

**Teknik Not
(Technical Note)**

Uygun Harita Projeksiyonu Seçiminde Bazı Temel Esaslar

İbrahim YILMAZ

Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fak., Harita Müh. Böl., 03200 Afyonkarahisar/TÜRKİYE
iyilmaz@aku.edu.tr

Özet

Dünya'nın tamamının veya bir kısmının haritasının çizilebilmesi için uygun projeksiyon seçimi yapılmalıdır. Dünya'nın tümünü tek veya iki parçalı haritasını yapmak için harita projeksiyonu olarak genellikle dünyanın küreselliğini kullanıcıya yansıtan küre veya elipsoit modeli tercih edilir. Daha küçük alanlar için uygun harita projeksiyonu seçiminde ise, haritası yapılacak alanın coğrafi konumu ve buna bağlı olarak orijin noktası ile kesen paralellerin seçimi göz önüne alınır. Ayrıca haritanın kullanım amacı ve ölçeği de uygun projeksiyonun seçimi hakkında harita üreticisine bir fikir verebilir.

Anahtar Kelimeler: Harita Projeksiyonları, Harita Projeksiyonu Seçimi, Deformasyon, Young Kuralı, Kavraisky Katsayısı

The Basic Principals in Choosing Appropriate Map Projection

Abstract

Choice of an appropriate projection is required to make a map of the entire or a part of the Earth. In general, for making a map of the entire Earth in one piece or two pieces, the sphere or ellipsoid model that represents the Earth's sphericity to its user, as a map projection. For smaller areas, geographic location, origin point and intersection parallels are taken into account in choosing appropriate map projection. Furthermore the goal of the map and the scale can give an idea for choosing appropriate map projection to the map makers.

Keywords : Map Projections, Selection of Map Projection, Deformation, Young Rule, Kavraisky Coefficient

1. GİRİŞ

Uluslararası Kartografya Birliği (ICA) haritayı, belirlenmiş bir kullanım amacı için, gerçek doğa ile ilişkili seçilmiş bilgilerin aktarımını yapan, bütüncül yapıda görsel, sayısal ya da dokunsal ürün olarak tanımlamaktadır. Bu ürün, genellikle düz bir yüzey üzerinde, belirli bir ölçekte ve belirli bir koordinat sisteminde olmak üzere seçilecek olan uygun bir harita projeksiyonu esasına göre hazırlanır.

Harita projeksiyonlarının amacı ise, yeryüzünün veya bir gezegenin tamamının ya da büyük bir parçasının belli bir koordinat sistemine göre düzlem üzerine veya düzleme açılabilen yüzeylere, belirli matematiksel bağıntılar yardımıyla aktarılmasını sağlamaktır. Bu aktarım işlemi yeryüzünün şekli, haritanın özelliğine ve ölçeğine bağlı olarak, dönelel elipsoit ya da küre kabul edilir. Bu yüzeyler kapalı bir yüzey olduğu için, yeryüzünün projeksiyonu yapılırken, yüzeyi oluşturan parametreler olan coğrafi koordinatlar

Bu makaleye atf yapmak için

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

How to cite this article

Yılmaz İ. "The Basic Principals in Choosing Appropriate Map Projection" Electronic Journal of Map Technologies, 2009, 1(2) 31-42

veya coğrafi koordinatlara bağlı değişkenler ile projeksiyon yüzeyindeki koordinatlar arasında matematiksel veya geometrik bağıntılar kurulur [1].

Literatürlerde, günümüze kadar 400 e yakın harita projeksiyonunun tanımının yapıldığı ve bunlardan 50 kadarının sıklıkla kullanıldığı bildirilmektedir [2]. Harita projeksiyonlarının kullanılabilirliği uygun harita projeksiyonunun seçimi ile doğrudan ilişkilidir. Çünkü, uygun bir projeksiyon sistemi kullanılarak oluşturulan harita, tam, doğru, kolay anlaşılabilir ve amaca uygun harita özelliklerini harita kullanıcılarına yansıtacaktır.

2. HARİTA PROJEKSİYONLARI

Düzgün olmayan fiziksel yeryüzünün boyutları hesaplanabilen, elipsoit veya küre kabul edilerek, böyle bir referans yüzeyinin düzlem üzerine aktarılmasına “harita projeksiyonu” denir. Harita projeksiyonunda yeryüzü bilgileri doğrudan düzlem üzerine aktarılacağı gibi düzleme dönüştürülebilen başka yüzeyler de kullanılabilir. Koni ve silindirin yanal yüzeyleri harita projeksiyonları için elverişlidir. Projeksiyon önce koni ve silindirin yanal yüzü üzerine yapılır. Bu yanal yüzeylerin ana doğruları boyunca açılımı yapılarak düzleme yani harita düzlemine geçilmiş olur. Düzlem, koni ve silindir gibi yüzeylere “projeksiyon yüzeyi” denir [3].

