition Prentice Hall. Upper Saddle River NJ.
- Walkenbach, J. (2013). *Microsoft Excel 2013: Power Programming with VBA*.

7

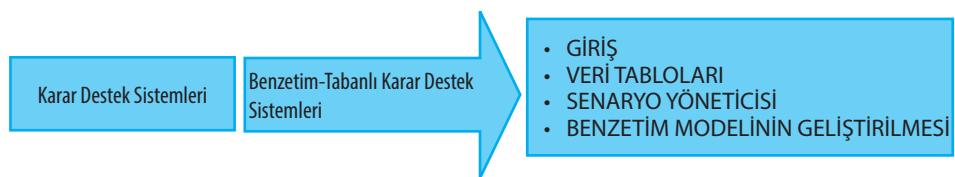
Amaçlarımız

- Bu üniteyi tamamladıktan sonra;
- 🕒 Benzetim ve senaryo analizinin karar vericiler için önemini açıklayabilecek,
 - 🕒 İşlemtablolarında benzetim modeli kurmayı kolaylaştıran ve en kullanışlı iki aracı açıklayabilecek,
 - 🕒 Benzetim-tabanlı karar destek sistemlerine yönelik işlemtablolarının sunduğu olanakları ayırt edebilecek bilgi ve becerilere sahip olabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Benzetim
- Veri Tablosu
- Senaryo Yöneticisi
- Tek-Yönlü Veri Tablosu
- İki-Yönlü Veri Tablosu
- Dağılımlar

İçindekiler



Benzetim-Tabanlı Karar Destek Sistemleri

GİRİŞ

İşletmelerin yönetiminde, bir dizi bağımsız, bağımlı ve ardışık kararın verilmesi halinde arzu edilen sonuçlara ne düzeyde erişileceğinin değerlendirilebilmesi önemlidir. Bir sistemin mevcut durumunu ve koşullarını temsil eden varsayımlar ile karar vericinin beklenilerine uygun tercihlerin bütünü *senaryo* olarak tanımlanır. Bir senaryonun varlığı, sistemdeki tüm bileşenlerin nasıl davranışlarının tahmin edilmesini veya nasıl davranışacağı konusunda karar verilmesini gerektirir. Karar problemlerinin matematiksel modelinin kurulamayacak kadar karmaşık, dinamik ve/veya stokastik olarak modellenmesinin vazgeçilemez olduğu durumlarda, karar vericilerin yargılara ve beklenilerine uygun senaryoların etkili bir şekilde değerlendirilmesi ancak *benzetim-tabanlı bir karar destek sistemi* ile gerçekleştirilebilir.

Benzetim, sistem davranışlarını daha iyi anlamak, problem ve sistem ortamını gerçek haliyle taklit etmek için kullanılan modelleme aracıdır. Sistemin gerçek davranışı, dağılımların kullanılmasıyla gerçeğe yakın bir şekilde modellenebilir. Bu dağılımlardan türetilen rassal sayılarla birçok strateji değerlendirilebilir ve sistemin ilgili stratejilerinin uygulanması halinde gerçekleşecek performansı tahmin edilebilir. Benzetim, orjinal süreçten bağımsız ancak aynı sonuçları gözlelemek için gerekli olan malzeme, iş-gücü ve zaman maliyeti olmaksızın deneme yanılma yoluyla gözlem yapılabilen yararlı bir araçtır.

Benzetim modelleri, amaç fonksiyonu için eniyi değeri araştıran eniyileme modellerinden farklı bir şekilde kullanılmaktadır. Benzetimde, "Olsa-Ne Olur" analizini kullanan bir çok senaryo altında sistemin performansını değerlendirmek için sistemin davranışını canlandırmaktadır. Benzetim birçok uygulama alanına sahiptir. Bu uygulamaların bir kısmı, ilerleyen bölümlerde incelenmektedir. Benzetim, gerçeğin olabildiğince birebir temsil edilerek canlandırılması ilkesine dayandığından, bilgisayarsız uygulamaları yok denecek kadar azdır. Dolayısı ile benzetim yaklaşımının gerçek ortamı, bir karar destek sistemidir. Bir karar destek sistemi geliştirme stüdyosu olarak genelde işlemtabloları ve özellikle Excel, benzetim-tabanlı karar destek sistemlerinin eksiksiz ve pratik kullanımına yönelik birçok özelliğe sahiptir. Bunlardan ikisi *Veri Tabloları* ve *Senaryo Yöneticisi*'dır.

Bu üitede, işletmelerdeki karar problemlerinde benzetimden nasıl yararlanabileceği ve işlemtablolarında benzetimin nasıl gerçekleştirilebileceği örneklerle açıklanmaktadır. Ayrıca, benzetim modellemede kullanılabilecek önemli işlemtablosu fonksiyonları ve programlammanın sunduğu olanaklar, benzetim-tabanlı karar destek sistemlerinin geliştirme süreci içinde anlatılmaktadır.

SIRA SİZDE

1

Çevrenizde veya bildığınız bir işletmede benzetim yaklaşımı ile ele alınmasını düşündüğüünüz problemlere örnekler veriniz.

VERİ TABLOLARI

Veri tabloları, girdilerdeki değişiklikler karşısında çıktıların nasıl değiştigini gözlemek için kullanılmaktadır. Veri tabloları, bir problemin bazı girdi ve çıktıları için fonksiyon veya formül içeren hücrelere atıfta bulunmak için işlemtablolarını kullanmaktadır. Örneğin, girdiniz satış fiyatı ve çıktıınız kâr olsun. Girdi hücresi, sayısal değerler içermekte, fakat çıktı hücresi ürün başına kâr değeri ve satılan miktarla dayalı kârı hesaplayan bir formülü içermektedir.

İki tip veri tablosu vardır: *tek-yönlü veri tablosu* ve *iki-yönlü veri tablosu*. Tek-yönlü veri tablosu, girdideki bir değişimin çıktılardaki değerleri nasıl değiştirdiğini belirmektedir. Bir önceki paragrafta verilen örnekte ücret, değişmesi gereken tek girdi değeri olduğundan tek-yönlü veri tablosu kullanılır. İşletme kârını gözlerken aynı zamanda müşterilerin sayısını ücret değeri olarak takip etmek mümkündür. Bu yalnızca bir girdiyi (ücreti) değiştirmeyi gerekli kıldığından, tek-yönlü veri tablosunu kullanabilirsiniz. İki-yönlü veri tablosu, iki girdi değişiminin tek çıktı değerini nasıl değiştirdiğini belirlemenize olanak vermektedir. Örneğin ücret ve işaretmenin konum bilgileri girdi olarak değişirse, kârdaki değişimi gözlemeleyebilirsiniz.

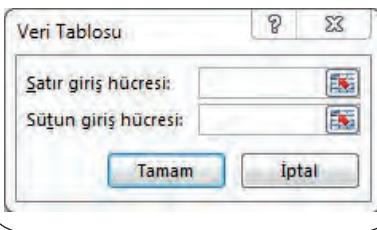
Veri tablolarının kullanılabilmesi için ilk olarak işlemtablosunun hazırlanması gereklidir. Bu amaçla, girdilerin ve çıktı değerlerin yer alacağı hücreler belirlenir. Bu hücreler, değerleri veya formülleri içerebilir. Bu hücreleri, kolay kullanılabilecek referans bir ad ile tanımlayabilirsiniz. Daha sonra analiz etmek istediğiniz farklı girdi değerlerinin listesini hazırlayarak, denemeler yapabilirsiniz. Eğer tek-yönlü tablo oluşturmak istiyorsanız, ilgili değerleri tek bir sütuna ilave edebilirsiniz. Eğer iki-yönlü veri tablosu hazırlıyorsanız, ilgili iki girdi için bir satır ve bir sütun girdi değeri oluşturmanız gereklidir. Daha sonra gözlem için hesaplamak istediğiniz *Veri Tablosuna* çıktı formüllerini giriniz. Tek-yönlü veri tablosu için bu çıktı hücreleri, (tek-yönlü veri tablosu kullanarak birden fazla çıktı gözlemlenebilir) girdi sütununa komşu sütunda olmalıdır. İki-yönlü veri tabloları için bu çıktı hücreleri (yazılıcada bir çıktı değeri, iki-yönlü veri tablosu ile gözlemlenebilir) veri tablosunun üst köşesinde yer almaktadır (girdi değerinin yer aldığı sütunun üzerindeki hücre ve girdi değerinin yer aldığı satırдан sonra).

İşlemtablosunu hazırladığınızda, yeni oluşturduğunuz tüm tablo alanını (sütun ve satır başlıklarını olmaksızın) tanımlayınız. İşlemtabloları menüsünden *Veri* → *Veri Araçları* → *Durum Çözümleyici* açılır penceresinden *Veri Tablosu*'nu seçiniz. Şekil 7.1'deki gibi küçük bir diyalog kutusu, *satır ve/veya sütun girdi hücresini* sormak için açılacaktır.

Eğer tek-yönlü veri tablosu oluşturuyor ve değişken değerleriniz sütunda yer alıysa, refere edilen (veya başvuruda bulunulan) başlangıç listesindeki veri hücre değerini *sütun giriş hüresi* kutusuna tanımlayınız. Bu refere edilen hücre, orijinal (başlangıç) girdi değerlerinizin yer aldığı hücrelerden biridir. Girdi hücre değerinin değişmesi durumunda sonucun nasıl değiştigini görebileceğiniz *çıktı hücreleri* için kopyalanın formül, bu girdi hücre konumunu refere edecek şekilde olmalıdır. Eğer iki-yönlü veri tablosu oluşturuyorsanız; iki girdiyi değiştirdiğinizden, hem *satır hem sütun giriş hüresi* kutusuna refere edilen (veya başvuruda bulunulan) girdi verilerinin hücresi tanımlanmalıdır. *Giriş hücreleri* refere edildikten sonra, *Tamam* tuşunu tıklayınız ve veri tablosunda hesaplanan değerleri gözlemeleyiniz.

Şekil 7.1

Satır giriş hüresi ve Sütun giriş hüresi



Bu bölümdeki Excel çalışma kitaplarını incelemek için kaynakçadaki web adresinden yararlanınız.

Tek-yönlü ve iki-yönlü veri tablolarına birer örnek verelim. Şekil 7.2'de çiçek fiyatları için girdilerin ve çıktıların bir listesi gösterilmektedir. Toplam kâr; *birim kâr* (bir çiçeğin satış fiyatı ile maliyet fiyatı arasındaki farkın bulunmasıyla), bu değerin *çiçek satan mağaza sayısını* ve *mağaza başına satılan çiçek sayısının çarpılmasıyla* hesaplanmaktadır. Gösterilen girdi hücrende yer alan aşağıdaki formülle kâr hesaplanır.

$$= (B6-B7)*B4*B5$$

Hazırlanacak ilk veri tablosunda, çiçek satış fiyatları değiştiğinde elde edilecek farklı kâr değerleri gösterilsin. Bu tabloda, yalnızca bir girdi verisi değiştiği için bu tek yönlü veri tablosudur. İlk olarak çiçek için farklı fiyat sütunlarını oluşturalım. Çiçek fiyatlarının, ₺30,00 ile ₺60,00 arasında değişebileceği kabul edilsin. Daha sonra B8 hücrende kullanılan formülü, veri tablosunun ilk satırındaki hücreye (D11) kopyalayınız (girdi sütununda ilk ücret değerinin üzerinde). Çıktı formülünü, ya doğrudan ya da girdilerin ve çıktıların listesinde yer alan orijinal formül hücreni referans gösterilmesiyle, kopyalanabildiğine dikkat ediniz. Başka bir ifadeyle, $= (B6-B7)*B4*B5$ formülü tekrar yazılabilir veya başlangıç tablosunda bu formül basit bir şekilde =B8 yazılarak referans gösterilebilir. Şekil 7.3 bu veri tablosu için yapılması gereken hazırlığı göstermektedir.

İşemtablosu menüsünden *Veri* → *Veri Araçları* → *Durum Çözümleyici* açılır penceresinden *Veri Tablosu*'nu seçiniz. Girdi olarak, fiyat değiştirildiğinden ve veri tablosunun birinci sütununda bu değişen değerler yer aldığından, *Sütun Girdisi* olarak çıktıların ve girdilerin başlangıç listesindeki fiyat değerlerinin yeri B6 hücresi olarak Şekil 7.4'deki gibi tanımlanmalıdır.

Şekil 7.2

Çiçek Fiyatları	
Çiçek satan mağaza sayısı:	6
Mağaza başına satılan ortalama çiçek sayısı:	30
Çiçekin satış fiyatı:	₺ 40,00
Çiçekin birim maliyeti:	₺ 25,00
Toplam kar:	₺ 2.700,00

Şekil 7.3

Çiçek Fiyat Aralığı	₺ 2.700,00
₺ 30,00	
₺ 35,00	
₺ 40,00	
₺ 45,00	
₺ 50,00	
₺ 55,00	

Şekil 7.4

Çiçek Fiyatları	
Çiçek satan mağaza sayısı:	6
Mağaza başına satılan ortalama çiçek sayısı:	30
Çiçekin satış fiyatı:	₺ 40,00
Çiçekin birim maliyeti:	₺ 25,00
Toplam kar:	₺ 2.700,00

Tek-yönlü veri tablosu	
Çiçek Fiyat Aralığı	₺ 2.700,00
₺ 30,00	
₺ 35,00	
₺ 40,00	
₺ 45,00	
₺ 50,00	
₺ 55,00	

Toplam Kar	
Çiçek Fiyat Aralığı	₺ 2.700,00
₺ 30,00	
₺ 35,00	
₺ 40,00	
₺ 45,00	
₺ 50,00	
₺ 55,00	

Çiçek fiyatının başlangıç hücre referansı olarak Sütun giriş hücrende kullanılması

Şekil 7.5

Son veri tablosu, farklı çiçek fiyatları için kâr değerleri

		Toplam Kar
		₺ 2.700,00
Çiçek Fiyat Aralığı	₺ 30,00	₺ 900,00
	₺ 35,00	₺ 1.800,00
	₺ 40,00	₺ 2.700,00
	₺ 45,00	₺ 3.600,00
	₺ 50,00	₺ 4.500,00
	₺ 55,00	₺ 5.400,00

Şekil 7.6

Hem çiçek fiyatı hem de satış yapan mağaza sayısını değiştiren iki-yönlü veri tablosu için hazırlık

Çiçek Fiyat Aralığı	Toplam Kar	Çiçek satan mağaza sayısı				
	₺ 2.700,00	4	5	6	7	8
₺ 30,00						
₺ 35,00						
₺ 40,00						
₺ 45,00						
₺ 50,00						
₺ 55,00						

Excel menüsünden *Veri* → *Veri Araçları* → *Durum Çözümleyici* açılır penceresinden *Veri Tablosu*'nu seçiniz. Bu sefer, hem *Satır giriş hücresi* hem de *Sütun giriş hücresi* seçilecektir. *Satır giriş hücresi*, girdilerin ve çıktıların başlangıç listesinde B4 hücresinde yer alan çiçek satan mağaza sayısı olacaktır. *Sütun giriş hücresi*, daha önce olduğu gibi çiçek satış fiyatını gösteren B6 hücresidir (Şekil 7.7'ye bakınız).

Tamam, butonu tıklandığında tamamlanan liste gösterilecektir. Çiçek satış fiyatı ve çiçek satan mağaza sayısının birlikte oluşturduğu herhangi ikili değer için hesaplanan toplam kâr değerleri Şekil 7.8'de gösterilmektedir.

Şekil 7.7

Ciçek satan mağaza sayısının Satır giriş hücresi ve çiçek satış fiyatının Sütun giriş hücresi olarak kullanılması

The screenshot shows the Microsoft Excel interface with the following components:

- Data Tools Dialog:** A small window titled "Veri Tablosu" (Data Table) is open. It contains two dropdown menus: "Satır girişi hücresi" (Row input cell) set to "B4" and "Sütun girişi hücresi" (Column input cell) set to "B6". Below these are "Tamam" (OK) and "İptal" (Cancel) buttons.
- Two-Way Data Table:** A table titled "Çiçek Fiyatları" (Flower Prices) is displayed. It includes the following data:

Çiçek satan mağaza sayısı	4	5	6	7	8
Mağaza başına satılan ortalama çiçek sayısı	30				
Ciçekin satış fiyatı	₺ 40,00				
Ciçekin birim maliyeti	₺ 25,00				
Toplam kar	₺ 2.700,00				
- Calculated Result Table:** A table titled "İki-yönlü veri tablosu" (Two-way data table) is shown below the dialog. It has the same structure as the one above it, with columns for "Toplam Kar" and "Çiçek satan mağaza sayısı" (4, 5, 6, 7, 8), and rows for "Çiçek Fiyat Aralığı" (₺ 30,00, ₺ 35,00, ₺ 40,00, ₺ 45,00, ₺ 50,00, ₺ 55,00).

Şekil 7.8

	Toplam Kar	Çiçek satan mağaza sayısı				
		4	5	6	7	8
Çiçek Fiyat Aralığı	₺ 2.700,00	4	5	6	7	8
	₺ 30,00	₺ 600,00	₺ 750,00	₺ 900,00	₺ 1.050,00	₺ 1.200,00
	₺ 35,00	₺ 1.200,00	₺ 1.500,00	₺ 1.800,00	₺ 2.100,00	₺ 2.400,00
	₺ 40,00	₺ 1.800,00	₺ 2.250,00	₺ 2.700,00	₺ 3.150,00	₺ 3.600,00
	₺ 45,00	₺ 2.400,00	₺ 3.000,00	₺ 3.600,00	₺ 4.200,00	₺ 4.800,00
	₺ 50,00	₺ 3.000,00	₺ 3.750,00	₺ 4.500,00	₺ 5.250,00	₺ 6.000,00
	₺ 55,00	₺ 3.600,00	₺ 4.500,00	₺ 5.400,00	₺ 6.300,00	₺ 7.200,00

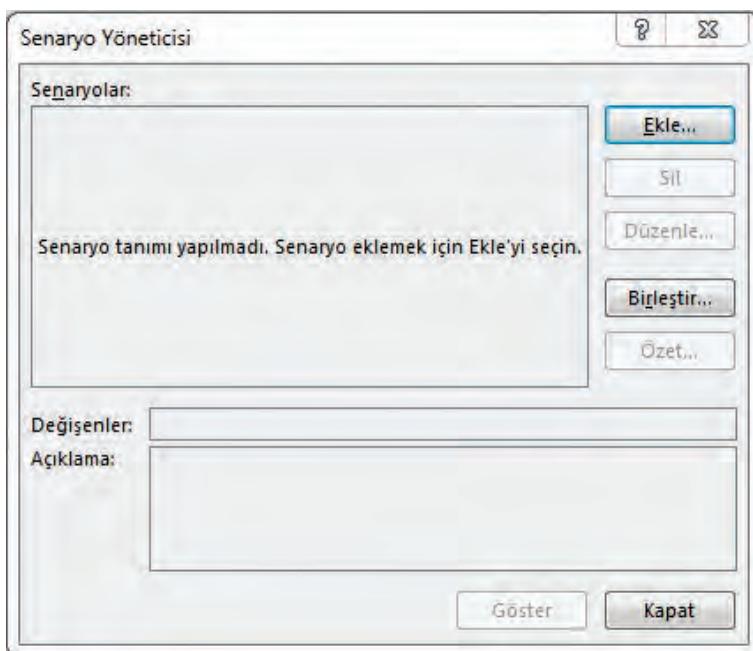
Örneğin tamamlanmış veri tablosu

SENARYO YÖNETİCİSİ

Senaryo Yöneticisi, 32 girdi hücresına kadar, çeşitli değer veya senaryo ve birçok çıktı hücresinin sonucundaki değişiklikleri gözlelemmeye imkân vermektedir. Senaryo Yöneticisi, girdi değerlerinin her senaryosu için sonuç çıktı değerlerini gösteren *Senaryo Raporları* üretmektedir.

İşlem tablolarının hazırlığı için kullanılan *Senaryo Yöneticisi, Veri Tabloları*'ndan daha basittir. Bütün gerekli olan, girdilerin veya çıktıların yer alacağı başlangıç listesinin hazırlanmasıdır. İlgili hücrelere, uygun veri değeri ve formül bilgisi girilmelidir. Şekil 7.9'da gösterilmekte olan *Senaryo Yöneticisi* diyalog penceresini görmek için işlemtabloları menüsünden *Veri → Veri Araçları → Durum Çözümleyici* açılır penceresinden *Senaryo Yöneticisi* seçilir.

Şekil 7.9

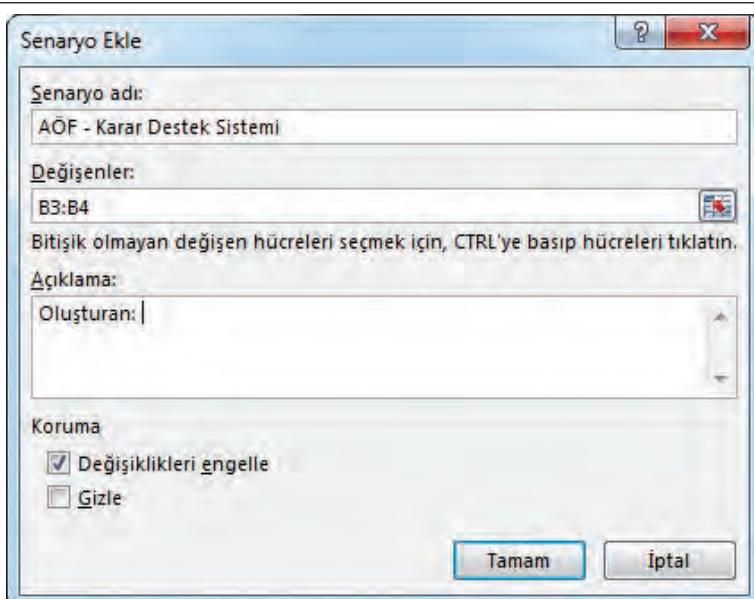


Senaryo Yöneticisi diyalog kutusu

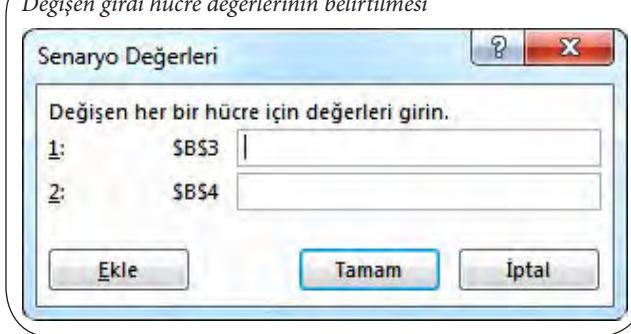
Bir senaryo oluşturmak için sadece *Ekle* tuşunu tiklayın. Senaryo için seçilen girdilerin yer aldığı diğer diyalog kutusu, Şekil 7.10'da gösterilmektedir. Refere edilen bu hücre, işlemtablosu hazırlanırken oluşturulan girdilerin listesi olmalıdır. Bu aşamada ayrıca, *Senaryo adlandırılmasi* yapılmalıdır.

Şekil 7.10

Senaryo adı'nın verilmesi ve değişen değişkenler için giriş hücresinin belirtilmesi

**Şekil 7.11**

Değişen girdi hücre değerlerinin belirtilmesi



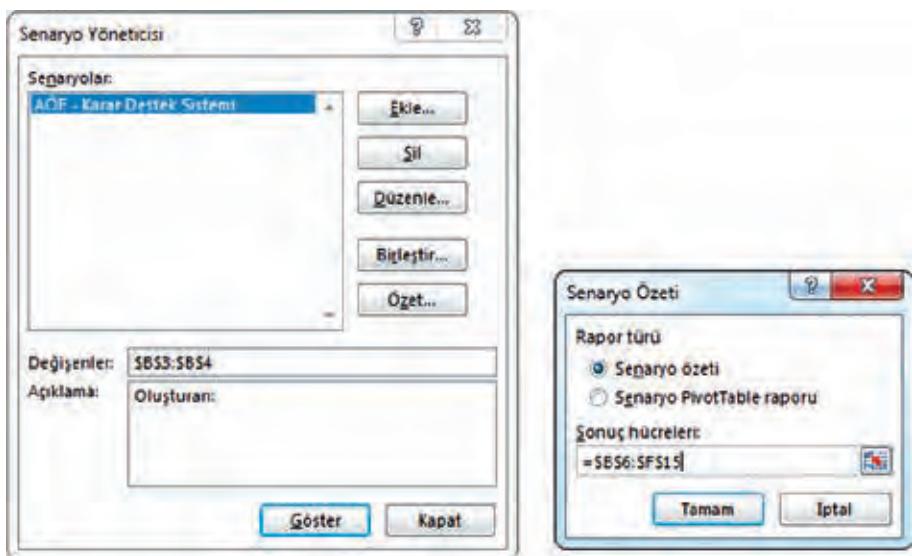
Daha sonra oluşturulan senaryolar için alınacak giriş değerleri tanımlanmaktadır. (Şekil 7.11)

Senaryo, artık orijinal Senaryo Yöneticisi diyalog kutusunda listelenebilir. Bu noktada, daha fazla senaryolar eklenebilir. *Düzenle*, oluşturulan senaryoyu düzenlemek; *Sil*, listelenen herhangi bir senaryoyu silmek için kullanılmaktadır. Çeşitli senaryolar için girdi değerleri belirlendiğinde, Senaryo Raporunun oluşturulması için *Özet* tıklanabilir. *Senaryo Özeti* diyalog kutusu, girdilerin çeşitli senaryoları için gözlemek istediğimiz çıktıları seçmemizi ister (Şekil 7.12). Daha sonra oluşturmak

für Senaryo Özeti veya Senaryo Raporu veya Senaryo Pivot Tablosu seçilebilir. Bu, mevcut çalışma sayfasında yeni bir tablo oluşturacaktır.

