

KARTOGRAFYA

Harita Tasarımı ve Kullanımı için Gerekli Bilim, Sanat ve Teknik

Prof. Dr. İbrahim Öztuğ BİLDİRİCİ

Konya Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi

Editör: Prof.Dr. Nesibe Necla ULUĞTEKİN

Redaksiyon: Tuba SEZGİNER



K O N Y A

2022

atlas akademi yayınevi

ISBN: 978-625-8101-16-4

Genişletilmiş 3. Basım, 2022

©Copyright 2022, ATLAS AKADEMİ

Bu baskının tüm hakları Atlas Akademi'ye aittir. Yayınevinin yazılı izni olmaksızın kitabın tümünün veya bir kısmının elektronik, mekanik ya da fotokopi yoluyla basımı, yayımı, çoğaltımı ve dağıtımı yapılamaz.

SERTİFİKA NO: 15833

Kapak ve Dizgi

Atlas Akademi Yayınevi, İ.Ö. BİLDİRİCİ

Baskı ve Cilt

Dizgi Ofset

Matbaacılar Sitesi 10451 Sk. No:4 Karatay/KONYA

KÜTÜPHANE BİLGİ KARTI

Yazar:

BİLDİRİCİ, İbrahim Öztuğ

Anahtar Kelimeler:

Kartografya

Harita

Kartografik Tasarım

Topografik Harita

Harita Projeksiyonları

Editör: Nesibe Necla ULUĞTEKİN

Redaksiyon: Tuba SEZGİNER

Akademi Mah. Yeni İstanbul Cad. No:22 Selçuklu/KONYA

Tel: 0332 241 30 59
as atlas
akademi

Üçüncü Baskı Sunuş

Kartografya kitabının ikinci baskısı aradan geçen zaman içinde tükendi. İkinci baskıda kitap kapsamlı bir şekilde gözden geçirilmişti. Bu baskıda daha kapsamlı bir revizyon yapıldı. Önemli değişikliklerden biri, ikinci kısma harita projeksiyonlarında deformasyon azaltıcı dönüşümlerin ele alındığı bir bölümün eklenmesidir. Bu konuda Yıldız Teknik Üniversitesi Kütüphanesi'ndeki kaynaklara erişimde yardımcı olan, harita projeksiyonları konusunda çok verimli akademik tartışmalar yaptığımız ve bir süre önce kaybettiğimiz sevgili meslektaşım Dr. Öğretim Üyesi Sinan ÇETİNKAYA'yı, özlem ve saygı ile anıyorum.

Harita projeksiyonları ile ilgili önemli bir kaynak Karlheinz WAGNER'in yeni baskısı bulunmayan 1949 tarihli "Kartographische Netzentwürfe" başlıklı eseridir. Bu kitabı Almanya'da bir sahaftan temin edilmesinde destek olan meslektaşım ve sınıf arkadaşım İsmail AŞKIN'a teşekkür ediyorum. Bu eserden, yeni eklenen 15. Bölüm'de önemli ölçüde yararlanılmıştır.

Son zamanlarda kartografya akademik çevrelerinden önemli bir kayıp da Uluslararası Kartografya Birliği (UKB) Harita Projeksiyonları Komisyonu Başkanı, Amerikan USGS Center of Excellence for Geographic Information Science Başkanı, ulusal ve uluslararası kartografya organizasyonlarında etkin görevler üstlenmiş ve çok sayıda akademik çalışması yayınlanmış Dr. E. Lynn USERY'nin vefatıdır. Kendisi ile şahsen tanışma fırsatım oldu ve eserlerinden yararlandım. Kendisini saygıyla anıyorum.

İkinci baskıda olduğu gibi üçüncü baskıda da başta meslektaşım Prof.Dr. R. Alpay ABBAK olmak üzere okuyuculardan gelen eleştiri ve düzeltmelerin önemli katkıları olmuştur. Kendilerine teşekkür ediyorum ve yeni baskının okuyuculara yararlı olmasını diliyorum.

