**Optimization Notes**

**Model Building (Modelleme)**

* Operations Research (Yöneylem Araştırması) genelde kıt kaynaklara sahip olan sistemlerde doğru alokasyonu yapmak için kullanılan karar destek sistemidir.
* Sistemden kasıt birbirinden bağımsız olarak çalışabilen ve bir amaca hizmet eden bileşenlerdir.
* Yöneylem araştırması terimi 2. Dünya Savaşı’nda askeri kaynakları daha verimli kullanmak isteyen İngiliz ordusunun bilim insanlarından çeşitli askeri problemlerin bilimsel metotlarla çözülmesi talebi yapılması ile ortaya çıktı. Bu problemler radar mevzilerinin lokasyonları, konvoy yönetimi gibi konulardı.
* Bu bilimsel yaklaşım bir veya daha çok matematiksel modelin kullanılmasını gerektirir.

**Örnek:** X ŞirketiY ürününü teneke fıçılar içinde üretiyor. Bunun için kimyasal bir karışımı basınçlı bir kap içinde ısıtıyor. Üretimdeki tolerans sebebiyle her fıçı farklı miktarda ürün barındırabiliyor. X şirketi fıçılardaki miktar farklılığının nedenini ve hangi etkenlerin bu durumu etkilediğini anlamak istiyor.

**Çözüm:** X şirketi ilk olarak aşağıdaki faktörlerle ilgili veri topluyor.

* Fıçı hacimleri (V)
* Fıçılardaki basınç miktarları (P)
* İşlem sırsında kullanılan ısı (T)
* Karışımın kimyasal kompozisyonu (A, B, C kimyasal maddeleri)

Bu veri “Descriptive Statistics” (Betimleyici İstatistik) bilgisini sağlar.

Bir sonraki aşamada regresyon modeli ile aşağıdaki ilişkiye de ulaşılmış olabilir.

Ürün Miktarı = 300 + 0.8V + 0.01P + 0.06T + 0.001T\*P – 0.01T2 – 0.001P2 + 11.7A + 9.4B + 16.4C + 19A\*B – 9.6B\*C

Daha sonraki aşamada ise Prescriptive Model veya Optimizasyon modelleri kullanarak üretim sisteminde istenen hedeflere ulaşmak için çalışma yapılabilir.

Bir optimizasyon modelinin 3 unsuru vardır:

1. Objective Function (Hedef fonksyionu)
2. Decision Variables (Karar değişkenleri)
3. Constraints (Kısıtlar)

**Örnek:** Bir şehirdeki 5 farklı okula öğrencilerin yerleştirilmesi

**Objective Function**

Aşağıdaki hedef fonksiyonları seçilebilir.

* 5 okuldaki öğrenci sayılarının eşit olması
* Ortalama öğrenci mesafesinin en aza indirilmesi
* Okullardaki kız-erkek oranının eşit olması

**Karar Değişkenleri**

Problemin çözümünde sayısal değer atanacak kavramlar.X şirketi örneğinde P, V, T, A, B, C karar değişkenleridir.

**Kısıtlar**

Çoğu durumda karar değişkenleri sadece belirli değerler alabilirler. X şirketi örneğinde A + B + C = 1 olmalıdır. Bu değişkenler aynı zamanda sıfırdan büyük olmalıdır.

**Model Tipleri**

**Statik – Dinamik Modeller:** Statik modellerde problem bir kere çözülürken, dinamik modellerde karar değişkenleri birden fazla zaman periyodu için farklı değeler alır.