Şekil 7.12

Senaryo Raporuna koymak için çıktı hücrelerinin seçilmesi



Senaryo Yöneticisi'nin kullanımını göstermek için bir örnek oluşturalım. Şekil 7.13'de, bir firmanın satışları için girdi listesi verilmektedir. Bu girdiler; vergi oranı, birinci yıl satış miktarı, satış artış oranı, birinci yıl satış fiyatı, birinci yıl maliyet, faiz oranı, maliyet artış oranı ve satış fiyatı artış oranı. Ayrıca, beş yıllık için bir çıktı tablosu vardır. Çıktılar; satış miktarları, birim satış fiyatları, birim maliyetler, gelirler, maliyetler, vergiden öncesi kârlar, vergiler, vergiden sonrası kârlar ve net bugünkü değer. Satış miktarları, birim satış fiyatları ve birim maliyetler girdi tablolarından büyümeye oranları kullanılarak hesaplanan gerçek girdilerdir.

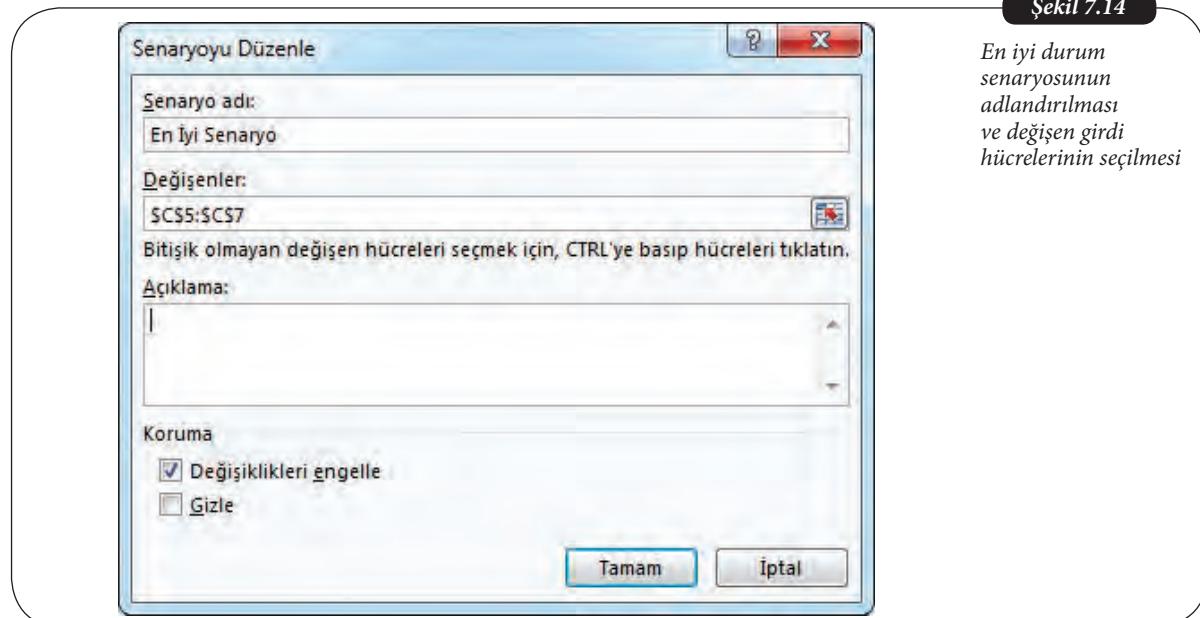
Şekil 7.13

A	B	C	D	E	F	G
1	Şirket Satışları					
2						
3	Girdiler					
4	Vergi_Oranı	0,45				
5	Birinci_Yıl_Satış_Miktarı	20 000,00				
6	Satış_Artış_Oranı	0,30				
7	Birinci_Yıl_Satış_Fiyatı	₺ 10,00				
8	Birinci_Yıl_Maliyet	₺ 6,50				
9	Faiz_Oranı	0,18				
10	Maliyetin_Artış_Oranı	0,07				
11	Satış_Fiyatı_Artış_Oranı	0,05				
12						
13	Çıktılar					
14	Yıl	1	2	3	4	5
15	Satış_Miktarları	20.000,00	26.000,00	33.800,00	43.940,00	57.122,00
16	Birim_Satış_Fiyatları	₺ 10,00	₺ 10,50	₺ 11,03	₺ 11,58	₺ 12,16
17	Birim_Maliyetler	₺ 6,50	₺ 6,96	₺ 7,44	₺ 7,96	₺ 8,52
18	Gelirler	₺ 200.000,00	₺ 273.000,00	₺ 372.645,00	₺ 508.660,43	₺ 694.321,48
19	Maliyetler	₺ 130.000,00	₺ 180.830,00	₺ 251.534,53	₺ 349.884,53	₺ 486.689,38
20	Vergi_Öncesi_Karlar	₺ 70.000,00	₺ 92.170,00	₺ 121.110,47	₺ 158.775,89	₺ 207.632,10
21	Vergiler	₺ 31.500,00	₺ 41.476,50	₺ 54.499,71	₺ 71.449,15	₺ 93.434,44
22	Vergi_Sonrası_Karlar	₺ 38.500,00	₺ 50.693,50	₺ 66.610,76	₺ 87.326,74	₺ 114.197,65
23	Net_Bugünkü_Değer	₺ 204.534,77				
24						

Başlangıç girdi ve çıktı hücreleri

Bu örnekte, her beş yıl için şirketin vergi sonrası kârına ve bunların bugünkü toplam değerlerine odaklanılacaktır. *En İyi*, *En Kötü* ve *En Olası* senaryolarda; girdi bilgisi olan birinci yılın satış miktarı, satış artış oranı ve birinci yıl satış fiyatı için farklı değerler seçilerek üç farklı senaryo incelenecaktır. Şekil 7.14'deki gibi yeni bir senaryo oluşturarak başlayalım.

Şekil 7.14

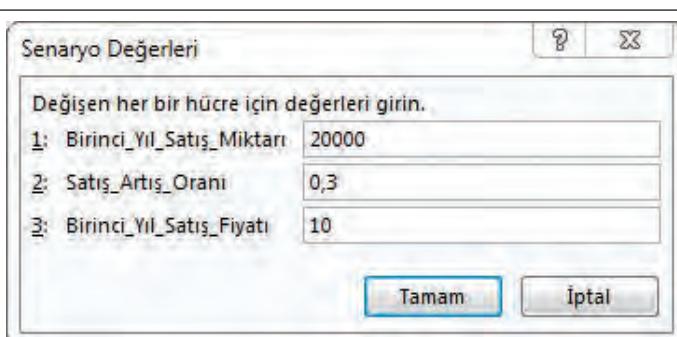


En iyi durum senaryosunun adlandırılması ve değişen girdi hücrelerinin seçilmesi

Birinci yıl satış miktarı, satış artış oranı ve birinci yıl satış fiyatı değerlerini ifade eden C5:C7 hücreleri, tablodaki girdiler bölümünden *Değişenler* olarak seçiniz (Şekil 7.14'e bakınız). Bu senaryoyu, *En İyi Senaryo* olarak adlandırınız ve bu girdiler için sırasıyla 20.000; 0,30 ve 10 değerlerini veriniz (Şekil 7.15'e bakınız). Daha sonra, bir sonraki senaryoyu oluşturmak için *Senaryo Yöneticisi* diyalog kutusunda *Ekle* tuşunu tıklayınız.

Şekil 7.15

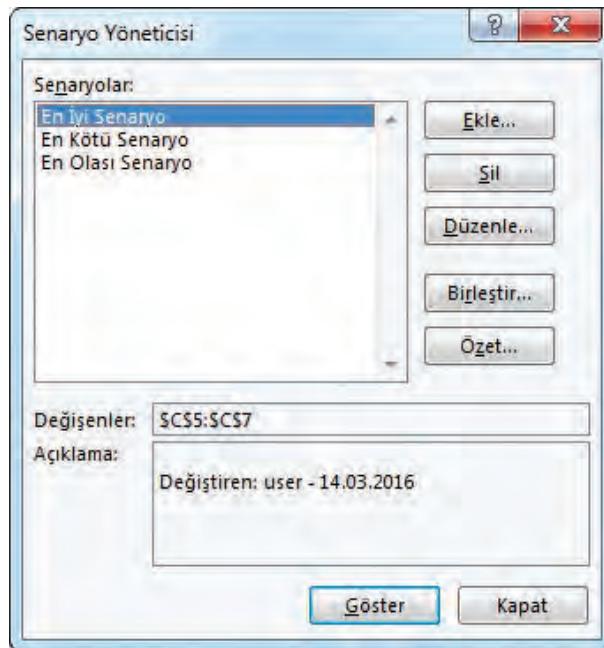
En iyi girdiler için değerlerin belirlenmesi



Bir önceki senaryodaki aynı girdi hücrelerini seçiniz ve bunu *En Kötü Senaryo* olarak adlandırınız. Değişen girdi hücrelerine sırasıyla 5.000; 0,03 ve 7 değerleri yazınız.

Şekil 7.16

Hazırlanan üç senaryo



Son olarak, aynı girdi hücrelerini seçtikten sonra sırasıyla 10.000; 0,20 ve 8,5 değerlerini giriniz ve senaryoyu *En Olası Senaryo* olarak adlandırınız. Şekil 7.16'da *Senaryo Yöneticisi* diyalog kutusunda oluşturulan senaryoların listesi gösterilmektedir.

Bu aşamada, Şekil 7.17'de gösterildiği gibi *Özet* tuşu tıklandıktan sonra *Vergi Sonrası Kârlar* (tüm beş yıl) için C22 ve G22 hücrelerinin arasını ve *Net Bugünkü Değer* için C24 hücresini seçiniz. Daha sonra *Senaryo Raporu*'nu oluşturmak için *Tamam* tuşunu tıklayınız.

Şekil 7.18'de gösterildiği gibi *Senaryo Raporu*, her senaryo için çıktı hücre değerlerine ilave olarak başlangıç tablosundaki girdi değerlerini sunmaktadır. *Senaryo Raporu'nun* en alt satırı incelenerek; *En İyi*, *En Kötü* ve *En Olası Senaryo* için net bugünkü değerler kolay bir şekilde analiz edilebilir. Bu tablo özellikle çıktı ve girdi hücre değerlerini raporda birlikte gruplandırdığından karar vericinin yapacağı değerlendirmelere yardımcı olabilir.

Senaryo Raporu'nun birinci sütununda gösterilen isimleri görmek için girdi ve çıktı hücrelerini adlandırınız. Eğer hücreler için ad tanımlaması yapılmazsa, hücreyi refere eden isim tabloda gösterilecektir (Örneğin, net bugünkü değer yerine C24). Raporu başkalarına göstermek ve raporun bazı kısımlarını saklamak için satır numaraları ve sütun harflerinin yanında bazı simgelerin yer aldığına dikkat ediniz.



Veri tablosunun kullanılabileceği ve kullanılmayacağı problemlere örnekler veriniz.



Dağılımlara Uygun Rassal Sayıların Oluşturulması

Veri Tabllolari veya *Senaryo Yöneticisi* ile olası girdi değerlerinin birçok senaryosunu oluşturmak faydalı olmasına rağmen sıkıcı olabilir. Bu yüzden, birçok senaryo veya benzetimi çalıştmak için çeşitli girdi değerlerinin oluşturulmasında bazı önemli Excel fonksiyonlarının nasıl kullanılacağı açıklanacaktır.

Benzetim modelinde *parametrelerin değişkenliği* kullanılabildiğinden yararlı olabilir. Bir süreçte, birçok değer kesin olarak bilinmiyor olabilir. Değerlerin hangi aralık içerisinde olduğu biliniyor, fakat tam olarak sayı bilinmiyor olabilir. Örneğin, ürünlerini gemi ile taşıyan bir firma olduğunu kabul edelim. Firma çalışanları, hangi tedarikçiden birkaç gün içerisinde nakliyesi yapılacak ürünlerin geleceğini bilmemesine karşın, her nakliyenin kendi kriterine tam olarak ne zaman ve hangi günde ulaştırılacağını bilmemektedir. İşletme müşterilerin taleplerini tedarikçiden ürünleri alınmeye kadar karşılayamadığında, bu değişkenlik işletmeyi etkilemektedir. Bu durumu modele yansıtmak için tedarikçilerden ürünlerin geliş miktarına sabit bir oran atanamayacaktır. Bu yüzden, zamana bağlı geliş oranlarını incelenecak ve tedarikçilerin ürün teslim etme zamanı ile yakından ilişkilendirilen geliş oranının dağılımı eşleştirilecektir. Belirli parametrelerin dağılımı bilindiğinde, müşteriler taleplerini etkileyen davranışları gözlemlemek için bu dağılımlar içerisinde rassal sayılar üretilebilir. Bu yüzden, dağılım ve rassal sayılar kavramı detaylı bir şekilde incelenecaktır.

S_SAYI_ÜRET ve *RASTGELEARALIK* fonksiyonları, rassal sayıları üretmek için kullanılmaktadır. *S_SAYI_ÜRET* fonksiyonu, herhangi bir parametreye sahip değildir. *S_SAYI_ÜRET* fonksiyonu, 0 ve 1 arasında rassal olarak seçilen kesirli sayıları geri döndürür. *S_SAYI_ÜRET* formülü aşağıdaki gibidir.

= $S_SAYI_ÜRET()$

$S_SAYI_ÜRET$ fonksiyonu, rassal örneklerde herhangi bir veri veya test verisi oluşturmak için kullanışlıdır. Eğer, 0 ve 1 aralığı dışındaki aralıkta da veriler oluşturmak istiyorsanız $S_SAYI_ÜRET$ değerini kullanabilirsiniz. 1 ve n arasında sayıları üretmek istiyorsanız, aşağıdaki gibi $S_SAYI_ÜRET$ değerini $(n-1)$ ile çarpın ve 1 ilave ediniz.

= $S_SAYI_ÜRET()^{*(n-1)} + 1$

$S_SAYI_ÜRET$ fonksiyonu, $TAMSAYI$ fonksiyonu ile birlikte kullanılarak rassal tamsayılar oluşturulabilir. $TAMSAYI$ fonksiyonu; ondalık sayı, en yakın aşağıya doğru tamsayı değerine yuvarlamaktadır.

= $TAMSAYI(sayı)$

= $TAMSAYI(aralık\ ismi)$

= $TAMSAYI(referans\ hücre)$

Rassal tamsayı üretmek için $TAMSAYI$ fonksiyonunu, $S_SAYI_ÜRET$ fonksiyonu ile aşağıdaki gibi kullanabilirsiniz.

= $TAMSAYI(S_SAYI_ÜRET())$

= $TAMSAYI(S_SAYI_ÜRET()^{*(n-1)}+1)$

Örneğin, aşağıdaki formül 1, 2, 3 ve 4 sayılarını üretmektedir (1 ve 5 arasındaki rassal tamsayılar).

= $TAMSAYI(S_SAYI_ÜRET()^{*4+1})$

$TAMSAYI$ fonksiyonu, her zaman aşağıya doğru en yakın tamsayıya yuvarladığından, tamsayı 5 değeri yukarıdaki formül kullanılarak hiçbir zaman elde edilemez. Rassal sayı olarak 1,6 değeri, tamsayı olarak 1 değerine dönüştürülecektir. Aynı zamanda $NSAT$ fonksiyonunu sayıyı yuvarlamaksızın, ondalık kısmının atılmasıyla bir tamsayı elde etmek için kullanılabilir. $NSAT$ fonksiyonu $TAMSAYI$ fonksiyonu ile benzer şekilde kullanılır. $S_SAYI_ÜRET$ fonksiyonunu kullanmanın en kolay yolu, $RASTGELEARADA$ olarak adlandırılan diğer fonksiyon ile kullanmaktadır. Bu fonksiyon, aralığın alt ve üst sınır değerlerini iki parametre olarak aşağıdaki gibi almaktadır.

= $RASTGELEARADA(alt_sinir; ist_sinir)$

Eğer 1 ve 10 arasında rassal sayılar üretmek isteniyorsa, aşağıdaki formül yazılabilir.

= $RASTGELEARADA(1;10)$

$S_SAYI_ÜRET$ ya da $RASTGELEARADA$ fonksiyonu kullanıldığında, çalışma sayfasında her işlem gerçekleştirildiğinde üretilen sayılar değişecektir. Tablo oluşturulduktan sonra, aynı çalışma sayfasında daha sonra yeni metin veya veri diğer hücrelere yazılırsa, gösterilen başlangıç rassal sayılar ilgili aralıkta yeni rassal sayıları otomatik olarak hesaplayacaktır. Otomatik yeniden hesaplamayı önlemek amacıyla, Dosya → Seçenekler → Formüller → Çalışma Kitabı Hesaplaması adımında El ile seçeneğini tercih ediniz. Eğer gerekliyse rassal sayıları hesaplamak için F9 tuşunu kullanınız. (Bununla birlikte, Hesaplama seçeneğinin El ile şeklinde değiştirdikten sonra sayfa kopyalandığında bazı diğer fonksiyonlar otomatik olarak hesaplanmayabilir.)

$S_SAYI_ÜRET$ ve $RASTGELEARADA$ fonksiyonları, dağılım fonksiyonu ile kullanılabilir. Genel dağılım fonksiyonu aşağıdaki formattadır.

= $DAĞILIM(x_değeri; dağılım_parametreleri; birikimli_değer)$

Bu parametrelerden x -değeri, dağılım için bir sayıdır. Eğer birikimli değer kullanılsaksa birikimli değer, $Doğru$ değerini alır. Buna karşın olasılık kütle fonksiyonu kullanıla-

caksa, Yanlış değerini alır. Bununla birlikte, belirli bir dağılım içerisinde rassal sayılar oluşturmak için bu dağılımların ters fonksiyonunu kullanmak gereklidir. Bu ters fonksiyonlar birikimli olasılık fonksiyonunun tersini, geri döndürür. Örneğin, $olasılık = DAĞILIM(x; \dots)$ ise, bu durumda $TERSDAĞILIM(olasılık; \dots) = x$ dir.

En yaygın dağılımların ters fonksiyonlarından bazıları, *BETA.TERS*, *BİNOM.TERS*, *LN* veya *LOGNORM.TERS* (Üssel ters) ve *NORM.TERS*'dir. Menüden, *Fonksiyon Ekle* simgesini tıkladıktan sonra açılan pencere menüsünde *Kategori seçin* alanında *İstatistiksel* kategorisinden bu fonksiyonlar bulunabilir. Bu ters fonksiyonların formatı aşağıdaki gibidir.

$$= TERSDAĞILIM(olasılık; dağılım_parametresi)$$

Olasılık parametresi, verilen dağılımla ilgili 0 ve 1 arasında bir sayıdır. Bu parametre için bir değer olarak *S SAYI ÜRET* fonksiyonu, 0 ve 1 arasında sayı üretmek için kullanılmaktadır. Örneğin, Normal birikimli dağılımin tersinden rassal sayılar üretmek için aşağıdaki format kullanılacaktır.

$$= NORM.TERS(S SAYI ÜRET(); ortalama; standart_sapma)$$

Şekil 7.19'da bu fonksiyon, ortalaması 50 ve standart sapması 15 olan normal birikimli dağılımin tersi için sütun hücrelerine girildi. Girilen fonksiyon aşağıdaki gibidir:

$$= NORM.TERS(S SAYI ÜRET(); 50; 15)$$

Üretilen sayıların çoğunuun 35 (bu, $50-15$) ile 65 (bu, $50+15$) arasında bir aralıktır ve çoğunuğun 50 'ye yakın olduğuna dikkat ediniz (Şekil 7.19'a bakınız).

Şekil 7.19

Dagılımla rassal sayılar üretmek için ters dağılım fonksiyonunun ilk parametresi olarak S SAYI ÜRET fonksiyonunun kullanılması

A	B	C
2		Normal Dağılımda Rassal Sayı Üretilmesi
3		
4	=SAYI.ÜRET(50;15)	66,32413471
5		47,37488167
6		69,32766631
7		44,96274677
8		71,50121503
9		46,12407974
10		35,59597091

BENZETİM MODELİNİN GELİŞTİRİLMESİ

Benzetim modeli bir örnek uygulama ile birlikte geliştirilecek ve analiz edilecektir.

Benzetim Örneği

KDS Oto Lastik Şirketi, Temmuz ayında kişi dönemi için kaç tane kişi lastiği siparişi vereceğine karar vermesi gerekmektedir. Kişi lastikleri, 1 Aralık ile 1 Nisan tarihleri arasında kullanımı ticari araçlarda zorunludur. Bir kişi lastığının şirkete maliyeti ₺150 olup, ₺200'ye satılmaktadır. 1 Nisandan sonra satılamayan bütün lastikler üreticiye, ₺50 ile iade edilebilmektedir. 1 Nisandan önce talep edilebilecek kişi lastığının sayısı ve olasılık dağılımı Tablo 7.1'de verilmektedir. KDS Oto Lastik Şirketinin kaç kişi lastiği sipariş vermesi gereğine karar verecek bir benzetim modeli kurarak, farklı kişi lastik sipariş miktarları için şirket kârını inceleyiniz ve eniyi sipariş miktarını belirleyiniz.

Talep	Olasılık
60	0,30
120	0,20
180	0,30
240	0,15
300	0,05

Tablo 7.1
KDS Oto Lastik Şirketi için talep dağılımının olasılığı

İlk olarak Tablo 7.1'deki olasılık dağılımı inceleneciktir. Yalnızca beş olası değeri içeren kesikli bir dağılımdır: 60, 120, 180, 240 ve 300. Gerçekte, talepler haricindeki diğer değerler de olasıdır. Örneğin, tam olarak 117 kiş lastiği talebi de olabilir. Gerçek verilerin açık bir şekilde olmamasından dolayı, bu kesikli dağılım iki nedenden dolayı kullanılmaktadır. Birincisi, verinin basitliği benzetim modellemeye başlangıç açısından güzel bir örnektir. İkincisi, kesikli dağılım genellikle gerçek işletme benzetim modellerinde kullanılmaktadır. Kesikli dağılım yalnızca gerçeğin bir yakınsaması olmasına rağmen, gerçek probleme önemli bir baksız açısı sağlamaktadır. Beş olasılık değerinin toplamı, 1 olması gerekmektedir.

Bunun gerçekte belirsiz koşullar altında bir *karar problemi* olduğunu kavramak önemlidir. KDS Oto Lastik Şirketinin yönetici, kişi lastiği için talep gerçekleşmeden önce sipariş miktarını belirlemesi gerekmektedir. Talep sabit olmadığı ve farklı bir dizi talep miktarının gerçekleşme olasılıkları olduğundan Excel'in Çöziçi (Solver) eklentisinden yararlanarak optimizasyon yapmak olanaksızdır. Bu yüzden, bir dizi farklı talep ve olasılık değerlerini gözönüne alan bir benzetim modeli geliştirilerek *sabit bir sipariş miktarı* belirlenecektir. Daha sonra çeşitli benzetim modelleri ile eniyi değerin hangisi olduğuna karar vereilecektir.

Çözümde öncelikle sipariş modeli inceleneciktir. Herhangi bir sabit miktar için işlem-tablosunun nasıl bir modeli 1.000 kez çalıştıracağı gösterilecektir. Her tekrar, gerçekleşen olayların birbirinden bağımsız stokastik bir canlandırmasıdır. Örneğin, KDS Oto Lastik Şirketi 180 kişi lastiği sipariş verdiğinde, işletme kârının ne olacağını öğrenmek istesin. 180 kişi lastiği için hesaplama bir tekrardır. Şekil 7.20'de birçok gizli satırın olduğuna dikkat ediniz. Bu modeli geliştirmek için aşağıdaki adımları kullanınız.

Girdiler

Maliyet verilerini B4:B6 aralığına, talep olasılık dağılımını E6:F10 aralığına, önerilen sipariş miktarını 180 olarak B9 hücresine giriniz. E ve F sütunları, Tablo 7.1'deki olası talep değerlerini ve olasılıkları içermektedir. Rassal talepleri oluşturmak için D sütununda birimli olasılık değerlerine ihtiyaç vardır. Bunu elde edebilmek için ilk olarak D6 hücresine 0 (sıfır) değerini giriniz. Daha sonra D7 hücresine =F6+D6 formülünü yazınız ve D8:D10 aralığında formülü kopyalayınız.

