ANADOLU ÜNİVERSİTESİ

Harita Bilgisi

Editör

Dr.Öğr.Üyesi Öznur AKGİŞ İLHAN

Yazarlar

BÖLÜM 1 — Prof.Dr. Semra GÜNAY AKTAŞ, Dr.Öğr.Üyesi Öznur AKGİŞ İLHAN

BÖLÜM 2, 3 — Doç.Dr. Ali YİĞİT

BÖLÜM 4 — Dr.Öğr.Üyesi Doğukan Doğu YAVAŞLI

BÖLÜM 5 — Doç.Dr. Muhammed Zeynel ÖZTÜRK

BÖLÜM 6 — Dr.Öğr.Üyesi Murat POYRAZ

BÖLÜM 7 — Doç.Dr. Muhammed Zeynel ÖZTÜRK, Dr.Öğr.Üyesi Murat POYRAZ

BÖLÜM 8 — Dr.Öğr.Üyesi Öznur AKGİŞ İLHAN, Deniz ATEŞ

T.C. ANADOLU ÜNİVERSİTESİ YAYINI NO: 4305
AÇIKÖĞRETİM FAKÜLTESİ YAYINI NO: 3070

Bu kitabın basım, yayım ve satış hakları Anadolu Üniversitesine aittir.
"Uzaktan Öğretim" tekniğine uygun olarak hazırlanan bu kitabın bütün hakları saklıdır.
İlgili kuruluştan izin almadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt veya başka şekillerde çoğaltılamaz, basılamaz ve dağıtılamaz.

Copyright © 2022 by Anadolu University
All rights reserved
No part of this book may be reproduced or stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means mechanical, electronic, photocopy, magnetic tape or otherwise, without permission in writing from the University.

Öğretim Tasarımcısı
Öğr.Gör.Dr. Yusuf Zafer Can Uğurhan

Grafik Tasarım ve Kapak Düzeni
Prof.Dr. Halit Turgay Ünalan

Dil ve Yazım Danışmanı
Doç.Dr. Ferdi Bozkurt

Ölçme Değerlendirme Sorumlusu
Mustafa Ellidağ

Grafikerler
Ayşegül Dibek
Gülşah Karabulut

Dizgi ve Yayıma Hazırlama
Diğdem Aydın
Selin Çakır
Burak Arslan
Gözde Soysever
Beyhan Demircioğlu
Gülşah Sokum
Halil Kaya
Gül Kaya

HARİTA BİLGİSİ

ISBN
978-975-06-4359-0

1. Baskı

Bu kitap ANADOLU ÜNİVERSİTESİ Basımevinde 4.900 adet basılmıştır.

ESKİŞEHİR, Eylül 2022

3583-0-0-0-2302-V01

İçindekiler

BÖLÜM 1 Haritacılığın Tarihi



Giriş 3
Bilinen İlk Örnekler ve Antik Dönem 3
Bilinen İlk Örnekler 3
Antik Dönem 5
Ortaçağ 7
Mappa Mundi ve Portolan Çizelgeleri 8
İslam Uygarlıkları 9
Coğrafi Keşifler ve Yenidünya 11
Osmanlı İmparatorluğu 11
Rönesans 13
Coğrafi Keşifler 13
18. Yüzyıldan Günümüze 16
Fransız Devriminin Haritacılığa Yansımaları 16
19. Yüzyılda Sanayileşme ve Haritacılık 16
Fotogrametrinin Başlangıcı 16
Siyasi Coğrafya ve Haritacılık 17
Uluslararası Dünya Haritası Projesi 18
Sanattan Bilime Haritacılığın Evrimi 20
Mekânsal Bilgi Teknolojileri ve Haritacılık 22
Mekânsal Zekâ ve Haritacılık 24
Modern Türk Haritacılığı 25
Kadınlar ve Haritacılık 25

BÖLÜM 2 Haritacılıkta Kullanılan Projeksiyonlar



Giriş 35
Yeryüzünün Haritaya Aktarılması 35
Harita Yapımı İçin Referans Yüzey Seçimi 36
Koordinat Sistemleri 38
Model Küre mi? Harita mı? 40
Harita Projeksiyonları 42
Projeksiyonda Aracı Yüzey Kullanımı 42
Harita Projeksiyonlarının İçerdiği Nitelikler 44
Harita Projeksiyonlarının Sınıflandırılması 46
Düzlem Projeksiyonlar 47
Silindirik Projeksiyonlar 51
Konik Projeksiyonlar 56
Çok Yüzeyli Projeksiyonlar 57
Gerçek Yüzeyi Olmayan Projeksiyonlar 58
Kesikli Projeksiyonlar 60
Projeksiyon Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Özellikler 62
Dünya Haritaları 63
Kıta Haritaları 64
Ülke Haritaları 64

BÖLÜM 3 Haritacılıkta Ölçek



Giriş 73
Ölçeğin Önemi ve Tanımı 73
- Ölçeğin Önemi 73
- Ölçeğin Tanımı 74
- Harita Ölçeğinin Belirlenmesi 74

Ölçek Türleri 76
- Oransal Harita Ölçekleri 76
- Sayısal Harita Ölçeği 76
- Sözel Harita Ölçeği 78
- Doğrusal Harita Ölçeği 78
- Basit Çizgisel veya Çubuk Harita Ölçeği 78
- Diyagonal (Verev, Çapraz) Harita Ölçeği 79
- Karşılaştırmalı Ölçekler 80
- Değişkenli Harita Ölçeği 81
- Çizgisel Ölçeğin Kullanımı 81

Ölçeği Bilinmeyen Haritanın Ölçeğinin Bulunması 83
- Haritanın Uzunluğunu, Arazi Uzunluğu ile Karşılaştırma 83
- Aynı Yerleri Gösteren Ölçeği Bilinmeyen Bir Haritayı, Ölçeği Bilinen Diğer Bir Harita ile Karşılaştırma 83
- Ölçeği Bilinmeyen Haritanın Ölçeğini Kılavuz Çizgiler Yardımıyla Bulmak 83

Harita Üzerinde Uzunlukların Ölçümü 84
- Düz Harita Uzunluklarının Ölçülmesi 85
- Eğri Harita Uzunluklarının Ölçülmesi 85
- Ölçüm Araçları ile Uzunluk Ölçümü 85

Haritaların Küçültülmesi veya Büyütülmesi 87
- Grafik Yöntemler 87
- Mekanik ve Optik Yöntemler 90

BÖLÜM 4 Harita Türleri



Giriş 97
Ölçeklerine Göre Haritalar 97
- Küçük Ölçekli Haritalar 97
- Orta Ölçekli Haritalar 97
- Büyük Ölçekli Haritalar 97

Kullanım Amacına Göre Haritalar 98
- Genel Haritalar 98
- Özel Haritalar 102

BÖLÜM 5 Harita Tasarımı



Giriş 121
Haritanın Temel İşlevleri ve Kısa Tarihi 121
- Haritanın Temel İşlevleri 121
- Haritanın Kısa Tarihi 121

Haritaların Temel Unsurları 125
- Başlık 126
- Lokasyon ya da Yer Bulduru Haritası 126
- Kuzey Oku 127
- Projeksiyon ve Koordinat Bilgileri 127
- Ölçek 128
- Lejant 130

Gösterim Biçimleri: Semboller, Renkler ve Yazı Fontları 132
- Diğer Bilgiler (Kaynak, Hazırlayan, Tarih, Veri Linki, Atıf vb.) 136
- Örnek Harita Şablonları 136

BÖLÜM 6 Haritacılıkta Kullanılan Veriler



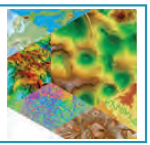
Giriş 145
Haritada Verinin Tanımı 145
- Veri ve Bilgi 145
- Coğrafi Veri (Mekânsal Veri) 145
- Öznitelik Verisi 146
- Coğrafi Veri Modelleri 146

Haritalarda Kullanılan Veri Kaynakları 150
- Birincil (Doğrudan) Veri Kaynakları ... 150
- İkincil (Dolaylı) Veri Kaynakları 153

Haritalarda Kullanılan Veri Tipleri 155
- Vektör 155
- Raster 156

Verilerin Toplanması 158
- Yersel Ölçümler 158
- Uzaktan Algılama 158
- Sayısallaştırma 159

BÖLÜM 7 Harita Doğal Şekillerin Gösterimi ve Ölçümü



Giriş 169
Doğal Şekillerin Gösteriminde Kullanılan Harita Türleri 169
- Topoğrafya Haritası 169
- Yükseklik ve Derinlik Haritaları 170
- Eğim Haritası 172
- Bakı Haritası 173
- Kabartma Haritası 174
- Kırmızı Rölyef Haritası (Red Relied Image Map-RRIM) 175
- Üç Boyutlu Haritalar 176
- Jeomorfoloji Haritası 177
- Jeomorfometri Haritası 178

Yaygın Doğal Şekillere Örnekler 181
- Dağ ve Ova 181
- Vadi ve Sırt 182
- Tepe ve Çukur 184
- Delta, Koy ve Körfez 184
- Plato, Mesa ve Büt 185
- Ada ve Yarımada 186

Morfometrik Analizler 188
- Havza Morfometrisi 188
- Dolin Morfometrisi 190

BÖLÜM 8 Harita Beşeri Unsurların Gösterimi



Giriş 197
Nicel Haritalama 197
- Koroplet Haritalar 198
- Orantılı ve Dereceli Sembol Haritaları ... 204
- Dasimetrik Haritalar 205
- Nokta Yoğunluk Haritaları 206
- İzoline (İsoline) Haritalar 207
- Kartogramlar 207
- Akış Haritaları 209

Nitel Haritalama 210
- Zihin Haritaları 210
- Turist Haritaları 211
- Duygu Durum Haritaları 212
- Öznel ya da Subjektif Haritalama 214

Bölüm 2

Haritacılıkta Kullanılan Projeksiyonlar

Öğrenme çıktıları

Yeryüzünün Haritaya Aktarılması

1 Yeryüzünün düzleme aktarılması ile ilgili sorunları ve harita yapımında referans yüzey seçiminin önemini kavrayabilme

Harita Projeksiyonları

2 Harita projeksiyonlarına neden gereksinim duyulduğunu ve projeksiyonların içerdiği nitelikleri açıklayabilme

Harita Projeksiyonlarının Sınıflandırılması

3 Projeksiyon tiplerini sınıflandırabilme ve projeksiyon çizim yöntemleri hakkında bilgi sahibi olabilme

Projeksiyon Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Özellikler

4 Kullanacağı haritanın özelliğine göre projeksiyon seçimi yapabilme

Anahtar Sözcükler: • Referans Yüzey • Koordinat Sistemleri • Ortodrom • Loxsodrom • İzdüşüm • Uzunluğun Korunması • Alan Bütünlüğünün Korunması • Şeklin Korunması • Doğrultunun Korunması • Projeksiyon Türleri



GİRİŞ

Dünyanın herhangi bir yerinin ya da tamamının haritasını yapabilmek için öncelikle, dünyanın şeklini ve özelliklerini ölçmek, arazi, yerler ve insanlar hakkında bilgi toplamak ve saklamak gerekir. Sonra da küremsi bir şekli (3 boyutlu dünya) düz bir yüzeye (2 boyutlu harita) uyarlamak gerekir. Oldukça zor ve pek çok sorunlar içeren bu aşamalardan geçmeden harita yapmak mümkün değildir. Bu aşamaların nasıl geçildiğini ve problemlerin ne kadarının nasıl çözüldüğünü bilmeden, haritaları doğru kullanmak ve haritalardan yararlanmak da mümkün değildir.

Bu bölümde düzgün bir geometrik şekle sahip olmayan ve pürüzlü bir yüzeyi bulunan fakat kütlesel bir bütün olarak küremsi bir kaya yığının (Dünyamız) yüzeyindeki noktaların düz bir kâğıt levha üzerine nasıl yansıtıldığını, yani noktaların nasıl dönüştürüldüğünü ya da haritalandığını anlamaya çalışacağız. Dahası bu bölümde bazı önemli kartografik kavramları tanımlamaya, haritaların nasıl çizildiğini ve dünya haritaları için neden bu kadar çok farklı projeksiyon türü olduğunu, iki farklı dünya haritasına bakıldığında aralarında neden bu kadar farklar olduğunu anlamaya çalışacağız.

Dünyayı dikdörtgen mi yoksa oval olarak mı çizmeliyiz? Çember olması gerekmez mi? Haritaların ana iskeletini oluşturan paralel ve meridyen çizgileri paralel mi, düz mü yoksa eğri mi olmalı? Kısacası bu benzersiz gezegenimizi "doğru" çizmenin yolu nedir (ya da daha doğrusu var mıdır?)? Bu sorulara cevap bulmaya çalışacağız.

Aslında haritalarda şekil, mesafe ve alan ilişkilerinin tam olarak yeryüzündeki gibi olması arzu edilir. Ama ne yazık ki, böyle mükemmel bir projeksiyonun olmadığını ve asla olmayacağını bilmeliyiz. Her projeksiyon, haritalanan bölgenin en azından bir kısım özelliklerini çarpıtmaya mahkumdur. Yani her işe yarayan bir harita projeksiyonu yoktur. Ama her iş için en uygun bir harita projeksiyonu vardır ya da üretilebilir. Dolayısıyla, her amaç için en az kusurlu projeksiyonu seçmek veya tasarlamak için bilmemiz gereken yol ve yöntemleri öğrenmemiz gerekmektedir. Burada, her harita uygulaması için hangi özelliklerin önemli olduğu, haritaların neden çeşitlilik gösterdiği, projeksiyonların nasıl tasarlandığı, haritaların nasıl yanıltıcı olabileceği ve dünya haritaları için iyi bir projeksiyonun nasıl seçileceği gibi temel projeksiyon kavramları sunulmaktadır.

YERYÜZÜNÜN HARİTAYA AKTARILMASI

Harita bir temsil olduğundan, öncelikle temsil edilen öznenin orijinal şekli tanımlanmalıdır. Haritacılığın önemli bir dalı olan jeodezi, Dünya'nın şeklini ve yüzeyinin özellikleriyle nasıl ilişkili olduğunu inceler. Dünyanın yuvarlak bir cisim olduğu ilk çağlardan beri bilinen bir gerçektir. Ancak bu şeklin tanımlanması ve boyutlarının bilinmesi uzun yıllar almıştır.* Dünya'nın şeklinin oluşmasında yerçekimi ve merkezkaç kuvvetinin yanında, yer yapısını oluşturan çeşitli özelliklere sahip maddelerin de etkisi vardır. Dünyayı oluşturan denizler, karalar, taşkürenin altında yer alan diğer katmanlar, tekdüze dağılım göstermedikleri için, kütle derişimi tek tip değildir. Yerçekimi eşpotansiyel eğrisinde yerel sapmalar görülmektedir. Dolayısıyla dünyanın biçimini geometrik bir yüzey olarak belirlemek imkânsızdır. Bu şekil düzgün çözümlenebilir bir şekil olmaktan çok uzak, aşağı yukarı salınımlar yapan dalgalı bir biçimde bulunur. Yani Dünya'nın gerçek şekli, herhangi bir geometrik cisme benzemeyen basık küremsi bir şeklidir (Şekil 2.1). Yerin kendisine has bu gerçek şekline "Geoid" (yere benzer = yerimsi = arzımsı) denir.



Araştırmalarla İlişkilendir

Dünyanın Şekli ve Boyutları

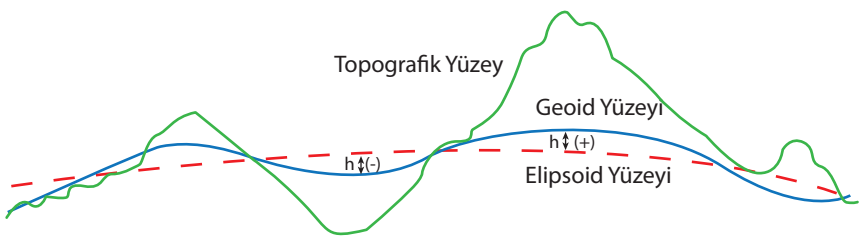
Dünyanın yuvarlak bir cisim olduğu fikri MÖ 582 yıllarında PYTHAGORAS tarafından ortaya atılmıştır. Dünyanın çevresi ilk önce ERATOSTHENES (276–196) tarafından Mısır'da ölçülmüştür. Ölçüm sonucu hatalı olmasına rağmen Eratosthenes çok önemli bir yöntemi ortaya koymuştur. Yani 1°lik yayın ölçülmesiyle dünyanın çevresinin hesaplanabileceği fikrini. Bu yöntemle yapılan ölçümlerden doğruya en yakın olanlardan birisi, 832 yılında Abbasi Halifesi El'Memun zamanında yapılmıştır.

Pek çok bilgin bu şekilde, dünya çevresinin ölçülmesiyle uzun yıllar uğraşmışlardır. Nirengi ağı kurularak yapılan ilk ölçme 1617 yılında Fransız bilgin SNELLIUS tarafından gerçekleştirilmiştir. Dünyanın gerçek şeklinin ve boyutlarının belirlenmesinde fiziksel ölçmelerin yapılması önemli bir aşama sayılır. Paris'ten Guyana'ya giden Fransız bilgin RICHER, sarkaçlı saatinin geri kalmasını, saatin sarkaç boyunu kısaltarak çözmüştür. Bu olay yer çekiminin Paris'te ve Guyan'da birbirinden farklı olduğunu ortaya koymuş ve Newton çekim kanununa göre ekvator çevresindeki noktaların kutup bölgesindekine göre dünya merkezine daha uzak olacağı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Fiziki yöntemlerle bulunan bu sonuç jeofizik ölçmelerle de doğrulanmıştır.

Kaynak: Haritacılığın tarihçesi konusunda daha ayrıntılı bilgiler için şu kitaplara bkz.
İbrahim Hakkı AKYOL-Umumi Coğrafya (kitabın tamamı bu konuya ayrılmıştır.)
Turgut BİLGİN-Genel Kartoğrafya I, (s.1–86 arası)
Erdal KOÇAK-Kartoğrafya, (s.159–169 arası)

Geoidin yüzeyi üzerinde her noktanın yeri, *yerçekimi ve merkezkaç kuvvet tarafından belirlenmiş olup, düzeçleme sıfırından geçen yerçekimi potansiyelinin yükselti yüzeyi olarak tasarlanabilir. Bu yüzey çekül yönü ile 90°lik bir açı oluşturacak şekilde her yerde ufkidir* (Bilgin 1983). Bu yüzey ortalama deniz seviyesi düzeyinin karaların altında da devam ettiği farz edilen küresel bir modelidir. Yani Geoid dünyanın deniz yüzeyinden yüksekte olan kısımlarının atılması ve denizden alçak olan çukurların dikkate alınmaması ile meydana gelen bir şekildir. Yeryüzü ölçümleri için, geoidin boyutlarının bilinmesi, ona en uygun elipsoidin oluşturulabilmesi açısından büyük önem taşır ve jeodezi biliminin temel araştırma konularından biridir. Fiziki bir yüzey olması nedeniyle geoidi harita yapımında orijinal yüzey ya da başka bir değimle referans yüzeyi almak imkânsızdır. Bunun yerine dünya için geoide en uygun gelen bir **dönel elipsoid*** referans yüzeyi seçilir. Dünya için kabul edilen referans elipsoid ile geoid arasında her noktada değişen yükseklik farkı (h) vardır. (-) ya da (+) olabilen bu değerlere geoid yüksekliği denir (Şekil 2.1). Elipsoidin yüzey normalleri boyunca ölçülen geoid yüzeyinin yükseklikleri yaklaşık -110 m ile +85 m arasında değişir.

Dönel elipsoid: Bir elipsin eksenlerinden biri etrafında döndürülmesiyle meydana gelen üç boyutlu geometrik şekle dönel elipsoid adı verilir. Dönel elipsoid iki eksenli bir elipsoiddir; yani bunun dönme eksenine dik olan kesitleri daire biçimlidir. Genel elipsoidler ise üç eksenlidir ve eksenlere dik her üç kesitleri de elipstir. Üç eksenli elipsoidlerin bütün kesitleri arasında sadece iki tanesi daireseldir.



