

KÜRESEL ROTALARIN UYGUN KARTOGRAFİK GÖSTERİMİ

S. Bilgi¹, C. İpbüker²

¹İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Kartografya Anabilim Dalı, İstanbul, bilgis@itu.edu.tr

²İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Kartografya Anabilim Dalı, İstanbul, buker@itu.edu.tr

ÖZET

Tematik haritaların yapımında, ele alınan konunun vurgulanmak istenen karakteristik özelliklerinin başarıyla gösterimi amacıyla uygun projeksiyon seçimi oldukça önemlidir. Yerküre hakkındaki merak yüzyıllar boyunca kaşifleri gemilerle dünya etrafında yolculuklara sürüklemiştir. Geçmişte Ferdinand Magellan ve Sir Francis Drake'in dünya turu maceraları çok ünlüdür. Daha yakın geçmişte ise uzay mekiği Voyager ve ilk yapay uydu Sputnik I'in uzay uçuşları kamuoyunun yoğun ilgisini çekmiştir. Bu çalışmada çevresel dünya turu rotalarının, bir diğer deyişle küresel rotaların, en uygun nasıl gösterilebileceği konusu, Magellan, Voyager ve Sputnik I'in dünya çevresindeki turlarının rotaları örnek seçilerek işlenmiştir ve bu konuya ilişkin olarak uygun projeksiyonlar konusunda bir bakış açısı geliştirilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Kartografik Projeksiyonlar, Tematik Haritalar, Küresel Rotalar

ABSTRACT

CONVENIENT CARTOGRAPHIC PRESENTATION OF THE GLOBAL ROUTES

It is very important to select suitable projection for showing the characteristic properties of the theme which is wanted to emphasize on the map. Throughout the centuries, curiosity about the earth has led explorers to embark on journeys around the world. Adventures that were undertaken by celebrated global circlers like Ferdinand Magellan and Sir Francis Drake are well known. More recently, global and space flights such as the Voyager airplane and the first artificial satellite, Sputnik I, also roused much public interest. The theme "Convenient Showing of the Global Routes" is chosen as an example to develop a view point about suitable cartographic projections.

Keywords: Cartographic Projections, Thematic Maps, Global Routes

1. KÜRESEL ROTALARIN KARTOGRAFİK GÖSTERİMİ

Tarih boyunca insanların Yerküre hakkındaki merakı, kaşifleri yüzyıllar boyunca gemilerle Dünya etrafında yolculuklara sürüklemiştir. Daha yakın geçmişte ise bu merak, Yerkürenin dışına taşarak uzay yolculuklarına yönelmiştir. Tüm bu yolculuklar küresel karakterlidir. Sözkonusu bu küresel özelliğin, harita okuyucusunun gözünde canlandırılmasına yardımcı olacak yapıda uygun bir projeksiyonun seçimi bilgi aktarımında önemli bir etkidir. Çünkü rotanın küresel ve sürekli olması gösterimde bazı sınırlamaları zorunlu kılmaktadır.

Harita bilimi olarak kartografyanın amaçlarından bir tanesi, mekanın değişik amaçlarla tasviri için en uygun gösterim şeklinin bulunması ve geliştirilmesidir. Bu bağlamda, harita olarak modellenen mekan ile harita okuyucusunun zihninde canlanan mekanın benzeşmesi, haritası üretilen konunun vurgulanması, özetle harita ile okuyucu arasında doğru bir iletişim kurulması amaçlanmaktadır.

Kartografyada, pratikte iki ana yön gelişmiştir: topografik ve tematik kartografya. Literatürde "uygulamalı harita", "amaç haritası", "bilimsel harita", "özel harita" ya da "tema haritaları" olarak da isimlendirilen tematik haritaların üretimi, tematik kartografyanın temel uğraşı alanıdır (Witt, 1970). Tematik haritaların üretiminde kullanılacak temel altlık haritanın geometrik çatısı, işlenecek konunun karakteristik özelliklerinin başarıyla gösterimi için oldukça önemlidir. Bu nedenle, öncelikli olan konu temel altlık haritanın projeksiyonunun seçimidir. Objeye içeriğinin geometrik çatı ile ilişkisi ikinci plandadır.