Şekil 7.20

KDS Oto Lastik Şirketinin kişi lastiği benzetim modeli

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
KDS Oto Lastik Şirketinin Kişi Lastiği Benzetim Modeli									
3 Mali Verier	Talep Dağılımı				Kullanılan Aralık Adları:				
4 Lastik maliyeti (bir adet)	₺ 150,00		Kumulatif Olasılık	Talep	Olasılık	Düsey_Ara_Tablo	=Model!\$D\$6:\$F\$10		
5 Lastik satış fiyatı (bir adet)	₺ 200,00			0,00	60	0,30	Sipariş_Miktan	=Model!\$B\$9	
6 Öreträden gelen lastik inde bedeli	₺ 50,00			0,30	120	0,20	Kar	=Model!\$B\$26:\$B\$1025	
				0,50	180	0,30	Lastik_maliyeti	=Model!\$B\$4	
				0,80	240	0,15	Lastik_satis_hiyati	=Model!\$B\$5	
				0,95	300	0,05	Öreträden_gelen_lastik_inde_bedeli	=Model!\$B\$6	
Benzetim sonuçları:									
%95 güven aralığında beklenen kar									
12 Ortalama	₺ 1.980,00		Alt limit	₺ 1.495,51					
14 Standart Sapma	₺ 7.816,82		Üst limit	₺ 2.464,49					
15 En Küçük	₺ -9.000,00								
16 En Büyük	₺ 9.000,00								
Benzetim									
Kar Dağılımı									
19 Modelin Çalıştırılma Sayısı	Talep	Gelir	Maliyet	İade	Kar		Değer	Sıklık	
20 1	120	₺ 24.000,00	₺ 27.000,00	₺ 3.000,00	₺ 0,00		₺ -9.000,00	291	
21 2	180	₺ 36.000,00	₺ 27.000,00	₺ 0,00	₺ 9.000,00		₺ 0,00	198	
22 3	120	₺ 24.000,00	₺ 27.000,00	₺ 3.000,00	₺ 0,00		₺ 9.000,00	511	
1017 998	60	₺ 12.000,00	₺ 27.000,00	₺ 0.000,00	₺ -9.000,00				
1018 999	240	₺ 38.000,00	₺ 27.000,00	₺ 0,00	₺ 9.000,00				
1019 1000	60	₺ 12.000,00	₺ 27.000,00	₺ 6.000,00	₺ -9.000,00				

Rassal Taleplerin Oluşturulması

Benzetimdeki önemli noktalardan biri *S_SAYI_ÜRET* fonksiyonunu ve talep olasılık dağılımını kullanarak, *B20:B1019* aralığında rassal sayılarla müşteri taleplerinin oluşturulmasıdır. Bu fonksiyonun nasıl çalıştığı burada açıklanacaktır. 0 ile 1 aralığı beş parçaya bölünmektedir: 0,0'dan 0,3'e (uzunluk 0,3); 0,3'ten 0,5'e (uzunluk 0,2); 0,5'ten 0,8'e (uzunluk 0,3); 0,8'den 0,95'e (uzunluk 0,15) ve 0,95'ten 1,0'a (uzunluk 0,05). Bu uzunlukların, çeşitli taleplerin olasılık değeri olduğuna dikkat edin. Bu durumda talep, rassal sayının yer aldığı aralığa bağlı olarak, her rassal sayı ile ilişkilidir. Örneğin eğer rassal sayı 0,5279 ise, bu üçüncü aralığa düşecektir. Bu yüzden bu değer, üçüncü talep değeri 180 ile ilişkilidir.

Bu prosedürü uygulamak amacıyla, *D6:F10* aralığı *Düşey_Ara_Tablo* olarak adlandırılmış ve *DÜŞEYARA* fonksiyonu kullanılmıştır. Bu tablonun *D* sütununda birikimli olasılık değerleri ve *E* sütununda olası talep değerleri yer almaktadır. Gerçekte *D* sütunundaki birikimli olasılık değerlerinin amacı, *DÜŞEYARA* fonksiyonunun kullanımına imkân vermektedir. Talep değerlerini oluşturmak için *B20* hücresına aşağıdaki formülü giriniz ve *B21:B1019* aralığına kopyalayınız.

$$=DÜŞEYARA(S_SAYI_ÜRET());Düşey_Ara_Tablo;2$$

Bu formül, *D6:D10* aralığındaki değerleri her *S_SAYI_ÜRET* değeri ile karşılaştırır ve *E6:E10* hücrelerinden uygun değerleri geri döndürür. Bu adım, benzinimin anahtar adıdır. Bu yüzden, tam olarak neyin gerekli olduğunu anladığınızdan emin olunuz. Diğer adımlar, aşağıda açıklandığı gibi bir kayıt tutma işinden ibarettir.

Gelir

Talebin bilindiği bir durumda, satılan lastik sayısı, sipariş miktarı ve talep miktarıyla sınırlıdır. Örneğin, eğer 120 kiş lastiği talep edilirse, 120'si satılacaktır. Buna karşın eğer 240 kiş lastiği talep edilirse, yalnızca 180'i satılacaktır. (Çünkü KDS Oto Lastik Şirketi yalnızca 180 sipariş vermiştir). Bu yüzden, elde edilen geliri hesaplamak amacıyla *C20* hücresına aşağıdaki formülü girin.

$$=Lastik_satış_fiyatı*MİN(B20, Sipariş_miktarı)$$

Sipariş Maliyeti

Lastik (sipariş) maliyeti, talebe bağlı değildir. Lastik (sipariş) maliyeti, sipariş miktarı ile birim maliyet çarpılarak bulunmaktadır. Bu maliyeti hesaplamak için *D20* hücresına aşağıdaki formülü yazın.

$$=Lastik_maliyeti * Sipariş_miktarı$$

Üreticiden Gelen Lastik İade Bedeli

Eğer sipariş miktarı talepten daha yüksekse, elde kalan her kiş lastiği için ₺50 para iadesi vardır. Aksi takdirde, para iadesi yoktur. Bu yüzden, *E19* hücrende aşağıdaki formül ile para iadesini hesaplayınız.

$$=Üreticiden_gelen_lastik_iade_bedeli * MAK(Sipariş_miktarı - B20; 0)$$

Örneğin eğer talep 120 ise, bu durumda 60 kiş lastiği elde kalmaktadır. 60 ve 0 için MAK değeri, 60'dır. Bununla birlikte eğer talep 240 ise, bu durumda elde hiç kiş lastiği kalmayacaktır. Bu durumda -60 ve 0 için MAK değeri, 0'dır.

Kâr

Aşağıdaki formülle, *F20* hücrende lastik satışından elde edilen kârı hesaplayınız.

$$=C20 + E20 - D20$$

Formülün Diğer Satırlara Kopyalanması

Bu tek-satırlık bir benzetimdir. Tek-satırlık benzetim, formülün yer aldığı hücreden aşağıya doğru kopyalanması ile çok kolay bir şekilde yeni rassal sayılarla çoğaltılabılır. 1.000 tane çoğaltma yapabilmek için 20. satırdan 1019. satıra kadar aşağıya doğru kopyalama işlemini yapınız.

Benzetimin Özeti Değerleri

F sütununda yer alan her kâr değeri, rassal olarak üretilen taleplere karşılık gelmektedir. Modelin, belirli bir tekrar sayısı ile çalışıktan sonra bu değerlerin nasıl değiştiğini görebilirsiniz. Bunun amaçla, modeli 1.000 defa çalıştırıldıkten sonra ortalama ve standart sapma değerinin hesaplanması için B13 ve B14 hücrelerine aşağıdaki formülü yazınız.

$$= \text{ORTALAMA}(F20:F1019)$$

ve

$$= \text{STDSAPMA}(F20:F1019)$$

Benzer şekilde, *MİN* ve *MAK* fonksiyonları ile B14 ve B15 hücrelerinde yer alacak şekilde oluşturulan 1.000 kopya arasından enbüyük ve enküçük değerleri tespit ediniz.

Ortalama Kâr İçin Güvenirlik Aralığı

Aşağıdaki formülle E13 ve E14 hücrelerinde ortalama kârı %95 güven aralığında hesaplayınız.

$$= B13 - 1,96 * B14 / \text{KAREKÖK}(1000)$$

ve

$$= B13 + 1,96 * B14 / \text{KAREKÖK}(1000)$$

Benzetimi Yapılan Kârin Dağılımı

Yalnızca olası üç kâr değeri gözlenmiştir: ₺-9.000, ₺0 veya ₺9.000 (talebin 60, 120 veya en azından 180 olmasını bağlı olarak). Bu olası kâr değerlerinin kaç kez elde edildiğini belirlemek için *EĞERSAY* fonksiyonunu kullanabilirsiniz. Bunu yapmak amacıyla, I20 hücresına aşağıdaki formülü giriniz ve I22'ye kadar aşağıya doğru kopyalayınız.

$$= \text{EĞERSAY}(\F20:F1019;H20)$$

Deterministik Girdilerle Mantığın Kontrolü

Modeldeki mantığın doğru olup olmadığını rassal sayılardan dolayı kontrol etmek zor olabilir. Bunun nedeni, oluşturulan belirli rassal sayılarla bağlı olarak genellikle farklı çıktı değerlerinin elde edilmesidir. Bu yüzden, kurulan mantığın sadece doğru olup olmadığını kontrol etmek amacıyla, zaman zaman rassal girdiler için iyi seçilmiş sabit değerler girmek iyi olabilir. Bu, *deterministik kontrol* olarak adlandırılmaktadır. Mevcut örnekte, en az bir tane sipariş miktarından fazla ve en az bir tane sipariş miktarından az olacak şekilde birkaç sabit talep deneyebilirsiniz. Örneğin, sabit talebi 120 olarak girerseniz; gelir, maliyet, iade ve kâr değerleri sırasıyla ₺24.000, ₺27.000, ₺3000 ve ₺0 olmalıdır. Eğer sabit talebi 240 olarak girerseniz, bunun çıktıları ₺36.000, ₺27.000, ₺0 ve ₺9.000 olmalıdır. Bu değerlerde rassallık yoktur. Her doğru model, bu benzer değerleri vermelidir. Eğer modeliniz bu değerleri vermiyorsa, modelinizde mantık hatası olmalıdır. Rassal talepleri girmeden ve benzetimi çalışmadan önce karşılaşılan mantıksal hatalar düzeltilmelidir.

Farklı rassal talepler için çıktıları takip ederek ve F9 tuşuna art arda tıklayarak, rassal talebin korunmasıyla benzer kontrol yapılabılır. Deterministik kontrolün avantajı, diğer kullanıcıların sonuçlarıyla, ortak karar verilen test değerleri olan rassal değerlerle karşılaşır. Aynı değerler için aynı çıktıların elde edilmesi gereklidir.

Benzetim Sonucunun Değerlendirilmesi

İlk olarak, 20 ile 1019. satırlar arasında rassal olarak 1.000 olası talep ve bunlara karşılık gelen kâr değerini oluşturunuz. Beş olası talep değeri olduğundan (60, 120, 180, 240 ve 300), yalnızca beş olası talep değeri vardır: ₺-9.000, ₺0, ₺9.000, ₺9.000 ve ₺9.000. Ayrıca 180 sipariş miktarı için, talebin 180, 240 veya 300 olup olmamasına bakmaksızın, kâr değeri ₺9.000'dir. Saklı satırları da içeren kâr değerleri aşağıdaki şekildedir:

- 291 satırın kâr değeri ₺-9.000 (talep 60),
- 198 satırın kâr değeri ₺0 (talep 120) ve
- 511 satırın kâr değeri ₺9.000 (talep 180, 240 veya 300).
- Elde edilen 1.000 farklı kâr değerinin ortalaması ₺1.980 ve bunların standart sapması ₺7.816,82'dir (Bununla birlikte, sizin cevaplarınız, farklı rassal sayılar nedeniyle bu değerler civarında fakat farklı olacaktır).

Genel olarak benzetim modeli, kâr gibi bir veya daha fazla değişkeni yakalayabilir. Bu çıktı değişkenleri, talep gibi rassal girdilere bağlıdır. Amaç, çıktıların olasılık dağılımını tahmin etmektedir. KDS Oto Lastik Şirketinin kiş lastiği benzetim modelinde kârin tahmin edilen olasılık dağılımı aşağıdaki gibidir.

$$P(\text{Kâr} = \text{₺}-9.000) = 291/1000 = 0,291$$

$$P(\text{Kâr} = \text{₺}0) = 198/1000 = 0,198$$

$$P(\text{Kâr} = \text{₺}9.000) = 511/1000 = 0,511$$

Bu dağılımin tahmin edilen ortalaması ₺1.980 ve tahmin edilen standart sapması ₺7.816,82'dir. Eğer tüm benzetimi farklı rassal sayılarla (örneğin bilgisayarınızda oluşturduğunuz değerlerle) tekrar çalıştıracak olursanız, cevabınız muhtemelen birazcık farklı olacaktır. Bu, E13 ve E14 hücrelerindeki güven aralığı için birincil nedendir. Bu aralık, kâr dağılımının ortalaması ile ilgili kalan belirsizliği ifade etmektedir. Bu ortalama için eniyi tahmin, gözlenmekte olan 1.000 farklı kârin ortalamasıdır. Bununla birlikte ilgili güven aralığı ₺1.495,51 ile ₺2.464,49 arasında olup, biraz geniş olduğundan kâr dağılımının gerçek ortalamasından emin olamayabilirsiniz. Yalnızca %95 güven ile gerçek ortalama bu aralık içerisindeydi. Eğer bu benzetimi farklı rassal değerler ile çalıştıracak olursanız, ortalama kâr bir şekilde gözlediğiniz kârdan (₺1.980) farklı olabilir. Aynı zamanda diğer istatiksel özet değerleri farklı olabilir. Görselleştirmek için F9 tuşuna beş defa tıklandığında, elde edilen kâr değerleri şunlardır: ₺1.899; ₺2.088; ₺2.151; ₺1.944 ve ₺2.421. Bu, cevabın gerçekten değişimine güzel bir örnektir.

Eniyi Sipariş Miktarının Bulunması

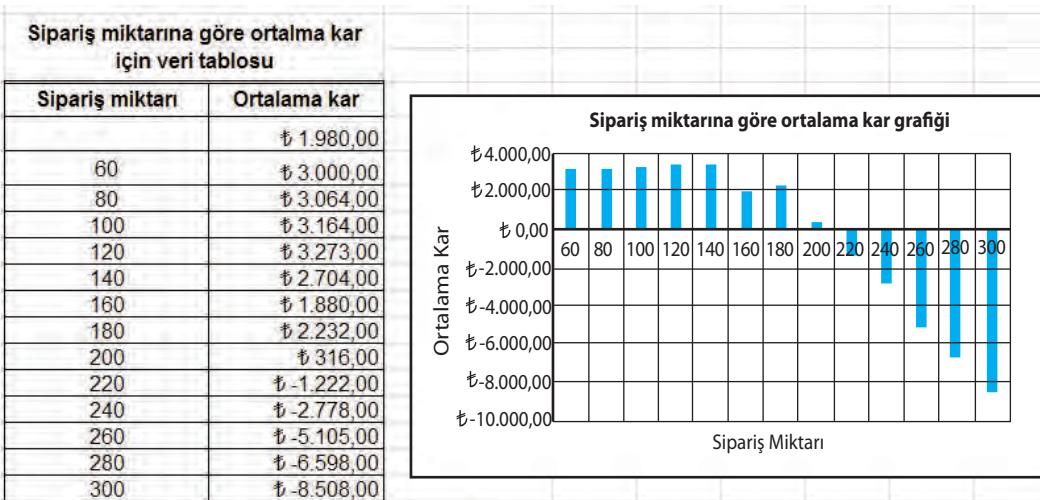
KDS Oto Lastik Şirketi örneği henüz tamamlanmadı. Şu ana kadar benzetim modeli tek bir sipariş miktarı (180) için çalıştırıldı. KDS Oto Lastik Şirketinin benzetim modelinde nihai amaç, eniyi sipariş miktarını bulmaktır. Bu ifade daha açık olmalıdır. "Eniyi" ne demektir? Bir olasılık, eniyi kriter olarak beklenen kârin kullanılabilmesi olabilir. Fakat kâr dağılımının diğer özellikleri, kararı etkileyebilir. Veri tabloları ile gerekli çıktılar elde edilebilir. Özellikle, diğer sipariş miktarları için benzetimi yeniden çalıştmak amacıyla veri tablolarını kullanınız.

Şekil 7.21'deki grafiği elde edebilmek amacıyla, L20:M33 aralığına deneme amaçlı sipariş miktarlarını giriniz. Bu veriler ve bunlara karşılık gelen tablo, Şekil 7.21'de gösterilmektedir. Ortalama kâr hücresine ($M20 = B13$) bağlantısını yazınız ve veri tablosunda L20:M33 aralığını seçiniz. Daha sonra Veri → Durum Çözümlemesi açılır listesinden Veri Tablosu'nu seçiniz ve girdi hücresinin B9 olduğunu belirtiniz (Şekil 7.20'ye bakın). Son olarak, veri tablosunda ortalama kârin sütun tablosunu oluşturun.

Sipariş miktarı, 120 olduğunda ortalama kârın enbüyük olduğuna dikkat edin. 120 siparişe denk gelen ortalama $\text{₺}3.273$ lik ortalama kâr değeri, sipariş miktarına (180) ait ortalama kâr değerinin hemen hemen bir buçuk katıdır. Bununla birlikte, bunun bir benzetim olduğunu unutmayın. Bütün bu ortalama kâr değerleri, özellikle üretilen belirli rassal sayılarla bağlıdır. Eğer farklı rassal sayılarla benzetimi yeniden çalıştırıacak olursanız, diğer bazı sipariş değerlerinin daha iyi olabilecegi düşünülebilir.

Şekil 7.21

KDS Oto Lastik Şirketinin benzetim modeli için veri tablosu



Veri Tablolarında Hesaplama Seçenekleri

Zaman zaman hazırladığınız veri tablolarında değerler, çalışma içerisinde sabit olabilir. Bu bir şeyleri yanlış yaptığınız anlamına gelir. Buna karşın büyük bir olasılıkla problem hesaplama ayarlarından kaynaklanmaktadır. Bunun kontrol etmek amacıyla, *Formüller* sekmesinde, *Hesaplama Seçenekleri* aşağıya açılır oku tıklayınız. Eğer varsayılan ayarlama, *Otomatik* değilse, *Hesaplama* bölümünde yer alan *Şimdi Hesapla* butonunu veya veri tablosu hesaplamasını doğru bir şekilde yapmak için *F9* tuşunu tıklayınız (*Şimdi Hesapla* ve *F9* tuşu çalışma sayfasındaki her şeyi yeniden hesaplayacaktır). *Hesaplama Tablosu* seçeneği yalnızca aktif sayfada yeniden hesaplama yapar). *Veri Tabloları Dışında Otomatik* seçeneğinin var olmasının bir gereklisi vardır. Karmaşık benzetim modeli içeren veri tabloları için yeniden hesaplama süresi çok fazla zaman alabilir. Varsayılan ayarlama seçeneğinin aktif olduğu durumda, çalışma sayfasında herhangi bir şey değiştirildiğinde hesaplamlar yeniden yapılır. Bu yüzden *Formüller* → *Hesaplama Seçenekleri* yana açılır penceresinde *Veri Tabloları Dışında Otomatik* seçeneğinin seçili olması durumunda veya *Hesapla* butonlarından biri veya *F9* tuşu tıklanmadığında, veri tablolarında yeniden hesaplama yapılmayacaktır. Buna karşın, boş bir hücre seçiliyken *Sil (Delete)* tuşu tıklanarak model yeniden çalıştırılabilir.

Veri Tablosunun Kullanılarak Benzetimin İstenilen Sayıda Çalıştırılması

KDS Oto Lastik Şirketinin benzetim modeli örneği, basit tek-satırlık bir benzetim modelidir. Tüm mantık – talebin oluşturulması ve buna karşılık gelen kârin hesaplanması – tek bir satırдан elde edilebilir. Daha sonra benzetimi, istenilen sayıda çalıştırmak için ilgili satırı aşağıya doğru istediğiniz gibi kopyalayabilirsiniz. Benzetim modeli, önemli ölçü-

de karmaşık olabilir ve birden fazla satırdaki mantığın anlaşılması gerekebilir. Bununla birlikte hazırlanan model, istenilen sayıda çalıştırılırken bir veya daha fazla değer çıktı hücrelerinde gözlemlenebilir. Daha genel bir şekilde, KDS Oto Lastik Şirketinin benzetim örneği kullanılarak işlemtablolarında modelin istenilen sayıda çalıştırılması alternatif bir yöntemle gösterecektir. Bu yöntemde, modelin istenilen sayıda çalıştırılması için veri tabloları kullanılmaktadır.

İki – Yönlü Veri Tablosunun Kullanılması

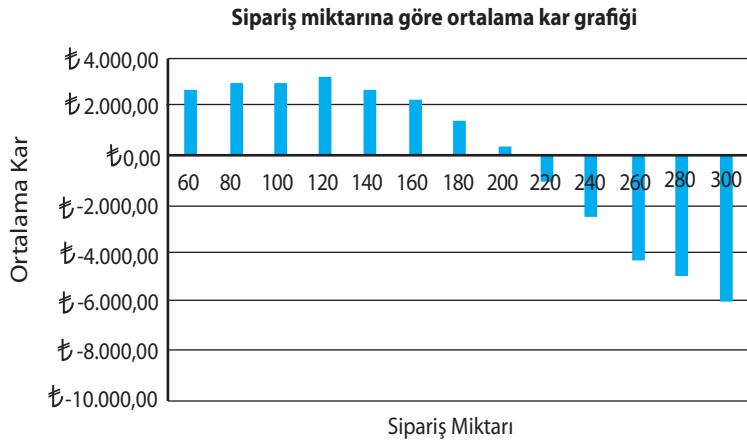
Sipariş miktarına bağlı olarak kâr değerinin nasıl değiştigini görmek için yukarıdaki yöntemi bir adım öne taşıyabilirsiniz. En üstte olası sipariş miktarı ve yan tarafında modelin çalışma sayısı yer alacak şekilde iki-yönlü veri tablosunu kullanınız. Şekil 7.22'de veri tablo aralığı A28:J1028 olarak gösterilmektedir. A28 hücreindeki formül, daha önce olduğu gibi $=F24$ hücresi ile bağlanır. Sütun girdi hücresi, benzer şekilde herhangi bir boş hücre olabilir ve satır girdi hücresi B9 (sipariş miktarı) olmalıdır. Veri tablosunun gövdesindeki her hücre, çalıştırılan model ve belirli bir sipariş miktarı için benzetimi yapılan kâr değerini göstermektedir. Benzetim modeli her seferinde, rassal talebe bağlı olarak elde edilen farklı talep değeri için çalıştırılmaktadır.

Veri tablosunda 28. satırda yer alan sipariş miktarlarının altındaki sütunda yer alan değerlerin ortalaması alındığında (17. Satırı bakın), eniyi sipariş miktarının yine 120 olduğunu görülmektedir. Şekil 7.21'de olduğu gibi, bu ortalama değerler ile sütun tablosu oluşturmak yararlı olabilir. Bununla birlikte, şimdilik hiçbir değerin sabit kalması için bir şey yapmadığınızı kabul edelim, veri tablosu ve buna karşılık gelen tablo F9 tuşunu her tıkladığınızda değişimelidir. 120'nin eniyi sipariş miktarı olup olmadığını görmek için F9 tuşuna basabilir ve 120 sipariş miktarına ait sütunun sürekli olarak en yüksek olup olmadığını takip edilebilirsiniz.

Şekil 7.22

Şekil 7.23

Farklı sipariş miktarına göre ortalama karların sütun grafiği



SIRA SİZDE

3

İşlemtablosunda Şekil 7.21'de yer alan verilerin sütun grafiğini oluşturmak için yapılması gerekenleri sıralayın. Sütun grafiğini tablo ile karşılaştırarak, karar vericiler için nasıl bir katkı sağlayacağını belirtiniz.

SIRA SİZDE

4

Şekil 7.21'de yer alan tablonun sütun grafiğini daha iyi desteklemesi için nasıl bir görselleştirme öneririsiniz?

Özet



Benzetim ve senaryo analizinin karar vericiler için önemini açıklamak.

Karar vericiler, küreselleşmeye bağlı olarak örneğin aynı ürünü üreten bir ürün bazında tüm ülkeler ile rekabet içerisindeidir. Karar verici, geleceğe dönük planlama ve planların uygulamaya geçmesi sürecinde elindeki verileri kullanarak, vereceği sipariş ve buna bağlı yatırımları farklı senaryolar ile detaylı bir şekilde analiz etmek için işlemtablolarının sahip olduğu benzetim araçlarını kullanabilir. Karar verici, yapılan öngörüler ve farklı senaryoların analizi ile gelecek için doğru kararlar vererek, işletmenin işlevlerini sürdürmesini sağlayabilir. Özellikle karara ilişkin bazı parametrelerinin ancak olasılık dağılımları ile modellenebildiği problemlerde senaryo analizi ve benzetimin sunacağı çözümler yöneticiler için önemli bir yere sahiptirler.



İşlemtablolarında benzetim modeli kurmayı kolaylaştıran ve en kullanışlı iki aracı açıklamak.

En yaygın işlemtablosu olan Excel, benzetimi gerçekleştirmek üzere *Veri Tabloları* ve *Senaryo Yöneticisi* olmak üzere iki araç sunmaktadır. Veri tabloları, girdi verilerinde yapılan bir değişikliğin çıktıları nasıl etkilediğini analiz etmek için kullanılmaktadır. Veri tabloları ile girdilerde tek bir veri veya iki farklı verinin değişmesine bağlı olarak sonuçların nasıl değiştığını analiz etmek mümkündür. Senaryo Yöneticisi, 32 girdi verisine kadar değişiklik yapılmasına ve sonuçlarının karşılaştırılmalı bir tablo ile değerlendirilmesine imkân vermektedir.



Benzetim-tabanlı karar destek sistemlerine yönelik işlem tablolarının sunduğu olanakları ayırt etmek.

Benzetim-tabanlı bir karar destek modelinde, bir sistem için kurulmuş model çalıştırılarak istenilen eniyi çıktı değeri için eniyi girdi değerleri tespit edilmektedir. Model içerisinde verilerin analizinde veya belli bir mantık içerisinde yapılmak istenen işlemler, işlemtablolarının sunduğu fonksiyonlar ile kolay bir şekilde yapılmaktadır. Bu fonksiyonlara örnek olarak şunlar verilebilir: *Rasgele sayı üretici, belirtilen sayılar arasında rasgele sayı üretici, birikimli beta olasılık işlevi, binom dağılımının olasılığı, bir değer kümesinin en küçük ve en büyük değeri, belli bir aralık için ortalama değer*. Bununla birlikte, elde edilen çıktılar tablo haline getirildikten sonra grafik olarak raporlanması ve çıktıların diğer karar vericilere sunulması konusunda işlemtabloları birçok araç sunmaktadır.

