3. BÖLÜM

ORTAÇAĞ AVRUPA'SINDA HARİTACILIK (1100 – 1500)

Arap uygarlığı Mağrip'ten İtalya'nın güney kıyıları ile İspanya'ya geçmiş ve Endülüs'te doruk noktasına ulaşmıştır. 12. yy'ın ortasından itibaren ise gerilemeye başlamış bu mirastan payını alan Avrupa'da özellikle güneyde kıpırdanmalar başlamıştır. İspanya/Toledo'da papazlar yönetiminde pekçok Arapça bilim kitabı Latinceye çevrilmiştir. Buradaki bir komisyon 1130-1160 yılları arasında 30 yıl süreyle çalışmıştır.

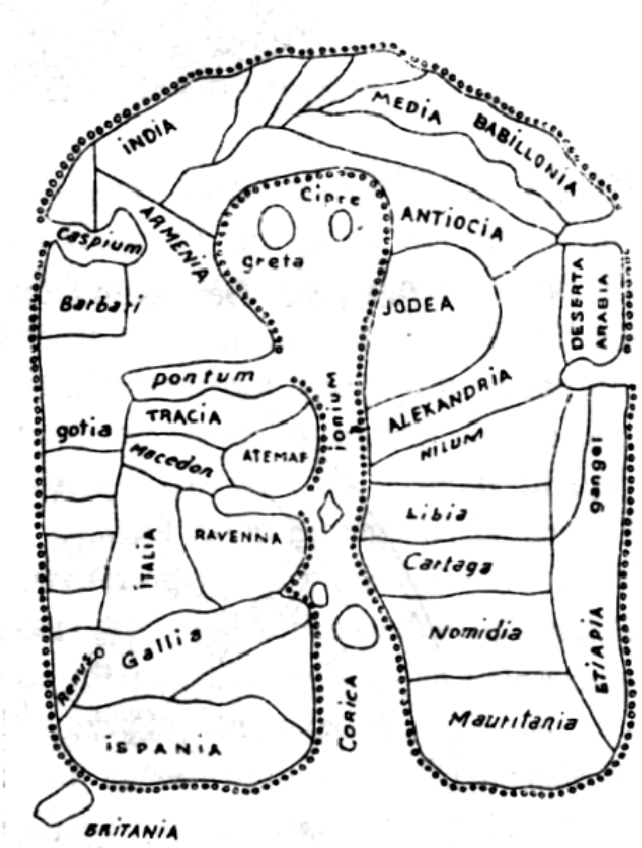
- 12. yy'da **Adelard** Oklid'in *Elemente* (öğeler) isimli eserini Arapçadan Laitnceye çevirdi.
- Cremona'lı **Gerard** (1114-1187) 12. yy çeviri çalışmalarının en önemli isimlerinden biridir. Batlamyus'u anlamak için Arapça öğrenmek üzere Toledo'ya gitmiştir. 70 den fazla kitabı Latinceye çevirmiştir.

Rönesans'I hızlandıran etkilerden biri de Arapların bilimdeki etkisi ile olan gelişmelerdir. 12. yy'a kadar koyu bir tutuculuk ve cehaletin sürdüğü Avrupa'da bilimsel bile sayılamayacak bir kaç çalışma papazlar tarafından yapılıyordu. Haritacılık konusundaki çalışmalar da pek iç açıcı değildi.

- Fransa'nın Alby kent kitaplığında bulunan kimin tarafından yapıldığı bilinmeyen Dünya haritası Akdeniz ve çevresindeki ülkeleri gösteren kroki özelliğinde bir haritadır. Haritanın üst tarafı doğudur.

Almanya'da Ebstorf Manastırı'nda 1235'de yapılan harita ortaçağın en güzel haritasıdır. 3.5 m çapında 30 adet pergamentten oluşan bu haritanın aslı 2.Dünya Savaşı'nda yok olmuştur. Savaş sonrası eski şekline benzetilerek yeniden çizilmiştir.

Pizalı Leonardo (Fibonacci – 1180-1240) rönesans öncesi Avrupa'nın en ünlü matematikçilerinden biridir. Tüccar olan babası Cezayir'e gittiğinde ona hesap öğretmek içn Arap bir hoca tuttu.



Şekil-3.01 Alby haritası (8. yy)



Şekil-3.02 Beatus' un Dünya haritası (778)

- 1202'de öğrendiği 10'luk sayı sistemi ile hesaplama ilkesine anlatan *Liber Abaci* isimli eseri ile Arap rakamlarının Avrupa'ya yayılmasında etkili oldu. Bundan sonra abaküs (çörkü) ile hesap yapanlara 10'luk sistemle hesap yapanlar rakip oldu.
- Kendi adı ile anılan ve 0-1-1-2-3-5-8-13-21-34 gibi her yeni terimi kendinden önceki iki terimin toplamına eşit olan bir dizide geliştirmiştir.
- 1220'de yazdığı *Pratik Geometri* isimli kitabı, trigonometrinin haritacılık çalışmalarına uygulanması hakkında bilgi veren ilk kitaplardan biridir.
- 1225'de *Quadratorum* (kare sayıların kitabı) yazmıştır. Bu eserinde çözümü tam sayı olan Diofant Denklemleri ile uğraşmıştır.
- 1228'de ilk defa kesir çizgisini kullanan kişi olmuştur.



Şekil-3.03 Hereford'un Dünya haritası

Roger Bacon (1220-1292) İngiliz bilim adamı olup Roma'da Manastırda yazdığı *Opus Majus* isimli eseri yüzünden 1288'de hapse atıldı. Bu kitapta

- Batlamyus ve Aristo'nun görüşlerini benimsiyordu. Evreni 210 milyon km yarıçaplı küre olarak tanımlamıştır.