Şekil 2.1 Yeryüzü yüzeyleri arasındaki ilişkiler

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Harita Yapımı İçin Referans Yüzey Seçimi

Elipsoid boyutlarından söz edilirken a ve b eksenlerinin belirtilmiş olması istenir. (a-b)/a oranı ile hesaplanan ve elipsoidin basıklığı denilen kavram da elipsoidin büyüklüğünü belirlemekte kullanılır. XIX.yy.ın ortalarından günümüze kadar birçok bilgin elipsoid boyutlarını belirlemek amacıyla çeşitli ölçmeler yaparak

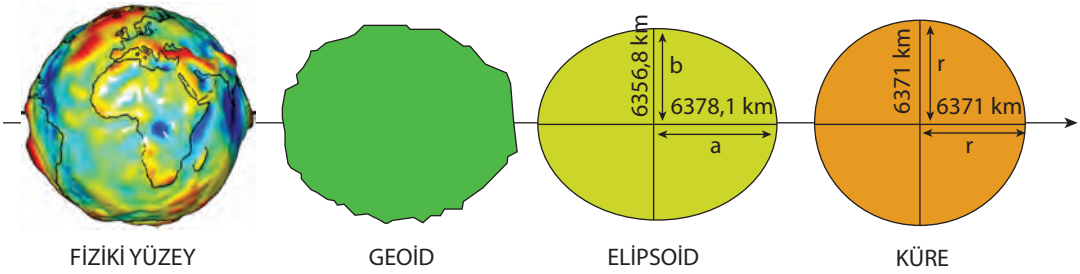
elipsoid elemanları için değişik değerler bulmuşlardır (Koçak 1984). Bu şekilde yaklaşık 20 farklı elipsoid tanımlanmıştır. Bunlardan bazıları çeşitli ülkeler tarafından kabul edilerek belirli bir bölgeye uyarlanmıştır. Ülkemizde de ilk harita alma işleri Clarke elipsoidine göre Bonne projeksiyonu ile yapılmıştır. Böyle yerel olarak tanımlanan ve bir birine dönüştürülmesi problem oluşturan yerel elipsoidler yerine uluslararası bir elipsoid belirleme yoluna gidilmiştir. 1909'da J.F.HAYFORD tarafından ortaya konan elipsoid, 7 Ekim 1924 tarihinde Madrid'de toplanan Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği Kongresinde ***"Uluslararası Referans Elipsoid"*** olarak kabul edilmiştir (Bilgin 1983). Türkiye ve birçok Batı ülkeleri Hayford Elipsoidini millî haritaları için referans yüzeyi olarak kullanmaktadırlar. Fakat uydu teknolojilerinin gelişimi ile birlikte, dünyanın tüm yüzeyine uygulanabilecek küresel elipsoidler oluşturmak mümkün olmuştur. Bu şekilde yeniden belirlenen Dünya Jeodezi Sistemi 1984 (WGS84) referans yüzeyi günümüzde daha yaygın olarak tercih edilmektedir. Türkiye'nin temel haritaları 2002'den itibaren WGS84 sistemine göre yapılmaktadır.

Tablo 2.1 Referans alınmış bazı elipsoidler ve datum sistemleri

Elipsoid adı	Büyük yarıçap (m)	Basıklık oranı (1/…)	Datum
Bessel (1841)	6.377.397,155	299,1528128	Alman Ana Nirengi Ağı (DHDN)
Clarke (1866)	6.378.206,4	294,9786982	Kuzey Amerika Datumu (NAD27)
Uluslararası (Hayford 1924)	6.378.388	297,0	Avrupa Datumu (ED50)
Krassovski (1942)	6.378.245	298,3	Pulkovo Datumu (SK-42)
Jeodezik Referans Sistem 1967 (GRS67)	6.378.160	298,247167427	Güney Amerika Datumu (SAD69)
Jeodezik Referans Sistem 1980 (GRS80)	6.378.137	298,257223563	Dünya Jeodezi Sistemi (WGS84)

Dünyanın tamamının ya da bir kısmının haritalarının yapımı amacıyla seçilecek referans yüzeyin elipsoid olarak alınması oldukça karmaşık hesaplamaları gerektirir. Büyük ölçekli harita alımlarında bu tür hesaplamaların yapılması zorunludur. Ancak çok küçük ölçekli harita yapımı söz konusu olduğunda ya da dünya üzerinde küçük alanların haritalarının yapılması istendiğinde hesaplama işlemini basitleştirmesi nedeniyle referans yüzeyi elipsoid yerine küre alınabilir (Darkot 1957). Seçilen kürenin yarıçapı çeşitli varsayımlara göre ve dünya için önceden belirlenmiş elipsoidin boyutlarına bağlı olarak hesaplanır. Yapılan incelemelerden elipsoid yerine elipsoide teğet olan Gauss Küresi alınması halinde, değme noktasından 200 km. uzaklaşıldığında ortaya çıkan uzunluk farkı 1 cm. dolaylarında bulunmaktadır. Elde edilen sonuçtan anlaşılacağı gibi birçok çalışmada dünya için referans yüzeyi olarak küre kabul edilebilir (Şekil 2.2). Harita projeksiyonlarının incelenmesinde dünya küre kabul edilecek ve bağıntılar buna göre değerlendirilecektir. Çeşitli hesaplama işlemleri için küre yarıçapı **R = 6370 km.** alınacaktır.

Ayrıca, dünyanın topografik yüzeyinin pürüzlü olması, dünyanın gerçek şeklini daha da karmaşık hâle getirir. Bu durum dikkate alındığında, haritacının işi büyük ölçüde zorlaşır. Ancak göreve bağlı olarak bazı düzensizlikler göz ardı edilebilir. Yani, yerel olarak önemli olmasına rağmen, gezegen ölçeğinde arazi seviyeleri çok küçüktür. Şöyle ki dünyanın en yüksek kara zirvesi deniz seviyesinden yaklaşık 9 km kadar yüksektedir Bu yükseklik Dünya çapının yaklaşık 1/1440'ı kadardır. Aynı şekilde en derin deniz çukurunun derinliği de kabaca Dünya çapının 1/1150'si kadardır. Yani ilk bakışta büyük görünen bu değerler dünya çapında düşünüldüğünde dünyanın şeklinin küreselliğini ve yüzeyinin pürüzsüzlüğünü bozmaya pek yetmez. Bu yüzden dünyanın şeklini küre olarak varsaymak büyük bir sakınca yaratmamaktadır. Aynı şekilde dünyanın çapının ve çevresinin büyüklüğü karşısında, çok küçük alanların arazi ölçümleri ve harita alımı için dünyayı düz varsaymanın da bir sakıncası yoktur.



Şekil 2.2 Yeryüzünün haritaya modellenmesi aşamaları

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Koordinat Sistemleri

Dünya üç boyutlu bir nesne olmasına rağmen, küresel olduğu varsayıldığında yüzeyinin sabit bir yarıçapı vardır. Bu nedenle üzerindeki herhangi bir nokta kutupsal iki koordinat sistemi kullanılarak doğru bir şekilde tanımlanır. Arazi veya harita üzerindeki bir noktanın kabul edilen bir başlangıç sistemine göre yerini bulmak için haritalara çizilen çizgilere koordinat sistemi denir. Bu sistemde noktanın yerini belirlemeye yarayan elemanlara da koordinat denir. Başlıca koordinat sistemleri, coğrafi koordinat sistemi (enlem, boylam); dik koordinat sistemi, (sağa, yukarı); kutupsal koordinat sistemi (azimut, mesafe) ve uzay koordinat sistemidir. Harita yaparken ya coğrafi koordinat sisteminden ya da dik koordinat sisteminden yararlanıyoruz.

Coğrafi Koordinat Sistemi

Yer belirlemede kullanılan en eski yöntemlerden bir tanesi coğrafi koordinat sistemidir. Bu sistem paralel ve meridyenlerden oluşur. Bu sistemde yeryüzünde bir "nokta", boylam (λ) ve enlem (φ) olarak adlandırılan iki açı ya da koordinat kullanılarak tanımlanır. Her noktanın, karşı tarafta azami uzaklıkta tek bir karşılığı vardır ve buna **antipodu** denir.

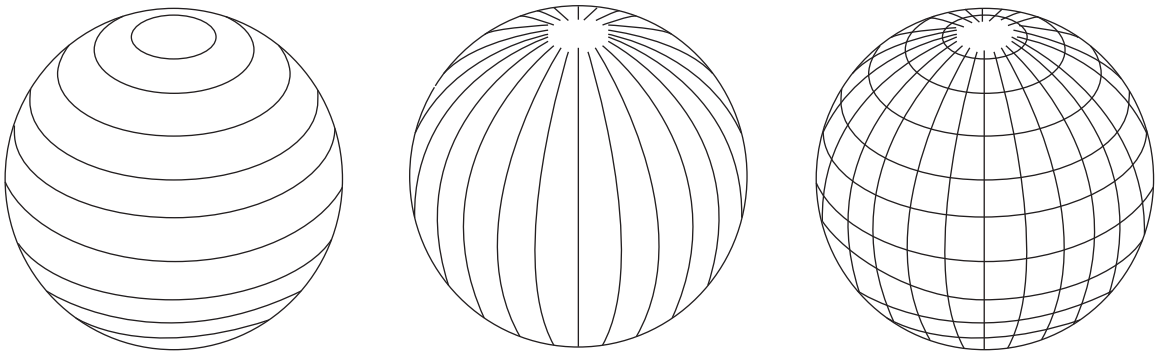
Dünya üzerindeki herhangi bir noktanın **antipodu**, bulunduğumuz yerin tam karşı tarafındaki noktadır. Birbirine zıt olan bu iki noktayı birleştiren düz çizgi Dünya'nın merkezinden geçer. Bir noktanın antipodunu bulurken, yarımküreleri döndürdüğünüzü farz edin. Yani kuzey yarımkürede iseniz, antipodunuz güney yarımkürede, batı yarımküredeyseniz, antipodunuz doğu yarımkürede olacaktır.

Yeryüzü üzerinde kuzey-güney eksenine dik (normal) düzlemler üzerinde paraleller olarak adlandırılan daireler ve bu ekseni kiriş olarak meridyenler olarak adlandırılan yarım daire biçimli yaylardan oluşan küresel bir koordinat çizgileri ızgarası (**kaneva**) vardır. Tüm meridyenler kutuplarda buluşurken, adlarına sadık kalarak hiçbir paralel birbiriyle kesişmez. Her paralel, her meridyeni 90°'lik bir açıyla geçer. Hem paraleller hem de meridyenler sonsuz sayıdadır. Ancak herhangi bir haritaya yalnızca belli bir birim aralığına göre çizilirler. Yani birer ya da onar derece veya dakika aralıklarla. Bir noktanın enlem ve boylamı, sırasıyla bir paralel ve bir meridyenin geçişini tanımlar. Bu nedenle, enlemler referans bir paralelden kuzeyden güneye açılar anlamına gelirken, boylamlar da bir referans meridyenden batıdan doğuya açılar anlamına gelir.

Kaneva (graticule): Üzerinde bir harita veya planın temsil edilebildiği, meridyenleri ve paralelleri temsil eden çizgiler ağı.

Dünya'yı kuzey ve güney olmak üzere iki eşit yarım küreye bölen ve ismi de buradan gelen "Ekvator" paraleller için doğal bir başlangıçtır. Aynı zamanda ekvator en uzun paraleldir. Ekvator'dan farklı olarak kolayca tanımlanmış bir asal veya "ana" meridyen yoktur. Önceleri pek çok ülke kendi başşehrinden geçen meridyeni başlangıç meridyeni olarak belirlemiştir. Almanya Berlin (Potsdam), Fransa Paris'ten geçen meridyeni esas almıştır. Osmanlı da Ayasofya caminin kubbesini (28° 58' 21"E) esas almıştır. 1884'te Washington'da düzenlene uluslararası konferansta, İngiltere'de

Londra yakınlarındaki Greenwich'deki Gözlemevi üzerinden geçen meridyen, uluslararası başlangıç (0°) meridyeni olarak belirlenmiştir. Bu seçimin tek belirgin avantajı, karşı meridyeni, yani gün (ya da tarih) değiştirme çizgisi yerleşim alanlarının çoğundan uzakta yer almasıdır.



Şekil 2.3 Yeryüzünü bölümlere ayırma: Paralel ve Meridyenler

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Kısacası, dünya üzerindeki noktaların konumlarını belirlemek amacıyla bütün dünyayı saran bir koordinat ağı vardır. Coğrafi koordinat ağı denilen bu sistem paralel ve meridyenlerden oluşur (Şekil 2.3). Ekvator düzlemine paralel düzlemlerin yerküre ile arakesitleri **paralel daireleri** oluşturur. Ekvatorun kuzeyinde kalan dairelere kuzey paralelleri, güneyinde kalan dairelere de güney paralelleri denir. Birer derece aralıklarla hesap ettiğimizde, kuzey ve güneyde 90'ar tane olmak üzere 180 tane paralel daireden söz edilebilirse de 90° paraleli (kutup) bir noktadır.

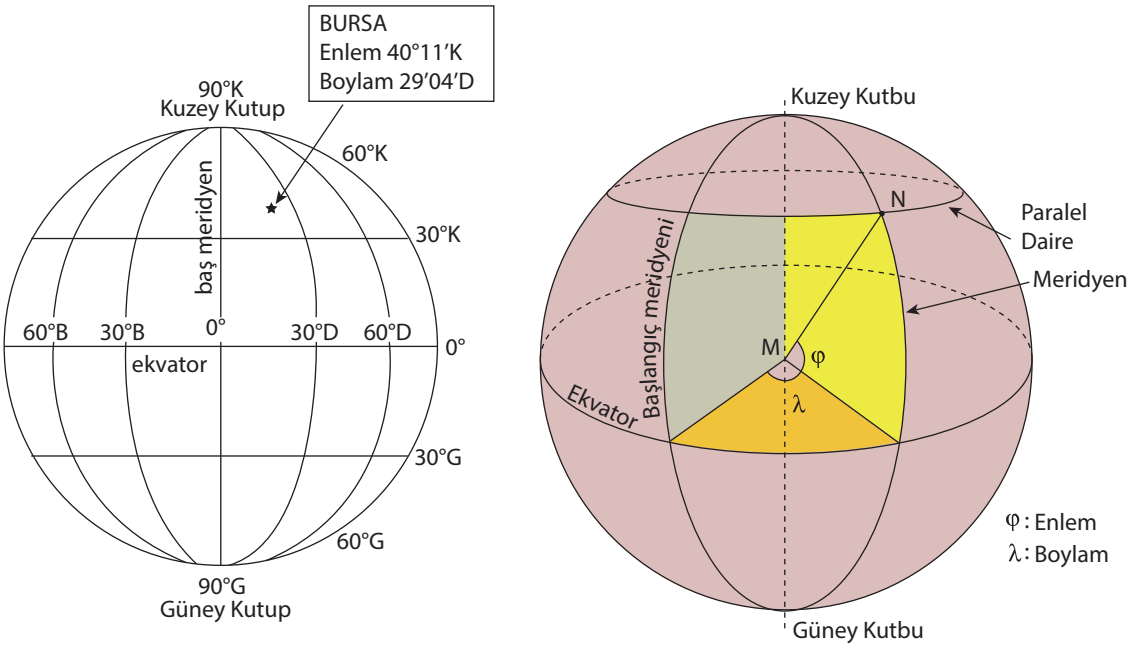
Ekvatoru dik olarak kesen, kutuplardan ve yerin merkezinden geçen düzlemlerin yerküre ile arakesit eğrileri de **meridyen yaylarını** belirler. Başlangıç meridyeninin doğusunda bulunanlar doğu meridyeni, batısında kalanlara batı meridyeni denir. Birer derece aralıklarla hesap ettiğimizde, meridyenler 180 batı ve 180 doğu olmak üzere toplam 360 tanedir.

Bir noktadan geçen paralel dairenin ekvatora uzaklığına, başka bir değişle, bir noktanın ekvatora olan uzaklığını yer merkezinde gören açıya o noktanın **enlemi** denir. Bir noktadan geçen meridyen düzlemi ile başlangıç meridyen düzlemi arasında kalan açıya da o noktanın **boylamı** denir. Bir noktanın boylamı (λ), enlemi (φ) işaretiyle gösterilir (Şekil 2.4).

Tablo 2.2 WGS84'e göre 1°lik Meridyen ve Paralel uzunlukları

Enlem (°)	Meridyen uzunluğu (Km)	Paralel uzunluğu (Km)
0	110,57	111,32
10	110,61	109,64
20	110,70	104,65
30	110,85	96,49
40	111,04	85,39
50	111,23	71,70
60	111,41	55,80
70	111,56	38,19
80	111,66	19,39
90	111,69	0,00

Yeryüzünde bir noktanın ya da bir bölgenin yerinin tarifinde, harita üzerinde bir noktanın yerini belirtmekte, koordinatları hesaplanmış noktaları haritaya geçirmekte, koordinatları belli noktalar arasındaki kenar uzunluğu ve bu kenarın kuzeyden olan açıklığını (istikamet açısını) hesaplamakta, iki nokta arasındaki yerel saat farkının hesaplanmasında, kullanılır.



Şekil 2.4 Yeryüzünde konum belirleme: enlem ve boylamlar

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Dik Koordinat Sistemi

Koordinatların, düzlemde, ekvatordan "X" (yukarı değer), dilim orta meridyeninden "Y" (sağa değer) olarak ifade edildiği koordinat sistemidir. Orijinden doğuya doğru gidildiğinde X, kuzeye doğru gidildiğinde Y değeri artar. Negatif değerlerden kaçınmak için harita koordinatlarına sabit değerler eklenir. Bu değerlerin seçimi kısmen keyfidir ve haritası yapılacak alanın boyutlarına bağlıdır. Bu problemi gidermek için UTM projeksiyonunda sağa değerlere 500 000 m ilave edilir.

kitap

Koordinatlar konusunda daha ayrıntılı bilgi için bkz; Besim DARKOT'un Kartoğrafya Dersleri, s.16–41. Cevat Rüştü GÜRSOY'un Projeksiyonlar Bilgisi, s.35–56. Turgut BİLGİN'in Genel Kartoğrafya-I. s.103–122.

Model Küre mi? Harita mı?

Herhangi bir coğrafi çalışmada, küre ya da harita gibi dünyanın küçültülmüş bir modeline ihtiyaç vardır. Ancak her ikisi de mükemmel değildir. Küre kullanışlı değildir, haritalar da asla hatasız değildir. Gerçekten yeryüzünün küçültülmüş boyutta tüm yüzey özellikleri, şekil veya mesafe oranlarında herhangi bir kayıp olmadan yalnızca bir model küre üzerinde gösterilebilir (Gürsoy 1961). Doğru yapıldığı takdirde küreler yere ait uzunluk ve yönleri ölçülü bir şekilde verirler. Ayrıca relief özelliklerini sunmak için yüzeyi kabartılabilen gerçekten üç boyutlu bir cisim sadece küredir. Ancak, bu avantajına rağmen küreler birçok dezavantajlara da sahiptirler. Küreler, hantal ve kırılgan, nakliyesi ve depolanması masraflı; özellikle daha büyük boyutlarda üretilmesi çok pahalıdır. Bu nedenle ince detayların gösterilmesi için pratik değildir. Kürelerin bir bakışta sadece bir yüzünü görmek ve incelemek mümkündür. Her noktaya düz bakmak zordur. Kavisli küre yüzeyi

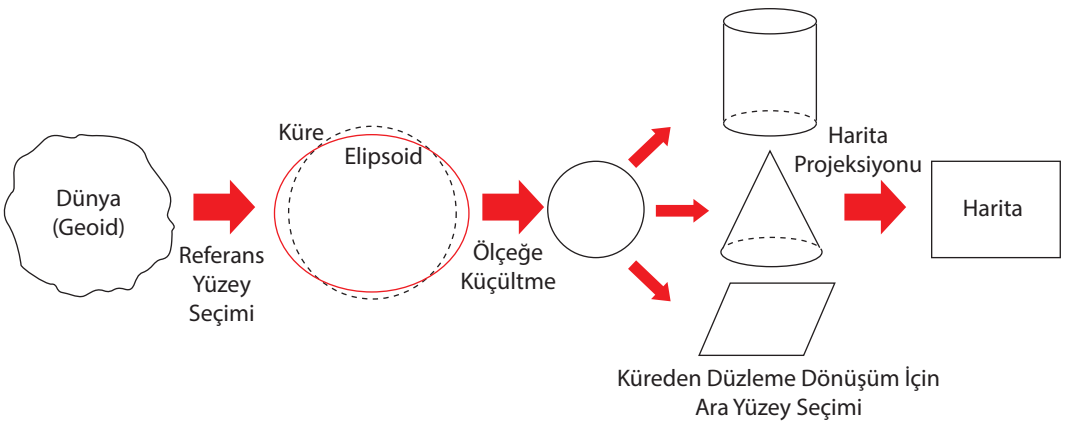
üzerinde, ölçüm yapmak, yol-rota belirlemek güçleşir. Ayrıca, kürelerin yapımı, seri üretimi ve çoğaltılması ekonomik değildir. Basit bir örnekle konuyu açıklamak gerekirse: Sınıflarımızda eğitim ve dekor amaçlı kullandığımız 1:1.000.000 ölçekli Türkiye duvar haritasını küresel bir yüzeyde göstermek istersek: 6,37 m yarıçaplı bir küreden yaralanmamız gerekir. Türkiye'nin bulunduğu 40° paralelinin yarıçapı da 4,9 m olacaktır. Böyle kavisli bir yüzeyde ülkenin doğusu ile batısı arasındaki 19°lik yay duvara ortalandığında yaklaşık 44 cm'lik çıkıntı yapacaktır (Şekil 2.5). Böyle bir nesneyi duvarımıza monte etmenin zorluğunu düşündüğünüzde haritanızın küçük kusurlarını görmezden gelmeye razı olursunuz herhalde.