Küre ve elipsoit gibi yeryüzünü temsil eden referans yüzeylerin doğrudan düzleme açılmaması nedeniyle, yeryüzünü deformasyonsuz olarak harita düzlemine aktarmak mümkün değildir. Dolayısıyla bu aktarımda, uzunluk, alan ve açı özelliklerinden amaca uygun olanı korunarak haritalar oluşturulur. Bu üç özelliğin üçünün de sağlanması ya da tüm doğruların uzunluklarının korunması mümkün değildir [4].

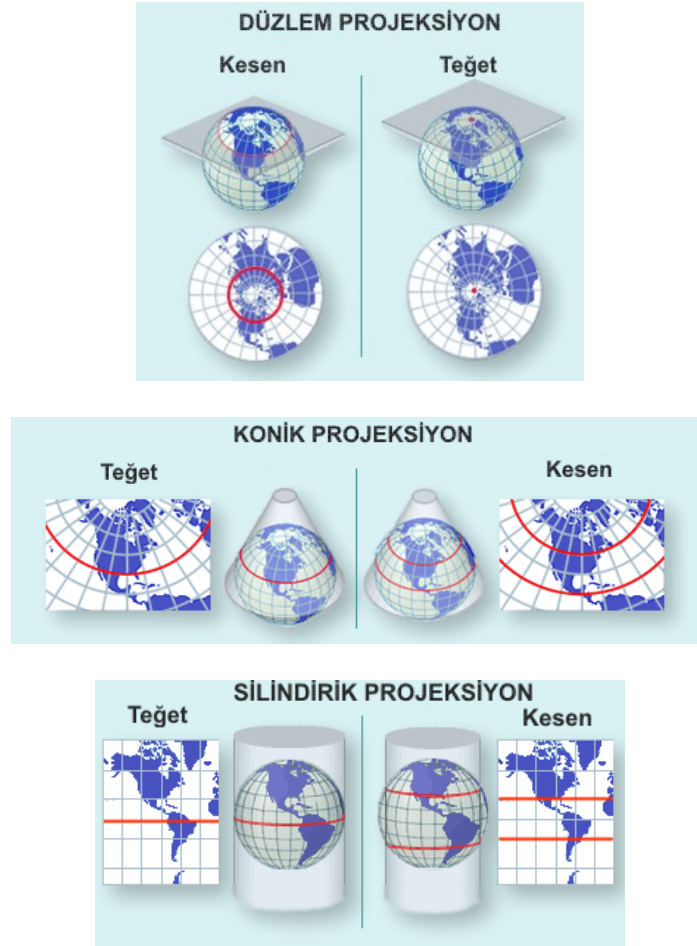
Projeksiyon yüzeyi ve deformasyon özelliğine göre projeksiyonlar genel olarak sınıflandırılabilir. Bu sınıflamaya projeksiyon yüzeyi ile orijinal yüzey arasındaki ortak noktalara ve konumlara göre de sınıflandırma mevcuttur. Bu açıdan bakıldığında çok sayıda harita projeksiyonu adlandırılması yapılabilir. Aşağıdaki Çizelge 1 de harita projeksiyonlarının sınıflandırılması yapılmıştır.

Çizelge 1 incelendiğinde, bir harita projeksiyonundan söz edilirken genel olarak projeksiyonun özelliği, yüzeyin konumu, yüzeyin ortak noktaları ve yüzeyin cinsi sıralamasının tamamı yada bir kaç kullanılarak adlandırma yapılır. Örneğin, açı koruyan, transversal, silindirik projeksiyon ya da alan koruyan, normal, kesen konik projeksiyon gibi.

Şekil 1 de, normal konumlu, teğet ve kesen, düzlem, konik ve silindirik harita projeksiyonlarına ait örnekler verilmiştir.

Çizelge 1. Harita Projeksiyonlarının sınıflandırılması

Sınıflandırma				
Projeksiyon yüzeylerine göre	Yüzeyin cinsi	Düzlem	Silindir	Koni
	Yüzeyin ortak noktaları	Teğet	Kesen	Çok yüzeyli
	Yüzeyin konumu	Normal	Transversal	Eğik
Projeksiyonun karakterine göre	Projeksiyonun özelliği	Uzunluk koruyan	Alan koruyan	Açı koruyan
	Projeksiyonun oluşu	Geometrik	Yarı geometrik	Matematiksel



