

ARZIN ŞEKLİ VE İRTİSAMI HAKKINDA

Dr. Cevat R. GÜRİSOY

Coğrafya Doçenti

GİRİŞ

Arzı, bir yandan *insanın yaşadığı saha* olarak inceleyen coğrafya, öte yandan onu bir *bütün* halinde ele alır. Arz bir bütün olarak incelenirken, hacminin büyük olması ve kâinatta uzak bir noktadan — meselâ, şekil ve büyüklüklerini anlamak için Ay ve başka gök cisimlerini yeryüzünden gözlediğimiz gibi — müşahede imkânsızlığı dolayısıyla coğrafya, önce onun şekil ve büyüklüğünün tayininde ve sonra yeryüzünün kendisine benzeyen bir taslağının çizilmesinde (irtisamında) kullanılan usullerle uğraşmak zorundadır ¹.

Yeryüzünün taslağını çizmek için onu, ya bir küre veya bir müstevi üstüne nakletmek gerekir. Bu suretle yeryüzünün veya bir parçasının “muayyen bir ölçekte küçültülmüş, basitleştirilmiş, muhteva bakımından tamamlanmış ve tefsir edilmiş bir şekli” ² olan *harita* elde edilir. Haritaların her çeşidini hazırlamak ve çizmek ayrı bir ihtisamın mevzuu olsa bile, coğrafya bunlarla ilgilenmek ihtiyacındadır. Nasıl hekim lâboratuvarında çalışırken mevzuunu mikroskopta *büyülterek* incelerse, coğrafyacı da bunun aksine yeryüzünü veya bir kısmını kavrayabilmek için onun kâğıt üstünde *küçültülmüş* bir şekli olan haritayı gözönüne alır. Çünkü harita, büyük coğrafyacıların atasözü hükmüne geçmiş ifadeleriyle, *coğrafyanın en mühim vasıtası, temeli ve hattâ muayyen bir zamana ait coğrafi bilginin tortusudur* ³.

Coğrafyacı için harita ile kitap birbirinden ayrılmaz bir bütün meydana getirirler; “harita ve kitap, göz ve kulak gibi birbirlerine aittirler” ⁴. Kitabı haritaya tercih etmek, kulağı gözden üstün tutmaya benzer. Halbuki coğrafi görüşle işlenmiş ve hususî işaretlerle bezenmiş iyi bir harita, coğrafyanın esasını teşkil eden *dağılıp prensipini* çıplak sözlerden daha iyi belirtir; gösterdiği sahayı dolaşma imkânı bulunmayan bir coğrafyacıya, tabiatı doğrudan doğruya müşahede suretiyle edinebileceği kadar olmasa dahi, ona yakın değerde fikirler verir.

¹ Karşılaştırınız: *Wagner, H.*: Allgemeine Erdkunde. I. Teil: Mathematische Geographie nebst Einführung in die geographische Wissenschaft. 11. Aufl. von *W. Meinardus*. Hannover 1938. s. 38, 39, 41.

² *Imhof, Ed.*: Gelände und Karte. Erlenbach-Zürich 1950. s. 68.

³ *Eckert-Greifendorff, M.*: Kartenkunde. Berlin 1936. s. 5.

⁴ *Eckert, M.*: Die Kartenwissenschaft. Forschungen und Grundlagen zu einer Kartographie als Wissenschaft. I. Bd. Berlin 1921. s. 68.

Görülüyor ki harita, bilhassa *mekân ilmi* olan coğrafya için büyük bir ehemmiyeti haizdir. Bu sebeple yeryüzünün bir küre veya müstevi üstünde kendisine benzeyen; yani açıları, uzaklık ve saha münasebetlerini koruyan bir şeklini (getreues Bild) meydana getirmek ve ondan faydalanmak için gerekli bilgileri veren *kartoğrafya*⁵, umumî coğrafya öğretimi içerisinde yer alır. Aşağıdaki satırlarda, yeryüzünün irtisamında karşılaşılan başlıca meseleler münakaşa edilecektir⁶.

ARZIN ŞEKLİ VE BÜYÜKLÜĞÜ

Yeryüzünü müstevi üstünde göstermek için, önce onun nasıl bir sathı olduğunu anlamak ve buna esas olacak sathı tayin etmek lâzımdır. Geniş mânasiyle yeryüzü, Arzın büyüklüğüne göre çok küçük, hattâ yok sayılabilecek girinti ve çıkıntıları bulunan bir küre sathıdır. Arzın küre şeklinde, daha doğrusu yuvarlak olduğu düşüncesi, ilkönce eski Yunanistan'da meydana çıkmış ve M. ö. IV. yüzyılda Aristo tarafından ilme mal edilmiştir. Bunu isbat etmek üzere, gerek müşahedeye dayanan birtakım deliller⁷,

⁵ Harita projeksiyonları ve harita bilgisinden meydana gelen *Kartoğrafya*; coğrafyanın, matematik ve fizik usulleriyle çalışan bir yardımcısı olan *Matematik Coğrafya* çerçevesi içinde yer alır. Klâsik elkitaplarında coğrafya bölümlere ayrılırken *Umumî Coğrafya*'nın kolları arasında sözü geçen *Matematik Coğrafya*, Arzın şekil ve büyüklüğünden, fiziki halinden, başka gök cisimleriyle münasebet ve hareketlerinden, mevki ve yön tayininden ve yeryüzünün ölçülmesinden ve nihayet yeryüzünün müstevi üstünde gösterilmesinden bahseder.

(Fazla bilgi için bakınız: *Philippson, A.*: Grundzüge der allgemeinen Geographie. I. Bd.: Einleitung - Mathematische Geographie - Atmosphärenkunde. 2. Aufl. Leipzig 1933. s. 25-27.—*Akyol, İ. H.*: Umumî Coğrafya. I. Bölüm: Giriş. İst. Üniv. yayım. No. 482, Ed. Fak. Coğr. Ens. neşr. No. 13. İstanbul 1951. s. 5, 53, 82.)

⁶ Yeryüzünün irtisamı hakkında bir coğrafyacı gözü ile daha evvel yapılmış, bu neviden, toplu bir münakaşaya raslamadık. Mamafih Arzın şekli, büyüklüğü ve projeksiyon mevzuları üzerinde birçok neşriyat yapılmıştır. Yazımızın seyri içerisinde gerekli yerlerde bibliyografya vererek, bu neşriyata dolayısıyla temas etmiş bulunuyoruz.

⁷ Arzın küre şeklinde veya yuvarlak olduğu hakkında, ilk defa eski Yunanistan'da Pythagoras (M. ö. 582-507) ve taraftarlarının ortaya attığı fikir, bilhassa Aristo (Aristoteles, M. ö. 384-322) den sonra, halk kitlesi tarafından benimsenmeksizin, sadece ilim çerçevesi içinde kalmıştır. Daha önce Babillilerin veya Mısırlıların, Arzın yuvarlaklığını bilip bilmedikleri katî olarak belli değildir. Arzın yuvarlaklığını isbat etmek üzere, müşahedeye dayanan aşağıdaki deliller gösterilir :

a) Ay tutulmalarında Arzın gölgesinin kenarı yay şeklindedir. Güneşe nazaran her vaziyetinde Arzın, Ay üstünde yay şeklinde gölge meydana getirmesi, ancak her yönden yayımsı ve yuvarlak olduğunu kabul etmekle izah edilebilir. Eski Yunanlılar ve bilhassa Thales böyle bir müşahedeye dayanarak Arzın küre şeklinde olduğu kanaatine varmışlardır.

b) Zahirî olarak doğudan batıya hareket eden Güneşin akşam gözden kaybolduktan sonra her sabah tekrar doğması ve aynı yönde hareket halinde bulunan yıldızların her gece gök yüzünde tekrar görünmeleri için ayak tarafımızda bir engele raslamamaları lâzımdır. O halde Arz fezada mücerret bir vaziyettedir. Bu gerçeği ilk olarak M. ö. 550 yıllarında Millet'li Anaximander öğrenmiştir. Ay, Güneş ve gezegenler (planetler) küre şeklinde görün-

düklerinden, fezada onlar gibi mücerret bulunan Arzın da yuvarlak olması ihtimali ortaya çıkar.

c) Doğu-batı istikametinde bir seyahat yapılırsa, Güneşin doğuya gidildikçe daha erken, batıya gidildikçe daha geç doğduğu müşahede edilir. Arz, eski insanların ve bugünkü iptidai kabilelerden bazılarının hâlâ zannettikleri gibi kurs şeklinde, düz olsaydı, Güneşin her noktada aynı anda doğması icabederdi. O halde Arz yuvarlaktır.

ç) Kuzey-güney istikametinde bir seyahat esnasında, Kutup Yıldızının ufuk üzerinde zahiri yüksekliği kuzeye gidildikçe muntazam olarak artar, güneye gidildikçe muntazam olarak azalır. Kutup Yıldızı, Ekvatordaki bir râsıda ufukta, Kutuptakine ise başucunda (zenith) görünür. Râsıdan Ekvatora doğru hareketinde her 111,043 km. mesafede Kutup Yıldızı gökyüzünde (1°) alçalır. Güney Kutbunun başucunda da ikinci bir kutup yıldızı olsaydı, aynı şey müşahede edilirdi. O halde yeryüzünde kuzey-güney istikametinde iki kutbu birleştiren çizgiler daire yaylarıdır ve bunlar Arzın küre şeklinde olduğunu göstermeye kâfi gelirler.