Şekil 2.5 Küre yüzeyi ile harita yüzeyi arasındaki ilişkiler Türkiye haritası örneğine göre

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Buna karşılık, harita, eksikliklerine rağmen çok kullanışlıdır. Düz yüzeyler için taşıma, koruma, baskı yapma ve ölçme kolaylıkları vardır. İşte bu avantajları sayesindedir ki, haritalar, uzunluk ve yön ilgileri bakımından hatalar içermelerine rağmen tercih edilirler. Haritaların bu şekilde hatalar içermesi, yerin küre şeklinde olması ve üzerindeki kavisli yüzeyin arz ettiği özelliklerin düz bir yüzeye nakledilmesinin geometrik bakımdan imkânsız olmasındandır. Bunu kısaca şu şekilde açıklamak mümkündür: Bir küre yüzeyinin herhangi bir kısmı bozulmadan veya yırtılmadan düz bir yüzey haline getirilemez. Nasıl ki bir portakalın kabuğunu yırtmadan soymak ve düzleştirmek mümkün değilse, portakal şeklindeki yeryüzünün üzerindeki bilgileri tam doğru olarak göstermek de mümkün değildir. Fakat haritaların tüm dünyayı aslına uygun olarak gösterememesi, karamsar bir görüşe yol açmamalıdır. Çünkü yerküreyi kasıtlı olarak çarpıtmak -bir kürenin aksine- önemli gerçekleri ortaya çıkarmayı ve normalde belirsiz olan ilişkileri bir bakışta sunmayı mümkün kılar. Ustalıkla kullanılan haritalar, güçlü görsel araçlardır. Hiçbir harita özünde iyi ya da kötü değildir. Ancak belirli bir sorun için uygun bir projeksiyon ile yapılmış harita, başka bir yerde kullandığında pekâlâ yararsız veya yanıltıcı olabilir.



Şekil 2.6 Yeryüzünü haritaya aktarmanın aşamaları

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Öğrenme Çıktısı

1 Yeryüzünün düzleme aktarılması ile ilgili sorunları ve harita yapımında referans yüzey seçiminin önemini kavrayabilme

Araştır 1	İlişkilendir	Anlat/Paylaş
Ülkemiz üzerinden geçen 40° paralelinde 1°lik yay uzunluğu kaç km'dir? Hesaplayınız.	Dünyanın yuvarlak bir şekle sahip olmasının olumlu ve olumsuz etkilerini tartışınız.	Bulunduğumuz yerin coğrafi koordinatını bilmenin günlük hayatımıza sağlayacağı yararları açıklayınız.

HARİTA PROJEKSİYONLARI

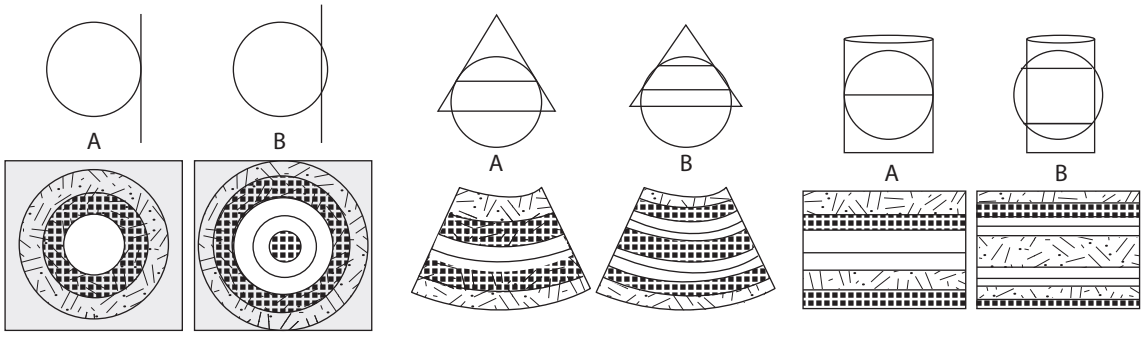
Haritalar, dünyanın üç boyutlu yüzeyinin bir düzlem kâğıt üzerinde basitleştirilmiş bir temsilidir. Yani harita, basit anlamda kapsadığı alandaki çeşitli bilgilerin belirli standartlarla bir plan düzleminde gösterilmesidir. Yerin şekli genel olarak dönel elipsoid ya da daha basit anlamda küre kabul edilebilir. Dünya ister elipsoid, ister küre kabul edilsin, harita yapılırken bu eğri yüzey üzerindeki bilgilerin bir düzlem olan harita üzerine geçirilmesi söz konusudur. Böyle eğri yüzeyler üzerindeki bilgiler geometri ve matematik kurallarından yararlanılarak harita düzlemlerine yansıtılır. Bu işleme, yani küresel ya da elipsoidal yüzeyin düzlem yüzeye dönüştürülme sistemine **Harita Projeksiyonu** denir (Koçak 1984). Harita projeksiyonlarının asıl amacı, yeryüzündeki ayrıntıları, yapılacak haritanın kullanılma amaçlarına göre en uygun düşecek şekilde en az hata ile bir düzlem üzerine aktarmaktır. Küresel yüzeyin bir düzlem yüzeye dönüştürülmesi, harita oluşturma sürecinin önemli bir aşamasıdır. Aslında Harita projeksiyonu, küresel dünyanın veya onun bir bölümündeki paralellerin ve meridyenlerin uygun şekilde seçilmiş bir ölçekte bir düzlem yüzeyinde düzenli ve sistematik bir temsilinin oluşturulmasıdır. Böyle kökten bir dönüşümde, bir nesnenin yeryüzü üzerinde göründüğü şekilde, yönde, mesafede ve alanda bazı kaçınılmaz değişikliklere uğraması kaçınılmazdır. Bu nedenle, projeksiyonların seçimi, oluşturulması ve kullanımı, harita yapımında birinci derecede önemlidir.

Projeksiyonda Aracı Yüzey Kullanımı

Yerkürenin bütününün veya herhangi bir kısmının düz bir yüzeye yansıtılması, harita yapımının en önemli meselelerinden birisini oluşturur. Çünkü küre, hiçbir zaman düzlem şekline çevrilemez. Üzerinde yaşadığımız dünyayı bir küre şeklinde düşünürsek, küre üstündeki bilgileri düz bir yüzeye aktarmanın kolay olmayacağı kendiliğinden ortaya çıkar. Yani, yeryüzü bilgilerini doğrudan doğruya düzleme geçiremeyiz. Düzlem yerine, koni ya da silindir gibi başka geometrik yüzeyler de kavramsal olarak kullanılabilir. Bir ara ya da aracı şekil olan bu tür yüzeyler ana doğruları boyunca kesildiklerinde bir düzlem şekline dönüşebilme özelliği gösterirler. Harita projeksiyonlarında kullanılan düzlem ya da düzleme dönüşebilen koni ve silindir gibi aracı yüzeylere ***projeksiyon yüzeyi*** denir (Uçar vd 2004).

Yerküre üzerindeki bilgileri haritaya aktarmaya destek olmak için kavramsal olarak oluşturulan bu projeksiyon yüzeyleri küreye genellikle bir (yüzeye teğet) veya iki (yüzeyi kesen) bölgede dokunurlar. Projeksiyon yüzeyinin küreye temas ettiği varsayılan bölgelere yakın kısımları orijinal küresel yüzeyden daha az ayrıldıkları için aslına daha uygun olarak yansırlar (Şekil 2.7). Bazı projeksiyonlar birden çok ara yüzeyin birleştirilmesinden oluşturuldukları varsayımına dayanır. Haritanın farklı bölgelerine ayrı yüzeylerin sığdırıldığı bu projeksiyonlarda, hatalı kısımlar azalır ve bozulmalar yüzeye dağıtılarak küçültülür. Ancak bu projeksiyonlar daha fazla

karmaşıklık içerirler. Projeksiyon süreci ne kadar karmaşık olursa olsun, orijinal yüzeyin özellikleri hiçbir zaman mükemmel bir şekilde düz bir haritaya dönüştürülemez. Haritalarının en az bir bölgesinde her zaman büyük veya küçük bir bozulma mevcuttur.



Şekil 2.7 Teğet ve Kesen projeksiyon modellerinin karşılaştırması. Düzlem, Koni ve Silindirin küreye değmesi (A) ve delip geçmesi ya da kesmesi (B) modellerinde kalın çizgi boyunca ölçek hatası sıfır, beyaz yerlerde çok az, seyrek noktalı yerlerde biraz, sık noktalı yerlerde ise çoktur.

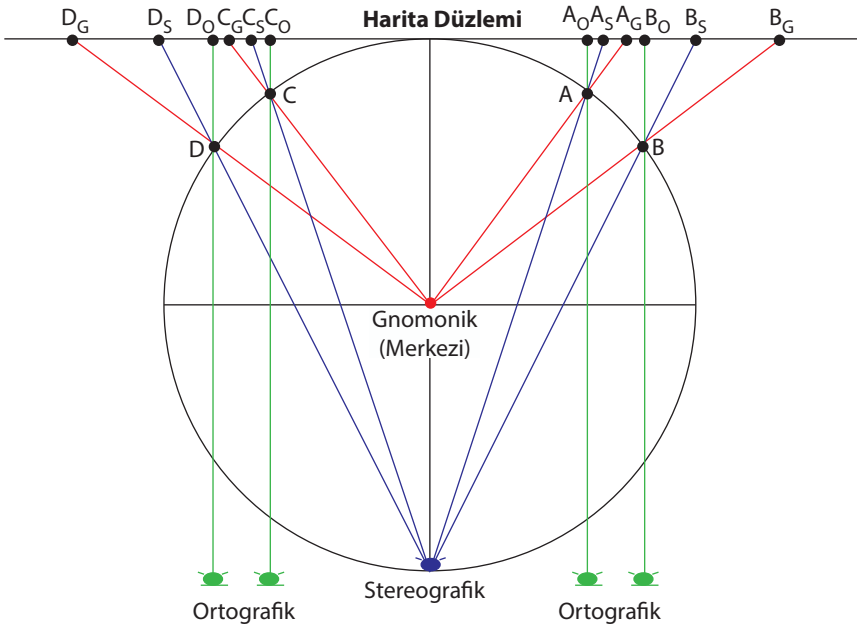
Kaynak: Robinson 1952'ye atfen Mersinoğlu 1973

Kısacası küre şeklindeki dünya yüzeyinin düz bir şekilde gösterilmesi ancak birtakım bozulmalarla (**Deformasyon**) mümkün olmaktadır. Bu bozulmaları kontrol altında tutmak, yani uzayan-kısalan ya da sünen-büzüşen şekilleri veya alan kaybı-artması gibi dönüşümlerin kontrolünün sağlanabilmesi için çeşitli görüşler doğrultusunda, bazı yöntemler geliştirilmiştir. Bunların başında perspektif kurallarına dayanan yansıtmalar (***izdüşüm***) ile geometrik kurallara dayanan aktarmalar gelir. Bu tür projeksiyonlara gerçek projeksiyonlar denir. Geometrik yöntemler ile yapılan, gerçek projeksiyonlar sınırlıdır. Buna karşılık, sözde bir yüzeye dayanan matematiksel olarak geliştirilmiş çok sayıda itibari projeksiyon vardır. Amaca göre, yani ***itibari*** *(düşünceye bağlı)* ***projeksiyonlar*** gerçek geometrik projeksiyonların matematik esaslara göre değiştirilmesiyle elde edilirler. Bu değiştirme o kadar ileri götürülebilir ki, bir itibari projeksiyonun hangi yoldan elde edildiğini bir bakışta ifade etmek güçleşir. Bu projeksiyonların çizilmesi, belirli bir bakış açısına ve onun çarpıtılması esasına göredir. Bu esasları bilmeyen bir kimsenin bu çizim üzerinde yapacağı ölçmeler hatalı olur. Çünkü bir projeksiyon ağının hangi esaslara göre yapıldığı bilinmediği takdirde, bu projeksiyona göre hazırlanmış bir harita üzerinde yapılacak ölçmeler hatalı gibi görünecektir. Bu nedenle projeksiyon tipleri arasında en çok kullanılanlarını tanımak, özelliklerini bilmek, çizim yöntemleri hakkında bilgi sahibi olmak gerekir.

Deformasyon: Dünya üzerinde bulunan ve harita yapımına konu olan bilgiler arasında uzunluk, alan ve şekil bakımından daima bir ilişki vardır. Bu bilgiler bir projeksiyon yüzeyine geçirildiğinde aralarında bulunan ilişkiler orijinal yüzeydeki gibi kalamaz, bazı değişmeler olur. Projeksiyonda ortaya çıkan değişme ve bozulmalara deformasyon denir. Değişik projeksiyon tiplerinde deformasyonların hesaplanabilmesi mümkündür.

İtibari: Gerçekten öyle olmadığı hâlde öyle sayılan, saymaca, fiktif: TDK Güncel Türkçe Sözlük

İzdüşüm: Bir ışık kaynağından çıkan ışınların etkisiyle, bir cismin bir düzlem üzerine görüntüsünün düşürülmesi eylemine izdüşüm denir. Büyük ölçekli haritaların yapımı için matematik kurallarıyla oluşturulan harita projeksiyonlarından yararlanılır. Küçük ölçekli bazı coğrafya ya da atlas haritaları için doğrudan izdüşüm geometrisinin kurallarından yararlanılarak geliştirilmiş projeksiyon türlerinden yararlanılır (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Harita Düzlemine İzdüşümler

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Harita Projeksiyonlarının İçerdiği Nitelikler

Hiçbir projeksiyon dünyanın her tarafını kapsayan, ideal doğrulukta harita yapımını sağlayamaz, fakat değişik tip projeksiyonlarda farklı ölçüde bulunabilecek nitelikler vardır. Harita üretimine, ilk önce coğrafi koordinat ağını oluşturan meridyen ve paralellerin projeksiyon yüzeyinde gösterilmesi ile başlanır. Bu şekilde kürenin düz bir yüzeye yansıtılması yoluna gidilir. Daha sonra yeryüzüne ait bilgiler projeksiyon yüzeyine koordinat ağından yararlanılarak aktarılır. Yeryüzüne ait bilgiler arasında uzunluk, alan ve şekil yönüyle olan ilişkilerden sadece bir tanesinin değişmeden projeksiyon yüzeyine aktarılması sağlanabilir ve matematik bağıntılar buna göre kurulur. Buna projeksiyonun koruduğu özellik denir. Bunlar:

Uzunluğun Korunması

Dünya gibi kütlevi yüzeylerin bir kâğıt parçası üzerinde iki boyutlu olarak temsilinde sabit bir ölçek korunması imkânsızdır. Ancak belirli yönlerde ölçek sabit tutulabilir. Projeksiyon tipine bağlı olarak, ölçek bir yönde değişirken, diğerinde sabit tutulabilir. Yani ya meridyen ya da paraleller yönde harita üzerindeki mesafeler ile bunlara karşılık gelen küre üzerindeki mesafeler arasındaki orantılar doğrudur. Aslında çoğu projeksiyonda bu özellikler bulunur, ancak çok azına "uzunluk koruyan" denir. Uzaklık oranlarını koruyan projeksiyonlara ***eşaralıklı*** ya da ***eşit uzaklıklı*** (ekidistant) projeksiyonlar denir.

Alan Bütünlüğünün Korunması

Özellikle coğrafi karşılaştırmalar ve eğitim amaçlı kullanışlar için arazinin gerçek orantısı ile temsili önemlidir. Bu özelliği sağlayan projeksiyon ***eşalanlı*** veya ***eşit arazili*** (ekuvalent) olarak isimlendirilirler. Ayrıca eşdeğer veya otalik olarak da adlandırılırlar. Haritadaki herhangi bir bölge, küre üzerinde karşılık gelen bölgeyle doğrusal orantılı alana sahiptir. Alan bütünlüğü sağlanırken açı bozulur, arazi gerçek şeklinde gösterilemez.

Şeklin Korunması

Büyük sahaların şeklini doğru olarak harita üzerinde temsil etmek mümkün değildir. Eğer bu mümkün olsaydı o zaman tüm saha üzerinde açı ve uzunluklar mükemmel olurdu. Projeksiyon üzerindeki herhangi bir noktada ölçek faktörü meridyen ve paraleller boyunca her noktanın ölçek faktörü ile aynı ise ve projeksiyonda meridyen ve paraleller birbirini dik açı ile kesiyorlarsa, harita üzerindeki küçük bir sahanın şekli yeryüzü üzerindeki gerçek şekli ile aynıdır. Bu iki şart şekil koruyan projeksiyonu tanımlar. Ancak şekil koruyan projeksiyonda, alan oranı bozulur. Şekil koruyan projeksiyonlar **"doğru şekilli"**, **"doğru açılı"** veya **"uyumlu (konformal)"** olarak adlandırılırlar. Şekil koruyan projeksiyonlar daha çok yol bulmak (navigasyon) amacıyla yapılan haritalarda kullanılırlar.

Sonuç olarak, bazı harita projeksiyonları belli yönlerde uzunlukları, bazıları alan bütünlüğünü, bazıları da açıları, dolaysıyla şekilleri doğru gösterebilirler. Her üç özelliği de gösteren bir harita projeksiyonu yoktur (Orcan 1981). Harita projeksiyonları bu üç özellikten sadece birini tam olarak taşırlar. Bir harita projeksiyon yönteminden söz ederken projeksiyonun yukarıda söylenen üç özellikten hangisini taşıdığının belirtilmiş olması gerekir. Bazı kaynaklarda ne şekil ne de alan korumayan projeksiyonlar için **afilaktik** (korumaya hizmet etmeyen) ismi kullanılır.



Araştırmalarla İlişkilendir

Haritalarla Oynamak

… İşin doğrusu, harita projeksiyonlarıyla Dünya yüzeyinin herhangi bir parçasını abartabilir, küçültebilir, çarpıtabilir ve istediğiniz başka şekillerde değiştirebilirsiniz. Ülkeler, başka ülkelere kıyasla asıllarından daha büyük gösterilebilir. Bir bölge size gerçektekinden daha büyük gösterilebilir. Haritalar propaganda veya daha kötü amaçlar için kullanılabilir; korkuyu yılgınlığı, saldırganlığı, öfkeyi tetiklemek için kullanılabilir veya en azından, haritayı incelerken yanlış hükme varılmasına neden olabilir. …

Görüyoruz ki, Dünya'nın kılavuz çizgilerini çeşitli şekillerde esneterek kıtaları ve ülkeleri olduğundan daha büyük, daha küçük veya farklı şekilde gösterebiliriz. Harita hileleri, ister kasıtlı ister kazara olsun, sandığınızdan daha yaygındır. Haritaların yanlış kullanımı uzun bir geçmişe sahiptir. Naziler bunun ustasıydılar. Komünistler de onlarla yarışacak kadar iyiydiler. Reklamcılar, her eğilimden siyasetçiler, bir amaç peşindeki aktivistler ve pek çok başka kesim, hedeflerini gerçekleştirmek için yanıltıcı haritalar kullanmışlardır.

Bazen haritaların suiistimali kasıtlı olarak değil, sadece coğrafya konusundaki bilgisizliğimizin bir yansıması olarak meydana gelir. …

Syracuse Üniversitesinin coğrafya bölümünde görevli meslektaşım Mark Monmonier, kasıtlı harita hileleri de dâhil, haritaların farklı yönleri üzerine harika bir dizi kitap yazdı. How to Lie with Maps* adlı birinci kitabında, bazı haritalarla insanları aldatmak veya yanlış bilgilendirmek için özellikle oynanırken; bazı haritalarınsa yanıltıcı içeriklerini özensizliğe, kötü harita tasarımına, haritacının tecrübesizliğine borçlu olduğunu belirtir (Monmonier 1991). …

Monmonier'in işaret ettiği gibi, haritacılık bir güçtür.

* "Haritalarla Nasıl Yalan Söylenir."

Kaynak: Harm de Blij (2012). COĞRAFYA NEDEN ÖNEMLİDİR Hiç Olmadığı Kadar. Çeviren: Fatma Yavaş - Baki Kaya (2019). Ankara: Hece Yayınları, ss. 76-83.