Bu çalışmada, tematik haritalarda, işlenen konuya en uygun kartografik gösterim için harita projeksiyonu seçimi üzerine bir bakış açısı geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, tarihteki ilk dünya turu olan, Magellan'ın 1519'da İspanya'nın Seville limanından çıkarak, 1522'de Seville Limanına tekrar dönüşünü anlatan dünya turu, 1957'de Sovyet Devleti tarafından fırlatılan ilk yapay uydu Sputnik I'in dünya turu ve son olarak ta uzay mekiği Voyager'ın 1986 yılındaki dokuz günlük seyahati ile neticelenen dünya turu rotalarının en uygun kartografik gösterimi örnek olarak seçilmiştir.

Küresel Rotaların Uygun Kartografik Gösterimi

Ortaya konulan görüşlerin, planlama, gözetim, yönetim, organizasyon vb. karakterde bilgi sistemlerinde en temel unsur olan geometrik althğin taşınması gereken projeksiyon özelliklerinin yorumlanmasına yardımcı olacağı ümit edilmektedir.

Yerküre hakkındaki merak yüzyıllar boyunca kaşifleri gemilerle dünya etrafında yolculuklara sürüklemiştir. Geçmişte Ferdinand Magellan ve Sir Francis Drake'in dünya turu maceraları çok ünlüdür. Daha yakın geçmişte ise uzay mekiği Voyager ve ilk yapay uydu Sputnik I'in uzay uçuşları kamuoyunun yoğun ilgisini çekmiştir. Bu çalışmada çevresel dünya turu rotalarının en uygun nasıl gösterilebileceği konusu, Magellan, Voyager ve Sputnik I'in rotaları örnek alınarak işlenmiştir.

Küçük ölçekli dünya haritaları üzerinde rotaların gösterimi uğraştırıcı bir iştir. Tüm rotanın önemli olduğu ve hiçbir parçasının küçümsenmemesi gerektiği bilinmelidir. Öncelikle aşağıdaki soruları sorarak başlayabiliriz (Hsu ve Voxland, 1997):

- Bir kuşak olarak rota, dünya üzerinde en fazla hangi alanları kat etmektedir?
- Ekvator boyunca mı uzanmaktadır, çoğunlukla kuzey veya güney yarıkürede midir?
- Rotanın uzunluğunun ve rota boyunca uzanan alanların şekillerinin haritada korunması gerekli midir?
- Yolculuk dünya haritası üzerinde kesintisiz olarak gösterilmek istenmektedir ?
- Rotanın doğru olarak yorumlanabilmesi için haritanın üzerinde hangi bilgiler yer almalıdır?
- Gezginlerin seyahatinin küresel karakterini, harita okuyucusunun gözünde canlandırabilmesine yardımcı olabilmek için hangi projeksiyon veya projeksiyonlar seçilmeli veya özel olarak tasarlanmalıdır?

1.1 Magellan'ın Yolculuğu: İlk Dünya Turu

Ferdinand Magellan, Eylül 1519'da 250 kişi ve 5 gemi ile İspanya'nın Seville limanından yelken açtı. Cape Verde adalarına doğru devam etti, Atlantik Okyanusunu geçti, Ekim 1520'de şimdi kendi adıyla anılan fırtınalı ve çetin boğazı geçerek Kasım 1520'de Pasifik olarak adlandırdığı sakin okyanusa açıldı, Filipinlere ulaşmak için 1521 baharında Guam'ı geçti ve bundan kısa bir süre sonra yerel bir çatışmada öldürüldü. Elcano kurtulan tek gemi oldu ve 17 kişi ile Hint Okyanusu ve Good Hope burnunu dolaşarak Eylül 1522'de Seville limanına geri döndü. Bu olay tarihte bilinen ilk dünya turudur.