Kendimizi Sınayalım

- 1.** Benzetim modeli ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. Karar verici, gelecek ile ilgili senaryoları dikkate alırken durumda bir belirsizlik yoktur.
 - b. Gelecekteki performans değerleri, tek bir etkiye bağlı olup, bellidir.
 - c. Alternatif kararları değerlendirmek için karşılaştırma yapılır.
 - d. Dağılımlar yardım ile elde edilen değerler karar vermede kullanılamaz.
 - e. Benzetim problemlerinin çözümünde Çözücü eklenisi kullanılır.

- 2.** Benzetim modelini, eniyleme modellerinden ayıran temel fark aşağıdakilerden hangisidir?
 - a. İşgünden tasarruf edilmesini sağlar.
 - b. Maliyetlerden tasarruf edilmesini sağlar.
 - c. Malzeme kullanımında tasarruf sağlar.
 - d. Birçok senaryonun "Olsa-Ne Olur" ile analiz edilmesini sağlar.
 - e. Niteliksel modelleme ve mühendislik analizlerinde, kullanım kolaylığı sağlar.

- 3.** Benzetim modellerinde kullanılan veri tablosu için aşağıdakilerden hangisi **yanlıştır**?
 - a. Bir girdi verisindeki değişimin etkisi tek-yönlü veri tablosu kullanılarak tespit edilebilir.
 - b. Girdideki iki verinin birlikte değiştirilmesi iki-yönlü veri tablosu kullanılarak tespit edilebilir.
 - c. Çıktı hücreleri, formüllerin girildiği hücrelerdir.
 - d. Girdi hücreleri, sayısal değerleri içermektedir.
 - e. Çıktıdaki bir değer değiştirilerek, girdi hücrelerindeki etki tespit edilebilir.

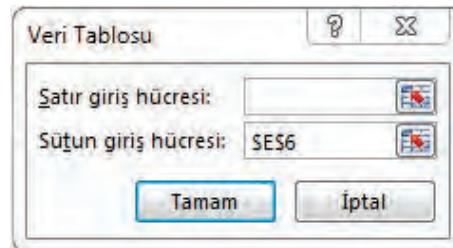
- 4.** Senaryo Yöneticisi için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. Senaryo Yöneticisi, çıktı değerlerini Rapor olarak ayrı bir sayfada oluşturmaktadır.
 - b. En fazla 128 girdi hücresine kadar senaryo özeti oluşturmak mümkündür.
 - c. Senaryo Yöneticisi penceresi, Gözden Geçir → Veri Araçları adımları kullanılarak açılır.
 - d. Senaryo Yöneticisi'nin kullanımı Veri Tabloları'na göre daha karmaşıktır.
 - e. Senaryo oluşturmak için Düzenle tuşu tıklanır.

- 5.** $=TAMSAYI(S_SAYI_ÜRET()*7+1)$ formülü ile aşağıdakilerden hangisi elde **edilemez**?
 - a. 2
 - b. 4
 - c. 6
 - d. 7
 - e. 8

- 6.** Bir tabloda veya belli bir aralıktaki öğeleri satır temelinde arayarak bulan işlev aşağıdakilerden hangisidir?
 - a. ARAP
 - b. DÜŞEYARA
 - c. S_SAYI_ÜRET
 - d. TERSDAĞILIM
 - e. YATAYARA

- 7.** Bir modeli çalıştmak için aşağıdaki adımlardan hangisi **kullanılmaz**?
 - a. F9 tuşu tıklanabilir.
 - b. Sil (Delete) tuşu tıklanabilir.
 - c. Geri tuşu (Back space) tuşu tıklanabilir.
 - d. Sayfayı Hesapla tuşu tıklanabilir.
 - e. Şimdi Hesapla tuşu tıklanabilir.

- 8.** Aşağıdaki şekil için açıklamalardan hangisi doğrudur?

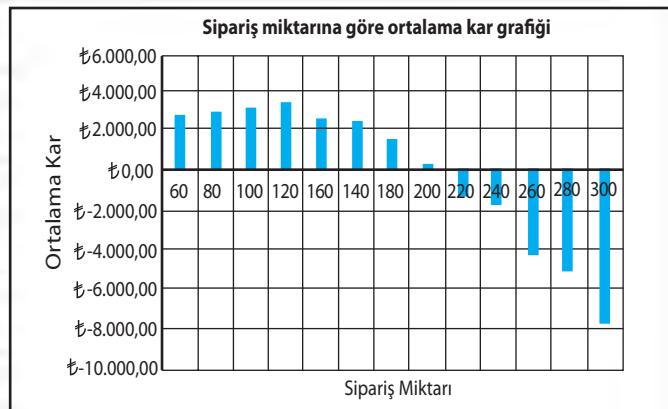


- a. İki-yönlü verinin etkisi incelenmektedir.
- b. Çıktı üzerinde etkisi görülmek istenen ilk değer, D5 hücresindedir.
- c. "Tamam" tuşu tıklandığında, değişen çıktı değerleri farklı satır hücrelerinde görülecektir.
- d. Veri Tablosu penceresi, Formüller → Veri Araçları adımları kullanılarak açılır.
- e. Referans veri hücresi E8 hücresidir.

9. Aşağıdaki benzetim çıktısına göre aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

Sipariş miktarına göre ortalama kar için veri tablosu

Sipariş miktarı	Ortalama kar
	₺ 2.448,00
60	₺ 3.000,00
80	₺ 3.112,00
100	₺ 3.146,00
120	₺ 3.588,00
160	₺ 2.750,00
140	₺ 2.581,00
180	₺ 1.755,00
200	₺ 379,00
220	₺ -1.234,00
240	₺ -1.752,00
260	₺ -4.319,00
280	₺ -5.422,00
300	₺ -7.653,00



- a. İşletme, sipariş miktarını 220 ve üstünde vermemesi önerilmelidir.
b. Eniyi sipariş miktarı, 120'dir.
c. Model tekrar çalıştırıldığında eniyi sipariş miktarı, 100 olabilir.
d. Sipariş miktarı 60 verildiğinde işletme her zaman kâr elde eder.
e. Çift-yönlü veri analizi yapılmıştır.

10. Tek-yönlü veri analizinde aşağıdaki gibi çiçek fiyatlarına karşılık gelen toplam kâr değerlerinin hepsinin aynı değer almamasını önlemek için aşağıdakilerden hangisi yapılmalıdır?

Toplam Kar	
Çiçek Fiyat Aralığı	₺ 2.700,00
	₺ 30,00 ₺ 2.700,00
	₺ 35,00 ₺ 2.700,00
	₺ 40,00 ₺ 2.700,00
	₺ 45,00 ₺ 2.700,00
	₺ 50,00 ₺ 2.700,00
	₺ 55,00 ₺ 2.700,00

- a. Formüller → Hesaplama → Hesaplama Seçenekleri adımından Otomatik seçeneği aktif yapılmalıdır.
b. Formüller → Hesaplama → Hesaplama Seçenekleri adımından Veri Tabloları Dışında Otomatik seçeneği aktif yapılmalıdır.
c. Formüller → Hesaplama → Hesaplama Seçenekleri adımından El İle seçeneği aktif yapılmalıdır.
d. Veri tablosunda satır giriş hücresına veri girişi yapılmalıdır.
e. Veri tablosunda hem satır giriş hücresına hem sütun giriş hücresına veri girişi yapılmalıdır.

Kendimizi Sınavalım Yanıt Anahtarı

1. c Yanıtınız yanlış ise “Giriş” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. d Yanıtınız yanlış ise “Giriş” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. e Yanıtınız yanlış ise “Veri Tabloları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. a Yanıtınız yanlış ise “Senaryo Yöneticisi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. e Yanıtınız yanlış ise “Dağılımların İçinde Rassal Sayıların Oluşturulması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
6. b Yanıtınız yanlış ise “Dağılımların İçinde Rassal Sayıların Oluşturulması” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
7. c Yanıtınız yanlış ise “Veri Tabloları ile Hesaplama Ayarları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
8. b Yanıtınız yanlış ise “Veri Tabloları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
9. e Yanıtınız yanlış ise “Benzetim Modelinin Geliştirilmesi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
- 10.a Yanıtınız yanlış ise “Veri Tabloları ile Hesaplama Ayarları” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Günlük yaşamımızda haftada en az bir defa uğradığımız marketleri örnek verebiliriz. Markete alış-verişe gelen müşterilerin belirli zaman aralıklarındaki kasada kuyruk oluşturma olasılıklarını dikkate alarak, hangi saat diliminde kaç tane kasıyer çalıştırarak, müşteri memnuniyetini artıracak bir benzetim çalışması yapılabilir.

Sıra Sizde 2

Tek-yönlü veri tablosu, belirli bir amaç için oluşturulan formüldeki tek bir değişkenin değiştirilmesi sonucunda çıktı değerlerinin nasıl değiştigini göstermektedir. Örneğin, bir araba kredisine başvuruda bulundunuz ve araba kredisini 60 ay vade içerisinde ödemek istiyorsunuz. Bankaların *faiz oranlarının 1,20; 1,25; 1,30 gibi farklı olduğunda aylık ödeme tutarlarının nasıl değiştiğini görmek* istediginizde, değişken tek bir tane olduğu için tek-yönlü veri tablosunu kullanılır.

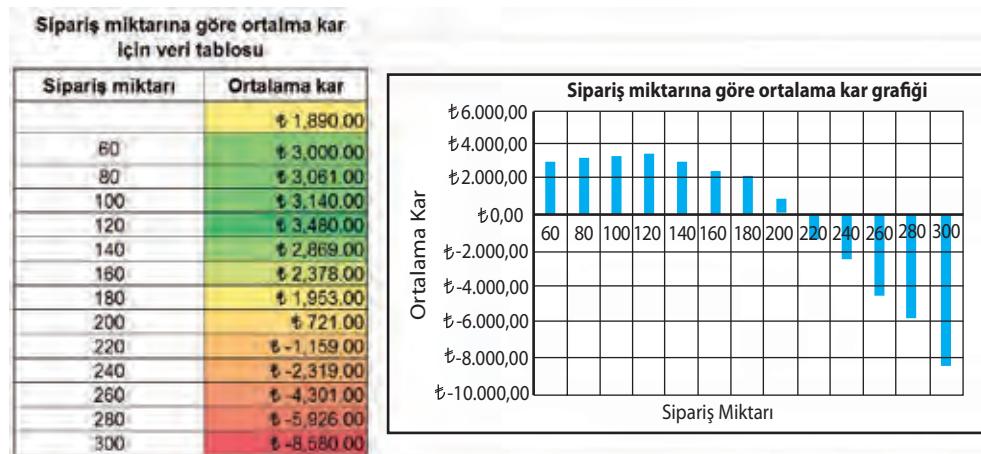
İkili-yönlü veri tablosu, benzer şekilde belirli bir amaç için oluşturulan formüldeki iki değişkenin farklı değerler alması durumunda çıktı değerlerinin nasıl değiştigini görmek için kullanılmaktadır. Bir önceki verilen örnek üzerinden devam edelim. Tek-yönlü veri tablosunda; vade süresi sabit ve faiz oranı değişkendi. Bu aşamda, hem vade sürenizin 24, 48, 60 ay gibi değişmesi durumunda hem de 1,20; 1,25; 1,30 gibi farklı faiz oranları için aylık ödeme planını görmek istediğiniz için iki-yönlü veri tablosu kullanılır.

Sıra Sizde 3

İşlemtablosunda L21:M33 hücrelerini seçin. Ekle → Önerilen Grafikler adımdından Kümelenmiş Sütun grafiğini seçin ve Tamam tuşunu tiklayın. Tasarım → Grafik Ögesi Ekle menüsündeki seçenekleri kullanarak gerekli bilgileri tabloya ilave edin. Çubuk grafiği, sipariş miktarı karar değişkenindeki değişiklikler karşısında ortalama kâr’ın hangi noktada en büyüğünü, hangi noktada zarar oluşturduğunu yüksek bir okunaklılıkla görselleştirmektedir. Ayrıca, ortalama kâr’ın sipariş miktarındaki değişikliklere ne kadar duyarlı olduğunu da grafikten görmek mümkündür. Risk değerlendirmesi yapacak bir yönetici için kullanışlı bir görseldir.

Sıra Sizde 4

Bunun için tablo değerleri seçili iken *Koşullu Biçimlendirme* menüsündeki seçeneklerden yararlanılabilir. Aşağıdaki tablo görünübü için *Renk Ölçekleri* seçeneği kullanılmıştır.



Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

- Albright, S. C., Winston, W. L., Zappe, C. J. (2011). *Data Analysis and Decision Making 4th Edition*. South-Western Cengage Learning. Amerika.
- Fraser, C. (2013). *Business Statistics for competitive Advantage with Excel 2013: Basic, Model Building, Simulation and Cases*. Springer. Amerika.
- Guerrere, H. (2010). *Excel Data analysis: Modeling and Simulation*. Springer, Amerika.
- Hanna, M. M., Ahuja, R. K., Winston, W. L. (2004). *Developing Spreadsheet-Based Decision Support Systems*. Dynamic Ideas. Amerika.
- <http://m.kapanoglu.com/aof/ybs402u>
- Turban, E., Aronson, J. E., Liang, T. P. (2004). *Decision Support Systems and Intelligent Systems*. Prentice Hall. Amerika.
- Winston, W. L., Albright, S. C. (2011). *Practical Management Science 4th Edition*. South-Western Cengage Learning. Amerika.

8

Amaçlarımız

Bu üniteyi tamamladıktan sonra;

- 🕒 Yöntembilgisi yönetiminin önemini açıklayabilecek,
- 🕒 Yapay zekânın üç temel özelliğini betimleyebilecek,
- 🕒 Uzman sistemlerin temel bileşenlerini ve görevlerini açıklayabilecek,
- 🕒 Genetik algoritmaların temel operatörlerini ve işlevlerini tanımlayabilecek bilgi ve becerilere sahip olabileceksiniz.

Anahtar Kavramlar

- Yöntembilgisi Yönetimi
- Kurumsal Öğrenme
- Yöntembilgisi Yönetim Sistemi
- Ders Yönetim Sistemi
- Kurumsal Kültür
- Yöntembilgisi Dolabı
- Sürdürülebilir Kurumsal Zekâ
- Akıllı Erkinler
- Bulanık Mantık
- Sembolik İşlem
- Makine Öğrenmesi
- Doğal Dil İşleme
- Konuşma Anlama
- Robotik
- Duyusal Sistemler
- Görsel Tanıma
- Zeki Bilgisayar Destekli Eğitim
- Yapay Sinir Ağları
- Otomatik Tercüme
- İleriye Doğru Çıkarım
- Geriye Doğru Çıkarım
- Çıkarım Motoru
- Genetik Algoritmalar
- Evrimsel Algoritmalar
- Metasezgisel Yöntemler
- Çaprazlama
- Mutasyon
- Rulet Seçimi
- Permütasyon Gösterimi
- İkili (0-1) Gösterim

İçindekiler

Karar Destek Sistemleri

Zeki Karar Destek Sistemleri

- GİRİŞ
- YÖNTEMBİLGİSİ YÖNETİM SİSTEMİ
- YAPAY ZEKÂ
- UZMAN SİSTEMLER
- GENETİK ALGORİTMALAR

Zeki Karar Destek Sistemleri

GİRİŞ

Karar destek sistemleri; model ve veriden yararlanarak karar vericilerin akıl yürütme sürecine katkı sağlar. Hangi modelin hangi verilerle çalıştırılarak karara yönelik ne tür bilgi türetilmesi gerektiği, türetilen veri ve bilgilerin hangi değerlendirmeleri tetiklemekle sonuçlanacağı karar vericinin yargısına bırakılmıştır. Bu yargılardan toplamı o karar vericinin profesyonel birikimidir. Profesyonel birikimlerin bir kısmı açık ve diğer bir kısmı örtük yöntembilgisidir. İşletmeler kendi üretim veya hizmet sektörlerinde ortaya koydukları çıktılarını yanında, o sektörün işleyişine yönelik yöntembilgileri biriktirirler. Bu birikim, o işletmede çalışanlar tarafından kazanılır ve işletme faaliyetlerine yansıtılırak üretime veya hizmete dönüştürülür. İşletme faaliyetlerinin bütününde yeralan açık veya örtük yöntembilgileri insan aklının ürünleridir. İnsanların iş yaparken kullandıkları bilgiler doğal zekânın (natural intelligence) veya insan zekâsının (human intelligence) çıktıları olup eyleme dönüştüğünde, aynı zamanda bir şekilde kaydedilebilme olasılığı da yaratılmaktadır. İşletmedeki tüm bireylerin kazandığı deneyimin toplamını düşünelim. Bu deneyim “ayaklı” bir deneyimdir ve her an yürüyüp gidebilir. Oysa bu deneyim kişiye ait olduğu kadar işletmeye de aittir. İşletme çapında bu deneyimlerin paylaşılabilmesi ve işbirliğine dönüştürülmesi çabalarının bütününe *Yöntembilgisi Yönetimi* (Knowledge Management) denir. Bu ünitelerin ilk konusu yöntembilgisi yönetimi hakkında olacaktır. Çünkü insan zekâsının ürünü olan yöntembilgilerini verilerden türetmek, *kısmen* mümkün olmakla beraber, günümüzde hâlâ zahmetli olduğu kadar pahalı da bir süreçtir.

İnsan zekâsına öykünerek bilgisayar donanım ve yazılım olanakları üzerine inşa edilmiş, akıl yürütme ve öğrenme yeteneği olan yöntemler yapay zekâ (YZ) başlığında ele alınacaktır. Yapay zekâ, bazı yerlerde insan zekâsı yerine kullanılmakla beraber, insan zekâsının tamamlayıcı ve yükseltici bir parçası olarak değerlendirilmelidir. YZ'nin temel kavramları ve YZ ile insan zekâsının karşılaşılması, ilgili bölümün konusunu oluşturacaktır.

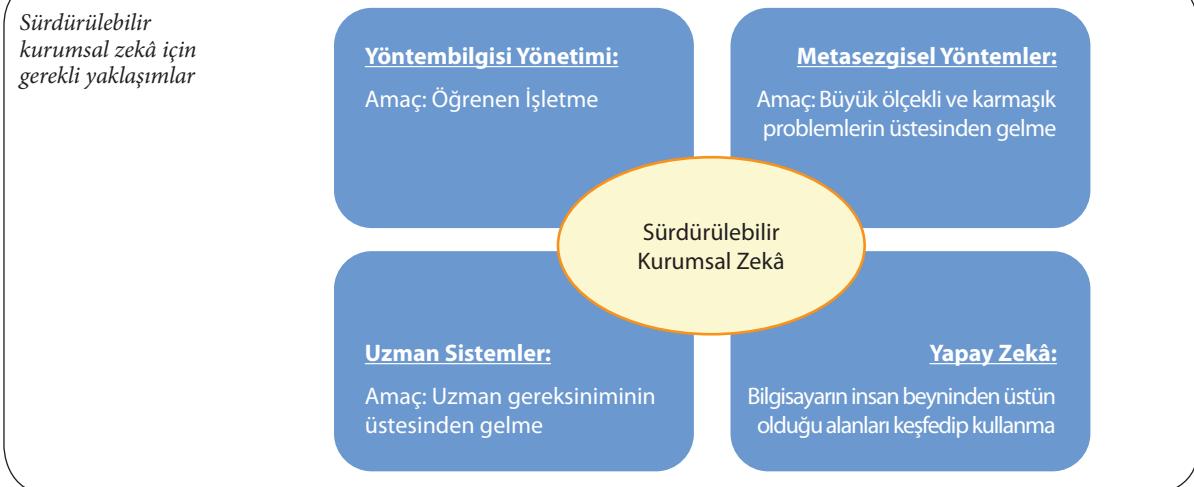
Sınırlı bir alanda uygulanan ve başarılı uygulamalarla kanıtlanmış yöntembilgisine *uzmanbilgisi* veya *uzmanlık* denir. Uzmanbilgisinin her zaman belgelendirilmesi mümkün değildir. Ancak mümkün olduğunda çok kıymetli bir tür yöntembilgisi olan uzmanlığın, bir sistem içinde kullanılarak insanın akıl yürütmesine benzer şekilde çıkarımlar yapması ve kararlar vermesi mümkün olmaktadır. Bu tarz sistemlere *uzman sistem* (US) denir. Bu ünitelerin izleyen bölümlerinde US temel bileşenleri ile ele alınacaktır.

YZ'nin insan zekâsı karşısında üstünlük sağladığı konularda, insan zekâsının YZ ile desteklenmesi akılçıl bir tercih olarak karşımıza çıkmaktadır. Son yirmi yılda, çok de-

şik ve büyük ölçekli problemlerin çözülmesinde başarıyla uygulanmış ve genellikle doğal olaylardan esinlenilmiş bir dizi stokastik algoritma ortaya atılmıştır. Metasezgisel (meta-heuristics) yöntemler de denen bu yaklaşımın en önemlilerinden biri evrimsel (evolutionary algorithms) algoritmalar adıyla bilinen yaklaşımdır. Genetik algoritmalar (genetic algorithms) ise bir tür evrimsel algoritma olup, pek çok başarılı uygulamayla beraber anılmaktadır.

Kurumsal zekâ, bir işletmenin öncelikle yönetim yetilerinin bir toplamıdır. Bu yüzden de yönetim kadrolarının yetkinliği birinci derecede önemlidir. Diğer önemli faktör de işletmenin kurumsal zekâya bakışıdır. Kurumsal zekâyı bir işletmenin en önemli varlığı olarak gören işletmelerin; yönetim bilişim sistemleri, çevrimiçi analitik işleme (OLAP) işletme analitiği ve karar destek sistemleri düzeyinde kurumsal zekâ altyapısını tamamlamış olması beklenir. Bunu gerçekleştiren işletmelerin analitikle rekabet etmelerini destekleyecek bir kurumsal zekâya sahip olduklarını ifade etmek gerekir. Ancak kurumsal zekânın *sürdürülebilir* olması için bu önkoşulların sağlanmış olması yetmez. İşletmelerin; aynı zamanda kendi deneyimlerinden öğrenebilen, algoritmik problem çözmedeki gelişmelerin farkında olan, iş süreçlerini YZ alanındaki gelişmelerle güçlendiren ve biriken uzmanlıkbilgisini uygun alt alanlarda uzman sistemlerle kurumsallaştırmayı olması gerekir. Bu bağlamda yönetmeliğin yönetimi, metasezgisel yöntemler, YZ ve uzman sistemlere uygun alt alanlarda uzman sistemlerle kurumsallaştırmayı olması gerekir. İşletmelerin büyük veri çağrı ile ortaya çıkan, daha karmaşık ve büyük ölçekli karar ve tasarım problemlerini çözebilmeleri gereklidir. Büyüyük-ölçekli problemlerin çözümünde, metasezgisel yöntemlerin 1990'larla başlayan ve hızlanarak devam eden yadsınamaz bir yeri vardır. Yönetmeliğin yönetimi aracılığıyla veya yönetmeliğin mühendisliği gibi başka yollarla elde edilmiş uzmanlık bilgisinin, programlanarak; otomatik, rutin, ekonomik ve güvenilir uzman sistemler halinde yaygınlaştırılması, bir yerde kurumsal zekânın bazı noktalarda otomatikleştirilerek kurumsal beceri veya alışkanlıklara dönüştürülmesine olanak sağlayacaktır. İnsanın üstün olduğu yerlerde insanı, makine ve bilgisayarların üstün olduğu yerlerde ise bilgisayarlı sistemleri kullanmak, *insansız* sistemler yaratma çabalarına göre daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Bu bağlamda YZ'nin sunduğu ses, görüntü, örüntü işlemeden başlayıp robotik sistemlere kadar uzanan alandaki gelişmelerden de yararlanmak, izlenmesi gereken seçenekler arasında olacaktır. Sürdürülebilir bir kurumsal zekâ için karar destek sistemlerinin bu disiplinlerle iç içe tasarlanması ve geliştirilmesi tercih edilmelidir (Şekil 8.1).

Şekil 8.1



Bilgisayar bilimleri açısından KDS'ler, YZ olanaklarıyla birleştirildiği zaman, *zeki karar destek sistemleri* (intelligent decision support systems) olarak sınıflandırılmaktadır. Yönetsel açıdan KDS, kendisini tasarlayan ve kullanan karar vericinin işletme zekâsını, kurumsal katkıya dönüştürmesini güçlendirdiği oranda kurumsal zekâya katkıda bulunabilir.

YÖNTEMBİLGİSİ YÖNETİM SİSTEMİ

Bir şirket düşünün ki dünya çapında 450.000 çalışanı ile mühendislik ve teknolojiye dayalı ürün ve hizmetleri üretip sunuyor olsun. Her çalışanın işi konusunda edindiği deneyimini diğerleriyle paylaşabilmesi nasıl ve ne dereceye kadar mümkün olabilir? Eğer bu başarılırsa ne tür bir ekonomik katma değer yaratılabilir? Bu ekonomik değerin peşine düşen dev bir firma, çalışanlarının faydalı bilgileri yükleyebilecekleri bir bilgi dolabı (knowledge repository), konuya tartışabilmeleri için bir sohbet odası (chat room) ve herhangi bir konuda yönetembilgisine erişebilmeleri için bir arama motoru kurarak yönetembilgisini paylaşımını başarmak istiyor. Acil istekler sisteme görüntüleniyor. Çalışanların görüş ve deneyimlerini paylaşmaları için bazı basit teşvikler uygulanıyor. İşletmede kültürel bir dönüşüm yaşlıyor. Tüm bu çabalar sonunda ortaya *web-tabanlı bir yönetembilgisi yönetim sistemi* çıkıyor. Önemli ölçüde yönetembilgisi, sistemde depolanıp tasnifleniyor ve tüm çalışanların kullanımına açılıyor. Firma, sözkonusu sistemin tasarımını, kurulumu ve işletimi için harcadığı yaklaşık sekiz milyon ABD doları karşılığında, iki yıl içinde satışlarında 122 milyon ABD doları artış olduğunu raporluyor. Bu konuya haber yapan yazarın kullandığı başlık ayrıca dikkat çekicidir: “*447.000 akıl tek bir akıldan daha iyidir*”.