Kezalik, güneye gidildikçe daha kuzeyde iken gece görülen yıldız kümeleri kaybolur; buna mukabil yeni yıldız kümeleri ufuk üzerinde görünür. Kuzeye doğru gidilirse bunun tersi müşahede edilir. Nitekim eskiler dahi Mısır'da görülen bazı yıldızların Adalar Denizi kıyılarından görülmediğini farketmişlerdir. Kuzey-güney istikametinde hareket esnasında ufuk üzerinde, Kutup Yıldızı yüksekliğinin muntazam olarak değişmesi ve yeni yıldız kümelerinin görünmesi, yeryüzünün küre gibi muntazam bir surette yayımsı olması ile izah edilebilir.

d) Eski yunanlılar, bu sonuncu müşahedeyi tamamlayıcı mahiyette olmak üzere, muhtelif coğrafi enlerde (latitude) aynı mevsimde aynı büyüklükteki eşyanın muhtelif uzunluklarda gölgeler ve *gnomon* (Güneş basitesi) denilen Güneş saatinde muhtelif gölge açıları teşkil ettiklerini görmüşlerdir. Yeryüzü düz olsaydı, Güneşten gelen paralel şuaların aynı meridyenin bütün noktalarında aynı gölge uzunluğu ve aynı gölge açısı meydana getirmeleri icabederdi.

e) Açık arazide ve bilhassa denizde ufuk (gökkubbenin yerle birleşen kenarı), yeryüzü kabartıları engel olmadığı takdirde, bir daire şeklinde görünür. Yerden yükseldikçe bu daire genişler. Bu sebeple uzağı görmek için, denizciler geminin direğine tırmanurlar ve deniz kenarında bulunan bir râsıt, daha yüksek bir yere, bir tepeye çıkmak lüzumunu hisseder. İşte XVI. yüzyılda Copernicus'un, Arzın yuvarlaklığı için yaptığı müşahedelerden birisi de budur. Yeryüzünde muhtelif yüksekliklerde (h) görülebilen ufuk dairelerinin yarı çapları (r) aşağıdaki cetvelde verilmiştir:

h = 1 m için r = 3,9 km	h = 100 m için r = 39,0 km
h = 2 m için r = 5,5 km	h = 200 m için r = 55,1 km
h = 5 m için r = 8,7 km	h = 500 m için r = 87 km
h = 10 m için r = 12,3 km	h = 1000 m için r = 123 km
h = 20 m için r = 17,4 km	h = 2000 m için r = 174 km
h = 50 m için r = 27,6 km	h = 5000 m için r = 276 km

Bu cetveldeki (h) nin değeri sonsuza çıkarılırsa, yani râsıt Ay'da, Güneş'te veya herhangi bir yıldızda farzedilirse, yeryüzünün tam olarak yarısı görülmek lâzımgelir; bu takdirde görülmesi icabeden sahanın yarıçapı $r=10.000$ km ve görünen şeklin yarıçapı $r=6370$ km olur ki, ilerde anlaşılacağı üzere bu adet arzın ortalama yarıçapıdır.

f) Çok yüksek yerlerden veya bir uçaktan alınmış yeryüzü fotoğraflarında ufuk yayımsı bir çizgi halindedir. Aynı vaziyeti, yeryüzünün birbirinden uzak muhtelif yerlerinde alınan fotoğraflarda da tesbit etmek mümkündür. Bunların bir arada mütalâası, Arzın yuvarlaklığı hakkında kâfi bir fikir verebilir.

g) Uzaklaşan bir geminin önce teknesi, sonra direkleri ve bacası gözden kaybolur veya bu gemiye bir dürbünle bakılacak olursa yarısı batmış gibi görünür; buna mukabil yaklaşan bir geminin önce baca ve direkleri, sonra teknesi göze çarpar. Eğer denizin yüzü tam mânasiyle düz olsaydı uzaklaşan veya yaklaşan geminin bir kısmı diğer kısmından

gerekse XVI. yüzyıldanberi yapılan dünya-çevresi seyahatleri⁸; Arzın tam olarak küre değil, ancak kapalı, her yönden yayımsı, yuvarlak bir şekilde olduğunu anlatmıştır.

evvel gözden kaybolmıyacak veya göze çarpmıyacak; bilâkis sadece, gözün görme kuvvetine ve dürbünün gösterme kabiliyetine göre, küçülüyor veya büyüyor gibi görünecekti. Buna müşabih olarak, uzakta bir gemiden, hemen sahilde yapılmış bir binanın alt katı, dürbünle dahi görünmez; fakat, yakından görülmeye başlar. Aynı suretle dağların tepeleri kıyıdan uzaklaşan bir gemide en sonra gözden kaybolur, kıyıya yaklaşan bir gemide ise en evvel görünür. Kezalik yüksek bir dağın tepesinden, en hassas görme vasıtalarıyla bile, komşu memleketlerin, Asya'nın veya Amerika'nın yüksek dağlarının görülememesi de Arzın yuvarlaklığı ile izah edilebilir.

ğ) XIX. asrın ilk yarısında İsviçre'nin kâfi derecede büyük su sathlarından biri olan Leman gölünde Dufour ve Forel tarafından şu müşahede yapılmıştır: Uzakta bir cismin (Güneş veya Ay'ın), veyahut bir yelkenlinin, suyun durgun bir zamanında, su sathı tarafından aksettirilen hayali, o cisim veya yelkenliden daha küçük ve basık görünür. Eğer su sathı düz olsaydı, Ay veya yelkenlinin hayali, aşılmın aynı olurdu. Fiziğin optik bahsinde kürevî *muhadde* bir aynada da bir cismin hayalinin daha küçük ve basık teşekkül ettiği malumdur. O halde sözü geçen su sathının düz değil, *muhadde* olması icabeder.

h) Arzın yuvarlaklığını Bedford seviye denemesi ile de anlamak mümkündür. Sakin ve sığ bir denizin dibine, aynı istikamette ve birbirinden yeter uzaklıkta üç çubuk, su seviyesinin üzerinde kalan kısımları aynı uzunlukta ve su yüzüne dik olacak şekilde tesbit edilir ve kıyıdan bir dürbünle birincinin başından üçüncünün başına bakılacak olursa, ikincinin başı yüksekte görünür. Denizin yüzü düz olsaydı, ikinci çubuğun başı dahi, birinci ve üçüncü çubukla aynı seviyede müşahede edilirdi.

i) Arazide harita yapılırken, tesviye ruhlu bir mesafe dürbünü yardımıyla aynı seviyede tesbit edilen, birbirinden 2 km uzakta A ve B noktalarıyla bir istikamette ve mukabil tarafta B den yine 2 km mesafede bulunan bir C noktası, alet yardımıyla, B ile aynı seviyede olacak surette tesbit edilirse, A dan C ye bakıldığı zaman B noktasının yukarıda olduğu görülür. Aynı denemeye devam edilerek Ç, D, E, F, ... ilh. noktaları için dahi aynı netice bulunur. Bu denemenin istikametine çapraz her istikamette yapılan denemelerde de aynı neticeler elde edilir. Bu sebeple harita işlerinde yeryüzünün düz olmamasından dolayı yapılan düzeltmeler, yeryüzünün bütün noktaları için hemen hemen sabit olduğundan, Arz takriben küre şeklindedir.

j) Yeryüzünün kendisine benzeyen, yani muhtelif memleketleri birbirlerine nazaran doğru münasebetleriyle ve doğru mevkileriyle gösteren bir taslağını meydana getirmek, sadece bir küre üzerinde mümkündür. Bu dahi Arzın küre şeklinde olduğuna inanmak için kâfi bir sebeptir.

(Yukarıda kaydedilen müşahedeler hakkında fazla bilgi için bakınız: a) *Davis, W. M.*: Elementary physical geography. Boston 1902. s. 2.— *Seydlitz, E. v.*: Handbuch der Geographie. Jubiläums-Ausgabe. 25. Bearbeitung von *E. Oehlmann*. Breslau 1912. s. 631.— *Wagner, H.*: Sözü geçen eser. s. 142. b) *Wagner, H.*: Sözü geçen eser. s. 143. d) *Akyol, İ. H.*: Sözü geçen eser. s. 40. e) *McCallien, W. J.*: The evolution of the map of the Earth (Dünya hartasının evrimi). A. Ü. D. T. C. F. Dergisi C. VII, S. 1. Mart 1949, Ankara. s. 135.— *Rudaux, L. et Vaucouleurs, G. de*: Astronomie. Les astres, l'Univers. Paris 1948. s. 77. f) *Strahler, A. N.*: Physical geography. New York 1951. s. 5-6. ğ) *Günther, S.*: Astronomische Geographie. Berlin 1915. s. 62-63. h) *Stamp, L. D.*: The world. A general geography. London 1943. s. 2. i) *Strahler, A. N.*: Sözü geçen eser. s. 6. — *Bouchard, H.*: Surveying. 3rd ed. Scranton, Pennsylvania 1947, s. 26-27.)

⁸ Yeniçağın başlarında yapılan büyük dünya-çevresi seyahatleri, yeryüzünde hangi istikamette olursa olsun, keskin ve göze batan bir köşeye raslanmadığını ve aynı istikamette ve aynı yönde harekete devamla tekrar aynı yere dönmenin mümkün olduğunu, binaenaleyh

Arzın gerçek şeklini tayin için şu yollardan gidilir⁹:

1) *Geodezi yolu*: Doğrudan doğruya yeryüzünde alınan ve mevkileri astronomi yolu ile tayin edilen rasat noktaları arasında yay ölçüleri yapılır ve böylece Arzın hem şekli, hem büyüklüğü anlaşılır¹⁰.

Arzın yuvarlak olması lâzımgeldiğini bilfiil göstermiştir. Bu meyanda ilk olarak 1519-1522 yılları arasında Magellan ile del Cano'nun müşterek yaptıkları dünya-çevresi yahatini kaydetmek icabeder. Portekiz'li asil bir aileye mensup olan Magellan (Ferdinand Magalhaes) 1519 yılında Lizbon'dan hareketle Kanarya Adalarına, Atlas Okyanusunu geçerek 1520 de Amerika'nın güney ucunda, o zamandanberi kendi adını taşıyan boğaz yolu ile Büyük Okyanusa ve nihayet 1521 de Filipin Adalarına varmış; fakat orada yerliler tarafından öldürüldüğünden sefere yanında bulunan Sebastian del Cano devam etmiş ve Afrika'nın güneyinden Kap yolu ile 1522 de hareket noktasına vasıl olmak suretiyle dünya turunu tamamlamıştır. (Clozier, R.: Les étapes de la géographie. Paris 1942. s.48-50.)