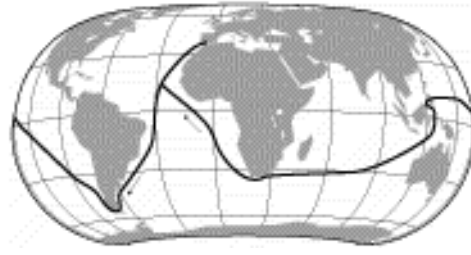
Magellan'ın yolculuğu kuzey yarıküreden başladı. Mürettebat önceleri orta ve düşük enlemler boyunca yelken açarken, aynı zamanda Afrika ve Güney Amerika'nın en güney uçlarına da ulaştılar. Bu nedenle yolculuğun bu küresel karakterini vurgulayan bir projeksiyon tercih edilmelidir.

Magellan-Elcano rotasını göstermek için Raisz Armadillo projeksiyonu seçilmiştir. Çünkü bu projeksiyonda yerküre sanki üç boyutluymuş gibi gözükmektedir (Bkz.Şekil 1a). Haritanın kenarlarında yer alan alanları sıkıştırarak bazı alanları bir araya toplamaktadır (Bkz. Şekil 1b).

Raisz, kara parçalarını ön plana çıkarmak için Şekil 1a'da görüldüğü gibi paralel daireleri kuzey kutba doğru içbükey (konkav) olacak şekilde eğmiştir. Fakat paralel daireler güney kutba doğru içbükey olarak da çizilebilirdi. Şekil 1.b'de Raisz projeksiyonu bu düşünce ile modifiye edilerek düzenlenmiş, bu harita üzerine çizildiğinde genellikle güney yarıkürede seyreden Magellan'ın rotası bir miktar daha haritanın ortasına ötelenmiş izlenimi yaratılmıştır.

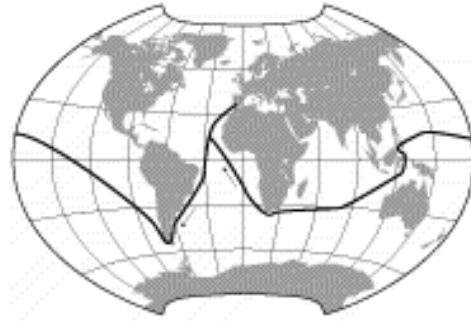


Şekil 1a: Raisz Armadillo Projeksiyonu, (Snyder, 1989)



Şekil 1b: Raisz Armadillo Projeksiyonunda Magellan-Elcano rotası, (Gilmartin, 1997)

Bazı durumlarda, Canters'in projeksiyonlarından birinde olduğu gibi tüm yerkürede kıtalardaki şekil bozulmalarını azaltacak bir gösterim de önemli olabilir. Şekil 2, kendisinin 1989'da "eşit aralıklı paraleller ve kutup çizgileri ile minimum-hata polikonik projeksiyon" olarak adlandırdığı projeksiyonu görülmektedir. Canters projeksiyonu da Raisz projeksiyonu gibi, düz bir yüzeye yayılmış bir küre görüntüsü izlenimini vermektedir (Canters, 1989).



Şekil 2: Canters'in Minimum Hata Projeksiyonunda Magellan-Elcano rotası, (Gilmartin, 1997)

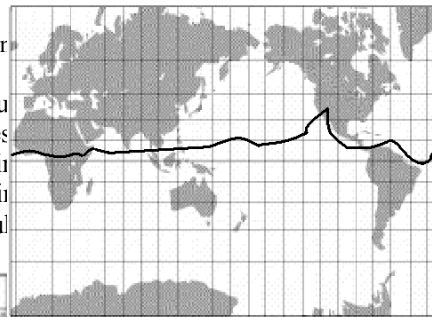
1.2 Voyager'ın Uçuş Rotası

Aralık 1986'da dünya kamuoyu Kaliforniya Edwards Hava Üssünden başlayıp yine orada son bulan uzay mekiği Voyager'ın hiç durmaksızın uçuşu ile büyüledi. Yolculuk ekvator ile 35° kuzey paraleli arasında bir kuşakta, doğu-batı doğrultuda 9 gün gibi kısa bir sürede gerçekleşti.

