

YÖNEYLEM ARAŞTIRMASI

Hafta XI

Endüstri Mühendisliđine Giriő

Yöneylem Araştırmasının Türkiye'deki Tarihçesi

- Ülkemizde oluşturulan ilk yöneylem araştırması birimi 19 ağustos 1954 tarihinde Genel Kurmay Başkanlığı bünyesinde kurulan “İlmi İstişare Kurulu Müdürlüğü” olup, gerçek anlamda ilk yöneylem araştırması grubu 1 haziran 1956 tarihinde yaklaşık 10 yedek subaydan oluşturulmuştur.
- Sivil kesimde ise ilk olarak 1 eylül 1965 tarihinde Tübitak bünyesinde bir yöneylem araştırması ünitesi kurulmuş, 1973 yılında “Gebze Marmara Bilimsel ve Endüstriyel araştırma Enstitüsü” nün bir ünitesi olarak faaliyetlerine devam etmiş ve 1992 yılında “sistem analizi” adı verilerek yeni bir birime dönüştürülmüştür.
- Eğitim alanında ilk uygulamalar İstanbul Teknik Üniversitesi 'de ve Ortadoğu Teknik Üniversitesi 'de başlatılmıştır.

Yöneylem Araştırmasının Tanımı

- Organizasyonların Faaliyetleri İle İlgili Karar Verme Sürecine Yönelik Bilimsel Bir Yaklaşımdır.
- Endüstri, İş Dünyası, Yönetim Ve Savunma Alanlarında; İnsan Makine, Malzeme Ve Paradan Oluşan Büyük Sistemlerin Yönetiminde Ortaya Çıkan Karmaşık Problemlerin Çözümünde Bilimsel Metotların Uygulanmasıdır.

Yöneylem Araştırmasının Tanımı

- Sistemlerin karşılaştıkları problemlerde, disiplinler arası bir ekiple, bilimsel metotları kullanarak ve problemin kontrol edilebilir unsurları ile ilgili alternatifleri değerlendirmek suretiyle optimal çözümü bulmayı amaçlar.
- Gerçek hayattan kaynaklanan ve çoğunlukla sınırlı kaynakların tahsis edildiği deterministik ve olasılıklı problemlerin modellenmesi ve optimal kararın verilmesi ile ilgilenir.

YA Uygulama Alanları

1. Üretim Planlama
2. Üretim Çizelgeleme
3. Verimlilik Analizi
4. Toplam Kalite Yönetimi
5. Proje Yönetimi
6. Taşıma/Ulaşım
7. Stratejik Planlama
8. Kent Hizmetleri Yönetimi
9. Yatırım Planlama
10. Savunma Uygulamaları
11. Optimizasyon
12. Benzetim
13. Bilgisayarla Bütünleşik İmalat
14. Tam Zamanında Üretim
15. Karar Destek Ve Uzaman Sistemler
16. Malzeme Envanter Yönetimi
17. Tahmin Ve Kestirme Yöntemleri
18. Esnek İmalat Sistemleri
19. Karar Modelleri
20. Rassal Süreçler
21. Tesis Yersicimi Ve Dağıtım
22. Maliyet Analizi
23. Finansal Planlama
24. Bütçe Planlama Ve Kontrol
25. Bakım Planlaması
26. Enerji Planlaması
27. Performans Ölçümü
28. Reorganizasyon
29. İnsangücü Planlaması
30. Yönetim Bilişim Sistemleri

YA Özellikleri

1. Sistem Yaklaşımı (Bütünleşik Yaklaşım)

2. Disiplinlerarası Yaklaşım

3. Bilimsel Yöntem

1. Sistem Yaklaşımı (Bütünleşik Yaklaşım)

- Problemi, içinde bulunduğu sistemin bütün unsurlarıyla ve bu unsurlar arasındaki her türlü etkileşimle birlikte incelemek gerekir.
- Yöneylem araştırması problemi çözerken, o problemin ait olduğu organizasyonun bütün unsurlarını, çevresini ve aralarındaki etkileşimi gözönünde bulundurur.