⁹ Yakından bilgi için bakınız: Russel, H. N., Dugan, R. S. and Stewart, J. Q.: Astronomy. A revision of Young's manual of astronomy. I. The Solar System. Boston 1926. s. 119-121, 128-129, 141-145, 290-292.—Coulomb, J.: La constitution physique de la Terre. Paris. 1952. s. 97, 101 ve müteakip.

¹⁰ Arzın büyüklüğü hakkında eskiler birtakım tahminlerde bulunmuşlardır. Aristoteles Yerin çevresini 400.000 stadion olarak kabul etmiş, fakat bu, M.ö. 300 yıllarında 300.000 stadion olarak ifade edilmiştir. Bu sonuncu tahminin, onun talebesi olan Dikaiarchos (M. ö. 350-290) tarafından mı yapıldığı henüz katî olarak belli değildir. Arzın şekil ve büyüklüğünü esash bir surette tayin için yapılmış olan başlıca yay ölçüleri şunlardır:

a) Bu sahada ilk ölçüyü, yeryüzünün pürüzlü bir küre sathı olduğuna inanan Cyrene'li Eratosthenes (M. ö. 276-195) yapmıştır. İskenderiye ile Syene (Assuan) arasındaki mesafeyi ve takriben aynı meridyen üzerinde oldukları kabul edilen bu iki mevkiin güneş yüksekliklerinden faydalanarak en farkını hesaplamış ve Arzın çevresi için 252.000 stadion (39.960 km) bulmuştur. Daha sonra Poseidonios (M. ö. 130-51) Rodos ile İskenderiye arasındaki en farkını, Canopus yıldızının Rodos'ta ufukta ve İskenderiye'de ufuk üzerinde görünmesinden faydalanmak suretiyle ölçmüş ve aradaki uzaklığı denizcilerin tahminleriyle tesbit ederek Arzın çevresini 180.000 stadion (38.057 km) olarak hesaplamıştır. (Des Strabo allgemeine Erdbeschreibung. Übersetzt von A. J. Penzel, Erster Band. Lemgo 1775. s. 143.—Brown, L.A.: The story of maps. Boston 1949. s. 28-32.—Wagner, H.: Sözü geçen eser. s. 144-146.—Philippson, A.: Sözü geçen eser. s. 29-30.)

b) Meridyen yaylarının ölçülmesinde İslâm bilginlerinin de büyük hissesi vardır. Halife al-Mamun devrinde (813-833), daha önce B a t l a m y u s (Klaudios Ptolemaios)un (140), Arzın çevresi için 180.000 "philaë" stadı (24.000 arap mili) ve bir derecelik yay için $66 \frac{2}{3}$ arap mili olarak kabul ettiği miktarları doğrudan doğruya arazi ölçüleriyle tahkik maksadiyle ve arap heyetşinaslarından mürekkep olmak üzere, biri Halid b. Abd al-Malik al-Marvazî ile Sanad b. Ali'nin ve diğeri Ali b. İsa al-Usturlabî ile Ali b. al-Buhtari'nin idaresinde, fennî yasıtalara mücehhez iki komisyon teşkil edilerek, birincisi Suriye'de Tadmur (Palmyra) ile Rakka arasında ve ikincisi Sincar ovasında ölçüler yapmağa memur edilmiş (827) ve neticede bir derecelik meridyen yayının uzunluğu 57 arap mili (112,5 km) ve $56 \frac{1}{4}$ arap mili (110,9 km) bulunmuştur ki Sincar ovasında elde edilen bu sonuncu adet, uzun müddet İslâm müellifleri tarafından muteber sayılmıştır. Bir arap mili 1973 m kabul edildiğinden Arzın çevresi birinciye göre 40.250 km ve ikinciye göre 39.950 km eder ki bilhassa ikinci adet gerçeğe yakındır. Bu zamanda üçüncü bir ölçü Irak'ta Bağdat ile Samerra arasında yapılmıştır. Fakat bu iki mevki aynı meridyen üzerinde olmadığından elde edilen neticeler doğru çıkmamıştır.

Gazne'de tatbikî geodezi sahasında çalışarak küre yüzünü müstevi üstüne nakletmeğe

2) *Geofizik yolu*: Farklı coğrafi enlerde (arzlarda) yerçekimi ivmesinin değişmesi rakkas denemeleriyle tesbit edilerek Arzın gerçek şekli belirtilir.

3) *Astronomi yolu*: Presesyon ve nütasyon gibi astronomi hâdiselerinden ve Ayın hareketindeki bazı düzensizliklerden faydalanılır.

Arzın büyüklüğü gerçeğe yakın olarak (yarıçap için $R=6372$ km) Picard (1670) tarafından tayin ve Newton tarafından teyid edildikten sonra gerçek şeklinin küre değil, kutuplarda basık bir *sferoid* veya *döner elipsoid* olduğu ve küçük mihveri etrafında döndüğü anlaşılmıştır. Dönen bir cisimde mihvere uzak noktalardaki anilmerkez (santrifüj) kuvvet

ilk defa uğraşan Ebu Reyhan al-Birunî (973-1048) Curcan bölgesinde Dahistan kuzeyinde yaptığı ölçülerde, al-Mamun devrinde yapılanları teyid eder mahiyette neticeler elde etmiş ve Hindistan'a bir seyahat esnasında ovaya hâkim yüksek bir dağda yine ilk defa olarak *ufuk derinliğini* (Horizontaldepression) tayin suretiyle Arzın yarıçapını hesaplamıştır (Arzın yarıçapı 12.851.370 zira al-Savda=3333 arap mili=6576 km ve çevresi 80.780.040 zira al-Savda=41.196 km).

(İslâm meridyen ölçüleri hakkında fazla bilgi için bakınız: *Schoy, C.*: Erdmessungen bei den Arabern. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin 1917. s. 431.— *Akyol, İ. H.*: "Arz" maddesi. İslâm Ansiklopedisi. 9. cüz. İstanbul 1942. s. 653-655.— *Gökmen, F.*: "Astronomi" maddesi. İslâm Ansiklopedisi. 9. cüz. İstanbul 1942. s. 693.— *Akyol, İ. H.*: Umumi coğrafya. Sözü geçen eser. s. 34-35.)

c) XV. yüzyıl sonlarında, bilhassa Almanya'daki coğrafi neşriyatta, Arzın çevresi 21.600 İtalyan mili veya 5.400 alman mili olarak kabul ediliyordu. Avrupa'da ilk meridyen ölçüsü 1525 tarihinde Fransız hekimî Fernel tarafından yapılmış ve Paris ile Amiens arasındaki bir seyahatte, araba tekerleklerinin devir adedi ve yaz gündönümünde iki mevkîin güneş yükseklikleri farkı tesbit edilerek, bir derecelik meridyen yayının uzunluğu 57070 tuvaz (toises) olarak hesaplanmıştır ki buna göre bir derecelik meridyen yayı 110,6 km ve Arzın çevresi 39.820 km eder.

1634 yılında İngiliz R. Norwood'un Londra ve York mevkileri arasında yaptığı ölçülere göre bir derecelik meridyen yayı 111,9 km bulunmuştur.

Fakat ancak dürbünün icadından sonra, 1617 yıllarında Hollandalı Willibrord Snellius'un, Alkmaar ile Bergen op Zoom arasında meridyen yayını ölçerken, daha evvel 1530 da Gemma Frisius tarafından bulunmuş olan *nirengi* (triangulation) usulünü ilk defa arazi mesahalarına tatbik etmesinden sonradır ki (Arzın çevresi 40.016 km) yeryüzünde daha katî ve doğru neticeler elde edilmeye başlanmıştır.

Fransa'da nirengi usulünün Picard tarafından 1670 de *Birinci Fransız Yay Ölçülerinde* tatbiki suretiyle gerçeğe yakın neticelere varılmış (Arzın yarıçapı 6372 km) ve Newton bu adedi yerçekiminin mesafe ile münasebeti hakkındaki formüllerine tatbik ederek meşhur *gravitasyon* kanununu bulmuştur. Artık bundan sonra geofizik usullerinin de kullanılması ile yeryüzü ölçülerinde yeni bir safha başlamıştır.

(Bu maddede zikredilen ölçüler için bakınız: *Langenbeck, R.*: Physische Erdkunde. I. Die Erde als Ganzes und die Erdoberfläche. Berlin 1922. s. 7.— *Darkot, B.*: Kartografya dersleri. 2. bası. İst. Üniv. yayım. No. 88, Ed. Fak. Coğr. Ens. neşr. No. 5. İstanbul 1947. s. 11-12.— *Günther, S.*: Sözü geçen eser. Berlin 1915. s. 91-96.— *Chamberlin, W.*: The round earth on flat paper. Washington, D. C. 1947, s. 42-44.— *Wegemann, G.*: Grundzüge der mathematischen Erdkunde. Berlin 1926. s. 49-51, 63-64.— *Martonne, Emm. de*: Traité de géographie physique. 7. éd. Tome premier: Notions générales. Climat-Hydrographie. Paris 1948. s. 32 v. b.— *Supan, A.*: Grundzüge der physischen Erdkunde. 8. Aufl. von E. Obst Bd. I. Berlin 1934. s. 12-14.)

yakın noktalarından fazla olduğu için, kutuplardan Ekvatora doğru gidildikçe mihverden uzaklaşılacağından, bu kuvvetin artması sebebiyle Arzın, fizikî bakımdan Ekvatorda kütle yığılmasından mütevellit bir kabarıklık ve kutuplarda basıklık gösteren bir döner elipsoid, yani meridyenlerin elips şeklinde olması icabeder. Yapılan fizikî ölçülerle ve bu arada bilhassa rakkas denemeleri yardımıyla Ekvatorda yerçekimi ivmesinin, yüksek coğrafî enlerdekine göre daha az, ve ivme farkının Ekvatordan kutba kadar $5,2 \text{ sm/s}^2$ veya $5,2 \text{ gal}$ olduğu ve bunun, yeryüzünün teferruatta küre şeklinde olmamasından ve dolayısıyla farklı coğrafî enlerde Arzın merkezinden farklı uzaklıklarda bulunmasından ileri geldiği düşüncesine varılmıştır¹¹. Birbiri ardından yapılan birçok rakkas ve yay ölçüleriyle¹² Arzın basıklığının değeri hesaplanmış ve *Milletlerarası Geodezi ve*

¹¹ Rakkas ölçüleriyle, yerçekimi ivmesi kutupta $g_{90} = 983,22 \text{ sm/s}^2$ veya gal , Ekvatorda $g_0 = 978,05 \text{ sm/s}^2$ veya gal ve bunlar arasındaki fark:

$$g_{90} - g_0 = 5,17 \text{ sm/s}^2 \text{ veya } \text{gal}$$

bulunmuştur.