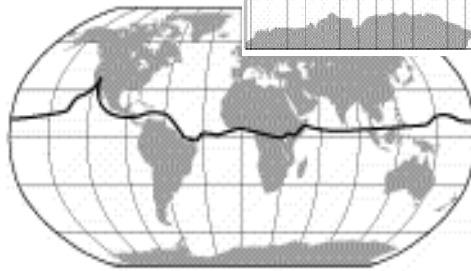
Yeager ve Rutan'ın "Voyager" isimli kitabında uçuş rotası Merkator projeksiyonunda bir şerit üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 3: Merkator Projeksiyon

Robinson projeksiyonu ve Lambert'in alan koruyan azimutal alternatif harita projeksiyonudur). Bu nedenle bu küresel harita Lambert'in alan koruyan azimutal projeksiyonu seçilmiştir. gösteriminin yapıldığı ve şekillerin daha iyi korunduğu bir yaklaşık ekvatoryal rotası Robinson Projeksiyonunda oldu



abilecek diğer iki projeksiyonu ve u, tüm yerkürenin l 4'de. Voyager'ın r.

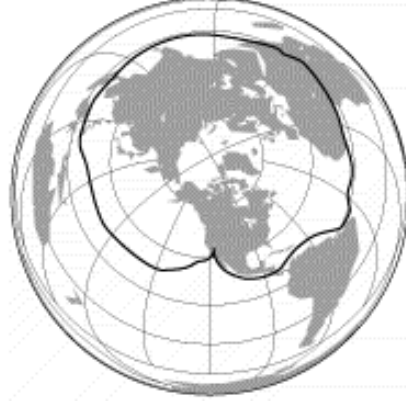


Şekil 4: Robinson Projeksiyonunda Voyager'ın uçuş rotası, (Gilmartin, 1997)

Küresel Rotaların Uygun Kartografik Gösterimi

Voyager'ın uçuşunun dairesel karakteri vurgulanmak istendiğinde kuzey kutba yakın bir noktada teğet olacak şekilde Lambert'in eğik konumlu alan koruyan azimutal projeksiyonu iyi bir seçim olacaktır. Böylece uçuş rotası kesintisiz olarak daha gerçekçi olarak gösterilecektir.

Bu tasarımda tüm yerkürenin gösterimi yapılmasının yanısıra yine üç boyutlu bir izlenim oluşturulabilmektedir (Bkz.Şekil 5).



Şekil 5: Lambert'in Eğik Konumlu Alan Koruyan Azimutal Projeksiyonunda Voyager'ın uçuş rotası, (Gilmartin, 1997)

1.3 Sputnik I : İlk Yapay Uydu

Geçmişte, doğu-batı yönündeki dünya turları insanların hayal gücünü esir almıştı. Modern zamanlar için ise kuzey-güney doğrultusundaki dünya turları ticari, stratejik veya teknolojik öneme sahiptir.

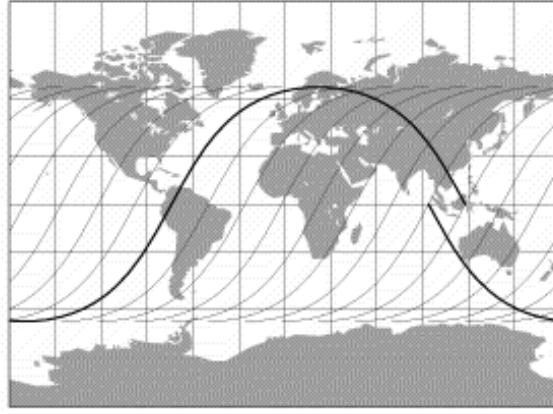
Ekim 1957'de Sovyet uydusu Sputnik I'in yörüngeye oturtulması yüksek uzay teknolojisinde yeni bir çağ başlatmıştır. "Gezgin dostu" anlamına gelen Sputnik ilk yapay uydudur. 65° kuzey ve 65° güney paralelleri arasında yaklaşık 92 dakikada bir kuzey-güney doğrultuda yerkürenin etrafını dolaşmaktadır (Bkz. Şekil 6).