**Doğrusal – Doğrusal Olmayan Modeller:** Karar değişkenlerinin hedef fonksiyonu her durumda aynı şekilde etkilediği modeller doğrusal modeller olarak adlandırılır. Örnek hedef fonskiyon: y = 3x1 + 4x2 vs. y = 5x12 + 10 x23

**Deterministic – Stochastic Modeller:** Kısıtların sağlanıp sağlanmadığının kesin olarak bilindiği modeller deterministic modellerdir. (İçinde bilinmezlik barındırmazlar)

**Temel Doğrusal Cebir**

Graphical user interface, text, application

Description automatically generated with medium confidence

Text

Description automatically generated

**Matris Çarpımı**

Graphical user interface, text, application

Description automatically generated

**Matris Transpoze**

A picture containing graphical user interface

Description automatically generated

Graphical user interface

Description automatically generated with medium confidence

**Linear Programming (Doğrusal Programlama)**

**Örnek:** X Marangozluk şirketi iki farklı tip oyuncak üretmektedir. Askerler ve trenler. Asker oyuncak 27 TL satış fiyatına sahipken 10 TL’lik hammadde kullanarak üretilmektedir. Üretilen her birim asker oyuncak için işçilik maliyeti 14 TL’dir. Trenin satış fiyatı 21 TL’dir ve üretiminde 9 TL’lik hammadde kullanılır. Bir tren üretmek için işçilik maliyeti 10 TL’dir. Oyuncaklar üretilirken iki farklı tip işçilik söz konusudur. Marangozluk ve cilalama. Bir askerin üretilmesi için 2 saatlik bir cilalama ve 1 saatlik marangozluk emeği gereklidir. Bir trenin üretimi için ise 1 saatlik cilalama ve 1 saatlik marangozluk emeği gereklidir. Her hafta X şirketi istediği kadar hammadde alabilmektedir ancak toplam 100 saatlik cilalama ve 80 saatlik marangozluk işlemi yapabilmektedir. Trenler için talep sınırsızdır ancak yapılan analizlere göre her hafta en fazla 40 asker satılacaktır. X şirketi karını maksimize etmek istemektedir (Gelir - Maliyet). Bu durumu matematiksel model ile fomülize edin.

**Çözüm:**

* **Karar Değişkenleri:** Her hafta üretilecek asker ve tren sayısı (x1= Asker, x2 = Tren)
* **Hedef Fonksiyonu:** Maximizez = (27x1 + 21x2) – (10x1 + 9x2) - (14x1 + 10x2)
* **Kısıtlar:** En fazla 100 saat cilalama, En fazla 80 saat marangozluk, En fazla 40 asker satışı, sign restrictions

1. 2x1 + x2 <= 100
2. x1 + x2 <= 80
3. x1 <= 40
4. x1, x2 >= 0

Text

Description automatically generated

1. **Proportionality and Additivity Assumptions**

* Karar değişkenlerinin hedef fonksiyona etkisi her zaman değişkenin değeri ile orantılıdır. (Her asker satışı hedef değişkeni 3 TL artırmaktadır)
* Karar değişkeninlerinin hedef fonksiyonunu etkilemesi birbirlerinden bağımsızdır. (Tren satışı ne olursa olsun asker satışı hedef fonksiyonu 3 TL artırmaktadır)

1. **Divisibility Assumption**

Bu kabul karar değişkenlerinin değer olarak ondalık sayılar alabileceğini söyler. X şirketi örneğinde 1.63 tren veya asker üretmek mümkün olmadığında bu kabul karşılanmaz. Karar değişkenlerinin değerlerinin tam sayılar olması gerektiği problemlere “Integer programming” denir. Daha sonra işleyeceğiz. Genelde ondalık sayılar bulunduğunda sayılar yuvarlanarak en yakın tam sayı problemin çözümü olarak kullanılır.

1. **Certainity Assumption**

Rhs’nin kesin olarak bilinmesidir.

**Feasible Region**

Kısıtların tamamının karşılandığı bölgeye “feasible region” denir.

**Örnek:** 2x1 + 3x2 <=6

Chart, scatter chart

Description automatically generated

**Örnek:** X Mobilya Şirketi

Text

Description automatically generated

Chart

Description automatically generated

**Binding and Non-Binding Kısıtlar (Bağlayıcı Kısıtlar)**

Optimum çözüm için rhs ve lhs’nin eşit olduğu kısıtlara bağlayıcı kısıt denir. Yukarıdaki örnekte 2 ve 3 bağlayıcı kısıtlardır.

