



İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

JEOFİZİK VE TARİHSEL GELİŞİMİ

Prof. Dr. Ferhat Özçep
İstanbul Üniversitesi
Jeofizik Mühendisliği Bölümü

Ders için Kaynaklar

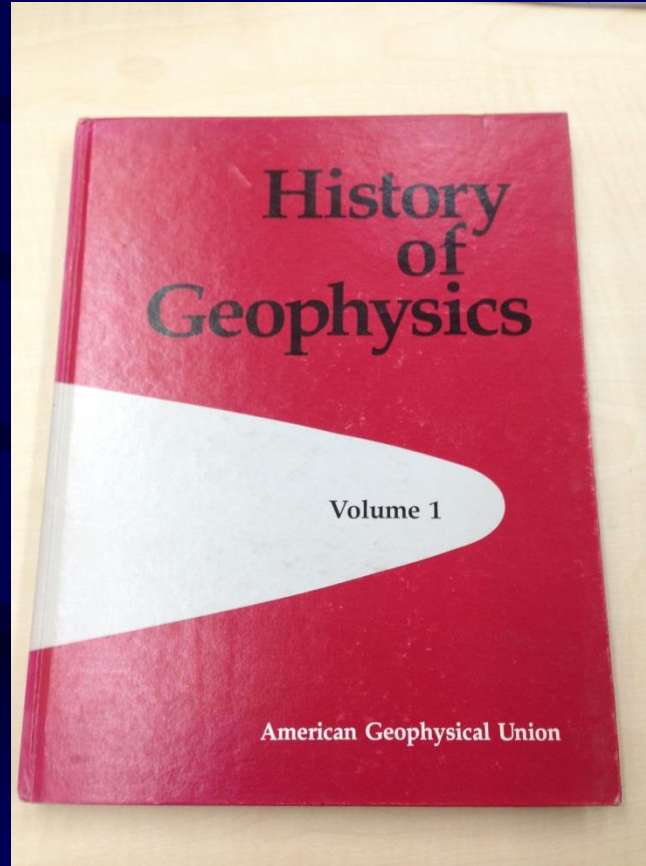
- *Ana Kaynak Kitap:*

Özçep, F. ve Orbay, N., 2002, Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın No:4347, 446 Sayfa, İstanbul.

İnternet ppt :

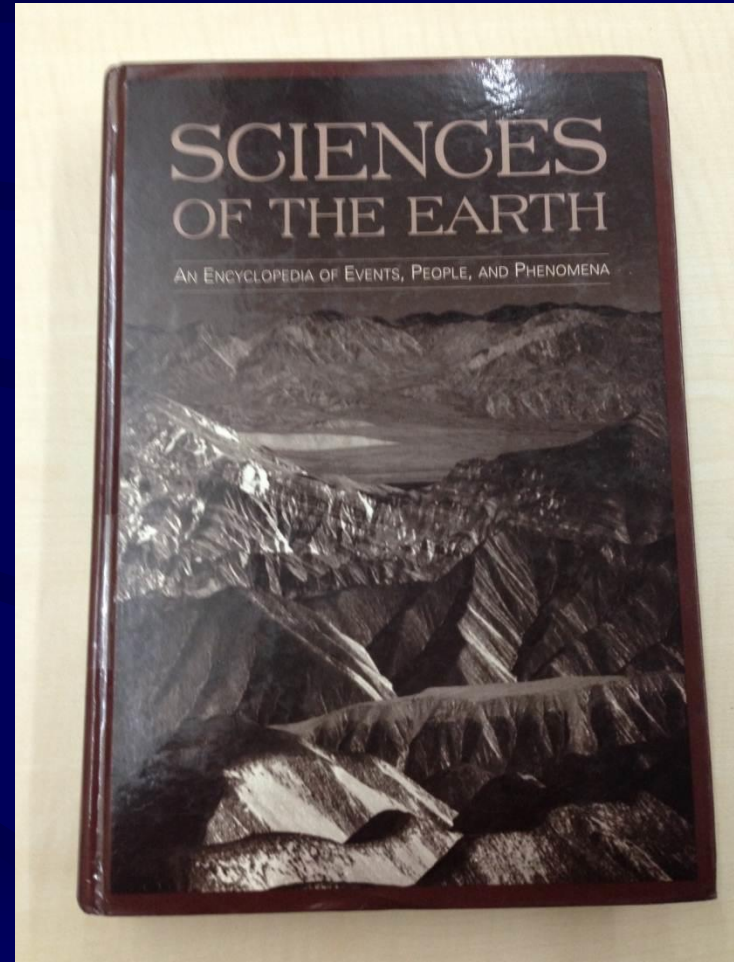
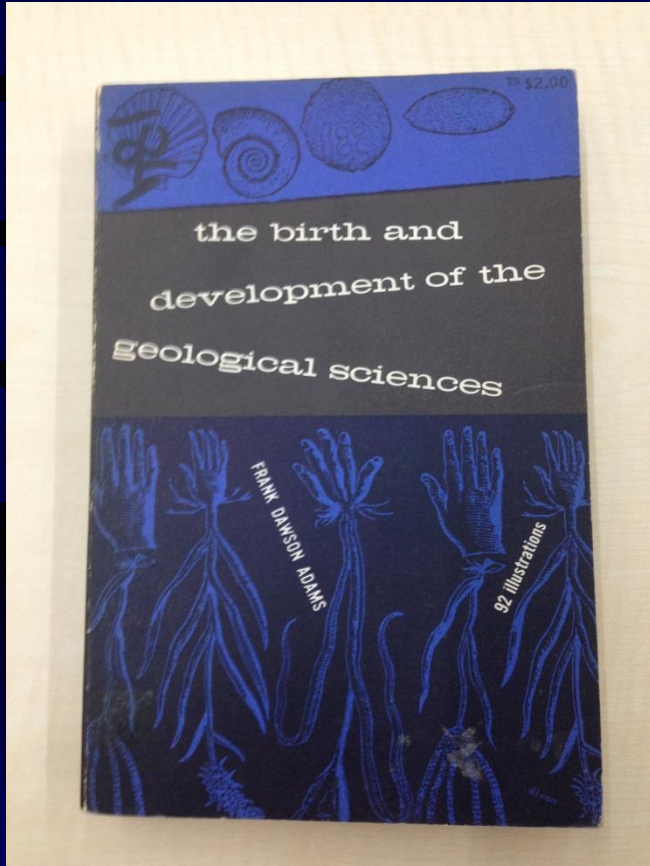
<http://aves.istanbul.edu.tr/SorguDokumanlarim.aspx?Sorgu=2324>

Yardımcı Kaynaklar (1)



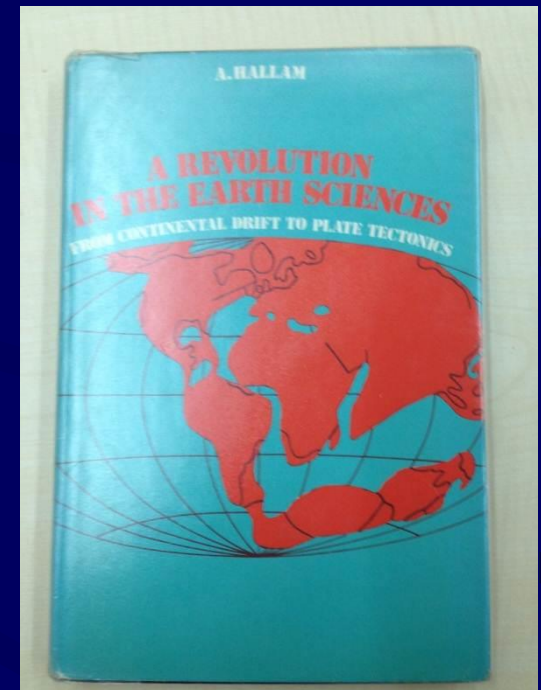
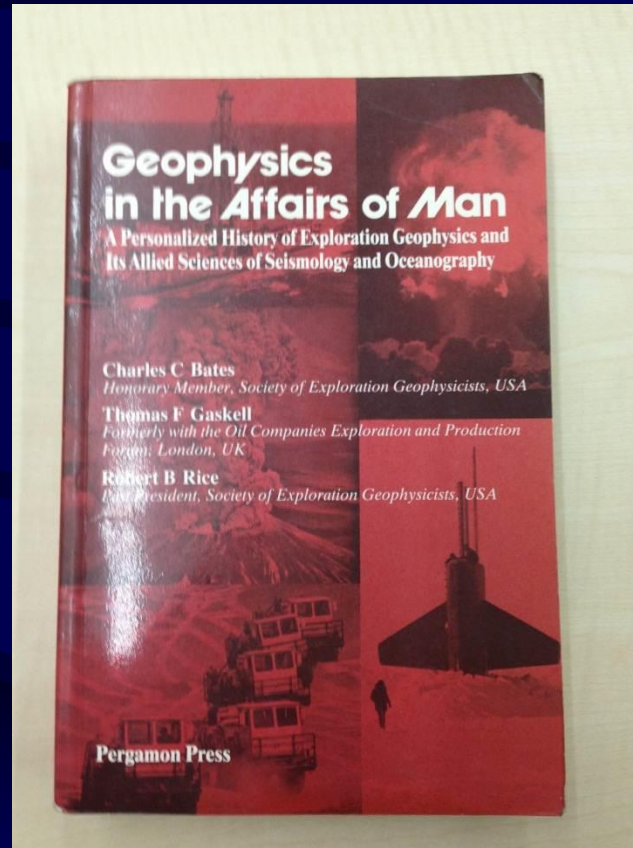
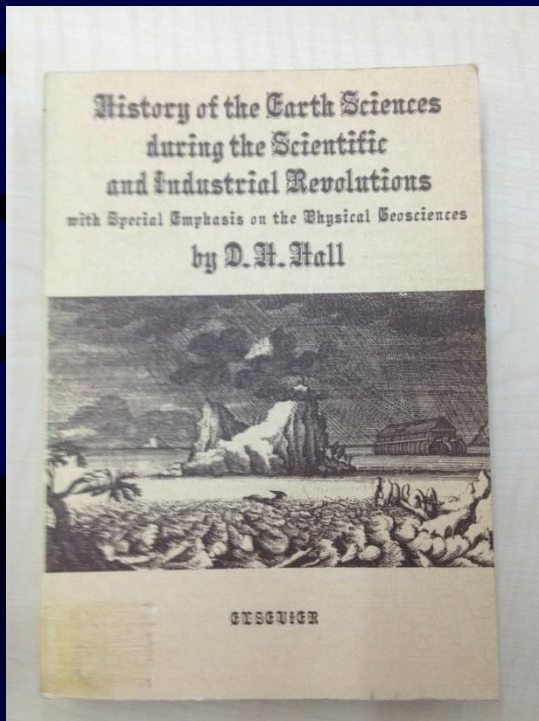
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Yardımcı Kaynaklar (2)



