

# İşyeri / Fabrika Tasarımı ve Yerleşim Düzeni

Prof. Dr. Kenan ÖZDEN  
Prof. Dr. Sami ERCAN

**Papatya Yayıncılık Eğitim**  
İstanbul, Ankara, İzmir ve Adana

## İşyeri / Fabrika Tasarımı ve Yerleşim Düzeni

© Papatya Yayıncılık Eğitim – Kasım 2009  
EĞİTİM BİLGİSAYAR SİS. SAN. VE TİC. AŞ

İnönü Cad. Hacıhanım Sok. 10/6, 80090, Gümüşsuyu/İstanbul

Tel : 212 - 245 37 40, Faks: 212 - 245 37 41

e-posta : bilgi@papatya.gen.tr

Web : www.papatya.gen.tr

www.papatya.info.tr

Dağıtım : Cağaloğlu (212) 527 52 96

Çukurova (322) 225 14 32

**İşyeri/Fabrika Tasarımı ve Yerleşim Düzeni** – Prof. Dr. Kenan Özden; Prof. Dr. Sami Ercan

1. Basım Kasım 2009

Yayın Danışmanı : Dr. Rifat ÇÖLKESEN (Beykent Üniversitesi)  
Editör : Dr. Cengiz UĞURKAYA (Post-Edu Institute)  
Türk Dili : Erdal AKAS ve Ziya ÇÖLKESEN  
Üretim : Olcay KAYA ve Oğuz ÇÖLKESEN  
Pazarlama : Necdet AVCI ve Mustafa DEMİR  
Sayfa Düzenleme : Papatya & Kelebek Tasarım (Nurbanu TEYMEİNİNOĞLU)  
Kapak Tasarım : Papatya & Kelebek Tasarım  
Basım ve Ciltleme : Altan Basım San. Ltd. Şti. - İstanbul

© Bu kitabın her türlü yayın hakkı Papatya Yayıncılık Eğitim A.Ş.'ye aittir. Yayınevinden yazılı izin alınmaksızın alıntı yapılamaz, kısmen veya tamamen hiçbir şekil ve teknikle ÇOĞALTILAMAZ, BASILAMAZ, YAYIMLANAMAZ. Kitabın, tamamı veya bir kısmının fotokopi makinesi, ofset gibi teknikle çoğaltılması, hem çoğaltan hem de bulunduranlar için yasadışı bir davranıştır.

Özden, Kenan; Ercan, Sami.  
İşyeri / Fabrika Tasarımı ve Yerleşim Düzeni / Özden, Kenan; Ercan,Sami - İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim, 2009.  
xx, 496 s.; 24 cm.  
Kaynakça ve dizin var.  
ISBN 978-975-6797-88-4.  
1. Tesis Tasarımı 2. Malzeme Taşıma 3. Pazar Analizi 4. Ürün ve Süreç Tasarımı  
5. Kapasite Planlama I. Title

Papatya Yayıncılık Eğitim

*Bu kitabımı,  
Sevgili eşim Nalan Özden'e  
ithaf ediyorum.*

## Teşekkür

Bu kitabın yayınlanması gerektiği konusunda bizi özendiren ve başından sonuna kadar yayınlama çalışmalarını yöneten ve teşvik eden Papatya Yayıncılık Eğitim yayın danışmanı sayın Dr. Rifat ÇÖLKESEN'e; kitabı titiz bir biçimde yayına hazırlayan Papatya Yayıncılık Eğitim çalışanlarına, özellikle yazım ve şekillerin hazırlanmasında büyük emek harcayan sayın Ziya ÇÖLKESEN ve Nurbanu TEYMENİNOĞLU'na; ve teknik açıdan inceleyen ve öneriler sunan sayın Erdal AKAS'a, bize verimli bir çalışma ortamı sunan Haliç Üniversitesi yönetimine (Rektörümüz Prof.Dr.İ.Engin TÜRE ve Mütevelli Heyet Başkanımız Prof.Dr.Gündüz GEDİKOĞLU'na) yürekten teşekkür eder, çalışmamızın yararlı olmasını dileriz.