**Minimizasyon Örneği**

Y otomobil üreticisi binek araba ve kamyonet üretmektedir. Şirket hedef kitlesinin yüksek glir seviyesindeki kadın ve erkekler olduğunu düşünmektedir. Şirket bu kişilere erişmek için 1 dakikalık televizyon reklamları vermeye karar vermiştir. Reklamlar iki farklı televizyon şovu için verilebilmektedir. Komedi dizileri ve futbol maçları. Her komedi dizisi reklamı 7 milyon kadın ve 2 milyon erkek tarafından görüntülenmektedir. Her futbol maç reklamı ise 2 milyon kadın ve 12 milyon erkek tarafından görüntülenmektedir. 1 dakikalık komedi dizisi reklamının maliyeti 50.000 TL ve 1 dakikalık futbol maçı reklamının maliyeti 100.000 TL’dir. Y şirketi reklamlarının 28 milyon kadın ve 24 milyon erkek tarafından minimum maliyet ile görüntülenmesini istemektedir. Doğrusal programlama ile bu problemi çözün.

**Çözüm:** Y şirketi kaç adet 1 dakikalık komedi dizisi reklamı ve futbol maçı reklamı satın alacağına karar vermelidir.

x1 = 1 dakikalık komedi dizisi reklamı adedi

x2 = 1 dakikalık futbol maçı reklamı adedi

min z = 50.000x1 + 100.000x2

Kısıt 1 – En az 28 milyon kadın tarafından görüntülenme 🡪 7x1 + 2x2 >= 28

Kısıt 2 – En az 24 milyon erkek tarafından görüntülenme 🡪 2x1 + 12x2 >= 24

Text, letter

Description automatically generated

Chart

Description automatically generated

**Özel Durumlar**

1. Bazı problemler sadece tek bir çözüme sahip olmak yerine birden fazla çözüme sahip olabilirler.
2. Bazı problemler “feasible solution” sahibi olmayabilir.
3. Bazı problemler “unbounded” (Sınırsız) olabilir.

**Çok Çözüme Sahip Problemler**

**Örnek:** Bir araç şirketi binek araçlar ve kamyonlar üretmektedir. Her araç boya atölyesinde ve kaporta atölyesinde işlem görmektedir. Boya atölyesinde sadece kamyonlar işlem görürse günde 40 kamyon boyanabilmektedir. Boya atölyesinde sadece arabaların boyanması durumunda ise günde 60 binek araba boyanabilmektedir. Kaporta atölyesinde sadece kamyonlar işlem görürse günde 50 kamyon işlenebilmektedir. Kaporta atölyesinde sadece binek arabalar işlem görürse günde 50 araba işlenebilmektedir. Her kamyon şirket karına 300TL katkı yaparken, her binek otomobil şirket karına 200 TL eklemektedir. Şirketin karını maksimize eden doğrusal programı çözün.

**Çözüm:** Şirket günde kaç adet kamyon ve kaç adet binek araba üreteceğine karar vermelidir.

x1 = Günde üretilecek kamyon adedi

x2 = Günde üretilecek binek otomobil adedi

max z = 3x1 + 2x2

Kısıt 1 🡪 1 / 40 x1 + 1/60 x2 <= 1 (Boya atölyesi)

Kısıt 2 🡪 1 / 50 x1 + 1/50 x2 <= 1 (Boya atölyesi)

Text, schematic

Description automatically generated

Chart

Description automatically generated

**Çözümsüz Problemler**

**Örnek:** Bir önceki örnekte iki kısıt daha olduğunu düşünürsek;

Kısıt 3 🡪 Günde en fazla 30 kamyon üretilebilir.

Kısıt 4 🡪 Günde en fazla 20 binek otomobil üretilebilir.