- Dünya'nın küre şeklinde olduğunu ve gemi ile dolaşılabileceğini iddia etmiştir. İspatı 300 yıl sonra Macellan tarafından yapılmıştır.
- Jülyen takviminin her yıl uzadığını, gece ve gündüzlerin eşit olduğu günlerin her 100 yılda 1 gün erken olduğunu söylemiştir. Bu durumun düzeltilmesi de 300 yıl sonra Gregoryan Takvimi ile gerçekleştirilmiştir.
- Optik ve kırılma konularını da araştırmıştır.

Bilge lakaplı Kastilya Kralı **10. Alfonso** (1221-1284) 'nun emri ile *Alfonso Cetvelleri* adı verilen astronomi cetvelleri hazırlanmıştır.

1280'de **Hereford** merkezinde Kudüs olan sini şeklinde yuvarlak ve düz bir Dünya haritası çizmiştir, (Şekil-3.03).

Venedikli **Marco Polo** (1254-1324) 1271-1295 yılları arasında Çin'e giden ilk Avrupalı gezgindir. O zamana kadar Avrupalı haritacıların bilmediği pek çok yeri keşfetti.



Şekil-3.04 Marco Polo'nun Dünya haritası,
(Sir Henry Yule'nin *The Book of Ser Marco Polo* 'sundan)

- Uzakdoğu topografyasına ait ilk bilgileri Cenova Hapishanesi'nde yazdığı *Katalon Atlası*'nda vermiştir.
- Barut, matbaa, pusula, kömür ve kağıt parayı batıya tanıtmıştır.
- Çinlilerin göz kusurunu düzeltmek için gözlük kullandıklarını bildirmiş ve 1285'den itibaren İtalya'da gözlük kullanılmaya başlanmıştır.
- Kubilay Han için Dünya haritası çizmiştir, (Şekil-3.04)

Fransız bilim adamı **Pregrinus** (1240- ?) Çinliler tarafından icat edilen ve Araplar kanalı ile Avrupa'ya gelen mıknatıs ile suda yüzen mantar üzerine iğne şeklinde metallar konularak kuzey-güney yönünün belirlenmesinden esinlenmiş ve gemi navigasyonuna uyarlamıştır.

Yahudi matematikçi **Levi Ben Gerson** (1288-1344) Fransa'nın güneyinde yaşamıştır. Trigonometri'ye Giriş ve 1321'de hesap kitabları yazmıştır. Çin'de 11. yy'da bilinen *jakob çubuğu* denilen bir açı ölçme aletini tanımlamıştr.

Fransız filozof ve bilgini **Nicole Oresme** (1325-1382) astronomi, matematik konularında çalışmıştır. Analitik geometride ilk adımları atmış ve kesirli üslerin kullanılması gibi yenilikler getirmiştir.



Şekil-3.05 C. Boundelmonte'nin İstanbul gravür haritası, (1422)
(Bakır kalıp baskı, boyutları 29,1cmx17,8cm)

Floransa'lı (İtalya) gezgin ve rahip **Cristoforo Boundelmonte** (1385-1430), Yunanca öğrenmek için 1406-1419 yılları arasında, 8 yıl Rodos Adasında kaldıktan sonra 6 yıl boyunca diğer İyon (Ege Denizi) adalarını dolaştı.

1420'de gezilerini anlattığı *Liber Insularum Archipelagi* adlı seyahatnamesini *Floransa Kardinali* **Giordano Orsini**'ye (1360/70-1438) sundu. Bunun dışında, gördüğü yerlerin kendi eliyle çizdiği 79 bölüm ve 36 haritadan oluşan Ada Haritaları da (Isolariolar) vardır. Seyahatnamenin Grekçe bir tercümesi Topkapı Sarayı'ndadır. Çok talihsiz bir kent diye tanımladığı Doğu Roma İmparatorluğu'nun başkentini de ayrıntılı bir şekilde çizmiştir, (Şekil-3.05).

Portokezli *Prens* **Henry** (1394-1460) Afrika sahillerini deniz yoluyla gezmiştir. Sagres'de bir gözlemevi ve navigasyon okulu kurmuştur. Okulda kartograf ve alet yapımcısı yetiştirmiştir. Sefere çıkan gemilerde navigasyon denetimi yapılarak harita ve aleti olmayanlara çıkış izni verilmezdi.

İtalya'da yaşamış olan **Trebizond'lu George** (1396-1486) 1450'de *Almagest*'i Latinceye çevirdi. Bu çalışmaya *İzmirli Theon*'un bazı gözlemlerini de ekledi.

Pontus İmparatorluğu'nda yaşayan **Georg Amirucio** 1461'de Trabzon'un Osmanlılar tarafından fethinin ardından müslüman olmuş ve İstanbul Sarayı'nda önemli görevlere getirilmiş ve Yunanca bir *Coğrafya Kitabı* yazmıştır.

Gutenberg (1397-1468) tarafından matbaanın icadı ile önce İncil ardından diğer kitabların yanında matematik kitapları ve haritalarda basılarak bilgilerin daha hızlı yayılması sağlanmıştır.

Arap rakamlarının Avrupa'da öğrenilmesinde matbaların önemli katkısı olmuştur. İlk olarak Almanya'da 1371'de mezar taşlarında görülen 10'luk sistemle yazılan Arap rakamları paralar üzerinde ilk olarak 1424'de İsviçre'de görülmeye başlanmıştır.