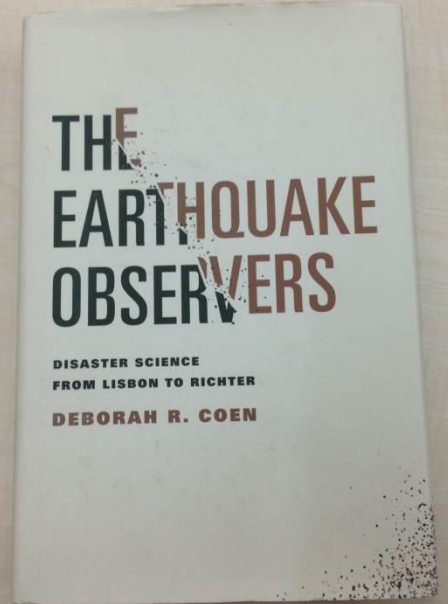
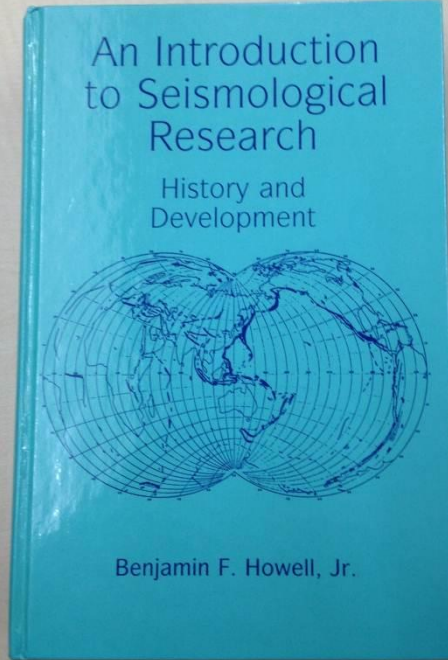
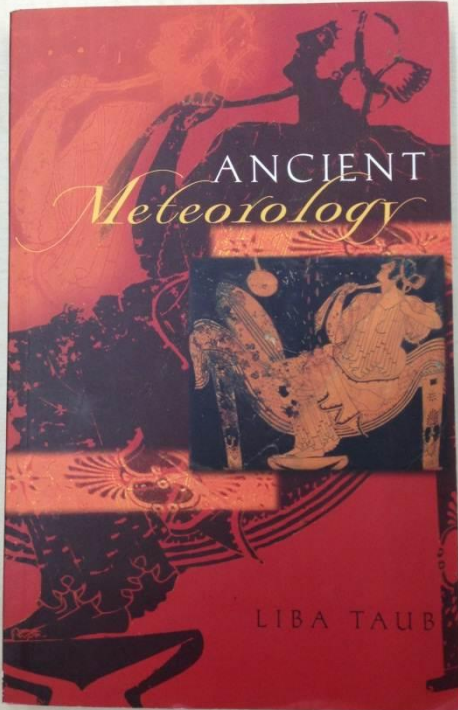
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Yardımcı Kaynaklar (3)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Yardımcı Kaynaklar (4)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



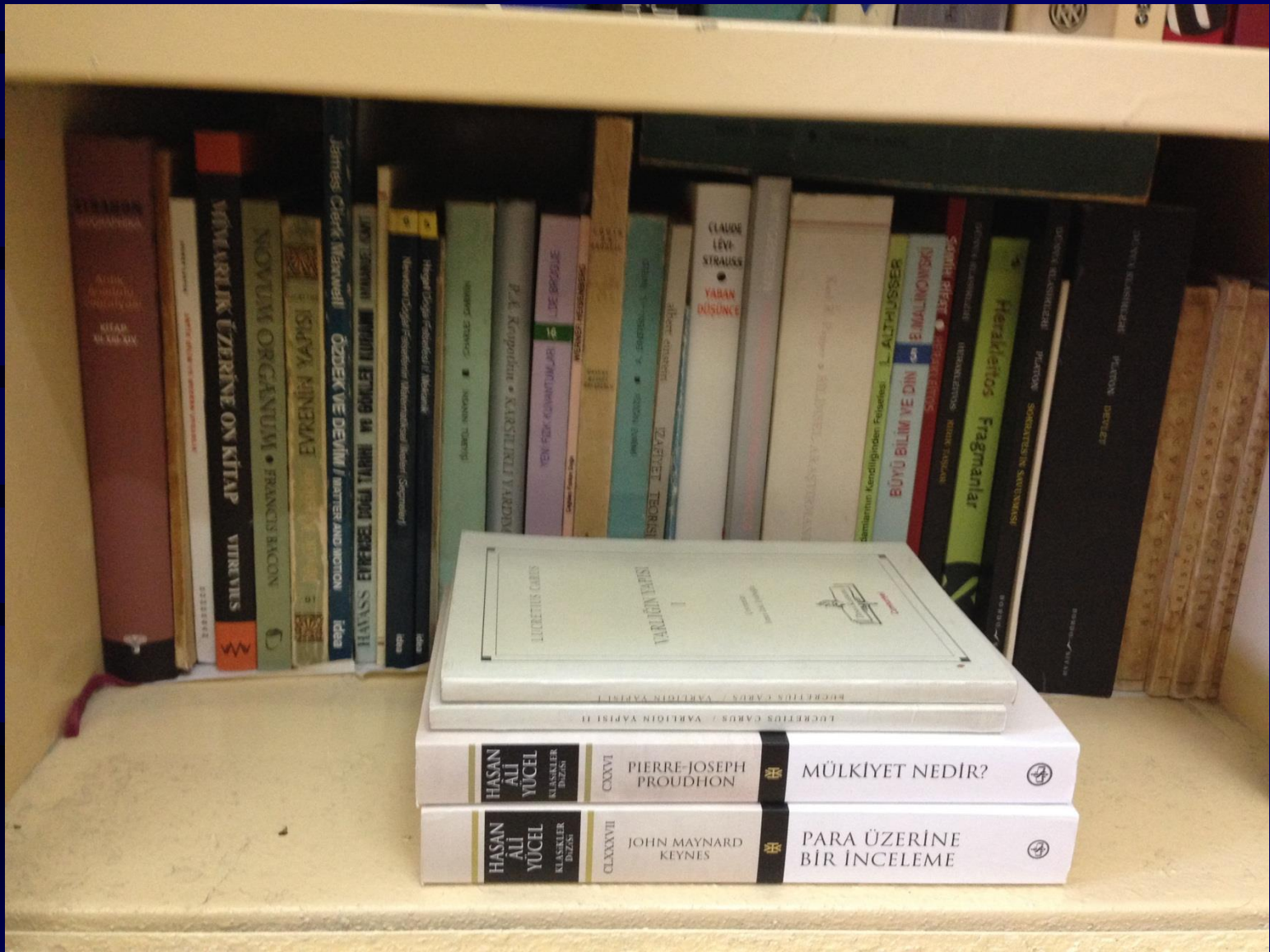
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Bilim ve Mühendislik Tarihine Kısa Bir Bakış

Ders I

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Kapsam

- İlk Çağlar : Tarih/Felsefe Arakesiti
- Orta Çağlar
- Modern Dönem

“Bir kuram, hiç kimse ona inanmasa ve onu kabul etmek için hiç bir nedenimiz yoksa bile gerçek olabilir. Ve bir başka kuram da onu kabul etmek için nispeten iyi nedenlerimiz olmasına karşın yanlış olabilir”

Karl R. Popper

problem: olgular ve süreçler

Doğa, zaman ve ortam (mekan) boyutunda sergilediği olaylarla bizlere yapısını ve davranışını açığa vurur. Zamana bağlı özellikleri ile, kimi zaman depremler, volkanlar, heyelanlar gibi tehlikeli doğa olayları olarak ya da kimi zaman da yağmurlar, karlar ve heyecan verici dalgalar gibi olağan doğa olayları olarak kendi dinamiğini (fonksiyonunu, evrimini) sergiler. Bununla birlikte, ortam (mekan) özellikleri ile bazen bize Himalayaların görkemiyle düşünce ufkumuzun sınırsızlığını anımsatan, bazen de çöllerin bitmez tükenmezliği, bıkırtıcı tekdüzeliği ile sonsuzluk içindeki varlığımızı duyumsatan yapısı vardır.

- Bir bütün (ya da sistem) olarak Doğa'nın bu **yapı** ve **dinamiği** (fonksiyonu, davranışı) ilkçağlardan günümüze kadar insanoğlunun, gerek bilimsel merakını gidermek ve gerekse ekonomik çıkarlarını doyurmak için sürekli ilgi odağı olmuştur.

Bilimin Anlamı: Felsefeye Bakış

- Bilim, “Evren’i anlamak” olarak kısaca tanımlanabilen temel amacını gerçekleştirmek için çeşitli yollar kullanır. Bilimsel yöntemler olarak ta bilinen bu yolları kavramak, bilimin ne olduğunu anlamak için başlangıç adımını oluşturmaktadır. Sonraki adımlar bilimsel kuram ve bilimsel yasa oluşturma süreçleridir. Bilimsel yöntemle bilgi elde etmek için, “olgusal” ve “kavramsal” olmak üzere iki aşamalı bir süreçten geçmek gerekir.

- **Olgusal Süreç (Betimleme):** Bilimsel yöntemin başlangıç aşamasında olgular hakkında betimleme/tasvir işlemi yaparız. Olgu doğrudan veya dolaylı olarak algılanabilen nesnel bir süreçtir. Betimleme tanım olarak, gözlem, deney ve ölçmeyi kendine araç yaparak olgular ve olgular arasındaki ilişkileri tasvir etmektir.

Bu betimleme araçlarını kısaca tanımlamak gerekir:

- **Gözlem:** Bilimsel araştırma konusu olan olgu alanında geçen olayları araştıran problemlere göre, belirli grup veya sınıf alanında toplamaktır. Burada gözleyen **pasif** bir konumdadır. Olgulara müdahale edemez. Doğayı amaçları doğrultusunda izler.
- **Deney:** Betimlemenin ikinci adımı olan deneyde, gözlemden farklı olarak deney yapan bilim insanı **aktif** ve belirli amaçlar için önceden belirlediği olguları laboratuvar veya doğal olmayan ortamlarda biraraya getirerek olgularda gözlemek istediğini gerçekleştirir.
- **Ölçme:** Bu son aşama, gözlem ve deney sonuçlarının yeniden olguya dönülerek doğrulanmasını sağlama işlemidir. Ölçme; gözlem ve deneyin herkes tarafından geçerli olmasını sağlar.
- Doğrulanmış gözlem ve deneyler artık, nesnel, olgusal ve kesin olurlar.

- **Kuramsal Süreç (Açıklama):** Bilimsel bilgi olgusal içerikle başlar, mantıksal ve akli olanla düzenlenip **açıklanması** gerekir. Açıklama süreci; akli, kuramsal ve sistematik bir süreçtir. Açıklamada olgunun oluş süreci değil, niçin öyle olduğu gösterilir.

- Bu açıklama süreci bazı aşamalarda gerçekleşir:
 - **Hipotez (Varsayım) Kurmak:** Olguların genel nedenlerini kavramsal düzeyde açıklamak için hipotezler (varsayımlar) kurulur. Hipotezler, doğru veya yanlış olabilirler.
 - **Kuram:** Gözlem ve deney aracılığıyla sınama veya test edilme sürecinde başarılı olan / doğrulanan hipotezler, kuramları oluştururlar. Kısaca kuramlar, doğrulanmış hipotezlerdir.
 - **Yasa:** Olguların nedenlerini genel ve kavramsal olarak açıklayan her doğru kuram bir bilimsel yasadır.
 - **Öndeyi/Önkestirme/Prediction:** Olgular arası ilişkilerden ya da bu ilişkileri dile getiren genellemelerden (yasalardan) yararlanarak henüz olmamış bir olguyu önceden kestirmektir.