**Prof. Dr. Kenan ÖZDEN**  
Haliç Üniversitesi Müh. Fakültesi  
Endüstri Mühendisliği Bölümü

**Prof. Dr. Sami ERCAN**  
Arel Üniversitesi Müh. Fakültesi  
Endüstri Mühendisliği Bölümü

# İçindekiler

<b>Önsöz</b>	<b>17</b>
<b>KISIM I. Tesis Tasarımı Ön İşlevleri</b>	<b>21</b>
<b>Bölüm 1. Kuruluş Çalışmaları</b>	<b>23</b>
1.1. Sistem Olarak İşletme	24
1.2. Kuruluş Çalışmalarının Kapsamı	27
1.3. Evreleri Bakımından Kuruluş Çalışmaları	28
1.4. İşletmenin Fiziksel Yapısını Ortaya Çıkaran Kuruluş Çalışmaları	32
1.4.1. Pazar Araştırması	32
1.4.2. Ürün Tasarımı	33
1.4.3. Kapasite Seçimi	35
1.4.4. Süreç Tasarımı	36
1.4.5. Yapılsın-Alınsın Kararlarının Verilmesi	37
1.4.6. Yer Seçimi	38
1.4.7. Yerleşim Düzeni Tasarımı	39
1.4.8. Yapı Seçimi ve Tasarımı	41
1.4.8.1. Yapı Seçiminde Temel Belirleyiciler	41
1.4.8.2. Tek ya da Çok Katlı Yapılar	42
1.4.8.3. Yapılarda Çatı, Duvar, Aydınlatma, Yalıtım ve İklimlendirme	44
1.4.8.4. Yapı Tasarımında Göz Önünde Bulundurulacak Durumlar	47
1.4.9. Malzeme Devinimi Sisteminin Tasarımı	48
1.4.10. Sermayenin Bulunması	48
1.4.11. Hukuksal Yapının Belirlenmesi	49
1.4.12. Fiyatlama	49
1.4.13. Çeşitlendirme	50
1.5. Özet	51
1.6. Sorular	51
<b>Bölüm 2. Pazar Araştırması ve İstem Öngörüleme</b>	<b>53</b>
2.1. Pazar Araştırmasının Amaç ve Kapsamı	53
2.2. Pazar ve İstemi Etkileyen Etmenler	55
2.3. Pazar Araştırması Kavramı ve Süreci	56
2.4. Öngörülerin Anlam ve Önemi	58
2.5. Öngörü Türleri	59
2.6. İstem Öngörü İlkeleri	60
2.7. İstem Öngörüleme Yaklaşımı	60
2.8. Öngörüleme Aşamaları	61

2.9. Öngörü Yöntemleri	62
2.9.1. Deneyim ve Sezgiye Dayanan Yöntemler	63
2.9.1.1. <i>Delphi</i> Tekniği	63
2.9.1.2. Görüş Toplama Tekniği	64
2.9.2. Ekonometrik Yöntemler	65
2.9.3. Zaman Serisi Çözümleme Yöntemleri	70
2.9.3.1 Ortalama Yöntemiyle Öngörü	71
2.9.3.2. Son Dönemdeki Veri Yoluyla Öngörü	72
2.9.3.3. Hareketli Ortalamalar Yöntemiyle Öngörü	72
2.9.3.4. Üssel Düzeltme Yöntemiyle Öngörü	74
2.9.3.5. Enküçük Kareler Yöntemi	75
2.9.3.6. Trende Oranlama Yöntemi	76
2.10. Özet	77
2.11. Sorular	78
<b>Bölüm 3. Ürün ve Süreç Tasarımı</b>	<b>81</b>
3.1. Ürün Tasarımı Nedenleri	82
3.2. Ürün Ömrü ve Yaşam Eğrisi	82
3.3. Ürün Tasarımı	85
3.4. Ürün Tasarımı Süreci	87
3.4.1. Yeni Ürün Seçeneklerinin Geliştirilmesi	88
3.4.2. Ürün Değerlendirmesi ve Seçimi	89
3.4.3. Ön Tasarımın Yapılması	90
3.4.4. Ayrıntılı Tasarımın Yapılması	91
3.4.5. İlkörneğin Yapımı	92
3.4.6. Testlerin Yapılması	93
3.4.7. Tasarımın Kesinleştirilerek Deneme Üretimi Yapılması	93
3.4.8. Ürün Tasarım Sürecinin Başarısı ve Çıktıları	93
3.5. Ürün Tasarımı İlkeleri	94
3.6. Ürün Tasarımını Etkileyen Etmenler	96
3.6.1. İşletme Politikaları	96
3.6.2. Pazarlama Olanakları	96
3.6.3. Ürün Özellikleri	97
3.6.4. Ekonomik Etmenler	99
3.6.5. Üretim Olanakları	99
3.7. Müşteriye Yönelik Tasarım	101
3.8. Süreç Tasarımı	101
3.9. Süreç Türleri	102
3.10. Süreç Seçimi	104
3.10.1. Sürekli Süreç	104
3.10.2. Kesikli Süreç	105

3.10.3. Proje Türü Süreç	105
3.11. Ürün Çözümlenmeleri	106
3.11.1. Kurgu Çiziti	106
3.11.2. İşlem Süreç Çiziti	106
3.11.3. İş Akımı Çiziti	107
3.12. Donanım Araçlarının Seçimi	107
3.13. İş Tasarımı	107
3.14. Süreç Tasarımının Çıktıları	109
3.15. Yapılsın - Alınsın Kararlarının Verilmesi	110
3.16. Özet	112
3.17. Sorular	112
<b>Bölüm 4. Kapasite Seçimi ve Planlaması</b>	<b>115</b>
4.1. İşletme Büyüklüğü ve Kapasite	117
4.2. Kapasite Seçimini Etkileyen Etmenler	118
4.3. Kapasite Türleri	119
4.3.1. Kuramsal Kapasite	119
4.3.2. Normal Kapasite	120
4.3.3. Zorlanmış Kapasite	122
4.3.4. Gerçek Kapasite	123
4.3.5. Aylak Kapasite	124
4.3.6. Diğer Kapasite Türleri	125
4.4. Normal Kapasiteyi Etkileyen Etmenler	126
4.5. Kapasite Planlaması	128
4.6. Kapasite Planlamasının Temel Belirleyicileri	131
4.7. Kapasite Planlamada Zaman Kavramı	133
4.8. Üretim ve Kısa Dönemde Kapasite Planlaması	133
4.9. Ölçeğe Göre Getiri ve Uzun Dönemde Kapasite Planlaması	136
4.10. Hizmet İşletmelerinde Kapasite Planlaması	139
4.11. Özet	140
4.12. Sorular	141
<b>Bölüm 5. Yer Seçimi</b>	<b>143</b>
5.1. Yer Seçimi Sorununu Doğuran Nedenler	144
5.2. Yer Seçimi İlkeleri	145
5.3. Yer Seçimini Etkileyen Etmenler	146
5.4. Yer Seçimi Süreci	150
5.4.1. Ülke Seçimi	151
5.4.2. Bölge Seçimi	152
5.4.3. Yöre Seçimi	152
5.4.4. Arsa Seçimi	152