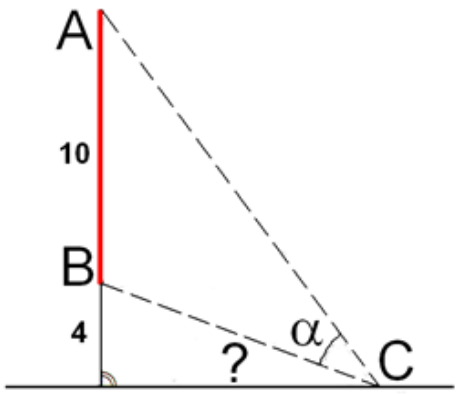
Alman Kardinal **Nikolaus Casunus** (1401-1464) Dünya'nın kendi ekseni etrafında döndüğünü söylemiştir.

- Yıldızların başka güneşler olduğunu ve buralarda hayat olduğunu, uzayda aşağı yukarı olmadığını söylemiştir. İddialarını *Docta İgnorance* isimli eserinde toplamıştır. Fazla taraftar bulmamasına karşın kardinal olduğundan fazla tepkide çekmemiştir.
- Miyoplar için konkav gözlükler yapmıştır.
- Ayrıca Avrupa haritası yapmıştır.

Johannes Müller (Regimontanus – 1436-1476) Almanya/Königsberg'li matematikçi ve astronomdur.

- Batlamyus'u anlayabilmek için Arapça ve Yunanca öğrenmiştir.

- 1450'de Nürnberg'de teodolitin öncüsü olan bir açı ölçme aleti yapmıştır.
- İtalya'da bulunduğu sırada *Üçgenlerin Bütün Şekillerine Ait* isimli 5 ciltilik eser yazmıştır. Bu eserinde üçgen çizimleri ile çizilemeyen üçgenlerin cebirsel çözümünü göstermiştir. Kitapta ayrıca düzlem ve küresel trigonometri de anlatılmış ve Avrupa'da ilk defa trigonometrinin matematiğin bağımsız bir disiplini olduğunu göstermiştir. Trigonometri kısmı Nasireddin Tusi ve birkaç başka yazara dayanmaktadır.
- Küresel trigonometride dik üçgenlerdeki $\sin a = \sin c \sin A$ bağıntısında c ve A değerlerinden 1^0 'lik aralıklarla hesapladığı a kenarı için iki girişli bir cetvel hazırlamıştır.
- Başka bir trigonometrik cetvelde yarıçapı 100.000 alarak çeşitli açılara ait tanjant değerlerini vermiştir.
- Uğraştığı başka bir problem 60 birim çaplı bir çemberde kenarları oranı 4:7:13:17 olan bir dörtgenin alanını hesaplamaktı.
- Uğraştığı başka bir problemde zamanın bilgi seviyesini göstermesi açısından önemlidir. 10 ayak uzunluğunda düşey olarak asılı bir çubuğun alt ucunun yerden yüksekliği 4 ayaktır. Bu çubuğu gören açının en büyük değeri için zemindeki C noktasının yeri nerede olmalıdır ? (Şekil-3.06).



Şekil-3.06 Maksimum problemi

- Dünya'nın döndüğüne inanmıyordu. O takdirde kuşların uçup savrulacağına, binaların yıkılacağına savunuyordu. Bu fikri Galileo zamanına kadar sürmüştür.
- 1471'de Almanya'da gözlemevi kurmuş, Halley kuyruklu yıldızını gözlemiştir.
- Ölçü, ağırlık ve para birimlerinde 10'luk sistemin kullanılmasını ilk önerenlerdendir.

Alman hümanist ve tarihçi **Herman** (**Hartmann**) **Schedel** (1440-1514) aynı zamanda harita çoğaltımında 1447'de **Johannes Gutenberg** tarafından icat edilen matbaayı kullanan ilk kartograflardandı. En bilinen eseri 1493'de Nürnberg'de Latince yazılmış *Schedelsche Weltchronik* (*Schedel's World Chronicle*) ya da *Nuremberg Chronicle* 'dır. Resimli Dünya tarihi özelliğinde olan, 645 tahta kalıp olmasına karşın 1.809 resim ve haritanın kullanıldığı kronik, birçok şehir ve ülkenin o döneme ait ilk görünüşlerini içermekteydi. Haritalardan biri olan Dünya haritası, **Klaudyos Ptolemaius**'un kartografik sistemi üzerine çizilmiştir. Enlem, boylam, ölçek ve içerdiği büyük terimler dizini bakımından bu harita geç ortaçağ haritacılığı üzerine önemli bir bakış açısı sunmaktadır. Haritanın köşelerinde İncil'de adı geçen havarileri sembolize eden figürler bulunmaktadır. Kronikteki haritalardan biri de İstanbul'un gravür haritasıdır, (Şekil-3.07).



Şekil-3.07 H. Schedel'in İstanbul gravür haritası, (1493)
(Tahta kalıp baskı, 53cmx23,5cm boyutunda)
(1870'de Arkeoloji Müzesi'ne taşınana kadar surları süsleyen armalar yerinde durmaktadır. Galata tarafında ise tek arma Palaiologos'ların arması olup hiç Bizans arması yoktur.)

Fransız matematikçi **Nicolas Chuquet** (1445-1500) 1484'de yazdığı *Triparty en la Science des Nombers* isimli cebir kitabında negatif üsler kullanmıştır. Üslerin sonlu aritmetik dizisiyle kuvvetlerin sonlu geometrik dizisi arasındaki ilişkiyi göstermiştir.

İtalyan rönesansının en önemli ismi **Leonardo da Vinci** (1452-1519) ressamlık ve heykeltraşlığının yanında iyi bir mühendisti.

- Ülke savunmasına ait tank ve uçak krokileri, paraşüt, kanal yapımı, asansör projeleri çizmiştir. Uçak yapımı için kuşların uçuşunu, balıkların yüzüşünü incelemiştir.

