

Bilgisayar Mühendisliği ve Yazılım Tasarımında

# Veri Yapıları ve Algoritmalar

Rifat ÇÖLKESEN

(Ph.D, Bilgisayar Yüksek Mühendisi)



© Papatya Yayıncılık Eğitim  
Bilgisayar Sis. San. ve Tic. A.Ş.

Ankara Caddesi, Prof. Fahreddin Kerim Gökay Vakfı İşhanı Girişi,  
No: 11/3, Cağaloğlu (Fatih) / İstanbul

Tel : (0 212) 527 52 96 - (0 532) 311 31 10  
Faks : (0 212) 527 52 97  
e-Posta : admin@papatya.gen.tr  
Web : www.papatya.gen.tr

**Veri Yapıları ve Algoritmalar – Dr. Rifat ÇÖLKESEN**

7. Basım Ekim 2010  
8. Basım Ocak 2013 Güncellenmiş ve Genişletilmiş  
9. Basım Şubat 2014 Tıpkı Basım

Yayın Danışmanı : Dr. Cengiz UĞURKAYA (Post-Edu Enstitüsü)  
Öğrenci Gözüyle : Batuhan AVCI (Bilgisayar Mühendisliği)  
Üretim : Olcay KAYA  
Pazarlama : Ziya ÇÖLKESEN  
Satış : Mustafa DEMİR  
Sayfa Düzenleme : Papatya & Kelebek Tasarım  
Kapak Tasarım : Papatya & Kelebek Tasarım  
Basım ve Ciltleme : Pasifik Ofset Ltd. Şti. (Sertifika No:12027)  
Cihangir Mah. Güvercin Cad. No:3/1, Baha İş Mrk.  
Haramidere; Avcılar/İstanbul (0212 412 17 77)

© 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.

Lütfen kitabımızın fotokopi yöntemiyle çoğaltılmasına engel olunuz. Fotokopi hızsızlıktır.

Çölkesen, Rifat.

Veri Yapıları ve Algoritmalar / Rifat Çölkesen – İstanbul: Papatya Yayıncılık Eğitim, 2014  
xviii, 480. ; 24 cm

Kaynakça ve dizin var.

ISBN 978-975-6797-23-5

1. Yazılım Tasarımı 2. Veri Modelleri 3. Bağlantılı Liste 4. Graf Teorisi 5. Sıkıştırma  
Algoritmaları 5. Ağaçlar I. Title

**QA76.9 .D35 C64 2002**

Bu kitabımı,  
“veri yapıları ve algoritmalar” adını  
ilk kez onun ağzından duyduğum  
saygıdeğer hocam  
*Prof. Dr. Nadir Yücel’e*  
ve sevgili aileme  
ithaf ediyorum.

# Teşekkür

Öğrenciliğim sırasında veri yapıları ve algoritmalarla ilgili konularla karşılaşınca, bir süre şaşırđım; bunlar ne işe yarayacak diye düşündüm. Sanki programlama dilini bilince tasarım yapılabilecekmiş gibi geliyordu. Daha sonra, *Veri Yapıları ve Algoritmalar* dersini Prof. Dr. Nadia Erdoğan'dan aldım, ardından Prof. Dr. Nadir Yücel tarafından verilen *Algoritma Analizi* dersini alınca algoritmik düşünce sistemine geçtiğimi hissettim. Gerçekten de bilgisayar biliminde algoritmik modelleme yapılabilmesi için veri yapıları ve algoritmalar ile algoritma analizi konuları oldukça önemli. Bu nedenle, her şeyden önce hocalarım,

*Prof. Dr. Nadir Yücel'e ve  
Prof. Dr. Nadia Erdoğan'a*

teşekkür ederim. Böylesi bir eseri hazırlamak gerçekten çok zormuş; başladığım işi yarım bırakmamak düşüncesiyle bitirdim, başlamamış olsaydım bitirmeyecektim. Öğrenciliğim sırasında hep böylesi bir kitabın eksikliğini duydum. Bu eserin hazırlanması sırasında arkadaşlarımla, meslektaşlarımla, hocalarımla ve sevgili öğrencilerimin çok yardımları oldu; onlar olmasa idi, sanırım hata sayısı fazla olurdu. Dolayısıyla yardımları olan, destekleyen herkese teşekkür ederim.