HARİTA PROJEKSİYONLARININ SINIFLANDIRILMASI

Harita projeksiyonları ile, dünyanın herhangi bir bölümünün iyi bir modelini gerçek şekli ve boyutuyla temsil etmeye çalışırız. Ancak şu veya bu biçimde bozulma kaçınılmazdır. Bu çarpıklığı önlemek için çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve birçok türde projeksiyon çizilmiştir. Bu nedenle harita projeksiyonu, kanevayı oluşturan paralel ve meridyen çizgilerinin küreden düz bir kâğıda aktarılması için denenmiş farklı yöntemlerin incelenmesi olarak da tanımlanır. Harita projeksiyonları yukarıda belirtiğimiz özelliklere, daha doğrusu bu özelliklerden hangisini taşıdığına göre sınıflandırılırlar. Yani projeksiyonları, hangi çizim tekniğine göre tasarlandığına; hangi aracı yüzeyin kullanıldığına; aracı yüzeyin küre yüzeyine dokunan (teğet) veya kesen olup olmadığına; dokunan yüzeyin eksen durumuna ve projeksiyonun içerdiği koruma özelliğine göre sınıflandırılırlar. Projeksiyon tiplerinin sınıflandırılmasını şu şekilde sıralayabiliriz:

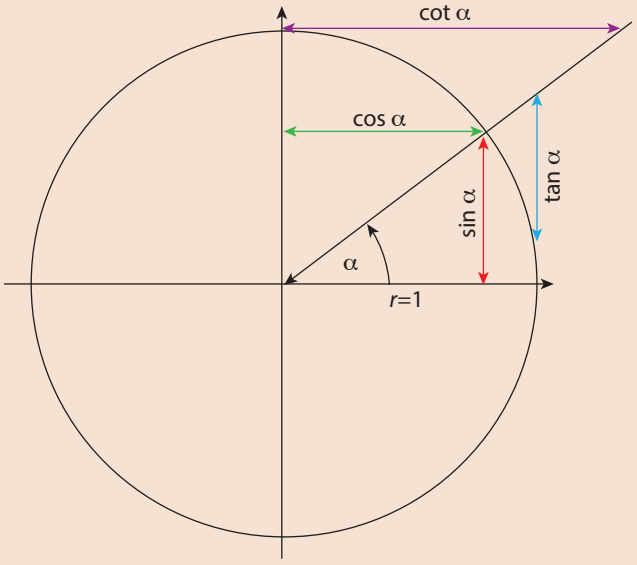
1. **Tasarlanış Yöntemlerine (Çizim Tekniklerine) Göre**
   a. Gerçek projeksiyonlar (Perspektif, Geometrik)
   b. Gerçek olmayan projeksiyonlar (İtibari, Matematiksel)
2. **Kullanılan Aracı Yüzeyin Cinsine Göre**
   a. Düzlem (Azimutal veya Zenital) Projeksiyonlar
   b. Silindirik Projeksiyonlar
   c. Konik Projeksiyonlar
   d. Gerçek Yüzeyi Olmayan Projeksiyonlar
3. **Kullanılan Yüzeylerin Eksen Durumlarına Göre**
   a. Kutba teğet (Normal-Azimutal) Projeksiyonlar,
   b. Ekvatora teğet (Transversal-Enine) Projeksiyonlar,
   c. Herhangi bir yere teğet (Eğik eksenli-Oblik) Projeksiyonlar
   d. Yüzeyi kesen Projeksiyonlar
   e. Çok Yüzeyli Projeksiyonlar
4. **Koruma Özelliklerine Göre Projeksiyonlar**
   a. Doğru biçimli projeksiyonlar (Konform- Açı/Şekil Koruyan)
   b. Eşit alanlı projeksiyonlar (Equivalent - Alan Koruyan)
   c. Eşit uzaklıklı projeksiyonlar (Equidistans - Uzunluk Koruyan)
   d. Koruma özelliği olmayan projeksiyonlar (Afilaktik)



Araştırmalarla İlişkilendir

Trigonometrinin Temel Kavramları: Aşağıda size faydalı olacağını umduğumuz, trigonometrinin en temel bağıntısını gösteren şekil yer almaktadır. Şekilde görüldüğü gibi bir dik üçgende bir kenar ve bir açının bilinmesi 4 ayrı uzunluğun hesaplanması için yeterlidir. Projeksiyonların hesaplanmasında bu bağıntılar sürekli karşımıza çıkacaktır. Bu kavramları mutlaka öğreniniz!

Örnek olarak "r" değeri olarak küre yarıçapı olan 6370 km'yi alırsak ölçeğimiz de 1: 100.000.000 olursa, 40° enlemi için değerler aşağıdaki gibidir.



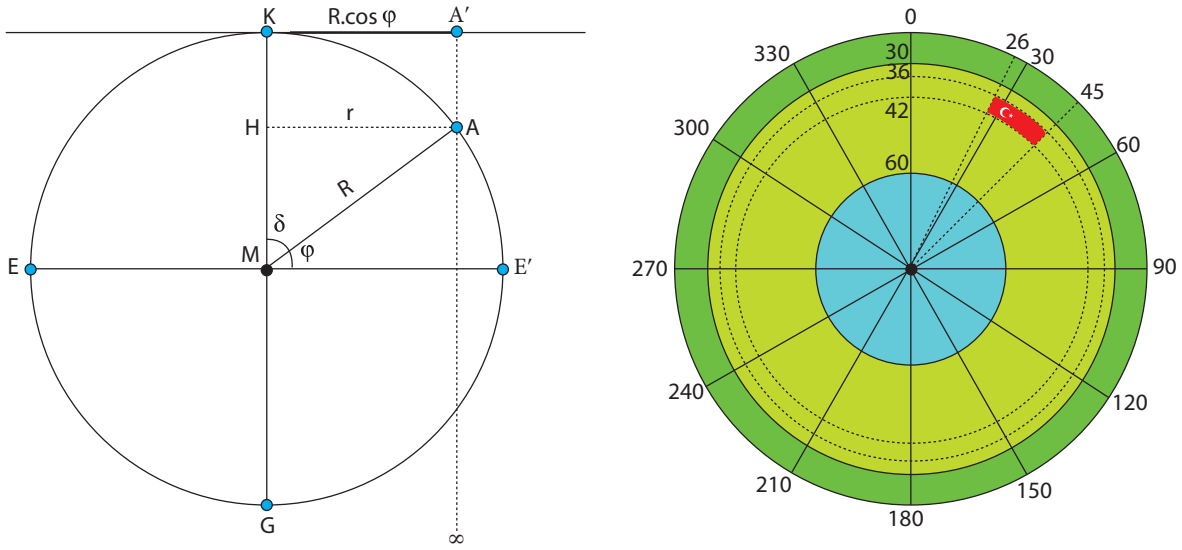
r=6,37 cm α=40 olursa;
cot α = 1,19 x 6,37 = 7,6 cm
tan α = 0,84 x 6,37 = 5,3 cm
cos α = 0,77 x 6,37 = 4,9 cm
sin α = 0,64 x 6,37 = 4,1 cm

Düzlem Projeksiyonlar

Düzlem projeksiyonlara azimutal ya da zenital projeksiyonlar da denilir. Projeksiyon genellikle düzlemin küreye dokunduğu (teğet) nokta ve ışık kaynağının konumu (bakış açısı) ile tanımlanabilir. Tek teğet noktasından gerçek yönleri gösterir; kutupsal açılarda tüm paraleller daireseldir ve meridyenler ise eşit aralıklarla yerleştirilmiş düz çizgilerdir. Kırpılmamış harita daireseldir. Burada üçü perspektif, ikisi de geometrik kurallara göre oluşturulmuş beş temel düzlem projeksiyonu tanıtacağız. Aslında bu kurallar koni ve silindir yüzeylerde de benzer işlemlere şahiptirler.

Ortografik Projeksiyon

Bakış noktası ya eksen üzerinde veya ekvatorda ya da eğik olarak sonsuzdadır. Projeksiyon düzlemi karşı tarafa ışınlara dik ve küreye teğettir (Şekil 2.9). Kutupsal tipi kozmografların ekvatoral tipi ise aydınlık karanlık sınırının tayininde Coğrafyacıların işine yarar.

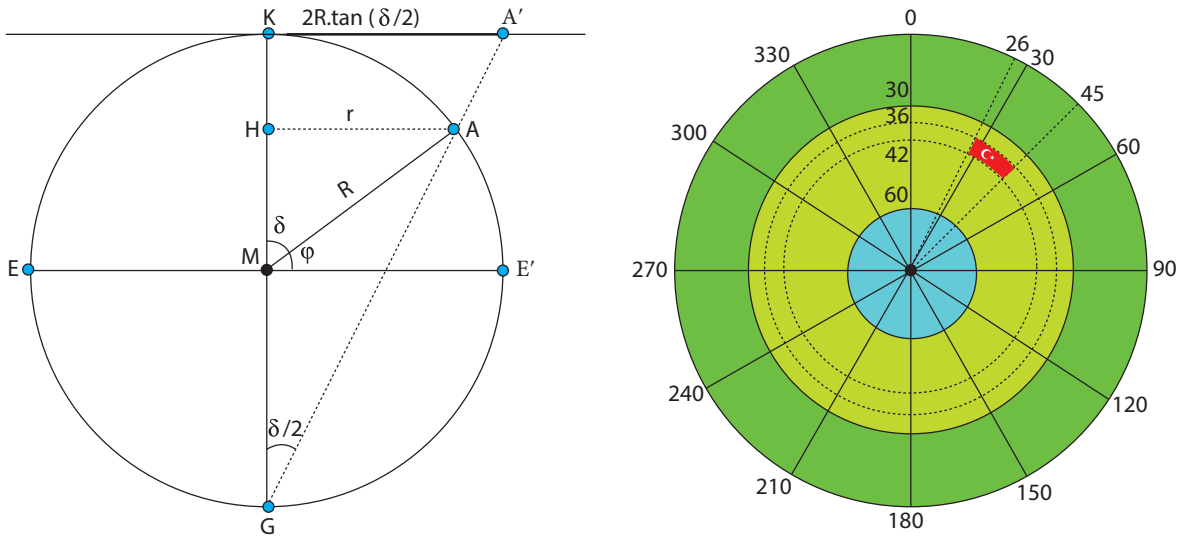


Şekil 2.9 Ortografik düzlem projeksiyon modeli ve kanevası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Stereografik Projeksiyon

Bakış noktası, düzlemin küreye temas ettiği noktanın merkeze göre simetriğindedir. Kürenin bütününden biraz eksiğini gösterir (Şekil 2.10). Açı korur, dolaysıyla şekiller doğrudur. Yer ve yön ilişkileri önemli olan konular için tercih edilen projeksiyonlardandır.

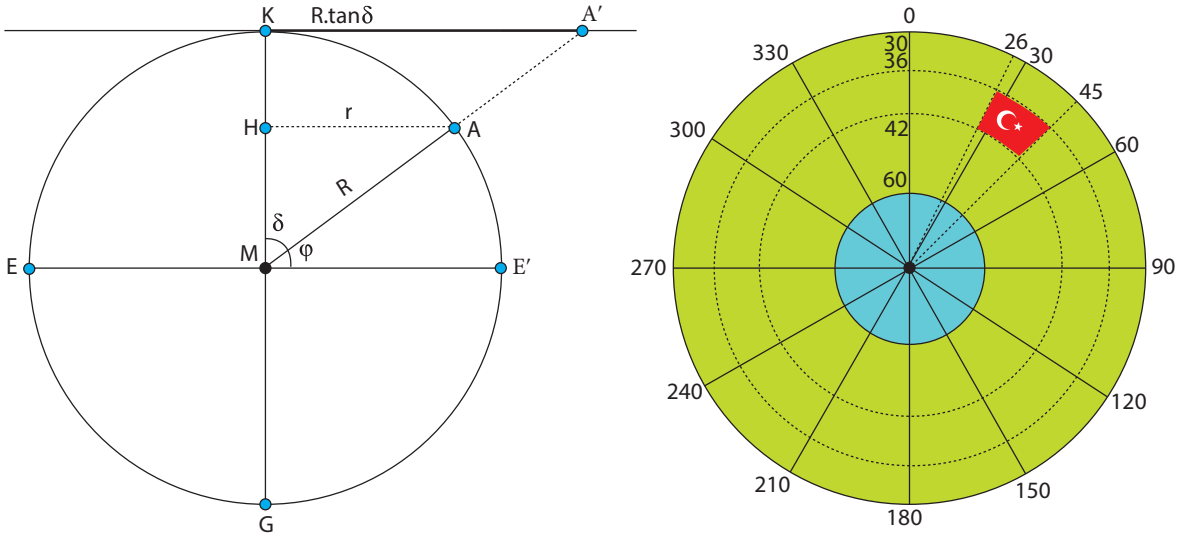


Şekil 2.10 Stereografik düzlem projeksiyon modeli ve kanevası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Merkezi (Gnomonik) Düzlem Projeksiyon

Bakış noktası kürenin merkezidir. En kısa yol bir doğrudur. Kürenin yarısından biraz eksiğini gösterebilir (Şekil 2.11). Denizcilikte ve hava fotogrametrisinde kullanılır.

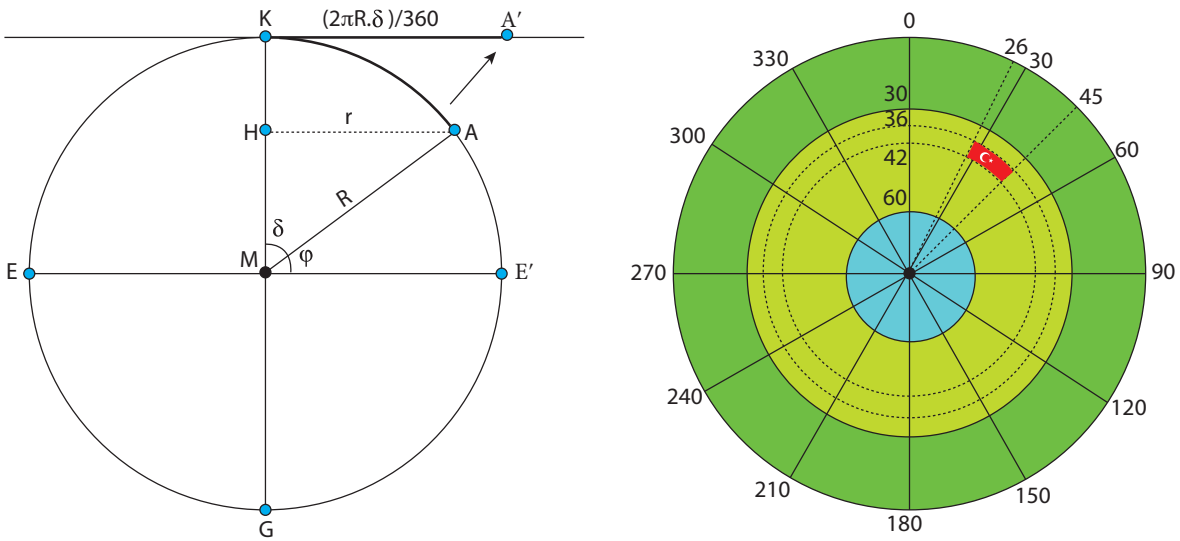


Şekil 2.11 Merkezi (gnomonik) düzlem projeksiyon modeli ve kanevası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Merkezi Mesafeyi Koruyan (Ekidisdant) Projeksiyon

Perspektif değildir. Merkezden itibaren uzaklıklar eşittir. Dolaysıyla meridyenler boyunca uzunluk korur. Karşı kutup bir daire halinde görülür. Bununla kürenin hepsini göstermek mümkündür (Şekil 2.12).

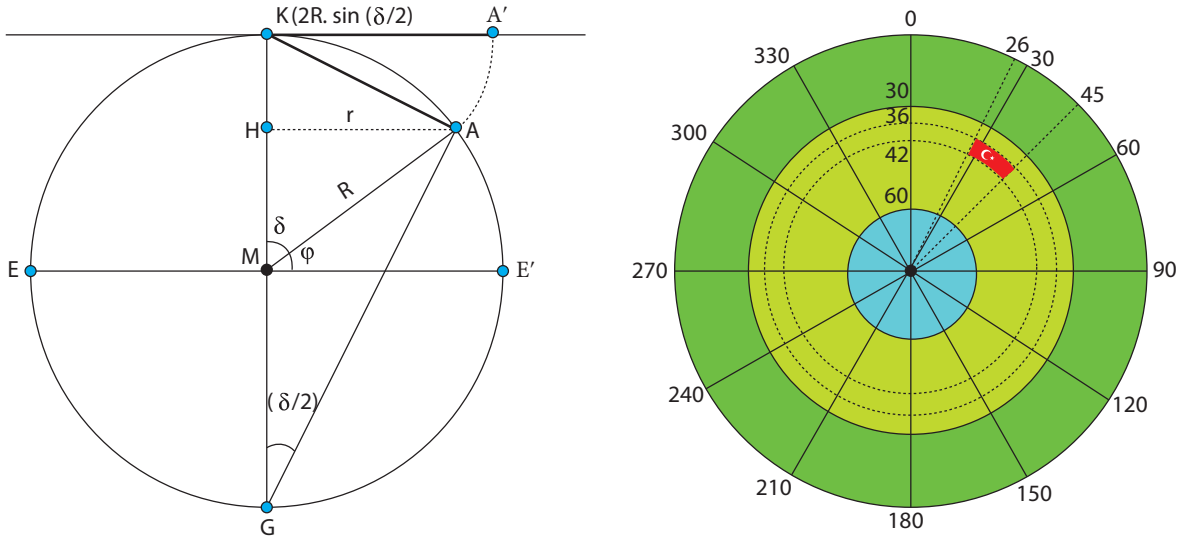


Şekil 2.12 Ekidistant düzlem projeksiyon modeli ve kanevası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Lambert'in Alan Koruyan Projeksiyonu

Alan korur. Bundan dolayı coğrafyacıların çok işine yarar. Kürenin hepsini gösterebilir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Lambert'in alan koruyan düzlem projeksiyonu modeli ve kanevası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

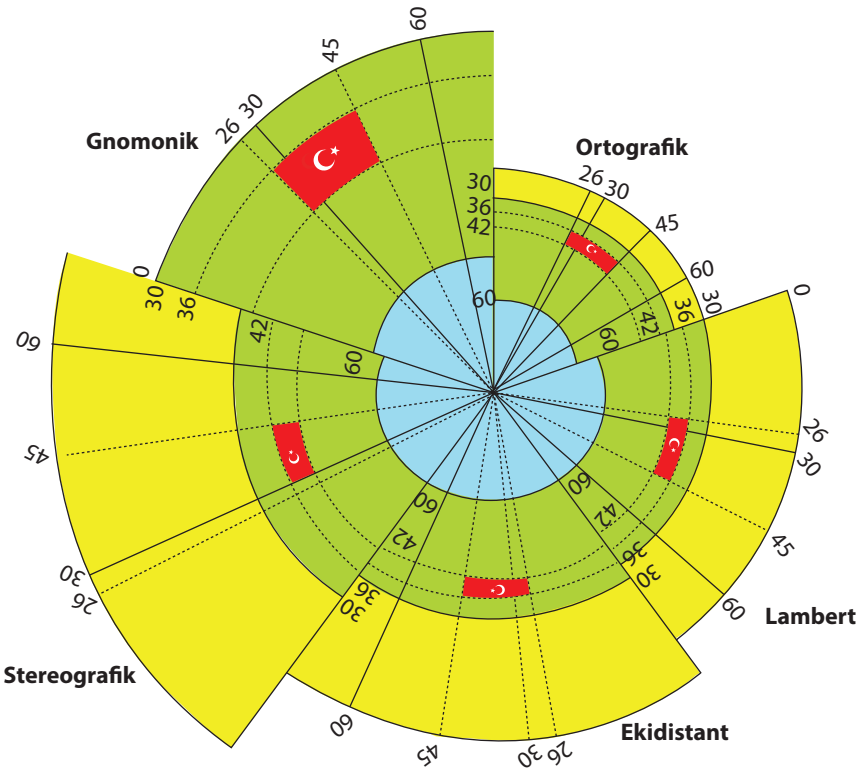
Düzlem Projeksiyonların Karşılaştırılması

Lambert ve Ekidistant perspektif olmayanlar; Ortografik, Stereografik ve Merkezi perspektif olanlardır. Küçükten büyüğe doğru sıralanışları: Ortografik< Lambert< Ekidistant< Stereografik< Merkezi. Ortografikte bozulma küçülme şeklindedir. Lambert'te bozulma hem paralel hem meridyenler boyunca vardır ve küçülme şeklindedir. Ekidistantda paraleller boyunca bozulma vardır. Stereografik ve Merkezide de bozulma iki yönlüdür (Şekil 2.14).

Soru: Beş düzlem projeksiyonun normal tipine göre, Kuzey yarımkürenin 30° aralıklı paralel ve meridyenlerden oluşan 1:100 000 000 ölçekli kanevası üzerinde Türkiye'nin yerini gösteriniz.