- Cisimlerin düşme sırasında gittikçe hızlandığını gözlemiştir.
- Ay'I Dünya'nın parçası olarak görmüş ve parlaklığının Güneş ışınlarının yansımasından olduğunu söylemiştir.
- Dünya'nın kendi ekseni etrafında döndüğünü ve evrenin merkezi olmadığını söylemiştir. Yerin yapısını ve fosilleri inceleyerek Dünya'nın sürekli devinim içinde olduğunu belirtmiştir.



Şekil-3.08 Martin Behaim' in yerküresi, (1492)

Papaz ve kartograf olan İtalyan **Fra Pacioli** (1405-1460) Venedik'te 2 m çapında daire şeklinde Dünya haritası yapmıştır.

İtalyan rönesansının ünlü yapı ustası Cenova'lı **Leon Battista Alberti** (1404-1472) ölümünün ardından 1485'de Floransa'da yayınlanan kitabında ölçme bilgisi konularına da yer vermiştir.

Luca Pacioli (1445-1510) Summa de Arithmetica isimli kitabında 2. derece denklemlerden söz etmiştir.

Konrad Trüst (1450-1503) bir İsviçre haritasının çoğaltılmasında ağaç ve bakır üzerine kazıma denemeleri yapmıştır.

Nürnberg'li **Martin Behaim** (1459-1507) 1492'de yer elması adında bir yerküre yapmıştır (Şekil-3.07). Amerika kıtasının henüz tam olarak keşfedilmediği dönemde Atlas Okyanusu'nda bir takım adalar dışına haritanın en soluna bir meridyen çizerek batısına Doğu Okyanusu yazmıştır.

3.1. Portolon Haritaları

Portus Latince kapı, liman anlamına gelmektedir. İtalyanca da navigasyon anlamında da kullanılmaktadır. Yeryüzünün küçük bir bölümünün düz bir plan üzerinde gösterilmesi normal seyirler için yeterlidir. Denizleri esas olarak alan ve seyir için gerekli bilgilerle donatılan haritalar deniz haritası (chart) olarak tanımlanır. Belirli bölgeleri, yerkürenin eğriliği dikkate alınmadan gösteren kaba çizimlere **portolon** denmektedir Deniz haritalarının üretiminde farklı haritacılık teknikleri vardır Günümüzde 1630 yılından sonra değeri anlaşılmış olan *Mercator Projeksiyonu* esasına dayalı deniz haritaları kullanılmaktadır. 13.-15. yy aralığında yapılmış özel koleksiyon ve müzelerde bulunan 130 civarında portolon harita vardır .

- Portolonlar genelde deniz haritaları olup, kıyı, liman, nehir ağızları, kayalıklar ve sığ yerler ile nadiren kara içlerini de göstermektedir.
- Yaklaşık 100cm x 50cm boyutlarında olup tabaklanmış hayvan derilerine çizilmişlerdir. Üst tarafı kuzeyi gösteren portolonların batısı derinin boğaz tarafına getirilmekte idi.



Şekil-3.09 Bilinen ilk portolon Carte Pisana, (1270)

- 1270 yılında yapılan ilk portolon Carte Pisana, Akdeniz kıyılarını, Manş denizi, Ege ve Akdeniz'i göstermektedir (Şekil-3.09). Paris Ulusal Kitaplığı'nda bulunmaktadır.
- Son yapılan portolonlarda yönler bazı sembollerle belirtilmiştir. Kutup yıldızı kuzey, yarı gölgeli Dünya güney, haç doğu ve gül batı yönünü göstermektedir.
- Rüzgar güllerinin kesim yeri bir çember üzerinde bulunmakta olup 32'ye bölünmektedir.
- Gerek coğrafi koordinatlar, gerekse oransal uzunluklar oldukça doğru çizilmiş olup günümüz haritalarını andırmaktadır.
- Haritaların yapılışlarına henüz tam bir açıklama getirilememiştir.

Künyesi **Ahmed ibn-i el-hac Mehmed el Karamani** olan **Piri Reis** (1465-1553) tarafından mevcut haritalar ve gözlemlerinden yararlanarak 1513'de yaptığı Amerika haritası portolanlara iyi bir örnek olarak verilebilir, (Şekil-3.10). Bu harita Topkapı Sarayı'nın Müze olarak düzenlenmesi sırasında 9 Eylül 1929 tarihinde Milli Müzeler Müdürü Prof. **Halil Ethem Eldem**'e (1861-1938) bir müze uzmanının, yüzyıllardır el sürülmeyen belgeler arasından, ceylan derisi üzerine çizilmiş iki harita bulunduğunu bildirmesi ile ortaya çıktı. Haritaların incelenmesi neticesinde bunların o güne kadar bilinmeyen ve Amerika kıtasının keşfedildiği yıllarda Batı Avrupa ve Afrika ile Doğu Amerika sahillerini gösteren iki harita olduğu, büyük Türk denizcisi **Pirî Reis** tarafından 1513'de çizildiği anlaşıldı. **H.E. Eldem**, haritaları alarak Yalova'ya giderek Cumhurbaşkanı Gazi **Mustafa Kemal Atatürk**'e (1881-1938) gösterdi. **Atatürk**, bu çok önemli belgenin bilimsel bir incelemeyle yayınlanması emrini verdi. Ardından misafir Alman doğa bilimcisi Prof. **Paul Ernst Kahle** (1875-1964), haritanın değerini anlayıp hakkında araştırmalar yaptı ve değişik ortamlardan yararlanarak uluslararası bilim dünyasına tanıttı.