5.5. Yer Seçiminde Kullanılan Teknikler	153
5.5.1. Histogram Tekniği	154
5.5.2. Gelir Oranı Karşılaştırması Tekniği	156
5.5.3. Ölçülemeyen Etmenlerin Sayısallaştırılması Tekniği	156
5.5.4. Ölçülebilen ve Ölçülemeyen Maliyet Etmenlerinin Değerlendirilmesi	159
5.5.5. Boyut Çözümlemesi	159
5.5.6. Başabaş (Sıfır Kâr) Noktası Tekniği	161
5.5.7. Ulaştırma Maliyetlerinin Enküçüklenmesi Tekniği	162
5.5.7.1. Zikzaklı Uzaklık Varsayımına Göre Hesaplama	163
5.5.7.2. Düz Uzaklığın Karesi Varsayımına Göre Hesaplama	164
5.5.8. Ulaştırma Modeli	165
5.6. Özet	168
5.7. Sorular	168
Kaynakça	171
<b>KISIM II. Malzeme Devinimi İşlevi ve Maliyetleri</b>	<b>173</b>
<b>Bölüm 6. Malzeme Devinimi İşlevi</b>	<b>175</b>
6.1. Malzeme Devinimi ile İlgili Kavramlar	176
6.1.1. Malzeme	176
6.1.2. Malzeme Devinimi	177
6.1.3. Devinimle İlgili Diğer Kavramlar: Ulaşım, Aktarma, Birim Yük	179
6.2. Malzeme Devinimi Etkinlikleri	181
6.3. Malzeme Devinimi Etkinliklerinin Bölümlenmesi	183
6.3.1. Belirgin Malzeme Devinimi Etkinlikleri	183
6.3.2. Karışık Malzeme Devinimi Etkinlikleri	183
6.3.3. Fiziksel Dağıtım İşlevi Olarak Nitelenen Devinim Etkinlikleri	185
6.4. Malzeme Devinimi Etkinliklerinin Üretim İşlevi Açısından Yararları	186
6.5. Malzeme Devinimi Araçları	187
6.5.1. İleteçler	187
6.5.2. Vinçler ve Ağır Yük Asansörleri	195
6.5.3. Endüstriyel Yük Araçları	196
6.5.4. Diğer Devinim Araçları ve Taşıma Kapları	199
6.6. Malzeme Devinimi Araçlarının Seçimi	200
6.7. Malzeme Devinimi Sistemi Tasarım ve İyileştirme Amaçları	201
6.7.1. Maliyetleri Düşürme	202
6.7.2. Üretim Kapasitesini Artırma	202
6.7.3. Çalışma Koşullarını Geliştirme	205
6.7.4. Malzeme Kaybını Önleme	205
6.7.5. Dağıtım Geliştirme	205



6.8. Malzeme Devinimi İlkeleri	206
6.9. Malzeme Devinimi Sisteminin Tasarımı	207
6.10. Özet	209
6.11. Sorular	209
<b>Bölüm 7. Malzeme Devinimi Maliyet Giderleri ve İşyeri Tasarımı</b>	<b>211</b>
7.1. Malzeme Devinimi Maliyet Giderleri Kavramı	211
7.2. Malzeme Devinimi Maliyet Giderlerinin Saptanma Nedenleri	212
7.3. Malzeme Devinim Maliyetini Belirlemeyi Güçleştiren Etkenler	213
7.4. Malzeme Devinimi Maliyet Giderleri Ayrımı	214
7.4.1. Dolaysız Maliyet Giderleri	214
7.4.1.1. Donatım Giderleri	214
7.4.1.2. İşgücü, Giderleri	217
7.4.2. Genel Maliyet Giderleri	218
7.5. Seçenek Değerlendirilmesinde Etkili Olan Gider Etmenleri	219
7.5.1. Dolaylı Gider Etmenleri	219
7.5.1.1. Yöntem ya da Donatına Bağlı Dolaylı Gider Etmenleri	219
7.5.1.2. Yönetim Etkinliğine Bağlı Dolaylı Gider Etmenleri	220
7.5.2. Belirsiz Gider Etmenleri	221
7.5.2.1. Yöntem ya da Donatıma Bağlı Belirsiz Gider Etmenleri	221
7.5.2.2. Yönetim Etkinliğine Bağlı Belirsiz Gider Etmenleri	221
7.5.3. Soyut Etmenler	223
7.5.3.1. Donatım ya da Yapımcıya Bağlı Soyut Etmenler	223
7.5.3.2. Yönetime Bağlı Soyut Etmenler	223
7.6. Yerleşim Düzeninin Malzeme Devinimi Maliyetini Etkilemesi	224
7.7. Yerleşim Düzenine Göre Değişen Malzeme Devinimi Mal. Hesap.	226
7.7.1. Hesaplama Kullanılan Veriler	227
7.7.2. Yerleşim Düzenine Göre Değişen Devinim Giderleri Hesabı	228
7.7.3. Birim Uzaklıklar için Devinim Maliyetleri Matrisi Hesabı	230
7.8. Özet	233
7.9. Sorular	234
Kaynakça	235
<b>Kısım III. İşyeri/Fabrika Tasarım Süreci</b>	<b>237</b>
<b>Bölüm 8. İşyeri Tasarım Süreci ve Bilgilerin Toplanması</b>	<b>239</b>
8.1. İşyeri ve Yerleşim Düzeni Tasarım Süreci	239
8.2. İşyeri ve Yerleşim Düzeni Tasarımı Sorununun Tanımlanması	240
8.2.1. Sorunun Belirlenmesi	240
8.2.2. Sorun Alanının Belirlenmesi	243
8.2.2.1. İşyeri ve Yerleşim Düzeni Tas. Sis. Temel Öğeleri	243
8.2.2.2. İşyeri ve Yerleşim Düzeni Tasarım Evreleri	245