Yöntembilgisi yönetimi (YY), işletme çalışanlarının kollektif olarak verimlilik, kalite ve süreç iyileştirme amacıyla sahip oldukları bilgileri ve yöntemleri kalıcı ve görünür kılma ve kurumsal çapta kullanıma sunma çabalarının bütünüdür. Bu çaba, yönetembilgisinin yanısıra değerli durumbilgileri ve görüşlerin de paylaşımını içerebilir. YY'nin amacı, işletme içinde türetilen faydalı bilgilerin yakalanması, depolanması, bakımı, gereken kişiye istediği yer ve zamanda ve kullanışlı bir şekilde sunulmasını sağlamaktır. Bir yönyle YY, yönetembilgisini yöneten insanların yönetimiyle ilgilendir. Yapılmak istenen; kurum içi her tür bilgi ve görüşün sistematik olarak her çalışana açık olmasıdır. YY, kurumsal öğrenmeyi gerçekleştirmeye yolunda atılacak en önemli adımdır. Öğrenebilen işletmelerin, rekabet açısından üstün bir kurumsal özelliğe sahip olabileceklerini, YY'ye yönelik bir yapılanmanın işletmelere sağlayacağı faydalıları görmek zor değildir. Ancak bu çabalar bir takım güçlükleri de beraberinde getirmektedir. Bunların başında, *bilginini paylaşımında kullanılacak formların tasarımını* gelmektedir. Bunun sebeplerinden en önemlisisi, işletme içindeki her operasyonel noktanın kullandığı ve ürettiği bilgilerin standartlaştırılmasının mümkün olmamasıdır. Diğer bir güçlük ise *personelin bilgi paylaşımına nasıl teşvik edileceği* ile ilgilidir. Bu konuda atılacak adımların başında, bu işlemin kolaylaştırılması ve çalışanların vakitini en az alacak yöntem ve olanaklarla desteklenmesi gelir.

Yönetim bilişim sistemleri; açık durumbilgilerinin yakalanması, depolanması, yönetilmesi ve raporlanması dönüktür. Yönetim bilişim sistemlerinin kural yapılı bilgileri saklaması veritabanı mantığına uygun değildir. Yönetembilgisinin en yaygın formu kurallardır. Kuralların veritabanı yapıları içinde saklanması, güncellenmesi ve bakımını anlamlı değildir. Örneğin şu kuralı inceleyelim:

EĞER hava_sıcaklığı≥28 derece Celcius VE çalışma_alanı=açık hava İSE giysi_rengi=açık VE giysi_kumaşı=yazlık olmalıdır.

Verilen örnek kural, olabildiğince yapılandırılmıştır. İki koşulun gerçekleşmesi halinde iki yeni durum tespit edilmektedir. Bu düzeyde yapılandırılmış bir kural, kolaylıkla bir uzman sistemin kural tabanında yer alabilir. Oysa YY'nin konusu içindeki kurumsal yöntembilgileri birbirinden çok farklı alanda, derinlikte ve yapılandırılmışlık düzeyinde bilgiler içerir. Bunların bir kısmı kurallar, bir kısmı tablolar ve şemalar şeklinde olabilir. Seçilecek giysinin rengi ve kumaşı hava sıcaklığı parametresine bırakılmıştır. Klasik veri tabanlarının bu tür bir bilgiyi saklaması ve kullanımına sunması beklenmez. Nitekim kurumlarda en yaygın yapılandırılmış yöntembilgisi kaynakları iş akış süreç şemalarından öteye gitmez. Bu durum, yöntembilgisi yönetiminin önemini ortaya koymaktadır. *NoSQL* gibi yapılandırılmamış verilerin de işlenebildiği esnek ve dağıtık veritabanı yapılarındaki gelişmelerin, kurumlarda yazılı metinden başlayıp çoklu ortama kadar giden farklı bir dizi yöntembilgisi kaynağını, sistematik kurumsal yöntembilgisi kaynaklarına dönüştürmesi beklenebilir. Bu gelişmelere kadar yöntembilgisi yönetiminde yararlanabilecek ortamların başında yöntembilgisi dolapları (knowledge repository) gelmektedir.

Yöntembilgisi Dolabı (Knowledge Repository)

Yöntembilgisi dolabı, kurumsal yöntembilgisinin elektronik metin belgeleri şeklinde biriktirilmesidir. Yönereler ve yazışmaların bazıları yöntembilgisi dolabında saklanmalıdır. Her işlem noktasındaki iş akış şemalarının (flowcharts) tutulduğu bir ortam, buna örnek teşkil eder. Buradaki yöntembilgileri, uzman sistemlerdeki yöntembilgisi tabanı ile karıştırılmamalıdır. Uzman sistemlerin yöntembilgisi tabanı bir problemin çözümüne ilişkin bilgileri tutarken, kurumsal yöntembilgisi dolapları tüm kurum içi anlamlı belgelerin saklandığı ve erişildiği bir ortamı ifade eder.

DİKKAT



YY'de kullanılan yöntembilgisi dolabı ile uzman sistemlerde kullanılan yöntembilgisi tabanı aynı şayelerdir.

Yöntembilgisi Yönetiminin Bileşenleri

Yöntembilgisi yönetimi; işletmelerin sahip olacağı teknolojik bir çözüm değil, işletmenin benimsediği bir yöntemdir. Buna rağmen teknolojik çözümlerin niteliği YY'nin başarısını etkiler. YY'nin yaşama geçirilmesinde yararlanılacak üç temel teknoloji vardır. Bunlar:

1. İletişim teknolojileri,
2. İşbirliği teknolojileri,
3. Depolama ve erişim teknolojileri.

Belirtilen teknolojiler, YY'nin aşağıdaki işlevlerini yerine getirecek şekilde bütünlilik bir çözüm oluştururlar. Bu işlevler şunlardır:

1. **Yöntembilgisinin yaratılması**: Yeni görüş, fikir, içgörü ve iş süreçlerinin türetilmesini sağlar.
2. **Yöntembilgisinin paylaşılması**: Çalışanların gönüllü olarak görüş, fikir, içgörü ve benimsedikleri iş süreçlerini paylaşmalarıdır.
3. **Yöntembilgisinin aranması**: Kurum içi süreçlere, projelere ve yeni iş fikirlerine götürecek görüş, fikir, içgörü ve iş süreçlerine erişerek işbirliğine ve kurumsal rekabet gücüne katkıda bulunabilmektedir.

Üniversitelerde Yöntembilgisi Yönetim Sistemi Olarak Ders Yönetim Sistemleri

Yöntembilgisi yönetimine yönelik teknolojik çözümlere *yöntembilgisi yönetim sistemi* (*knowledge management system* veya *knowware*) denir. Yöntembilgisi yönetimi sistemlerinin (YYS) sahip olması beklenen bileşenleri arasında işbirliğini destekleyen araçlar

(collaborative computing tools), yönetmeli sunucuları, kurumsal yönetmeli portaları, elektronik içerik ve belge yönetim sistemi, yönetmeli harmanlama (knowledge harvesting) araçları, arama motorları, erişim, izleme ve güvenlik denetimi araçları ve yönetmeli yönetimini kolaylaştıran araçlar (knowledge management suites) bulunmaktadır. Tüm bu özelliklerin aynı anda bir YYS'de olması şart olmayıp ihtiyaçlara göre uygun tasarımlar ortaya konabilir. Doğrudan YYS olarak tasarlanmış olmamakla beraber, birçok yapısalçı (constructivist), yani eğitimi, *sosyal bir ortam içinde gerçekleştirilen bir grup faaliyeti* olarak gören **ders yönetim sistemi** (CMS: course management system) veya öğrenim yönetim sistemi (LMS: learning management system); YYS olmaya uygun birçok özelliği barındırmaktadır. Her tür kurumsal gereksinimlere uyarlanabilir olmakla beraber, sözkonusu sistemler öğretim kurumları ve üniversiteler için iyi bir başlangıç YYS olarak kabul edilmelidir. Örneğin, 2013 yılı istatistiklerine göre Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yükseköğretim kurumlarında kullanılan ders yönetim sistemleri pazarında ticari bir işletme olan Blackboard'un %41'lik payının ardından %23 payla ikinci sırada yer alan Moodle bunlardan biridir. Açık kaynak kodlu ve GNU Genel Kamu Lisanslı bir yazılım olan Moodle (Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment), YYS'lerin sahip olması gereken birçok bileşeni içermektedir. Moodle, bir ders yönetim sistemi (DYS) olması sebebiyle, tüm özellikleri birden çok kişinin kendi yönetmeliğini -ki bunlar derslere ve yönetimine ilişkin hemen her tür bilgidir- belgelendirme, yükleme, saklama, paylaşma ve güncelleme işlevlerini yerine getirmek üzere geliştirilmiştir. Moodle, bir DYS olarak eğitim kurumlarına yönelik pek çok özelliğe sahiptir. Bu özellikler, herhangi bir YYS'de olması beklenen bazı özellikleri çok kapsamlı ve etkili bir şekilde karşılamaktadır. Eğitim kurumları için öğretim üyesi ve öğrenci; diğer kurum ve işletmelerdeki yönetmeliği çalışma grubu üyeleri için katılımcı ifadesi kullanılacaktır. Bir YYS'nin yerine getirmesi beklenen işlevleri ile Moodle'in sunduğu olanakları aşağıdaki şekilde ilişkilendirmek ve karşılaşmaktadır mümkündür.

1. *İletişim ve işbirliği teknolojilerine ilişkin özellikler:* İletişim olanaklarının zenginliği, amaca yönelik bir işbirliği için önekoşuldur. Moodle, yapısalçı (constructivist) bir eğitim düşüncesi üzerine geliştirildiğinden, iletişim ve işbirliğini desteklemesi ilişkin bir tasarım özelliğidir. İletişim ve işbirliğini destekleyen özelliklerin bir kısmı Şekil 8.2'de "Activities" menüsü altında yer almaktadır. Bu menüdeki bileşenlerin herbirinin YYS'ye özgün katkıları tek tek açıklanmayacak, aşağıdaki maddelerde ortak açıklamalara yer verilecektir. Katılımcıların veya öğrenci ve öğretim üyeleri arasındaki iletişimini destekleyen olanaklarından dikkate değer bir kısmı şunlardır:
 - a. *Sanal iletişim ve işbirliği ortamı:* Moodle, katılımcıların kimlik (isim, resim vb.) ve iletişim (e-posta vb.) bilgilerini saklama, paylaşma, güncelleme ve amaca uygun olarak karşılıklı kaldırma ile bir sanal iletişim ve işbirliği ortamı (öğretim kurumları için bu bir sanal sınıfı) oluşturmaktadır. Sözkonusu sanal ortam ile oluşturulan iletişim kolaylığı, işbirliği için son derece önemli bir katkı sağlamaktadır.
 - b. *Çevrimiçi karşılıklı görüşme olanakları:* Moodle'in, çevrimiçi iletişimini destekleyen olanakları arasında öğretim kurumları için dersi alan öğrencileri sanal bir sınıf içinde izleme; diğer kurumlar için katılımcıların sanal iletişim ve işbirliği ortamına katılım ve katkılarını izleme, sohbet odası üzerinden yazılı gerçek-zamanlı görüşme, BigBlueButton ve OpenMeetings gibi bazı eklentilerle yüzeye, sesli ve görüntülü görüşme olanakları sayılabilir. Sözkonusu iki eklentinin sunduğu çokluortam görüşme olanağı, yalnızca ikili değil çok-taraflı uzaktan görüşmeleri de desteklediğinden, ikili özel görüşmeler dışında grupta bir elektronik toplantı aracı olarak da kullanılabilmektedir.

Ders yönetim sistemleri, eğitim kurumları için yönetmeliği yönetim sisteminin işlevini yerine getirebilecek birçok özelliklere sahiptir.

- c. *Çevrimdışı iletişim ve işbirliği olanakları:* Katılımcıların veya duruma göre öğretim üyelerinin; öğrencilerle birebir veya grup olarak mesajlaşma, e-posta yolla- ma, ders içindeki öğrencileri sanal bir sınıf içinde görme, DYS'ye bir açıklama ve duyuru eklemeye ilk akla gelmesi gereken özelliklerdir. Ek olarak, haber forumu üzerinden dersle ilgili konuları öğrencilere duyurmak (sinav günü ve saat gibi), eklenecek özel amaçlı forumlarla, öğrencilerin ve öğretim üyelerinin bir konu hakkında görüş alışverişinde bulunmaları ve tartışarak olgunlaştırı- ları için uygun bir zemin yaratmak da çevrimdışı işbirliği olanakları arasında- dir. Wiki ise bir konu hakkında birden fazla katılımcının ortaklaşa bir yazın- sal ürün geliştirmesinin önünü açan ve yeni teknolojilerin yarattığı bir olanak olup, Moodle'in sahip olduğu işbirliğine yönelik özellikler arasındadır.
2. *Yöntembilgisi harmanlamaya yönelik özellikler:* Her öğretim üyesi ve öğrencinin DYS içindeki saniye saniye hareketlerini, haber ve tartışma forumlarına katılım- larını ve içeriklerini, ikili sohbet içeriklerini, ders kapsamındaki video kayıtlarını kaydetmek, saklamak ve erişime açık tutmak, yanısıra wiki ve sözlük (glossary) oluşturma gibi farklı kaynaklardan yönembilgisi derleme özelliklerine de sahiptir. Kaynaklar içinde yer alan RecordingsBN seçeneği ders kapsamında gerçekleştirilen video kayıtlarını içermektedir. Öte yandan soru bankası oluşturma ve sınav hazırlama olanakları da yönembilgisi derleme ve harmanlamayı desteklemeye yönelik özellikler arasındadır.

Şekil 8.2

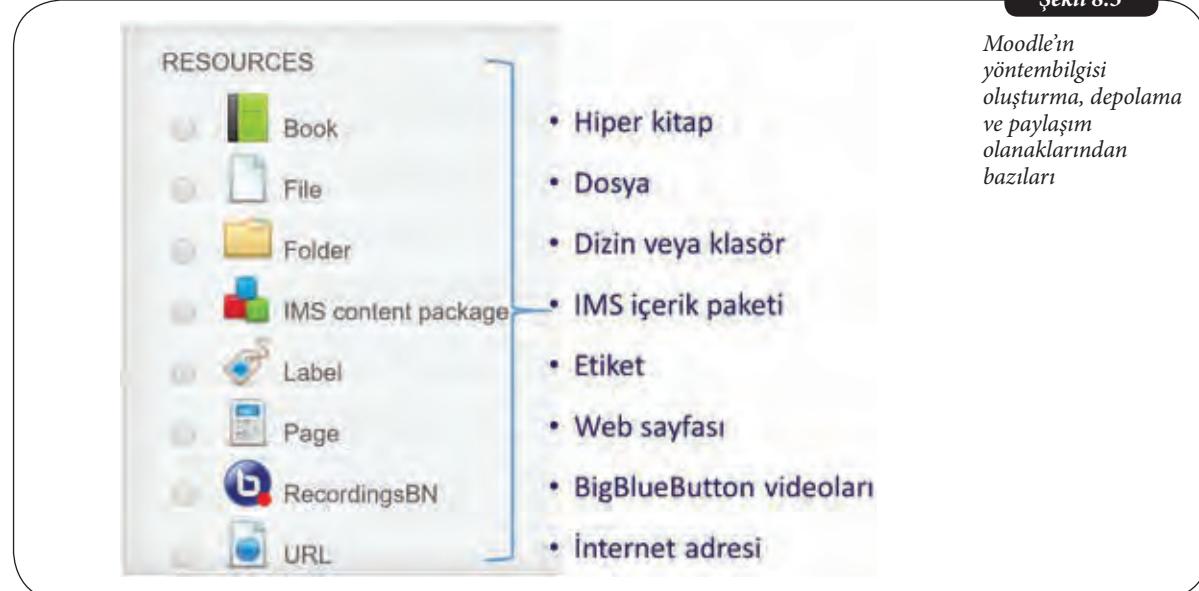


3. *Belge ve içerik yönetimi teknolojilerine ilişkin özellikler:* Bir DYS olarak Moodle, her tür yönembilgisinin elektronik belgelere dönüştürülmesi, saklanması, paylaşılma- sı, güncellenmesi ve arşivlenmesi özellikleriyle donatılmıştır (Şekil 8.3). Bunların bir kısmı şunlardır:
- Veritabanı olma özelliği:* Moodle'in öğretim üyelerinin ve öğrencilerin tüm kimlik ve iletişim bilgilerini, açılmış olan dersleri, derslere ilişkin bilgileri, derslerden alınan notları saklama, paylaşma, düzenleme, güncelleme ve arşivleme olanakları, kurumsal bellek oluşturmak için kullanılabilir.
 - Yöntembilgisi dolabı olma özelliği:* Moodle öğretim üyelerine ders malzemelerini, sunu materyallerini, ders kitabı bilgilerini, derse faydalı internet adreslerini, her hafta işlenen konuları, ders izlencesini ve öğrencilerin sınav, ödev ve benzeri çalışmalardan aldıkları notları ve değerlendirmeleri öğrencilerle paylaşma olanağı sunmaktadır. Öğrencilerin teslim ettikleri ödevlere, katıldıkları sanal aktivitelere, DYS'de ne için ve ne kadar zaman harcadıklarına, hangi kaynaklara ne zaman erişiklerine, sınıf-içi aktivitelere ilişkin içerik başta olmak üzere tüm bilgi ve **meta-bilgi** türlerini saklamak, paylaşmak ve değerlendirmek Moodle

Meta-bilgi, bilgi hakkındaki bilgi olup, bilginin türüne göre meta-veri, meta-durumbilgisi ve meta-yöntembilgisi olarak adlandırılır.

tarafından sunulan olanaklar arasındadır. Mevcut Moodle yapısında, her der-sin (course) kendi içinde bir dizi yöntembilgisi paketi (lesson) içерdiği söylenebilir. Yöntembilgisi paketleri, yalnız metin tabanlı değil, çoklu ortam belgelerini de içermektedir.

Şekil 8.3



4. *Kurumsal yöntembilgisi portalı olmaya yönelik özellikler:* Moodle; web-tabanlı, çevrimiçi ve mobil erişim ve katılım olanakları sunan bir DYS'dir. Moodle'ı aynı zamanda kurumsal yöntembilgisi portalı yapan diğer özellikleri ise şunlardır:
 - a. Katılım ve katılımcı tanımlama, izleme ve raporlama,
 - b. Katılımcılara yönelik kimlik denetimi ve yetkilendirme,
 - c. Yeni yöntembilgisi paket ve dolabı tanımlama ve ekleme,
 - d. Tüm faaliyetleri zaman-damgalama,
 - e. Katılımcılardan veya öğrencilerden gruplar oluşturma,
 - f. İzin tanımlama,
 - g. Yöntembilgisi paketlerini yedekleme (backup) yeniden yükleme (restore) ve taşıma (import),
 - h. Katılımcılar veya öğrencilere performanslarına göre *başarı rozetleri* (badge) verme.

Kurumsal Öğrenme

Bir kurumun; politika, strateji, taktik, teknik ve yönergelerini etkileme potansiyeli olan yeni bilgi ve içgörülerin geliştirilebilmesine *kurumsal öğrenme* denir. Aynı fiziksel ortamda çalışanların kurumsal öğrenmesinde uygulanabilecek yaklaşımların e-ticaret ve e-işletmelere uygulanamayacağı unutulmamalıdır.

Bir işletme içindeki çalışanların görüşlerini paylaşmaları, öğretmeleri ve diğerlerinden öğrenmeleri ile yöntembilgisinin kurumsal yayılımı sağlanabilir. Bir kurumun geçmiş deneyimlerinden yararlanabilme yeteneği var ise ancak o zaman öğrenen bir kurumun varlığından söz edebiliriz. Bir kurumun öğrenen bir kurum olup olmadığını anlamının yolu aşağıdaki koşulların gözlenmesidir.

1. Problemleri sistemli bir şekilde çözme,
2. Problem çözmede yaratıcı olmak,
3. Geçmiş deneyimlerinden öğrenme,

4. Diğer işletmelerin enyi uygulamalarından yararlanma,
5. Bilgilerin kurumsal zeminde aktarılmasını hızlı ve etkin bir şekilde gerçekleştirmeye.

Kurumsal Bellek: Öğrenen bir kurum, öncelikle kurumsal bir belleğe, bununla beraber kurumsal bilgiyi saklamak, sunmak ve paylaşmak için yöntem ve araçlara sahip olmalıdır. Yapılan bazı araştırmalar, işletme verilerinin ancak %15'inin gerçekten kullanıldığını ortaya çıkarmaktadır. Kurumların geçmişlerini hatırlaması; plan, politika, önerge, iş akış bildirimleri ve kurum içi yazışmalarla olur. *Kurumsal Kültür*, bir işletmenin ortak paydasını oluşturan değerler bütünüdür. Kurumsal kültürün oluşması, kurumsal bellek ve kurumsal öğrenme ile gerçekleşir.

SIRA SİZDE



1

Öğrenen bir kurum nasıl anlaşılır?

YAPAY ZEKÂ

YZ, çıkış noktası itibarı ile bilgisayar programlamaya dayandığından bilgisayar bilimleri disiplininde yer almaktadır. YZ terimi birçok tanımı kapsamakla beraber çoğu uzman, YZ'nin iki temel fikirle ilgili olduğu konusunda hemfikirdirler. Birincisi, zekânin ne olduğunu anlamak için insanların akıl yürütme, düşünme ve problem çözme süreçlerinin incelenmesini içerirken; ikincisi, bu süreçleri bilgisayarlar aracılığıyla kopyalamak ve ifade etmekle ilgilidir. Bu iki temel düşünceyi içeren tanımlardan birine göre; YZ, insanoğlu tarafından yapıldığı takdirde zekice diye adlandırılabilir ve insan yapısı mekatronik sistemler veya bilgi sistemleri tarafından sergilenen davranıştır. YZ'nin ilk dikkate değer uygulamalarından biri, IBM tarafından geliştirilen *Deep Blue* isimli satranç oyanan bilgisayar programıdır. YZ, yalnızca zeki insanların kazanabileceği bir oyunda eski dünya şampiyonlarından Garry Kasparov'u yenmiştir.

YZ'nin ne olduğunu anlamak için ilk olarak zeki olmanın işaretleri olarak düşünülen yeteneklere bakılması gereklidir. Bunlardan bazıları aşağıda sıralanmış olmakla beraber eksiksiz böyle bir liste oluşturmak oldukça zordur.

- Deneyimlerden öğrenme veya deneyimleri anlamaya,
- Belirsiz veya çelişkili mesajlardan anlam çıkarma,
- Yeni bir duruma hızlı ve başarılı bir şekilde cevap verebilme,
- Problem çözmede akıl yürütmemeyi kullanma,
- Kafa karıştıran durumların üstesinden gelme,
- Siradan rasyonel yollarla yorum ve çıkarsama yapma,
- Bilgiyi kullanarak çevreyi kullanma,
- Düşünme ve akıl yürütme,
- Bir durumda farklı bileşenlerin göreceli önemini bilincinde olma.

Alan Turing, bir bilgisayarın zeki davranış sergileyip sergileyemeyeceğine karar vermek için bir test tasarlamış ve bu daha sonra *Turing testi* olarak adlandırılmıştır. Bu teste göre görüşme yapan bir insan; hem görünmeyen bir insan, hem de görünmeyen bir bilgisayarla söyleşi yapıyorken görüşüklerinden hangisinin bilgisayar olduğunu anlayamıyorsa, bilgisayarın *zeki* olduğu söylenebilmektedir.

Yapay Zekânın Özellikleri

YZ'nin çıkış amacı, insan zekâsını taklit eden makineler ortaya koymak olmasına rağmen, mevcut ticari YZ ürünlerinin özellikleri, beklenen başarılıara erişmekten uzaktır. Bununla birlikte, YZ yazılımları gelişimlerini sürdürmekte; belirli bir düzeyde zekâ gerektiren çeşitli işleri otomatik hale getirerek, verimlilik ve kaliteyi artırmaktadır. YZ tekniklerini diğer bilgisayar alanındaki çalışmalardan ayıran özelliklerden bir kısmı, KDS'lerin geleceği ile yakından ilgilidir. Bunlar (i) sembolik problem çözme, (ii) akıl yürütme ve (iii) makine öğrenmesidir.