Çözüm: Burada ilk önce R değeri ölçeğe göre küçültülür; R= 6370 km. = 637 000 000 cm./ 100 000 000 = 6,37 ~ 6,4 cm. dir. Hesap etmek istediğimiz enlemi (φ) ya da enlemi kutup açısından çıkararak (90-φ) elde ettiğimiz (δ) değeri formüldeki yerine koyarak işlemi tamamlarız. Sonuç aşağıdaki gibi çıkar:

Projeksiyon	Formülü	0°	30°	60°	36°	42°
Ortografik	R.cosφ	6,4	5,5	3,2	5,2	4,7
Lambert	2R.sin(δ/2)	9	6,4	3,3	5,8	5,2
Ekidistant	(2πR.δ)/360	10	6,7	3,3	6	5,3
Stereografik	2R.tan(δ/2)	12,7	7,4	3,4	6,5	5,7
Merkezi	R.tanδ	∞	11	3,7	8,8	7,1



Şekil 2.14 Düzlem Projeksiyonların Karşılaştırılması

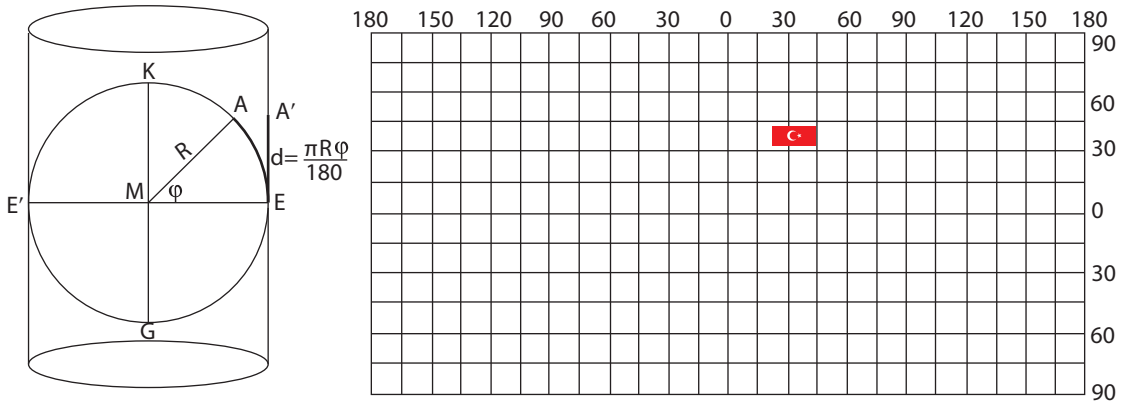
Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Silindirik Projeksiyonlar

Normal konumlu silindirik projeksiyonlarda aracı projeksiyon yüzeyi olan silindir küreye Ekvator boyunca teğettir. Küre üzerindeki paralel ve meridyen yayları silindir üzerine aktarıldıktan sonra düzleme açılımı yapılarak harita düzlemi elde edilir. Normal silindirik projeksiyonlarda ekvator kendi uzunluğunda projeksiyon düzlemine aktarılır. Paralel daireler de ekvator uzunluğunda ve ona paralel doğrularla temsil edilir. Paralel dairlerin ekvatora olan uzaklıkları enlemlerinin (φ) ya da kutup uzaklıklarının (δ) fonksiyonu olur. Fonksiyonun ifadesi projeksiyonun özelliğine göre belirlenir. Meridyenler ise eşit aralıklarla yerleştirilmiş düz dikey çizgilerdir. Kırpılmamış harita dikdörtgendir. Paralel ve Meridyen yaylarının projeksiyon düzlemine doğrudan doğruya çizimi için yukarıda belirtilen özelliklerden yararlanılır. Küçük ölçekli harita yapımında geçerli olan bu yöntemin büyük ölçekli haritaların çiziminde kullanılması uygun ve pratik değildir. Büyük ölçekli harita yapımında çizimi düşünülen noktaların dik koordinatları hesaplanır ve bu değerlerden yararlanılarak noktalar projeksiyon yüzeyine aktarılır.

Uzunluk Koruyan Silindirik Projeksiyon (Kareli Projeksiyon)

Eşit enlem ve boylam aralıklarına göre düzenlenecek uzunluk koruyan silindirik projeksiyonda paralel ve meridyen çizgileri bir kare ağı meydana getirir. Bu nedenle projeksiyona **"*Kuadratik (Kareli) projeksiyon*"** adı verilir (Koçak 1984). Meridyenler ve ekvator küre üzerindeki değerine eşit olduğundan, uzunluk korurlar. Kürenin tamamı gösterilebilir (Şekil 2.15). En iyi ekvator ve yakın çevresi gösterilir, ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe bozulma oranı artar, bu oran kutuplarda sonsuzdur.

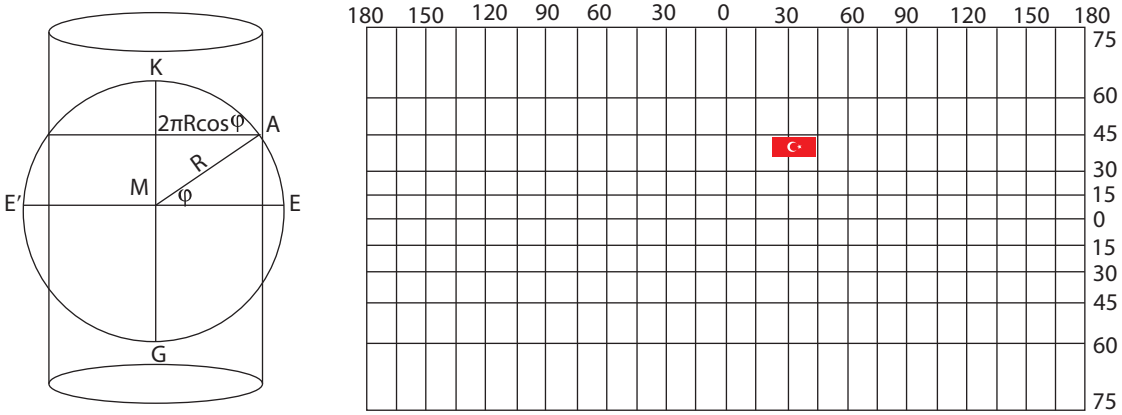


Şekil 2.15 Uzunluk koruyan silindirik (kareli) projeksiyon modeli ve kanevası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Kesen Silindirik Projeksiyon (Dikdörtgenli Projeksiyon)

Küre ekseni ile silindir ekseni çakışık şekilde, bir silindirin küreyi belli bir paralelden kestiği varsayılarak oluşturulmuştur. Paralelleri birbirine paralel doğrular şeklinde olup kutuplar dâhil hepsinin uzunluğu silindirin küreyi kestiği paralelin küre üzerindeki uzunluğuna eşittir (Şekil 2.16). Herhangi bir ülkenin haritasını en iyi şekilde çizmek istediğimizde o ülkenin ortasındaki paralelden kürenin kesildiği varsayılır. Türkiye için 40° paralelinde kürenin kesildiği düşünülürse uygundur. Meridyenleri ekvatora dik doğrular şeklinde olup küre üzerindeki meridyen uzunluğuna eşit değerdedir. Bu projeksiyon ile kürenin tamamı gösterilebilir. En iyi kesilen paralelin yakın çevresini gösterir. Bu paralelden ekvatora ve kutuplara doğru gidildikçe bozulma oranı artar. Bu bozulma oranı ekvatora doğru küçülme, kutuplara doğru büyüme yönündedir. Kutuplarda bozulma sonsuzdur.



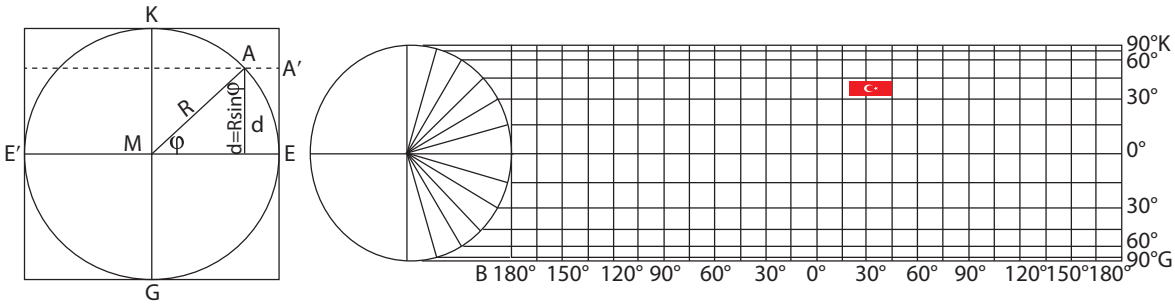
Şekil 2.16 Kesen silindirik (dikdörtgenli) projeksiyon modeli ve kanevası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Lambert'in Alan Koruyan Silindirik Projeksiyonu

Normal konumlu alan koruyan silindirik projeksiyon 1772 yılında Alman matematikçi Lambert tarafından geliştirilmiştir. Bu nedenle projeksiyona "Lambert'in alan koruyan silindirik projeksiyonu" adı verilir (Gürsoy 1961). Lambert taban çevresinin yarıçapı kürenin R yarıçapına, h yüksekliği de kürenin çapına (2 R'ye) eşit olan bir silindirin yan yüzey alanının küre alanına eşit olduğunu göstermiştir (Şekil

2.17). Kürenin böyle bir silindir yüzeyine aktarılması halinde alan koruyan bir harita projeksiyonu elde edilmektedir. Bu projeksiyon ile kürenin tamamı gösterilebilir. Paralelleri birbirine paralel doğrular şeklinde olup, uzunlukları ekvator uzunluğuna eşittir. Paralellerin araları ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe daralır. Meridyenleri birbirine paralel doğrular şeklinde olup hepsinin uzunluğu küre çapı kadardır. En iyi ekvator yakın çevresi gösterilebilir ekvatordan uzaklaştıkça bozulma artar bozulma küçülme şeklindedir.



Şekil 2.17 Lambert'in alan koruyan silindirik projeksiyonu modeli ve kanevası

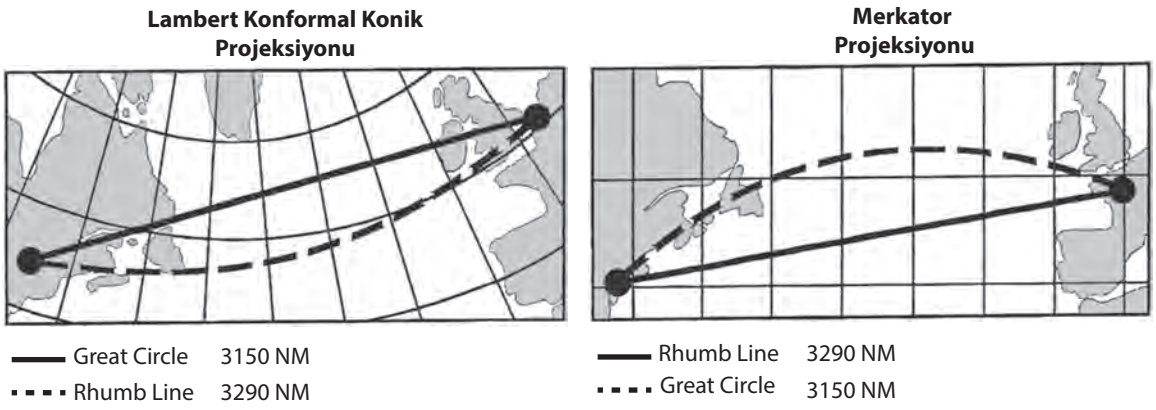
Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Mercator Projeksiyonu

Bu projeksiyon küre ekseni ile ekseni çakışık ve ekvatora teğet olan bir silindir üzerine yapılan açısı doğru (konform) bir projeksiyon sistemidir. Projeksiyon 1569 yılında, kendisine Latince "Tüccar" anlamına gelen "Mercator" lakabını veren Gerhard Kremer tarafından kullanılmıştır. Bu nedenle projeksiyon literatürde ***"Mercator projeksiyonu"*** olarak tanınır. Mercator projeksiyonda, paraleller ekvator ile aynı uzunlukta, birbirine paralel doğrular şeklinde olup, araları ekvatordan kutuplara doğru gidildikçe açılır. Meridyenleri, ekvator üzerindeki gerçek aralıklarına göre yerleştirilmiş ekvatora dik doğrular şeklinde temsil edilirler (Şekil 2.18 ve19). Paraleller arasındaki mesafeler, enlem değerinin ekvatordan olan sekant değerlerinin toplamına eşit olacak şekilde ayarlanır. Yani y= sec 1' + sec 2' + sec 3' ..... sec φ dir. Fakat bu genel formülden basitleştirilmiş olan y= R. 2,302585 log. tan. (45+φ/2) formülü kullanılır. Meridyen ve paralel dairelerin arasındaki açı dünya üzerindeki asıllarına eşit ve 90° dir, yani açılar korunmaktadır. Projeksiyon sisteminde paralel dairelerin aralıkları kutuplara doğru açıldığı ve meridyenler birbirine paralel olarak izdüşürüldüğü için projeksiyonda kesin bir ölçek yoktur. Ölçek meridyen ve paralel daireleri boyunca değişik olarak düzenlenir**.** Paralellerin araları kutuplara gidildikçe sonsuza ulaşacağından bu projeksiyon sisteminde kutuplar gösterilemez. Kürenin yarıdan fazlasını tamamından azını gösterir. En iyi ekvator ve yakın çevresini gösterir, Ekvatordan uzaklaştıkça bozulma oranı artar. Bu bozulma 70° Paralelinden sonra büyük değerlere ulaşır. Mercator projeksiyonu ***loksodromik***tir. Uçak ve gemi rotaları doğru hatlarla kolayca çizildiğinden bu sistem deniz ve hava haritaları için en uygundur.

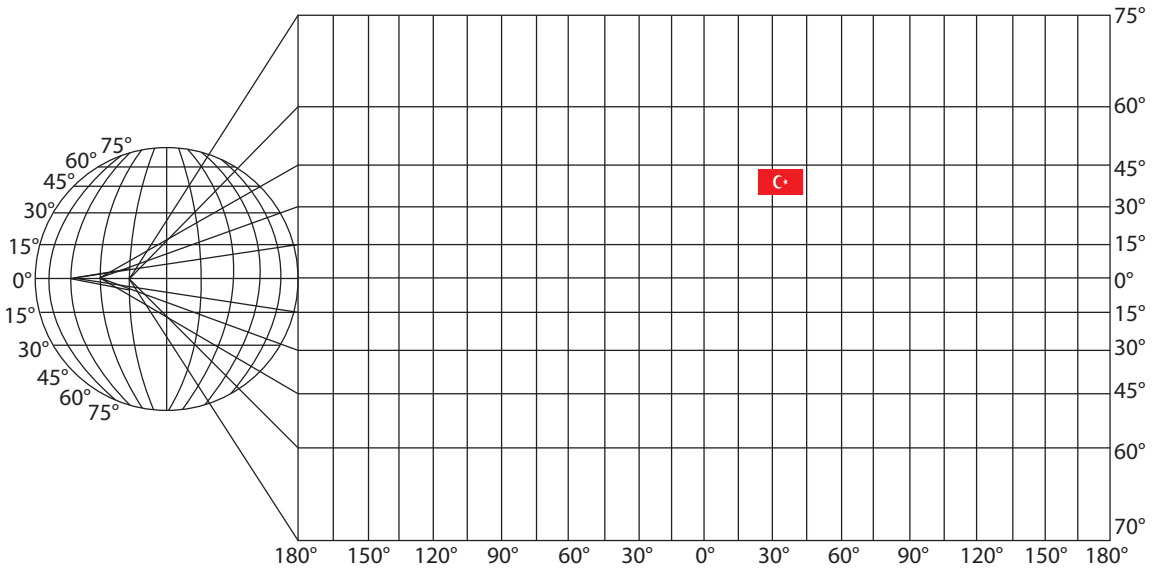
Loxodrom veya **Kerte Hattı:** Yeryüzünde iki noktayı birleştiren ve bu iki nokta arasındaki meridyenlerle aynı açıyı yapan eğridir. Loxos= eğik, dromos= yarış yolu, kulvar kelimelerden meydana gelmiş olup, eğik gidiş hattı anlamına gelen loksodrom; aynı pusula açısını koruyarak takip edilen yoldur. Fakat en kısa yol değildir. Harita üzerinde düz bir çizgi olarak gösterilir. Gemiciler için aynı pusula açısını koruyarak yol almak, rotanın sürekli güncellenmesini gerektirmediğinden daha pratiktir, bu nedenle tercih edilir.

Orthodrom veya **Büyük Çember:** Hem havada hem de okyanuslarda yol bulmada sıklıkla kullanılan iki nokta arasındaki en kısa rotayı temsil eder. Yani, yeryüzündeki en kısa mesafeye karşılık gelir. Fakat haritada eğik bir hat olarak görülür. Ortodrom kelimesi Grekçe Orthos= doğru, dromas= yarış yolu, kulvar kelimelerden meydana gelmiş olup, doğru yol anlamına gelmektedir.



Şekil 2.18 Mercator ve konformal konik projeksiyonlarında Orthodrom (büyük çember) ve Loxodrom (kerte hattı) hatlarının görünüşü

Kaynak: https://quizlet.com/



Şekil 2.19 Mercator projeksiyonu modeli ve kanevası

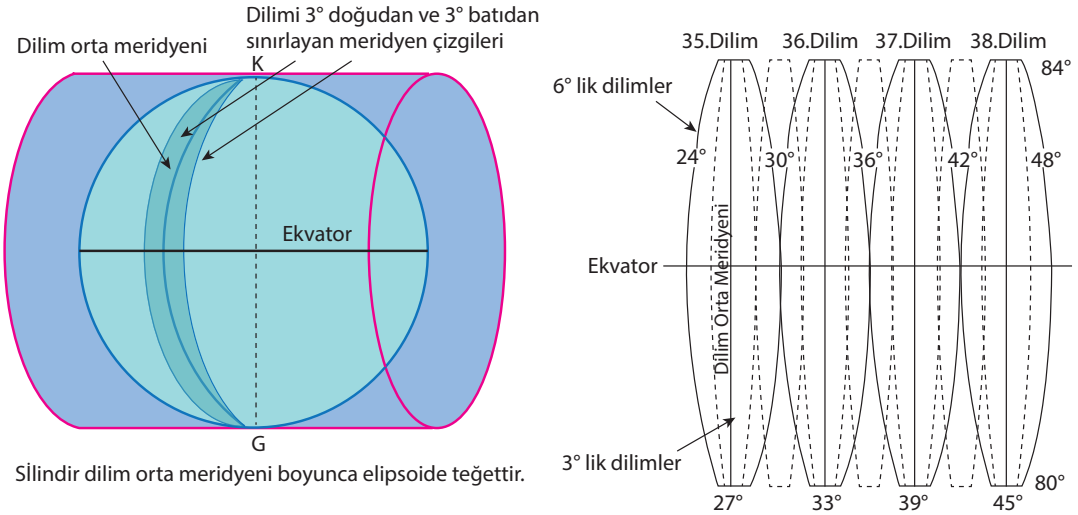
Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Gauss-Kruger Projeksiyonu

Bu projeksiyon Konform Transversal Silindirik Projeksiyon adıyla da bilinir. Yani bu projeksiyon, açı koruyan bir izdüşüm sistemi olup enine (ekvatora paralel) olan silindir üzerine yapılmaktadır. Silindir dilim orta meridyeni boyunca dünyaya teğet geçirilir ve silindir ekseni dünyanın dönme eksenine diktir. Silindirin teğet olduğu dilim orta meridyeni boyunca uzunluk deformasyonu yoktur. Dilim orta meridyeninden uzaklaştıkça gittikçe artan deformasyonlar oluşur. Bunu önlemek için teğet meridyenden çok uzaklaşılmaması gerekir. Örneğin haritacılıkta en çok 3° uzağına kadar noktaların projeksiyonu yapılır. Haritası yapılacak alan büyükse daha çok sayıda silindir kullanılarak bölgenin projeksiyonu yapılabilir.