- Bilimin oluşumu ve işleyişi üzerine iki farklı görüş vardır. **Birincisi**, bilimi bir ürün, sonuç veya etkinlik olarak, **ikinci görüş** ise bilimi dinamik bir etkinlik olarak görür.
- Bilim bir “**bilgi yığını**”dır. Fakat “statik” bir bilgi yığınınından ziyade, çağlar boyu izlenebilen “aktif” bir süreci içine alan dinamik bir bilgi yığınıdır

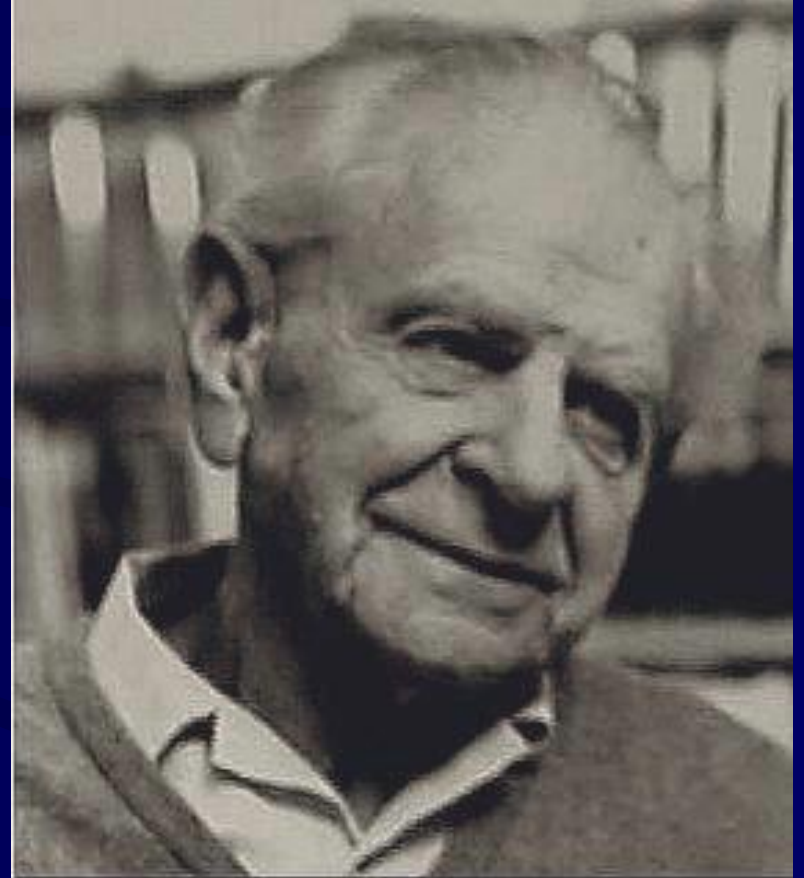
- Bilimin oluşumu ve işleyişi üzerine iki farklı görüş vardır.
- **Birincisi**, bilimi bir ürün, sonuç veya etkinlik olarak, **ikinci görüş** ise bilimi dinamik bir etkinlik olarak görür. Bilimi ve bilimsel kuramı, bilim insanının yaratıcı etkinliği sonucu ortaya çıkan bir ürün ya da bitmiş bir sonuç olarak ele alan görüşe göre; bilimin tüm anlamlı önermeleri aynı zamanda doğrulanabilir önermelerdir.

- Bir kuram
- **Doğrudan Doğrulama**
- **Dolaylı Doğrulama**

olmak üzere iki yolla doğrulanabilir. Bu yaklaşıma göre bilim, rasyonel bir etkinlik olarak tümevarım yöntemini, yani tek tek olgulardan bütüne varma yoluyla genelleme yapılarak bilimsel kuram ortaya çıkarılır. Tümevarımın kalkış noktası olgular yani tek tek deneylerimiz olduğu için deney ve gözlemden gelmeyen olgular bilim dışına itilir.



Rudolf Carnap

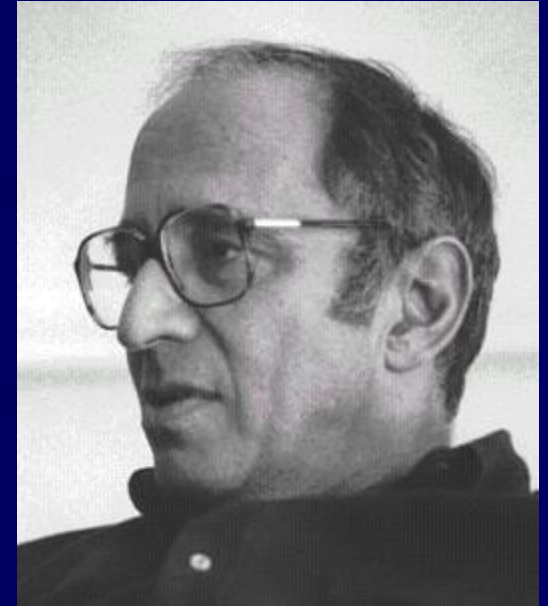


Sir Karl Popper (1902-1994)

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- **Carnap**'ın geliştirdiği doğrunabilirlik ilkesi, **Popper** tarafından ciddi bir biçimde eleştiriye tabi tutulmuştur. Popper'e göre doğada herhangi bir olayı veya olguyu tümevarım ile doğrulamak olanaklı değildir. Örneğin “Tüm Kuğular Beyazdır” önermesini tümevarım yoluyla gözlem ve deneyle doğrulamak olanaksızdır. Poper'e göre bilimin yönteminin tümevarım değil tümdengelim olması ve bilimselliğin ölçüsü de doğrulama değil yanlışlama olması gerektiğini ileri sürülmektedir. Örneğin, tüm kuğuların beyaz olduğunu göstermek olanaksızken, bir tek kuğunun başka renk (rneğin siyah) olduğunu göstermek daha kolaydır. Bir genel önerme tek bir yanlışla rtlebilir. Bilimin lt doğrulama değil yanlışlamadır.

- Bilimi bir etkinlik süreci olarak tanımlayanlardan **Thomas Kuhn**'a göre, bilim olguları tanımlayan rasyonel bir etkinlik değildir, bir etkinlik sürecidir. Bu süreci yönlendiren olgular ve mantık değil, bilim insanlarının oluşturduğu topluluk ve onların çalışmalarıdır. Bilim ancak bu süreci incelemekle anlaşılabilir.



- Kuhn bilimsel süreci oluşturan adımları sırasıyla açıklar. Bu süreç kendini yenileyerek tekrar eder durur. Bilim statik bir sonuç değil, **sürekli devrimlerle ilerleyen** bir etkinliktir. Bilim öncesi dönem tüm bilimler için bir hazırlık dönemidir. Bu dönemde bilim insanlarının bilimsel bakışı ve anlayışı yoktur. Bilimsel olsun veya olmasın bilgi için çeşitli yöntemler ve kuramlar kullanılır. Bu kuramlardan birisi zamanla belirgin hale gelerek değer kazanır. Bu kurama veya bakış açısına Kuhn, **Paradigma** demektedir. Bilim topluluğu, kabul ettikleri paradigma ile ilk olguları açıklamaya çalışan ve araştırmalarında bu paradigmayı kullanan bilim insanlarından oluşur. Tek bir paradigma etrafında toplanılarak düzenli araştırmalar yapılan dönem **olağan bilim** dönemini başlatır.

- Bu dönemde kabul edilen **paradigmayı** hemen her tür alanda varolan problemleri çözme denemesi içine giren bilim insanları giderek daha ayrıntılı açıklamalar yapmaya başlarlar. Kuhn'a göre olağan bilim döneminde yapılan çalışmalar çoğalır fakat bu arada çözülmeyen problemlerin varlığı yine de devam etmektedir. Yavaş yavaş bir takım anomaliler, uyuşmazlıklar ve çözümsüzlükler ortaya çıkmaya ve daha belirginleşmeye başlar. Anomalilerin ve uyumsuzlukların artmasıyla bilim topluluğu bir **bunalım** sürecine girer.

Pradigmaya duyulan inanç ve güven sarsılır. Bunalım dönemi içinde bir bilim insanı çıkar yeni bir bakış açısı yani yeni bir paradigma öne sürer. Önceleri büyük tepki alan bilim insanı sonraları taraftar bulmaya başlar. Böylece, bir bilim insanının yeni paradigması etrafında yavaş yavaş yeni bilim insanları bir bilim topluluğu kurmaya başlar. Ne zaman ki yeni paradigma eski paradigmadan daha çok bilim topluluğuna sahip olursa **devrim** gerçekleşir. Kuhn bilimsel devrimin gerçekleşmesiyle yeniden olağan bilim dönemine geçildiğini söyleyerek, bilmin oluşma sürecini bunalımlar, devrimler ve olağan bilim olmak üzere süreceğini söyler. **Kuhn'a göre bilimin oluşum ve gelişimi bir paradigmadan diğerine geçişle olanaklıdır. Bu devrimsel bir etkinliktir.**

Marx (1818-83) ve Engels (1820-95), tüm insanlığın ilerlemesindeki temel devindirici gücün üretici güçlerin gelişimi –sanayi, tarım, bilim ve teknik– olduğunu açıkladılar. Bu gerçekten büyük bir teorik genellemedir ve bu olmaksızın genel olarak insanlık tarihinin hareketini anlamak olanaksızdır. Ama bu, bazılarının göstermeye çalıştıkları gibi, Marx’ın “her şeyi ekonomiye indirgediği” anlamına gelmez.

- Doğayı ve toplumu düşünmenin ve yorumlamanın bir yöntemi olan diyalektik, her şeyin sürekli olarak bir değişim ve akış halinde olduğu aksiyomundan hareket ederek, evrene bakmanın bir yolunu oluşturur. Ama bundan ibaret değildir. Diyalektik, değişim ve hareketin çelişki barındırdığını ve ancak çelişki yoluyla gerçekleşebileceğini açıklar. Böylece, söz konusu olan, pürüzsüz, kopuvsuz bir ilerleme çizgisi yerine, yavaş, birikimli değişimlerin (nicel değişim) yüksek bir ivme kazandığı, niceliğin niteliğe dönüştüğü, ani ve patlamalı dönemler tarafından kesintiye uğratılan bir çizgidir. Diyalektik, *çelişkinin mantığıdır*.

- İngiliz fizikçi ve felsefeci David Bohm'un sözleriyle:

Doğada hiçbir şey sabit kalmaz. Her şey sürekli bir dönüşüm, hareket ve değişim halindedir. Ancak, önceden gelen öncüller olmadan hiçbir şeyin içinden hiçbir şeyin birdenbire çıkmadığını keşfediyoruz. Benzer biçimde, hiçbir şey, kendisinden sonra varolan bir şeye mutlak surette yol açmama anlamında, bir iz bırakmadan kaybolmaz. Dünyanın bu genel özelliği, farklı türden muazzam büyüklükte bir deneyimler alanını özetleyen ve henüz, bilimsel ya da değil, herhangi bir gözlem ya da deneyle çelişkiye düşmemiş bir prensiple ifade edilebilir: her şey başka şeylerden gelir ve başka şeylere yol açar.

- Bilimin iki anlama gelebilen yapısı vardır.
- İlk olarak, daha güvenli ve kolay yaşam koşulları için insan yararına aletler ve araçların keşfi yada icadı anlamına gelir. (Bu anlamıyla bilim bir teknoloji yada mühendisliktir.)
- Bilimin ikinci anlamı ise çevremizdeki evrenin açıklanması yönünde düşüncelerimiz ya da inançlarımızdır. (Doğa Bilimleri)

- Yansız gözlem ve sistematik deneylere dayanan fiziksel dünya ve onun olgularına ilişkin bir bilgi sistemi olarak **bilimi** tanımlayabiliriz.
- Bir başka açıdan **bilim**, genel doğrular ve temel yasaların işleyiş tarzını içinde barındıran bir bilgi kovalama işlemidir.