Sembolik Problem Çözme

Sembolik işlem yapabilme, YZ'nin temel bir özelliğiidir. Bilgisayarlar, başlangıçta sayıları işlemek için özel olarak tasarlanmıştır. Buna karşın insanoğlu, sembolik düşünmeye yatkındır. İnsan zekası, sayılar kadar semboller işleyebilme yeteneğine de bağlıdır. Sembolik işleme, YZ'nin merkezi olmasına rağmen bu, YZ'nin matematik içermediği anlamına gelmez. YZ'nin ağırlığı daha çok sembollerin kullanılması üzerinedir. YZ, algoritmik olmayan problem çözme yöntemlerini de içeren sembolik işlemlerle uğraşan bir bilim dalıdır. *Algoritma*, belirli bir probleme çözüm bulmayı garantileyen ve başlangıç ve bitiş noktaları iyi tanımlanmış adım-adım izlenecek bir komutlar listesidir. Çoğu bilgisayar mimarisini, bu adım-adım yaklaşımı elverişlidir. Ancak, insanın akıl yürütme süreci, bir dizi mantıksal adının ardarda izlendiği bir süreçten farklı yani algoritmik olmayan özelilikler sergiler. İnsanın akıl yürütmesi, algoritmik problem çözmeyi dışlamamakla beraber, önceki deneyimlerinden öğrendiği kurallara ve içgüdülerine dayanır. Bu kuralların bir kısmı eğitim ve deneyimle edinilirken, diğer bir kısmı sezgilere dayalı yöntembilgileridir. Birçok YZ yöntemi, problem çözümündeki karmaşıklığı azaltan sezgisellerden yararlanmaktadır. Bunların en yaygın olanlarından biri, gezgin satıcı problemlerde kullanılan en yakın komşu sezgiselidir. Gezgin satıcı problemi; n adet şehrin her birini tam olarak bir kez ve en az mesafe katederek ziyaret etmek isteyen bir kişinin, şehirleri ziyaret sırasının belirlenmesi problemidir. Böyle bir problem karşısında pek çok kişi bulunduğu şehirden en yakın olana gitme suretiyle bir ziyaret rotası oluşturacaktır.

Akıl Yürütme

YZ akıl yürütmede (reasoning) sezgisellerden yararlanmaktadır. Ek olarak, YZ mevcut kurallardan veya yöntembilgilerinden yüksek seviyeli yöntembilgisi elde edebilen çıkışsama (inferencing) özelliklerini de içerebilir. Uzman sistemler, YZ'nin çıkışsamasını kullanan özel bir alanıdır.

Makine Öğrenmesi

YZ sistemleri, insanın sahip olduğu benzer bir öğrenme kapasitesine sahip değildir. Buna karşın, YZ içeren sistemler, otomatik öğrenme olarak da adlandırılan mekanik öğrenme kabiliyetine sahiptir. Makine öğrenmesi, YZ sistemlerinin dış ortamındaki değişikliklere tepki verebilmelerini ve sistemin kendi davranışlarını bu tepkilere göre ayarlamalarını sağlayabilmektedir. Denetimli (supervised) ve denetimsiz öğrenme olarak iki kategoride incelenir. Denetimli öğrenme, neyin doğru neyin yanlış olacağının bilindiği ve YZ'nin bu doğru ve yanlışları öğrendiği yaklaşımlara verilen isimdir. Denetimsiz öğrenmede, hedef (müşterileri harcama düzeylerine göre kümeleme) belli olmakla beraber, doğru ve yanlış konusunda YZ'nin eğitilmesi veya bilgilendirilmesi sözkonusu değildir.

Yapay Zekâ ile İnsan Zekâsının Karşılaştırılması

YZ çalışmalarının geldiği düzey gözönüne alınarak, YZ ile insan zekâsının bir karşılaştırmasını yapmak mümkündür. Bu karşılaştırma, YZ'nin gelecekte insanın zihinsel yetilerinden hangilerine yoneleceğinin de bir habercisi olacaktır. YZ'nin sahip olduğu önemli üstünlükler şunlardır:

- *Kalıcı olma*: İnsan zekâsı doğar, gelişir, yaşar ve ölürlü. Buna karşın YZ, üzerine inşa edildiği bilgisayar sistemleri ve programları varoluğu sürece kalıcıdır.
- *Çoğaltma ve yaygınlaştırma kolaylığı*: İnsan zekâsı, eğitim ve usta-çırak ilişkisi gibi yöntemlerle kopyalanabilir ve çoğaltılabılır. Bu yöntemler, uzun bir tecrübe kazanım süreci de gerektirir. Nitekim aynı sebeple uzman insan sayısının arttırılması zor ve yavaştır. Buna karşın bir bilgisayar sisteminde düzenlenmiş yöntembilgisi, o bilgisayardan herhangi bir bilgisayara kolaylıkla kopyalanabilir ve eksiksiz çoğaltılabılır.

- *Düşük maliyet:* YZ'nin taşınabilme ve paylaşılabilmesindeki kolaylıklar, yararlanma maliyetini hızla düşürmektedir. İnsanların sunduğu uzmanlık hizmetleri genellikle pahalıdır. Örneğin, uzman bir doktorun muayene ve tedavi ücreti takdir edilen uzmanlık düzeyi ile orantılıdır. Bir doktorun eriştiği uzmanlık düzeyine gelmesi on yıllarla ölçülür. Sözkonusu sürenin doktorun hizmetine maliyet olarak yansımaması kaçınılmazdır.
 - *Tutarlılık:* İnsanın zihinsel performansı hep aynı düzeyde olmaz. Aynı probleme farklı günlerde farklı tepkiler vermesi bilinen bir durumdur. Bu durum, insanların yaptıkları işlerde tutarsız olabilmelerine neden olur. YZ, bir bilgisayar yazılımı olduğu için aynı koşullar altında tutarlığını değiştirmez.
 - *Belgelendirilebilirlik:* YZ'nin kararları açıklanabilir ve dolayısı ile belgelendirilebilir. İnsan zekâsının kayıt altına alınması zordur. Örneğin bir insan, karar verebilir ama karar sürecindeki adım ve varsayımlarını daha sonra açıklaması zordur.
 - *Hız:* YZ, belirli işleri insandan çok daha hızlı bir şekilde tamamlayabilir.
- İnsan zekâsının, YZ'ye göre dikkate değer üstünlükleri bulunmaktadır. Bunlardan ikisi şunlardır:
- İnsan zekâsı, yaratıcı olmasına karşın YZ, geldiği nokta itibariyle yaratıcı zekâdan yoksundur. Bilgi edinme ve öğrenme yeteneği insanın doğasında vardır. Buna karşın YZ'de yöntembilgisi, özenle hazırlanıp sisteme eklenir.
 - İnsan zekâsı, insanların duyusal deneyimlerini doğrudan kullanmasını ve onlardan yararlanması mümkün kilmaktadır. Buna karşın YZ sistemleri, sembolik girdi ve gösterimlerle çalışmak zorundadır.

KDS'lerin özünde insan zekâsı ile yöntemsel ve teknolojik olanakları buluşturmak yatkınlıkta. Bu bağlamda, YZ, KDS'lerin güçlendirilmesi için ilk akla gelmesi gereken disiplinlerden biridir. Nitekim bazı YZ uygulama alanları aynı zamanda KDS'lerin de konusunu oluşturmaktadır. KDS ile YZ'nin ortak paydasındaki alanların her geçen gün artarak devam edeceğinin öngörümektedir. Ancak bazı YZ uygulamalarının KDS'ye yakın gelecekte önemli katkılar sağlama olasıdır. Aşağıda bunlardan kısaca bahsedilecektir. Bu uygulamalardan ikisi olan, uzman sistemler ve metasezgisel yöntemler izleyen bölümlerde ayrıca ele alınacaktır.

SIRA SİZDE

2

İnsan zekâsı ile yapay zekâyı, üstünlükleri ve eksiklikleri yönünden karşılaştırınız.

Yapay Zekâ Uygulama Alanları

YZ, zeki sistemlerin geliştirilmesi ile ilişkili fikirlerin ve kavramların bir koleksiyonudur. Bu kavram ve fikirler, insan yaşamının birçok farklı alanlarında geliştirilmiş ve uygulanmış olabilir. YZ'nin gücünü anlamak için çok geniş bir alanın incelenmesi gereklidir. Burada YZ'nin KDS ile kesişimi olan ve yakın gelecekte olması beklenen uygulamaları kısaca açıklanacaktır.

Doğal Dil İşleme

Doğal dil işleme (natural language processing) teknolojisi, bilgisayar kullanıcılarına kendi anadillerinde bilgisayar ile iletişim kurma yeteneği sunmayı hedeflemektedir. Bu teknoloji, bilgisayar programlamaya ilişkin sözdizimi ve komutların yerine, kişinin kendi ana dili ile arayüz etkileşimine olanak sağlamaktadır. İki alt başlıkta gelişimini sürdürmektedir. Bunlardan biri doğal dili açıklama ve diğerinin doğal dili kullanmayı içermektedir. *Doğal dili açıklama*, kullanıcının kendi anadilinde verdiği talimatların bilgisayar tarafından anlaşılmasını sağlayacak yöntemleri araştırır. Böylece bilgisayarlar insanları daha kolay anlayacaktır. *Doğal dil türkmetme*, insanların bilgisayarları daha kolay anlamasını sağlamak

amaciyla bilgisayarların doğal dili kullanmasını inceler. Doğal dil işleme alanındaki gelişmeler, KDS'lerin çok daha yaygın ve etkin kullanımına katkı sağlayabilir. Bunun sebebi, KDS'lerin kullanımının önündeki engellerden biri olan bilgisayar okuryazarlık düzeyinin belirli bir seviyede olma koşulunu ortadan kaldırmasıdır.

Konuşma Anlama

Konuşma anlama (speech understanding) ve ses tanıma (voice recognition), konuşulan dilin, bir bilgisayar tarafından anlaşılması ve konuşma sesinin tanınmasıdır. Çağrı merkezlerinde yaygın olarak kullanılan bu teknoloji, KDS'lerin klavye ve fare olmadan kullanılabilmesi kadar, uzaktan kullanımını da olanaklı kılmaktadır.

Robotik ve Duyusal Sistemler (Robotics and Sensory Systems)

Görüş sistemleri, dokunmatik sistemler ve sinyal işleme sistemleri gibi duyusal sistemler, YZ ile bir araya getirildiğinde robot veya robotik bilimin konusunu oluşturmaktadır. Robot, mekatronik bir sistem olup, fiziksel bir takım görevleri gerçekleştirmeleri için programlanabilir ve uzaktan kumanda edilebilir. Zeki bir robot, çevresi ve kendi faaliyetleri ile ilgili bilgi toplayan bazı duyusal aparatlara sahiptir. Robotun zekâ bileşeni, toplanan bilgileri yorumlayarak sadece talimatları takip etmek yerine çevresindeki değişikliklere uyum sağlama ve tepki verme özellikleri sergileyebilir. İnsansı (humanoid) robotların yaygınlaşması, insanoğluna göre geliştirilmiş bir dünyada, insanın yerine veya insanla beraber aynı ortamda mekatronik sistemlerin birlikte kullanımının fırsatlarla dolu dünyasına yeni kapilar açacaktır. Örneğin, radyoaktif sizıntı olan bir alanda insanların yapması için tasarlanmış görevleri insanlarla beraber veya kendi başına yapabilecek insansı robotlar, bir tür karar otomasyonuna veya karar destek sistemine sahip olacaklardır.

Görsel Tanıma

Görsel tanıma, kamera gibi algılayıcılarından alınan dijital görsel bilgilerin karar süreçlerinde kullanılabilmesine yönelik çabaların bütünüdür. Görüntü işleme (image processing) ve sahne tanıma (scene recognition)'yla beraber, görsel tanıma; görüntü-tabanlı karar destek sistemlerinin en önemli bileşenlerinden biridir. Örneğin, mikro-cerrahi gibi görüntüye dayalı operasyonlarda, cerrahi kararların güvenilirliğini arttırmada kullanılan görsel tanıma ve yorumlama bileşenleri, hem KDS'nin hem de cerrahın başarısına anlamlı katkılar sağlayabilir. Görsel tanımanın temel amacı, görüntü işlemeden çok görsele ilişkin senaryoları yorumlamaktır. Örneğin, al-koy (pick-and-place) robotların kutulama yaptığı bir sistemde görsel tanıma, kutulanacak ürünlerin banttaki duruşlarını (yan, dik, çapraz gibi) ve kutudaki konumlandırmalarını doğru okumaktan sorumludur.

Zeki Bilgisayar Destekli Eğitim

Zeki bilgisayar destekli eğitim (intelligent computer-assisted instruction), insanları eğiten makineler ve bilgisayar yazılımları anlamına gelmektedir. Belli bir ölçüde böyle bir makine, bir uzman sistem olarak görülebilir. Buna karşın, bir uzman sisteminin başlıca amacı tavsiyede bulunmak iken zeki bilgisayar destekli eğitimin amacı öğretmektir. Yillardır kullanımda olan bilgisayar destekli eğitim, bilgisayar gücünü eğitim sürecine taşımaktadır. Günümüzde YZ yöntemleri, öğrencilerin bireysel öğrenme modellerine uyacak şekilde öğretim tekniklerini şekillendiren, sayısallaştırılmış ders notları oluşturmak amacıyla eğitim sistemlerinin geliştirilmesinde uygulanmaktadır. Karar vericilerin, KDS'lerin kullanımı ve karar problemlerini çözme konusunda kendi kendilerini geliştirebilmeleri için yararlanabilecekleri bir olanaktır.

Yapay Sinir Ağları

İnsan beyninin çalışma prensiplerinden yararlanan ve beyindeki sinirsel yapıyı taklit ederek problemleri çözmeyi amaçlayan yöntemler, *sinirsel hesaplama* (neural computing) olarak adlandırılır. Temel işleme ünitesi *nörondur*. Bir dizi nöron, katmanlar (layers) halinde gruplanır ve birbirlerine bağlanır. Beyin bu basitleştirilmiş modeline *yapay sinir ağı* denir. Yapay sinir ağı oluşturulurken, girdiler ve çıktılar için girdi ve çıktı katmanları tanımlanır. Ayrıca bu iki katman arasında ara veya gizli katmanlar kullanılabilir. İki nöron arasındaki bağlantının ağırlığı, sinir ağının içerdiği yöntembilgisidir. Denetimli (supervised) veya denetimsiz (unsupervised) öğrenme için kullanılabilir. Denetimli olması halinde, eğitim veri setlerinden yararlanılır. Eğitim veri setleri, hangi girdiler için hangi çıktıların doğru yanıt olduğunu içerecek şekilde oluşturulur. Öğrenilecek konunun derinliği ve kapsamı veri setlerinin tasarıma yansıtılmalıdır. *Denetimli öğrenme*, sınıf aralıkları önceden belirlendiğinde, verinin ait olduğu sınıfın belirlenmesine yönelik iken; *denetimsiz öğrenme*, verilerin kümelenmesinde olduğu gibi doğru yanıtın önceden bilinmediği durumlarda uygulanır. İşletmecilikte en yaygın kullanılanlığı yerler arasında yatırım kararları, finansal kararlar, iflas tahmini ve hisse senedi piyasasındaki al-sat kararları yer alır.

Otomatik Tercüme

Otomatik çeviri veya tercüme, bir dilden diğerine kelime ve cümleleri çevirmek için bilgisayar programlarının kullanımını inceleyen YZ çalışma alanıdır. Bu alandaki gelişmeler, bazı KDS'lerin, özellikle işbirliğine yönelik olanların kullanımına; yanısıra, çok-uluslu şirketlerin tasarım ve inovasyon içeren çalışmalarına önemli katkıları sağlayabilecektir.

Bulanık Mantık

Bulanık mantık, günlük dildeki ifadelere de matematiksel işlemler uygulanabilmesinin yolunu açan bir bilim dalıdır. Günlük dilde, *mutlu* veya *çok mutlu* ifadelerinin karar modellerinde kullanılabilmesi, bulanık mantığın olabilirlik (possibility) ve üyelik fonksiyonu kavramları ile mümkün hale gelmiştir. Olabilirlik, kesinlik (deterministic) ve olasılık (probability) kuramlarının katı ve kırılgan bakış açısına esnek ve gerçekçi bir değerlendirme fırsatı olarak çıkmıştır. Aristo matematiğine kırılgan (crispy) sayılar hâkim iken, bulanık matematikte bulanıklığı temsil eden üyelikler sözkonusudur. Bulanık mantıkta, 1 sayısının karşılığı tek bir değer değil, örneğin, 0'la 2 arasında birçok değerin temsilcisini olan bir küme olarak tanımlanır. Örneğe devam edersek, "Bu iş bir saat içinde tamamlamanı istiyorum!" dediğimizde bunun $\frac{1}{2}$ saat ile $1\frac{1}{2}$ saat arasındaki süreleri içereceğini biliriz. *1 saat* ifadesinin insan zihnindeki karşılığı tam tamına 1 değildir. Böyle bir düşünce gerçekçi de olamaz. O halde, bir işin teslim tarihini içeren bir karar modelinin 1 değeri üzerinden çözümlenmesi modelin gerçekliği temsil etme yeteneğini olumsuz etkileyebilir. Karar verme durumlarına sağuyulu yaklaşılması, belirsiz bilgi ve kesin olmayan akıl yürütme, uzmanlığın önemli yönleridir. Örneğin geleneksel Boole mantığında "*bir kişi uzun boylu insanlar kümesinin bir üyesidir ya da değildir*". Oysa bulanık mantıkta herkes bir dereceye kadar hem kısa boylu insanlar kümesinin üyelik fonksiyonunda, hem de uzun boylu insanlar kümesinin üyelik fonksiyonunda yer alabilecektir. Her iki kümedeki aitlik düzeyleri birbirinden farklı olacaktır.

Akıllı Erkinler

Akıllı erkinler veya *ajanlar* (intelligent agents), otomatik olarak belirli görevleri yürütmek için bilgisayarlarda bulunan küçük programlardır. Anti-virus programları iyi bir örnektir. Program, bilgisayarınızda bulunan tüm gelen verileri tarar ve virüsü bulduğunda otomatik olarak kaldırır. Akıllı erkin arka planda çalışır, ortamı izler ve belirli tetikleyici koşullar oluştuğunda tepki gösterir. Akıllı erkinler, kişisel asistan cihazlar, elektronik posta ve haber filtreleme ve dağıtım, randevu takip uygulamalarında, elektronik ticaret, bilgi toplama ve Web uygulamalarında bulunmaktadır. Hasta takip için kullanılan uyarı nitelikli programlar, sağlık enformatiğindeki akıllı erkin kullanımının başarılı uygulamaları arasındadır. Hastaların elektronik olarak bilgilerinin izlenmesi ve müdahale gerektireceği düşünülen durumlar için uygun ortamlarda uyarı göndererek, doktor veya ilgili sağlık personeli tarafından durumun değerlendirilmesinin sağlanması görevini 7x24 her hasta için yerine getirmekle görevli erkinlerden yararlanılarak, hasta takibi güvence altına alınabilmektedir.

UZMAN SİSTEMLER

Uzman sistemler (US), dar bir problem alanında uzmanbilgisini kullanarak problem çözmeye yönelik bir bilgi sistemidir. Bir başka deyişle, US'ler bir uzmanın kendi alanındaki problem çözme bilgisini taklit eden sistemlerdir. Bir uzman, belirli bir konuda problem çözme veya danışmanlık yapma yeteneği genel kabul ve takdir görmüş, hangi durumlar karşısında nasıl bir yol izlemesi, hangi eylemlere başvurması veya hangi durumlarla sonuçlanacağını doğru veya doğruya yakın olarak bilen kişidir. Bir doktorun hastasını muayene ettiğinde hangi teşhisini koyacağını, teşhis koyabilmesi için istenmesi gereken testlerin neler olması gerektiğini, test sonuçlarına bakıldığından yapacağı değerlendirme ve yorumları biliyor olması tipik bir uzman davranışıdır. Bir oto tamircisinin motorun sesini duyduğunda verdiği kanı, motoru yakından inceledikten sonra oluşturduğu görüş ve koyduğu tanı ve bu tanıya götüren sürecin içeriği de bir uzmanın problem çözme yaklaşımının adımlarına örnek teşkil eder. Öte yandan uzmanlık göreceli bir kavramdır. Ülkemizde ticaret dünyasında uzman kabul edilen biri, bir başka ülkede dikkate dahi alınmayabilir.

Uzmanların bazı özellikleri şunlardır:

1. Problemi tanıma ve modelleme,
2. Çabuk ve doğru problem çözme,
3. Bir çözümü açıklama,
4. Deneyimlerden öğrenme,
5. Yöntembilgisini yeniden yapılandırabilme,
6. Gereğinde kurallara uymama,
7. İlişki kurabilme,
8. Bilmediğini bilme.

Uzmanlık eğitim, okuma ve deneyimle edinilir ve pratikle geliştirilebilir. Bir uzman sistemin taşımı gereken özelliklerden bazıları şunlardır:

1. *Uzmanbilgisi*: Bir US'nin uzmanbilgisi içermesi gereklidir. Uzmanların farklı konularındaki görüşlerini içermesi halinde çelişki çözümleme (conflict resolution) yeteneği olmalıdır.

2. *Sembolik akıl yürütme*: US'nin özelliği; matematiksel işlemler değil, sembolik akıl yürütme yapabilmesidir. Mevcut bulgularдан sonuçlara gidebilmesi (ileri doğru akıl yürütme) veya sonuçlardan sebepleri bulabilmelidir (geriye doğru akıl yürütme).
3. *Derin Yöntembilgisi* (deep knowledge): Bir US'nin içерdiği bilgi uzman olmayanların bilmeyeceği derinlikte veya karmaşıklıkta olmalıdır.
4. *Kendini bilme* (self-knowledge): US akıl yürütme ve sonuç çıkarma sürecini takip edebilmeli ve verdiği kararları açıklayabilmelidir. US, kendi uygulamalarından öğrenebilmelidir.

Tablo 8.1'de insan uzman ile uzman sistem birbiri ile karşılaştırılmıştır.

Tablo 8.1
İnsan uzman ile
uzman sistemin
karşılaştırılması

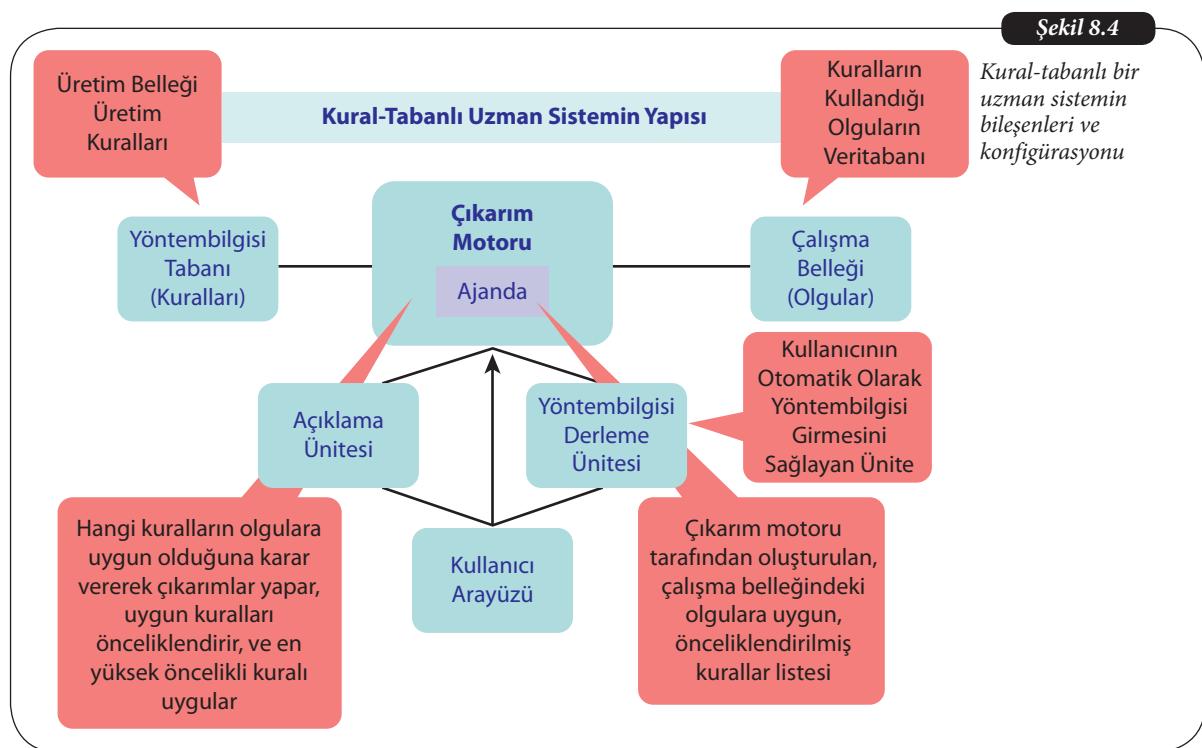
Özellik	İnsan Uzmanı	Uzman Sistemler
Ölümülük	Evet	Hayır
Yöntembilgisi aktarma	Güç	Kolay
Yöntembilgisi belgelendirme	Güç	Kolay
Karar tutarlılığı	Düşük	Yüksek
Birim kullanım maliyeti	Yüksek	Düşük
Yaratıcılık	Yüksek	Düşük
Uyarlanabilirlik	Yüksek	Orta
Yöntembilgisi kapsamı	Geniş	Dar
Yöntembilgisi türü	Sağduyu ve teknik	Teknik
Yöntembilgisi içeriği	Deneyim	Kurallar ve sembolik modeller

US'lerin en başarılı ilk üç örneği MYCIN, DENDRAL ve XCON'dur. MYCIN kural-tabanlı bir US olup, kandaki bakteriyel enfeksiyonlara tanı koymak için Stanford Üniversitesi'nde 1970'lerde geliştirilmiştir. Geriye doğru akıl yürütme ile çalışır. Yöntembilgisi tabanında 500 civarında kural vardır. 100 civarında bakteriyel enfeksiyonu tanıyıp etkili ilaç reçeteleri öneremektedir. DENDRAL, YZ'nın babalarından kabul edilen Feigenbaum tarafından 1965 yılında geliştirilmiştir. Kimyasal analiz ve spektrometre verilerinden yararlanarak bazı kimyasal bileşiklerin molekül yapılarını belirlemek için DENDRAL kullanılmıştır. XCON bir müşterinin istediği özellikte bilgisayarın konfigürasyonunu 1 dakika içinde belirleyen kural-tabanlı bir uzman sistemdir. Müşteri temsilcilerinin 20-30 dakika içinde yaptıkları bu işlemin güven düzeyi %65 iken XCON'un güven düzeyi %98'dir.