Ayrıca, bölümleri dikkatlice okuyan, programları sınavan, öneriler getiren ve üstelik bazı kaba-kodların C dili karşılıklarını tasarlayan öğrencilerim (şimdi ise meslektaşlarım),

*Sevgili Serkan Sardroudi, Sevgili Hasan Milli'ye,*

kitabın geneli hakkında görüşlerini söyleyen, katkılar veren, meslektaşlarım/arkadaşlarım,

*Ahmet Acar'a, Yasin Kaplan'a, Onur Kardeş'e ve Suat Koyuncu'ya,*

genel olarak beni aydınlatan ve yol gösteren hocalarım,

*Prof. Dr. Bekir Karaoğlu'na (fizik), Prof. Dr. M.Sait Eroğlu'na (matematik),  
Prof. Dr. Hamit Serbest'e (elektronik mühendisliği),*

Türk dili açısından görüşlerini aldığım *Nami Mutlu'ya* ve zaman zaman terim ve sözcükler konusunda danıştığım dilbilimin ustası *Yusuf Çotuksöken* ağabeyimize ve bilgisayar mühendisliği öğrencisi gözüyle kitabı okuyup önerilerini sunan *Batuhan Avcı'ya*, ayrıca teşekkür ederim. *Her şeyin gönlimüzce olması dileğiyle,*

**Dr. Rifat ÇÖLKESEN**

# İçindekiler

Önsöz	xiii
Kitap Hakkında	xiv
Kısaltma ve Temel Simgeler	xvi
<b>Bölüm 1. Bilgisayar Yazılım Dünyası</b>	<b>19</b>
Yazılım ve Program	20
Program Kodu	20
Donanım ve Bellek	21
İşletim Sistemi	22
Veri Yapısı ve Veri Modeli	24
Algoritma	25
Program Çalışma Hızı ve Büyük O	26
Programın Bellek Gereksinimi	27
İşlemci, Mikroişlemci	28
Makina Kodu ve Assembly Dili	28
Programlama Dilleri	29
Görsel Programlama Dilleri	30
Veritabanı ve SQL: ORACLE, SYBASE, MySQL	30
Böl ve Yönet Yaklaşımı	31
Kullanıcı/Sunucu Mimarisi	31
AĞ Programlama	32
İnternet ve TCP/IP Hizmetleri	33
Kıyaslama ( <i>Benchmarking</i> )	33
Yazılım Modelleme Dilleri	33
Sorular	34
<b>Bölüm 2. Algoritmik Yaklaşımında C Dili Esnekliği ve Özellikleri</b>	<b>37</b>
2.1. C Dilinde Bilinmesi Gerekenler	38
C Dili Anahtar Sözcükleri	39
Bir C Programı	40
Yığın Kullanımı	41
2.2. Bellek Düzeni ve Diziler	42
2.2.1. Dizi Bildirimi	43
2.2.2. Matris Bildirimi	44
2.2.3. Çok Boyutlu Diziler	44
2.2.4. Dizilere Başlangıç Değeri Verilmesi	44
2.3. Yapısal Veri Tanımlaması: Topluluk ve Ortaklık	46
2.3.1. Topluluk Deyimi	46
2.3.2. Ortaklık Deyimi	48

2.4. İşaretçiler	50
2.5. İşaretçi ve Diziler Arasındaki İlişki	52
2.6. Dinamik Bellek Kullanımı	53
2.7. Fonksiyon Çağırma Yöntemleri	55
2.8. Fonksiyona Parametre Aktarımı	57
2.9. Rekürsif Fonksiyonlar	58
2.10. Disk ve Saklama Birimlerine Erişim	61
Metin Dosyası - İkili Dosya	62
Dosya Açma ve Erişim Fonksiyonları	62
Standart Giriş ve Çıkışlar	63
2.10.1. Üst Düzey Dosya Erişimleri Örnek Uygulamalar	64
2.10.2. Alt Düzey Dosya Erişimleri Örnek Uygulamalar	72
2.11. Proje Çalışmaları	75
2.12. Özet	76
2.13. Sorular	76
<b>Bölüm 3. Veri Yapıları ve Modelleri</b>	<b>79</b>
3.1. Veri Yapıları ve Özellikleri	81
3.1.1. Temel Veri Yapıları	84
Karakter Veriler (ASCII, Ünikod)	85
Tamsayı (Doğal, Bire Tümlen, İkiye Tümlen, BCD)	87
Kesirli Sayı (Kayan Noktalı-IEEE 754)	90
Sözce/Sözcük	93
Dizi/Matris	95
3.1.2. Tanımlamalı Veri Yapıları	96
Topluluk Oluşturma	97
Ortaklık Oluşturma	97
bit Düzeyinde Erişim	98
Topluluk, Ortaklık Üzerine Çeşitli Örnekler	98
3.2. Veri Modeli Türleri	99
3.2.1. Bağlantılı Liste Veri Modeli	101
3.2.3. Ağaç Veri Modeli	102
3.2.3. Graf Veri Modeli	104
3.2.4. Durum Makinası Veri Modeli	104
3.2.5. Veritabanında İlişkisel Veri Modeli	105
3.2.6. Ağ Veri Modeli	106
3.3. Proje Çalışmaları	107
3.4. Özet	107
3.5. Sorular	108