Bütün araştırmacılar bu haritanın bir Dünya haritasının bir parçası olduğu görüşünde birleşmişlerdir. Bu görüş hem paftanın doğu kenarında yarım kalmış cümleler hem de rüzgar ya da pusula güllerinin sayısı bakımından doğru olarak görünmektedir. Bir merkezde $22{,}5^0$ aralıklarla bir çember üzerinde bulunması gereken rüzgar güllerinden yalnız batı tarafında olan 5 tanesinin bulunması bunun kanıtıdır. **Piri Reis** haritanın batı orta kısmına

"Bu haritayı Kemal Reis'in kardeşinin oğlu olan Piri İbni Hacı Mehmet 919 senesi Muharrem ayında Gelibolu'da çizmiştir."

notu koyarak imzasını atmıştır. Yine **Piri Reis** haritasının güney-batı tarafına koyduğu bir not ile eserini hangi kaynaklardan yararlanarak ürettiğini açık yüreklilikle anlatmaktadır. Açıklamanın özeti,

"Bu haritaya benzer bir harita asrımızda kimsede yoktur. Bu fakirin elinden çıkarak ilk kez ortaya kondu. Esas olarak yirmi kadar harita ve Mappa Mundilerden yararlanıldı. Bunlardan birisi Büyük İskender zamanında yapılmıştır. Sekiz Arap haritası, dört Portekiz haritası, Sint, Hint, Çin ve bir de ***Kolomb****'un batı tarafı için yaptığı harita da vardır. Bunların hepsi bir ölçeğe getirildi ve bu harita ortaya çıktı. Bu harita nasıl denizler için geçerli ise, yedi derya için de geçerli ve muteberdir."*

şeklindedir. Bu açıklamadan da anlaşılacağı üzere **Piri Reis**, şu anda elimizde bulunan haritanın doğusunda kalan bölgeleri de (Hindistan ve Çin'den söz ederek haritanın bütün denizler için geçerli olduğunu belirtmesi) kapsaması gerektiğini, dolayısıyla bu haritanın bir Dünya haritası olarak tasarlandığı sonucunu çıkarmamıza neden olmaktadır.



Şekil-3.10 Piri Reis'in Dünya haritasında Amerika kıtası kıyıları (boyutları 90 cm x 65 cm)

Kıyıların dışında kara içlerini de gösteren haritalara *katalan haritalar* denilmektedir, (Şekil-3.11). 1375 tarihli bir Katalan Atlası'ndaki Avrupa haritası ortaçağın en önemli katalon haritası kabul edilmektedir, (Şekil-3.12).



Şekil-3.11 Asya' nın Katalon Atlası



Şekil-3.12 Abraham Cresques'in Katalan Atlasında Avrupa haritası (1375)

3.2. Dünya üzerinde Gemi ile Yapılan Gezi ve Keşifler

13.-16. yy aralığında yoğun olarak Dünya'nın bilinmeyen yerlerini keşfetmek, yeni ülkeler kazanmak ve Dünya'nın yuvarlaklığını kanıtlama çabaları görülmektedir.

Akdeniz kıyılarını gösteren çeşitli zamanlarda farklı kişilerce yapılan haritalar ile **Piri Reis** (1470-1554) tarafından yazılan *Kitab-ı Bahriye*'deki haritalar bilinmektedir.

Cenevizliler Kırım'a kadar gitmişler ve burada bir koloni kurmuşlar, Ege ve Akdeniz'e ait önemli haritalar yapmışlardır.

Afrika, Avrupa'nın batı sahilleri, Britanya Adası'na ait bilgiler Romalılar ve daha eski dönemlere gitmektedir.

Uzakdoğu'ya ilişkin **Marco Polo** ve diğer bazı gezginlerin aktardığı bilgilerle Asya, Avrupa ve Afrika kıtaları tanınmaktadır.



Şekil-3.13 Cristoph Colombus' un Dünya haritası (1492)

İtalyan kartograf **Paolo Toscanelli** (1397-1476)'nin Dünya haritasındaki boylam hatası, Hindistan'ı batı yoluyla Avrupa'ya yakın gösterdiğinden Cenevizli denizci **Cristoph Colombus** (1450-1506) İspanya adına Hindistan'a

ulaşmak için 12 Ekim 1492 tarihinde Atlas Okyanusu'na yelken açarak Bahama Adalarına ulaşmıştır. Buraya Batı Hint Adaları ismini vermiştir. 1493 ve 1498 tarihlerinde yeni seferler yapmıştır. 1510 tarihinde Güney Amerika'da İspanyollar tarafından kurulan yeni devlete onuruna Kolombiya denmiştir.

Portekizli **Vasco da Gama** (1469-1524) 1497'de Lizbon'dan yelken açarak Afrika'nın güney ucundaki Ümit Burnu'nu dolaşarak 1502'de Kalküta'ta gemi ile ulaşan ilk Avrupalıdır.

Florentli gezgin **Amerigo Vespucci** (1454-1512) Atlantik Okyanusu'nun batısındaki yerlerin Asya kıtasının parçası olmadığını, yeni bir yer olduğunu söylemiştir. Bu nedenle coğrafyacılar tarafından bu yeni yerlere onun adı verilmiştir. 1499'da Güney Amerika'da 32^0 enlemine kadar inmiştir.

Portekizli gemici **Macellan** (1480-1521) İspanya adına Dünya'yı dolaşmak için 1519'da 5 gemi ile yola çıkmış Atlantik Okyanusu'nu, Amerika Kıtası'nın en güney ucunda kendi adı verilen boğaz'ı geçerek Pasifik Okyanusu'na çıkarak Filipinler'e geldi. Yerlilerle yiyecek ve su için yapılan çarpışmada öldürüldü. Kalan tek gemi 6 Aralık 1522'de geriye döndü. Bu şekilde Dünya'nın yuvarlak olduğu ispat edilmiş oldu.

3.3. Ortaçağ'da Üniversiteler

Üniversiteler önceleri dört fakülte olarak başlamıştır. Bunlar; sanat, ilahiyat, hukuk ve tıp fakülteleridir.