2. Disiplinlerarası Yaklaşım

- Fizik, Kimya, Matematik, İstatistik Gibi Farklı Disiplinlerden Yetişmiş Kişilerin Her Soruna Bakış Açısı Farklıdır.
- Bu Yüzden Problemin Modellenmesinde Ve Çözümünde Farklı Bakış Açılarında Faydalanabilmek İçin Problemlerin Disiplinlerarası Bir Ekip Tarafından İncelenmesi Gerekir.

3. Bilimsel Yöntem

- Yöneylem araştırması problemleri çözerken tamamen bilimsel yöntem kullanır.

Bilimsel Yöntemin Aşamaları

1. Problemin Tanımlanması (Formüle Edilmesi)
2. Modelin Kurulması
3. Modelden Çözüm Elde Edilmesi
4. Modelin Ve Çözümün Test Edilmesi (Kanıtlanması)
5. Çözümün Uygulanması

1. Problemin Tanımlanması

- “Yanlış” tanımlanan problemde “doğru” çözüm elde edilemez.
- Eldeki problem kantitatif olarak incelenebilecek bir yapıya dönüştürülür.
- Belirlenmesi gereken hususlar:
 - ✓ Amaçların belirlenmesi
 - ✓ Problem alanının (probleme etki edecek olan sistemin) belirlenmesi
 - ✓ Çözüme etki edecek sınırlamaların (kısıtların) belirlenmesi
 - ✓ Varsayımların belirlenmesi
 - ✓ Uygun bir etkinlik ölçüsünün belirlenmesi

2. Modelin Kurulması

Model tanımı ve grupları

Gerçek bir nesnenin yada durumun çeşitli semboller kullanarak ifade edilmiş temsili bir şekli, soyutlanmış bir yaklaşımdır. Modelleri aşağıdaki şekilde gruplandırmak mümkündür.

1. İkonik (fiziksel, taklit) model :gerçek bir nesnenin ya da olayın genellikle farklı boyutlarda ifade edilmiş görsel bir temsilcisidir.(Örnek :kabartma harita, uçak maketi, oyuncak kamyon, fotoğraf..)
2. Analog (çizgisel) model :gerçek bir nesnenin yada olayın çeşitli özelliklerini ifade eden ve çizgilerle oluşturulan modelidir. (Örnek: elektrik devresi şeması, harita, organizasyon şeması, otomobil hız göstergesi, termometre,..)
3. Matematiksel (sembolik) model :gerçek bir nesnenin ya da olayın harfler, rakamlar ve çeşitli matematiksel sembollerle temsil edilmiş şeklidir. (Örnek :kalimeler, formüller, sayılar, eşitlikler,..)

2. Modelin Kurulması

Matematiksel modellerin temel unsurları

Modelin kurulması aşamasında yapılan işler aşağıdaki başlıklar altında incelenebilir.

- ✓ Karar değişkenlerinin belirlenmesi: karar değişkenleri, çözüm sonunda değerleri elde edilecek olan ve kontrol edilebilir unsurları temsil eden değişkenlerdir.
- ✓ Parametrelerin belirlenmesi: parametreler, kontrol edilemeyen (çevresel) faktörleri ifade eden sabit değerli katsayılardır.
- ✓ Amaç fonksiyonunun oluşturulması: amaç fonksiyonu, ulaşılmak istenen amacı tanımlayan matematiksel bir fonksiyondur.
- ✓ Kısıtların oluşturulması: kısıtlar, karar değişkenlerinin alabilecekleri değerler ile ilgili sınırlamaları belirten matematiksel eşitlik yada eşitsizliklerdir.