(Fazla bilgi için bakınız: *Wagner, H.*: Sözü geçen eser. s. 150-155. *Grimsehl-Tomaschek*: Fizik. Cilt I/1: Mekanik. R. *Tomaschek* tarafından işlenmiştir. Çeviren: *Sadrettin Tunakan*. Ankara Fen Fakültesi neşr. U. 16, Fiz. 9. İstanbul 1945. s. 91-92.)

¹² Arzın yuvarlaklığına dair gösterilen fizikî deliller meyanında bilhassa yerçekiminin tesiri, eski Yunanistan'da M. ö. IV. yüzyılda Aristoteles'in dikkatini çekmiştir. Her şeyin Arzın merkezine doğru gitmek istediği, ancak Yer'in en derin noktasında sükûnetin bulunabileceği ve bunun ise yalnız kürede mümkün olabileceği düşünülmüştü. Daha sonra Archimedes (M. ö. 287-212) aynı düşünce ile, sükûnette bulunan her mayide olduğu gibi, deniz yüzünün de kürevî olması lâzımgeldiğini ortaya koymuştur. XVI. yüzyılda Copernicus dahi, fizikî bir delil olarak, bulutlardan düşen suyun yuvarlak damlalar teşkil ettiğini müşahade ederek, buna kıyasen Arzın da yuvarlak olması lâzımgeldiğini ileri sürmüştür. Arzın yuvarlaklığına başka bir fizikî delil de şudur: Aynı cisim bir yaylı kantarla yeryüzünün muhtelif noktalarında tartılırsa, hemen hemen aynı ağırlıkta gelir. Ağırlığı tevlit eden yerçekimi maddeyi merkeze çektiğinden, sözü geçen cismin her yerde aynı ağırlıkta olması için, her yerde Arzın merkezinden aynı uzaklıkta bulunması icabeder.

Arzın gerçek şekli rakkas denemeleriyle tesbit edilmiştir. Fransa kralı Louis XIV. tarafından 1671 yılında astronomik müşahedeler yapmak üzere Fransız Günyanı'nda Cayenne'e gönderilen Jean Richer orada saatinin günde takriben $2 \frac{1}{2}$ dakika geri kaldığını görmüştür. Saatin, Paris'te iken saniyede bir devir yapan rakkasının boyu 994 mm idi; Ekvator civarında Cayenne'de ise rakkas Paris'tekine nazaran daha yavaş hareket ediyor ve devrini bir saniyeden fazla bir müddet zarfında tamamlıyordu. Bunun, Ekvatorda yerçekimi şiddetinin, yüksek enlerdekine göre daha az olmasından ileri geldiğini farkederek Richer, Cayenne'de saatin geri kalmasını önlemek ve rakkasın saniyede bir devir yapmasını sağlamak üzere boyunu kısaltarak $991 \frac{1}{3}$ mm ye indirmiştir. Bu müşahadededen faydalanarak, Arzı küçük mihveri etrafında dönen bir sferoid olarak kabul hususunda birleşen Newton ile Huygens yeryüzünün her noktasında şakulün, sferoidin yüzüne dik olduğu neticesine varmışlar ve Arzın kutuplardaki basıklığı için birincisi $\frac{1}{230}$ ve ikincisi $\frac{1}{578}$ bulunmuştur.

Basıklığın rakkas ölçüleriyle teyidinden sonra yeniden yay ölçüleri yapılmış, fakat İkinci Fransız Yay Ölçüsü adıyla anılan bu çalışmalarda Cassini (1718) bir derecelik meridyen yayı için:

51° kuzey eninde	Dunkerque'te	56.906 toises	(=111,0 km)
49° kuzey eninde	Paris'te	57.060 toises	(=111,2 km)
43° kuzey eninde	Perpignan'da	51.097 toises	(=111,3 km)

elde etmiştir. Buna nazaran yüksek enlerde yayların kısaldığı görülerek Arzın, kutuplarda değil, Ekvator bölgesinde basıklık göstermesi, başka ifade ile kutuplar mihverinin Ekvator çapından daha uzun olması icabedeceği düşünülmüş ve bu suretle evvelkini nakzeden bir neticeye varılmıştır. İşte bu meseleyi, o zamana kadar bulunmuş olan en dakik usullerle tahkik etmek üzere, yeryüzünün mümkün olduğu kadar birbirinden uzak, fakat Kuzey Kutbuna ve Ekvatora yakın bölgelerinde sihatli ölçüler yapmak lüzumu hasıl olmuş ve bu maksatla 1736-1737 yıllarında Clairaut, Maupertuis ve Celsius Laponya'ya ve 1735-1743 yıllarında Bouguer ile de la Condamine Peru'ya gitmişlerdir. İsveç Laponyasında Tornea nehri boyunca, Fransa'da Paris yakınında ve Güney Amerika'da, Ekvador devleti dahilinde Quito civarında ve kuzey Peru'da yapılan ölçülerde bir derecelik meridyen yayının uzunluğu için:

66° kuzey eninde	Tornea'da	Maupertuis tarafından	57.438 toises	(111,9 km)
49° kuzey eninde	Paris'te	Picard tarafından	57.060 toises	(112,2 km)
1° güney eninde	Quito'da	Bouguer-Condamine tarafından	56.734 toises	(110,6 km)

bulunmuş ve neticede bir derecelik meridyen yayının Kuzey Kutbu bölgesinde daha uzun ve Ekvator civarında daha kısa olduğu anlaşıl原因 olarak, rakkas denemeleriyle evvelce elde edilmiş olan *kutupların basıklığı* fikri tekrar teyyüd etmiştir. Clairaut bu basıklığı

$\alpha = \frac{1}{297}$ olarak hesaplamıştır.

1793 de Delambre ve Méchain tarafından Dunkerque ile Balear'ların en güney adası olan Formentera arasında (Dunkerque-Collioure-Barcelona-Formentera istikametinde) $12^{\circ} \frac{1}{2}$ derecelik bir mesafe dahilinde *Üçüncü Fransız Yay Ölçüsü* yapılmış ve Arzın büyük mihverinin yarısı $a=6375,7$ km ve basıklığı $\alpha = \frac{1}{334}$ bulunmuştur. Delambre'in 1800 de bulduğu $a=6377,0$ km ve $\alpha = \frac{1}{308,6}$ değerleri, 1810 da yapılan $\frac{1}{80.000}$ ölçekli Fransız Erkânı Harbiye haritalarında kullanılmıştır.

Üçüncü Fransız Yay Ölçüsünün ehemmiyeti, bilhassa "metre sistemi" ne esas teşkil etmesindedir. 1799 da *Ağırlıklar ve Ölçüler Komisyonu*, meridyen çeyreğinin 10 milyonda birine "metre" ismini vermiş, fakat meridyen uzunluğunun, Arzın zamanla soğuyarak küçülmesi sebebiyle kısılacağı ve buna bağlı olarak metrenin de kısıtlanması icabedeceği düşünülerek 1889 da Paris'te toplanan *Ağırlıklar ve Ölçüler Kongresi*'nde, % 10 iridyumlu plâtinden yapıp Sèvres'de Breteuil pavyonunda saklanan ilk örneğin 0° sıcaklıktaki uzunluğu normal metre olarak kabul edilmiştir. Bu örneğin de herhangi bir sebeple yok olması ihtimali gözönüne alınarak kadmiyum tayfinaki yeşil çizginin dalga uzunluğu ile mukayesesi yapılmış ve bu uzunluğun metrede 1.966.250 defâ dahil bulunduğu tesbit edilmiştir.

Diğer taraftan 1864 de Berlin'de toplanan bir kongrede, Arzın şeklinin tayini maksadiyle takriben 3 milyon kilometre karelik geniş bir saha dahilinde yapılmasına karar verilen *Avrupa Yay Ölçüleri*'nden elde edilen neticeye göre, Paris meridyeninin uzunluğu, daha önce 1799 da tesbit edilmiş olan metre ölçüsü ile 40.000.000 değil, 40.007.476 bulunmuştur. 1884 de mezkûr teşkilât genişletilip Potsdam'da Helmholtz idaresinde *Milleilerarası Merkez Bürosu* kurulduktan sonra, yeni ölçülere göre de bir örnek tip imal edilerek "Milletlerarası (international) metre" adıyla Almanya'da kabul edilmiştir (1893). Bu yeni ölçü ile, "kanunî (legal) metre" adı verilen diğer ölçü arasındaki münasebet şöyledir: 1 m legal=1,000 013 355 m international.

1816-1855 yılları arasında Ruslar, Estonya'da Dorpat (Tartu) rasathanesinden geçen

Geofizik Birliği'nin 1924 yılında Madrid'de toplanan *İkinci Kongresi*'nde¹³, milletlerarası bir *referans elipsoidi* için 1909 da Hayford¹⁴ tarafından bulunmuş ve daha sonra birçokları tarafından gerçeğe yakınlığı¹⁵ belirtilmiş olan değerler esas kabul edilmiştir. Buna göre, yuvarlak kesirlerle, Arz elipsoidinin büyük mihverinin yarısı (Ekvatorun yarıçapı):

$$a=6378,4 \text{ km}$$

ve Arzın *basıklığı* (mihverler farkının büyük mihvere nisbeti):

$$\alpha = \frac{1}{297}$$

dir. Bu iki esas değer yardımıyla:

meridyen boyunca, Karadeniz'den (Tuna deltasında İsmail doğusu) Kuzey Buz Denize (Norveç'te Hammerfest kuzeyi) kadar 25° den geniş bir saha dahilinde yay ölçüleri yapılmıştır. Buna göre $a=6378,4$ km, küçük mihverin yarısı $b=6356,8$ km ve $\alpha = \frac{1}{295,3}$ tür.