Bilimin Tarihsel Gelişimi

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Eğer bilim bir olgu olduğu kadar, aynı zamanda aktif bir süreçse, o vakit, bilim ne zaman başlamıştır ?
- Bu sorunun yanıtını vermek o kadar kolay değildir.
- Bilimin tarihi, prehistorik çağlardaki köklerinden modern zamanlara kadar uzanan bir süreci kapsamaktadır.
- En yalın olarak bilim, doğal dünyanın bilgisidir.

Bir tür olarak Homo Sapiens'in ortaya çıkmasından bu yana insanoğlunun yaşamını sürdürebilmek için tanımak ve bilmek zorunda olduğu bir çok **düzenlilikler** vardır. Güneşin günlük “hareketi” gibi bazı hareketler gözlemlemek için basit olmalarına karşın, Güneş'in yıllık “hareketleri” için bunu söylemek güçtür. Her iki hareket önemli yersel olaylarla ilişkilendirilir. Gün ve gece insan varlığı için temel bir ritim sağlar, mevsimler hayvanların göçlerini belirler ki insanlar binyıllardır yaşamını sürdürmek için bunlara bağılıdırlar. Tarımın keşfiyle mevsimler, açlıktan ölmek için ekimin doğru zamanda yapılabilmesi için, çok daha önemli hale gelmiştir. Bütün bu olgular bilime ihtiyacın ilk ipuçları olarak kabul edilebilir.

- Bilimin ortaya çıkışı, yazının bulunuşundan öncelere gitmektedir. Arkeolojik kalıntılardan bilimin içeriğinin ne olduğu anlamak gerekir. Kemik ve geyik boynuzları üzerindeki düzgün çizgilerden ve mağara resimlerinden prehistorik çağda yaşamış insanların, yılın mevsimlerini ve zamanlarını özenli bir biçimde izleyerek doğanın yakından gözlemcileri oldukları anlaşılmıştır.

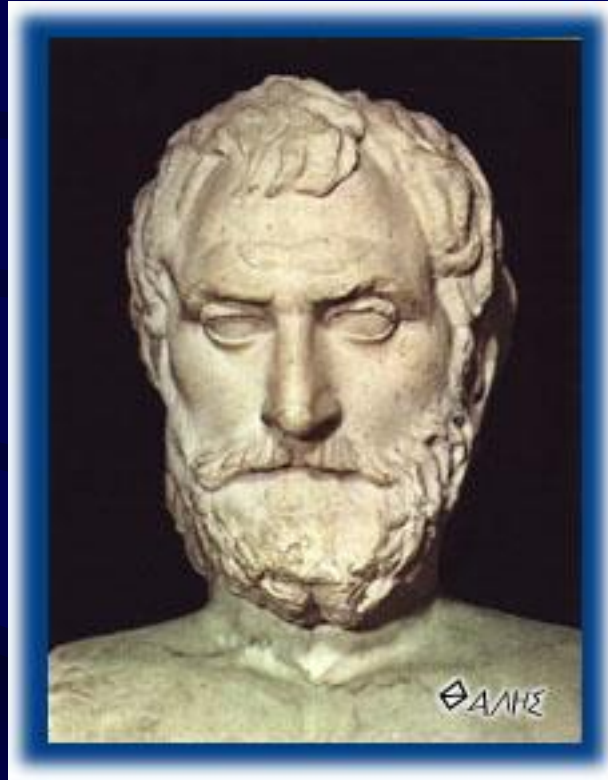
- İlk büyük teknolojik gelişme bundan yaklaşık 10 000 yıl önce hayvanların evcilleşmesi ve bitkilerin tarlalarda yetiştirilmesi ile başlamaktadır. **Tarım devrimi** olarak kabul edilen bu olayların birbirlerinden bağımsız olarak Orta Doğu'da, Doğu Akdeniz'de ve Amerika'da gerçekleştiği kabul edilmektedir. Her ne kadar bazı kesimler yerleşim yerlerinin tarım devriminden sonra oluştuğu görüşünde olsalar da, geniş bir kesim, kasaba, şehir gibi yerleşim yerlerinin, tarım devriminden önce olduğunu kabul etmektedir. Bunun en büyük nedeni, ticaret olarak gösterilmektedir. İlk kasaba ya da şehirler ticaret yollarının üzerinde veya kesiştiği yerlerde, ticaret yapabilmek amacıyla kurulmuştur.

- Tarım devriminden sonra geliştirilen teknolojiler arasında metallerin eritilmesi ve kullanımı, tekerleğin geliştirilmesi ve ulaşım ile çömlek yapımında kullanılması görülebilir. Bu dönemde ilk denizciler ortaya çıkmakta, inşaatçılığın gelişmesi ile büyük tapınaklar ve saraylar yapılmaktadır. Bunların yanı sıra, standart ağırlıkların, ölçümlerin ve paranın ortaya çıktığını da görmekteyiz.

- Bilim batıdaki olgun dönemine ulaşmadan önce çok değişik bölgelerde filizlenmeye başlamıştır. Ortaya çıkan ilk bilim olarak astronomi, matematiğin gelişmesinden çok dinle olan sıkı ilişkileri ile göze çarpmaktadır. Çinli bilginler bir takvim yapmışlar ve takım yıldızların konumlarını belirlemişlerdir. Hindistan'da bilimin gelişmesine ilişkin bilgiler daha sınırlıdır. Birinci derecede önem verilen olgular Güneş ve Ay'ın hareketleri olmuştur. Hint matematiği özellikle geometri ve cebir yönünden oldukça gelişmiştir. Orta Amerika'daki Mayalar, Avrupa ve Asya uygarlıklarından tümüyle bağımsız olarak karmaşık bir toplum düzeni kurmuşlardır. Bu toplumda astronomi ve astroloji önemli rol oynuyordu. Takvim mayalarda da hem pratik ve hem de dinsel amaçlara hizmet ediyordu. Güneş ve Ay tutulmalarıyla Venüs'ün konumu dikkatlice izleniyordu.

- Ancak, sistemli bir düşünce biçimi olarak bilim, yaklaşık MÖ 600 yıllarında Yunan filozofları ile başlatılmaktadır.

İlk Bilimci Kim? Thales ?

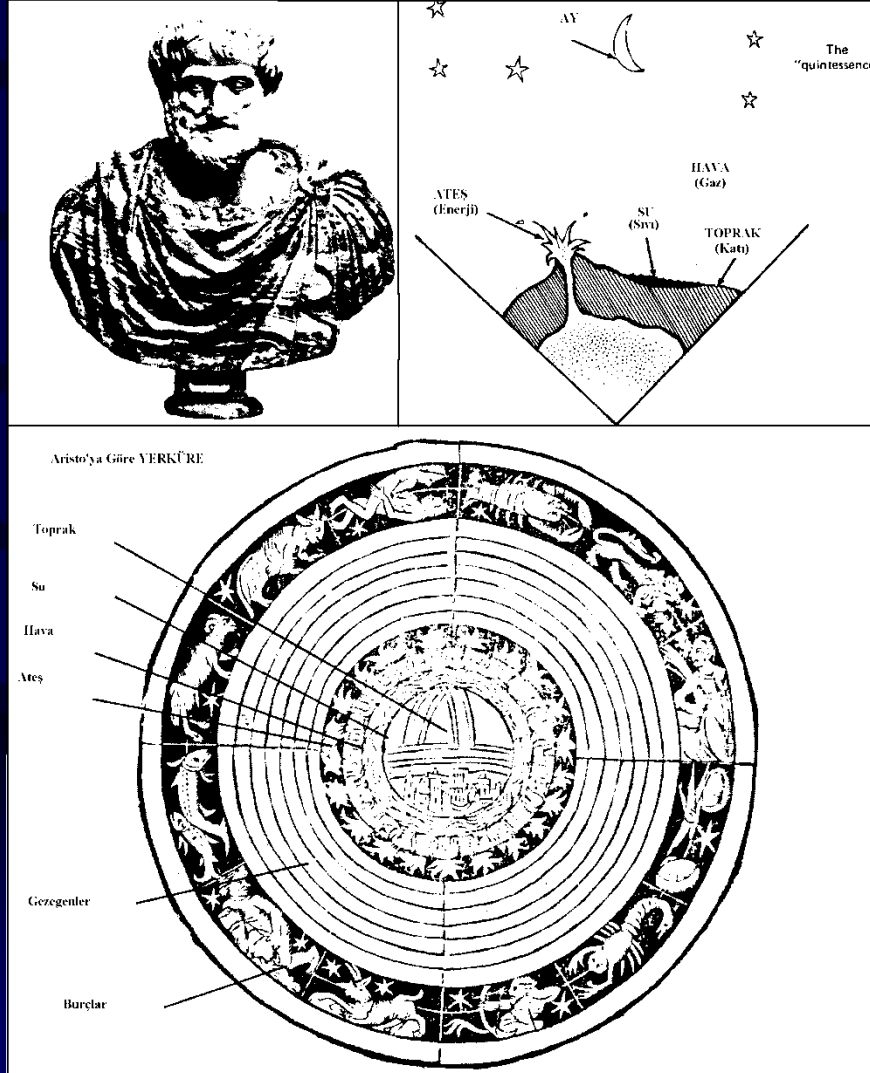


Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- MÖ 6. yüzyılda, Türkiye kıyısında şehir-devlet olan Miletus'da doğan üç İyonya filozofu, Thales, Anaximander ve Anaximenes, doğayı ilk olarak mitoloji ve din dışında, nedensellik içinde sorgulamaya başlamışlardır. Her ne kadar Yunan bilimi Mısır ve Babil düşünce ve pratiklerinin devamı olarak kabul edilebilirse de, Yunanlılar gözlemlerinin dışında ilk genel prensipler arayanlardı. Yunanlılar'dan önce bilim, asıl olarak gözlemlerin toplanması ve pratiğe uygulamasından ibaretti.

- Bilimin niçin ilk Yunan'lılarla geliştiği noktasında pek çok neden ön plana çıkmaktadır. Yunan'lılar denize açılan, merkezi olmayan ekonomiye sahip, şehir-devletlerde üst sınıf vatandaşlarca yönetilen insanlardı. Her ne kadar popüler bir din yaygınsa da, Yunan'lılarda katı organizasyona sahip din hiyerarşisi yoktu. Babil ve Mısır'da gerçekte dini liderlerin elinde olan bilim, Yunanlılarda sıradan insanların elindeydi. Bütün bunlar Yunanlılarda düşüncelerin özgürce ifade edilmesini sağladı. Dolayısıyla, felsefi düşünceler serbestçe tartışılabiliyordu. Yaradılış kuramı Yunan dininde yoktu. Bilim bir anlamda başlangıç hakkında kuramlar üreterek, dinin rolünü oynamaktaydı. Bununla birlikte, var olan dinle filozoflar arasındaki çatışmalar özellikle MÖ 5. yüzyılda keskinleşti. Bu keskinleşme Anaxagoras'ın Atina'dan sürülmesine, Sokrat'ın öldürülmesine, Aristo'ya saldırılmasına kadar vardı.

Grphe Dönemi: Aristo Yerküre Modeli



- MÖ 600 yıllarında, Yunan uygarlığının yükselişi ile sistemli düşünce biçimi olarak bilim gelişmeye başlamıştır. Bugünkü üniversitelerin yaptıklarına benzer bilimsel araştırmalar yapan “Academy”, “Lyceum” ve “Museum” gibi enstitüler gelişmiştir. “Academy” ve “Lyceum”un MS 529 da kapatılması ve “Museum” un harab edilmesinden sonra, bilim tarihinde Yunan çağının kapanmasına karşın, etkileri 1000 yıl veya daha fazla sürmüştür.