Şekil 1. Harita projeksiyonu örnekleri

Düzlem, silindir ve koni gibi gerçek bir yüzey kullanılmadan sadece matematiksel bağıntılar kullanılarak da harita projeksiyonları geliştirilmiştir. Bu tür projeksiyonlara, gerçek anlamda olmayan (Pseudo), harita projeksiyonları denir. Bu gruba giren projeksiyonlar gerçek yüzeyli harita projeksiyonlarından esinlenerek ya da başka bir deyişle o projeksiyona itibar edilerek özellikle yerkürenin küreselliğini gösterebilmek amacıyla geliştirilmiştir [5,6]. Gerçek anlamda olmayan projeksiyonların, düzlem, silindir, koni gibi ara yüzeylerle bir ilişkisi olmamasına rağmen, düzlem, silindirik ve konik projeksiyonlardan elde edildikleri için sınıflandırılmalarında bu isimlerden söz edilerek sınıflandırma yapılır.

3. UYGUN HARİTA PROJEKSİYONLARININ SEÇİMİ

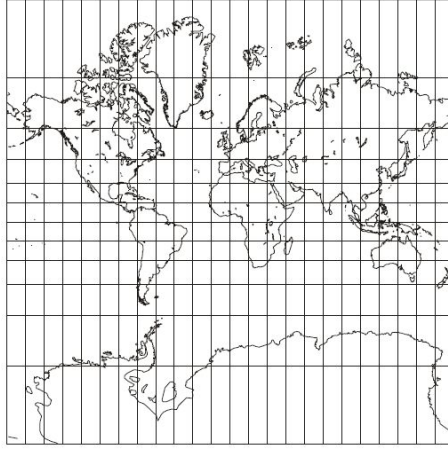
Hazırlanacak bir harita için uygun projeksiyon seçimi ile karşılaşıldığında öncelikle haritanın hangi amaç için kullanılacağı ve ne gibi özelliklere sahip olacağına bakılır. Harita projeksiyonunun seçiminde bir başka önemli hususta, harita elemanlarının aktarımında, projeksiyonu yapılacak bölge için mümkün olan en küçük deformasyonu veren projeksiyon yönteminin seçilmesidir. Haritanın ölçeği de harita projeksiyonunun seçiminde önemli bir faktördür [7]. Aşağıda, haritası yapılacak bölgenin büyüklüğüne göre hangi harita projeksiyonlarının uygun olabileceğine yönelik bilgiler verilmiştir.

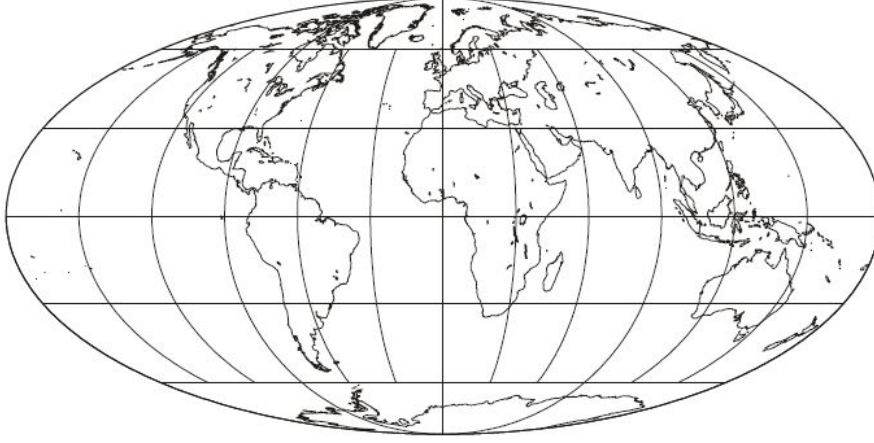
3.1 Dünya'nın Tek Parçada Gösterimine Yönelik Harita Projeksiyonları

Yeryüzündeki herhangi bir olguyu harita üzerinde gösterebilmek için, olguya ait konumsal bilgilerin herhangi bir coğrafik koordinat sisteminde bilinmesi ve bu coğrafi koordinatlarında (enlem, boylam) projeksiyonda birbirine paralel olması istenir. Ancak, bu durum, tüm dünyaya ait bir olgunun gösteriminde, haritanın yanlış anlaşılmasına yol açmaktadır. Tüm dünyayı tek parçada gösterebilmek amacıyla seçilebilecek olan harita projeksiyonu ile ilgili özellikleri Çizelge 2 de verilmiştir.