1841 de Alman astronomu Bessel, bu zamana kadar yapılmış on yay ölçüsünden faydalanarak $a=6377,4$ km, $b=6356,1$ km ve $\alpha = \frac{1}{299,2}$ değerlerini hesaplamış ve bunları Avrupa'nın birçok memleketleri, haritalarına esas kabul etmişlerdir.

İngiliz astronomu Clarke 1866 da $a=6378,2$ km $\alpha = \frac{1}{295}$ ve

$$1880 \text{ de } a=6378,2 \text{ km } \alpha = \frac{1}{293,5}$$

bulmuştur. 1901 de Helmert'in $a=6378,2$ km $b=6356,8$ km $\alpha = \frac{1}{298,3}$ ve

1906 da Hayford'ın $a=6378,4$ km $b=6356,9$ km $\alpha = \frac{1}{297}$

değerleri birbirine çok yakın olduğu için bu elipsoide *Hayford/Helmert Elipsoidi* denilmiştir. Hayford'ın bulduğu netice 1911 de *Milletlerarası Referans Elipsoidi* olarak kabul edilmiş ve bunun gerçeğe yakınlığı sonradan Wellisch (1915), Bowie (1917) ve Heiskanen (1926) tarafından teyid edilmiştir.

(*Hammer, E. : Die äquatoriale und arktische Meridianbogenmessung. Pet. Mitt. 1913, II, s. 17-18. — Wagner, H. : Sözü geçen eser. s. 156-157, 163, 168. — Pınar, N. : Arzın şekli. Fen ve Teknik. Cilt I, sayı 8. İstanbul 1940. s. 228-232. — Grimsehl-Tomaschek : Sözü geçen eser. s. 6-8. — Martus, H.C.E. : Astronomisch Erdkunde. 2. Aufl. Dresden 1902. s. 125-126. — Günther, S. : Sözü geçen eser. s. 91-102. — Geisler, W. : Das Bildnis der Erde. Halle a. S. 1925. s. 181 - 183. — Wegemann, G. : Sözü geçen eser. s. 50 - 54. — Perrier, G. : Petite histoire de la géodésie. Comment l'homme a mesuré et pesé la Terre. Paris 1939. s. 11 - 50. — Rudaux, L. : La terre et son histoire. 5^e éd. Paris 1947. s. 30 - 31. — Heiskanen, W. : Isostasie und Enddimensionen. Pet. Mitt. 1931. Gotha: Justus Perthes. s. 125. — Heiskanen, W. : La figure de la Terre. Bolletino di Geodesia e Scienze Affini. Anno IX, N. 2. Istituto Geografico Militare, Firenze 1950. s. 163.)*

¹³ *H(inks) A. R. : Geodesy and geophysics at Madrid. The Geographical Journal Vol. LXIV, No. 6, December 1924. London. s. 477-480.*

¹⁴ *Hayford, J. F. : Supplementary investigation in 1909 of the figure of the earth and isostasy. U. S. Coast and Geodetic Survey. Washington 1910. s. 77.*

¹⁵ *Heiskanen, W. : Sözü geçen yazılar: 1931, s. 125. — 1950, s. 161 - 166.*

Küçük mihverin (kutuplar çapının) yarısı	$b=6356,9$ km
Ekvatorun çevresi	$\text{Ç}_e = 40.076,6$ km
Meridyen elipsinin çevresi	$\text{Ç}_m = 40.009,1$ km
Bir derecelik Ekvator yayı	$= 111,3$ km
Bir derecelik ortalama meridyen yayı	$= 111,1$ km
Bir derecelik meridyen yaylarının kutuplara doğru farkları	$= 1,1$ km
Arzın sathı	$S=510.100.800$ km ²
Arzın hacmi	$H=1.083.320.000.000$ km ³

olarak hesaplanmıştır ¹⁶.

Rakkas ve yay ölçüleri ilerledikçe yerçekiminin ve Arzın gerçek şeklinin düzensizlikler gösterdiği anlaşılmış ve XIX. yüzyılın ikinci yarısında yeryüzünün umumiyetle elipsoid sathına çok yakın, fakat matematik tarifi imkânsız bir sath olduğu tesbit edilerek buna Listing (1873) tarafından *Geoid* adı verilmiştir ¹⁷. Geoid sathı; yeryüzünün görülen ve duyulan, yerşekli düzensizliklerinden ileri gelen fizikî sathı değil, her noktası karşılıklı olarak muvazene halinde bulunan, yani her yerde şakul istikametine dik, başka ifade ile her yerde *ufkî* bir *muvazene sathı*dır. Kezalik bu sath fizik görüşü ile, her noktasında potansiyelin eşit olduğu bir seviye

¹⁶ Rudaux, L.: La terre... aynı eser. s. 31.

¹⁷ Arzın şekli hakkında başka fikirler de ortaya atılmıştır: bu cümleden olarak Jacobî Arzın üç mihverli bir elipsoid ve Poincaré armut şeklinde olduğunu kabul etmişlerdir. Filhakika bugün katı olarak bilinmektedir ki, Arzın Ekvatoru tam mânasiyle ne bir daire ve ne de bir elips şeklinde değildir. Ekvatorun yarıçapı muhtelif noktalarda, küçük ölçüde de olsa farklıdır. İşte bu sebeple döner elipsoide mi, yoksa üç mihverli elipsoide mi daha yakın olduğu hakkında katı bir şey söylenemez.

Aynı kanaatte olan Green Arzın dört yüzlü bir ehiram (tetraeder) şeklinde olduğunu iddia etmiştir ki bu şeklin bir tepesi Güney Kutup Kıtasında, tabanı Kuzey Buz Denizinde ve bunu tahdit eden diğer üç tepe Fennoskandiya, Hudson körfezi ve doğu Sibirya'da Yakutsk civarında bulunmaktadır. Atlas Okyanusunun güney kısmı, Hind Okyanusu ve Büyük Okyanus tetraederin yüzlerini teşkil ederler. Karaların $\frac{2}{3}$ den fazlasının kuzey yarım kürede toplanmış olması, sivri uçlarla nihayet bulan şekiller göstermesi, denizlerin de aksi istikamette bu vasıfları taşımaları, karada bulunan herhangi bir noktanın ayak ucunun (nadir) % 85 ihtimal ile denize raslaması gibi birtakım vakıaların izahı ancak Arzı dört yüzlü bir ehiram (tetraeder) şeklinde kabul etmekle mümkündür.

(Meissner, O.: Ist das Erdellipsoid zwei- oder dreiachsig? Pet. Mitt. 1926. s.162.— Helmert, F. R.: Neuere Fortschritte in der Erkenntnis der mathematischen Erdgestalt. Geogr. Zeitschr. 6. Jahrg. Leipzig 1900. s. 10.— Helmert, F.R.: Geoid und Erdellipsoid. Zeitschr. d. Ges. f. Erdk. Berlin 1913. s. 17.— Böhm, A. von: Zonentafel für das Erdsphäroid S. Wellisch 1915. Pet. Mitt. 1926. s. 193.— Heiskanen, W.: Sözü geçen yazı. 1950, s. 163.)

sathıdır ¹⁸. Birbiri üzerinde sayısız seviye sathları düşünülebilir. Bunlardan bir tanesi Geoid'e tekabül eder ki bu, okyanusların -daha doğrusu dünya denizlerinin- durgun halde tasavvur edilen yüzüdür. Çünkü durgun deniz yüzünde su zerrelere muvazene halindedir; başka sözle durgun deniz yüzü her noktasında şakul istikametine diktir, yani ufkidir. Gerçi denizlerin fizikî sathı dalgalar, akıntılar, gel-git gibi hâdiseler sebebiyle, tasavvur edilen durgunluk halinden ayrılırsa da, karaların girinti ve çıkıntularına, yerçekillere göre hiçtir. Bundan dolayı fizikî deniz yüzü, Geoid olarak kabul edilebilir.

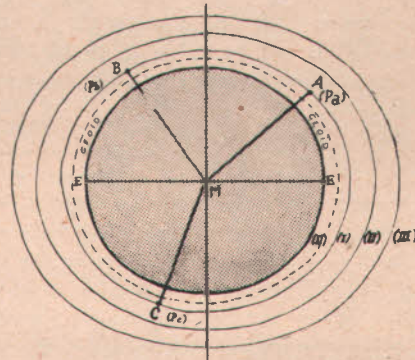
Yeryüzünün karalar kısmında Geoid'in nasıl olduğunu anlamak için, deniz seviyesinin karalar altında uzandığını tasavvur etmek veya kara kütlelerinin, birbirleriyle ve denizlerle ilgili birtakım tabii borularla mücehhez olduğunu düşünmek yetişir. Fakat gerçekte, karalarda Geoid'in tayini ancak karışık usullerle mümkündür. Bu yapıldığı zaman normal yeryüzünün, yalnız yerçekimi ve anilmerkez kuvvet tesirinde bulunmadığı, -çünkü bu takdirde sferoid olurdu!- aynı zamanda başka âmillerin de rol oynadığı anlaşılmalıdır ki bunlar yerçekillere ve yeraltında kütle dağılımının düzensizliğidir. Bundan dolayı Geoid, bu iki âmilin tesiri altındaki sathlar arasında ortalama bir durum gösterir. Ortalama Geoid sathı, karalarda elipsoid sathının üzerinde ve denizlerde elipsoid sathının altındadır. Referans Elipsoidinin üzerinde ve altında bu sapmanın, ± 100 metreyi geçmediği Helmert (1900) tarafından belirtilmiştir ¹⁹.