Text

Description automatically generatedA picture containing graphical user interface

Description automatically generated

Chart

Description automatically generated

**Sınırsız Çözümü Olan Problemler**

**Örnek:**

Text

Description automatically generated

Chart, line chart

Description automatically generated

Aşağıdaki doğrusal program modellerini yukarıdaki kategorilere göre sınıflandırın. 5 dakika

Text

Description automatically generated Multiple solutions

Text

Description automatically generated with medium confidence Unbounded

Text, letter

Description automatically generated Single solution

**Örnek uygulamalar**

**Diyet Problemi**

Bir kişiye uygulanan diyetin kaynağı 4 üründür. Brownie, çikolatalı dondurma, coca cola, ananaslı cheesecake. Her ürününü fiyatı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

**Ürün Fiyat**

Bir adet Brownie 50 TL

Bir top çikolatalı Dondurma 20 TL

Bir şişe Coca Cola 30 TL

Bir dilim ananaslı cheesecake 80 TL

Bu kişi her gün 500 kalori, 6 gram çikolata, 10 gram şeker ve 8 gram yağ tüketmelidir. Aşağıdaki tablo her ürünün kompozisyonunu göstermektedir. Minimum maliyet ile bu diyetin nasıl planlanabileceğini yazın.

**Ürün Kalori Çikolata Şeker Yağ**

Bir adet Brownie 400 3 2 2

Bir top çikolatalı Dondurma 200 2 2 4

Bir şişe Coca Cola 150 0 4 1

Bir dilim ananaslı cheesecake 500 0 4 5

**Karar Değişkenkleri**

x1 = Günde tüketilecek brownie adedi

x2 = Günde tüketilecek çikolatalı dondurma topu

x3 = Günde tüketilecek coca cola şişesi

x4 = Günde tüketilecek ananaslı cheesecake dilimi

**Hedef Fonksyionu**

min z = 50x1 + 20x2 + 30x3 + 80x4

**Kısıtlar**

Kısıt 1 🡪 En az 500 kalori tüketimi 400x1 + 200x2 + 150x3 + 500x4 >= 500

Kısıt 2 🡪 En az 6 gram çikolata 3x1 + 2x2 >= 6

Kısıt 3 🡪 En az 10 gram şeker 2x1 + 2x2 + 4x3 + 4x4 >= 10

Kısıt 4 🡪 En az 8 gram yağ 2x1 + 4x2 + 1x3 + 5x4 >= 8

**Postane Problemi (Çalışan Sayısı Optimizasyonu)**

Bir postane haftanın her günü için farklı sayıda çalışana ihtiyaç duymaktadır. Aşağıdaki tabloda haftanın her günü için ihtiyaç duyulan çalışan sayısı gösterilmiştir. Postane işçileri sendikasının kurallarına göre her işçi arka arkaya 5 gün çalışmalı ve sonrasında iki gün tatil yapmalıdır. Örneği Salı günü çalışmaya başlayan biri, Pazar günü ve bir sonraki haftanın Pazartesi günü tatil yapmalıdır. Bu postanenin minimum sayıda işçi ile operasyonlarına devam etmesi için gerekli doğrusal programlama modelini yazın.

Table

Description automatically generated

**Yanlış Çözüm**

Xi gün i’de çalışan kişi sayısını göstersin.

Chart, scatter chart

Description automatically generated with medium confidence

Buradaki sorun xi’lerin kendi içlerinde ilişkili olması. x1 Pazartesi çalışan kişi sayısı ve x2’de Salı çalışan kişi sayısını gösteriyor. Oysa Pazartesi çalışan kişilerden bazıları Salı günü de çalışıyorlar. Bu durum yukarıdaki programlamada belirtilmiyor.

**Doğru çözüm**

xi gün i’de çalışan kişileri değil, gün i’de işe başlayan kişileri gösterir.



Bu durumda kısıtlar buna göre düzenlenmelidir. Örneğin Pazartesi günü ren az 17 kişi çalışmalıdır. Kimler Pazartesi çalışıyor?

Pazartesi günü çalışanlar: Pazartesi günü işe başlayanlar + Önceki hafta (Perşembe,Cuma,Cumartesi, Pazar) günü işe başlayanlar. (Kutular çizerek göster)

Text

Description automatically generated with medium confidence

**Modellemedeki Problemler**

1 – Statik / Dinamik Modeller

Bu yaklaşım postanenin her hafta ayrı talebi karşılaması gerektiği varsayımından yola çıkar. Ancak gerçek hayatta talep değişkendir. Talebin aynı olduğunun varsayıldığı modellere statik modeller, kısıtların değişkenlik gösterdiği modellere ise dinamik modeller adı verilir.