<b>Bölüm 4. Algoritmik Program Tasarımı ve Akış Şemaları</b>	<b>111</b>
4.1. Program ve Yazılım Tasarımı	112
4.2. Algoritma Tasarımı	113
Algoritmik ve “ <i>Heuristic</i> ” Yaklaşımlar	114
Kaba Kod ve Gerçek Kod	114
Akış Şemaları	115
Nesneye Dayalı Yaklaşımda Algoritma Tasarımı	115
Algoritma ve İlişki Tanımlaması için Çeşitli Yöntemler	115
UML Diyagramları	116
4.3. Akış Şemaları	117
4.3.1. Çeşitli Akış Şemaları Örnekleri	125
4.3.2. N-S ( <i>Nassi-Schnederman</i> ) Şemaları	142
4.3.3. W-O ( <i>Warnier-Orr</i> ) Diyagramları	144
4.4. Proje Çalışmaları	145
4.5. Özet	146
4.6. Sorular	147
<b>Bölüm 5. Program Çalışma Hızı ve Bellek Gereksinimi</b>	<b>151</b>
5.1. Temel Kavramlar	152
Yürütme Zamanı, Zaman Karmaşıklığı, Alan Maliyeti ve Karmaşıklığı	152
Temel Hesap Birimi, En İyi Ortalama, En Kötü Durumlar	153
5.2. Program Çalışma Hızı ve Karmaşıklık	153
Kıyaslama	153
Algoritma Analizi	154
5.2.1. Yürütme Zamanı ( <i>Running Time</i> )	155
5.2.2. Karmaşıklık ( <i>Complexity</i> )	160
5.3. Programın Bellek Gereksinimi	162
Program Kodu İçin Bellek Gereksinimi	163
Veri İçin Bellek Gereksinimi, Yığın Bellek Gereksinimi	163
5.4. Asimtotik Notasyonlar	165
5.5. Proje Çalışmaları	166
5.6. Özet	167
5.7. Sorular	168
<b>Bölüm 6. Sıralama Algoritmaları</b>	<b>171</b>
6.1. Temel Kavramlar	172
6.2. Araya Sokma Sıralaması	173
6.3. Seçmeli Sıralama	175
6.4. Kabarcık Sıralaması	177

6.5. Birleşmeli Sıralama	178
6.6. Kümeleme Sıralaması	180
6.7. Hızlı Sıralama	182
6.8. Algoritmaların Karşılaştırılması	185
6.9. Proje Çalışmaları	185
6.10. Özet	186
6.11. Sorular	186
<b>Bölüm 7. Arama Algoritmaları</b>	<b>189</b>
7.1. Arama Üzerine Temel Kavramlar	190
Dahili Arama, Harici Arama, Anahtar Sözcük	190
7.2. Ardışıl veya Doğrusal Arama	192
Ardışıl Aramada Ortalama Yürütme Zamanını Azaltmak	195
7.3. İkili Arama ( <i>Binary Search</i> )	196
Sıralı Dizi Üzerinde İkili Arama	197
İkili Ağaç Üzerinde İkili Arama	198
7.4. Çırpı Fonksiyonu ( <i>Hash Function</i> )	199
Çatışma Çözümlemesi: Açık Adresleme, Bağlantılama	202
7.5. Metin İçersinde Sözcük Arama	203
7.6. Proje Çalışmaları	204
7.7. Özet	205
7.8. Sorular	205
<b>Bölüm 8. Bağlantılı Listeler ve Uygulamaları</b>	<b>207</b>
8.1. Bağlantılı Liste Kavramları	208
Tek Yönlü Bağlantılı, Çift Yönlü Bağlantılı	210
Çevrimsel Bağlantılı Liste, Karma Bağlantılı Liste	211
İşaretçi Değişkenler ve Bağlantılı Liste	211
8.2. Bağlantılı Listelerin Bellekte Tutulma Biçimleri	212
8.3. Ayırık Alanlarda Bağlantılı Liste Uygulaması	215
8.3.1. Bağlantılı Listeye Ekleme İşlemi	216
8.3.2. Bağlantılı Listeyi Listerleme İşlemi	217
8.3.3. Bağlantılı Listede Arama İşlemi	218
8.3.4. Bağlantılı Listeden Düğüm Silme İşlemi	219
8.4. Tek Yönlü Bağlantılı Liste Uygulaması	221
8.5. Dizi Üzerinde Bağlantılı Liste Uygulaması	225
8.6. İki Yönlü Bağlantılı Liste Uygulaması	228
8.6.1. İki-Yönlü Bağlantılı Listeye Ekleme İşlemi	229
8.6.2. İki-Yönlü Bağlantılı Listeye Listerleme İşlemi	230