- Aristo bir biyologdu. Onun deniz hayvanları üzerine gözlemleri 19. Yüzyıla değin geçerliliğini korumuştur. Aristo için önemli olan kendiliğinden ortaya çıkan bütün etkinliklerin doğal oluşuydu. Bu nedenle araştırmanın uygun yöntemi sadece gözlemdi. Nesnelerin etkinliklerini ve gizli özelliklerini aydınlatmak amacıyla doğal koşulların değiştirilmesi demek olan deneyin doğal bir yöntem olmadığı için nesnelerin özünü açığa çıkarması beklenemezdi. Bundan dolayı Yunan biliminde deney hiç bir zaman önemli bir yer tutmamıştır.

Logos Dönemi

Yeryüzü ile ilgilenen bilim adamları için artık "tasvir" yetmemeye başlar. Tasvir edilen doğa olaylarının nedenlerine inilmeye çalışılır. Bu dönemi "Logos Dönemi" (yani akıl yürütmeye elde edilen mantıklı söz dönemi) olarak adlandırmak mümkündür. Logos akılla/tartışma ile üretilen sözdür (Oria, 1963). Yerküre üzerindeki bu araştırmalarda nitel (tasviri) yön yanında düşünmenin/sorgulamanın neden olduğu nicel yan da belirmeye başlar ve bu dönemde ge ve logos sözcüklerinin bileşkesi olan jeolojinin ilkel biçimi belirir. Bu türden araştırmalarda nitel yan (taşlar, fosiller, volkanların tasviri) ve nicel yan yani bunların nedeni üzerine düşünme onu matematize etme az da olsa vardır. Pliny'nin "Doğa Tarihi" isimli eseri bu sürecin ilk ipuçlarını verir. Aynı zamanda Lucretius'un dilimize Evrenin Yapısı olarak çevirilen "De Rerum Natura" yani doğa yasaları üzerine eserinde de bu görülebilir. Bu dönemin en önemli eseri Lyell'in "Principle of Geology" (Jeolojinin İlkeleri) dir.

- İslam uygarlığı döneminde matematik ve tıpta da önemli gelişmeler sağlandı. Yunan ve Hint matematik bilgileri birleştirildi. Bununla yetinilmeyerek, denklem çözme ve trigonometri geliştirildi. “Cebir” adı bu dönemde yetişen Muhammed İbn Musa el-Harezmi’nin kitabı “El Cebiri”den gelmektedir. Tıp, bu dönemde, İslam uygarlığında çok ileri durumdaydı. Öyle ki, İbn-i Sina’nın öğretileri uzun yıllar Avrupa’da kullanıldı. Tıbbın bu derece ileri olmasına karşın, İslam yasalarının ölülerin kesilmesini yasaklamasından dolayı, anatomide ilerleme sağlanamadı.

- İslam biliminin en yüksek düzeyli periyodu 10. yüzyıla atfedilir. Bu dönemde El Kindi, fizik ve felsefe üzerine ve Ebu Bekir Razi de tıp konusunda, kızamık ve çiçek hastalığı üzerine önemli çalışmalar yapmışlardır. En önemli bilginlerden biri de optik üzerine çalışan İbni Haytam'dır. Yazdıkları latinceye çevrilmiş ve Roger Bocom tarafından çalışmalarında kullanılmıştır. 11. Yüzyılda el-Hazen matematik üzerine çalışmalar yapmıştır. İbni Sina o zamanın bilinen bütün bilimleri üzerine çalışmıştır. Onun "Kanun" isimli tıp üzerine eseri bu uygarlığın en büyük kazanımlarından biridir ve Avrupa Üniversitelerinde yıllarca tıp konusunda temel ders kitabı olarak okutulmuştur. Çağdaşı Biruni, coğrafya, astronomi ve felsefe üzerine önemli çalışmalar yapmıştır.

AVERROES'
TAHAFUT AL-TAHAFUT

(The Incoherence of the Incoherence)

TRANSLATED FROM THE ARABIC
WITH INTRODUCTION AND NOTES
BY
SIMON VAN DEN BERGH

	Dönem	Tarihler (Yaklaşık)	Önemli Olaylar ve Düşünceler
	Babil Mısır	MÖ 4000'den MÖ 500'e	Babil astronomisi; Mısır kültürü; Astronomik veri ve geometrik şekillere yönelik gözlemsel bilgiyi işaret eden pramitler
	Erken Yunan (MÖ 500'e kadar)	500	Pisagor, harmoni yasası, Pisagor kuramının kanıtlanması, irasyonel sayılar, sayılar dünyası
	Yunan Dönemi MÖ 500'den MS 300'e	400	Plato; saf biçimler doktrini
		300	Öklid, dedüksiyon yönteminin sistematik kuruluşu; Aristo, sistematik bilim, felsefe, estetik
		MÖ 250	Eratostanes; Yer'in çapının ölçülmesi
		MS 150	Ptolemy; Almagest adlı astronomik gözlemler üzerine sistematik ve etkileyici bir yapıt
		200	Galen; Anatomik Gözlemler
		300	Diophantus; Onun "Cebir" adlı eseri yunanlıların bilgiye en büyük katkısıdır

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;

Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Dönem	Tarihler (Yaklaşık)	Önemli Olaylar ve Düşünceler
Karanlık Çağlar	600 -1500	Bu dönem sırasında, bilimsel düşünceler Avrupa'da çok az ilerlemiştir. Platonun felsefesi etkisinde hristiyan teolojisinin gelişimi. Özellikle Sn. Augustin ve diğer kilise babaları tarafından geliştirilmiştir.
MS 300'den yaklaşık 1100'e kadar olan dönem		İslam kültürü ön plana çıkmıştır. Yunan düşüncesi Arapça'ya tercüme edilmiş, kritize edilmiş ve genişletilmiştir. Daha sonra da latinceye tercüme edilmiştir Sıfır keşfedilmiştir. Hintlilerden sayılar sistemi müslümanlar kanalıyla ortaya konmuştur.
Orta Çağlar		Ömer Hayyam; şair, astronom, matematikçi olarak cebir'in gelişimine islam dünyası tarafından yapılan büyük katkı İbni Rüşd; Yunan düşüncesini çeviriler ve kritikler yoluyla yeniden ortaya koyan düşünürlerden biri
Rönesans 1450'den 1600'e kadar olan süreç		Maimonidler; Bilimsel bilgiyle ilgili Yahudi teolojisi Thomas Aquinas; Hristiyan teolojisi ve Aristo felsefesinin sistematik ve etkileyici kombinasyonu Dante; Aristo'ya dayanan ortaçağ astronomisinin şiirsel sunumu Gutenberg; matbaanın icadı Leonardo Da Vinci; Olağanüstü bilimsel düşünceler içeren notlar

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;

Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Bilim Dönemi

Bilim: kontrollü deney/gözlem ve
akıl yürütmeye dayalı bilgi
üretimi

Tarihsel İzler

Newton dönemine gelindiğinde (yada bir başka açıdan Gilbert'in dönemine) nitel yan ve buna eklenen düşünme/tartışma yetmemeye başlar. Newton, "Principia" adlı eserinde doğanın matematiksel ilkelerini araştırır. Diğer taraftan Gilbert, deneyin doğa yasalarını keşfetmedeki önemini "De Magnet" (Mıknatıs Üzerine) isimli eserinde ortaya koyar. Bunlar modern jeofiziğinin ilk ipuçlarıdır. 1800'lerde, Yerküre üzerine araştırmalarda "Bilim Dönemi" adını vereceğimiz dönem jeofizikteki ilk meyveleriyle ortaya çıkar. Depremleri gözlemek yetmez, onu kaydeden bir alet, Milne tarafından 1880'de yapılır (Bath, 1974). Yani deney işin içine girer. Yerin ortalama yoğunluğu ve kütlesi için ölçüm ve hesaplar yapılır (Clairault (1713-1765). Fiziğin yanında matematik de işin içine girer. Gauss yermağnetik alanının kaynağını fiziksel ölçümlere uyguladığı matematik bir yolla araştırır. Gauss'un uzun yıllar çalıştığı Almanya'daki Göttingen Üniversitesi, bu yüzyılın hemen başında Jeofizik eğitime bir enstitü ile başlar. Jeofizikle ilgili verilerin kaydedilmesinde ve bunların yorumlanmasında gelişmeler sağlanır. Odham, Guttenberg ve Mohorovicic gibi jeofizikçiler yerin iç yapısına ait ilk bilimsel verileri kullanırlar ve sonuçlarını elde ederler. 1919'da Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği kurulur. 1920'lerde jeofiziğin ekonomik yönü petrol aramalarına başarıyla uygulanmasıyla ortaya çıkar. Petrol yüzyılın enerji sorunu büyük ölçüde çözer. Bu yüzyılın ikinci yarısında "Uluslararası Jeofizik Yılı", "Uluslararası Jeodinamik Projesi", "Uluslararası Hidroloji On Yılı", gibi etkinlikler jeofiziğin bilim ve insanlık dünyasına sunduğu armağanlardır.

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi,

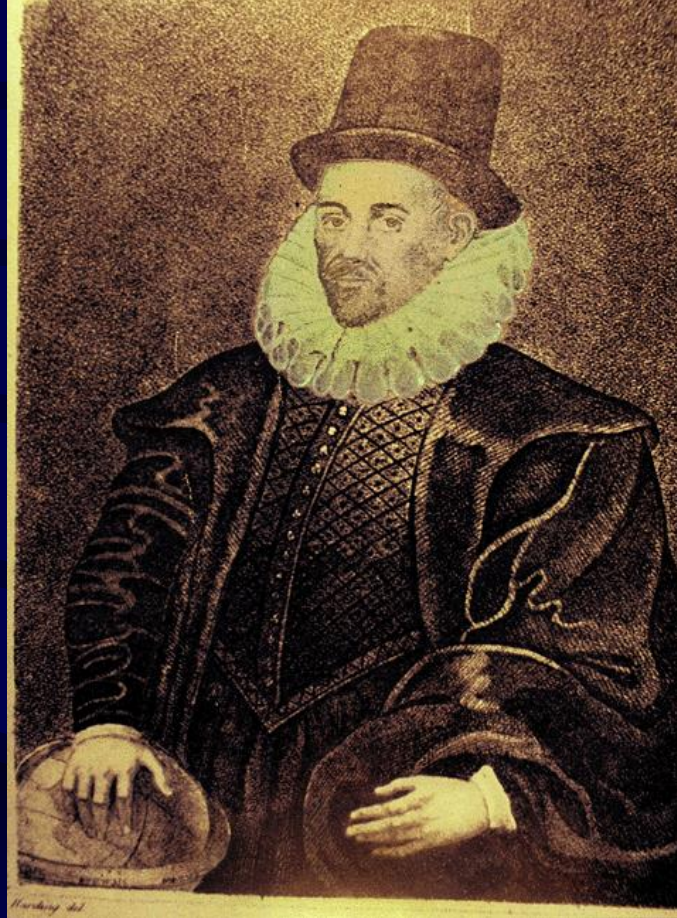
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Newton(1642-1727)



Doç. Dr. Ferhat OZÇEP

William Gilbert'i (1540-1603)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Henry Cavendish (1731-1810)



Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Von Humboldt (1769-1859)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Karl F. Gauss (1777-1855)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Dönem	Tarihler (Yaklaşık)	Önemli Olaylar ve Düşünceler
Bilimin Modern Çağı (Klasik Dönem 1600'den 1900'e kadar olan dönem)	1500 -1650	Erasmus; Rönesansın tipik hümanist düşünürü Colombus ve Magellan; Keşifler Copernicus; Astronomi üzerine büyük çalışma (1543) Cardan; Cebir üzerine sistematik denemeler Vesalius; İnsan vücudunun anatomisi (1543) Galileo; Düşen cisimler yasası (1602) Harvey, kanın dolaşımı (1618) Kepler; gezegen hareketi yasası (1609-15) Gilbert, Mağnetizma Üzerine, (1602) Bacon, Novum Organum (1612) Descartes, Analitik Geometri (1637) Boyle; Gazlar ve kimya üzerine önemli çalışmalar Pascal ve Fermat; Olasılık kuramının temelleri Newton; bütün zamanların en büyük bilimsel eseri kabul edilen "Doğa Yasalarının İlkeleri" (1687)

Dönem	Tarihler (Yaklaşık)	Önemli Olaylar ve Düşünceler
Aydınlanma Çağı (18. Yüzyıl) Bilimde Yeni Dönem	1750 -1900	Watt, buhar enerjisi (1769) Gauss, 1802'deki çalışmalarıyla modern matematik analizde yeni bir çağı başlatır Dalton, Atom Kuramı, (1808) Avagadro, hacim içindeki molekül sayısı Volta ve Galvani, ilk elektrik deneyler Joule ve Mayer; Enerji korunum yasası Darwin; Türlerin Kökeni eseri (1859) Rieman, Non-öklid Geometri Faraday; Elektrik deneyler Maxwell, "Elektrik ve Manyetizma üzerine Denemeler" kitabı (1873) Gibbs, istatistiksel mekanik üzerine çalışma Einstein, Özel Relativite Kuramı (1905) Planck; Kuantum Kuramı (1903) Roentgen ; X ışınları (1895) Bequerel, Curie, Rutherford; Radyoaktivite Bohr; Atomik Yapı (1903) Heisenberg, Dirac, Schrodinger; Kuantum Mekanik Fermi ve diğerleri; Nükleer Fizik Urey, Gamow, Hoyle ve diğ.; Yeni Astronomi Cantor, Russel, Whitehead, Hilbert, Gödel; Soyut matematik

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;

Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

MÜHENDİSLİK/TEKNOLOJİ TARİHİ

- Mühendis anlamına gelen ingilizce “engineer” sözcüğü ilk olarak ortaçağlarda (1000-1200) kullanılmıştır. Sözcüğün kökeni “engine” ve “ingeneous” dur ve latince yaratmak anlamına gelen “in generare” sözcüğünden gelmektedir.

*“Sanat yapmaktır, bilim bilmek fakat
mühendislik ne yaptığını bilmektir”*

Albert Einstein

Kirby ve diğ. (1990)'a göre mühendisliğin gelişimi sekiz ayrı tarihsel dönemde incelenbilir:

- Yiyecek üretimi üzerine devrim (MÖ 6000-3000)
- Kent Toplumunun Ortaya Çıkışı (MÖ 3000-2000)
- Eski Yunan Biliminin Doğuşu (MÖ 600-300)
- Güç kaynaklarında Devrim (Orta Çağlar)
- Modern Bilimin Doğuşu (Onyedinci Yüzyıl)
- Buhar ve Endüstri Devrimi (Onsekizinci Yüzyıl)
- Elektrik ve Uygulamalı Bilimin Başlangıcı (Ondokuzuncu Yüzyıl)
- Otomatik Kontrol Çağı (Yirminci Yüzyıl)

- Bilim, teknoloji ve mühendislik arasında karşılıklı bir etkileşim bulunmaktadır. Bilimsel araştırmalar sonucu ortaya çıkan yeni teknolojiler, hemen mühendislik uygulamalarına yansıyabilir ya da mühendislik uygulamalarından ortaya çıkan teknolojiler bu kez bilimin ilerlemesine öncülük edebilir.

- Mühendislik tarihinin 5000 yıl önceye, Mısır ve Mezopotamya Uygarlıklarına kadar uzandığı ve bu dönemlerde başladığı yönünde hakim bir görüş vardır. Gerçekten de bu uygarlıklarda yapılan yapı ve su işlerinde ilkel de olsa bugünkü mühendislik tanımına uygun düşen bilimsel verilerden yararlanıldığı bilinmektedir. Örneğin, pramitlerin yapımında basit de olsa geometri ve matematiğin kullanıldığı tüm araştırmacılarca kabul edilmektedir.

- Mühendislik ve özellikle mühendiliğin alt yapısı olan temel bilimler, Helenistik dönemde büyük gelişme göstermişlerdir. Eski Yunanistan'da düşünürler daha çok felsefe ve mantık üzerinde çaba sarfederken, Anadolu'daki çağdaşları temel ve uygulamalı bilimlerde önemli çalışmalar yapmışlardır. Çağdaş bilimin temel taşlarını oluşturan Thales, Pitagoras, Anaksimandros, Heraklit gibi bilim adamları/doğa filozofların büyük çoğunluğu Anadolu insanıdır.

- Roma dönemindeki bilimsel gelişme, Helenistik dönem kadar çarpıcı olmamakla birlikte, mühendislik alanında ilerlemeler kaydedilmiştir. Roma'lı yöneticiler imparatorluk topraklarında egemenliklerini sürdürebilmek için ulaşım büyük önem vermişlerdir. Romalı inşaat mühendisleri yaptıkları yollar ve köprülerin bir çoğunun günümüze kadar ayakta kalması bu başarının en iyi örneklerini oluşturmaktadır. Romalılar ayrıca, askeri amaçlarla kaleler, surlar ve limanlar inşa etmişlerdir. Kentlere su getirmek için yapılan su kemerleri de sivil mimarinin en önemli ürünleridir. Çimento harcı da ilk kez Romalılar tarafından kullanılmıştır.

- Rönesansla birlikte bilim ve sanat alanında önemli adımlar atılmıştır. Doğal olarak bilim ve sanat alanında büyük adımlar atılırken, mühendislikte de önemli ilerlemeler olması kaçınılmazdı. Bu dönemde inşa edilen katedral ve saraylar sadece sanat açısından değil, mühendislik açısından da oldukça görkemlidir. Rönesansın en önemli kişisi bir sanatçı ve bir bilim adamı olduğu kadar bir mühendis de olan Leonardo da Vinci'dir. Geçekleştirdiklerinin yanısıra tasarladıkları ile de bizi büyüleyen bu büyük usta çağının çok ilerisinde bir bakış açısına sahipti.

- 1750'lerde mühendislik; madencilik, imalat ve taşımacılık sektörlerinde gelişim göstermiştir. 1760'larda James Watt, buharla çalışan motoru üretmiştir. İmalatçı, Matthew Boulton'un desteği ile yüzlerce motor imal etmiştir. 1800 yılında, 500 Boulton ve Watt motoru İngiltere'de madenlerde, tekstilde ve demircilik sektöründe kullanımda idi.
- 1780-1900 arasındaki dönemde taşımacılıkta büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Bu dönemde İngiltere'de büyük kanallar inşaa edilmiştir.

- Endüstri devrimine kadar formel bir mühendislik eğitimi yoktur. Bugün yapıtlarını hayranlıkla izlediğimiz ustalar çıraklıktan yetişiyordu. Endüstri devriminin sonucu olarak kurulan mühendislik okulları ve oluşturulan standartlarla “ustalık” dönemi sona eriyor ve çağdaş mühendiliğin temeli atılıyordu. İlk mühendis okulu Fransa’da 1757’de kurulmuştur. Ecole Polytechnique’in kuruluşu ise bundan otuzbeş yıl sonradır. Osmanlı devletinin okul kurma konusunda oldukça hızlı davranıp 1773’de Mühendishane-i Bahri Hümayun’u ve 1795’de Mühendishane-i Berri Hümayun’u kurması oldukça ilginçtir.

- 19. yüzyılda, bir güç kaynağı olarak elektriğin gelişimi mühendislik başarıları açısından en önemli olgulardan biri olarak görülmektedir. 19. yüzyıl sonu ile elektrik gücü uygulamaları iyi bir şekilde kurulmuştur. Samuel Morse tarafından 1843’de temelleri atılan telgrafla iletişim Kuzey Amerika ve Avrupa arasında denizaltı kablolarıyla oluşturulmuştur.
- 19. yüzyıl ayrıca, bir meslek olarak mühendisliğin tanındığı bir yüzyıldır. İngiltere’den John Smeaton ilk olarak “inşaat mühendisi” (civil engineer) sözcüğünü kullanmıştır. Onun 1771’de bir mühendislik birliği kurma yönünde çabaları olmuştur. 1818’de bir grup İngiliz genç mühendis, “Institution of Civil Engineers” i (İnşaat Mühendisleri Odası) kurmuş ve Thomas Telford’u ilk başkan seçmişlerdir. Institution of Mechanical Engineers” (Makina Mühendisleri Odası), 1847’de kurulmuş ve George Stephenson ilk başkan olarak hizmet etmiştir. Amerika’da benzer formda bir çok birlik kurulmuştur.

- Yirminci yüzyılın ilk on yılı uygarlığımızın gelişmesinde önemli bir etki yapan çok sayıda önemli teknolojik gelişmeye sahne olmuştur. Yüzyılın hemen başında, mucitler ve mühendisler ilk uçuşu başardılar. Başarı 1903'de Wilbur ve Orville Wright kardeşlerden gelmiş ve yaptıkları uçaklarıyla 12 saniye havada kalmışlardır. Henry Ford'un, otomobillerin gelişiminde ve popülaritesinin artmasında büyük katkıları olmuştur.
- 1900 önceleri mühendisler ve bilim insanları su yapıları konusunda önemli ilerlemeler sağlamışlardır. Modern zamanlarda tamamlanmış ilk büyük inşaat projesi 1914'de açılan 50 mil uzunluğunda olan Panama Kanalıdır.

MÜHENDİSLİK FELSEFESİ

- Mühendislik tek bir cümle ile tanımlaması zor olan bir kavramdır. Bir görüşe göre, insan olarak gücümüz orijinal keşifler yapmaktan çok, bilimsel ilkelerin pratik uygulamalarında yatmaktadır. 1828’de İngiliz mimar Thomas Tredgold mühendisliği tanımlama yönünde büyük olasılıkla ilk girişimi yapmıştır. Tredgold mühendisliği, “insanın rahatı ve kullanımı için doğadaki büyük güç kaynaklarını yönlendirme sanatı” olarak tanımlamıştır. Bir diğer tanıma göre mühendislik, “insana yönelik bir değer ve kullanım aracı olarak değişik inşaat projeleri, makinalar, malzemeler tasarlamak ve üretmek için bilimsel ve amprik bilginin pratik uygulama sanatı” dır. Bu tanımda üç önemli kavram vardır: “bilginin uygulanması”, “tasarım ve üretim” ve “kullanım ya da değer”.

Sonuç

Panta cwrei, oudei menei.”

“Her şey akar, hiçbir şey durmaz.”