- Başlangıçta genellikle ilahiyat fakültesi profesörlerince yönetiliyorlardı.
- Öğrenciler 6 yıl sanat dalında öğrenim görerek sınav veriyor sonra diğer fakültelere geçiyorlardı. İlahiyat öğrenimi 8 yıl sürüyordu. Matematiğin giriş bölümleri sanat fakültesinin bir bölümünde, ileri konuları ise filozofi içerisinde anlatılıyordu.
- 13. yy'da matematik kitabı olarak Öklid'in *Elemente* isimli eseri okutuluyordu. Ek olarak astronomi, optik, gezegen hareketleri, oran hesapları gösteriliyordu.
- İlk bağımsız matematik kürsüsü Viyana'da açılmıştır. Burada tam ve kesirli sayılarla hesaplar, optik, dinsel takvim hesapları ve sonraları astrolabium gösteriliyordu.
- 16. yy başlarında mezuniyette öğrencilere geometri sınavı yerine Öklid'in *Elemente* isimli eserinin ilk 6 kitabına ait dersleri gördükleri üzerine yemin ettiriliyordu.

Avrupa'da ilk üniversite 11. yy'ın ilk yarısında Salerno'da tıp konusunda açıldı. Bunu 1100'de Bolgna'da açılan hukuk ağırlıklı üniversite izledi. 12. yy'ın

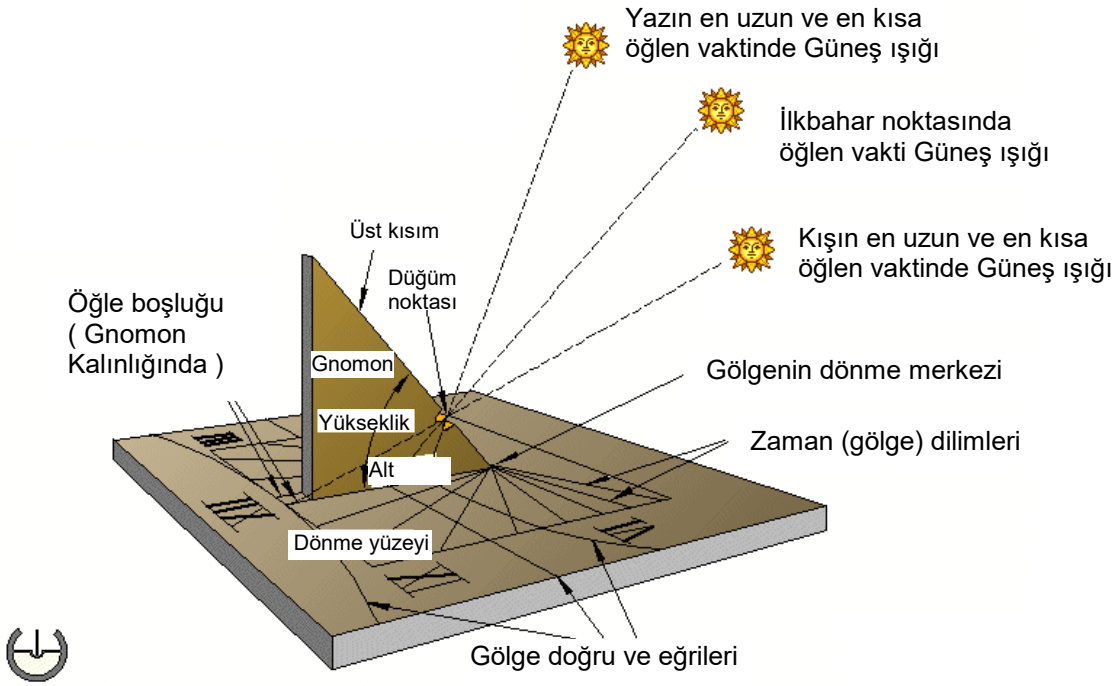
sonunda Paris ve Oxford, 1209'da Cambridge, 1220'de Montpellier, 1224'de Napoli, 1229'da Toulouse, 1257'de Sorbon,1349'de Prag, 1364'de Krakau, 1365'de Viyana, 1386'da Heidelberg, 1388'de Köln, 1392'de Erfurt, 1409'da Leipzig, 1459'da Basel, 1472'de İngolstadt, 1477'de Tübingen üniversiteleri izlemiştir.

Üniversitelerin Kilise baskısından kurtulması için Oxfard Üniversitesi'nden filozof **Robert Grosseteste** (1175-1253) ve öğrencisi **Roger Bacon** (1212-1294) uğraşmışlardır. Doğa bilimlerinin deneye dayanması ve matematik temelli olması için çalışmışlar ancak başarılı olamamışlardır.

Nihayet olarak 1657'de Floransa'da, 1662'de İngiltere'de ve 1666'da Paris'te üniversitelerin dışında *Bilim Akademileri* kurulmuştur.

3.4. Ölçü Aletleri

Gnomon : Ortaçağ'da kullanlıan basit ölçü aletlerinden biridir. Hem gölge boyu ölçülmekte, hem de Güneş'in azimutu belirlenebilmekte idi. Gölge boyunun en kısa olduğu durumda meridyen yönü belirlenebildiği gibi belirli saatlerde ölçülen Güneş yüksekliğinden *zaman-gölge boyu* veya *zaman-Güneş yüksekliği grafikleri*'ndeki parabollerden yararlanarak meridyen yönü belirlenebiliyordu.