2 – Çoğu özellikle perakende unsur içeren gerçek hayat probleminde karar değişkenlerinin sayısı bilgisayar kaynaklarını zorlayacak derecede yüksek olabilir. Bu durumlar için heuristic adı verilen yaklaşımlar kullanılır. Heuristic’ler özellikle NP-hard problemlerin çözümünde kısayol görevi görerek tam biz çözüm yerine yaklaşık çözüm önerirler.

3 – Kısıtlardaki minimum gerekli işçi sayısına nasıl ulaşıldı? Bu değerlerin tespitinde regresyon temelli modeller, sınıflandırma modelleri ve queuing theory kullanılabilir.

**Postane Problemi – Farklı İşçi Türleri**

Önceki postane probleminde her tam zamanlı işçinin günde 8 saat çalıştığını varsayalım. Örneğin Pazartesi günü 17 işçi yerine 17 x 8 = 136 saate ihtiyaç vardır. Postane ihtiyacını tam zamanlı veya yarı zamanlı işçilerle karşılayabilir. Tam zamanlı işçiler günde 8 saat çalışırken yarı zamanlı işçiler günde 4 saat çalışmaktadır. Tam zamanlı bir çalışan saatte 50 TL kazanırken yarı zamanlı bir işçi saatte 35 TL kazanmaktadır. Postane İşçileri Sendikası yarı zamanlı işçi oranının toplam işçi oranının %25’ini geçmemesi gerektiğini söylemektedir. Bu postanenin işçi maliyetlerini minimize edecek doğrusal program modelini yazın.

Let xi = i gününde işe başlayan tam zamanlı işçi sayısı

Let yi = i gününde işe başlayan yarı zamanlı işçi sayısı

min z = 50\*8\*5\*(xi) + 35\*4\*5\*(yi)

s.t 8 (x1 + x2 + x5+ x6 + x7) + 4 (y1 + y2 + y5+ y6 + y7) >= 136 (8 \* 17) - Pazartesi

8 (x1 + x2 + x3+ x6 + x7) + 4 (y1 + y2 + y3+ y6 + y7) >= 104 (8 \* 13) - Salı

8 (x1 + x2 + x3+ x4 + x7) + 4 (y1 + y2 + y3+ y4 + y7) >= 120 (8 \* 15) - Çarşamba

8 (x1 + x2 + x3+ x4 + x5) + 4 (y1 + y2 + y3+ y4 + y5) >= 152 (8 \* 19) - Perşembe

8 (x2 + x3 + x4+ x5 + x6) + 4 (y2 + y3 + y4+ y5 + y6) >= 112 (8 \* 14) - Cuma

8 (x3 + x4 + x5+ x6 + x7) + 4 (y3 + y4 + y5+ y6 + y7) >= 128 (8 \* 16) - Cumartesi

8 (x1 + x4 + x5+ x6 + x7) + 4 (y1 + y4 + y5+ y6 + y7) >= 88 (8 \* 11) - Pazar

4\*5(y1 + y2 + y3+ y4 + y5 + y6 + y7) <= 25/100 (136+104+120+152+112+128+88)

Bütün değişkenler >= 0

**Karışım Problemi (Blending Problem) - SINIF İÇİ ALIŞTIRMA**

X Şirketi üç farklı türde yakıt üretmektedir (Yakıt1, Yakıt2, Yakıt3). Her bir yakıt türü üç farklı ham petrolün karışımından üretilmektedir (Petrol1, Petrol2, Petrol3). Üç yakıt türünün satış fiyatları ve petrollerin alış fiyatları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Table

Description automatically generated

Üç yakıt türü oktan ve sülfür içeriği ile ayrışmaktadır. Petrollerin sülfür içereikleri ve oktan bilgileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Yakıt 1 için kullanılan petroller en az 10 oktan ve en fazla %1 sülfür içerebilir.

Yakıt 2 için kullanılan petroller en az 8 oktan ve en fazla %2 sülfür içerebilir.