8.6.3. İki-Yönlü Bağlantılı Listede Arama İşlemi	231
8.6.4. Silme/Listeden Çıkarma İşlemi	231
8.6.5. Listeyi Dosyada Saklamak	233
8.6.6. Listeyi Dosyadan Okuyup Bellekte Oluşturmak	234
8.7. Proje Çalışmaları	240
8.8. Özet	241
8.9. Sorular	241
<b>Bölüm 9. Yığın ve Kuyruk Yapısı</b>	<b>245</b>
9.1. Yığın Davranışı ve Tasarımı	247
9.1.1. Dizi ile Yığın Tasarımı	248
9.2.2. Bağlantılı Listeyle Yığın Tasarımı	251
9.2. Kuyruk Davranışı ve Tasarımı	253
9.2.1. Dizi Üzerinde Kaydırmalı Kuyruk	254
9.2.2. Dizi Üzerinde Çevrimsel Kuyruk	256
9.2.3. Bağlantılı Liste ile Kuyruk Tasarımı	259
9.3. Öncelikli Kuyruk Çözümleri	260
9.3.1. Bağlantılı Listeyle Öncelikli Kuyruk	261
9.3.2. Kümeleme Ağacıyla Öncelikli kuyruk	261
9.3.3. Araya Sokma Sıralamasıyla Öncelikli Kuyruk	262
9.4. Proje Çalışması	262
9.5. Özet	263
9.6. Sorular	264
<b>Bölüm 10. Ağaç Veri Modeli</b>	<b>267</b>
10.1. Ağaçlar Üzerine Temel Kavramlar	268
10.1.1. Ağaç Üzerinde Bazı Tanımlar	269
10.2. Ağaç Türleri ve Ağaç Üzerindeki İşlemler	271
10.3. Ağaçların Bellek Üzerinde Tutulması	273
Ağaçların Bellekte Tutulması İçin Veri Yapıları	273
10.3.1. Düğüm Bağlantısıyla Ağaç Kurulması ve Veri Yapısı	274
10.3.2. İndis-Bağıntısıyla Ağaç Kurulması ve Veri Yapısı	277
10.4. İkili Ağaçları	281
10.4.1. İkili Ağaç Üzerinde Dolaşma ve Düğümlere Erişim	282
10.4.2. Bağıntı Ağaçları	285
10.4.3. İkili Arama Ağaçları İçin Algoritmalar	287
Düğüm Ekleme Algoritması	287
Düğümlerin Dolaşma Algoritması	288
İkili Arama Ağacında Arama Algoritması	289
Düğüm Silme Algoritması	290