Yöneylem Arařtirması Modelleri

DOĞRUSAL

PROGRAMLAMA

TAMSAYILI

PROGRAMLAMA

HEDEF PROGRAMLAMA

ULAŐTIRMA VE ATAMA

MODELLERİ

DOĞRUSAL OLMAYAN

PROGRAMLAMA

OYUN TEORİSİ

DETERMİNİSTİK DİNAMİK

PROGRAMLAMA

DETERMİNİSTİK STOK

MODELLERİ

ŐEBEKE (AĐ) ANALİZİ

CPM VE PERT İLE PROJE

PLANLAMA

MARKOV ZİNCİRLERİ

KUYRUK TEORİSİ

KARAR ANALİZİ

SİMÜLASYON

TAHMİN MODELLERİ

GÜVENİLİRLİK ANALİZİ

OLASILIKLI DİNAMİK

PROGRAMLAMA

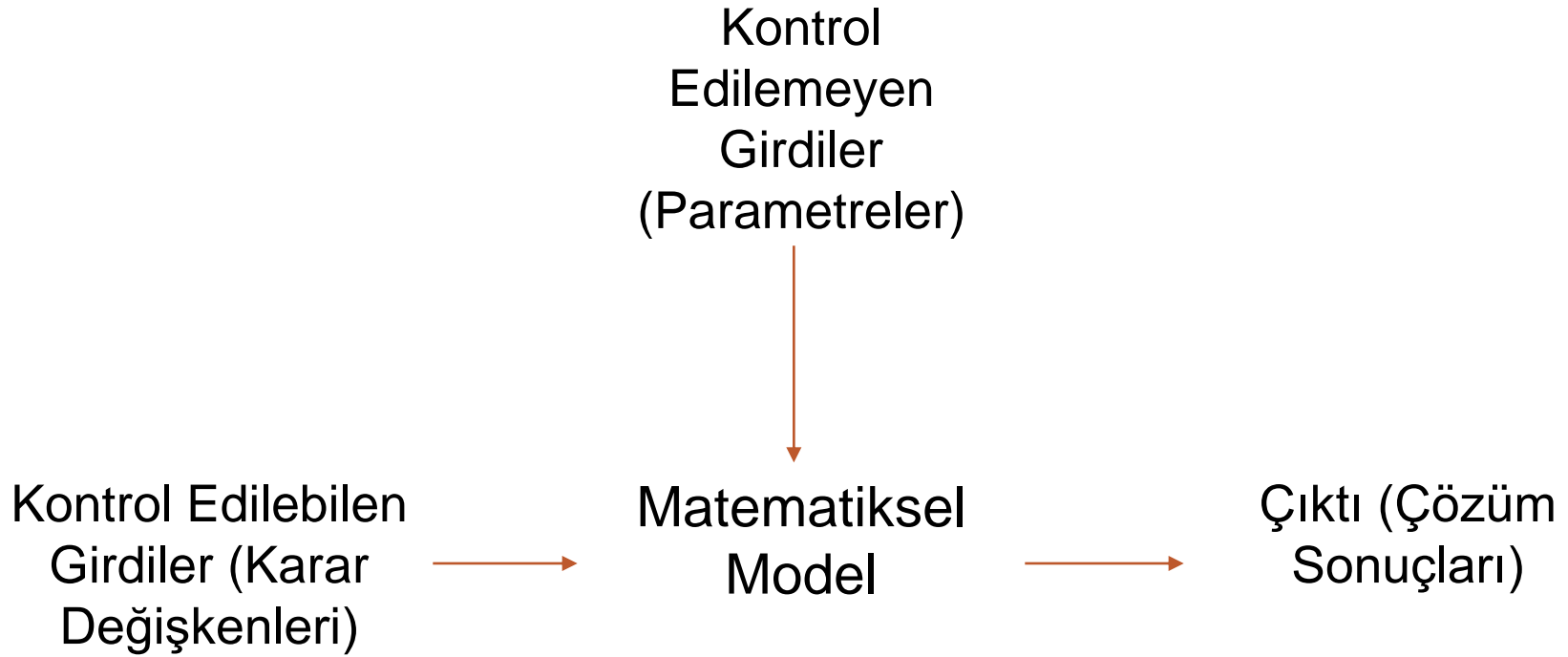
OLASILIKLI STOK

MODELLERİ

3. Modelden Çözüm Elde Edilmesi

- “En iyi” sonucu (yani amaç fonksiyonunun optimal değerini) sağlayacak şekilde karar değişkenlerinin değerlerinin (yani optimal çözümün) elde edilmesidir.
- Kullanılan teknik ve yaklaşımlar
 - ✓ Analitik teknikler
 - ✓ Sayısal (nümerik) teknikler
 - ✓ Sezgisel yaklaşımlar
 - ✓ Benzetim (simülasyon)
- Duyarlılık analizi
 - ✓ Optimal çözüm elde edildikten sonra yapılan analizlerdir
 - ✓ Model parametrelerindeki olası değişiklikler sonucunda optimal çözümün nasıl bir davranış göstereceğinin incelenmesini kapsar

Matematiksel Modelleme ve Girdi-çıktı Dönüşüm Süreci



4. Modelin ve Çözümün Test Edilmesi

- Uygulamaya geçmeden önce
 - ✓ Modelin geçerliliğinin (yani sistemin davranışını uygun bir şekilde temsil edip etmediğinin), ve
 - ✓ Çözümün güvenilirliğinin (yani kabul edilebilir mantıklı bir çözüm olup olmadığının)
- Test edilmesi gerekir

5. Çözümün Uygulanması

- Çözümün gerçek hayattaki probleme uygulanması aşamasıdır.
- Çözümün anlaşılabilir bir şekilde sistemi işletecek olan personele anlatılması gerekir.

Doğrusal Programlamanın Tanımı