Yakıt 3 için kullanılan petroller en az 6 oktan ve en fazla %1 sülfür içerebilir.

Table

Description automatically generated

Her bir fıçı petrolün yakıta dönüştürülmesinin 4 TL maliyeti vardır ve şirket günde toplam 14,000 fıçı yakıt üretebilmektedir.

Şirketin müşterileri günde 3000 fıçı yakıt1, 2000 fıçı yakıt 2 ve 1000 fıçı yakıt 4 talep etmektedir.

Şirket yakıtlar için reklam vermeyi düşünmektedir. Yakıtların reklamı için harcanan her 1 TL o yakıtın satışını 10 fıçı artırmaktadır. Şirketin karını makzimize etmek için kullanacağı doğrusal programlama modelini yazın.

**Çözüm:**

Şirketin iki konuda karar vermesi gerekmektedir.

1. Reklama harcanak toplam para
2. Yakıtları oluştururken kullanacağı petrol karışımlarının bileşenleri.

**Karar Değişkenleri**

ai : Yakıt i için günlük harcanacak reklam gideri

xij : Yakıt j üretilirken kullanılacak i petrolünün fıçı miktarı

Örnek: x21: Yakıt 1 üretilirken kullanılacak Petrol 1 miktarı.

**Günlük yakıt satışı geliri:** 70\*(x11 + x21 + x31) + 60\*(x12 + x22 + x32) + 50\*(x13 + x23 + x33)

**Günlük petrol maliyeti:** 45\*(x11 + x12 + x13) + 35\*(x21 + x22 + x23) + 25\*(x31 + x32 + x33)

**Günlük reklam maliyeti:** a1 + a2 + a3

**Günlük üretim maliyeti:** 4\*(x11 + x12 + x13 +x21 + x22 + x23 +x31 + x32 + x33)

**Kar = Gelir - Maliyet**

**Kısıtları Sınıf Yazsın 15 dakika**

Text

Description automatically generated

A picture containing chart

Description automatically generated

**Multi-Period Work Scheduling Problem**

X Şirketi bilgisayar tamiri yapmaktadır. Aşağıdaki tabloda aylara göre uzman tamirci saatleri verilmiştir.

Ocak – 6000 saat

Şubat – 7000 saat

Mart – 8000 saat

Nisan – 9500 saat

Mayıs – 11000 saat

Ocak ayı başında 50 uzman tamirci çalışmaktadır. Her uzman tamirci ayda en fazla 160 saat çalışabilmektedir. Gelecekteki, personel ihtiyacını gidermek için yeni uzman tamirciler eğitilmektedir. Bir çırağın uzman tamirci olması için 1 ay eğitim görmesi gerekmektedir. Eğitim boyunca çıraklar 1 uzman tamirciden 50 saatlik eğitim almaktadır. Bir uzman tamircinin aylık maaşı 2000 TL’dir. (Aylık 160 saati tamamlamasa da bu maaşı kazanır). Çırakların aylık maaşı ise 1000 TL’dir. Her ay sonunda şirketteki uzman tamircileri %5’i istifa etmektedir. Personel maliyetini minimize edecek doğrusal programlama modelini yazın.

**Çözüm:**

Şirket her ay kaç çıarğı eğitime alacağına karar vermeli.

xt = t ayı içinde eğitim alacak çırak sayısı (t = 1, 2, 3, 4, 5)

Personel maliyeti = Çırak eğitimi maliyeti + uzman tamirci maaşı

yt = t ayı başında eldeki uzman tamirci sayısı

**Toplam Maliyet** = (1000x1 + 1000x2 + 1000x3 + 1000x4 + 1000x5 + 1000x6)

+ (2000y1 + 2000y2 + 2000y3 + 2000y4 + 2000y5 + 2000y6)

y1=50 verildi.