(Herakleitos)

die Philosophen haben die Welt nur verschieden interpretiert; es kommt aber darauf an, sie zu verändern (Karl Marx)

Mühendislik Tarihi

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Tarih öncesi çağlarda insanlar açlık, düşmanlar, iklimin zorlukları, mesafelerin zorlaması gibi sorunları ile başedebilmek için akıllı ve yaratıcı olmak zorunda idiler. Bu nedenle etrafta her zaman bir çok yaratıcı liderler ve danışmanlar (yani mühendis=engineer) vardı. Bu kişiler avlanma, tarım, savaş, alet ve araç geliştirme, ulaşım ve bir çok şeyin üstesinden gelmede teknikler geliştirdiler

- Mühendislik araçları

Yaklaşık Milattan 3000 yıl öncesinden beri süren bu gelişmeler giderek hızlandı. Temel sütunları, tekerlek, manivela gibi araçlar geliştirildi; yük taşımak ve sürüklemek için hayvan gücü, madenlere şekil vermek için ateş, sulama kanalları, maden işletme teknikleri gelişti.

Mühendisliğin anavatanı

- Bu eski çağ mühendisleri, Akdeniz çevresinde, Orta Doğu ve Anadolu topraklarının yetiştirdiği insanlardı. Örneğin eski çağların en büyük mühendislik eserleri arasında yer alan piramitler Nil vadisinde yapıldı.
- • Milat öncesi ve sonrası 5'er yüzyıllık dönemden oluşan 1000 yılda insanlar Helenistik döneme ait inanılmaz sayıda icat ve mühendislik eserleri yarattılar. Vida, su çarkı, vb. mühendislik araçları bu dönemden kalmadır.
- • Roma çağında ise bunlara ek olarak bina güçlendirme teknikleri, yollar, su kemerleri, su dağıtım sistemleri ve büyük kamu binaları yapılmaya başlandı.
- • Doğuda ise Çin'de su değirmenleri, döner fanlar, sallarda kullanılan sabit direkli yelkenler, vb. pek çok icadın yanı sıra, kağıt ve barut gibi malzemeleri

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;

Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Karanlık çağlar

- Batı medeniyetinde karanlık çağ olarak bilinen yaklaşık MS.500-1500 yıllarında dahi çok sayıda mühendislik aracı gelişmiştir. Örneğin mekanik saat, baskı teknikleri, özellikle matbaa bu dönemin eseridir. Demir ve alaşımların döküm teknikleri ile tekstil teknolojisi de Anadolu çıkışlı olarak bu dönemde gelişti.
- 16. Yy.da başlayan Rönesans büyük mühendis/mucit/sanatçı Leonardo Da Vinci'yi ağırladı. Bu dönemde daha çok mimar/mühendislerin büyük şatolar, ibadethaneler yaptıklarını görüyoruz. Su yapıları, yol ve köprüler ile büyük camiler yapan Mimar Sinan da bu çağda yaşadı. Savaş mühendisleri ise kaleler ve benzeri savunma yapıları ile savaş araçları geliştirdiler.

Leonardo da Vinci



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Mimar Sinan



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Sanayi devrimi

- 1750 – 1850 arasındaki yüzyıl Batı Avrupa'nın sanayi devrimine şahit oldu. Bu dönem gerçek mühendisliğin gelişmeye başladığı en önemli zaman dilimidir.
- Başta James Watt ve onun buhar makinaları olmak üzere çok sayıda mühendis/bilim adamı bu dönemde yetişmiştir.
- Whitworth gibi mucitlerin geliştirdiği döner bıçaklı kesme ve delme aletleri, torna ve benzer makineler sayesinde endüstri ürünlerinin seri üretimi mümkün olabildi.
- Bu dönemde yeni bir ulaştırma sistemi gelişti; Stephenson, Brunel gibi mucitler raylı sistemleri ve lokomotif geliştirdiler.
- Bu dönem aynı zamanda mühendislik eğitiminin de başladığı dönemdir; özellikle Fransa'da mühendislik, özellikle inşaat mühendisliği bir meslek olarak öğretilmeye başlanmıştır. Bu gelişme ilk kez askeri olmayan mühendislerin eğitiminin yapılması anlamındadır ve o yüzden “civil” dir. İnşaat Mühendisliğinin İngilizce karşılığı “Civil Engineering” buradan kalmadır.

Sanayi devrimi sonrası Amerikan uygulamaları

- • Avrupalı göçmeler ilk olarak Amerika'ya geldikleri 17.Yy.dan itibaren yenilikçi ve yaratıcı yöntemlerini de bu yeni kıtaya taşıdılar. Özellikle 18.Yy.dan sonra Avrupa'daki askeri tekniklerin bu kıtada da kullanılmaya başlandığı görülür.
- • 18.Yy.ın ikinci yarısından 19.Yy.ın başlarına kadar İngiliz mühendisliğinin etkili olduğu; bu dönemde inşaat mühendisliği ve daha sonraları makine mühendisliğine bağlı tüccarlığın Amerika'da önem kazandığı söylenebilir.
- • Bu dönemde kanal ve raylı sistemlerin Amerika'da çok yaygınlaştırıldığı görülür. Bunu hemen izleyen dönemde ilk profesyonel mühendislik topluluklarının (Mühendis Odaları) kurulduğu bilinmektedir.
- • Zaman ilerledikçe havacılık, su ve nükleer enerji, elektronik ve uzak mesafeli iletişim, madencilik ve

- Özetlersek..
- Mühendislik tarihi bir biriyle örtüşen dört temel fazdan geçmiştir diyebiliriz. Bunların her biri bir devrim ile birbirinden ayrılır:
 - • Bilim-öncesi devrim: Tarih öncesi icatlar çağından, Rönesanstaki usta mimar/mühendisler ve özellikle Leonardo da Vinci gibi bir mühendis yetiştiren dönem.
 - • Sanayi devrimi: 18-19.Yıllar arasında inşaat ve makine mühendisliğinin doğduğu ve mühendisliğin uygulamalı sanat dallarından çıkıp bilimsel esaslara dayalı bir meslek haline geldiği dönem.
 - • İkinci sanayi devrimi: İkinci dünya savaşı öncesi yüzyılda, kimya, elektrik ve diğer bilimlere dayalı mühendislik dallarının doğduğu ve elektriğin, telekomünikasyonun, otomobil, uçak, ve kütleli üretimin uygulanmaya başlandığı çağdır

- Bilim öncesi mühendisliğin esasları

Mühendisliğin ataları olan uygulamalı sanatçı ve ustalar, kullandıkları bilgileri esas olarak ustalarından ve deneyanıl metodu ile öğreniyorlardı. Hayal gücü ile geliştirilen insan gücü gerçekten de harika eserler ortaya çıkardı. O zamanlarda yapılmış bir çok eser hala ayakta ve gidip gördüğümüzde hayranlığımızı ifade etmekteyiz. Bu dönemin sonlarında yaşayan Leonardo da Vinci *Ingegnere Generale* ünvanını taşır. Notlarından anlaşıldığına göre o çağda bazı rönesans mühendisleri artık sistemli şekilde neyin nasıl çalıştığını sorgulamay

- Sanayi devrimi sırasında mühendislik
- Çağdaş mühendisliğin ilk dönemi Bilimsel Devrim zamanıdır. Galileo'nin *Two New Sciences (iki yeni bilim)* adlı eseri gündelik sorunlara bilimsel yaklaşım içerisinde sistemli açıklamalar getirmektedir. Bu eser bir çok mühendislik tarihçisi için bir başlangıç noktası sayılmaktadır; yapısal analiz, matematiksel gösterimler ve tasarım ilkeleri bu kitap ile başlamaktadır. Bu dönem ilk sanayi devrimine kadar sürmüştür. Bu sırada makineler, özellikle de buharlı makinelerin gelişip kol kuvvetinin yerini aldığı dönemdir.
- Devrim sırasında geleneksel düzende çalışan ustalar yerini çağdaş profesyonellere bıraktı. Özellikle rasyonel devrimin yaşandığı Fransa'da matematiksel esasları güçlü bir müfredat ile devlet desteği ile üniversitelerde inşaat mühendisliği eğitime başlandı.
- İngiltere'de ise daha deneysel yaklaşımlar hakimdi, onlar da makine mühendisliğinde öne çıktı

- İkinci sanayi devrimi
- • İkinci sanayi devrimi 1) elektriğin gelişmesi, yaygınlaşması ve sanayide uygulanması ile 2) kütleli üretim bir çok dalda yaygınlaşması ile meydana çıkmıştır.
- • Bu dönemde kimya ve elektrik mühendisliği, kimya, fizik bilimleri ile birlikte gelişmiş, kimya, elektrik ve telekomünikasyon endüstrileri alanında büyük önem kazanmıştır. Denizcilik ve okyanus çalışmalarında, havacılık teknolojisinde, otomatik kontrol dallarında ve en son endüstri mühendisliğinde kütleli üretim ve dağıtımın birer mühendislik dalı halini aldığını görüyoruz.
- • Mühendislik eğitimi müfredatı oluşturuldu, atelyeler laboratuvara dönüştü, Y.Lisans ve Doktora için Üniversitelerde ve dışında okullar kuruldu.

- Bilgi çağında mühendislik
- İkinci Dünya Harbi sonrasında bilim ve teknolojinin hemen her dalında bilgi artışı patlamaları yaşanmıştır. Özellikle soğuk savaş dönemi ve uzay teknolojisinin gelişimindeki çekim gücünü sembolize eden Sputnik etkisi bu patlamalara yol açtı. Mühendislik araştırmalarındaki patlama ise evvelce doğa bilimlerinin gelişimin ardından gelirdi; bu dönemde ilk kez dikkate değer bir ölçüye ulaştı. Mühendislik eğitiminde çok önemli gelişmeler oldu.
- Mühendislik kendine özgü çok önemli teoriler geliştirdi, öyle ki bilimsel sistematik içinde yaratıcılık, açıklama ve insan yapısı sistemleri kullanma adına kendisi bir bilim dalı haline geldi.
- Bütün bu karmaşık teknolojilere hakim olabilmek için mühendisler kendi kendilerini iyi yetiştirmek zorunda kaldılar, bu amaçla eğitim programlarında sürekli arayışlar içinde oldular, reformlar gerçekleştirdiler,

- Mühendislik ve yeni teknolojiler
- • Mühendislik yeni teknolojilerle birlikte ilerlemektedir. Elektronik teknolojisi, mikroelektronik, bilgisayar, yeni telekomünikasyon araçları ve metodları (İnternette cep telefonlarına kadar). Turbojet ve roket motorları ile hareket eden uzay araçları mühendisliği sayesinde ulaşılan menzile düşünilemeyecek kadar uzamıştır; bu uzay mühendisliğidir. Atom parçaları ve nükleer enerji ile ilgili kullanım alanlarının gelişimi ise nükleer mühendisliğini geliştirmektedir.
- • Malzeme laboratuvarlarından çıkan ve daha önce görülmemiş miktardaki inanılmaz boyutlu bilgiler ise malzeme bilim ve mühendisliğini meydana getirmiştir..
- • Mikroelektronik, iletişim ve bilgisayar mühendisliğinin gelişmesi sayesinde bilgi devrimi yaşanmaktadır. İnsanların sahip olduğu ve ulaşabildiği bilgiler sayesinde, insan beyin gücünün makinelerin gücünden çok daha üstün olduğu anlaşılmıştır. Bu dönemde mühendislerin yüksek lisans eğitiminin artış gösterdiği, geniş ölçekli araştırma ve geliştirme organizasyonlarının yapılmaya başlandığı görülmektedir.