Dünya kendi yörüngesi üzerinde hareket edip aynı zamanda kendi etrafında dönerken uydu yörüngesi de bir büyük daire yayı izlemekte ve bunun yerdeki izi spiral şeklinde dünyayı sarmaktadır. Uydu dünya etrafındaki yolculuğunu hemen hemen kutuptan kutba ve genellikle ekvatora göre bir miktar eğik bir rotada sürdürmektedir.

Tüm yerkürenin gösteriminde, silindirik veya diğer bir deyişle dikdörtgensel projeksiyonlar genel olarak iyi seçimler değildir. Çünkü bu projeksiyonlar özellikle kutup bölgelerinde anlamlı bozulmalara sahiptirler. Fakat bunun yanında, uyduların kuzey-güney doğrultusundaki periyodik seyirlerini daha etkili bir şekilde gösterebilirler. Sputnik'in yörüngesinin harita üzerine izdüşümünün de bu düzeni görsel olarak vurgulaması gerekmektedir.

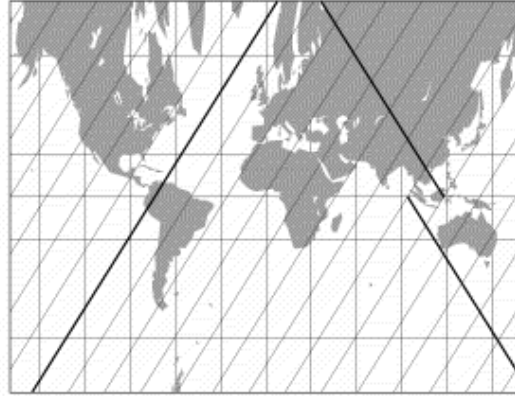
Miller'in silindirik projeksiyonu tüm yerküreyi bir dikdörtgen içerisinde göstermektedir (Bkz. Şekil 6.). Sputnik I'in birbirini izleyen yörüngeleri hemen hemen aynı ve tekrarlayan sinüzoidal eğrilerdir. Tek bir turu ele alındığında yörünge haritada Borneo yakınlarında ekvatorla başlamakta, önce kuzeye yönelmekte ardından da güneye doğru hareket etmektedir.

Dünya uyduya göreceli olarak döndüğünden dolayı, uydu güneye doğru hareketinde ekvatoru geçerken önceki geçişinden yaklaşık 24° batıda yer almaktadır. Haritayı basitleştirmek için tekrar kuzeye doğru giden ardışık rotalar ihmal edilmiştir.



Şekil 6: Miller'in Silindirik Projeksiyonunda Sputnik I'in rotası, (Gilmartin, 1997)

Son olarak Snyder'in uydu yörüngelerini bir dizi düzgün doğrular seti olarak gösteren silindirik uydu izleme projeksiyonu iyi bir seçim olacaktır (Bkz. Şekil 7). Fakat bu projeksiyonda en kuzey ve en güney noktadaki bölgelerde uydunun izini göstermek olanaklı değildir. Çapraz doğrular Sputnik'in kuzeyden güneye doğru hareketindeki yörüngesinin izini göstermektedir. Burada da Şekil 6'deki yörünge parçası ön plana çıkarılmıştır. Yörüngenin diğer kısımları yine ihmal edilmiştir.



Şekil 7: Snyder'in Silindirik Uydu İzleme Projeksiyonunda Sputnik I'in rotası, (Gilmartin, 1997)

2. EN KISA YOLLARIN GÖSTERİMİ; BÜYÜK DAİRE YAYLARI

“İki nokta arasındaki en kısa mesafe düz bir doğrudur” -veya öyle değil midir? Bilinen bu söylem dünya haritalarında nadiren doğrudur. Gerçek ise, iki nokta arasındaki en kısa mesafenin düz bir doğru ile gösterilebildiği bir dünya haritası yapmanın sadece birkaç yolunun olduğudur (Hsu ve Voxland, 1997). Haritacılıkta karşılaşılan çok sayıda diğer problemler gibi, temel bir gerçekten kaynaklanan zorluk, dünyanın eğri yüzeyli ve haritanın da düzlem olduğudur: Bir harita, sadece iki boyut yardımcı ile üç boyutlu bir formu göstermelidir.