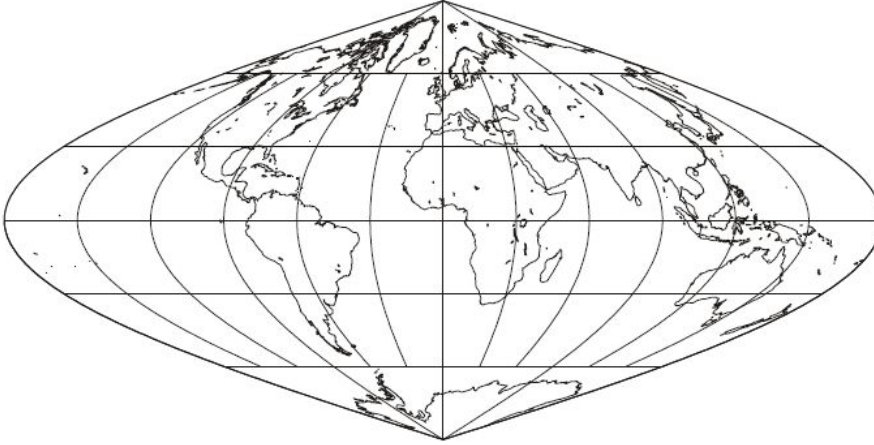
Çizelge 2. Tüm dünyanın tek parçada gösterimi için Snyder harita projeksiyon rehberi [8].

Bölge	Projeksiyon Özelliği	Projeksiyonun Karakteristiđi	Projeksiyon adı
Dünya	Konform	Ekvator boyunca ölçek koruyan	Mercator (Şekil 2)
		Meridyen boyunca ölçek koruyan	Transversal Mercator
		Eğik büyük daire boyunca ölçek koruyan	Eğik Mercator
		Harita üzerinde ölçek korumayan	Lagrange (Şekil 3)
	Alan koruyan	Kesiksiz	Mollweide (Şekil 4)
			Eckert IV, Eckert VI
			McBryde veya McBryde-Thomas
			Boggs Eumorphic
			Sinüzoidal (Şekil 5)
		Kesikli	Hammer
			Goode (Şekil 6)
		Eğik	Briesemeister (Şekil 7)
	Uzunluk koruyan	Merkezi kutup noktasında	Uzunluk koruyan kutupsal düzlem (Şekil 8)
		Merkezi yerleşim yerinde	Uzunluk koruyan eğik düzlem
	Sabit pusula hatlı		Mercator
	Distorsiyon uyumlu		Silindirik Miller
		Pseudo-silindirik Robinson (Şekil 9)	

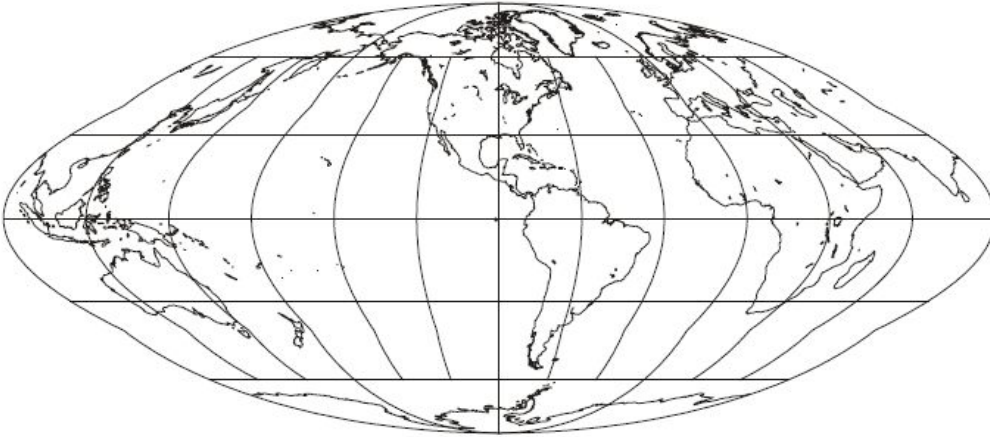
**Şekil 2.** Mercator projeksiyonu [9]**Şekil 3.** Lagrange projeksiyonu [9]



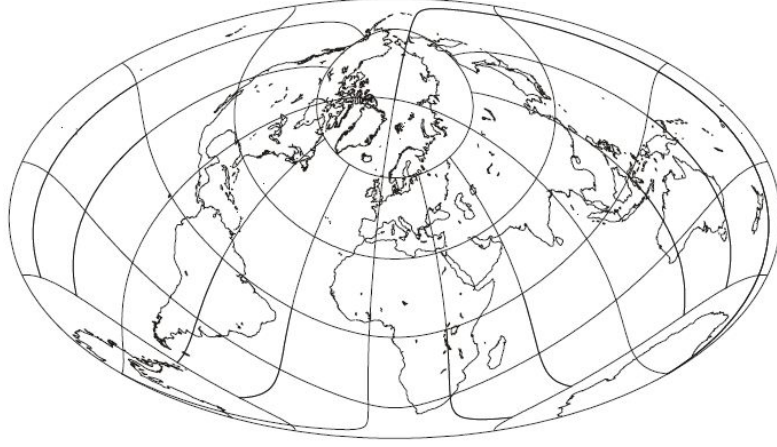
Şekil 4. Mollweide projeksiyonu [9]