Uzman Sistemlerin Yapıları

Yöntembilgisi derleme ünitesi; yönetmeliğin biriktirilmesi ve yönetmeliğin tabanına aktarılması işlevlerini içermektedir. Kuralların, kural tabanına aktarılacak şekilde derlenmesinden de sorumlu olabilir.

Yöntembilgisi Tabanı bir US'nin en önemli üç bileşeninden biri olup diğer ikisi *Çıkarım Motoru* ve *Çalışma Belleği*'dir. US'nin çözmesi beklenen problemlere ilişkin tüm çözümleme ve yönetmeliğin bu modülde yer almaktadır. Yönetmeliğin tabanında; kuramsal bilgiler, olgular (facts) ve problemlerin çözülmesine yönelik sezgisel bilgiler veritabanına benzer bir mantıkla saklanır. Yönetmeliğin programın içine gömülümeden ayrı bir ortamda tutulması, US'nin yararlandığı durum ve yönetmeliğin güncellenmesine olanak sağlamaktadır.



Çıkarım (çıkarsama) motoru (inference engine) kural-tabanlı uzman sistemlerde kuralların yorumlandığı birimdir. Kuralların hangi sırada çalıştırılacağı, sonuçlara göre yeni kuralların nasıl çağrılacağı veya sonuçların nasıl raporlanacağını belirleyen US bileşeni çıkarım motorudur. Hangi olguların veya gerçeklerin hangi kuralları tetiklemesi gerektiğini çıkarım motoru belirler ve aktif kuralları *Ajanda* birimine aktarır. *Ajanda*, o anda aktif kuralları içerir. Bir kuralın aktif olması, o kuralın koşullarının sağlandığını gösterir. Aynı anda bu şekilde birden çok aktif kural bulunabilir. Bu aktif kurallardan hangilerinin çalıştırılacağını veya tetikleneceğini çıkarım motoru değerlendirir.

Açıklama ünitesi, hangi kuralın neden tetiklendiğini istenmesi halinde kullanıcıya açıklayan birimdir. En basit haliyle kuralların sol tarafındaki koşulların listesini görüntüler.

Çalışma belleği, o anda olup biten durumlara ilişkin US'nin izlediği olgular veya göstergeleri içerir. Örneğin; eğer US bir yanım müdahale sistemini yönetiyor ise, algılayıcılardan (sensor) gelen bilgiler çalışma belleğine düşecektir. Belleğe şu bilgiler düşecektir: A algılayıcısından gelen sıcaklık ölçümü 25 derece; B noktasındaki sıcaklık 60 derece. Herhangi bir noktada sıcaklık 40 derecenin üzerine çıkarsa, sistem durumu *yanın var* olarak tespit edilecektir. Koşulu *eger yanın var ise* olan tüm kurallar, yüntembilgisi tabanından ajandaya alınır.

Kullanıcı arayüzü, karar verici ile US arasındaki etkileşimi kolaylaştırıcı ve etkinleştirici özelliklere sahip olmalıdır. Bazı durumlarda doğal konuşma özelliğiyle desteklenmektedir.

US'ler genellikle iki tür çıkarımdan birini desteklerler. Bunlar geriye doğru çıkarım (backward chaining) ve ileriye doğru çıkarım (forward chaining)'dır.

Geriye Doğru Çıkarım (Backward Chaining): Bir hipotezden veya ispatlanacak bir potansiyel yorumdan hareketle geriye doğru giderek, hipotezi destekleyen olguların belirlenmesini içeren bir akıl yürütmedir. Hipotez, ispatı gereken bir önsav olarak tanımlanabilir. Hedef hipotezin doğru olup olmadığı değerlendirilir.

ÖRNEK 1

Olgu: Biri, eve ıslak ayakkabilar ve şemsiye ile eve gelir.

Hipotez: Yağmur yağıyor.

Doğrulamak için yeni sorgulamalara gereksinim var.

Soru: Dışarıda yağmur yağıyor mu?

Yanıt: Evet, yağıyor.

Hipotezin doğruluğu ispatlandı.

İleriye Doğru Çıkarm (Forward Chaining): Olgulardan başlayıp, bu olgulardan varılan yorumlara giden bir akıl yürütmedir.

ÖRNEK 2

Olgu.1: Başım ağrıyor.

Olgu.2: Sinişlerim tıkalıdır.

Olgu.3: Geniz akıntıım var.

Olgu.4: Halsizlik ve yorgunluk hissediyorum.

Yorum: O halde geçirdiğim rahatsızlık sinüzit veya alerjik rinitdir.

Cıkarım motoru, kullanıcının verdiği olguya uygun kural bulana kadar mevcut kurallardan yeni olgular türetir. Bulduğu kuralları, ajandaya ekler. Ayrıca bulguları da çalışma belleğine ekler.

Bir "Olsa-Ne-Olur" (If-Then) kuralının; sağlanması gereken koşulları içeren *Sol Tarafı* ve koşulların sağlanması halinde uygulanacak işlemi veya eylemi içeren *Sağ Tarafı* vardır.

Bir kuralın koşulları ve bu koşullara uygun olarak gerçekleşen yorum veya eylemleri vardır. **Olsa-Ne-Olur (If-Then)** kurallarının koşullarını içeren kısmına *Sol Taraf* ve yorumları ve eylemleri içeren kısmına *Sağ Taraf* denir. Önce *Sol Taraf* yani koşul terimi sağlanan kurallar belirlenir, sonra bu kurallar içinden bir öncelik mekanizmasına göre en uygun kural seçilir.

DİKKAT



Bir uzman sistem eksik bilgi ile de çalışabilir. Bu durum US'den beklenen performansı olumsuz etkileyebilir, ancak çalışmasını etkilemez.

Uzmanbilgileri ve yönetmobilgilerinin erişimi ve kullanımı kolaylaştıktça, otomatik karar sistemleri de hızla yaygınlaşacaktır.

SIRA SİZDE



Uzman sistemlerde kullanılan kaç tür çıkarım veya akıl yürütme vardır?

GENETİK ALGORİTMALAR

1960'lardan 2000'lere kadar ders kitabı düzeyinde, göze çarpacak şekilde aynı içeriği koruyan yöntelem araştırması ve yönetim bilimi kitapları, 2000'lerden itibaren **metasezgisel** yaklaşımlara da yer vermeye başlamışlardır.

Doğal süreçlerin anlaşılmasına yönelik çalışmalar, kuramsal veya uygulamalı çözülmemesi zor birçok problem için zeki ve etkili yöntem ve yaklaşımalar geliştirilmesine önemli katkılar sağlamıştır. Doğadan esinlenilmiş yöntemler, problem çözme sürecine sundukları katkıların niteliği sebebiyle meta-sezgisel (meta-heuristics) yöntemler başında incelenmektedir. **Meta-sezgisel yöntemler**, basit sezgisellerden farklı olarak, probleme özel olmayan genel amaçlı problem çözme yaklaşımlarına verilen addır. Doğaya öykünen stokastik-yapılı yöntemler arasında genetik algoritmaların (GA) ayrıcalıklı bir yeri vardır. Sözkonusu ayrıcalık, aralarında karar problemleri, enyileme, tasarım, denetim, örüntü tanıma, sınıflama, kümeleme, kural ve algoritma geliştirme gibi farklı konuların da yer aldığı, iddialı pek çok alanda saygın akademik bulgulara ve bilimsel yayınlarca sunulan başarı öykülerine dayanmaktadır.

GA, bir tek çözüm yerine bir başlangıç çözüm kümesini (popülasyon) evrimsel ve genetik operatörlerle işleyerek, çözüm etkinliğinin bir göstergesi olan uyum değerleri iyileştirilmiş yeni çözüm kümelerini, adım adım yaratan algoritmik yaklaşımı kucaklayan bir üst başlık ve bir şemsiye terimidir. Çözümler, genellikle değişkenlerin değerlerinin bir listesinden ibarettir. Bir popülasyondaki veya çözüm kümesindeki çözüm sayısı gerçek çözüm uzayı karşısında ihmali edilecek kadar küçük olup, tesadüfen bütünsel bir eniyi içermeye olasılığı pratik olarak sıfırdır. Evrimsel operatörlerin, çözüm kümesindeki çözümlerin doğrudan veya dolaylı bilgi paylaşımı ve etkileşim içinde olmaları, söz konusu çözüm kümesinin popülasyon (population) olarak adlandırılmasına gerekçe oluşturmaktadır. Evrimleşme ana fikri üzerinde ortaya çıkan algoritmik yaklaşım arasında GA'nın yanısıra evrimsel hesaplama, genetik programlama, evrimsel stratejiler ve evrimsel programlama yer almaktadır. Son zamanlarda dikkat çeken bir yaklaşım olarak da kademeli evrimleşme (differential evolution) bu kategoriye eklenebilir. Ele alınan problemin özellikle göre hangi evrimsel yaklaşımın daha uygun olacağı değerlendirilmelidir.

Evrimeşme Düşüncesi

GA açısından evrimleşme, Darwin'ın doğal seleksiyon ile türlerin adaptasyonu görüşüne ve modern genetik biliminin çaprazlama (crossover) ve mutasyon (mutation) anlayışına dayanmaktadır. Bir populasyon içindeki bireylerin bulunduğu ortama uyum sağlama yetenekleri ile orantılı olarak çoğalma şansı bulmaları (seçim), sahip oldukları genetik materyalin (genotype) dolayısı ile özelliklerinin (phenotype) populasyonda yaygınlaşmasını sağlar. Populasyon içindeki bireylerin evliliğinin (eşleşme ve çaprazlama), bu anlamda seçilmiş bireylerin sahip oldukları özelliklerinin değişim-tokuş edilerek, uyum değeri daha yüksek ve seçilmiş genetik özelliklerle donanmış yeni bireylerin populasyona katılması ile sonuçlanır. Populasyonda bireyler tarafından hiçbir zaman temsil edilme şansı bulamayan veya seçim ve çaprazlama ile izleyen populasyonlarda kaybolan genetik özelliklerin katkısını sağlamak mutasyonun işlevidir. Çözümlerin problem değişkenlerinin bir listesi olduğu ve genler ve genlerden oluşan kromozomlarla temsil edilmesine fırsat verdiği düşünüldüğünde mutasyon, genler veya kromozomlar üzerinde uygulanabilir. Belirtilen genetik evrimleşme süreçlerinin evrimsel hesaplamaya uygulanma biçimi ve bu süreçlerin seçimi farklı evrimsel algoritma ve programlamaları doğurmuştur. Bu bağlamda genel bir evrimsel hesaplama mantığı, GA özelinde aşağıda verilmiştir.

Genetik Gösterim ve Operatörler

GA'larda probleme ilişkin karar değişkenleri bir liste olarak tutulur ve bu listeye *kromozom* adı verilir. 0-1 karar değişkeni kullanan problemler için kromozomun genleri 0-1'lerden oluşmaktadır. Bu tür gösterime ikili (binary) kodlama denir. GA'ların ilk ortaya çıkış 0-1 gösterimler üzerindendir. İkili kodlama içeren iki kromozomun çaprazlanması, bu iki kromozomun birbirlerine sahip oldukları çözümler hakkında bilgi aktarmalarını sağlamaktadır. Tek nokta çaprazlamada, iki kromozom üzerinde ortak bir nokta belirlenerek, kromozomların her biri ikiye bölünür ve parçalarını karşılıklı olarak değiştirirler. Şekil 8.5'te bir tek-nokta çaprazlama örneği verilmiştir. Örnekte çaprazlama noktası üçüncü gen olarak kullanılmış olup genellikle rassal seçilir. Çaprazlama operatörü, popülasyondaki kromozomların %70 ile %100'üne uygulanır. Bu orana, *çaprazlama oranı* (crossover rate) denir.

Şekil 8.5

Tek-nokta çaprazlama

Çaprazlama öncesi							
	1	2	3	4	5	6	7
Kromozom.1	1	1	1	1	1	1	1
Kromozom.2	0	0	0	0	0	0	0

Çaprazlama sonrası							
	1	2	3	4	5	6	7
Kromozom.1	0	0	0	1	1	1	1
Kromozom.2	1	1	1	1	0	1	1

Eğer değişkenler gerçek sayılar olarak tanımlanmış ise gerçek sayılı kodlama (real coding) yapılabilir. Bu durumda, gerçek sayılı kodlamaya uygun genetik operatörlerden yararlanılması gereklidir. Öte yandan, gerçek sayıların ikili sayı sistemindeki karşılıklarından yararlanılarak, hem tamsayılı hem gerçek sayılı problemlerin ikili gösterim kullanmaları mümkündür.

Çaprazlama bir çift kromozom üzerinde uygulanırken, mutasyon operatörü bir tek kromozomun üzerindeki genlerde rassal değişiklikler yapan ve bu şekilde çözüm uzayının incelenmemiş kesimlerini keşfetme amacıyla taşıyan bir diğer genetik operatördür. 0-1 gösterime sahip kromozomlarda mutasyon işlemi genlerden birinin, sıfırdan bire veya birden sıfıra dönüştürülmesiyle uygulanır. Çaprazlamaya göre seyrek bir operatördür. Önerilen oranı %0,3 civarındadır. Şekil 8.6'da bir mutasyon işlemi gösterilmiştir. Mutasyonun altıncı gene uygulanacağı kabul edilmiştir.

Şekil 8.6

Mutasyon operatörünün uygulanması

Mutasyon öncesi							
	1	2	3	4	5	6	7
Kromozom.1	1	1	1	1	1	1	1

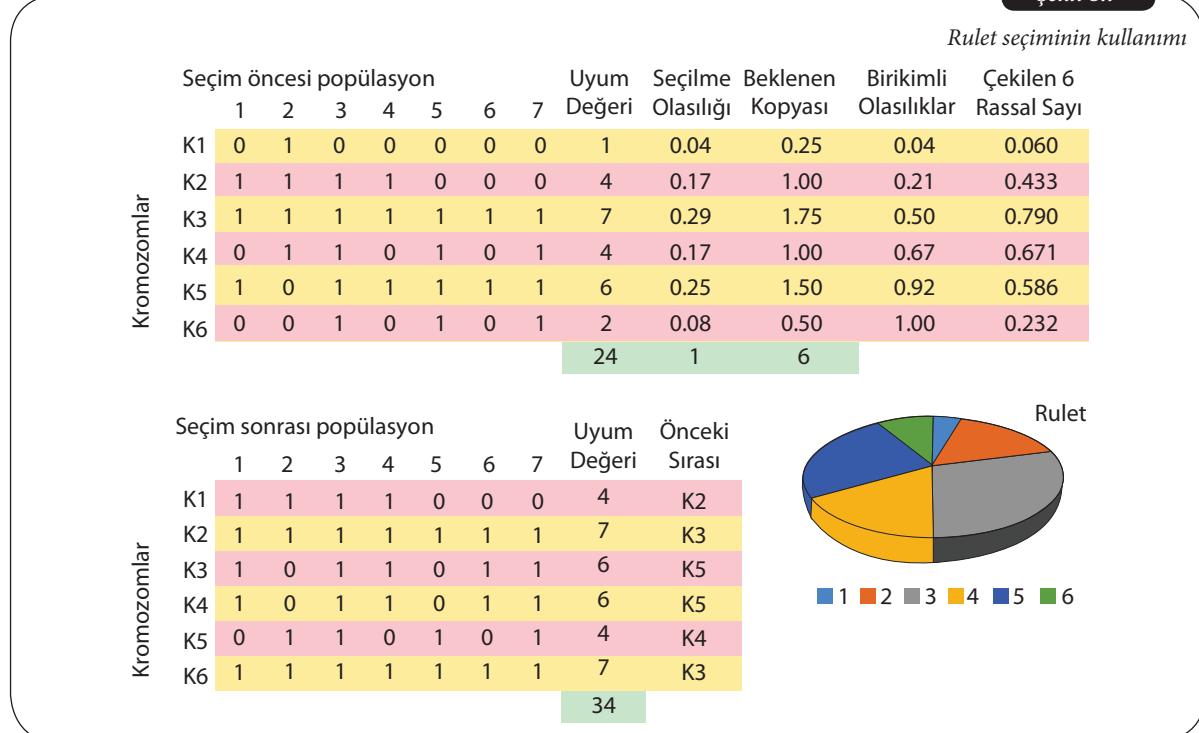
Mutasyon sonrası							
	1	2	3	4	5	6	7
Kromozom.1	1	1	1	1	1	0	1

Çaprazlama ve mutasyon genetik operatörler olmasına karşın seçim operatörü evrimsel bir operatördür. GA'larla evrimsel algoritmaların aynı alandaki çalışmalara verilmiş iki farklı isim olmasının ardından kullanılan operatörlerin genetik veya evrimsel türleri yatkınlıkta.

Seçim, bir popülasyonda yer alan bireylerin hangilerinin bir sonraki popülasyonda yer alacağının belirlenmesi işlemidir. Daha kaliteli çözümlerin izleyen popülasyona aktarılması ve nispeten kalitesiz çözümlerin terkedilmesini seçim operatörü sağlar. Çözümün amaca uygunluğunun göstergesi olan değere uyum değeri denir. Uyum değeri, amaç fonksiyonunun değeri olabileceği gibi, çözüm kalitesini temsil eden bir başka performans değeri de olabilir. Kromozomların veya temsil etmekleri çözümlerin izleyen popülasyonda yer alıp almayacakları veya kaç kopya ile temsil edilecekleri uyum değeriyle orantılı olmalıdır. Probleme göre aralarından seçebileceğimiz birçok seçim tekniği olmasına karşın, en yaygın ve başarılı olanlarından biri de *rulet seçim*idir.

Rulet seçimi: Rulet seçiminde her birey, temsil ettiği çözümün kalitesi oranında izleyen popülasyonda temsil edilme hakkı elde eder. Şekil 8.7'de küçük bir örnek üzerinde Rulet seçimi açıklanmıştır. Problemde uyum değerinin enbütüklenmesi istenmektedir. Popülasyonda altı kromozom olduğundan, popülasyon büyüklüğünün altı olduğunu söyleziz. Uyum değerlerinin her bir kromozom için Şekil 8.7'deki gibi olduğunu varsayalım. Bu durumda, ruletin her döndürülüşü, yeni popülasyona aktarılacak kromozomun mevcut popülasyondaki altı kromozomdan hangisi olacağını belirleyecektir. Ruletin üzerindeki dilimlerin büyülüğu, her döndürmede ilgili kromozomun seçim olasılığı ile orantılıdır. Ruletin dönüsü ile hangi kromozomun seçileceğini belirlemek için Monte-Carlo simülasyonu uygulanır. Buna göre, 0-1 aralığı altı dilime bölünür. Her bir dilimin başlangıç-bitiş noktası hesaplanırken birikimli olasılık değerlerinden yararlanılır. Daha sonra 0-1 aralığında altı adet rassal sayı türetilir. Türetilen rassal sayılar, hangi kromozomun birikimli olasılık aralığına düşüyorsa, o kromozomun kopyası izleyen popülasyona yerleştirilir. Şekil 8.7'deki *Seçim sonrası popülasyon* kesimi bu adımlar uygulanarak oluşturulmuştur. *Uyum Değeri*, *Seçilme Olasılığı* ve *Beklenen Kopyası* sütunlarının hemen altında sütun toplamları verilmiştir. Uyum değerleri bu örnek için ilgili kromozomdaki 1'lerin sayısıdır. Seçilme olasılığı ise her bir kromozomun uyum değerinin, kromozomların uyum değerlerinin toplamına bölünmesi ile hesaplanmıştır. Her bir kromozomun izleyen jenerasyonda beklenen kopya sayısı (*Beklenen Kopyası*) popülasyondaki kromozom sayısı ile seçilme olasılıklarının çarpılması ile elde edilmektedir. Nitekim, *Seçim sonrası popülasyon* kesimi incelenirse K1 ve K6 kromozomları izleyen jenerasyonda yer almamışlardır. Buna karşın, K3 ve K5, beklenen kopya sayıları ile uyumlu olarak, ikişer kopya ile temsil edilmişlerdir.

Şekil 8.7



GA'ların en temel üç operatörü seçim, çaprazlama ve mutasyon olmakla beraber, ele alınan problemin çözüm uzayının özelliklerini gözetlen bir dizi yardımcı operatör de mevcuttur. Algoritmaların bir tam çevrimine genellikle *iterasyon* denmekle beraber, GA'larda bunun karşılığı biyolojik terminolojiden alınan jenerasyondur (generation). Böylece bir çözüm toplumu olan popülasyonların jenerasyonlar boyunca daha iyi çözümleri temsil eden kromozomlardan oluşması beklenir.

Genetik Algoritmanın Adımları

A.1 Başlatma: Belirli bir sayıda rassal kromozomlardan bir popülasyon oluştur. En fazla koşulacak iterasyon (jenerasyon) sayısını belirle.

A.2 Değerlendirme: Kromozomların uyum değerlerini hesapla.

A.3 Durma: En fazla koşulacak iterasyon sayısı aşıldı ise dur. Aksi halde A.4'e git.

A.4 Seçim ve kopyalama: Kromozomlardan incelemeye değer olmayanları sil. Mevcut kromozomlardan katısının daha fazla olacağı düşünülenlerin kopyalarını türet.

A.5 Çaprazlama: Mevcut çözümlerin kendi aralarında eşleştirilmesine ve bazı parçalarının birbirlerine aktararak daha iyi çözümlerin oluşmasına zemin hazırla.

A.6 Mutasyon: Kromozomda rassal değişiklikler yaparak daha iyi özelliklerin dolayısı ile daha iyi çözümlerin keşfedilmesine fırsat ver. A.2'ye dön.

Kombinatoryal Problemlerin Çözümünde Genetik Algoritmaların Kullanımı

Kombinatoryal problemler; sıralama, kümeleme, dizilim gibi kesikli optimizasyon problemleridir. GA'lar bu tür problemler için 0-1 gösterim yerine birçok durumda permütasyon gösteriminden yararlanırlar. Permütasyon gösteriminde kullanılacak çaprazlama ve mutasyon operatörleri de farklıdır. Her iki operatör, iyi bilinen bir kombinatoryal problem olduğu için gezgin satıcı problemi özelinde örneklenerek açıklanacaktır.

Gezgin satıcı problemi (GSP), n adet şehri sırayla ve bir kez gittiği şehrde bir daha uğramamak koşulu ile tüm şehirleri bir kez ziyaret eden ve n şehirlilik ziyaretini minimum toplam maliyet veya toplam mesafe ile gerçekleştirmek isteyen bir satıcının gezi rotasını (güzergahı) belirleme problemidir. Bu problemin çözüm uzayı, probleme konu olan şehir sayısına bağlı olarak çok hızla artmaktadır. Klasik eniyileme yaklaşımları, zor (NP-Hard) problemler kümesi içinde yer almaktadır. Permütasyon gösteriminin GSP'ye uygulanması, doğrudan ziyaret edilecek şehirlerin sırasını içerecektir (Şekil 8.8). Şekil 8.8'de mesafe matrisi, permütasyon gösterimi örneği ve rotanın uyum değeri (244) verilmiştir. Uyum değerlerinin her farklı sıra için hesaplanması; bir matristeki değerleri satır ve sütün indisleri ile döndüren İNDİS işlevinden yararlanılmıştır. H10:K10 aralığındaki değerler, indis işlevinin döndürdüğü değerlerdir. Toplam mesafenin hesaplanması için G10 hücresına H10:K10 aralığındaki değerlerin toplamını hesaplayan bir formül eklenmiştir.

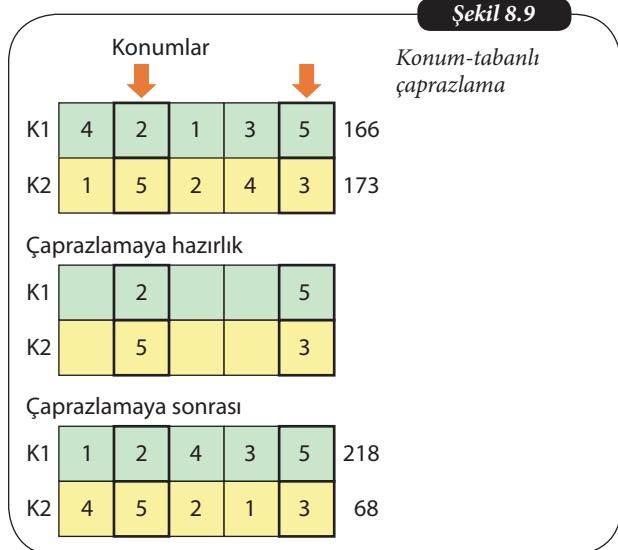
Sekil 8.8

Çalışma sayfasında örnek problemin genetik gösterimi

Permütasyon Gösteriminde Çaprazlama

Permütasyon gösteriminde kullanılan genel amaçlı veya probleme özel birçok çaprazlama operatörü mevcuttur. Bunlardan en yaygın kullanılanlarından biri *konum-tabanlı çaprazlama* (position-based crossover). Çaprazlanacak iki kromozom için bazı genler seçilir (Şekil 8.9). Bu genlerde yer alan şehirlerin konumları çaprazlama işleminden önce sabitlenerek koruma altına alınır. Koruma altına alınmamış şehirler ise aynı kromozomda tekrarlanmayacak şekilde ve sırayla bir kromozomdan diğerine aktarılır. Çaprazlamadan önce kromozomların uyum değerlerinin K1 için 166 ve K2 için 173; çaprazlamadan sonra K1 için 218 ve K2 için 68 olduğuna dikkat ediniz. Uyum değerlerindeki bu fark, çaprazlanmanın beklenen etkilerindendir. Çaprazlama işlemi, bu kromozomların birini tahrif ederken (K1), diğerini (K2) iyileştirmekte yani daha küçük bir değere götürmektedir. Her iki kromozomun da uyum değerlerinin iyileşmesi veya kötüleşmesi çaprazlama işleminin olabilir sonuçlarındandır.