10.5. Dengeli Ağaç ve AVL Ağaç Yapısı	295
10.6. Kümeleme Ağacı	297
10.7. Sözlük Ağacı	298
10.8. Kodlama ve Kodlama Ağaçları	300
10.8.1. <i>Huffman</i> Kodlama Ağacı	302
10.8.2. <i>Shannon-Fano</i> Kodlama Ağacı	305
10.9. Çeşitli Ağaç Şekilleri	306
10.10. Proje Çalışmaları	307
10.11. Özet	308
10.12. Sorular	308
<b>Bölüm 11. Ağaç Veri Modeli Uygulamaları</b>	<b>313</b>
11.1. İkili Arama Ağaç Uygulaması	314
11.2. Kodlama ve Sıkıştırma Ağacı Uygulaması	325
11.3. V.42bis Sözlük Tabanlı Sıkıştırma Algoritması	329
11.3.1. V.42bis Algoritmasının Ayrıntıları	330
11.3.2. V.42bis'in Yazılımla Gerçeklenmesi Yöntemleri	339
11.4. Proje Çalışmaları	345
11.5. Özet	346
11.6. Sorular	346
<b>Bölüm 12. Graf Veri Modeli</b>	<b>349</b>
12.1. Graf Üzerinde Çeşitli Kavramlar ve Tanımlar	350
12.2. Grafların Bellek Üzerinde Tutulma Biçimleri	359
12.2.1. Grafın Matris Üzerinde Tutulması	361
12.2.2. Grafın İki-Dizi Üzerinde Tutulması	367
12.2.3. Grafın Bağlantılı Liste ile Tutulması	368
12.2.4. Grafın Dizili-Bağlantılı Liste ile Tutulması	370
12.3. Grafların Bellekte Tutulma Şekillerin Karşılaştırılması	372
12.4. Graf Üzerinde Dolaşma	374
12.5. Graf Renklendirme	375
12.6. Proje Çalışmaları	379
12.7. Özet	381
12.8. Sorular	381
<b>Bölüm 13. Graf Algoritmaları</b>	<b>385</b>
13.1. Graf Üzerinde Dolaşma Yöntemleri	386
13.1.1. DFS Yöntemi; Önce Derinlik Araması	386
13.1.2. BFS Yöntemi	388

13.2. <i>Greedy</i> Yaklaşımıyla Graf Üzerinde Dolaşma	390
13.3. En Kısa Yol Problemi ( <i>Shortest Path</i> )	393
13.3.1. <i>Dijkstra</i> 'nın Algoritması	395
13.3.2. <i>Bellman</i> ve <i>Ford</i> Algoritması	399
13.3.3. <i>Floyd</i> 'un Algoritması	400
13.4. En Küçük Yol Ağacı Problemi	402
13.4.1. <i>Kruskal</i> 'ın Algoritması	403
<i>Kruskal</i> 'ın Algoritmasının C Diliyle Tasarımı	404
13.4.2. <i>Prim</i> 'in Algoritması	408
13.4.3. <i>Sollin</i> 'in Algoritması	410
13.5. Gezgin Satıcı Problemi ( <i>Travelling Salesman</i> )	412
13.6. Şebeke Akış Problemi ( <i>Network Flow</i> )	413
13.7. Proje Çalışmaları	414
13.8. Özet	416
13.9. Sorular	416
<b>Bölüm 14. Durum Makinası ve Gramer Çözümleme</b>	<b>419</b>
14.1. Durum Makinası Kavramları	421
14.2. Sonlu Durum Makinası	422
14.3. <i>Turing</i> Makinası	432
14.4. Gramer Çözümleme	432
14.4. Proje Çalışmaları	434
14.5. Özet	435
14.6. Sorular	436
<b>Bölüm 15. Veri Sıkıştırma Yöntemleri</b>	<b>439</b>
15.1. Verideki Fazlalıklar	440
15.2. Sıkıştırma Tekniklerine Bir Bakış	443
15.3. İstatistiksel Sıkıştırma Teknikleri	444
15.3.1. Alanda Yöreselliği Azaltan Teknikler	444
15.3.2. Sıklıkta Yöreselliği Azaltan Teknikler	448
15.4. Adaptif veya Dinamik Sıkıştırma Teknikleri	451
15.4.1. Sıklıkta Yöreselliği Azaltan Teknikler	452
15.4.2. Zamanda Yöreselliği Azaltan Teknikler	452
15.5. Proje Çalışmaları	455
15.6. Özet	455
15.7. Sorular	456

<b>Bölüm 16. Yazılım Geliştirme Süreci</b>	<b>457</b>
16.1 Yazılım Mühendisliği ve Yöntembilimler	458
16.1.1. Yazılım Mühendisliği Metodolojileri	458
16.2. Yazılım Mühendisliği Standartları	461
16.3. Analiz, Tasarım ve Geliştirme Süreçleri	462
16.4. Proje Çalışmaları	464
16.5. Özet	464
16.5. Sorular	465
<b>Kaynakça</b>	<b>467</b>
<b>Dizin</b>	<b>473</b>

# Önsöz

Ülkemizde bilişim alanında kitap yazmak iki açıdan diğer alanlara göre çok daha zor ve risklidir. Bir yandan, bu bilim dalındaki başdöndürücü gelişmeler kitapları çok kısa sürede eskitmektedir. Diğer yandan, konu hem akademik ve hem de sektörel olduğundan, iki farklı okuyucu kitlesine birlikte hitap etmenin getirdiği zorluk vardır. Öğrenciler bir ders kitabı formatını isterken, sektör mensupları da daha pratik ve referans türü kitaplar görmek istiyorlar.