Konya, Eylül, 2022

İ. Öztuğ BİLDİRİCİ

Önsöz

Elinizde bulunan kitap, otuz yılı aşkın bir akademik hayatın birikimlerinin sonucudur. Ortaya çıkışındaki motivasyon, kartografya alanında Türk diline temel bir ders kitabı kazandırmak çabasıdır. Bu alandaki Türkçe kaynaklara bakıldığında çoğunlukla harita projeksiyonlarının ele alındığı görülür. Kitap, hem genel kartografya hem de harita projeksiyonlarını kapsayan iki kısımdan oluşacak şekilde kurgulanmıştır. Bu bakımdan hem genel kartografya hem de harita projeksiyonları konularında verilen derslerde ders notu ihtiyacını karşılaması hedeflenmiştir.

Harita projeksiyonları ile ilgili çoğu şekil, yirmi yıllık bir zaman diliminde tarafımdan Fortran dili ile aşama aşama geliştirilmiş olan *Earth Flattener* adlı yazılım ile hazırlanmıştır. Bu zaman diliminde harita projeksiyonları konusunda yaptığım araştırma ve yayınlar bu yazılımın izlerini taşır. Harita projeksiyonları ve sayısal analiz konularında ortak çalışmalar yapmış olduğum Prof.Dr. Cengizhan İPBÜKER'in değerli katkılarının da burada altını çizmek isterim. Kendisi ve sayın Prof.Dr. Doğan UÇAR ile birlikte yayınladığımız Matematiksel Kartografya kitabı da bu çalışmaya temel oluşturan kaynaklar arasındadır.

2000 yılından sonra C dili ile programlama dersleri vermeye başlamam nedeniyle kodlama çalışmalarında bu dile yöneldim. Fortran dilinden de kopamadım. Zamanla sevgili dostum Prof.Dr. Aydın ÜSTÜN'ün yönlendirmeleri ile çalışmalarımı Linux işletim sistemine taşıdım. Linux dünyasını tanıdım. Kitabın yazımını gerçekleştirdiğim LaTeX doküman hazırlama sistemini öğrendim. *Earth Flattener* yazılımını Latex sistemi ile uyumlu hale getirdim. Kitabın dizgisi ve şekillerin büyük bir kısmı bu ortamda tarafımdan gerçekleştirilmiştir.

Kitabın ortaya çıkışındaki süreçte, değerli fikirleri ve katkıları ile destek olan, kitabın editörlüğünü de üstlenen Prof.Dr. Necla ULUĞTEKİN (İTÜ), doktora hocam Prof.Dr. Doğan UÇAR (İTÜ), Prof.Dr. Cengizhan İPBÜKER (İTÜ), Prof.Dr. Aydın ÜSTÜN (HÜ), Prof.Dr. İbrahim YILMAZ (AKÜ), Prof.Dr. Alpay ABBAK (KTÜN) meslektaşlarıma, kitabın Türkçe redaksiyonunu yapan sayın Tuba SEZGİNER'e teşekkür ediyorum.

Çalışmalarında her zaman bana destek olan sevgili eşim Banu ile çocuklarım Deniz ve Demir'e ayrıca teşekkür ediyorum.

Kitabın başta öğrenciler ve meslektaşlarım olmak üzere tüm okuyuculara yararlı olmasını diliyorum.