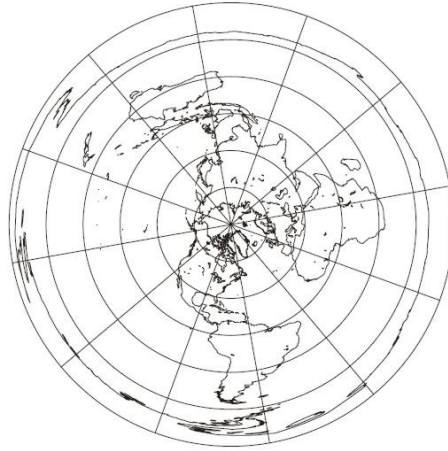
Şekil 5. Sinüzoidal projeksiyon [9]



Şekil 6. Goode projeksiyonu [9]



Şekil 7. Briesemeister projeksiyonu [9]



Şekil 8. Uzunluk koruyan kutupsal düzlem [9]



Şekil 9. Pseudo-silindirik Robinson projeksiyonu [9]

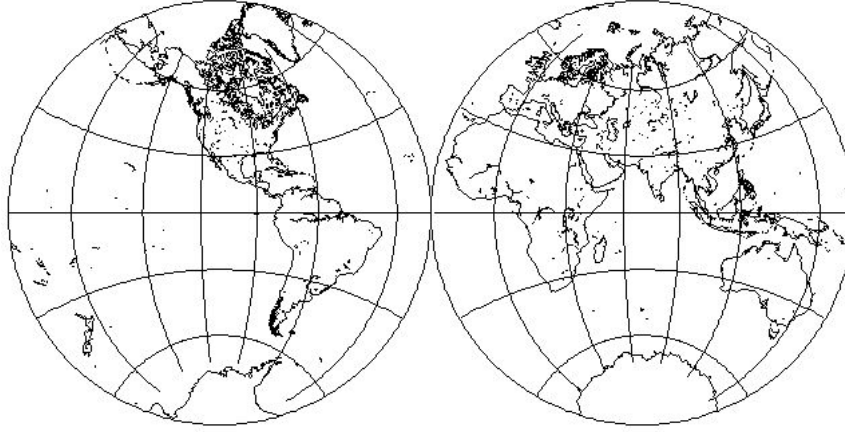
3.2 Dünya'nın İki Yarı Parçada Gösterimine Yönelik Harita Projeksiyonları

Genellikle atlaslarda uygulanan bir yöntem olarak dünya, iki yarı parça (küre) olarak projeksiyon yüzeyine aktarılır. Her iki parçanın orta noktaları, küre veya elipsoit merkezine göre simetrik olarak seçilir. Ancak bu ortak noktaların seçiminde, oluşacak parçaların, kıtaları bölmeyecek şekilde olmasına

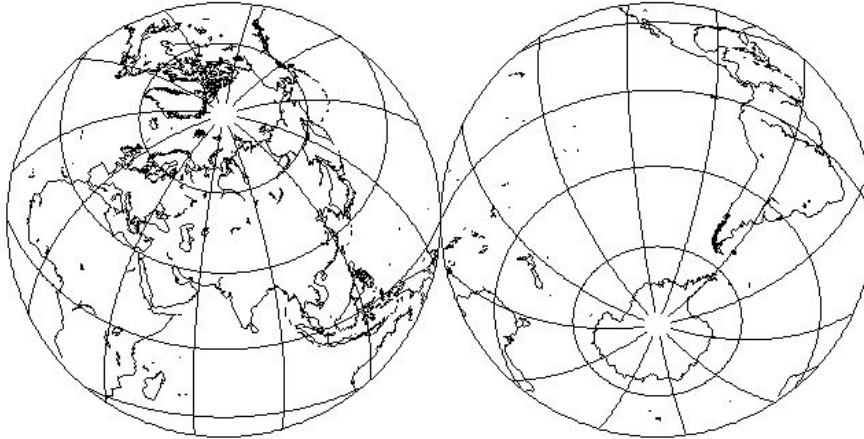
dikkat edilmelidir. Tüm dünyayı iki parçada gösterebilmek amacıyla seçilebilecek olan harita projeksiyonu ile ilgili özellikleri Çizelge 3 de verilmiştir.

Çizelge 3. Tüm dünyanın iki parçada gösterimi için Snyder harita projeksiyon rehberi [8].