Kısıt:

Her ay uygun uzman tamirci sayısı >= Gerekli uzman tamirci sayısı

Her çırak bir uzman tamirciden 50 saatlik eğitim aldığı ve bir uzman tamirci maksimum 160 saat çalışabildiği için;

160y1 – 50x1 >= 6000

160y2 – 50x2 >= 7000

160y3 – 50x3 >= 8000

160y4 – 50x4 >= 9500

160y5 – 50x5 >= 11000

Bir sonraki ay için uygun uzman tamirci sayısı bir önceki ayda eğitim alan çıraklara bağlıdır.

t ayı başında uygun uzman tamirci sayısı = (t-1) ayında uygun tamirci sayısı + (t-1) ayında eğitim alan çırak sayısı – (t-1) ayında istifa eden tamirci sayısı

Örneğin: Şubat ayı için;

y2 = y1 +x1 – 0.05y1 🡪 y2 = 0.95y1 +x1

y3 = 0.95y2 +x2

y4 = 0.95y3 +x3

y5 = 0.95y4 +x4

Text

Description automatically generated

**Sensitivity Analysis**

Sensitivity analizi parametrelerdeki değişimlerin doğrusal program modelini nasıl etklediği ile ilgilenir.

Text

Description automatically generated with medium confidence

Shadow Prices

Çoğu zaman yöneticiler kısıtların sağ taraflarının değişiminin z değeri üzerindeki etkisi ile ilgilenir. i’inci kısıt için “Shadow Price” kısıtın sağ tarafının “1” artması sonucunda z değerinin ne kadar arttığıdır. (Minimizasyon problemlerinde z değerinin ne kadar azaldığıdır)

İki değişkeni olan modellerde bu tespit kolaydır.

Cilalama kısıtının sağ tarafı 100 yerine 100+Δ olarak değişse, x1=20 + Δ ve x2=60 – Δ olarak değişecektir.

A picture containing text

Description automatically generated

Dolayısıyla z değeri 3x1 + 2x2 yerine 3(20 + Δ) + 2(60 – Δ) = 180 + Δ olarak değişecektir.

Birinci kısıtın 1 birim artması z değerinin de 1 birim artması ile sonuçlanmaktadır. Yani birinci kısıtın gölge fiyatı 1’dir.

Marangozluk kısıtının sağ tarafı 80 yerine 80+Δ olarak değişse, x1=20 - Δ ve x2=60 + 2Δ olarak değişecektir.

Dolayısıyla z değeri 3x1 + 2x2 yerine 3(20 - Δ) + 2(60 + 2Δ) = 180 + Δ olarak değişecektir.

İkinci kısıtın 1 birim artması z değerinin de 1 birim artması ile sonuçlanmaktadır. Yani ikinci kısıtın gölge fiyatı 1’dir.

Talep kısıtının sağ tarafı 40 yerine 40+Δ olarak değişse, x1 ve x2 değişmeyecektir. Dolayısıyla z değeri de değişmeyecektir.

Üçüncü kısıtın 1 birim artması z değerininde değişikliği yapmamaktadır. Yani üçüncü kısıtın gölge fiyatı 0’dır.

Transportation Problems

Örnek

X Şirketi’nin 4 şehre elektrik üreten 3 elektrik üretim jeneratörü vardır.

1. Jeneratör - 35 milyon kwh
2. Jeneratör - 50 milyon kwh
3. Jeneratör - 40 milyon kwh

4 şehirde gerçekleşen en fazla elektrik talebi:

1. Şehir – 45 milyon kwh
2. Şehir – 20 milyon kwh
3. Şehir – 30 milyon kwh
4. Şehir – 30 milyon kwh

Elektriğin jeneratörlerden şehirlere dağıtım maliyeti aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Elektrik dağıtımını minimize eden doğrusal programı yazın.

Table

Description automatically generated

Çözüm

xij = i jeneratöründen j şehrine gönderilen elektrik (i=1,2,3 ve j=1,2,3,4)

Text

Description automatically generatedText

Description automatically generated with low confidence

Text, letter

Description automatically generated

Diagram

Description automatically generated

SHORTEST PATH

Multi-Period Inventory Model

Simplex

Sensitivity Analysis

Shadow Price and Dual price

Decision Tree

Markov Chain

Forecasting

Text

Description automatically generatedGraphical user interface, text, application

Description automatically generated