- Doğrusal : modelde kullanılan bütün matematiksel fonksiyonların lineer olduğunu,
- Programlama : çözümün bulunması için yapılacak faaliyetlerin akış sırasını ifade eder.
- Doğrusal programlama en yaygın olarak sınırlı miktardaki kaynak-ların çeşitli faaliyetlere en iyi (yani optimal) şekilde paylaşılmasına yönelik problemlerde kullanılır.

Örnek Uygulama.1

- Bir işletmede a ve b gibi iki tip ürün üretilmektedir. Her iki tip ürünün üretimi için üç ayrı işlem gerekmektedir. İşlem süreleri ve haftalık kapasiteler aşağıdaki tabloda verilmiştir. A ve b ürünleri için tahmin edilen haftalık satış miktarları sırasıyla 800 ve 1800 birim, her bir birimden elde edilen kar da 50tl ve 9tl dir. İşletmenin toplam karını maksimum yapacak haftalık üretim programının hazırlanması istenmektedir.

İşlem	Mamul İşlem Süresi		Mevcut Kapasite (dak./hafta)
	A	B	
1	3	1	3000
2	2	1.6	3200
3	1	0.5	1200

Örnek Uygulama.1

Doğrusal programlama modeli

Her doğrusal programlama modeli aşağıdaki dört temel unsurdan oluşur:

1. Karar değişkenleri
2. Amaç fonksiyonu
3. Kısıtlar
4. Negatif olmama kısıtı

Bu unsurları örnek üzerinde açıklamalı olarak inceleyelim.

Örnek Uygulama.1

1.Karar değişkenleri

İki yada daha fazla sayıdaki faaliyeti ifade eden karar değişkenleri bu faaliyetleri tam anlamıyla belirtir olmalıdır. Örneğimizdeki karar değişkenleri:

X_1 :a ürününün haftalık üretim miktarı

X_2 :b ürününün haftalık üretim miktarı

Örnek Uygulama.1

2.Amaç fonksiyonu

Herhangi bir doğrusal programlama modelinde karar verici karar değişkenlerinin bir fonksiyonunu maksimum (genellikle kar) veya minimum (genellikle maliyet)yapmak ister.