Konya, Eylül, 2022

İ. Öztuğ BİLDİRİCİ

Notasyon ve Kısaltmalar

φ, λ	Enlem, boylam (coğrafi koordinatlar)
δ	Kutup uzaklığı ($90^\circ - \varphi$), büyük daire yay uzunluğu
α	Azimet
a, b	Elipsoit Ekvator ve kutup yarıçapları, Tissot Endikatrissi yarıçapları ($a > b$)
e, e'	Elipsoit birinci ve ikinci dış merkezlikleri
f	Elipsoit basıklığı
$m, \bar{\alpha}$	Düzlem kutupsal koordinatlar
R	Küre yarıçapı
x, y	Düzlem Kartezyen koordinatlar
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
API	Application Programming Interface
ASTER	NASA ve Japon Ticaret Bakanlığı işbirliğinde fırlatılmış olan uydu
ASTER GDEM	ASTER Global Digital Elevation Model (Global sayısal yükseklik modeli)
B	Batı
BÖHHBÜY	Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği
CBB	Coğrafi Bilgi Bilimi
CMY, CMYK	Cyan, Magenta, Yellow, black (gök mavisi, macenta, sarı, siyah) renk uzayı
D	Doğu
EGM96, EGM08	Earth Gravity Model (Global jeoit modelleri)
G	Güney, Güney Kutbu, meridyen yay uzunluğu
GRS80	Geodetic Reference System 1980
ICA, UKB	International Cartographic Association, Uluslararası Kartografya Birliği
JOG	Joint Operation Graphics, Müşterek Harekât Haritası
K	Kuzey, Kuzey Kutbu
MGRS	Military Grid Reference System
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Amerikan Havacılık ve Uzay Kurumu)
RGB	Red, Green, Blue (kırmızı, yeşil, mavi) renk uzayı
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TUREF	Türkiye Ulusal Referans Çerçevesi
UHF	Ultra High Frequency
UPS	Universal Polar Stereographic (Projeksiyon Sistemi)
USGS	United States Geological Survey
UTM	Universal Transversal Mercator (Projeksiyon Sistemi)
VHF	Very High Frequency
WGS84	World Geodetic System 1984

NOT: Ondalık nokta ayracı olarak . kullanılmıştır.

İçindekiler

I Genel Kartografya	xvii
1 Kartografya ve Harita	1
1.1 İletişim	2
1.2 Harita Gereksinimi	4
1.3 Haritaların Genel Özellikleri	5
1.4 Haritaların Tanımlanması ve Sınıflandırılması	7
1.5 Ölçek	12
1.6 Haritaların Yayınlanmış Biçimleri	15
2 Yeryüzünün Şekli ve Boyutları	19
2.1 Tarihçe	20
2.2 Küre Yüzeyi	22
2.2.1 Küre Yüzeyinde Koordinat Sistemleri	23
2.2.2 Küre Yüzeyinde Eğriler	27
2.2.3 Küresel Üçgen	31
2.2.4 Kürede Temel Ödevler	33

2.2.5	Küre Üzerinde Alan	36
2.3	Elipsoit Yüzeyi ve Geometrisi	38
2.3.1	Elipsoit Yüzeyinde Koordinat Sistemleri	39
2.3.2	Meridyen ve Paralel Daire Yay Uzunluğu	42
2.3.3	Elipsoit Yüzeyinde Loksodrom Eğrisi	43
2.3.4	Elipsoit Yüzeyinde Alan	43
2.4	Jeoit	44
2.5	Harita Yapımında Referans Yüzeyleri	45
2.6	Yeryüzünün Düzleme Aktarılması: Harita Projeksiyonları	45
3	Kartografik Tasarım	47
3.1	Harita Tasarımının Amaçları	48
3.2	İşlevsel Tasarım	48
3.3	Tasarım Aşamaları ve Sonuç Ürün	49
3.4	Kartografyada Obje Kavramı	50
3.5	Coğrafi Değişkenlerin Ölçme Düzeyi	51
3.6	Görsel Algı ile İlgili Konular	52
3.6.1	Grafik Elemanlar	52
3.6.2	Görsel Değişkenler	52
3.6.3	İşaretlerin Sınıflandırılması	54
3.7	Grafik İletişim	55
3.8	Tasarım İlkeleri	56
3.8.1	Okunaklılık	56
3.8.2	Görsel Kontrast	57
3.8.3	Şekil-Arka Plan Düzeni	58
3.8.4	Hiyerarşik Düzenleme	59
3.9	Harita Tasarımına Etki Eden Faktörler	61