8.2.2.3. Sorun Alanı	247
8.2.3. Amacın Belirlenmesi	248
8.2.4. Varsayım ve Sınırlamaların Belirlenmesi	249
8.3. Bilgilerin Toplanması	250
8.3.1. Bilgi Toplama Süreci	250
8.3.2. Bilgi Türleri (Ü,N,R,D,Z)	250
8.4. Özet	252
8.5. Sorular	252
<b>Bölüm 9. Sorunun Çözümlemesi: Malzeme Akımı ve Etkinlik İlişki Çözümlemeleri</b>	<b>255</b>
9.1. Sorunun Çözümlemesi	255
9.2. Nicelik-Çeşit Çözümlemeleri ve Yerleşim Düzeni Türleri	256
9.2.1. Değişmez Konumlu Yerleşim Düzeni	257
9.2.2. Ürüne Göre Yerleşim Düzeni	259
9.2.3. İşleme Göre Yerleşim Düzeni	262
9.2.4. Grup Teknolojisi/Hücreyel Üretim Yerleşim Düzeni	263
9.3. Malzeme Akımı Çözümlemeleri	267
9.3.1. Çizgesel Araçlarla Malzeme Akımlarının Çözümlemesi	267
9.3.2. Gezi Çizelgesiyle Malzeme Akımı Niceliklerinin Belirlenmesi	271
9.3.2.1. Gezi Çizelgesinin Anlam ve Önemi	271
9.3.2.2. Gezi Çizelgesinin Özellikleri	272
9.3.2.3. Malzeme Akımı Ölçü Birimi (Birim Yük)	273
9.3.2.4. Gezi Çizelgesinin Hazırlanmasında Temel Alman Bilgiler	274
9.3.2.5. Gezi Çizelgesinin Hazırlanması	276
9.3.2.6. Gezi Çizelgesinin Kullanım Alanları	278
9.3.3. Malzemelerin Genel Akış Biçimlerinin Belirlenmesi	278
9.3.3.1. Kurgu (Montaj) Hattı Malzeme Akımı Biçimleri	280
9.3.3.2. Yatay Üretim Hattı Malzeme Akımı Biçimleri	280
9.3.3.3. Dikey Üretim Hattı Malzeme Akımı Biçimleri	281
9.4. Etkinlik İlişki Çözümlemelerinin Yapılması	283
9.4.1. Etkinlik İlişkilerinin Anlam ve Önemi	284
9.4.2. Etkinlik İlişkilerinin İlişki Çizelgesinde Özetlenmesi	284
9.4.3. Gezi Çizelgesi-İlişki Çizelgesi Dönüşümü	285
9.5. İlişki Çizitinin Hazırlanması	287
9.6. Özet	288
9.7. Sorular	290