ARZIN ŞEKLİNİN KÜRE İLE MUKAYYESESİ

Yeryüzünün gerçek şekli olan Geoid'in matematik bakımından tarifi yapılamadığı gibi bütün seyri de fizik usulleriyle tayin edilmiş değildir. Ancak yeryüzünün bazı kısımlarında dikkatle yapılan geofzik denemeleri ve bu arada bilhassa rakkas ölçüleri ve şakul sapmalarıyla Geoid tayin

¹⁸ Ağırlıkları $P_a, P_b, P_c, \dots, P_n$ ve Arzin merkezine uzaklıkları MA, MB, MC, \dots, MN olan A, B, C, \dots, N noktaları (Şekil-1) de gösterilen (I) numaralı aynı seviye sathı üstünde isler:

$MA \times P_a = MB \times P_b = MC \times P_c = \dots = MN \times P_n$ olmalıdır. Bunun üzerinde veya altında (II), (III),... (n) numaralı sayısız başka seviye sathları düşünmek mümkündür. İşte bu sathlardan biri Geoid'e tekabül eder.



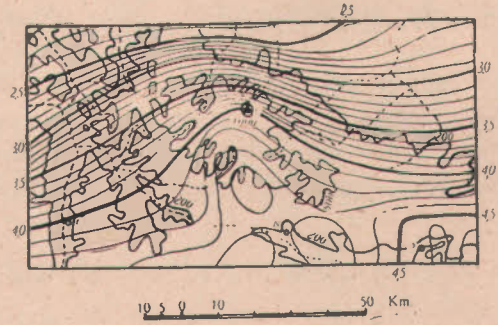
(Şekil - 1)

¹⁹ Helmert, F. R.: sözü geçen yazı. 1900. s. 10.

edilmiştir ²⁰. Yeryüzünün irtisamında esas olarak alınacak sathın gerçek şeklinin tayini uzun geofizik çalışmalarına bağlı ve matematik tarifi de imkânsız olduğu için müstevi üstüne nakli güçtür. Öte yandan Geoid ile Referans Elipsoidi arasındaki fark o kadar cüzdür ki biri diğerinin yerine konulabilir ²¹. O halde Geoid yerine Referans Elipsoidini esas olarak kabul etmek mümkün olduğuna göre elipsoid sathını yakından inceleyebiliriz:

Elipsoidde hemen hemen bütün noktalarda satha dik olan doğru çizgiler (normaller) Arzın merkezinden geçmezler. Bu bakımdan *coğrafi en* ve *yermerkezli (géocentrique) en* mefhumlarını birbirinden ayırmak lâzımdır. Bir noktanın coğrafi eni, o noktanın normali ile Ekvator müstevisi arasında ve yermerkezli eni, o noktayı Arzın merkezine birleştiren doğru ile Ekvator müstevisi arasında meydana gelen açılardır. Kürede bütün normaller

²⁰ Meselâ Almanya'da Harz dağları çevresinde (Şekil-2) Galle tarafından Geoid sathı tesbit edilmiştir. Şeklin tetkikinden anlaşılacağı üzere Harz çevresinde Geoid sathı, referans elipsoidinin sathından 2 - 4,6 m kadar yüksek olan, inhinanlı bir sath halindedir. Şekilde 4 metrelik münhane, fizikî yeryüzünde 150 metre rakımlı Göttingen şehri ile, ondan 8 defa daha yüksekte bulunan, Harz'ların en yüksek yeri 1142 rakımlı Brocken tepesinden geçmektedir; yani fizikî yeryüzünde çok farklı yüksekliklerde bulunan bu iki yerin Geoid üstündeki mürtesemleri, elipsoide nazaran aynı yükseklikte bulunmaktadır. Buna mukabil Geoid'in en yüksek yeri, rakımı ancak 190 m olan Nordhausen civarındadır.



(Şekil-2)

Çerçeve içindeki rakamlar eş yükseklik eğrilerini ve kenardaki rakamlar Geoidin elipsoid sathına göre farklılığını metre ile ifade etmektedirler.

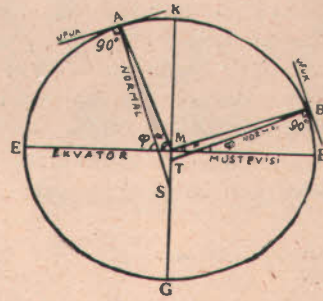
(Langenbeck, R.: Sözü geçen eser. s. 16.—Galle, A.: Das Geoid im Harz (Veröff. d. k. preuss. Geod. Inst. N. F. Nr. 36, Berlin 1908.—N. F. Nr. 61, Berlin 1914).—Helmert, F. R.: Bestimmung des Geoids im Gebiete des Harzes (Sitz.-Ber. Akad. d. Wiss., Berlin 1913, s. 550).

²¹ Yukarda kaydedildiği üzere (bk. s. 215), Geoidin Referans Elipsoidine nazaran inhiraflı, karalarda + 100 m ve denizlerde -100 m yi tecavüz etmediğine göre bu adetler, mezkûr elipsoidin ebadı olan $a=6378,4$ km ve $b=6356,9$ km ile mukayese edilirse, yeryüzünün haritasını meydana getirirken yapılacak hatanın, (a) ve (b) si 100 m kadar farklı başka bir elipsoid almaktan ibaret ve pek cüzi olduğu görülür. Şayet, evvelki notta bahsi geçen Harz bölgesinde Geoid ile elipsoid mukayese edilirse, burada Geoidin en kabarık yerinin elipsoidden yüksekliği en çok 4,6 m olduğuna göre, o bölgenin haritasını yaparken işlenecek hatanın, mihverleri en çok 4,6 m farklı olan bir elipsoidi esas almaktan ibaret bulunduğu ve milyonda birden daha küçük olduğu anlaşılır. Bu sebeple Geoid yerine elipsoidi almakta mahzur yoktur.

merkezden geçtikleri için yalnız birtek en mefhumu vardır ²². Bundan başka elipsoidde bütün en derecelerindeki meridyen yaylarının uzunluğu ve eğriliği aynı değildir; zira bunlar bir elipsin parçalarıdır ve yarıçapları farklı daire yayları olarak kabul edilebilirler. Kürede ise bütün enlerde aynı büyüklükteki merkezî açılara tekabül eden meridyen yaylarının uzunluğu ve eğriliği aynıdır. Nihayet elipsoidde paralel dairelerinin uzunluğu hem coğrafi enin kosinüsüne, hem de normalin uzunluğuna tâbi olduğu halde; kürede, yarıçap sabit olduğu için, yalnız enin kosinüsü ile değişir²³.

Yeryüzünün irtisamında elipsoid sathı esas olarak alındığı takdirde bütün bu hususları gözönünde tutmak icabeder. Referans Elipsoidi veya daha doğrusu *sferoid*²⁴ ile küre arasındaki fark, matematik bakımından pek cüzi olmamakla beraber, elipsoid veya sferoid sathını müstevi üstüne irti-

²² Bu hususun anlaşılması için (Şekil -3) ü dikkatle mütalâa etmek kâfidir. Elipsoid sathı üzerinde alınan herhangi iki noktayı (A ve B noktalarını) Arzın merkezi olan M noktası ile birleştiren MA ve MB doğrularının Ekvator müstevisi (EE) ile meydana getirdikleri α_A ve α_B açılarına, A ve B noktalarının yermerkezli (*jeosantrik*) eni denir. Mezkûr noktalarda ufuk müstevilerine, dolayısıyla o noktalarda elipsoid yüzüne dik olan AS ve BT doğruları (normaller) ile Ekvator müstevisi arasında kalan φ_A ve φ_B açılarına ise *coğrafi en* denir ki, kutup yüksekliği (Kutup yıldızı istikameti ve ilgili noktanın ufuk müstevisi arasında teşekkül eden açı) ile tayin edilir. Coğrafi bakımdan normaller çok mühimdir; çünkü bunlar başucu (zenith) ve yerçekimi istikametini gösterdiklerinden müşahede ve tecrübe ile tayin edilebilirler. Halbuki kürede normaller de merkezden geçtikleri için coğrafi en ve yermerkezli en, tabir caiz ise, birbirine intibak etmiştir, yani birbirinin aynıdır. Bu sebeple iki en mefhumunu tefrik etmeye lüzum kalmaz; sadece coğrafi en veya yalnız olarak "en" (*latitude*) demek kâfi gelir.



(Şekil - 3)

²³ Kürenin yarıçapı R, coğrafi en φ , normalin uzunluğu N, Ekvatora (φ) derece uzakta olan paralel dairesinin uzunluğu elipsoidde Paralel (E) ve kürede Paralel (K) ile gösterilirse, bunlar:

$$\text{Paralel (E)} = 2\pi N \cos \varphi$$

$$\text{Paralel (K)} = 2\pi R \cos \varphi$$

formülleri ile ifade edilirler. Bu iki formülün tetkikinden anlaşılacağı üzere, elipsoidde paralel dairesinin uzunluğunu tayin için hem normalin uzunluğunu, hem de coğrafi enin değerini bilmek lâzımdır. Normallerin uzunluğu muhtelif noktalarda farklı olduğu için bunların ayrı ayrı tayini icabeder. Halbuki kürede yarıçap sabit olduğundan bu güçlük yoktur.

²⁴ Referans elipsoidinin basıklığı çok az olduğundan küreye benzemektedir. Bu sebeple sferoid tabiri daha uygun görünmektedir. Bu noktaya aşağıda 26 numaralı notta yakından temas edilecektir.

sam ettirmenin arzettiği müşkülât karşısında²⁵, bilhassa coğrafî maksatlar için *küre yüzü esas olarak kabul edilebilir* ²⁶.

Diğer taraftan, gerçek fizikî yeryüzünde bulunan girinti ve çıkıntılar da, Arzın büyüklüğü yanında, küre sathının düzenini bozmayacak kadar ehemmiyetsiz kalırlar²⁷. Ötedenberi portakala benzetilmesi mutad olan Arzın sathındaki pürüzler, portakal hacmindeki bir model kürenin yüzüne konan tozlar kadar bile görünmezler; bu bakımdan portakal teşbihi mübalâğalı, hattâ hatalıdır.