Üniversal Transversal Merkator (UTM) Projeksiyonu

UTM projeksiyonu Gauss-Kruger projeksiyonu esas alınarak geliştirilmiştir. Bu projeksiyon sisteminin başlıca özelliği açıların ve dilim orta meridyeni uzunluğunun doğru oluşudur. Orta meridyen ve ekvator doğru olarak izdüşürülür. UTM projeksiyonunda, her bir dilim bir projeksiyon sistemini belirtir. Silindir dilimin orta meridyeni boyunca dünyaya teğet geçirilir. Böylece bir dilimin 3° sağı ve 3° solu aynı bir dilim içinde yer alır. Türkiye toprakları dilim orta meridyeni 27°, 33°, 39° ve 45° olan dilimlerde bulunmaktadır ve bu dilimlerin numaraları 35, 36, 37 ve 38'dir (Şekil 2.20). Bu dilimler 1:25 000 ve daha küçük ölçekli haritaların yapımı için esas alınır. Daha büyük ölçekli (örneğin 1:5000) haritaların yapımı için ise dilim genişlikleri 3° alınır. Böylece Türkiye için 27°, 30°, 33°, 36°, 39°, 42° ve 45° dilim orta meridyenleri büyük ölçekli harita yapımında kullanılmaktadır (Şekil 2.19). Türkiye'nin 1:25 000, 1:50 000 ve 1:100 000 ölçekli topografik haritaları UTM projeksiyonu kullanılarak üretilir. UTM projeksiyonunda bir dilim, 84° kuzey paraleliyle 80° güney paraleli arasında kalan bölgeleri kapsar. Bu paraleller ile kutup arasında kalan bölgelerin haritaları ise Universal Polar Stereografik (UPS) projeksiyon sistemine göre yapılır.



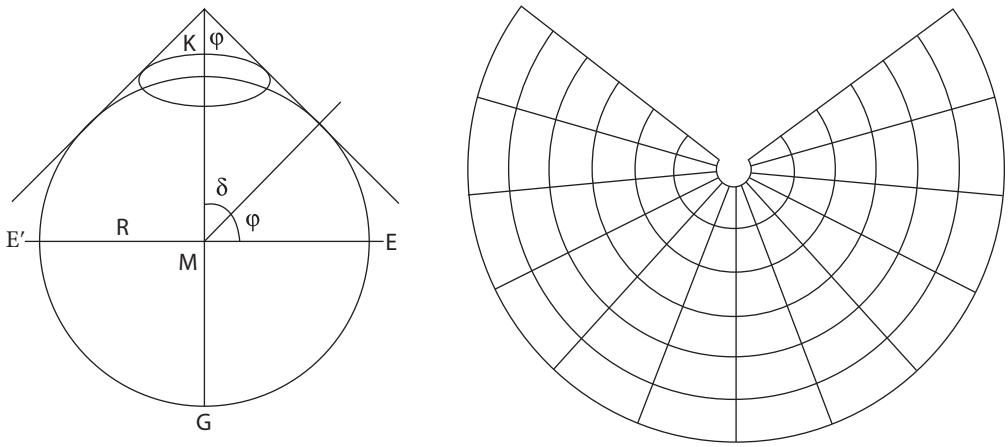
Şekil 2.20 UTM Projeksiyon modeli ve Türkiye'nin bulunduğu yere karşılık gelen 6° ve 3° UTM dilimleri.

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

UTM projeksiyon sisteminde silindirin teğet olduğu meridyen üzerinde (dilim orta meridyeni) deformasyon yoktur. Dilim orta meridyeninden uzaklaştıkça deformasyon büyümektedir. Dilim orta meridyeninden başlayarak dilim sonuna doğru giderek artan deformasyon bu projeksiyon sisteminde uygun şekilde dağıtılmaya çalışılmıştır. Bu amaçla, dilim orta meridyeninden sağa ve sola doğru dilim orta meridyeniyle dilim kenarları arasındaki mesafelerin yaklaşık olarak ortasında deformasyon olmadığı kabul edilmiştir. Böylece dilimin bittiği yerlerdeki maksimum deformasyonlar küçültülmüş ve deformasyon olamayan dilim orta meridyeni üzerinde de yapay olarak deformasyon oluşturulmuştur. Bu durum haritaların kullanımını etkileyecek deformasyonları azaltmak ihtiyacından doğmuştur. UTM projeksiyonunda uzunlukların anormal büyümesini (aşırı deformasyonları) önlemek amacıyla x, y koordinat değerleri küçültme faktörü denen 0.9996 değeri ile çarpılarak kullanılır. Dilim orta meridyeninin solundaki x değerini eksi değerden kurtarmak için küçültme faktörü ile küçültülen x değerine 500.000 metre değeri eklenir, y değerleri kuzey yarım kürede pozitif olduğu için herhangi bir sabit değer eklenmez. Ancak güney yarım küre için küçültme faktörü ile küçültülen y değerine 10.000.000 metre eklenir. Bu şekilde elde edilen koordinatlara SAĞA ve YUKARI değerler denir. UTM Projeksiyonunda, 180° meridyeninden başlamak üzere dünya 6° aralıklı 60 dilime ayrılmış dilimler 1 den başlamak ve doğu ya doğru artan sırada 60'a kadar numaralanmıştır. Projeksiyon diliminin numarası (D.N) biliniyorsa, o dilimin orta meridyeninin boylamı; λ_o= [(D.N) 6°-3°] - 180° bağlantısıyla elde edilir (Doğan vd. 1995).

Konik Projeksiyonlar

Konik bir ara yüzeyi kullanılan projeksiyonda, kutupsal açıdan tüm paraleller eşmerkezli daire yayları, tüm meridyenler de her paralele dik olan düz çizgilerdir. Konik projeksiyonlarda koni, ana doğrunun boylamınca kesilerek düzleme açılır. Kırpılmamış kanevası yelpaze biçimindedir. Normal konumlu konik projeksiyonlarda projeksiyon yüzeyi olan koni, küreye standart paralel boyunca teğettir. Koninin ekseni küre ekseni ile çakışık olduğundan teğet paralel dairesinin enlemi koninin tepe açısının yarıçapına eşittir. Standart paralelde uzunluğu koruyan taksimat yapıldıktan sonra elde edilen noktaları tepe noktasıyla birleştiren doğrular çizilerek elde edilir (Şekil 2.21). Diğer projeksiyon yüzeylerinde de olmakla birlikte, daha çok konik projeksiyonlarda yüzeyin küreye dokunması (teğet) ya da yüzeyi delip geçmesi (kesmesi) çok önemli farklılıklar oluşturur. Bu nedenle tek ve çift standart paralelli konik projeksiyonlardan bahsetmek gerekir:*



Şekil 2.21 Konik projeksiyon modeli ve kanevası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

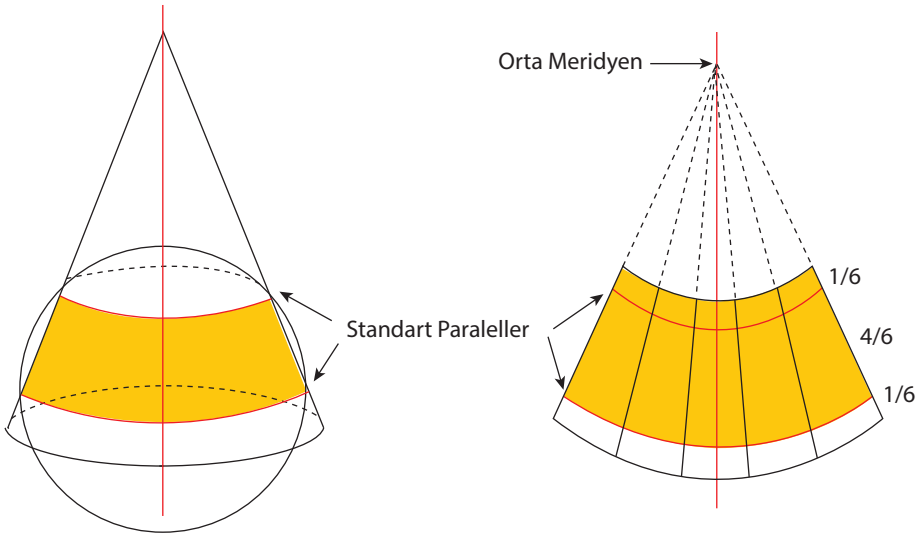
Tek standart paralelli izdüşümde, Koni ile küre eksenleri çakışık ve koni küreye bir bir paralel dairede teğet olur. Bu paralele standart paralel denir. Bu projeksiyonda sadece koninin teğet olduğu paralel dairesinin uzunluğu doğrudur. **Çift standart paralelli izdüşümde** ise koni küreyi iki paralel dairesinde kesmektedir. Bu paralellere standart paraleller denmektedir. Projeksiyonda bu iki standart paralelin uzunluğu doğrudur. Kuzeydeki standart paralelden kutba, diğer standart paralelden de ekvatora doğru gidildikçe uzunluk bozulması artarken, iki standart paralel arasındaki paraleller üzerinde uzunluk deformasyonu (bozulması) kısmen küçüktür (Şekil 2.7).

Lambert'in Konformal Konik Projeksiyonu

Lambert'in bu projeksiyonu, orta kuşakta ve özellikle enlem farkları az fakat boylam farkları fazla olan ülkelerin ve kıtaların haritalarının yapımında yaygın olarak kullanılmaktadır. Lambert konformal konik projeksiyonunda, iki nokta arasındaki en kısa mesafe veya büyük daireler doğru hatlar hâlinde çizilebilmektedir. Bu sayede açılar ve haritanın herhangi bir yerinde bir noktadan çıkan tüm yönlerde ölçek aynı olmaktadır. Böylece hava uçuş haritalarında aranan uzaklık ve yönlerle ilgili problemlerin doğru ve süratli çözümünde büyük bir kolaylık sağlamaktadır. Bu bakımdan radyo dalgalarıyla yön tayin ederek uçuş (radyo–navigasyonal yöntemler) için üstünlük arz eder (Bilgin 1983).

Düz hatlar ve iç içe daire yaylarından oluşan kanevanın çizimi kolaydır. Çizime önce dik bir doğru hat alınarak başlanır, bu hat orta meridyeni oluşturur. Kaneva orta meridyene göre simetriktir. Meridyenler aynı merkezde toplanan doğrular hâlindedir. Eşmerkezli daire yayları olarak çizilen paraleller, bu meridyenlerle dik açı altında kesişir. İki tanesi standart paralelleri oluşturan bu paralel ve meridyenlerin aralarındaki mesafeler konformalite şartlarını tatminkâr bir şekilde temin edecek şekilde ayarlanır.

Lambert konformal konik projeksiyonunun çiziminde paraleller ve meridyenler arasındaki mesafelerin belirlenmesi için standart paraleller arazinin kuzey ve güney sınırlarından itibaren, kuzey ve güney uzantısının 1/6 sı kadar uzaklıkta olacak şekilde seçilir (Şekil 2.22). İki standart paralel boyunca ölçek doğrudur, iki standart paralel arasında ölçek çok az küçük, iki standart paralel dışında çok az büyüktür. Standart paralellerden uzaklaştıkça ölçek hatasının büyümesi en önemli dezavantajıdır. Bu nedenle 8° veya daha büyük enlemlerde uzanan memleketlerde pek tercih edilmez. Buna rağmen birçok ülkede 250.000 – 1.000.000 ölçeğine kadar değişen topografik ve hava haritalarında kullanılmaktadır. Ülkemizde de 1/500.000 ölçekli topografya haritaları ile hava uçuş haritaları bu projeksiyonla yapılmıştır. 1/500.000 ölçekli haritalarda 36°40' ve 39°20'K; 1.000.000 ölçekli haritalarda ise 36°30' ve 41°00'K parallelleri standart paralel ve 35°00'D meridyeni orta meridyen olarak kullanılmıştır.

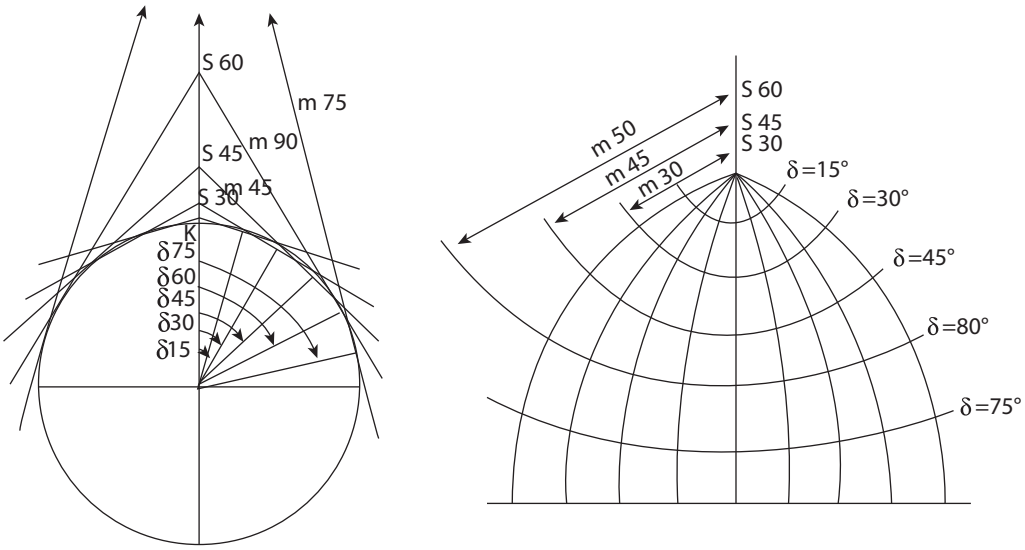


Şekil 2.22 Lambert Konformal Konik projeksiyonu modeli ve kanevası

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Çok Yüzeyli Projeksiyonlar

Önceki bölümlerde incelenen harita projeksiyonlarında yeryüzü tek bir projeksiyon yüzeyine aktarılarak projeksiyon işlemi gerçekleştiriliyordu. Birden fazla yüzeylerin kullanılmasıyla da harita projeksiyonları yapılabilir. Çok sayıda koni ya da düzlem yüzey kullanılarak oluşturulan bu projeksiyonlar gerçek projeksiyonlardır. Yani küre üzerindeki bilgiler çok sayıdaki yüzeylere belirli matematiksel ya da geometrik kurallara göre aktarılır. Çok yüzeyli projeksiyonların türlerinden en fazla tanınan ve kullanılanı polikonik projeksiyondur (Koçak 1984). Polikonik projeksiyon konik projeksiyonun prensiplerine dayanır. Ancak projeksiyon yüzeyi olarak tek koni yerine çok sayıda koni yüzeyinden yararlanılır. Küre eşit enlem aralıklarına bölünmüştür. Bu enlemlerden her birinden küreye teğet bir koninin geçtiği varsayılır. Projeksiyon düzlemi üzerinde paralel ve meridyen yaylarının çiziminde bölgenin ortasından geçen bir meridyen başlangıç olarak seçilir. Bu meridyen uzunluk koruyacak şekilde, projeksiyona aktarılarak eşit enlem aralıkları üzerinde işaretlenir. Bu noktalardan yararlanılarak hesaplanan yarıçapları eksen üzerinde alınarak her paralel daireyi çizen çemberlerin merkezleri bulunur ve bu merkezler esas alınarak paralel daireler çizilir. Paralel daireler üzerinde, projeksiyonun özelliğine göre, meridyen yaylarının yerleri işaretlenerek bu noktalar bir eğri ile birleştirilir. Polikonik projeksiyonda paralel daireler eş merkezli çizilmediğinden orta meridyenden uzaklaştıkça, paralel daireler birbirinden açılmaya başlarlar, dolayısıyla bu bölgelerde deformasyonlar fazlalaşır (Şekil 2.23). Polikonik projeksiyon genellikle meridyen doğrultusunda uzanan ve genişliği fazla olmayan ülkelerin haritalarının yapımında kullanılabilir. Polikonik projeksiyonda, paralel daire yönünde uzunluğun korunduğu, alanın korunduğu ya da konform özellik gösteren türlerin yapılması mümkündür.



Şekil 2.23 Polikonik projeksiyon modeli ve kanevası

Kaynak: Koçak (1984)

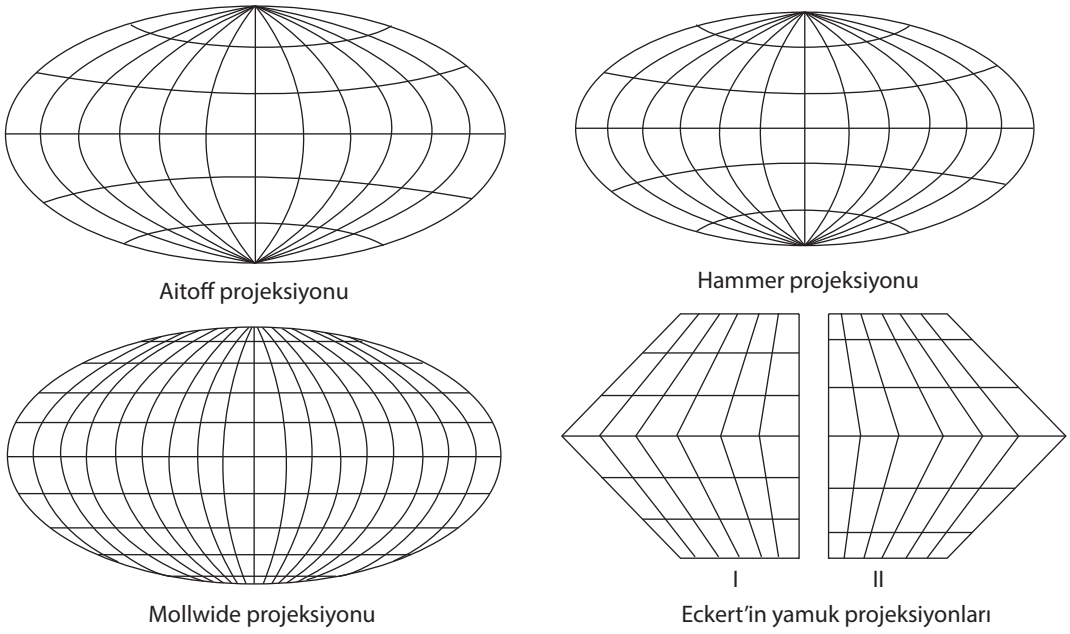
Değiştirilmiş Polikonik Projeksiyon

Polikonik projeksiyondaki deformasyonları azaltmak için değiştirilmiş polikonik projeksiyon türü geliştirilmiştir. Değiştirilmiş polikonik projeksiyonda haritası yapılacak alan 4° enlem ve 6° boylam aralıklarından oluşan projeksiyon bölgesine ayrılır. Bölgenin orta meridyeninin 2° sağından ve 2° solundaki meridyen parçaları uzunluk koruyacak biçimde projeksiyona aktarılır. Bu durumda orta meridyenin projeksiyondaki uzunluğu küre üzerindeki değerine göre daha küçülmüş olur. Projeksiyonun normal polikonik projeksiyondan farkı da buradadır. Böylece bölge içinde ortaya çıkacak deformasyonların uygun biçimde dağılımı sağlanmış olacaktır. Değiştirilmiş polikonik projeksiyon 1/1.000.000 ölçekli uluslararası dünya haritasının yapımında kullanılmıştır (Koçak 1984).

Gerçek Yüzeyi Olmayan Projeksiyonlar

Bundan önceki bölümlerde ele alınan projeksiyonlar, düzlem, silindir ve koni gibi gerçek yüzeyler üzerinde perspektif ya da geometrik ilkelere göre yapılan projeksiyon türlerini içermektedir. Gerçek bir yüzey kullanılmadan da harita projeksiyonları geliştirilmiştir. Bu gruba giren projeksiyonlar gerçek yüzeyli harita projeksiyonlarından esinlenerek ya da başka bir değişle, o projeksiyona "itibar" edilerek geliştirilmiştir. Bu nedenle elde edilen projeksiyonlara "itibari projeksiyonlar" adı verilir. Genellikle atlas haritalarının ya da çok küçük ölçekli coğrafya haritalarının yapımında yaygın olarak kullanılırlar. Pek çok değişik tipleri vardır. Bu projeksiyonlarda dünyanın yuvarlaklığının hissedilmesi için, genellikle oval ve elips benzeri bir gösterim kullanılır. Enleme bağlı özelliklerin kavranabilmesi için paralel dairelerin gösterimi paralel veya paralele yakın çizilmeye çalışılır. Genelde dağılış haritaları oldukları için alan koruma özelliği aranır ya da en azından alan deformasyonunun az olması istenir.

Bu projeksiyonlar ya kanevanın şekline göre; sinüsodial, homografik, homolosine, eliptik, yamuk, parabolik, kordiform, eumorfik, othalik, ortofanik gibi isimler alırlar ya da yapımcısının soyadına göre; Mollweide, Hammer, Aitoff, Goode, Eckert gibi isimlendirilirler. Bir projeksiyon üzerinde farklı zamanlarda birden çok kişi çalışmışsa Sanson–Flamsteed, Stab–Werner gibi çiftli isimlerle de anılırlar. Çoğu zaman hem şekli hem de yapımcısının ismi birlikte kullanılır (Şekil 2.24).