<b>Bölüm 10. Alan Gereksinimlerinin Belirlenmesi</b>	<b>293</b>
10.1. Makine Sayılarının Hesaplanması	293
10.1.1. Üretim Niceliklerinin Belirlenmesi	294
10.1.2. Ürüne Göre Yerleştirmede Bölüm Makine Sayısının Hesaplanması	295
10.1.3. İşleme Göre Yerleştirmede Bölüm Makine Sayısı Hesabı	297
10.2. Alan Gereksinimlerinin Hesaplanması	298
10.2.1. Hesaplama Yöntemi	298
10.2.2. Dönüştürme Yöntemi	300
10.2.3. Alan Standartları Yöntemi	301
10.2.4. Kabataslak Yerleştirme Yöntemi	301
10.2.5. Trend (Oranlama) Yöntemi	302
10.3. Eldeki Alanın Dikkate Alınması	302
10.4. Özet	302
10.5. Sorular	303
<b>Bölüm 11. Seçeneklerin Araştırılması</b>	<b>305</b>
11.1. Çözüm Seçeneklerinin Araştırılması Süreci	305
11.2. Alan İlişki Çizitiyle Çözüm Seçeneklerinin Yaratılması	306
11.2.1. Birim Alan Bloklarını Kaydırma Yöntemi	307
11.2.2. Kareli Kâğıt Üzerinde Ölçekli Çizim Yöntemi	307
11.3. Çözümsel Yaklaşımlarla Çözüm Seçeneklerinin Yaratılması	308
11.4. Değiştirici Etkenlerin Dikkate Alınması	309
11.4.1. Malzeme Devinimi Sistemi	310
11.4.1.1. Malzeme Devinimi Sistemi Tasarım Evreleri	310
11.4.1.2. Malzeme Devinimi Tasarım Sisteminin Temel Öğeleri	311
11.4.2. Diğer Etkenler	312
11.5. Sınırlamaların Dikkate Alınması	313
11.6. Özet	313
11.7. Sorular	314
<b>Bölüm 12. Karşılaştırma, Seçim ve Uygulama</b>	<b>315</b>
12.1. Değerlendirme Ölçütlerinin Belirlenmesi	315
12.2. Seçeneklerin Ölçütler Açısından Değerlendirilmesi	317
12.2.1. Değeri Ölçülebilen / Nesnel Ölçütler	318
12.2.2. Değeri Ölçülemeyen / Öznel Ölçütler	318
12.3. Seçeneklerin Karşılaştırılması	319
12.3.1. Maliyet Karşılaştırma Yöntemi	319
12.3.2. Yarar ve Sakıncaların Karşılaştırılması Yöntemi	319
12.3.3. Niteliksel Karşılaştırma Yöntemi	319
12.3.4. Aynı Ölçekte Puanlama Yöntemi	321
12.3.5. Değişik Ölçekte Puanlama Yöntemi	322

12.3.6. Çift Ağırlıklandırma Yöntemi	322
12.3.7. Boyut Çözümlemesi	322
12.4. Eniyi Seçeneğin Belirlenmesi	324
12.5. Ayrıntılı Yerleşim Düzeni Tasarımının Yapılması	325
12.6. Çözümün Uygulanması İzlenmesi ve Düzeltilmesi	325
12.6.1. Yerleşim Planlarının Uygulanması	325
12.6.2. İzleme	325
12.6.3. Düzeltme	327
12.7. Özet	327
12.8. Sorular	329
Kaynakça	331
<b>Kısım IV. Bütünsel Tasarım ve Yerleşim Sorunları İle İlgili Model ve Teknikler</b>	<b>333</b>
<b>Bölüm 13. Egemen Ürünü Temel Alan Model ve Teknikler</b>	<b>335</b>
13.1. Bütünsel İşyeri ve Yerleşim Düzeni Tasarım Sorunları	335
13.2. Bütünsel Tasarım Model ve Teknikleri	336
13.3. Modellerde Temel Alınan Etkinlik Ölçüsü	337
13.4. Model ve Tekniklere İlişkin Varsayımlar	337
13.5. Egemen Ürünü Temel Alan Model ve Teknikler	337
13.5.1. Çizgesel Model ve Teknikler	338
13.5.2. Gezgin Satıcı Modeli (GSM)	338
13.5.2.1. Gezgin Satıcı Modeli ve Yerleşim Düzeni Sorunu	338
13.5.2.2. Etkinlik Matrisi	339
13.5.2.3. Gezgin Satıcı Modelinin Kurulması	340
13.5.2.4. Gezgin Satıcı Modeli Çözüm Algoritmaları	343
13.5.2.5. <i>Shapiro</i> 'nun Dallandırıp Sınırlama Algoritması	343
13.6. Özet	348
13.7. Sorular	349
<b>Bölüm 14. Tüm Ürünleri Temel Alan Çizgesel Model ve Teknikler</b>	<b>351</b>
14.1. Tüm Ürünleri Temel Alan Model ve Teknikler	351
14.2. Çizgesel Model ve Teknikler	352
14.3. Sıra Çözümlemesi	352
14.4. Sargı Çözümlemesi	356
14.5. Gezi Çizelgesi Yöntemi	357
14.5.1. Varsayım ve Sınırlamaların Belirlenmesi	358
14.5.2. Gerekli Bilgilerin Toplanması	359
14.5.3. Başlangıç Yerleşim Düzeni Planının Belirlenmesi	359
14.5.4. Gezi Çizelgesinin Varsayımlara Göre Düzenlenmesi	359
14.5.5. Yerleşim Planının İdeal ve Gerçek Etkinliklerinin Belirlenmesi	360