Ulaşılmak istenen amacı ifade eden ve maksimum veya minimum yapılmak istenen bu fonksiyona amaç fonksiyonu denir. Amaç fonksiyonunu z harfiyle gösterecek olursak

$$\text{Maksimum } z = 50 x_1 + 9 x_2$$

Amaç fonksiyonundaki karar değişkenlerinin önündeki katsayılara amaç fonksiyonu katsayıları adı verilir ve bu katsayılar karar değişkenlerinin bir biriminin amaç fonksiyonuna katkısını ifade eder.

Örnek Uygulama.1

3.Kısıtlar

Kısıtlar herhangi bir doğrusal programlama modelinde amaca ulaşmak için kullanılacak kaynakların sınırlarını ifade eder. Gerçek hayatta her faaliyet mutlaka en az bir çeşit kaynağı (zaman, işgücü, para) kullanmak zorunda olup, kaynak miktarlarının sınırsız olması söz konusu değildir. Örnekteki kısıtlar:

$$\begin{array}{llll} 3 x_1 + x_2 \leq 3000 & (1 \text{ nolu işlem kapasite kısıtı} & &) \\ 2 x_1 + 1.6 x_2 \leq 3200 & (2 \text{ " " " " " " } & &) \\ x_1 + 0.5 x_2 \leq 1200 & (3 \text{ " " " " " " } & &) \\ x_1 \leq 800 & (a \text{ ürünü satış miktarı kısıtı} & &) \\ x_2 \leq 1800 & (b \text{ " " " " " " } & &) \end{array}$$

Örnek Uygulama.1

4.Negatif olmama kısıtı

Problemin dp modelinin tanımlanabilmesi için son olarak karar değişkenlerinin negatif değer alması engellenmelidir. Gerçek hayattaki problemlere uygulanacak olan dp modellerinde üretilecek/satın alınacak ürün sayısı, kullanılacak insan sayısı, harcanacak para miktarı gibi hususları temsil eden karar değişkenlerinin negatif değer alması sözkonusu olamaz. Örnekteki negatif olmama kısıtları:

$$\begin{array}{ll} X_1 & \geq 0 \quad \text{(a ürünü üretim miktarı} \\ & \quad \quad \quad \text{negatif olmama kısıtı)} \\ X_2 & \geq 0 \quad \text{(b " " " ")} \end{array}$$

Örnek Uygulama.1

Buraya kadar yazılan denklem ve eşitsizlikler bir araya getirilirse örneğin doğrusal programlama modeli:

$$\begin{array}{rcllcl} \text{MAKS } Z = & 50 X_1 & + & 9 X_2 & & \text{(AMAÇ FONK.)} \\ & 3 X_1 & + & X_2 & \leq & 3000 & \text{(1. İŞLEM KAP. KISITI)} \\ & 2 X_1 & + & 1.6 X_2 & \leq & 3200 & \text{(2. İŞLEM KAP. KISITI)} \\ & X_1 & + & 0.5 X_2 & \leq & 1200 & \text{(3. İŞLEM KAP. KISITI)} \\ & X_1 & & & \leq & 800 & \text{(A ÜRÜNÜ TALEP KISITI)} \\ & & & X_2 & \leq & 1800 & \text{(B ÜRÜNÜ TALEP KISITI)} \\ & X_1 & & & \geq & 0 & \\ & & & X_2 & \geq & 0 & \end{array}$$

AMAÇ FONKSİYONU
KAYSAYILARI

TEKNİK
KATSAYILAR

SAĞ TARAF
SABİTLERİ

Örnek Uygulama.1

Doğrusal programlamanın varsayımları

Her doğrusal programlama modelinde aşağıdaki varsayımların geçerli olduğu kabul edilir:

1. Oranlılık (proportionality)
2. Toplanabilirlik (additivity)
3. Bölünebilirlik (divisibility)
4. Belirlilik (certainty)

Örnek Uygulama.1

1.Oranlılık

Karar değişkenlerinin her biriminin amaç fonksiyonuna katkısı sabittir ve herbir karar değişkeninin amaç fonksiyonuna katkısı amaç fonksiyonu katsayısı ile orantılıdır.

$$\text{Maks } z = 50 x_1 + 9 x_2$$

X_1 karar değişkeninin her biriminin amaç fonksiyonuna katkısı sabit olup bu değer x_1 in katsayısı olan 50 dir. X_1 in tamsayı değerler alacağını kabul edersek x_1 karar değişkeninin amaç fonksiyonuna katkısı 50 in katları şeklinde olacak, üretilecek her a ürünü toplam karı 50 tl artıracaktır. Buna göre x_1 adet a ürünü üretilmesi sonucunda bu üründen $50 x_1$ tl kar elde edilecektir.

Örnek Uygulama.1

2.Toplanabilirlik

Her bir karar değişkeninin amaç fonksiyonuna olan katkısı, diğer karar değişkenlerinin katkılarından bağımsızdır ve sistemin toplam çıktısı (toplam katkısı) karar değişkenlerinin katkıları toplamına eşittir. Örnek problemde örneğin $x_1 = 1$ ve $x_2 = 2$ ise

$50 (1) + 9 (2) = 68$ tl olarak gerçekleşir.

Örnek Uygulama.1

3.Bölünebilirlik

Karar değişkenlerinin alacakları değerlerin tamsayı olma zorunluluğu yoktur. Örneğin $x_1 = 1.5$ olabilir.

Örnek Uygulama.1

4.Belirlilik

Modelde Bütün Parametreler (Amaç Fonksiyonu Katsayıları, Teknik Katsayılar Ve Sağ Taraf Sabitleri) Sabit Ve Kesin Olarak Bilinen Değerler Olup Çözüm Süreci Boyunca Değişmeyeceği Varsayılır.

Örnek Uygulama.2

Cam Fabrikası Örneđi

Bir Cam Fabrikası Alüminyum Çerçeveli Cam Kapı Ve Ahşap Çerçeveli Çift Camlı Pencere Üretmektedir. Bu Fabrikada Üç Adet Atölye Mevcut Olup, 1. Atölyede Alüminyum Çerçeve Ve Donanımlar, 2. Atölyede Ahşap Çerçeve Ve Donanımlar, 3 Atölyede De Cam Üretilmekte Ve Üretilen Camların Alüminyum Veya Ahşap Çerçevelere Montajı Yapılmaktadır. Pazarlama Bölümü, Her İki Üründe Pazar Payının Oldukça Yüksek Olduğunu, Mevcut İmkanlar Dahilinde Üretilecek Hep Kapı Ve Pencerenin Mutlaka Satılabileceğini Belirlemiştir. Bunun Üzerine Fabrika Yönetim Kurulu Yöneylem Araştırması Bölümünden Bir Günde Her Bir Üründen Kaçar Adet Üretilirse Karın En Üst Seviyeye Çıkarılabileceğini Araştırmasını İstemiştir.

Örnek Uygulama.2

Konuyu inceleyen yöneylem araştırması uzmanları řu bilgilere ihtiyaç olduğunu belirlemiştir:

1. Her bir atölyenin bir gündeki toplam üretim kapasitesi. (Üretim kapasitesini oluşturan birçok faktör (hammadde, para, makine sayısı, vb.) Olmakla birlikte problemi sade ve anlaşılabilir bir seviyede tutmak için, üretim kapasitesinin sadece işçilik saatinden oluştuğu varsayılmıştır.)
2. Herbir üründen bir birim üretmek için her bir atölyede kullanılacak üretim kapasitesi (işçilik saati).
3. Üretim sonunda her bir ürünün satışından elde edilecek kar miktarı.