Şekil-3.14 Gnomon aleti

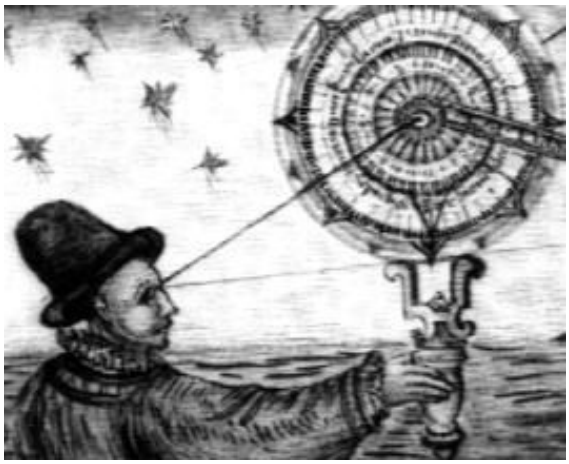




Şekil-3.15 Gnomon aletine iki örnek

Astrolabium (Usturlab) **:** Ortaçağ'da çok kullanılan ölçme aletlerinden biridir. Yunanca'da adı yıldız yakalayan anlamına gelen bu alet düşey açı ölçümünde

kullanılıyordu. Batlamyus ünlü *Almagest* isimli eserinde aleti tanımlamıştır. Araplar tarafından geliştirilerek çeşitli amaçlara uygun hale getirilmiştir.

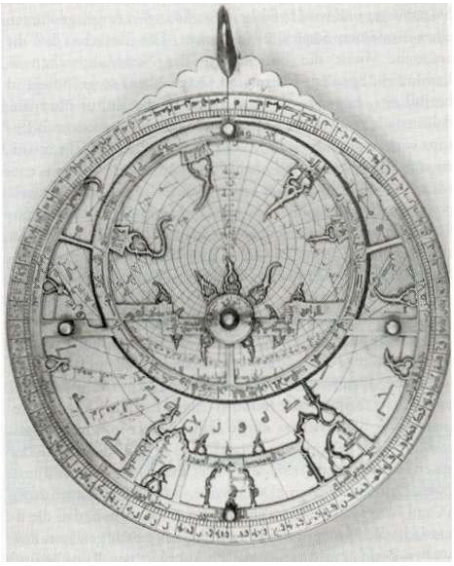


Şekil-3.16 Astrolabium' un kullanılışı

Bulunulan yeri enlemine göre takılan ek daire biçimli halkalar ve üzerine çizilen grafiklerle yerel zamana ait bilgiler, sözgelimi Güneş'in doğuşu ve batışı, namaz vakitleri, kıble yönü vb işler için çok amaçlı olanları geliştirilmiştir.



Ahmad ibn Khalaf
tarafından yapılan usturlab
(Irak, 9.yy , Paris Müzesi)



İspanya'nın Endülüs
Bölgesinde bulunmuş usturlab
(Toledo/İspanya, 1068)

Şekil-3.17 Astrolabium örnekleri



Şekil-3.18 15.yy' da Almanya' da kullanılan Astrolabium örnekleri

Denizciler yerel zaman ve konum belirlemesindeki rolünü ve değerini anlamışlardır. 16. yy bu konuda yayın sayısı artmış, 17. yy'da yerine başka aletler yapılmasına karşın denizciler tarafından kullanılmaya devam edilmiştir.

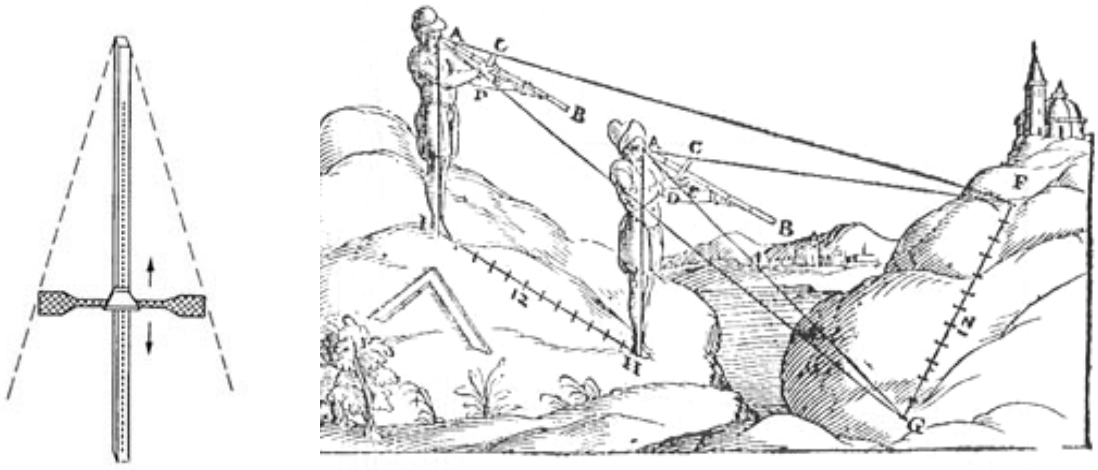
Kulpundan asılarak kendi ağırlığı ile düşeylenmekte idi. Bir merkez etrafında dönen bir diopter (gözlem düzeneği) vardır. Yükseklik açısı ölçülecek objeye yöneltilerek kadranda bir açı okunmaktadır. Bölümleme yatayda 0-0, düşeyde 90-90 değerleri ile belirlenmiştir. Okunan değer yataydan olan eğim açılarıdır.

Bazı usturlaplarda bölümleme sol yatay çizgisi 0^0 olmak üzere saat ibresinin ters yönündedir.

Kule yüksekliğini belirlemek için aletle oluşturulan düşey düzlemdeki dik üçgenin bir açısı ölçülüyordu. Dik üçgenin düşey kenarı biliniyorsa yatay kenarı hesaplanabiliyordu. Yatay uzaklığın bilinmesi durumunda ise kulenin yüksekliği hesaplanabilmekteydi. Kuleye olan uzaklığın bilinmemesi durumunda aynı doğrultudaki iki gözlemcinin arasındaki zuznluk ölçülerek kule yükeskliği belirleniyordu.