Şekil 2.24 Gerçek yüzeyi olmayan projeksiyon kanevaları

Kaynak: Koçak (1984)

Burada bu projeksiyonları tek tek anlatmaya yerimiz ve vaktimiz yeterli değil. Bunlarla ilgili bilgileri projeksiyonları anlatan hemen her kitap ve makalede bulabilirsiniz. *(KOÇAK, Erda (1984) Harita Projeksiyonları. Kdz. Üniv. Mim. Müh. Fak. Yay. No:24, Trabzon. SNYDER, John Parr (1989) An Album of Map Projections, U.S. Geological Survey Professional Paper 1453.)* Bu projeksiyonlardan ülkemizin ilk haritalarının yapımında kullanılmış olan Bonne projeksiyonu ile son dönemlerde daha yaygın kullanılmaya başlanan Robinson projeksiyonundan kısaca bahsedeceğiz.

Bonne Projeksiyonu

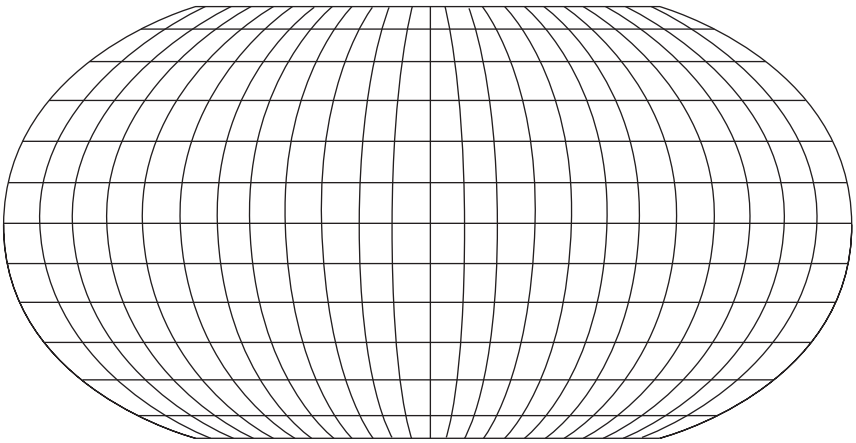
Bonne projeksiyonu uzunluk koruyan konik projeksiyondan esinlenerek geliştirilmiş olup alan koruyan bir harita projeksiyonudur. Daha önceleri de bilinen bu projeksiyon Fransız Kartografı, French Rigobert BONNE (1727-1795) tarafından 1782 yılında kullanılmasından sonra bu adla anılmıştır.

Bonne projeksiyonunda bir koninin küreye seçilen bir paralel boyunca teğet olduğu düşünülür. Bu teğet paralel daire projeksiyon düzlemine uzunluk koruyacak biçimde (S) merkezli bir çember parçası olarak geçirilir. Projeksiyonu yapılan bölgenin ortasından geçen meridyenlerden biri orta meridyen olarak seçilir (λ_o). Orta meridyen kendi uzunluğunda ve bir doğru olarak projeksiyona aktarılır. Paralel daire yayları hangi aralıkla çizilirse, orta meridyen o aralıkları gerçek uzunluklarına göre bölünür. Diğer paralel daire yayları kutupla standart paralel arasında eşit olarak bölünür yine uzunluk koruyacak biçimde teğet paralel ile eş merkezli olarak projeksiyon düzlemine çizilir. Meridyen yayları projeksiyonda hangi aralıkla çizilecekse, paralel daireler de o aralıklara göre bölünür ve aynı meridyene ait noktalar bir eğri ile birleştirilerek meridyen yayları projeksiyon düzlemine aktarılmış olur**.**

Bonne projeksiyonunda her bir dörtgen eşit taban ve yüksekliğe sahiptir böylece kanava eşit alanlıdır. Orta Meridyen çevresinde şekiller doğru ise de kenara doğru bozulur. Bu projeksiyonda bütün küreyi veya bir yarım küreyi çizmek mümkündür. Fakat daha ziyade tek tek kıtaları göstermekte (Avrupa, Asya gibi) kullanılır. Bazı ülkelerin topografya haritalarının çiziminde de kullanılmıştır. Bonne projeksiyonu Türkiye'nin 1/200.000 ölçekli topografya haritalarının yapımında kullanılmıştır. Bu haritalarda teğet paralel olarak 39° 36' 00" N paralel dairesi, başlangıç meridyeni olarak da Ayasofya'nın kubbesinden geçen 28° 58' 21" E meridyeni kullanılmıştır.

Robinson Projeksiyonu

Robinson projeksiyonu, Arthur H. Robinson tarafından 1963 yılında bir atlas firmasının dünya haritaları için geliştirilmiştir. Fakat 1974 yılında projeksiyonun oluşumunu açıklayan yazı yayınlandıktan sonra tanınmaya başlanmıştır. Robinson projeksiyonu, ne alan ne açı ne de uzunluk koruyan sözde silindirik bir projeksiyondur. Ancak her üç deformasyon da minimum düzeydedir. Paralel daireler paralel doğrular şeklinde çizilir. Meridyenler ise bunları kesen eğriler biçiminde gösterilir (Şekil 2.25). Dünya haritalarında deformasyonlar açısından oldukça uygun bir gösterim sağladığından "doğru görünüşlü" (orthophanic) olarak nitelendirilir (Uçar vd. 2004). Günümüzde atlaslarda ve eğitim amaçlı dünya haritalarında yaygın olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.25 Robinson projeksiyonu

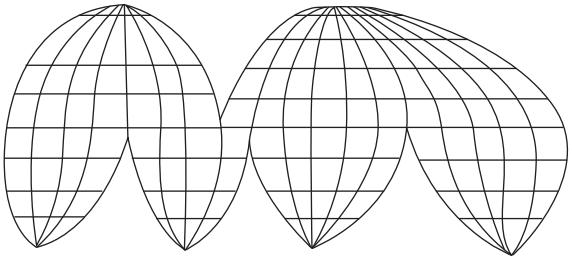
Kaynak: https://www.vectorstock.com

Kesikli Projeksiyonlar

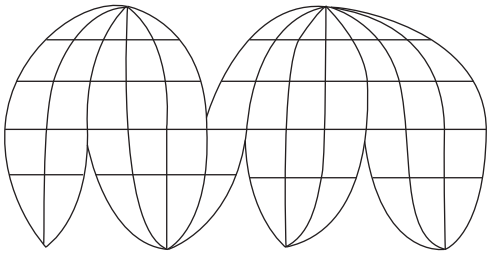
Dünyanın bütününü bir arada göstermeyi amaçlayan ve çoğunlukla atlas haritalarında kullanılan projeksiyonlarda ekvator ve orta meridyenden uzaklaştıkça deformasyonların hızla büyüdüğü görülür. Bu projeksiyonlar alan koruma özelliği taşıdıkları için kıtalarda şekil benzerliği yoktur. Özellikle projeksiyon kenarlarına rastlayan kara parçaları gerçek biçimlerinden farklı bir görünüm alır. Projeksiyonlarda bu durumu bir oranda düzeltebilmek için kesikli projeksiyonlar kullanılır. Kesikli projeksiyonlarda tek bir orta meridyen yerine genellikle kara parçalarının ortasından geçen meridyenler başlangıç alınarak çok sayıda projeksiyon dilimi oluşturulur. Bu dilimler ekvator üzerinde yan yana gösterilerek projeksiyon tamamlanır. İlk projeksiyon hangi nitelikte ise yeni geliştirilen projeksiyon aynı niteliktedir.

Yukarıda bahsettiğimiz hemen tüm projeksiyonların kesikli şekilleri de yapılmıştır. Kesikli projeksiyonlarda karaların gösterimi önemli ise projeksiyon okyanuslar üzerinden kesilir. Eğer okyanusları ön plana çıkarmak istiyorsak bu sefer kıtalar üzerinden kesilir.

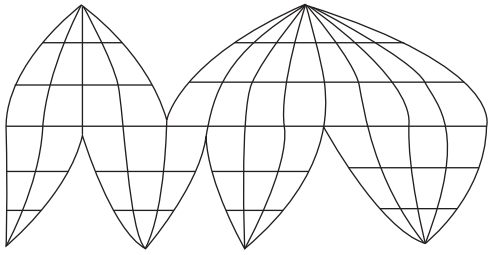
Kesikli projeksiyonların bir türü de Yıldız Projeksiyonlardır. Yıldız projeksiyonlarda her iki kutba teğet iki haritadan biri kesilerek diğerine eklenmesi ile yıldız şekilli kanevalar elde edilir. Leonardo da Vinci'nin Polyhedral (kelebek şekilli) projeksiyonu da bu gruptandır (Şekil 2.26).



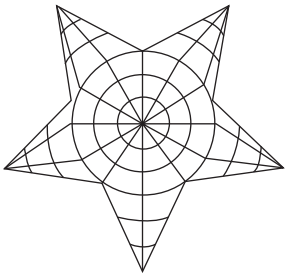
Kesikli Goode Projeksiyonu



Kesikli Molweide Projeksiyonu



Kesikli Sanson-Flamteed Projeksiyonu



Berghaus Yıldız Projeksiyonu

Şekil 2.26 Kesikli projeksiyon kanevaları

Kaynak: Koçak (1984)



Araştırmalarla İlişkilendir

Waldo Tobler (1930 –2018)

Amerikalı-İsviçreli bir coğrafyacı ve haritacıydı. Tobler, ölümüne kadar California Üniversitesi, Santa Barbara Coğrafya Bölümü'nde aktif bir Fahri Profesördü. Tobler'in "Her şey diğer her şeyle ilişkilidir, ancak yakın şeyler uzaktaki şeylerden daha fazla ilişkilidir" fikrine coğrafyanın birinci yasası denir. Tobler, ikinci bir yasa da önermiştir: "Bir ilgi alanının dışındaki fenomen, içeride olan biteni etkiler".

Tobler'ın ilk büyük başarısı coğrafi kartografinin temelde görselleştirme ile ilgilenen bir alandan grafik yöntemlerin matematiksel işlemler biçiminde yeniden tanımlanabildiği, bilgisayarın harita yapıcılar için önemli araçlar olarak kabul edildiği bir alana dönüşmesidir. Dolayısıyla analitik kartografi alanı çok büyük ölçüde Tobler'ın fikirlerine dayanmaktadır ve coğrafi bilgi sistemlerinin gelişmesi ile desteklenmiştir. Modern coğrafi bilgi biliminin gündeminin büyük kısmı, ilk olarak Tobler tarafından ortaya atılan veya araştırılan konulardan oluşmaktadır. Katkıları sadece akademik dünya ile sınırlı kalmamıştır, kartografik buluşları ve perspektifleri yazılım sanayii ve çeşitli devletler tarafından benimsenmiştir.

Tobler'ın çalışmaları, özellikle de harita projeksiyonları, 1960'lı yıllardaki coğrafya ve geometrinin yakından ilişkili olduğu Haggett (1965) ve Bunge'ın (1966) çalışmalarında görülebilen fikrîlerin gelişimine çok uygundur. Peter Haggett gibi Tobler da (1963) doğal ve insani olguların biçimlerinde ilginç benzerlikler olduğunu iddia etmiştir; örneğin kentler ve yapraklar. Bu tür fikirler David Harvey'in (1969) geometriyi "mekânsal biçimin dili" olarak tanımlamasına ve Tobler'ın fikirlerini geliştirerek sosyal mekânı yansıtan Öklitçi olmayan geometri biçimlerinin geçerliliğini araştırmasına sebep olmuştur.

Robin Flowerdew.

Kaynak: İçinde: Mekân ve Yer Üzerine Büyük Düşünürler, Editörler: Phil Hubbard ve Rob Kıtchın, Çeviri Editörü: Betül Duman, Çevirmen: Emek Şevket Ataman, Litera Yayıncılık İstanbul – 2018, Ss. 713-719

Öğrenme Çıktısı

3 Projeksiyon tiplerini sınıflandırabilme ve projeksiyon çizim yöntemleri hakkında bilgi sahibi olabilme

Araştır 3

Navigasyon amaçları için hangi harita projeksiyonu çok faydalıdır? Bu projeksiyonun özelliklerini ve sınırlamalarını açıklayın.

İlişkilendir

Geometrik ve perspektif yöntemlerle yapılan gerçek projeksiyonlar ile bunların modifiye edilmesiyle oluşturulan itibari projeksiyonları kullanım pratikliği açısından karşılaştırın.

Anlat/Paylaş

Harita projeksiyonunu sınıflandırmak için kullanılan kriterleri tartışın ve her projeksiyon tipinin ana özelliklerini belirtin.

PROJEKSİYON SEÇİMİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN ÖZELLİKLER

Bazı projeksiyon albümlerinde 400 kadar projeksiyon yer almakta ise de bunların pek çoğu aynı projeksiyonun farklı sürümleridir. Yaklaşık 200 kadar projeksiyon bilinmektedir (Snyder 1989 ve Pearson 1990). Bunlardan da 20 kadarı yaygın kullanıma sahiptir. Yani birçok projeksiyon tasarlanmış olmasına rağmen, sadece birkaçı şu anda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bazıları bir zamanlar tarihsel olarak önemliydi, ancak yerini daha iyi seçenekler aldı, bazıları yalnızca çok özel bağlamlarda faydalıdır, diğerleri ise hayali meraklardan biraz daha fazlasıdır. Kısacası iyi bilinen çok kullanılan projeksiyonları tanımak ve bunlara ne zaman nerede ihtiyaç duyulduğunu bilmek gerekir. Harita yapılırken amaca en uyun harita projeksiyonu seçilmeli, haritası yapılacak sahanın ***genişliğine*** ve ***yayılışına,*** haritanın ne ***amaç***la yapılacağına ve haritanın ***ölçeği***nin ne olacağına öncelikle karar verilmelidir.

Haritalar üzerinde konum ilişkilerinin doğru gösterilmesi en çok arzu edilen özelliklerden biridir. Haritası yapılacak alan küçükse, bu özelliği sağlamak kolaydır. Çünkü küçük bir alanın haritasının çeşitli projeksiyonlarla yapılması hâlinde bunlar arasındaki farklar, hemen hemen hiç fark edilmeyecek kadar azdır. Bu nedenle, birçok büyük ölçekli topografya haritalarında olduğu gibi uzaklık, alan, şekil ve yön gibi bütün ilişkiler gerçeğe uygun şekilde harita üzerinde gösterilebilir. Hatta yeryüzü şekilleri iyi bir gölgeleme ve boyama metodu ile sahanın bir maketi gibi gösterilebilir. Ancak haritası yapılacak alan geniş ise, yeryüzünün yuvarlaklığından dolayı ortaya çıkan güçlükler nedeniyle gerçeğe daha az uygun şekiller ortaya çıkar. Bu durumda amaca en uygun özelliği sağlayacak projeksiyonu seçmek gerekir (Bilgin 1983). Hiç şüphesiz bir özelliğin sağlanması, diğer özelliklerde bozulmalara neden olacaktır. Bu nedenle haritanın ana amacı üzerinde karara varmak ve diğer özelliklerini de mümkün olduğu kadar iyi bir şekilde bir arada bulunduracak uygun bir projeksiyonun belirlenmesi oldukça önemlidir.

Projeksiyon seçimi yapılırken yalnız sahanın genişliği değil, aynı zamanda coğrafi mevkii de önemlidir. Haritası yapılacak alanın ***dünyanın neresinde bulunduğu*** ve ***nasıl bir uzanış gösterdiği*** de dikkate alınmalıdır. Yani Ekvatoral kuşakta mı, orta kuşakta mı yoksa kutup bölgelerinde mi bulunmaktadır, şekli yuvarlak ve toplumu yoksa dar bir şerit halinde mi uzanmaktadır. Bu uzanış meridyenler yönünde mi yoksa paraleller yönünde mi. Bütün bu gibi özellikler göz önünde bulundurulmalı ve buna göre maksada en uygun projeksiyon seçilmelidir (Yılmaz 2009). Bilindiği gibi ekvatoral kuşak için silindirik, orta kuşak için konik ve kutup bölgeleri için düzlem projek-

siyonlar daha uyundur. Ayrıca, bazı projeksiyonlarda bozulma paraleller boyunca, bazılarında da meridyenler boyunca olmaktadır. Yani ölçek ya, bütün paraleller ve bir veya iki meridyen boyunca doğrudur ya da bütün meridyenler ve bir veya iki paralel boyunca doğrudur. Ölçeğin hem paraleller boyunca hem de meridyenler boyunca doğru olması mümkün değildir. O halde haritası çizilecek saha paraleller boyunca uzanıyorsa (mesela Türkiye gibi) paraleller boyunca uzunluk koruyan projeksiyon seçilmeli, meridyenler boyunca uzanıyorsa (mesela Şili gibi) meridyenler boyunca uzunluk koruyan projeksiyon tercih edilmelidir.

Diğer taraftan projeksiyonda alan ya da şekil korunması istendiğinde, bu iki özellikten birinin korunması, diğerinin bozulmasına neden olacaktır. Bu nedenle yapılacak projeksiyon için bir özellik belirlendiğinde diğer özellikler göz ardı edilmek zorundadır. Mesela: Alan koruyan bir projeksiyonda ölçek paraleller boyunca büyük ise, meridyenler boyunca küçük olacaktır. Çünkü alan korumayı sağlayan şekil üzerindeki meridyen ve paralellerin uzunlukları ters orantılı olarak değişirler. Fakat açı koruyan bir projeksiyonda ölçek paraleller boyunca büyük ise meridyenler üzerinde de büyük olur. Çünkü şekil korumak için haritada meridyen ve paralellerin uzunlukları doğru orantılı olarak değişir. Ayrıca projeksiyonun özelliğine göre ölçekte meydana gelen bozulmalara dikkat etmek gerekir. Bilindiği gibi silindirik projeksiyonlarda genellikle Ekvatorda küreye teğet olduğu varsayımına göre yapılırlar. Bu durumda harita üzerinde yazılı olan ölçek sadece Ekvator için geçerlidir. Ekvatordan uzaklaştıkça ölçek bozulur. Mesela 60° paraleli Ekvatorun yarısı kadar bir uzunluğa sahiptir. Fakat silindirik projeksiyon üzerinde Ekvatorla aynı uzunlukta gösterildiğinden haritanın ölçeği 200.000.000 ise bu paralel üzerinde 100.000.000'a yükselir. Aynı şekilde konik bir projeksiyonda standart paralel doğru iken buradan uzaklaştıkça ölçek bozulur. Düzlem projeksiyonlarda da kutup noktasında düzgün olan ölçek buradan uzaklaştıkça bozulmaktadır. Bu durumda haritalar üzerinde karşılaştırma yaparken aynı paralel üzerinde yapmaya özen gösterilmelidir. O hâlde haritasını yapacağımız sahanın şekline ve coğrafi mevkiine göre en uygun projeksiyonu seçmemiz gerekir. Ya da elimize geçen bir haritanın öncelikle projeksiyonunun ne olduğunu anlamamız ve bu projeksiyonun özelliklerine dikkat ederek harita üzerinde yorumlama ya da işlem yapmamız gerekir.

Kısacası hiçbir harita aynı anda her noktada şekil ve alan doğruluğunu koruyamaz. Bununla birlikte, makul ölçüde, küçük bir sahada, kabul edilebilir bir bozulmayla doğru bir harita çizilebilir. Çoğu projeksiyonda, en az, belirli bir bölgede (genellikle haritanın ortası) çok az bozulmaya maruz kalır veya hiç bozulma olmaz. Temsil edilen bölge yeterince küçükse -ve gerekirse eğik bir haritaya uygun şekilde çevrilmişse-, projeksiyon seçimi çok az önemli olabilir. Şimdi bu açıklamalardan sonra yeryüzünün tamamının veya bir kısmının haritasını hangi amaçlar için hangi projeksiyonlarla çizilmesi daha uygundur belirlemeye çalışalım.

Dünya Haritaları

Bütün dünyayı tek parça hâlinde gösteren bir harita için seçeceğimiz bir projeksiyon haritanın amacı ile yakından ilgilidir. Çeşitli fiziki ve beşeri coğrafya olaylarının dağılışını göstermek için genellikle alan koruyan bir projeksiyon tercih edilir. Mesela yeryüzünde yağış, bitki örtüsü, tarımsal ürünler, nüfus vs. gibi coğrafi olayların dağılışını en iyi bir şekilde alan koruyan bir projeksiyonla gösterilebilir. Buna karşılık, yeryüzünde yönleri, mesela dağların uzanışını, nehirlerin doğru şekillerini, tektonik hatları, sıcak ve soğuk su akıntılarını, rüzgarları vs. gerçeğe uygun olarak gösterebilmek için şekil koruyan bir projeksiyon seçilmelidir.

Yeryüzünün tamamını gösteren ve genel bir dağılış haritası için en uygun projeksiyon ***Aitoff projeksiyonu*** olmakla birlikte, daha çok ***Mollweide*** projeksiyonu kullanılır. Mollweide projeksiyonunda şekiller güzeldir ve paralellerin doğrular şeklinde olmasından dolayı karşılaştırma yapmayı kolaylaştırmaktadır. ***Lambert'in Silindirik projeksiyonu*** da dağılış haritalarında kullanılan bir diğer projeksiyondur. Fakat Lambert projeksiyonunda yüksek enlemlerde şekil bozulması çok fazla olduğundan daha çok Ekvator çevresindeki olayları göstermekte tercih edilir. Mesela tropikal ormanların gösterilmesi gibi. ***Mercator-Sanson*** projeksiyonu da dağılış haritalarında kullanılan bir diğer projeksiyondur.