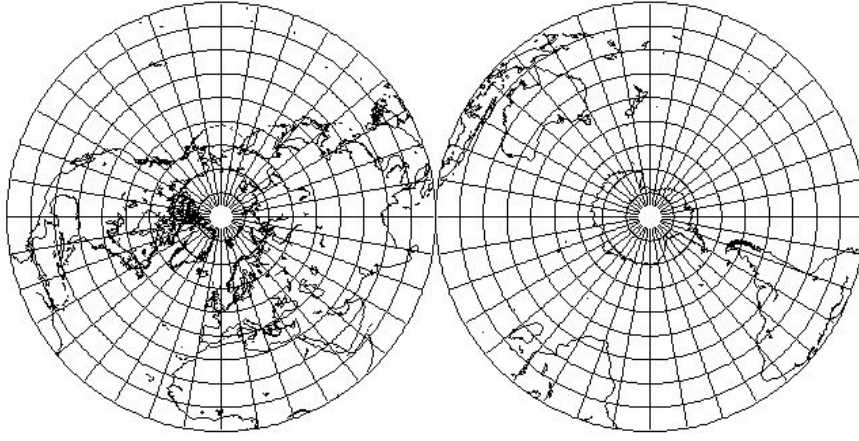
Bölge	Projeksiyon Özelliği	Projeksiyon adı
Yarıküre	Konform	Stereografik (Şekil 10)
	Alan koruyan	Lambert düzlem (Şekil 11)
	Uzunluk koruyan	Uzunluk koruyan düzlem (Şekil 12)
	Global	Ortografik



Şekil 10. Stereografik konform projeksiyon [10]



Şekil 11. Alan koruyan Lambert projeksiyon [10]



Şekil 12. Uzunluk koruyan düzlem projeksiyon [10]

3.3 Dünya'nın Yarısından Daha Küçük Bölgelerin Gösterimine Yönelik Harita Projeksiyonları

Dünya'nın yarısından daha küçük (kıta, okyanus, büyük ülke veya bölgelerin) gösterimine yönelik harita projeksiyonlarının seçiminde, haritanın kullanım amacına bağlı olarak deformasyon miktarının az olduğu projeksiyon türleri seçilir. Deformasyonu en küçük olan projeksiyonun seçiminde, muhtemel projeksiyonlara ait deformasyon miktarları incelenir. Bunun için, haritası yapılacak bölgenin, Doğu-Batı, Kuzey-Güney ve/veya farklı yönlerde uzanan coğrafik kuşakları içermesine göre, bütün bölge için eşit büyüklükte deformasyon miktarı veren projeksiyon türleri seçilmelidir. Örneğin kuşak şeklindeki bölgeler için en uygun projeksiyon çeşidi, silindirik, konik veya çok yüzeyli konik projeksiyonlardır [7]. Dünya'nın yarısından daha küçük bölgelerin gösterimi için seçilebilecek olan harita projeksiyonu ile ilgili özellikler Çizelge 4 de verilmiştir.

Çizelge 4. Dünyanın yarısından daha küçük bölgelerin gösterimi için Snyder harita projeksiyon rehberi [8].

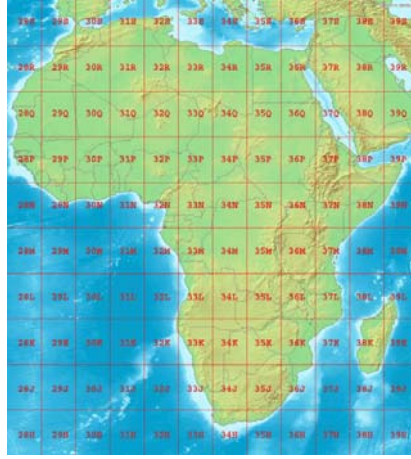
Bölge	Yön	Konum	Projeksiyonun Özelliği	Projeksiyon adı
Kıta Okyanus Büyük ülke	Doğu-Batı	Ekvator boyunca	Açı koruyan	Mercator
			Alan koruyan	Alan koruyan silindirik
		Ekvatordan uzakta	Açı koruyan	Lambert konik (Şekil 11)
			Alan koruyan	Albers konik (Şekil 12)
	Kuzey-Güney	Herhangi bir meridyen boyunca	Açı koruyan	Transversal Mercator (Şekil 13)
			Alan koruyan	Transversal silindirik
	Eğik konumlu	Heryerde	Açı koruyan	Eğik Mercator (Şekil 14)
			Alan koruyan	Eğik silindirik
Eşit boyutlu	Kutupta, ekvatorda, eğik	Açı koruyan	Stereografik	
		Alan koruyan	Lambert düzlem (Şekil 15)	