İşte böyle zor bir ortamda genç bir yayınevi genç bir akademisyenin bilişim alanında yazdığı kitapları peşpeşe çıkardığında, yayın ve eğitim dünyası için sevinmek gerekir. Papatya Yayıncılık ve yazarı Dr. Rifat ÇÖLKESEN gerek içerik ve gerek formatıyla kitaba değer verdiklerini göstermektedirler. Bu kitapların üretimindeki kalite ve profesyonellik artık okuyucuların özlediği düzeydedir. Bugün kişisel bilgisayarlarda profesyonel masaüstü yayıncılığının tüm olanakları varken, bilgisayar alanında kitap yazarların bundan yararlanmıyor olması düşünülemezdi.

Günümüzde Bilgisayar Mühendisliği, Matematik-Bilgisayar veya İformatik adı altında eğitim yapılan tüm bölümlerde Veri Yapıları ve Algoritmalar dersi artık omurga ders olmuştur. Öğrencinin bu derste iyi yetişmesi o bölümün ciddiliği için esas kriter olmuştur. Kitap bu açıdan, içerik zenginliği ve hacmi ile, hem lisans ve hem de lisansüstü düzeyinde okutulabilecek düzeydedir.

Diğer olumlu gördüğüm bir nokta da Sayın ÇÖLKESEN'in yazdığı kitapların arkasında oluşudur. Bundan önceki kitaplarında olduğu gibi, bilimdeki gelişmelere paralel olarak, uygun aralıklarla kitaptaki konuları güncelleyecek ve okuyucuya destek olacaktır; bunun için gerekli bilgi ve gayreti vardır.

Sayın ÇÖLKESEN'in "Veri Yapıları ve Algoritmalar" adlı yeni kitabına öğrenci ve öğretim üyelerim adına hoşgeldin diyor, ülkemiz eğitim dünyasında yararlı olmasını diliyorum.

**Prof.Dr. Bekir KARAOĞLU**



# Kitap Hakkında

Veri yapıları ve algoritmalar, program tasarımında çoğu zaman eksikliği hissedilen önemli bir konu; yalnız başına bir programlama dili bilmek program, daha genel bir deyişle yazılım geliştirmeye yetmemektedir. Bu kitap, C programlama diline dayanılarak çeşitli veri yapıları ve veri modellerini ele almakta, onlara ait algoritmik ifadeleri incelemekte ve örneklerle açıklamaktadır. Bunlara ek olarak, aslında sistem analizi ve tasarımı veya yazılım mühendisliğinin bir konusu olan yazılım geliştirme süreci eklenmiştir.

Bu kitap, program geliştiren, iş dünyasına yönelik yazılım tasarımları yapan, matematik veya mühendislik problemlerini bilgisayar ortamında modellemek isteyen her düzeyden programcı veya yazılımcılar için bir başvuru kaynağı niteliğindedir.

## Veri Yapıları ve Algoritmalar Dersi

Kitap, aynı zamanda, üniversitelerin bilgisayar mühendisliği, yazılım mühendisliği, matematik-bilgisayar bölümü, bilgisayar programcılığı ve bilişim yönetim sistemleri bölümlerinde okutulan/verilen “Veri Yapıları ve Algoritmalar” dersleri için bir ders kitabı, bir yardımcı kaynak niteliğindedir.

Kitabımızın gerçek konuları aslında Bölüm 3’ten başlamaktadır; önceki iki bölüm bilinmesi gereken konuları özetlemek ve okuyucuyu konuya odaklaştırmak için eklenmiştir.

Program tasarımı ve yazılım geliştirilmesinde, ciddi bir bakış açısı yakalamak isteyenlere önerilir. Konular, bilgisayar bilimcisi açısından ele alınmıştır; amaç veri modellerinin ve onlara ait veri yapılarının açıkça ortaya koyulması ve problemlere çözüm olacak algoritmaların incelenmesidir.

## Mantıksal Düşünce

Kitapta işlenen konular, algoritmalar ve ele alınan örnekler mantıksal çerçevede algoritmik düşünce yaklaşımıyla verilmiştir. Birkaç tanım dışında, önceden kabule dayalı bir anlatım tarzı yoktur. Dolayısıyla, “mantıksal açıdan algoritmik düşünce sisteminize uymayan kısımları veya algoritmaları kabul etmeyiniz”. Bu konuda önerilerinizi veya eleştirilerinizi yazarımıza iletmenizi bekleriz; sizlerden gelecek olan öneriler veya bilgiler aracılığıyla elinizdeki eser daha da gelişip serpilebilir.