14.5.6. Yerleşim Düzeni Planının İyileştirilmesi	362
14.5.7. Yöntemin Yinelenecek Daha İyi Çözümlerin Bulunması	363
14.6. Sezgisel Çizge Yöntemi	365
14.6.1. Modelin Kurulması	365
14.6.2. Sezgisel Çizge Çözüm Tekniği	367
14.7. Özet	371
14.8. Sorular	372
<b>Bölüm 15. Tüm Ürünleri Temel Alan Matematiksel Model ve Teknikler</b>	<b>375</b>
15.1. Kareli Tamsayı Programlama Modeli	375
15.2. Kareli Tamsayı Programlama Modeli Çözüm Teknikleri	377
15.3. <i>Gavett ve Plyter</i> Tekniği	378
15.4. <i>Wimmert</i> Tekniği	387
15.5. Özet	388
15.6. Sorular	389
<b>Bölüm 16. Bilgisayar Çözümlü Sezgisel Model ve Teknikler</b>	<b>391</b>
16.1. Genel Olarak Bilgisayar Çözümlü Model ve Teknikler	391
16.2. Model ve Tekniklerin Karşılaştırılması	393
16.3. CRAFT: Olanakların Bilgisayarla Görelî Yerleştirilmesi Tekniği	393
16.3.1. CRAFT'ın Varsayımları	394
16.3.2. CRAFT Bilgisayar Programının Girdileri	394
16.3.3. CRAFT Algoritmasının Matematiksel Temelleri	397
16.3.4. CRAFT Algoritması	401
16.3.5. CRAFT'a Yapılan Eleştiriler	402
16.3.6. CRAFT Tekniğinde Yeni Boyutlar	402
16.3.7. Bilgisayar Uygulama Örneği	405
16.3.8. Elle Çözüm Örneği	406
16.4. CORELAP: İlişki Çizelgesine Göre Bilgisayarla Yerleşim Planlaması	412
16.4.1. CORELAP'ın Varsayımları	413
16.4.2. CORELAP'ta Kullanılan Terimler	413
16.4.3. CORELAP'ın Sezgisel Yaklaşımı	417
16.4.4. Programın Girdileri	421
16.4.5. Programın Çıktıları	422
16.5. ALDEP	428
16.5.1. ALDEP'in Genel Yaklaşımı	428
16.5.2. Programın Girdileri	428
16.5.3. ALDEP'in Yöntemi	429
16.6. Özet	430
16.7. Sorular	430
Kaynakça	433

<b>Kısım V. İşyerine Olanak Katılması Sorunlarıyla ilgili Model ve Teknikler</b>	<b>437</b>
<b>Bölüm 17. Tekli Olanak Katılımı Model ve Teknikleri</b>	<b>439</b>
17.1. Olanak Katılması Sorunları	439
17.2. Bir Olanığın Katılması Modeline Uyan Sorunlar	440
17.3. Tekli Olanak Katılımı Genel Modeli	440
17.4. Zikzaklı Uzaklık Modeli	442
17.4.1. Modelin Varsayımları	442
17.4.2. Eniyi Yerleştirme Noktasının Araştırılması	442
17.4.3. Çözüm Yöntemi	447
17.4.4. Eşmaliyet Eğrileri	448
17.4.5. Zikzaklı Uzaklık Modeli Çözüm Algoritması	449
17.5. Ağırlık Merkezi Modeli	453
17.6. Düz Uzaklık Modeli	455
17.6.1. Modelin Varsayımları	456
17.6.2. Eniyi Yerleştirme Noktasının Saptanması	456
17.6.3. Diğer Çözüm Yöntemleri	459
17.6.4. Eşmaliyet Eğrilerinin Bulunması	460
17.7. Özet	461
17.8. Sorular	461
<b>Bölüm 18. Çoklu Olanak Katılımı Model ve Teknikleri</b>	<b>463</b>
18.1. Çok Olanığın Bağımsız ve Ayrık Ol. Katılması: Doğ. Atama Modeli	463
18.1.1. Sorunun ve Modelin Genel Olarak Açıklanması	463
18.1.2. Doğrusal Atama Modelinin Kurulması	467
18.1.3. Doğrusal Atama Modeli Çözüm Algoritması	468
18.1.4. Doğrusal Atama Modelinin Kapsamının Genişletilmesi	469
18.1.5. Modelin Yetersizlikleri ve Önlemler	470
18.2. Çok Olanığın Göreli ve Sürekli Olarak Katılması Modeli	470
18.2.1. Sorunun Genel Olarak Açıklanması	471
18.2.2. Genel Modelin Kurulması	471
18.2.3. Zikzaklı Uzaklık Modeli	472
18.2.4. Düz Uzaklığın Karesi Modeli	476
18.2.5. Düz Uzaklık Modeli	476
18.3. Sonuç	479
18.4. Özet	483
18.5. Sorular	483
<b>Kaynakça</b>	<b>487</b>
<b>Dizin</b>	<b>693</b>

## Önsöz

Olumlu bir fizibilite çalışması ile desteklenmiş her girişim fikrinin ardından, bu fikrin yaşama geçirilmesiyle ilgili bir dizi teknik ve ekonomik nitelikli çalışmadan oluşan bir sürece geçilir. Yatırım fikrini, mal veya hizmet üretmeye yönelik olarak somutlaştıran bu sürece, *işyeri/fabrika tasarımı* ya da *tesis tasarımı ve planlaması* çalışmaları adı verilir. Öte yandan *işyeri* kavramı, mal veya hizmet üretilen tüm işletmelerin somut yapısını kapsadığından, mal üretiminin yapıldığı *fabrika* ya da *atölye* kavramlarından daha geniş kapsamlı bir sözcüktür. Kitapta ele alınan ilke ve yaklaşımlar temelde hem mal hem de hizmet üretimi tesisleri için geçerli olduğundan başlıkta *işyeri* sözcüğü özellikle vurgulanmıştır.