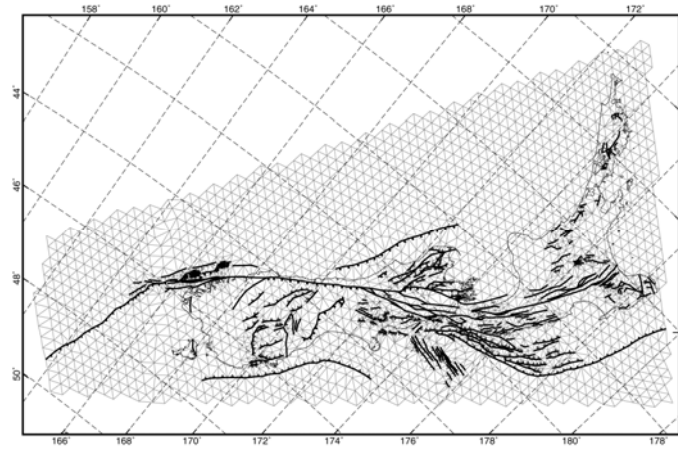
Şekil 11. Columbia (Güney Carolina) [11]



Şekil 12. Kuzey Amerika kıtası Albers konik projeksiyonu [12]



Şekil 13. Afrika kıtası için transversal Mercator projeksiyonu [13]



Şekil 14. Yeni Zelanda Fay hatları (Eğik Mercator) [14]

Çizelge 5. Young kuralı kritik değerleri [3,18]

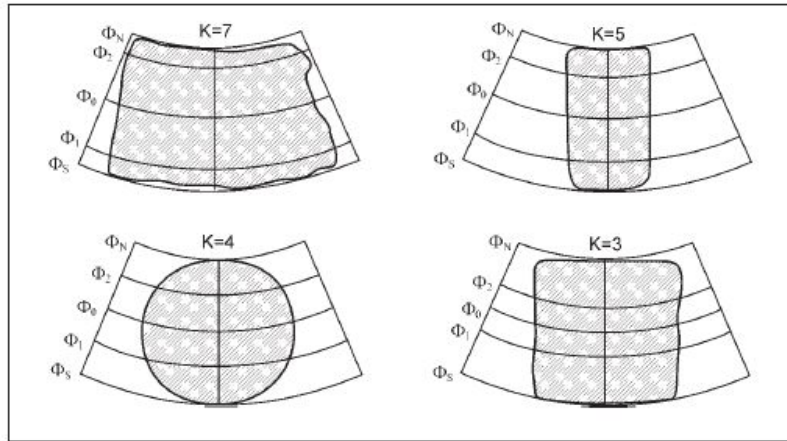
z / δ	Açı koruyan	Uzunluk koruyan	Alan koruyan
< 1.41	Düzlem	Düzlem	Düzlem
> 1.41	Konik veya Silindirik	Düzlem	Düzlem
> 1.73	Konik veya Silindirik	Konik veya Silindirik	Düzlem
> 2.00	Konik veya Silindirik	Konik veya Silindirik	Konik veya Silindirik

3.4.2 Kesen paralellerin seçimi

Deformasyon miktarlarının daha da azaltılması amacıyla kesen projeksiyon türleri tercih edilebilir. Bu durumda, kesen paralellerin seçiminin, haritası yapılacak alanın şekline göre yapılması gerekecektir. Kavraisky, kesen paralellerin belirlenmesi için sabit katsayılar tespit etmiştir. Kesen paralel daireler,

$$\begin{aligned}\Phi_1 &= \Phi_S + (\Phi_N - \Phi_S) / K \\ \Phi_2 &= \Phi_N - (\Phi_N - \Phi_S) / K\end{aligned}\quad (1)$$

eşitlikleri ile bulunabilir. Burada, Φ_N , haritası yapılacak alanın en kuzeyinden geçen enlem; Φ_S , haritası yapılacak alanın en kuzeyinden geçen enlem; Φ_1, Φ_2 , kesen paralel daireler; K Kavraisky katsayısıdır. Şekil 17 de, haritası yapılacak alanların durumuna göre, Kavraisky katsayılarının kaç olacağı verilmiştir.