## Kitap ve Dersler

Toplam 16 bölümden oluşan kitap, üniversitelerde okutulan “Veri Yapıları ve Algoritmalar” adlı dersin kapsamını zenginleştirecek özelliktedir. Ayrık matematik, algoritma analizi, yazılım mühendisliği, sistem analizi ve tasarımı, programlama teknikleri gibi derslerin konularına da girmektedir.

“Veri Yapıları ve Algoritmalar” dersinin iki yarıyıl okutulduğu bölümlerde kitabının tamamı ele alınabilir. Bir dönem okutulan üniversitelerde bazı bölümler veya konular atla-

nabilir. Veri yapıları ve algoritmalar konusunun iyice öğrenilmesi ve kavramların/terimlerin oturması için verilen örnek uygulamaların yazılıp çalıştırılması ve soruların yanıtlanması oldukça yararlı olacaktır. İlgili alanına göre, bölüm sonlarında verilen proje çalışmaları da yapılmalıdır.

## **Bölümler ve Öğrenme Süreci**

Birinci bölüm bilgisayar yazılım dünyasına ait kavramların, terimlerin veya sözcüklerin yalın bir şekilde açıklanması üzerinedir. Amaç, kişinin yazılım dünyasına çekilmesidir; terimler, kavramlar açıkça anlaşılmadığı sürece üzerine birşeyler inşa edilmesi oldukça zor olmaktadır. İkinci bölüm C programlama dili üzerinde dikkat edilmesi gereken unsurların kısaca özetlenmiş halidir. C dili bilinse bile hızlıca üzerinden geçilmesi önerilir.

Üçüncü bölüm, veri yapıları ve modelleri için giriş niteliğindedir. Bu bölüm iyice ele alınmalıdır. Bu bölümde ele alınan konular diğer bölümler için temel oluşturmaktadır. Dördüncü bölüm algoritmik düşünce tarzının, kişide iyice oturması için verilmiştir. En azından bir programın veya algoritmanın akış şeması çıkarılabilmelidir.

Beşinci bölüm, programın çalışma hızı ve bellek gereksinimi hesabı konusunu içermektedir; program tasarımcısı, gerçekleştirim yapmadan bu hesapları yapabilmelidir.

Altıncı ve yedinci bölümler, sırasıyla sıralama ve arama algoritmaları üzerinedir. Birçok uygulamada sıralama ve arama algoritmaları bir ara işlem olarak gerekir.

Sekizinci bölüm, bağlantılı listeler ve uygulamaları üzerinedir. Dokuzuncu bölümde de yığın ve kuyruk veri modelleri ele alınmıştır. Bu konular veri yapıları ve algoritmalar için temel konulardır denilebilir.

Onuncu ve onbirinci bölümler, ağaç veri modeli üzerinedir. Bu bölümlerde hem ağaç veri modelinin temelleri ele alınmış hem de çeşitli uygulama örnekleri ayrıntılarıyla verilmiştir. Veri yapıları ve algoritmalar dersi kapsamında onuncu bölüm tamamen işlenmelidir. Onbirinci bölümden bazı ayrıntılar atlanabilir; oralar öğrencilere bırakılabilir.

Onikinci ve onüçüncü bölümler de graf veri modeli ve uygulamaları üzerinedir. İlkinde graf veri modelinin temelleri ele alınmıştır; ikincisinde ise graf üzerine, üzerinde çok konuşulan algoritmalar verilmiştir.

Ondördüncü bölüm ise durum makinaları üzerinedir. Sonlu durum makinaları ve gramer çözümleme konuları ele alınmıştır. Bu bölümler hızlıca da olsa işlenmelidir.

Onbeşinci bölüm veri sıkıştırma teknikleri üzerinedir. Veri yapıları ve algoritmalar dersi kapsamında atlanabilir; öğrencilere bırakılabilir. Ancak kısaca değinmekte yarar vardır.

Onaltıncı bölüm, program tasarımında veya yazılım geliştirme sürecinde üzerinde durulması gereken önemli bir konuyu içermektedir. Aslında bu bölümde verilen konu, sistem analizi ve tasarımı dersinin konusudur. Bu bölümde kısaca üzerinde durulmuştur. Bölüm sonlarında verilen projelerin bu bölümde ele alınan konular uyarınca tasarlanması önerilir.