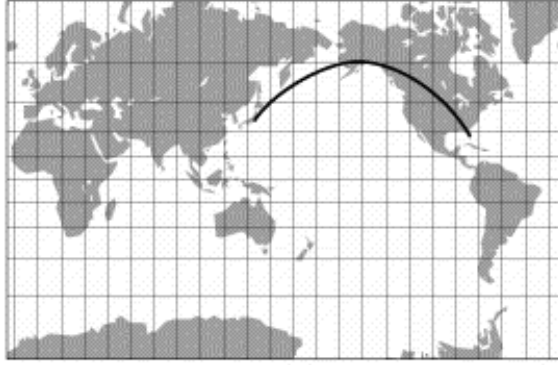
Bir küreyi düzleştirmeyi hayal edin; ölçeğinin yüzey boyunca değişmesine sebep olacak biçimde, onu düzleme yaymak zorunda kalacaksınız veya sıkıştıracaksınız. Böylece harita üzerinde gerçek dışı biçimde gösterilecek olan konumlar arasındaki doğrultu ve mesafeler oldukça kaba olacaktır. Bunun gibi bozulmaların miktarı, ancak haritanın bir yarıküre veya tüm dünya gibi, dünya yüzeyinin geniş bir kesimini göstermesi durumunda anlamlı olabilir. Bir şehir, hatta küçük bir kasaba ölçeğindeki küresel bir yüzeyin, düzlem bir kağıda izdüşümünden dolayı oluşacak hatalar çok büyük olmayacaktır.

Büyük daire yeryüzünün merkezinden geçen ve onu yarıya bölen bir düzlemin yeryüzündeki izidir. Büyük daire yayı hakkında bir haritadaki en yararlı bilgi, o doğru boyunca olan iki nokta arasındaki en kısa mesafeyi göstermesidir. Bazı harita projeksiyonlarında büyük daire yayları düz doğrularla gösterilir, bu onları büyük daire uzunluklarını, doğrultularını veya rotaları saptamada oldukça elverişli yapar. Aşağıda sözü edilen, bunun gibi bazı harita projeksiyonlarının ve onların bireysel özelliklerinin özetidir.

3. SİLİNDİRİK PROJEKSİYONLAR ÜZERİNDE BÜYÜK DAİRE YAYLARI

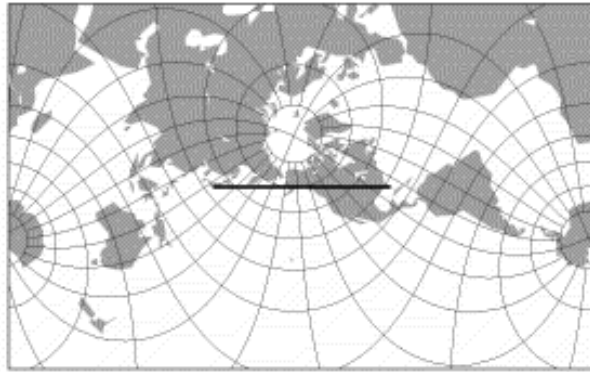
Bazı projeksiyonlar büyük daire yaylarını, çok sınırlı yollarla haritada tek yönde veya sadece bir, iki çizgi olarak düz doğrular olarak gösterir. Örneğin, temel konik ve silindirik projeksiyonlar kuzey-güneyi gösterir, büyük daire rotaları (meridyenler) düz çizgiler olarak ve ayrıca ekvator ile şekillendirilmiş büyük daire silindirik projeksiyon üzerinde düz bir çizgi olarak görünür. Projeksiyon üzerinde iki noktayı, büyük daire yayı olarak tanımlanan düz doğrulardan biri boyunca uzanması için “zorlamak” mümkündür. Bu zorlama, “dünyayı çevirmeyi” gerekli kılar.,