Bu kitapta öncelikle bir süreç ve bilgi akışı içinde işyeri/fabrika kuruluş çalışmaları bütünsel bir yaklaşımla ele alınmış, daha sonra da en kapsamlı tasarım ve yerleşim sorunu oluşturan “yeni bir işyerinin tasarımı ve yerleşim düzeni” sorunu incelenmiştir. Kitapta ayrıca, kurulu işletmelerde karşılaşılan çeşitli tasarım ve yerleşim sorunlarının da nasıl çözüleceğine yer verilmiştir. Çalışmada, işyeri içi malzeme hareketlerinin yoğun olduğu işletmelerin tasarım ve yerleşim sorunları ön plana alınmakla birlikte, yaklaşımın sınırları karargâh, okul, hastane gibi hizmet işletme ve kuruluşlarının tasarım ve yerleşimini kapsayacak biçimde geniş tutulmuştur.

İşyeri/fabrika tasarımı ve yerleşim düzeni, türü ne olursa olsun bir işletmenin kuruluşuyla ilgili olarak yapılması gereken bir dizi çalışmadan önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bir işletmede tasarım çalışmalarını etkili bir biçimde gerçekleştirilebilmesi için soruna *sistem yaklaşımı* içinde eğilmek gerekir. Bu da, işyeri tasarımı ve yerleşim planlama çalışmalarının *kuruluş çalışmaları* bütünü içindeki yerinin anlaşılmasını ve bu bütün içindeki karşılıklı etkileşimlerin göz önünde bulundurularak tasarımın gerçekleştirilmesini zorunlu kılar. Bu amaçla *birinci kısımda*, kuruluş çalışmaları genel olarak incelenerek başlıca kuruluş çalışmaları arasında nasıl bir veri alışverişi olduğu ve dolayısıyla tesis ve yerleşim düzeni sisteminin tasarımı için gereken verilerin nasıl yaratıldığı, bir bütünlük içinde ele alınmıştır. Yine *birinci kısımda*, işyeri/fabrika tasarımı ve yerleşim düzeni planlama çalışmaları içinde *ön işlev* konumunda olan “Pazar araştırması ve istem öngörüleme”, “ürün ve süreç tasarımı”, “kapasite seçimi ve planlaması” ve “yer seçimi” konuları ayrı bölümler olarak incelenmiştir.

Endüstri türüne göre değişmek üzere, üretim maliyetinin %20 ile %50’sini *malzeme devinimi maliyeti* oluşturmaktadır. Malzeme devinimi maliyetinin oranı ise yerleşim düzeninin biçimiyle yakından ilgili bulunmaktadır. Çünkü malzeme taşıma uzaklığı, işyeri içinde bölümlerin, bölüm içinde de makine ve diğer olanakların birbirlerine göre yerlerine bağlı olduğundan; taşıma uzaklığının bir işlevi olan malzeme devinimi maliyeti de yerleşim düzeninin biçimine göre değişmektedir. Bu nedenle, bir kez ya da uzun aralıklarla yapılan ve toplam devinimi maliyeti üzerinde önemli ve kalıcı bir etki yaratan yerleşim

düzeni tasarımında ilk amaç, malzeme devinimi maliyetinin enküçüklenmesidir. Üstelik bu amaç, diğer yerleştirme amaçlarının da gerçekçi bir temsilcisi olduğu gibi, aynı zamanda değişik yerleşim düzeni seçeneklerinin karşılaştırılması bakımından da iyi bir ölçüt oluşturmaktadır. Bu amaçla **ikinci kısımda** “malzeme devinimi işlevi” ile ilgili kavramlar, etkinlikler, araçlar **bir bölüm olarak** ele alındıktan sonra, “malzeme devinimi maliyet giderlerinin türleri”, yerleşim düzeni tarafından etkilenen malzeme devinimi maliyet giderleri ile bu giderlerin hesaplanması **ayrı bir bölüm olarak** incelenmiştir.

**Üçüncü kısımda** ise ilk iki kısımda elde edilen bilgilerin ışığında, **işyeri/fabrika tasarımı ve yerleşim düzeni planlaması süreci**'nin hangi aşamalardan ve ne gibi işlemlerden geçilerek gerçekleştirileceği sistem yaklaşımıyla kapsamlı olarak incelenmiştir. Üçüncü kısım tesis tasarım sürecinin aşamalarına bağlı olarak **beş bölüm halinde** ele alınmıştır.

Kısımda, tesis ve yerleşim düzeni tasarım süreci, sistem yaklaşımının bir gereği olarak “işyeri sistemi” genelinden “bölüm alt sistemleri” özeline doğru gelişen bir akış içinde ardışık olarak uygulanarak, blok yerleşim planı ile bölüm içi yerleşim planlarının elde edilmesi incelenmiştir. Tasarım sürecinde, *malzeme devinimi maliyet ve etkinliklerini enküçüklemeyi ya da aralarında yoğun ilişkiler bulunan olanakların (bölüm, donanım araçları vb.) komşu yapılmasını* amaçlayan bir yaklaşım izlenmiştir. Bununla birlikte seçeneklerin araştırılması aşamasında, bu yolla ortaya koyulan yerleşim düzeni planlarının, diğer yerleşim düzeni amaçlarıyla, var olan sınırlama ve olanaksızlıkları da gözeterek biçimde değiştirilerek geliştirilmesine olanak verilmiştir. İzlenen tasarım süreci bu özelliğiyle, öngörülen tüm tesis tasarımı ve yerleşim düzeni amaçlarını gözetken, dengeli ve gerçeklere uyan yerleşim düzeni seçeneklerinin yaratılmasına olanak vermektedir ki bu durum da sistem yaklaşımının bir gereğidir. Öte yandan, “en uygun seçeneğin belirlenmesi” aşamasında ölçülebilen ve ölçülemeyen tesis tasarımı ve yerleşim düzeni ölçütlerini hesaba katmayı gerektiren seçim tekniklerinin önerilmiş olması da, tasarım sürecinin bir bakıma “çok amaçlı ve çok ölçütlü olma” özelliğini pekiştirmiştir.