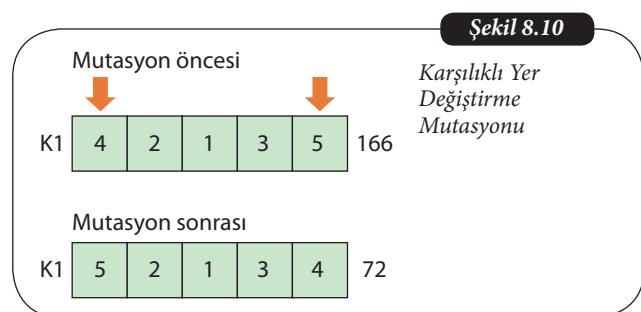
Şekil 8.9



Permütasyon Gösteriminde Mutasyon

Mutasyon tek başına bir kromozom veya genler üzerine uygulanan bir operatördür. Çaprazlamada olduğu gibi iki kromozom arasındaki bilgi alışverişini sağlamaya değil, henüz popülasyon içinde keşfedilmemiş çözümlerin yakalanmasına yönelikir. 0-1 gösterimde kullanılan mutasyon operatörleri, sıra gözetlen kombinatoryal problemlerde geçersiz ve anlamsız çözümlere sebep olmaktadır. Birtakım tamir işlemleri ile bunların geçerliliğinin sağlanması mümkün olmakla beraber, geçersiz çözümler türemeyen mutasyon operatörleri de mevcuttur. Bunlardan biri *karşılıklı yer değiştirme mutasyonudur* (reciprocal exchange). Kromozomdaki iki gen rassal olarak seçilir ve birbirleri ile listedeki yerlerini değiştirirler (Şekil 8.10). Mutasyon işlemi sonucu Şekil 8.10'da görüldüğü gibi uyum değerinde anlamlı bir iyileşme sağlanmıştır. Çaprazlama ve mutasyon operatörlerinin her ikisi de stokastik operatörler olup, kromozomların uyum değerlerinde anlık iyileşme ve kötüleşmeye sebep olabilirler. Seçim işlemi ile bir GA, jenerasyonlar ilerledikçe popülasyonda daha iyi çözümlerin daha fazla yer almasını sağlamaktadır.

Şekil 8.10



Çaprazlama ve mutasyon operatörlerinin her ikisi de stokastik operatörler olup, kromozomların uyum değerlerinde anlık iyileşme ve kötüleşmeye sebep olabilirler. Seçim işlemi ile bir GA, jenerasyonlar ilerledikçe popülasyonda daha iyi çözümlerin daha fazla yer almasını sağlamaktadır.

Excel Çözücü ile Genetik Algoritma Kullanımı

Problemin GA ile çözümünü, *Excel Çözücü* ekentisi desteklemektedir. *Excel Çözücü*'nın Türkçe sürümü kullanıldığında bazı ifadelerin ne anlamına geldiğini bilmek gerekebilir. Örneğin, *Evrimsel Algoritma* veya *Genetik Algoritma* olması gereken *Evolutionary* ifadesi, *Açılım* olarak kullanılmıştır. *Açılım* ifadesinin evrimsel veya genetik algoritmaları kullanan bir çözümü özelliğini çağrıştırdığı söylenemez.

DİKKAT

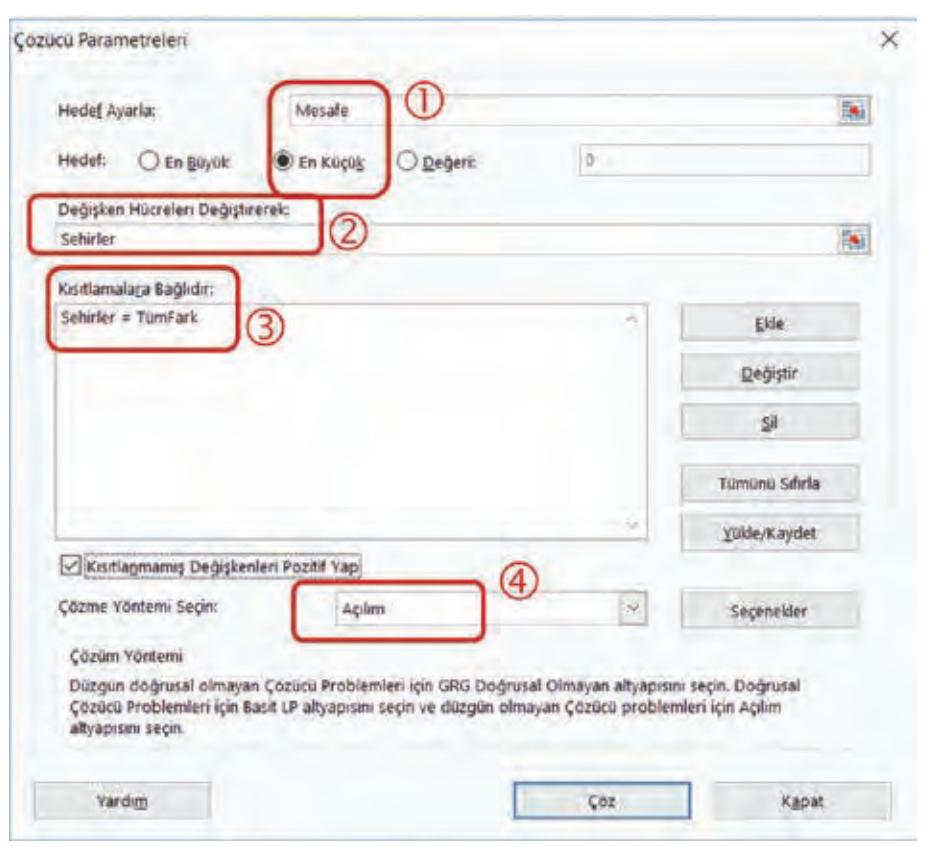


Karar destek sistemleri gibi, Çözücü ve VBA içeren ileri Excel çalışmalarında, Excel'in analili olduğu için, İngilizce sürümleri tercih edilmelidir.

Gezgin satıcı problemi; Excel Çözücü eklentisi ile ve genetik algoritmalarдан yararlanarak çözülmek istendiğinde, çalışma sayfası Şekil 8.8'de görüntülendiği gibi düzenlenmelidir. Şekil 8.8'de *karar değişkenleri* B10:F10 aralığındaki hücrelerde yer almaktadır; *Sehirler* olarak adlandırılmıştır. G10 hücresi ise *amaç fonksiyonu* olan gezi güzergâhının toplam mesafesinin hesaplandığı hücre olup *Mesafe* olarak adlandırılmıştır. Çalışma sayfasındaki modelin çözülmesi için Çözücü menüsündeki gerekli düzenlemeler Şekil 8.11'de verilmiştir. Şekil 8.11'deki (1) nolu çerçevede amaç fonksiyonunu içeren hücrenin adı ve amaç fonksiyonunun yönü belirtilmektedir. Bunlar, *Mesafe* girdisi ve *En Küçük* seçeneğidir. (2) nolu çerçevede değişkenler listesinin bulunduğu aralıkın adının *Sehirler* olduğu belirtilmiştir. (3) nolu çerçevede değişkenlerin birbirinden farklı ve pozitif tamsayı değerler almasını sağlayan kısıt eklenmiştir. (4) nolu çerçevede ise çözücü türünün, *Açılım* yani genetik algoritmalar olması istenmiştir.

Şekil 8.11

Çözücü (Solver) ile genetik algoritmanın kullanımı



Çözücü (Solver)'nın çalıştırılmasından sonra elde edilen çözüm Şekil 8.12'de verilmiştir. Başlangıç çözümü 244 birim iken (Şekil 8.8) bir saniyede erişilen çözümün 68 olduğu görülmektedir (Şekil 8.12).

Genetik algoritmalar çoğu zaman iyi çözümlere yakınsamakla beraber eniyi çözümü garanti edemezler.

Şekil 8.12

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	M	N
1												
2												
3	1		96	5	42	96						
4	2		1		60	34	64					
5	3		32	87		46	65					
6	4		39	95	23		42					
7	5		27	20	22	81						
8												
9												
10	Rota		4	5	2	1	3	68	42	20	1	5
11												

Çözücü'nün örnek problemde yakınsadığı çözüm

Bir metasezgisel yöntem olan GA'lar; sahip olduğu evrimsel yapı ve genetik操作leriyle, klasik matematik analiz ve optimizasyon algoritmalarıyla ele alınması belirli boyutların ötesinde olanaksız olan, pek çok problem için karar vericilerin umudu olmuşlardır.

Genetik algoritmaların seçim, çaprazlama ve mutasyon adımlarını açıklayınız.



SIRA SİZDE

4

Özet



Yöntembilgisi yönetiminin önemini açıklamak.

Yöntembilgisi yönetimi, bir işletmenin amacına erişmek için yerine getirdiği faaliyetler arasından önemli ve anlamlı olduğu düşünülenlerin, kim tarafından, nasıl, ne zaman ve hangi gerekçelerle yapıldığına ilişkin bilgilerin, daha sonra kullanılabilmesi için belgenmesi, saklanması ve paylaşımını gerçekleştirmeye yönelik yöntemsel, teknolojik ve kurumsal çabaların tümünü kapsar. Kişilerin belge ve bilgileri ilerde bireysel kullanımları için saklamaları yönembilgisi yönetiminin konusu içinde yer almaz. Kurumsal, biçimsel, tanımlı, genel kabul görmüş teknolojik ve yöntemsel çözümleri kapsar. Bu yönyle, kurumsal öğrenmenin, öğrenebilen işletmelerin ve kurumsal bir işletme kültürünün yaratılabilmesi için bir önekoşul olduğu için YY önemlidir. İşletme süreçlerine ilişkin yönembilgilerinin sistematik derlenebilmesinin faydalardan biri de insan zekâsının kalıcılığını sağlamasıdır.



Yapay zekânın üç temel özelliğini betimlemek.

Yapay zekâ, herşeyden önce bir bilgisayar programıdır. Ancak YZ'yi KDS'leri geliştirmede kullanılan diğer bilgisayar programlarından ayıran üç temel özelliği (i) sembolik işlem yapabilme, (ii) akıl yürütme ve (iii) makine öğrenmesi veya öğrenebilmedir. Sembolik işlem yapabilme; insan zekâsının matematik veya algoritmik (doğrusal) olmayan çalışma mekanizmasının işlevlerini yerine getirmek için yararlanılan bir özelliğidir. Sembolik türev ve integral alabilme, sayısal işlemlerin karşılaştığı yuvarlama hatalarını önlemeyebilir. Kuralların sistematik ve aktif kullanımı için sembolik işleme yeteneği gereklidir. Akıl yürütme veya çıkarım, var olan olgu ve yönembilgilerinden yararlanarak karmaşık ve doğrusal olmayan problemleri sembolik işlemeden de yararlanarak çözüme kavuşturuya yardımcı olur. Akıl yürütme; hangi durumda hangi yönembilgilerinin hangi önceliklerle kullanılmasının uygun olacağını belirleyen özel akıl yürütme algoritmaları ile gerçekleştirilir. Uzman sistemlerde akıl yürütme işlevini çıkarım motoru yerine getirir. Makine öğrenmesi veya öğrenebilme; YZ'nin çözdüğü problemlerden yararlanarak problem çözme yeteneğini geliştirmesidir. Aynı problemle karşılaşıldığında çözümü hemen veya daha kısa sürede sunabilmelidir.



Uzman sistemlerin temel bileşenlerini ve görevlerini açıklamak.

Kural-tabanlı uzman sistemlerin en temel üç bileşeni (i) Çıkarım motoru, (ii) Yöntembilgisi tabanı ve (iii) Çalışma belleğidir. Çıkarım motoru, çalışma belleğindeki bilgilere uygun olarak yönembilgisinden kuralları ajandaya alır ve programlandığı öncelik sırasında kuralları işletir. Kuralların işletilmesine tetikleme (firing a rule) denir. Yöntembilgisi tabanı, aslında bir Uzmanbilgisi tabanı olup, dar bir problem alanındaki her tür operasyonel bilgiye kurallar başta olmak üzere sahiptir. Çalışma belleği, çıkarım motorunun değerlendirilmesi gereken tüm göstergeler ve olguların tutulduğu veya izlendiği bileşendir. Bir US'nin yardımcı bileşenleri ise açıklama ünitesi (neden bu karara varıldı sorularına yanıt verebilme), yönembilgisi derleme ünitesi (yöntembilgisi tabanının güncellenmesi veya zenginleştirilmesi) ve kullanıcı arayüzüdür.



Genetik algoritmaların temel operatörlerini ve işlevlerini tanımlamak.

Genetik algoritmalar, veri kümesindeki örnekleri bulmak için doğal evrim sürecinin benzetimini yapmak için bilgisayarları kullanan akıllı bir yöntemdir. Belirli bir problem için çözüm, kromozom olarak temsil edilir. Kromozomların aralarında bilgi alışverisini çaprazlama operatörü yerine getirir. Çözüm uzayındaki yeni bölgeleri keşfetmek için mutasyon operatöründen yararlanılır. Seçim operatörü ise populasyonda olabildiğince kaliteli ve bir dereceye kadar farklı çözümlerin kalmasını sağlayan operatördür. Çaprazlama ve mutasyon genetik operatörler iken, seçim evimsel bir operatördür. Evrim, tatmin edici bir çözüme ulaşılınca kadar devam eder.

Kendimizi Sınayalım

1. Yöntembilgisi yönetiminin temelini aşağıdakilerden hangisi oluşturur?
 - a. Karar vericinin yargıları
 - b. Karara yönelik bilgi türetme gerekliliği
 - c. Türetilen veri ve bilgilere bağlı olarak türetilen bilginin değerlendirilmesi
 - d. Deneyimlerin paylaşılması ve işbirliğine dönüştürülmesi çabalarının bütünü
 - e. İnsan zekâsının ve insan zekâsının çıktılarının birlikte değerlendirilmesi
2. Aşağıdakilerden hangisi bir kurumun öğrenen bir kurum olup olmadığını anlamak için gözlenen koşullardan **değildir**?
 - a. Problemleri sistemli bir şekilde çözme
 - b. Yaratıcı problem çözme
 - c. Geçmiş deneyimlerinden öğrenme
 - d. Diğer işletmelerin eniyi uygulamalarından yararlanma
 - e. Bilgileri güvenlik açısından yalnızca üst yönetimle paylaşmak
3. Kural-tabanlı uzman sistemlerde kuralların yorumlandığı ve tetiklendiği birim aşağıdakilerden hangisidir?
 - a. Açıklama ünitesi
 - b. Çalışma belleği
 - c. Çıkarım motoru
 - d. Yöntembilgisi tabanı
 - e. Geriye doğru çıkarım
4. Aşağıdakilerden hangisi evrimleşme ana fikri üzerinde ortaya çıkan algoritmik yaklaşımın öncüler arasında **değildir**?
 - a. Genetik algoritmalar
 - b. Genetik programlama
 - c. Evrimsel stratejiler
 - d. Evrimsel programlama
 - e. Doğrusal programlama
5. Evrimsel algoritma için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. Çözüm kümesi, tüm çözüm uzayı değerlerini içerir.
 - b. Darwin'in doğal seleksiyon anlayışına dayanmaktadır.
 - c. Uyum değeri yüksek genler mutasyon ile bir araya gelir.
 - d. Bireylerin sahip olduğu özellikler değişim-tokuşu mutasyon aşamasında yapılır.
 - e. Başlangıçta iyi olduğu düşünülen tek bir çözüm noktasından başlar.
6. Uzman sistemler için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. Sistemin o anki durumbilgilerini de yönetembilgisi tabanında tutar.
 - b. Uzman sistemler bir problem alanı için geliştirilir.
 - c. Uzman sistemler, uzmanlık bilgisi için insan uzmana gereksinim duymazlar.
 - d. Bir uzmanın yerini almak üzere değil, uzmana yardımçı olmak üzere geliştirilir.
 - e. Bir problemin eniyi çözümünü garanti etmek için uzman sistemlerden yararlanılır.
7. Aşağıdakilerden hangisi yapay zekâ için doğrudur?
 - a. Sembolik bilgi işlemeye değil sayısal bilgi işlemeye dayalıdır.
 - b. Yapay zekânın insan zekâından üstün olması mümkün değildir.
 - c. Yapay zekâ, algoritmik problem çözme yöntemidir.
 - d. Uzman sistemler, yapay zekâ ile ilgili çalışmalardan biri değildir.
 - e. Yapay zekânın ilk dikkate değer uygulamalarından biri, satranç oyununda döneminin dünya şampiyonunu yenesidir.
8. Aşağıdakilerden hangisi yapay zekânın uygulama alanlarından biri **değildir**?
 - a. Doğal Dil İşleme
 - b. Robotik ve Duyusal Sistemler
 - c. Görüntü Tanıma ve Sahne Tanıma
 - d. Akıllı Bilgisayar Destekli Eğitim
 - e. Yöntembilgisi Dolabı
9. Yapay zekâ ve insan zekâsı için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. İnsan zekâsı daha kalıcıdır.
 - b. İnsan zekâsı belgelendirilebilir.
 - c. İnsan zekâsı, sayısal girdiler ile çalışmaktadır.
 - d. Yapay zekâ, henüz yaratıcı zekâdan yoksundur.
 - e. İnsan zekâsı, yapay zekâya göre daha az maliyetlidir.
10. Moodle ders yönetim sistemleri için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
 - a. Yöntembilgisi yönetiminin sahip olması gereken tüm özelliklere sahiptir.
 - b. Yapay zekâ ile desteklenmesi Moodle'ı benzerlerinden ayırmaktadır.
 - c. Sahip olduğu çıkarım motoru sayesinde, öğrencilerin performanslarına ilişkin yorum yapabilmektedir.
 - d. Eğitim kurumlarının yalnızca eğitim işlevini değil, finansal yönetimini de desteklemektedir.
 - e. Yalnızca uzaktan eğitim faaliyetlerinde değil, aynı zamanda sınıf-tabanlı eğitim için de kullanılabilir.

Kendimizi Sınayalım Yanıt Anahtarı

1. d Yanınız yanlış ise “Giriş” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. e Yanınız yanlış ise “Yöntembilgisi Yönetimi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. c Yanınız yanlış ise “Uzman Sistemler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. e Yanınız yanlış ise “Genetik Algoritmalar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. b Yanınız yanlış ise “Genetik Algoritmalar” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
6. b Yanınız yanlış ise “Uzman Sistemler” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
7. e Yanınız yanlış ise “Yapay Zekâ” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
8. e Yanınız yanlış ise “Yöntembilgisi Yönetimi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
9. d Yanınız yanlış ise “Yapay Zekâ” konusunu yeniden gözden geçiriniz.
10. e Yanınız yanlış ise “Yöntembilgisi Yönetimi” konusunu yeniden gözden geçiriniz.

lenen durumlardan yeni yorum ve sonuçların çıkarılmasıdır. Örneğin, yangına müdahaleye yönelik bir uzman sistemin ileriye doğru akıl yürütmesi şöyle olabilir:

Olgu: Ortamda duman var. (Birçok anlama gelebilir.)

Olgu: Ortam sıcaklığı beklenenin iki katına ulaştı. (Birçok anlama gelebilir.)

Olgu: Ortamda duman var VE ortam sıcaklığı beklenenin iki katına ulaşır. (İki olsunun birlikte bir tek anlamı olabilir: Yangın.)

Sonuç: Yangın var.

Sonuç: Söndürme sistemini çalıştır.

Geriye doğru akıl yürütme var olan bir hipotezin, öngörünün veya kararın doğruluğunun sağlanması gerçekleştirir. Bir otomobilin arızalı olduğu şüphesinin değerlendirilmesi geriye doğru akıl yürütmeye örnek olarak verilebilir.

Hipotez: Arabada bir problem var. Arızalı olabilir.

Olgu: Motor çalışıyor. (Çalışmasında bir sorun yok.)

Olgu: Motordan tuhaf sesler geliyor. (Sorun olabilir.)

Olgu: Motorda ağır vibrasyon var. (Sorun var gibi.)

Olgu: Otomobil vitese geçirilince motor duruyor. (Sorun olduğu kesin.)

Sonuç: Arıza şüphesi doğrudur. Bir arıza var.

Sıra Sizde Yanıt Anahtarı

Sıra Sizde 1

Öğrenen bir işletmenin yönetembilgisi yönetimine yönelik kapsamlı ve formel bir girişimi ve bu girişimin sonucunda da bazı özellikleri kazanmış olması beklenir. Bu özellikler arasında (i) Sistematik problem çözme yeteneği, (ii) Yaratıcı ve yenilikçi çözümler ortaya koyabilme, (iii) Önceki deneyimlerinden öğrenecek yeni karar süreçleri ortaya koyabilmek ve (iv) Edinilen bilgi birikiminin işletme içinde hızlı ve etkin paylaşımı可以说吧.

Sıra Sizde 2

Yapay zekâ, insan zekâından; kalıcılık, kopyalanma ve çoğaltma kolaylığı, ekonomiklik, tutarlılık, belgelendirilebilme ve hız başta olmak üzere bir dizi üstünlükler sahiptir. İnsan zekâsı ise yaratıcılık ve duyusal deneyimlerini zekâyla bulşurabilme etkinliği açısından YZ'ye karşı üstündür.

Sıra Sizde 3

Uzman sistemler iki tür akıl yürütme veya çıkarım yöntemi kullanırlar: İleriye doğru çıkarım ve geriye doğru çıkarım. İleriye doğru çıkarım, gerçekler ve olgulardan hareketle göz-

Sıra Sizde 4

Genetik algoritmaların üç temel operatörü vardır: Seçim, çaprazlama ve mutasyon. Seçim evimsel bir operatördür. Popülasyondaki çözümlerin uyum değerlerine bakarak daha iyi özelliklere sahip olan çözümlerin izleyen jenerasyonlara aktarılması seçim operatörü tarafından sağlanır. Seçim operatörleri, popülasyondaki çeşitliliğin yok edilmesine sebep olmamalıdır.

Çaprazlama, oluşturulmuş çözümlerin karşılıklı bilgi alışverişile daha kıymetli bazı çözümlerin oluşturulması işlemini yerine getiren operatördür. Bir kromozom veya çözüm çiftine uygulanır. 0-1 ve permütasyon gösterimlerinde kullanılacak çaprazlama operatörleri birbirinden farklıdır. 0-1 gösterimlerde tek nokta çaprazlama ve permütasyon gösterimlerinde konum-tabanlı çaprazlama operatörlerinden yararlanılabilir. Mutasyon operatörü, kromozomların rassal olarak değişirmesiyle yeni özelliklerin kromozoma ve dolayısı ile popülasyona kazandırılmasına yönelikir. Çözüm uzayının değişik bölgelerinin keşfedilmesini sağlayan operatördür. Genetik gösterime uygun mutasyon operatörünün seçimi, geçersiz çözümlerin ortaya çıkışmasını engeller.

Yararlanılan ve Başvurulabilecek Kaynaklar

- Chen, H., Chiang, R. H., & Storey, V. C. (2012). *Business Intelligence and Analytics: From Big Data to Big Impact*. MIS quarterly, 36(4), 1165-1188.
- Giarratano, J. C., & Riley, G. (1998). *Expert systems*. PWS Publishing Co..
- Gottinger, H. W., & Weimann, P. (1992). *Intelligent Decision Support Systems*. Decision Support Systems, 8(4), 317-332.
<http://www.adandp.media/articles/447000-heads-are-better-than-one> (Erişim tarihi: 13.Nisan.2016)
- <http://m.kapanoglu.com/aof/ybs402u>
- <https://moodle.org>
- Jackson, P. (1986). *Introduction to expert systems*.
- Marakas, G. M. (2003). Decision Support Systems in the 21st Century (Vol. 134). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Minelli, M., Chambers, M., & Dhiraj, A. (2012). *Big Data, Big Analytics: Emerging Business Intelligence and Analytic Trends for Today's Businesses*. John Wiley & Sons.
- Neapolitan, R. E. (2012). *Probabilistic Reasoning in Expert Systems: Theory and Algorithms*. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Nilsson, N. J. (2014). *Principles of Artificial Intelligence*. Morgan Kaufmann.
- Power, D. J. (2008). *Decision Support Systems: A Historical Overview*. InHandbook on Decision Support Systems 1 (pp. 121-140). Springer Berlin Heidelberg.
- Power, D. J., & Sharda, R. (2012). *Business Intelligence and Analytics*. Wiley Encyclopedia of Management.
- Turban, E. (1990). *Decision Support and Expert Systems: Management Support Systems*. Prentice Hall PTR.
- Turban, E., Aronson, J., & Liang, T. P. (2005). *Decision Support Systems and Intelligent Systems 7th Edition (pp. 10-15)*. Pearson Prentice Hall.