Kıta Haritaları

Kıtaların haritalarının çiziminde genellikle ***Bonne, Lambert'in alan koruyan düzlem projeksiyonu*** **ve** ***Albers'in iki standart paralelli konik projeksiyonu*** en çok tercih edilen dağılış haritaları projeksiyonlarıdır. Asya ve Avrupa haritalarında daha çok ***Bonne*** projeksiyonu tercih edilir. Bonne projeksiyonunda merkezi meridyen Avrupa'da 20°E Asya'da da 90°E meridyeni seçildiğinde standart paralel Avrupa'da 50° N Asya'da da 35°N alındığında doğruluk derecesi dağıtılmış olur böyle bir kanevada alan bütünlüğü korunduğu gibi şekil ve uzunluk bozulmaları da en aza indirilmiş olur. ***Albers***'in iki standart paraleli konik projeksiyonda da standart paraleller ile orta meridyen iyi ayarlandığında kıta haritaları için iyi sonuç verir. ***Lambert***'in alan koruyan düzlem projeksiyonu kıta haritaları için kullanıldığında uygun bir noktada küreye teğet olan eğik tipi kullanılır. ***Merkator-Sanson*** projeksiyonu da kıta haritalarının çiziminde kullanılabilir bir projeksiyon özelliğindedir. Kutup bölgeleri haritaları için düzlem projeksiyonların kutupsal tipi en uygun olanlarıdır. Bunlarda dağılış haritaları için Lambert projeksiyonu, şeklin önem arz ettiği hâllerde ***Stereografik*** projeksiyon en çok tercih edilenidir. Buna rağmen diğer düzlem projeksiyonlarda amaca göre kullanılabilirler.

Ülke Haritaları

Küçük bölge ve ülke haritaları için ülkelerin özelliklerine göre genellikle şu üç projeksiyondan biri tercih edilmektedir. Bunlar ***UTM*** daha önce belirttiğimiz gibi bu projeksiyon ülke haritaları için uluslararası kurumlarca oluşturulmuştur. Yine ***Lambert'in Konformal Konik*** projeksiyonu bilhassa küçük memleketler için kullanılmaktadır. Ayrıca küçük memleketler için orta meridyen ve standart paralel iyi ayarlandığın da ***Bonne*** projeksiyonu birçok bakımdan doğru sonuçlar vermektedir. Ülkemizde de önceleri ***Bonne*** projeksiyonuna göre haritalar çizilmişse de daha sonra ***UTM*** projeksiyona dönülmüştür. ***Konformal Konik Projeksiyon*** da ülkemizin hava uçuş haritalarında kullanılmaktadır.

Enlemler veya paraleller boyunca uzanan dar alanlı ülkeler için de konformal konik ve Bonne projeksiyonları uygundur. Enlemler boyunca uzanan sahalar için standart paraleller dikkatlice seçilirse ***iki standart paralelli konik*** projeksiyon uygundur. ***Bonne*** projeksiyonu da orta meridyeni ve standart paraleli iyi seçildiği takdirde dağılış haritaları için iyi sonuç verir. Meridyenler boyunca uzanan sahalar içinde ***Bonne*** projeksiyonu iyi ayarlandığında uygun olur. Yine Meridyenler boyunca uzanan sahalar için ***Sinüsoidal*** projeksiyon uyun sonuçlar verir.

Öğrenme Çıktısı

4 Kullanacağı haritanın özelliğine göre projeksiyon seçimi yapabilme

Araştır 4	İlişkilendir	Anlat/Paylaş
Projeksiyon seçiminde dikkat edilmesi gereken özellikleri kısaca açıklayınız.	Küçük bölge ve ülke haritaları ile kıta ve dünya harita projeksiyonlarının farklarını karşılaştırın.	Bugüne kadar karşılaştığınız haritalarda hangi projeksiyonlar kullanılmış bunlarla hangi sıklıkta karşılaşmışsınız deneyimlerinizi raporlaştırın.

1 Yeryüzünün düzleme aktarılması ile ilgili sorunları ve harita yapımında referans yüzey seçiminin önemini kavrayabilme

Yeryüzünün Haritaya Aktarılması

Dünyanın biçimini geometrik bir yüzey olarak belirlemek imkânsızdır. Düzgün çözümlenebilir bir şekil olmayan, aşağı yukarı salınımlar yapan dalgalı bir biçimde bulunan, herhangi bir geometrik cisme benzemeyen basık küremsi bu şekle geoid denir. Fiziki bir yüzey olan geoidi harita yapımında referans yüzey almak imkânsızdır. Bunun yerine geoide en uygun gelen bir dönel elipsoid referans yüzey olarak seçilir. Elipsoidin referans yüzeyin olarak alınması oldukça karmaşık hesaplamaları gerektirir. Büyük ölçekli harita alımlarında zorunlu olan bu hesaplama işlemini basitleştirmesi nedeniyle küçük ölçekli harita yapımında ve küçük alanların haritalarının yapımında referans yüzeyi olarak elipsoid yerine küre alır. Dünya ister elipsoid, ister küre kabul edilsin, harita yapılırken bu eğri yüzey üzerindeki bilgilerin bir düzlem olan harita üzerine geçirilmesi için, kabul edilen bir başlangıç sistemine göre yerini bulmaya yarayan çizgilerden oluşan koordinat ağından yararlanılır.

2 Harita projeksiyonlarına neden gereksinim duyulduğunu ve projeksiyonların içerdiği nitelikleri açıklayabilme

Harita Projeksiyonları

Küresel yüzeyin bir düzlem yüzeye dönüştürülmesi sistemi olan harita projeksiyonlarının asıl amacı, yeryüzündeki ayrıntıları, yapılacak haritanın kullanılma amaçlarına göre en uygun düşecek şekilde en az hata ile bir düzlem üzerine aktarmaktır. Küre şeklindeki dünya üstündeki bilgileri doğrudan doğruya düzleme geçiremeyiz. Bunun için, ana doğruları boyunca kesildiklerinde bir düzlem şekline dönüşebilme özelliği gösteren, koni ya da silindir gibi aracı geometrik yüzeyler yardımıyla düzleme geçirebiliriz. Yerküre üzerindeki bilgileri haritaya aktarmaya destek olmak için kavramsal olarak oluşturulan bu projeksiyon yüzeyleri küreye genellikle bir veya iki bölgede dokunurlar. Bazı projeksiyonlar birden çok ara yüzeyin birleştirilmesinden oluşturuldukları varsayımına dayanır. Projeksiyon yüzeyinin küreye temas ettiği varsayılan bölgelere yakın kısımları orijinal küresel yüzeyden daha az ayrıldıkları için aslına daha uygun olarak yansırlar, birden çok yüzey kullanılan projeksiyonlarda, hatalı kısımlar azalır ve bozulmalar yüzeye dağıtılarak küçültülür. Ancak hiçbir projeksiyon dünyanın her tarafını kapsayan, ideal doğrulukta harita yapımını sağlayamaz fakat değişik tip projeksiyonlarda farklı ölçüde bulunabilecek nitelikler vardır. Yeryüzüne ait bilgiler arasında uzunluk, alan ve şekil yönüyle olan ilişkilerden sadece bir tanesinin değişmeden projeksiyon yüzeyine aktarılması sağlanabilir.

öğrenme çıktıları ve bölüm özeti

3 Projeksiyon tiplerini sınıflandırabilme ve projeksiyon çizim yöntemleri hakkında bilgi sahibi olabilme

Harita Projeksiyonlarının Sınıflandırılması

Harita projeksiyonları ile, dünyayı gerçek şekli ve boyutuyla harita düzleminde temsil etmek mümkün değildir. Fakat bozulmaları en aza indirmek için, birçok türde projeksiyon geliştirilmiştir. Bu projeksiyonlar, hangi çizim tekniğine göre tasarlandığına; hangi aracı yüzeyin kullanıldığına; aracı yüzeyin küre yüzeyine dokunan (teğet) veya kesen olup olmadığına; dokunan yüzeyin eksen durumuna ve projeksiyonun içerdiği koruma özelliğine göre sınıflandırılırlar. Burada projeksiyon yüzeylerine yüzeylerin konumuna ve kanevaların şekillerine göre projeksiyonlar sınıflandırılarak özellikleri açıklanmıştır.

4 Kullanacağı haritanın özelliğine göre projeksiyon seçimi yapabilme

Projeksiyon Seçiminde Dikkat Edilmesi Gereken Özellikler

Haritalar üzerinde konum ilişkilerinin doğru gösterilmesi en çok arzu edilen özelliklerden biridir. Haritası yapılacak alan küçükse, bu özelliği sağlamak kolaydır. Çünkü küçük bir alanın haritasının çeşitli projeksiyonlarla yapılması hâlinde bunlar arasındaki farklar, hemen hemen hiç fark edilmeyecek kadar azdır. Ancak haritası yapılacak alan geniş ise yeryüzünün yuvarlaklığından dolayı ortaya çıkan güçlükler nedeniyle gerçeğe daha az uygun şekiller ortaya çıkar. Bu durumda amaca en uygun özelliği sağlayacak projeksiyonu seçmek gerekir. Hiç şüphesiz bir özelliğin sağlanması, diğer özelliklerde bozulmalara neden olacaktır. Bu nedenle haritanın ana amacı üzerinde karara varmak ve diğer özelliklerini de mümkün olduğu kadar iyi bir şekilde bir arada bulunduracak uygun bir projeksiyonun belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle harita yapılırken amaca en uyun harita projeksiyonu seçilmeli, haritası yapılacak sahanın genişliğine ve yayılışına, haritanın ne amaçla yapılacağına ve haritanın ölçeğinin ne olacağına öncelikle karar verilmelidir. Projeksiyon seçimi yapılırken yalnız sahanın genişliği değil, aynı zamanda coğrafi konumu da önemlidir. Haritası yapılacak alanın dünyanın neresinde bulunduğu ve nasıl bir uzanış gösterdiği de dikkate alınmalıdır. Diğer taraftan projeksiyonda alan ya da şekil korunması istendiğinde, bu iki özellikten birinin korunması, diğerinin bozulmasına neden olacaktır. Bu nedenle yapılacak projeksiyon için bir özellik belirlendiğinde diğer özellikler göz ardı edilmek zorundadır.

1 Bir noktadan geçen paralel dairenin ekvatora uzaklığını yer merkezinde gören açısı o noktanın - - - - - - - olarak tanımlanır.

Yukarıdaki cümlede boş bırakılan yeri aşağıdakilerden hangisi doğru şekilde tamamlar?

A. Boylamı
B. Enlemi
C. Paraleli
D. Meridyeni
E. Koordinatı

2 Yüzeyi üzerinde her noktanın yeri, yerçekimi ve merkezkaç kuvvet tarafından tayin edilmiş olan, düzeçleme sıfırından geçen yerçekimi potansiyelinin yükselti yüzeyi olarak tasarlanan şekle ne ad verilir?

A. Gravite
B. Sferoid
C. Geoid
D. Geodezi
E. Elipsoid

3 Harita projeksiyonları ile dünya yüzeyinin herhangi bir parçası istediğinde, aşağıdakilerden hangisi **yapılamaz?**

A. Abartılabilir.
B. Küçültülebilir.
C. Çarpıtılabilir.
D. Yeri değiştirilebilir.
E. Şekli değiştirilebilir.

4 Işık kaynağı dünyanın merkezine yerleştirildiğinde ortaya çıkan izdüşüm aşağıdakilerden hangisidir?

A. Gnomonik
B. Stereografik
C. Ortografik
D. Ekidistant
E. Lambert

5 Aynı pusula açısını koruyarak takip edilen eğik gidiş hattına ne ad verilir?

A. Orthodrom
B. Ortografik
C. Loksografik
D. Loksodrom
E. Rotha

6 Dünya üzerindeki herhangi iki nokta arasındaki en kısa mesafeyi birleştiren eğriye ne ad verilir?

A. Ortodrom
B. Loksodrom
C. Down under
D. Orthografi
E. Kestirim

7 Kıtaları ve ülkeleri gerçek büyüklüğüne en yakın halleriyle göstermek için tasarlanmış projeksiyonlara ne ad verilir?

A. Şekil koruyan
B. Eşit alanlı
C. Eşit uzunluklu
D. Konform
E. Eş aralıklı

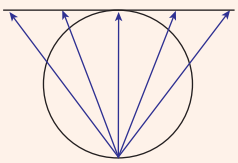
8 6°'lik UTM projeksiyon sisteminde dilim numarası (DN) 36 olan dilimin orta meridyeni kaç derece boylamıdır?

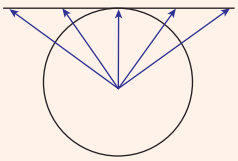
A. 27
B. 30
C. 33
D. 35
E. 36

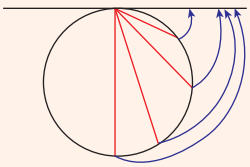
9 Uzaklık ve yönlerle ilgili problemlerin doğru ve süratli çözümünü sağlayan ve radyo dalgalarıyla yön tayin ederek uçuş yöntemi (radyo - navigasyonal) için üstünlük arz eden projeksiyon kanevası aşağıdakilerden hangisidir?

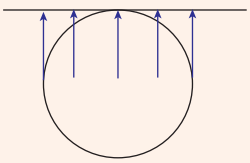
A. Transversal merkatör
B. UTM
C. Gauss-krüger
D. Bonne
E. Lambert konformal konik

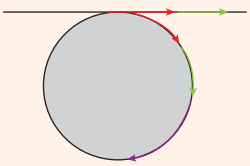
10 Aşağıdaki düzlem projeksiyon modellerinden hangisi lambertin alan koruyan projeksiyonuna aittir?

A.


B.


C.


D.


E.


1. B	Yanıtınız yanlış ise "Coğrafi Koordinat Sistemi" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
2. E	Yanıtınız yanlış ise "Yeryüzünün Haritaya Aktarılması" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
3. D	Yanıtınız yanlış ise "Harita Projeksiyonları" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
4. A	Yanıtınız yanlış ise "İzdüşüm" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
5. D	Yanıtınız yanlış ise "Loxodrom ve Ortodrom" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
6. A	Yanıtınız yanlış ise "Loxodrom ve Ortodrom" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
7. B	Yanıtınız yanlış ise "Harita Projeksiyonlarının İçerdiği Nitelikler" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
8. C	Yanıtınız yanlış ise "Üniversal Transversal Merkator Projeksiyonu" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
9. E	Yanıtınız yanlış ise "Lambert'in Konformal Konik Projeksiyonu" konusunu yeniden gözden geçiriniz.
10. C	Yanıtınız yanlış ise "Düzlem Projeksiyonlar" konusunu yeniden gözden geçiriniz.

2 Araştır Yanıt Anahtarı

Araştır 1

Paralel dairelerin çapları ve dolaysıyla çevreleri ekvatordan kutba doğru gittikçe kısalmaktadır. Bunu hesap etmek için enlemin kosinüsü ile yarıçapı uzunluğunu oradan da çevreyi hesap edebiliriz. Yani 40'ın kosinüsü 0,77 olduğuna göre küre yarıçapı olan 6370 km ile çaptığımızda 4880 km olur. $2\pi R$ çevreyi verdiğinden 40° paralelinin çevresi 30.660 km olacaktır. 1°lik yay uzunluğunu bulmak için 360'a böldüğümüzde yaklaşık 85 km (85,167) çıkacaktır. Dolaysıyla Ülkemizde 1°lik meridyen aralığını hesap ederken alıştığımız 111 km yerine 85 km'yi kullanarak daha gerçekçi tahminler yapabiliriz.

Araştır 2

Dünyanın üç boyutlu küresel bir yüzeye sahiptir. Harita ise iki boyutlu bir düzlemdir. Küresel dünyanın bir düzlem yüzeyinde temsili kökten bir dönüşüm gerektirir. Böyle bir dönüşümde, bir nesnenin yeryüzü üzerinde göründüğü şekilde, yönde, mesafede ve alanda bazı kaçınılmaz değişikliklere uğraması kaçınılmazdır.

Araştır 3

Lambert konformal konik projeksiyonunu radyo dalgalarıyla yön tayini için üstünlük arz eder. Bu projeksiyonda, iki nokta arasındaki en kısa mesafe veya büyük daireler doğru hatlar hâlinde çizilebilmektedir. Bu sayede açılar ve haritanın herhangi bir yerinde bir noktadan çıkan tüm yönlerde ölçek aynı olmaktadır. Böylece hava uçuş haritalarında aranan uzaklık ve yönlerle ilgili problemlerin doğru ve süratli çözümünde büyük bir kolaylık sağlamaktadır.

Araştır 4

Harita projeksiyonu seçiminde, haritası yapılacak sahanın *genişliğine* ve *yayılışına*, haritanın ne amaçla yapılacağına ve haritanın *ölçeğ*inin ne olacağına öncelikle karar verilmelidir. Yalnız sahanın genişliği değil, aynı zamanda coğrafi konumu da önemlidir. Haritası yapılacak alanın *dünyanın neresinde bulunduğu* ve *nasıl bir uzanış gösterdiği* de dikkate alınmalıdır. Yani Ekvatoral kuşakta mı, orta kuşakta mı yoksa kutup bölgelerinde mi bulunmaktadır, şekli yuvarlak ve toplumu yoksa dar bir şerit halinde mi uzanmaktadır. Bu uzanış meridyenler yönünde mi yoksa paraleller yönünde mi. Bütün bu gibi özellikler göz önünde bulundurulmalı ve buna göre maksada en uygun projeksiyon seçilmelidir.

Kaynakça

Bilgin, T. (1983) *Genel Kartoğrafya –I.* İst. Üniv. Edb. Fak. Yay. No:1898, İstanbul.

Çobanoğlu, İ.S. (2016) *Kartografya ve Uygulamaları Ders Notları***.** Harita Genel Komutanlığı, Ankara.

Darkot, B. (1957) *Kartografya Dersleri.* İst. Üniv. Coğr. Enst. Yay. No:5, İstanbul.

Doğan, E. vd (1995) *Harita Bilgisi,* İ.Ü. Dnz. ve Coğr. Enst. Yay. No: 11, İstanbul.

Fiala, F.(çev. A.Aksoy, Ö.Demirağ, M.G.Özgen)-1976: *Matematiksel Kartoğrafya.* İTÜ yay. No:1072, İST.

Gürsoy, C. R.–1961: *Kartoğrafya,1.Cilt, Projeksiyonlar Bilgisi.* AÜ. DTCF Yay. No:87, ANKARA

Hake, G., Dietmar G. (1994) *Kartographie,* Walter de Gruyter, Berlin.

Imhof, E. (1965) *Kartographische Geländedarstellung*. Walter de Gruyter & Co. Berlin.

Koçak, E. (1985) *Kartoğrafya*. (2.Baskı) Kdz. Üniv. Mim. Müh. Fak. Yay. No:31, Trabzon.

Koçak, Erdal–1984: *Harita Projeksiyonları.* Kdz. Üniv. Mim. Müh. Fak. Yay. No:24, TRABZON.

Merkel, H.(çev. Ö.Cenan, M.G. Özgen)-1973: *Harita Projeksiyonları Bilgisi* İTÜ yay. No:952, İST.

Mersinoğlu, S. (1973) *Yerbilimleri Kartografyası* MTA yay. Eğitim serisi No:12, Ankara.

Orcan, S. (1981) *Genel Kartoğrafya* Harita Genel Müd. Yay. Ankara.

Özgen, M.G. (1974) *Kartografyaya Giriş*. İTÜ yay. Sayı:1003, İstanbul.

Pearson, F.-1990: *Map Projections; Theory and Applications,* CRC Press Inc. Boca Raton, Florida.

Raısz, Erwin-1948: *General Cartography.* McGraw-Hill Book Company New York

Raisz, E. (1962) *Principles of Cartography.* McGraw-Hill Book Company New York.

Robinson, Arthur H. Randall D. Sale, Joel L. Morrison, & Phillip C. Muehrcke-1984: *Elements of Cartography.* 5th Ed. John Wiley & Sons. Inc. London.

Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., Kimerling, A. J., Guptill, S. C. (1995). Elements of cartography. John Wiley & Sons.

Snyder, John Parr (1989) *An Album of Map Projections,* U.S. Geological Survey Professional Paper 1453.

Uçar, D. İpbüker, C. Bildirici, İ.Ö. (2004), *Matematiksel Kartografya.* Atlas yay. İstanbul.

Yılmaz, İ. (2009), "Uygun Harita Projeksiyonu Seçiminde Bazı Temel Esaslar" *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi:* 1(2) 31-42.