Yine bu kısmın “çözüm seçeneklerinin araştırılması” bölümünde çeşitli “çözümsel” (analitik) ve “çizgesel” (grafiksel) yaklaşımların, amacı gerçekleyen yerleşim düzeni plan seçeneklerinin yaratılması amacıyla ayrı ayrı ya da bütünleştirilerek nasıl kullanılacağına da değinilmiştir. Tasarım sürecinin çok önemli olan bu aşamasına çözüm getiren *çözümsel ve çizgesel model ve tekniklerin* ayrıntılı olarak incelenmesi **dördüncü ve beşinci kısımlara** bırakılmıştır.

**Dördüncü kısımda**, bir işyerinin bütün olarak tasarımı ve yerleştirilmesi sorunları ile ilgili model ve teknikler **dört bölüm** olarak; **beşinci kısımda** da işyerine yeni olanakların katılmasıyla ilgili tasarım ve yerleşim sorunlarında kullanılacak model ve teknikler de **iki bölüm** halinde ele alınmıştır.

Dört ve beşinci kısımlarda ele alınan model ve teknikler çözümsel ya da çizgesel nitelikli olup, **model ve tekniklerin örnek çözümlerle uygulamalı olarak verilmesine** özen gösterilmiştir. Bu arada, yerleşim düzeni tasarımında kullanılan **bilgisayar programları** da **dördüncü kısmın son bölümünde** tanıtılmış ve daha sonra, geliştirici nicel algoritmaların



iyi bir örneğini oluşturan CRAFT tekniği ile kurucu nitel algoritmaların en iyilerinden olan CORELAP ve ALDEP teknikleri ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Yararlanılan çözümsel yaklaşımlar genelde **kuralcı** olup bazı kısıt koşulları altında malzeme devinimi maliyetini enküçüklemeyi amaçlayan modellerdir. Çizgesel yaklaşımlarla bazı niceliksel yaklaşımlar ise **tanımsal** model özelliği göstermektedirler.

Özetle bu kitabımızda, önce genel olarak işyeri/fabrika kuruluş çalışmaları ile ön tasarımı işlevleri ayrıntılı olarak incelenmiş; daha sonra da işyeri/fabrika tasarımı ve yerleşim düzeni planlaması süreci, sistem yaklaşımıyla işyeri bütününden bölüm özeline giden, geniş bir amaçlar yelpazesini gözeten, çözümsel ve çizgesel yaklaşımları bütünleştiren, örnekli ve kapsamlı bir tasarım süreci olarak ele alınmıştır.

**Beş kısımdan her birinin sonunda, yararlanılan kaynaklar numaralı olarak verilmiş;** alıntılar, kaynak ve sayfa numaralarıyla metinde araç içinde belirtilmiştir.

İşyeri/fabrika planlaması ve yerleşim düzeni tasarımı konusunda Türkçe Literatürün gelişmekte oluşunu ve Türkiye’de fabrika kurma kültürü ile teknik bilginin zenginleşmesi konusunda duyulan gereksinimi gözönünde bulundurarak bu çalışmanın yararlı olacağını umuyoruz.

Kitabın yararlı olması dileğiyle.

**Prof. Dr. Kenan ÖZDEN**  
**Haliç Üniversitesi Müh. Fakültesi**  
**Endüstri Mühendisliği Bölümü**

**Prof. Dr. Sami ERCAN**  
**Arel Üniversitesi Müh. Fakültesi**  
**Endüstri Mühendisliği Bölümü**

## Açıklamalar

- 1. ALINTILAR:** *Metin içinde verilen alıntuların kaynakları, metin içindeki numarasına göre her kısmın sonunda numaralı olarak verilmiştir.*
- 2. ŞEKİLLER :** *Şekil numaraları da benzer biçimde kısımlara göre verilmiştir. Örneğin II. Kısımdeki 5. Şeklin numarası Şekil-2.5 biçiminde gösterilmiştir.*
- 3. ÖZETLER :** *Kitapta yer alan 18 bölümün her birinin sonuna bölüm özeti eklenmiştir*
- 4. SORULAR :** *Her bölümün sonunda bölümle ilgili tartışma soruları ve problemler yer almıştır.*

## Kısaltmalar

- GSM** : Gezgın Satıcı Modeli
- MD** : Malzeme Devinimi (***Devinim***; *handling, manipulation* sözcüklerinin karşılığı olup taşıma, aktarma, ulaştırma ve hareket anlamlarında kullanılmıştır)
- MDM** : Malzeme Devinim Maliyeti
- MDMG** : Malzeme Devinimi Maliyet Giderleri
- YD** : Yerleşim Düzeni
- YDT** : Yerleşim Düzeni Tasarımı