3.10	Tasarım Planlama	63
3.11	Web Ortamı ve Mobil Cihazlarda Tasarım: Web Kartografya	70
3.11.1	Teknoloji: HTML, CSS ve JavaScript	70
3.11.2	Web Sayfalarında Çevrimiçi Harita Görüntüleme	74
3.11.3	Harita ve Sanal Küre Uygulamaları	75
3.11.4	Değerlendirme	75
4	Renk	77
4.1	Renk ve Işık	77
4.2	Fiziksel Anlamda Renk	79
4.2.1	Toplamalı Renk Karışımı Yöntemi	80
4.2.2	Çıkarmalı Renk Karışımı Yöntemi	80
4.3	Fizyolojik Anlamda Renk	81
4.3.1	Renkli Görmede Üç Renk Teorisi	82
4.4	Renk Uzayları	83
4.4.1	RGB Renk Uzayı	84
4.4.2	CMY Renk Uzayı	85
4.4.3	CMYK Renk Uzayı	86
5	Harita Yazıları	87
5.1	Harita Yazılarının İşlevleri	87
5.2	Yazıların Özellikleri	88
5.3	Yazıların Yerleştirilmesi	90
6	Kartografik Genelleştirme	93
6.1	Kartografik Gösterimin Geometrik Doğruluk Açısından Sınıflandırılması . .	94
6.2	Kartografyada Model Teorisi	97
6.3	Kartografik Genelleştirmenin Türleri ve Temel İşlemleri	98

6.4	Genelleştirmeyi Etkileyen Faktörler	100
6.5	Kartografik Genelleştirmenin Yöntemleri	101
6.5.1	Klasik Yaklaşım	101
6.5.2	Sayısal Yaklaşım	102
6.6	Kartografik Genelleştirmede İşlem Sırası	102
7	Topografik Haritaların Tasarımı	105
7.1	Doğal ve Yapay Objelere Ait Gösterim	108
7.1.1	Yerleşim Birimlerinin Gösterimi	108
7.1.2	Yolların Gösterimi	109
7.1.3	Akar ve Durgun Su Objelerinin Gösterimi	109
7.1.4	Bitki Örtüsü Gösterimi	110
7.1.5	Karakteristik Objeler	111
7.2	Yeryüzünün Gösterilişi	111
7.2.1	Yeryüzü Gösteriminde Kullanılan İlk Yöntemler	112
7.2.2	Tarama Yöntemleri	112
7.2.3	Gölgeleme Yöntemi	114
7.2.4	Eş Yükseklik Eğrileri Yöntemi	117
7.2.5	Renklerin Yeryüzünün Gösterilişinde Kullanımı	120
7.2.6	Yeryüzünün Gösterilişinde Kullanılan Yöntemlerin Kombinasyonu	123
7.2.7	Yeryüzüne Ait Küçük Morfolojik Şekiller	123
7.3	Yeryüzünün Modellenmesi	123
7.3.1	Üçgen Model	127
7.3.2	Grid Model	128
7.3.3	Veri Kaynakları	128
7.4	Yazı	129
7.5	Pafta Ağı	130

7.6	Pafta Çerçeve ve Pafta Kenar Bilgileri	130
7.7	Topografik Haritalarda Yönler	131
8	Türkiye’de Topografik Harita Yapımı	133
8.1	Büyük Ölçekli Harita Yapımı	133
8.2	Orta Ölçekli Harita Yapımı	134
8.2.1	Pafta Ağı	134
8.2.2	Kuzey Yönü	135
8.3	Grid Sistemleri ve Pafta Bölümleme	136
II	Harita Projeksiyonları	143
9	Giriş	145
9.1	Projeksiyonların Özellikleri ve Sınıflandırılması	146
9.2	Projeksiyon Deformasyonları ve Tissot Endikatrisi	148
9.3	Projeksiyon Yüzeyinin Konumu	155
9.4	Harita Projeksiyonları ve Nümerik Analiz	156
9.4.1	Newton-Raphson İterasyonu	157
9.4.2	Halley İterasyonu	160
9.4.3	Nümerik Türev	160
10	Azimutal Projeksiyonlar	163
10.1	Meridyen Uzunluğu Koruyan Projeksiyon	165
10.2	Alan Koruyan Projeksiyon	166
10.3	Stereografik Projeksiyon	168
10.3.1	Elipsoit Yüzeyinden İzdüşüm ve UPS Koordinat Sistemi	170
10.4	Gnomonik Projeksiyon	172
10.5	Ortografik Projeksiyon	174