## Kitabınızda Çok Kullanılan Terimler

Türkçe →	← İngilizce	İngilizce →	← Türkçe
ağaç	<i>tree</i>	<i>binary tree</i>	ikili ağaç
akış şeması	<i>flow chart</i>	<i>breadt first search</i>	önce genişlik araması
alan karmaşıklığı	<i>space complexity</i>	<i>complexity</i>	karmaşıklık
arama algoritması	<i>Searching algorithm</i>	<i>data compression</i>	veri sıkıştırma
bağlantılı liste	<i>link list</i>	<i>data model</i>	veri modeli
böl ve yönet	<i>divide and conquer</i>	<i>data structure</i>	veri yapısı
çırpı fonksiyonu	<i>hash function</i>	<i>depth first search</i>	önce derinlik araması
durum makinesi	<i>state machine</i>	<i>divide and conquer</i>	böl ve yönet
en kısa yol	<i>shortest path</i>	<i>flow chart</i>	akış şeması
gezgin satıcı	<i>travelling salesman</i>	<i>graph</i>	graf
graf	<i>graph</i>	<i>hash function</i>	çırpı fonksiyonu
ikili ağaç	<i>binary tree</i>	<i>heuristic</i>	sezgisel, deneysel
karmaşıklık	<i>complexity</i>	<i>life cycle</i>	yaşam çevrimi
kuyruk	<i>queue</i>	<i>link list</i>	bağlantılı liste
önce derinlik araması	<i>depth first search</i>	<i>methodology</i>	yöntembilim
önce genişlik araması	<i>breadt first search</i>	<i>queue</i>	kuyruk
sezgisel, deneysel	<i>heuristic</i>	<i>running time</i>	yürütme zamanı
sıralama algoritması	<i>sorting algorithm</i>	<i>Searching algorithm</i>	arama algoritması
veri modeli	<i>data model</i>	<i>shortest path</i>	en kısa yol
veri sıkıştırma	<i>data compression</i>	<i>sorting algorithm</i>	sıralama algoritması
veri yapısı	<i>data structure</i>	<i>space complexity</i>	alan karmaşıklığı
yaşam çevrimi	<i>life cycle</i>	<i>spanning tree</i>	yol ağacı
yığın	<i>Stack</i>	<i>Stack</i>	yığın
yol ağacı	<i>spanning tree</i>	<i>state machine</i>	durum makinesi
yöntembilim	<i>methodology</i>	<i>time complexity</i>	zaman karmaşıklığı
yürütme zamanı	<i>running time</i>	<i>travelling salesman</i>	gezgin satıcı
zaman karmaşıklığı	<i>time complexity</i>	<i>tree</i>	ağaç

## Örneklere Kullanılan Temel Simgeler

Bu kitapta bazı kısaltmalar ve simgeler aşağıdaki anlamlarda kullanılmıştır; aksi belirtilmediği sürece bu anlamlar geçerlidir:

Kısaltma veya Simge	Anlamı
<b>N, n, M, m</b>	Küme, liste veya topluluktaki eleman sayısı
<b>A, B, C, G</b>	Matris adları
<b>i, j, k</b>	Döngülerde kullanılan sayaç değişken adları
<b>p, q, r</b>	İşaretçi değişken adları
<b>D</b>	Düğüm kümesi
<b>d<sub>i</sub></b>	<i>i</i> . düğüm
<b>K</b>	Kenarlar kümesi
<b>k<sub>i</sub></b>	<i>i</i> . kenar
<b>EKES</b>	En Küçük Eksi Sayı (değeri veri türüne bağlıdır!)
<b>EBAS</b>	En Büyük Artı Sayı (değeri veri türüne bağlıdır!)
<b>BLISTE</b>	Tanımlanmış tek yönlü bağlantı liste veri yapısı/türü
<b>BLISTE2</b>	Tanımlanmış iki yönlü bağlantı liste veri yapısı/türü
<b>AGAC</b>	Tanımlanmış ağaç veri yapısı/türü
<b>AGAC2</b>	Tanımlanmış ikili ağaç veri yapısı/türü
<b>KAYIT</b>	Uygulamaya dönük tanımlanmış bir veri yapısı/türü
<b>GRAF</b>	Graflar için tanımlanmış veri yapısı/türü
<b>NULL</b>	Boş adres anlamındadır.