Jakob çubuğu : 1342'de **Levi Ben Gerson** (1288-1344) tarafından icat edilmiştir. Bölümlü bir cetvel ve üzerinde kayan dik bir ikinci çubuktan oluşmaktadır. Enine dik çubuk göze yaklaştırıldıkça açı büyümekte, uzaklaştırıldıkça küçülmektedir. Başlangıçta astronomik yer gözlemlerinde kullanılmakta iken 15. yy'da gemilerde de kullanılmaya başlanmıştır. **Gemma Frisius** (1508-1555) geliştirilerek 19. yy'a kadar kullanılmıştır. Uzunluk ve

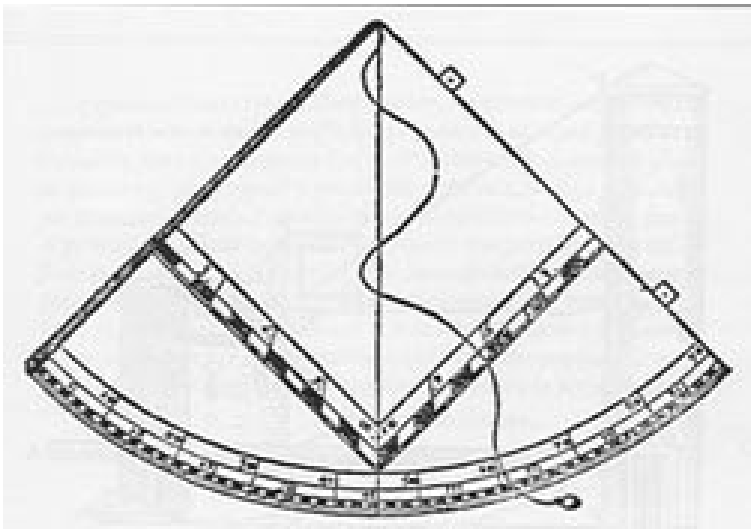
yükseklik oranları da hesaplanabiliyordu. Ölçülecek açının tangenti veya açının değeri çubuğun üzerine bölümlendirilmiştir.



Şekil-3.19 Jakob çubuğu ve ölçmelerde kullanımı

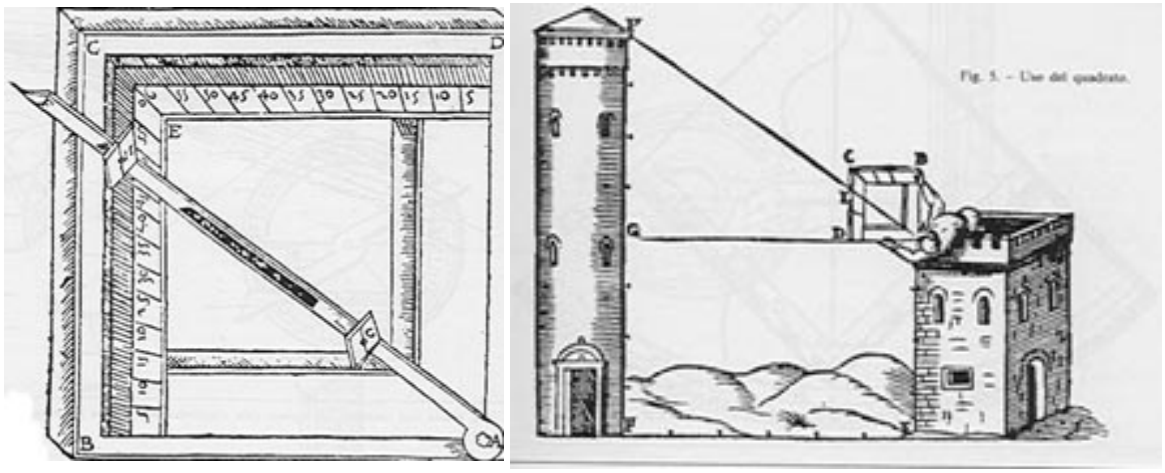
Kuadrant (kadran / rubu tahtası) **:** Dairenin dörtte biri için *çeyrek daire*, daha eskiden *rubu tahtası* denilen açı ölçme aleti 90^0 'lik merkez açısına karşılık gelen daire parçasıdır. Bir kenarı üzerinde gözlem düzeneği (nişangah veya diopter) bulunan ve dairenin merkezinden aşağı sarkıtılan çekül vardır. Çekülün bölümleme üzerindeki değeri α açısı gözlenen objenin eğim açısıdır. Düşey açı ölçme aleti olup Batlamyus *Almagest* isimli eserinde tanıtmıştır.

Güneş'in gökyüzündeki konumundan saat açısı ölçümünde yani zaman belirlemede kullanılmıştır. Ortaçağda Latince yazılmış kitaplarda kadranla açı ölçümü ve kule yüksekliğinin nasıl belirleneceği gösterilmiştir.



Şekil-3.20 Kuadrant aleti örneği

Geometrik Kuadrant : George von Peuerbach (1423-1461) tarafından icat edilmiştir. Ağaç veya metalden yapılmış bir kenarı yaklaşık 120 cm olan kare şeklinde bir aletti. Kenarları 1200'e bölünerek her bölüm yaklaşık 1 mm aralıklarla çizilmiştir. Gezici kol üzerindeki nişangah ile hedef gözlenerek karenin yatay veya düşey kenarı üzerindeki bölümlemelerden açı hesaplanıyordu. Aletin kenarlarının yatay ve düşey tutulmasını sağlamak amacıyla bir kenarına çekül asılmıştı. Orantı özelliklerinden yararlanarak kuyu derinliği ve uzunluklar hesaplanabiliyordu.



Şekil-3.21 Geometrik kuadrant ve kule yüksekliğinin ölçülmesi