10.6 Örnekler	176
11 Silindirik Projeksiyonlar	179
11.1 Meridyen Uzunluğu Koruyan Projeksiyon	180
11.1.1 Bir Standart Paralelli Projeksiyon	180
11.1.2 İki Standart Paralelli Projeksiyon	182
11.2 Alan Koruyan Projeksiyon	183
11.2.1 Bir Standart Paralelli Projeksiyon	183
11.2.2 İki Standart Paralelli Projeksiyon	185
11.3 Konform Projeksiyon	187
11.3.1 Bir Standart Paralelli Projeksiyon	187
11.3.2 İki Standart Paralelli Projeksiyon	189
11.4 Örnekler	190
12 Transversal Silindirik Projeksiyonlar	195
12.1 Soldner Koordinat Sistemi ve Projeksiyonu	195
12.2 Gauss-Krüger Projeksiyonu	199
12.3 Gauss-Krüger Projeksiyonunun Uygulamaları	202
12.3.1 UTM Sistemi	202
12.3.2 Gauss-Krüger/TM Sistemi	203
13 Konik Projeksiyonlar	207
13.1 Konik Projeksiyonlarda Düzlem Dik Koordinat Sistemi	209
13.2 Uzunluk Koruyan Konik Projeksiyon	209
13.2.1 Bir Standart Paralelli Projeksiyon	209
13.2.2 İki Standart Paralelli Projeksiyon	212
13.3 Alan Koruyan Konik Projeksiyon	213
13.3.1 Bir Standart Paralelli Projeksiyon	213

13.3.2 İki Standart Paralelli Projeksiyon	214
13.4 Konform Konik Projeksiyon	217
13.4.1 Bir Standart Paralelli Projeksiyon	217
13.4.2 İki Standart Paralelli Projeksiyon	218
13.5 Standart Paralellerin Seçimi	221
13.6 Polikonik Projeksiyonlar	222
13.7 Örnekler	225
14 Yeryüzünün Tamamının Gösterimi	227
14.1 Gerçek Anlamda Olmayan Silindirik Projeksiyonlar	229
14.1.1 Sinüsoidal Projeksiyon	231
14.1.2 Mollweide Projeksiyonu	232
14.1.3 Eckert Projeksiyonları	235
14.1.4 Winkel Projeksiyonları	239
14.1.5 Robinson Projeksiyonu	244
14.2 Gerçek Anlamda Olmayan Azimutal Projeksiyonlar	246
14.2.1 Aitoff Projeksiyonu	246
14.2.2 Hammer Projeksiyonu	248
14.3 Gerçek Anlamda Olmayan Konik ve Polikonik Projeksiyonlar	251
14.3.1 Bonne ve Werner Projeksiyonları	251
14.3.2 Ginzburg Projeksiyonları	254
15 Harita Projeksiyonlarında Deformasyon Azaltıcı Uygulamalar	259
15.1 Eliptik Meridyenleri Olan Projeksiyonlar	259
15.1.1 Apianus Projeksiyonu	260
15.1.2 Mollweide Projeksiyonu	261
15.2 Wagner Dönüşümleri ve Projeksiyonları	263
15.2.1 Birinci Dönüşüm	264

15.2.2 İkinci Dönüşüm	267
15.2.3 Üçüncü Dönüşüm	270
15.3 Transversal Azimutal Projeksiyonlarda Wagner Dönüşümleri	272
15.3.1 Genelleştirilmiş Uzunluk Koruyan Transversal Azimutal Projeksiyon	272
15.3.2 Genelleştirilmiş Alan Koruyan Transversal Azimutal Projeksiyon . .	273
15.4 Silindirik Projeksiyonlarda Urmayev Yöntemi	275