²⁵ Elipsoid veya sferoidin küre ve müstevi üzerinde projeksiyonunun elde edilmesi hakkında fazla bilgi için bk.: *Jordan, W.*: Handbuch der Vermessungskunde. III. Bd., 2. Halbband: Sphäroidische Berechnungen, konforme Abbildung des Erdellipsoids und Aufgaben der Erdmessung. Bearbeitet von: *O. Eggert*. 9. Aufl. Stuttgart 1948. s. 142. v.b. — *König, R.-Weise, K. H.*: Mathematische Grundlagen der höheren Geodäsie und Kartographie. Erster Band: Das Erdsphäroid und seine konformen Abbildungen. Berlin 1951. XVIII+522 s. 8°.

²⁶ Yeryüzünü temsil eden Referans Elipsoidi veya sferoidin küre yüzünden olan ayrılıkları, coğrafyacının en ziyade kullandığı 1:500.000 den küçük ölçekli haritalar için, bir tarafa bırakılacak kadar da ehemmiyetsizdir. Meselâ 1:1.000.000 ölçekli bir haritada, esas olarak elipsoid yerine küre koymak suretiyle işlenecek hata ancak 0,0000001 kadardır. Yeryüzünü bir bütün olarak gösteren küçük ölçekli dünya haritalarında esas olarak elipsoid yerine küre almaktan mütevelliit hata, kıta veya memleketlerin, ayrı ayrı haritalarında çok azalır ve haritası yapılan saha küçüldükçe sifra yaklaşır.

Bu hususta daha vazih bir fikir vermek üzere aşağıdaki hesap ameliyelerini yapalım: Elipsoide veya sferoide çok yakın bir şekilde olduğunu bildiğimiz Arzın ekvator çapı:

$$2 a = 12756,8 \text{ km}$$

ve kutuplar mihveri:

$$2 b = 12713,8 \text{ km}$$

olduğuna göre aralarındaki fark:

$$2 a - 2 b = 43,0 \text{ km}$$

dir. Bundan anlaşılana şudur ki, her iki kutbun basıklıkları mecmuu, Arzın büyüklüğü yanında cüzi bir kıymet ifade eden 43 kilometredir; yahut kutuplar takriben 20 şer kilometre kadar, Ekvatora nazaran basık durumdadırlar. Kutupların takriben 10 km yükseldiği veya kabardığı ve Ekvator kuşağının da takriben 10 km alçaldığı veya basıldığı tasavvur edilse tam bir küre şekli meydana gelir. O halde Arzın elipsoid şeklinin küreden olan farklılığı 10 km gibi, Arzın boylarına nazaran pek ehemmiyetsiz bir kıymet gösterir. İşte bu sebeptendir ki Arza elipsoid değil, *sferoid şeklindedir* demek daha doğrudur.

Yukardaki mütalâa, yeryüzünün muayyen nisbetlerde küçültülmüş örnek kürelerine ve haritalara tatbik edilirse elipsoid veya sferoid yerine küre almakla işlenecek hatanın, farkedilemeyecek kadar ehemmiyetsiz olduğu anlaşılır. Meselâ coğrafya öğretiminde umumiyetle kullanılan 1:20.000.000 ölçekli bir küre üzerinde, kutupların basıklığı mecmuu 2,15 mm, beher kutbun basıklığı 1,07 mm ve şekli tam bir küre yapmak için kutupların kabartılma ve Ekvatorun basılma miktarları takriben yarımşar milimetredir. 63,7 santimetre çaplı böyle büyük bir ders küresinde, sathın merkezden yarım milimetre kadar inhirafı göstermesi, teknik bakımdan bile affedilmesi mümkün bir hata olarak telâkki edilebilir.

²⁷ Dünyanın çok yüksek ve çok derin yerleri umumiyetle kuzey ve güney Amerika'nın batısını *tulanî* ve Avrasya'yı ortasından *arzanî* olarak kateden büyük dağ sistemleri boyunca sıralanır. Ezcümle Dünyanın en bâriz yükseklik farkı gösteren iki sahasının, bir-

ARZ KÜRESİNİN BÜYÜKLÜĞÜ

Gerek yeryüzünün bütününe veya bir kısmını gösteren haritaların hazırlanmasında, Geoidi temsilen Referans Elipsoidi yerine küre almak; gerekse Arzın büyüklüğü yanında yeryüzü düzensizliklerini ihmal etmek suretiyle işlenecek hatanın pek ehemmiyetsiz olmasından dolayı, küre yüzünü esas satıh olarak kabul etmek mümkün, hattâ haritanın lüzumu karşısında arzuya bile şayandır. O halde Arzı temsil edecek kürenin yarıçapı ne olmalıdır?

Bu hususta iki görüş tarzı öne sürülebilir:

1) Arzı temsil edecek küre *hacım* itibariyle ona eşit olmalıdır. Bu, fizik görüşüdür ve Arzın geofizik bakımından tetkikinde nazarı dikkate alınmak icabeder.

2) Arzı temsil edecek olan küre *satıh* itibariyle ona eşit olmalıdır. Bu, geodezi görüşüdür; yeryüzünün ölçülmesinde ve haritalarının meydana getirilmesinde ele alınmalıdır. Mamafih her iki halde de yapılan hesaplar neticesinde birbirine yakın değerler elde edilmiş ve Arza tekabül eden kürenin yarıçapı:

$$R=6370,3 \text{ km}$$

birine en yakın bulunduğu yerlere misal olarak, Güney Amerika'nın en yüksek tepesi *Aconcagua* (7010 m) ile onun hemen batısında, Büyük Okyanus kenarında *Valparaiso* (- 5670 m) derin deniz çukuru veya, yine Güney Amerika'da *Copiapó* tepesi (6080 m) ile *Taltal* derin deniz çukuru (- 7636 m) ele alınabilir. *Aconcagua* tepesi ile *Valparaiso* çukuru arasında 300 km mesafede yükseklik farkı 12,7 km ve birbirinden yine 300 km uzakta bulunan *Copiapó* tepesi ile *Taltal* çukuru arasındaki yükseklik farkı 13,7 km kadardır. Bu sahada en yüksek ve en derin iki yer olan *Aconcagua* ve *Valparaiso* arasındaki yükseklik farkı 14,6 km ise de, bunlar arasındaki mesafe evvelkilere nazaran iki buçuk mislinden fazla uzun olduğundan, onlar kadar bâriz değildir. Her şeye rağmen bu sonuncu değer dahi esas olarak alınsa, meselâ 1:20.000.000 ölçekli, yani 63,7 sm çaplı büyük bir ders küresinde milimetrenin ancak üçte ikisi kadar bir pürüz meydana getirebilir. Keza aynı mülâhaza ile, *Ganges* ovasının hemen gerisinde, yuvarlak rakamla 9 km yükseklikteki muazzam *Himalaya* dağ sırası aynı model kürede yarım milimetreden küçük bir pürüz halinde görülür. Nihayet, ekstrem bir misal olarak, birbirinden takriben 4700 km kadar uzakta bulunmalarına rağmen, Himalayalarda Dünyanın en yüksek tepesi, 8840 m (= 29.002 feet) yüksekliğindeki (bk. *Hunt, J.*: *Triumph on Everest*. N. G. M., July 1954, Washington. s. 1-64) *Mount Everest* ile Dünyanın bugüne kadar bilinen en çukur yeri, Filipinler doğusundaki *Emden* derin deniz çukuru (-10.793 m) ele alınıp, bunlar arasında mevcut 19.633 m veya takriben 20 km yükseklik farkı, Arzın yukardaki notta bahsi geçen ebadı ile mukayese edilirse, yeryüzünde ancak ehemmiyetsiz pürüzler meydana getirdiği anlaşılır. Bu hususta daha bir çok misaller verilebilir. O halde gerçek fizikî yeryüzünde bulunan girinti ve çıkıntılar, Arzın büyüklüğü yanında ihmal edilebilecek kadar cüzidirlere ve yeryüzünün bir küre satıhı olarak kabulüne mâni değildirler.

bulunmuştur²⁸. Bu adet, Referans Elipsoidinde Ekvator yarıçapı ($a=6378,4$ km) ile kutuplar mihverinin yarısı ($b=6356,9$ km) arasında, Arzın ortalama yarıçapı olarak kabul edilmektedir. Bu son iki adetle ortalama yarıçap arasındaki farkların, Arzın büyüklüğü yanında çok ehemmiyetsiz kalması da, Geoid veya Referans Elipsoidini temsilen, yuvarlak rakamla 6370 km yarıçaplı küreyi gözönüne almakta hemen hiçbir mahzur olmadığını teyid eder.