Haritada “dünyayı çevirmek” için, haritanın izdüşürüldüğü silindir, projeksiyonun “orta meridyeni” boyunca eğik küre etrafında döndürülür. Şekil 8’de, Merkator’un normal konumlu silindirik projeksiyonunda Miami ve Tokyo arasındaki büyük daire yolu gösterilmektedir. Bu projeksiyonda düz doğrular şeklinde gösterilen büyük daire yayları sadece ekvator ve meridyenlerdir



Şekil 8: Normal Konumlu Merkator Projeksiyonunda Miami ve Tokyo arasındaki Büyük Daire Yayının gösterimi, (Gilmartin, 1997)

Miami ve Tokyo arasındaki büyük daire yayının düz doğru şeklinde gösterilebilmesi için projeksiyonun “ekvatorunun” Miami ve Tokyo’yu birleştiren büyük daire yayı ile çakıştırılacak gelecek şekilde döndürülmesi gerekmektedir, böyle bir işlem orta meridyen boyunca yapılmıştır ve sonuçları Şekil 9’da gösterilmektedir.

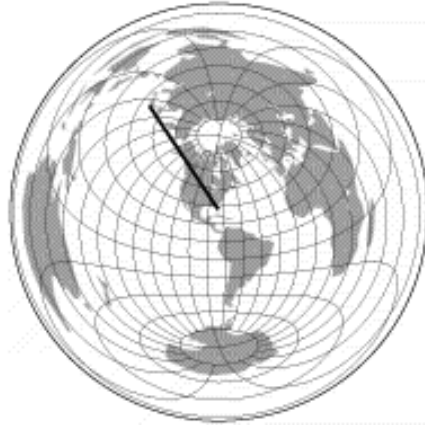


Şekil 9: Miami ve Tokyo'nun Projeksiyonun “ekvatorunda” yer aldığı Eğik Konumlu Merkator Projeksiyonu, (Gilmartin, 1997)

4. UZUNLUK KORUYAN AZİMUTAL PROJeksiYON

Uzunluk koruyan azimutal projeksiyon, yeryüzünde herhangi bir noktaya teğet yapılabilir. Teğet noktasını harita üzerinde diğer noktaya bağlayan düz doğru, iki konum arasındaki en kısa yolu gösterecektir. Ayrıca doğru boyunca olan mesafeler doğru olacaktır; böylelikle “uzunluk koruyan” terimi projeksiyonun ismi olacaktır.

Eğer teğet noktası Kuzey veya Güney Kutbuna uygulanırsa, paraleller eşit aralıklı, eşmerkezli daireler olacaklardır. Bununla birlikte, Şekil 10’da olduğu gibi projeksiyonun teğet noktasının belirli bir şehre veya ilgili diğer bir noktaya getirilmesi genellikle daha faydalıdır.

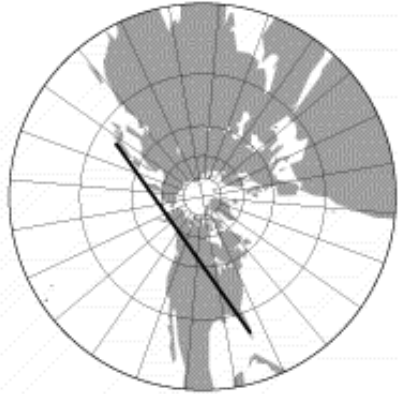


Şekil 10: Miami, Florida merkezli Uzunluk Koruyan Azimutal Projeksiyon, (Gilmartin, 1997)

Haritanın teğet noktasından (bu durumda Miami) Tokyo'ya (veya diğer herhangi bir yer) olan düz doğru, ikisi arasındaki en kısa yolu, doğru mesafeyi ve yönü gösterir. Teğet noktası olarak, hava alanı, radyo transmisyon kurumu, füze fırlatma üssü veya sismografik istasyon gibi belirli yerler de seçilebilir. Dış kenarların yakınındaki şekillerin ve büyüklüklerin fazlaca bozulacak olmalarına rağmen bu projeksiyon üzerinde tüm dünya gösterilebilir.