Fabrika istatistik uzmanları üretim ve pazarlama bölümüyle koordineli bir şekilde ihtiyaç duyulan bilgileri toparlamış ve yöneylem araştırması ekibine vermiştir. Bu bilgiler:

Örnek Uygulama.2

Atölye	Birim Ürün Başına Gerekli Kapasite (İşçilik Saati)		Mevcut Kapasite (İşçilik Saati)
	Ürün 1	Ürün 2	
1	1	0	4
2	0	2	12
3	3	2	18
Birim Kar	3 birim	5 birim	-

1.Karar değişkenleri

Örnekten, fabrika yönetim kurulunun karar vermesi gereken iki adet faaliyet mevcut olduğu görülür. Bunlara sırasıyla x_1 ve x_2 dersek:

X_1 :bir günde üretilecek alüminyum çerçeveli cam kapı miktarı

X_2 :bir günde üretilecek ahşap çerçeveli çift camlı pencere miktarı

Örnek Uygulama.2

Atölye	Birim Ürün Başına Gerekli Kapasite (İşçilik Saati)		Mevcut Kapasite (İşçilik Saati)
	Ürün 1	Ürün 2	
1	1	0	4
2	0	2	12
3	3	2	18
Birim Kar	3 birim	5 birim	-

2.Amaç fonksiyonu

Yönetim kurulunun amacı üretilecek ürünlerin satışından elde edilecek karı maksimum yapmak ise:

$$\text{Maks } z = 3 x_1 + 5 x_2$$

Örnek Uygulama.2

Atölye	Birim Ürün Başına Gerekli Kapasite (İşçilik Saati)		Mevcut Kapasite (İşçilik Saati)
	Ürün 1	Ürün 2	
1	1	0	4
2	0	2	12
3	3	2	18
Birim Kar	3 birim	5 birim	-

3.Kısıtlar

Birinci atölyede üretim için bir günde kullanılacak toplam kapasite 4 işçilik saatinden fazla olamaz, yani $x_1 \leq 4$. Benzer şekilde bir yaklaşımla:

$$x_1 \leq 4 \quad (1. \text{ Atölye kapasite kısıtı})$$

$$2 x_2 \leq 12 \quad (2. \text{ Atölye kapasite kısıtı})$$

$$3 x_1 + 2 x_2 \leq 18 \quad (3. \text{ Atölye kapasite kısıtı})$$

Örnek Uygulama.2

Atölye	Birim Ürün Başına Gerekli Kapasite (İşçilik Saati)		Mevcut Kapasite (İşçilik Saati)
	Ürün 1	Ürün 2	
1	1	0	4
2	0	2	12
3	3	2	18
Birim Kar	3 birim	5 birim	-

4.Negatif olmama kısıtları

Karar değişkenleri ya sıfır yada pozitif değerler alabilir:

$$x_1 \geq 0$$

$$x_2 \geq 0$$

Örnek Uygulama.2

Atölye	Birim Ürün Başına Gerekli Kapasite (İşçilik Saati)		Mevcut Kapasite (İşçilik Saati)
	Ürün 1	Ürün 2	
1	1	0	4
2	0	2	12
3	3	2	18
Birim Kar	3 birim	5 birim	-

Kurulan doğrusal programlama modeli

$$\begin{aligned} \text{Maks } z = & 3x_1 + 5x_2 && \text{(amaç fonksiyonu)} \\ & x_1 & \leq 4 & \text{(1. Atölye kapasite kısıtı)} \\ & & 2x_2 & \leq 12 & \text{(2. Atölye kapasite kısıtı)} \\ & 3x_1 + 2x_2 & \leq 18 & \text{(3. Atölye kapasite kısıtı)} \\ & x_1 & \geq 0 & \\ & & x_2 & \geq 0 & \end{aligned}$$