ARZ KÜRESİNİN İRTİSAMI

Böylece yeryüzünü küre sathı olarak kabul etmenin mahzurlu olmadığı anlaşıldıktan ve haritaya esas olacak kürenin yarıçapı tayin edildikten sonra *irtisam* (*projection*) mevzuuna geçilebilir. Aslında matematiğin sahasına giren irtisam bahsi, bu yazının kadrosu içinde sadece ana çizgileriyle ve mevzuumuzla münasebeti derecesinde mütalâa edilecektir. Bunun için evvelâ, Arz ile müşterek merkezli ve yarıçapı Arzın yarıçapından bir milyon defa küçük, yani 6,37 m olan bir küre tasavvur edelim:

Bu küre Arzın 1:1.000.000 ölçekli bir modeli olarak kabul edilebilir. Yeryüzündeki muayyen noktaları, müşterek merkeze nazaran model küre sathına irtisam ettirdiğimizi farzedelim. İrtisam ettirilen A,B,C,, N noktalarının yeryüzünde birbirlerine göre vaziyetleri nasıl ise, model küre sathında bu noktaların mürtesemleri olan A',B',C',, N' noktalarının da birbirlerine göre vaziyetleri öyledir. Daha açık ifade ile, bu noktalar arasındaki mesafelerin birbirine nisbeti, noktaların birbirine nazaran istikamet ve cihetleri, aralarında kalan sathların birbirine nisbetleri,

²⁸ Kürenin yarıçapı (R), Elipsoidin büyük mihverinin yarısı (a), küçük mihverinin yarısı (b), hacımları (H_k) ve (H_e), sathları (S_k) ve (S_e) ile gösterilirse,

$$H_k = \frac{4}{3} \pi (R^3)$$

$$H_e = \frac{4}{3} \pi (a \cdot a \cdot b)$$

$$S_k = 4 \pi (R^2)$$

$$S_e = \frac{4}{3} \pi (2 a^2 + b^2)$$

formülleri yardımıyle:

$$(1) \text{ Hacımların eşitliği} \quad \frac{4}{3} \pi (R^3) = \frac{4}{3} \pi (a \cdot a \cdot b)$$

$$(2) \text{ Sathların eşitliği} \quad 4 \pi (R^2) = \frac{4}{3} \pi (2 a^2 + b^2)$$

ve Referans Elipsoidinin $a=6378,4$ ve $b=6356,9$ adetleri yerlerine konarak muadeleler halledildikten sonra, bulunan değerlerin birbirine çok yakın olduğu ve yuvarlak rakamla müştereken:

$$R=6370 \text{ km}$$

şeklinde ifade edilebileceği anlaşılır. Mihverlerin aritmetik ortalaması da buna yakın bir netice verir. İşte bu sebepten dolayıdır ki, (6370) adedi Arzın *ortalama yarıçapı* kabul edilir ve mühim bir rakam olarak hatırdâ tutulur.

....., ilh. aslında olduğu gibidir. AB mesafesi, model küredeki A'B' mesafesinin bir milyon misli ise, BC, CD,, MN mesafeleri de B'C', C'D',, M'N' mesafelerinin birer milyon mislidirler. Bu noktalar arasında meydana gelen A'B'C', A'C'B', B'A'C',, L'M'N' açıları, yeryüzündeki ABC, ACB, BAC,, LMN açlarına eşittir. Aynı suretle, A', B', C',, N' noktalarının teşkil ettiği sayısız poligonların mesahaları arasındaki nisbetler, yeryüzünde A, B, C,, N noktaları arasındaki sayısız poligonların mesaha nisbetleri gibidir. Meselâ ABC poligonunun mesahasının BCD poligonunun mesahasına nisbeti ne ise, bunların model küre sathındaki mürtesemleri olan A'B'C' ve B'C'D' poligonlarının mesaha bakımından birbirine nisbeti de öyledir.

İşte bu suretle 1:1.000.000 ölçekli model küre sathında uzunluk ve mesaha nisbetleri, açılar, şekillerin mahiyetleri, v. b. korunmuş olarak, yeryüzünün bir örneği meydana getirebilir. Kısa ifade ile, küreler benzediği için, şekillerin asılları ile mürtesemleri de birbirine benzerler. Bu izahattan anlaşılır ki, yeryüzünün doğruya en yakın modelini küre sathında meydana getirmek mümkündür. Bunu, yapılan tatbikî araştırmalar teyid etmiş ve yeryüzünün kendisine benzeyen, yani muhtelif memleket veya mevkileri, birbirlerine nazaran doğru münasebetleriyle gösteren bir taslağının ancak küre sathında meydana getirilebileceğini göstermiştir²⁹. Başka ifade ile "Arzı en doğru olarak küre temsil edebilir ve ancak onun üzerinde ölçek her yerde sahihdir"³⁰. O halde, teknik imkânların müsaadesi nisbetinde, istenilen ölçekte küreler veya küre sathı parçaları imal ederek, yeryüzünde mevkileri tayin edilmiş noktaları yerlerine koymak suretiyle doğruya en yakın modeller yapılabilir³¹.

Fakat yeryüzünün mufassal örnekleri meydana getirilmek istenirse, mücessem kürelerden istifade güçleşir. Çünkü büyük ölçekli mücessem kürelerin veya küre sathı parçalarının hem imali masraflıdır, hem de kulla-

²⁹ Yukarda 7 numaralı nota bakınız.

³⁰ Raisz, E : General Cartography. New York 1948. s. 265.

³¹ Ortaçağdan bugüne kadar birçok mücessem küreler yapılmıştır. Bunlardan ilki 1492 de, Nürnberg'de Martin Behaim tarafından imal edilmiştir. Rönesansın hemen bütün katroğrafları bu işle uğraşmışlardır. XVII. asırda Venedik'te Coronellinin Fransa kralı Louis XIV. için yaptığı mücessem kürenin yarıçapı (r=1,83 m) idi.

Bugün model küreler muhtelif maksatlar için kullanılmaktadır. Bunlar arasında en büyükleri Birleşik Devletlerde Miami'de Pan American Airways salonunda, New York'ta News Building'de (r=1,83 m) ve Boston'da Christian Science Building'de (r=4,57 m) bulunmaktadır. Büyük ölçekli küre sathı parçaları üzerinde meydana getirilmiş kıta veya memleket modelleri arasında ise, Wellesley Hills, Mass., the Babson Institute'de bulunan, 1:250.000 ölçekli Birleşik Devletler kabartma haritası misal olarak zikredilebilir.

(Fazla bilgi için bk.: Raisz, E.: Sözü geçen eser, s. 265, 270, 276. — Fisher, I. - Miller, O. M. : World maps and globes. New York 1944, s. 15-23, 92-105.)

nılması külfetlidir; yani büyük ölçekli küre modelleri pratik değildirler³². Bu sebepten dolayı yeryüzünü düz kâğıt üzerinde gösterme zarureti ortaya çıkmaktadır.

Yeryüzünü kâğıt üstünde göstermek için, evvelâ kabul edilen ölçeğe göre küçültülmüş bir küre tasavvur edilir. Bu küre o ölçekte yapılacak haritanın esasını teşkil eder. Esas küre bir takım matematik kaideleri ve pratik usullerle düz kâğıt üstüne nakledilir. Haritacılıkta kullanılan bu usullerden bahsetmek, yazımızın kadrosu içinde imkânsızdır. Bu sebeple ancak birkaç esas mesele üzerinde durmakla iktifa edeceğiz:

Bir küre yüzünün yırtılmadan veya gerilip buruşmadan, dolayısıyla üstündeki şekillerin mahiyetleri bozulmadan düz, müstevi bir yüz haline getirilmesi mümkün değildir. Halbuki ilmî, askerî ve başka maksatlar için kullanılacak olan haritaların doğru fikirler vermesi icabeder. Bundan dolayı kürenin müsteviye naklinde zaruri bozulmaların bilinmesi ve asgariye indirilmesi lâzımdır. İşte projeksiyonların gayesi budur³³.

Bu gayeye varmak için birçok projeksiyon usulleri bulunmuştur ve daha mükemmelerini bulmak için çalışılmaktadır. Bütün bu usuller iki ana grupta toplanırlar:

1) Gerçek projeksiyon usullerinde perspektif esaslar gözönünde tutulur. Bir bakış noktasına göre küre, müstevi üzerine veya inkişaf hassalarına malik yüzlere (silindir ve koni) irtisam ettirilir.

2) İtibarî derece ağları, ya gerçek projeksiyonların tadili suretiyle, veyahut birtakım matematik ameliyeleriyle elde edilirler.

NETİCE

Arzın şekli ve irtisamı hakkında düşündüklerimizi toplayarak şunları söyleyebiliriz:

Gerçek şekli henüz tam mânasiyle tayin ve tesbit edilememiş olan Arzın, matematik tanımı mümkün ve muntazam bir şekil göstermediği, fakat umumiyet itibarıyla yuvarlak olduğu bilinmektedir. Bu vaziyetiyle Arz, büyük mihveri 12.757 km ve küçük mihveri 12.714 km uzunlukta olan bir elipsoide yakınlık göstermektedir. Daha doğru bir tabirle sferoid diyebileceğimiz bu şekil de, yarıçapı 6370 km olan bir küreye çok yakındır. Yeryüzündeki sayısız girinti ve çıkıntılar, Arzın büyüklüğüne göre yok

³² Coğrafya öğretiminde kullanılmakta olan 1:800.000 ölçekli fizikî Türkiye haritasının kabartma örneğinin istinad ettiği yüz, yarıçapı takriben 8 m olan bir küreye aittir. Ankara'da İktisat Vekâleti holünde bulunan 1:400.000 ölçekli ve 1940 da Harita Albayı S. Düzgünoğlu tarafından yapılmış kabartma Türkiye haritasının ise, ne kadar az pratik olduğu tetkik edilince anlaşılır.

³³ Fazla bilgi için bk. : Zöppritz, K. - Bludau, A. : Leitfaden der Kartenentwurfslehre. I. Teil : die Projektionslehre. Leipzig 1912. s. 223-239. — Robinson A. H. : Elements of Cartography. NewYork 1953.s. 25-55.

sayılabilecek pürüzler olarak telâkki edilmelidir. İnsanın mekânını teşkil eden bu pürüzlü sathın ilmî ve pratik maksatlar için kâğıt üzerinde gösterilmesi büyük bir ihtiyaçtır.

Umumiyetle küre sathına irca edilen yeryüzünün irtisamı mevzuunda bir hayli ilerlenmiş olmasına rağmen, küre sathı inkişaf kabiliyetine malik olmadığı için, yeryüzünün kâğıt üstünde, bozulmamış bir örneğini meydana getirmek imkânsızdır. Bu sebeple zaruri bozulmanın bilinerek asgari hadde indirilmesi lâzımdır. Yeryüzünün veya bir parçasının haritası yapılmak istenirken bu mühim nokta gözönünde tutulmalıdır. Bundan başka mevzuun mahiyetine göre ölçeği tayin ve projeksiyonu intihap etmek gerektir. Böylece hazırlanan yeryüzü örneği, usulü dairesinde, tabii çehreyi, beşer faaliyetlerini ve diğer coğrafi vakıaları gösteren işaretlerle de, lüzumu nisbetinde teçhiz edildikten sonra kullanılabilir bir hale gelmiş olur.