5. GNOMONİK PROJEKSİYON

Gnomonik Projeksiyon (Şekil 11), Azimutal Projeksiyon ailesinin (küreye bir noktada teğet olan düzleme izdüşürülen haritalar) diğer bir üyesidir ve herhangi bir Büyük Daire Yayının düz bir doğru olarak gösterildiği tek projeksiyon ünvanına sahiptir. Uzunluk koruyan azimutal projeksiyonda sadece haritanın teğet noktasından başlayan düz hatlar büyük daire yayını gösteriyorken, gnomonik projeksiyon kuzey kutbuna teğet yapılı ve dışarıya sadece 65° (25° kuzey enlemine) genişletilebilir. Bu durumda şekillerin olduklarına nazaran nasıl bozulmaya uğradıkları ortadadır.



Şekil 11: Normal Konumlu Gnomonik Projeksiyon, (Gilmartin, 1997)

Bununla birlikte dikkatli bir merkezlendirme ile projeksiyon, yarıküreden daha küçük olan alanlar için çok faydalı olabilir. Burada gösterilen örnekte Kuzey Amerika, Avrupa ve Kuzey Afrika ile Asya'nın büyük bölümündeki noktalar arasındaki büyük daire yolu belirlenebilir.

Büyük daire yollarının gösterilmesinde Uzunluk Koruyan Azimutal ve Gnomonik projeksiyonlar, muhtemelen en yaygın ve en çok işlevli olarak kullanılan projeksiyonlardır. Bununla birlikte tek seçenek de değildir.

SONUÇ

Küresel gezginlerin rotalarını gösteren haritaların yapımı çok ilginç bir konudur fakat pek kolay değildir. En uygun projeksiyonun seçimi modern bilgisayar programlarının kullanımı ile oldukça kolaylaşmıştır.

Büyük daire yaylarının haritada gösterimi özel bir kartografik problemdir. Bu problemin çözümü geçmişte, hesaplamalar ve taslak çizme becerisi, projeksiyonların el ile üretilmesini gerektirmekteydi. Bu durum ise şüphesiz ki, insanları belirli bir amaç için daha uygun bir projeksiyon kullanmaktan vazgeçirmekteydi. Günümüzde, şanslı

biçimde, değişik projeksiyonların bir çok çeşidini oluşturabilen bilgisayar programları mevcuttur ve kolaylıkla bir haritayı bir projeksiyondan diğerine aktarabilmektedir.

Harita projeksiyonlarını, kartografya literatüründe yer alan projeksiyon seçeneklerini ve özelliklerini tanımak uygun projeksiyon seçimini kolaylaştırır ve doğru seçime yönlendirir. Ancak seçenekleri tanıyanlar, seçme hakkını kullanabilir ve doğru uygulayabilirler.

KAYNAKLAR

Canthers, Frank. 1989. "*New Projections for World Maps/A Quantitative-Perceptive Approach.*" Cartographica 26, no. 2: 53-71.

Gilmartin, Patricia. 1985. "*The Design of Journalistic Maps/Purposes, Parameters and Prospects.*" Cartographica 22, no. 4: 1-18.

Gilmartin, Patricia. 1997. "*Showing the Shortest Routes – Great Circles, Matching the Map Projection to the Need*", ACSM, Publication of the Cartography and Geographic Information Society.

Hsu, Mei-Ling and Voxland, Philip,M. 1997. "*Showing Routes for Globe Circlers, Matching the Map Projection to the Need*", ACSM, Publication of the Cartography and Geographic Information Society.

Robinson, Arthur H. 1974. "*A New Map Projection: Its Development and Characteristics.*" International Yearbook of Cartography 14: 145-155.

Snyder J. P, and Voxland P., "*An Album of Map Projection*"s, U.S. Geological Survey Professional Paper 1453, Washington, Government Printing Office, 1989.

Witt, W., "*Thematische Kartographie*", 2. Auflage, Gebruder Jaenecke Verlag, Hannover, p.1152, 1970.