**Şekil 17.** Kavraisky katsayıları [19]

5. SONUÇLAR

Bir Kartograf, hazırlayacağı haritada kullanacağı projeksiyonu seçerken, haritanın hangi amaç için kullanılacağına, ne gibi özellikleri barındıracağına (açı, alan veya uzunluktan hangi özelliğin korunacağına), paralel daire ve meridyen dairelerinin şekline ve özellikle ölçeğine ve deformasyon değerlerine dikkat etmelidir. Dünyanın tümünün gösterimine yönelik (tek parça ya da iki yarı parça) olarak üretilen haritalarda, deformasyon değerlerinin küçük olduğu, gerçek anlamı olmayan harita projeksiyonları tercih edilmektedir. Çünkü bu tür projeksiyonlarda küreselliğin hissedilebilmesi için genellikle oval ve elips benzeri gösterimler kullanılmıştır. Kıta, okyanus veya daha küçük alanlar için harita projeksiyonu seçiminde ise ilgili alanın coğrafi konumu, harita projeksiyonunun seçiminde etkilidir. Alanın, ekvatorial, kutupsal veya ara bölgede olması, kullanılacak olan projeksiyon yüzeyinin seçimini etkilemektedir. Ayrıca, haritası yapılacak alanın, bir meridyen dairesi veya paralel daire boyunca uzanması yine projeksiyonun yüzey seçiminde ve hangi özelliğin korunacağı hususunda kartograflara fikir verebilir. Örneğin, ülkemiz Türkiye için uygun bir harita projeksiyonu seçilmek istenirse, yukarıdaki bilgilerden yararlanarak, orta enlemli bir ülke (36^0-42^0 kuzey paralelleri, 26^0-45^0 doğu meridyenleri) olduğu için konik projeksiyonun uygun harita projeksiyon türü olduğu söylenebilir. Young kuralı gereği,

$Z = 9^{\circ}.5$, $\delta = 6^{\circ}$ olarak alınırsa, $Z / \delta > 1.41$ olduğundan, jeodezik amaçlara yönelik haritalar için açı koruyan konik veya açı koruyan silindirik projeksiyonunun kullanılabilceği, haritanın amacına göre, uzunluk ya da alan koruyan bir özellikte projeksiyon türü kullanılacaksa düzlem projeksiyonun uygun olduğ u belirtilebilir. Deformasyon miktarının daha az olması istenirse, Kavrasiky katsayısı, $K = 7$ alınarak, kesen paralel dairelerin enlemlerinin, $\Phi_1 \approx 37^{\circ}$, $\Phi_2 \approx 41^{\circ}$ olması uygun olacaktır.

6. KAYNAKLAR

1. Marař, E.E., Yılmaz, İ., 2009, Quartic Authalic Projeksiyonu ve Bir Bilgisayar Programı: Pseudo, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi 2009, 1(1) 33-47.
2. Nyerges, T., Jankowski, P., 1989, A Knowledge Base for Map Projection Selection, The American Cartographer 16(1), 29-38.
3. Yerci, M., 1997, Harita Projeksiyonları Ders Notları, Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, Yayın no: 37, Konya
4. Uçar, D., İpbüker, C., Bildirici, İ.Ö., 2004, Matematiksel Kartografya: Harita Projeksiyonları Teorisi ve Uygulamaları, Atlas yayın dağıtım, İstanbul
5. Koçak, E., 1984, Harita Projeksiyonları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları, Trabzon
6. Marař, E.E., 2004, Gerçek Anlamda Olmayan Silindirik Projeksiyonlar, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar
7. Fiala, F., 1976, Matematiksel Kartografya (Çeviri: M. Gündođdu Özgen, Ahmet Aksoy, Ömer Demirađ), İstanbul Teknik Üniversitesi Kütüphanesi, Sayı: 1072, İstanbul
8. Slocum, T.A., McMaster R.B., Kessler, F.C., Howard H.H., 2005, Thematic Cartography and Geographic Visualization, Prentice Hall, USA
9. <http://www.csiss.org/map-projections/index.html>, 2009, Map Projections
10. <http://www.members.shaw.ca/quadibloc/maps/mcf0702.htm>, 2009, Map Projections
11. www.personal.psu.edu/aws157/Project_1_report.html, 2009, Plotting Coordinates and Projections
12. www.manifold.net/doc/albers_conical_equal_area.htm, 2009, Albers Conical Equal Area
13. <http://www.commons.wikimedia.org/wiki/File:LA2-Africa-UTM-zones.png> , 2009, Africa UTM Zones
14. http://earth.google.com/intl/en_uk/userguide/v5/ug_importdata.html ,2009, Finite element modeling of neotectonics in New Zealand
15. <http://www.personal.psu.edu/staff/g/r/grf3/Project1.html> , 2009, Plotting Points and Map Projections
16. Young, A.E., 1920, Some Investigations in the Theory of Map Projections, Royal Geographical Society Technical Series No. 1, London.
17. Ginzburg, G.A., Salmanova, T.D., 1957, Atlas diya vybora kartograficheskikh proektsiy, Trudy TsNIIGAiK, Vyp 110, Moscow.
18. Annoni, A., Luzet, C., Gubler, E., Ihde, J., 2001, Map Projections for Europe, <http://www.ec-gis.org>
19. Maling, D.H., 1992, Coordinate Systems and Map Projections, Second Edition, Pergamon Press, USA