- Gelecekte mühendislik
- Şimdiye kadar fiziki bilimler; yani fizik ve kimya teknolojinin gelişmesinde rol oynadı. Bunlar rollerine devam edeceklerdir; örneğin hızla gelişen nanoteknoloji, mikroelektronik devriminin önüne bu sayede geçebilir. Daha başka dallar da bu fiziki bilimlere katılacaktır; biyoloji bunların başında sayılmaktadır. Özellikle moleküler ve genetik biyoloji teknoloji alanına girmeye başlamıştır.
- Biyoteknoloji çoklu disiplin yapısına sahiptir; biyolojiden, biyokimyadan, fizik, bilgi işlem, ve bir çok başka mühendislik dalından girdileri vardır. Bu ve buna benzer şekilde geleneksel hale gelmiş entelektüel disiplinler geleceğin yen teknolojilerini şekillendirmede önemli rol

Jeofiziğin Yapısı ve Tarihsel Gelişimi (Genel Bir Bakış)

Ders II

Kapsam

- İlk Çağlar : Tarih/Felsefe Arakesiti
- Orta Çağlar
- Modern Jeofizik

*Hayatta en gerçek yol gösterici
bilimdir”*

*“Tarih yazmak, tarih yapmak
kadar önemlidir”*

Kemal Atatürk

Problem

Yerküre, zaman ve ortam (mekan) boyutunda sergilediği olaylarla bizlere gizlerini açığa vurur. Zamana bağlı özellikleri ile Yerküre, kimi zaman depremler, volkanlar, heyelanlar gibi tehlikeli doğa olayları olarak ya da kimi zaman da yağmurlar, karlar ve heyecan verici dalgalar gibi olağan doğa olayları olarak kendi dinamiğini (fonksiyonunu, evrimini) sergiler. Bununla birlikte, Yerküre'nin ortam (mekan) özellikleri ile bazen bize Himalayaların görkemiyle düşünce ufkumuzun sınırsızlığını anımsatan, bazen de çöllerin bitmez tükenmezliği, bıktırıcı tekdüzeliği ile sonsuzluk içindeki hiçliğimiz duyumsatan yapısı vardır.

Bir bütün (ya da sistem) olarak Yerküre'nin bu yapı ve dinamiği (fonksiyonu) ilkçağlardan günümüze kadar insanoğlunun, gerek bilimsel merakını gidermek ve gerekse ekonomik çıkarlarını doyurmak için sürekli ilgi odağı olmuştur.

Jeofiziğin Felsefî Gelişimi: İlk Çağlar

Jeofiziği bilim kılan özellik nedir? diye en temel sorudan başlamak gerekir. Ya da jeofiziğin tarihsel gelişimi konusunda bir çok çalışmanın sahibi olan Schröder (1981)'in deyimıyla "Niye "Jeofizik" diye bir sözcüğe gereksinim duyulmuştur?"

Jeofizik Sözcüğünün Kökeni

- Almanca Jeofizik anlamına gelen "Geophysik" sözcüğü, bilindiği kadarıyla, ilk olarak 1844'de Fröbel tarafından kullanılmıştır. O, hocası Christian Friedrich Schönbein (1799-1868)'e yazdığı mektuplarda jeofiziği tartışmıştır. Bununla birlikte basılı olarak jeofizik sözcüğü 1834 ile 1880 yılları arasında görünür. Fröber tarafından yazıldığı sanılan fakat Meyers Grosses Conversationslexikon adlı eserde anonim olarak yazılan ve basılan "Geophysik" maddesi vardır. Carl Friedrich Naumann (1797-1873) terimi Lehrbuch der Geognosie isimli kitabında terimi yeni bir bağlamda kullanmıştır. Naumann jeofiziği sınırlı bir anlamda kullanmıştır. Jeofizik terimi 1860'lar ve 1870'ler boyunca düzensiz olarak görülür. 1863'de Adolph Muhry (1810-1888) sözcüğü meteoroloji ve klimatoloji ile ilişkili olarak kullanır. 1870'lerde, Georg von Neumayer (1826-1909) sözcüğü okyanusları içerecek şekilde ve Ferdinand von Richthofen (1833-1905) katı Yerküre'yi içerecek şekilde kullanır. İngilizcede, İtalyanca'da ve büyük olasılıkla diğer dillerde ilişkili terimler vardır. Herschel "terrestrial physics" sözcüğünü kullanılır.(Herschel, 1840). Angelo Secchi (1818-1878), Ernesto Sergent, ve Francesco Denza (1834-1894), ve diğer italyanlar "fisica terrestre" terimini tercih ederler. Secchi (1879) ve Sergent (1868) öğrencileri için "physical terrestrial" konuları sunarlar. Denza (1882)özel olarak meteorlojiyi yer fiziğinin (terrestrial physics) bir bölümü olarak tartışır.

PHYSICS
OF THE
EARTH'S CRUST.

BY

THE REV. OSMOND FISHER, M.A., F.G.S.,
DIRECTOR OF HARTON, HON. FELLOW OF KING'S COLLEGE, LONDON, AND LATE
FELLOW AND TUTOR OF JESUS COLLEGE, CAMBRIDGE.



London:
MACMILLAN AND CO.

1881

[The Right of Translation and Reproduction is reserved.]

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Beiträge zur Geophysik

Zeitschrift

für

physikalische Erdkunde

Herausgegeben

von

Prof. Dr. Georg Gerland

III. Band

Mit 162 Textfiguren, 1 Lichtdrucktafel, 1 Karte und 2 Tabellen

Leipzig

Verlag von Wilhelm Engelmann

1898.

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

JAHRBUCH
der
Astronomie und Geophysik.

Enthaltend die wichtigsten Fortschritte auf den Gebieten
der
Astrophysik, Meteorologie und physikalischen Erdkunde.

Unter Mitwirkung von Fachmännern
herausgegeben

VON

Dr. Hermann J. Klein.

VII. Jahrgang 1896.

Mit 5 Lichtdruck- und Chromotafeln.



EDUARD HEINRICH MAYER
Verlagsbuchhandlung
Leipzig 1897.

Jeofizik Biliminin çeşitli tanımları

- Jeofizik, Yerküre'nin merkezinden atmosferin en uç bölgelerine kadar olgular ve süreçler ile ilişkili bir bilim dalıdır (International Dictionary of Geophysics, 1968).
- Jeofizik, Yeryuvarı'nın fiziksel olgularının incelenmesidir (Hand Wörterbuch der Meteorologie, Karl Keil, 1950).
- Jeofizik, Yer'in içinde ve dışında yer alan enerji kaynaklarının meydana getirdiği ve getirmekte olduğu, fiziksel yapısını, fiziksel olayları, fizik büyüklükler cinsinden ortaya çıkararak, sürekli veya süreksiz ölçü ve kayıtlar yaparak etüd eder (Tezcan, 1973, Jeofizik olarak Jeotermal Sistemler Jeotermal Enerji Alanları, Türkiye Birinci Jeofizik Bilimsel ve Teknik Kongresi Tebliğleri).
- Jeofizik, Yer'in katı küreleri ve onun sıvı (hidrosferik) ve gaz (atmosferik) çevrelerinde oluşan fiziksel süreçler, yerin bütün fiziksel özelliklerini kapsayan bilimler kompleksidir (Great Soviet Encyclopaedia, V. 6, McMillan Inst.).
- Fiziğin araştırma yöntemlerinin kullanarak Yerküre'yi incelemektir. İlgi alanının sınırları binlerce santigrat derece sıcaklıklarda ve 1.500.000 atmosfer basınçta materyallerin bulunduğu yerin derin içlerinden, onun okyanus havzaları ve şaşırtan düzensizlikleri ile yerkabuğuna, yukarı atmosfere değin uzanır (Encyclopaedia Britanica, 1962, vol. 10).

- Jeofizik bütün olarak Yerküre'nin iç çekirdeğinden üst atmosferin Güneş'le birleştiği yakın-uzaydaki bölgelere kadar incelenmesi dir (The Harper Encyclopaedia of Science, 1969, c. 2).
- Yerküre'nin yüzeyi ve özellikle içine etki eden fiziksel kuvvetlerin incelenmesidir (The McMillan Encyclopaedia, 1991).
- Jeofizik, Yerküre'nin ve onun doğrudan doğruya çevrelediği uzayın fiziği ile Yerküre ve Yerküre dışı kuvvetler ve olaylar arasındaki etkileşimdir (Handbook of Physics).
- Jeofizik, Yerküre'de ve onun çevrelerinde oluşan belirli doğal olaylarla ilişki kuran ve olayları açıklayan fizik dalıdır (International Dictionary of Physics c. 3 Pergomon Press, 1961).
- Jeofizik, Yerküre'nin fiziksel özelliklerinin ve yapısını araştırılmasıdır (K. E. Bullen, 1974).
- Jeofizik, Güneş ve Ay'ın çevresindeki etkiler de dahil olmak üzere Yerküre'nin doğal fiziksel olaylarını içermektedir (Barthels, J. and Angenheister, G., 1969, Geophysik).
- Geniş olarak algılandığı biçimiyle Jeofizik, fiziğin ilkelerinin Yerküre'nin fiziksel problemlerine sıkı matematik analizin uygulanmasını uzmanlık edinir.

- Jeofizik, "Yer'in Fiziği" anlamına gelir. Fizikte, yerin mağnetik, elektrik ve gravite alanları elemine edilirken, jeofizikte bu alanlar özellikleri ve etkileri yerin bölümlerinin yapısı ve özellikleri araştırılır (Gutenberg, 1932).
- Jeofizik Mühendisliği yer altındaki, maden, mineral, petrol, doğal gaz ya da suyun incelenmesi ve konumunun saptanmasını bilimsel yöntemlerle yapan bir mühendislik dalıdır (Websters Third New Int. Dictionary, 1986).
- Jeofizik, fiziğin ilkelerinin yerkürenin incelenmesine uygulanması demektir. Jeofiziği; katı yerkürenin fiziği, okyanusların fiziği ve atmosfer fiziği diye sınıflandırabiliriz (Ergin, K., 1973. Uygulamalı Jeofizik, İTÜ Yayınları).
- Jeofizik, açık biçimde fiziğin bir dalı olarak tanımlanır (Dohr, 1982).
- En geniş anlamıyla jeofizik bilimi; Yerküre Ay ve gezegenlerin incelenmesine fiziğin uygulanmasıdır (Reynolds, 1997)

- Jeofizik, fizik yöntemlerini kullanarak Yerküre gezegeninin incelenmesidir (Sharma, 1997)
- Jeofizik, fiziğin ilke ve yöntemlerini kullanan yer bilimin (earth science) bir dalıdır. Konusu Yerküre'nin yapısı, fiziksel koşulları ve evriminin etkilediği bütün fiziksel olgulara dokunmaktadır (Lapidus, 1987).
- Jeofizik bilimi aslında bir bütün olarak Yerküre'nin yapısı ve biçiminin incelenmesiyle ilişkilidir (Griffits ve King, 1965).
- Jeofizik, fiziksel özellikleri, yapısı ve bileşimine özel bir ilgi ile Yerküre'nin fiziğinin incelenmesidir (Jakosky, 1961).
- Yüzeyinde ve yukarısında fiziksel ölçümler kullanarak Yerkürenin incelenmesini Jeofizik olarak anlamlandırırız (Dobrin ve Savit, 1988).
- Jeofizik adının da belirttiği gibi Yerküre ve onu çevreleyen atmosferin fiziğiyle ilişkilidir (Telford, Geldart, Sheriff ve Keys, 1976).
- Fiziksel yöntemler ve ölçümlerin Yerküre'ye uygulanması jeofizik olarak bilinir (Sleep ve Fujita, 1997).

- Yerküre Fiziği anlamına gelen jeofizik; Gezegenimizin içinin, okyanusların, atmosferin ve uzayın fiziğini kapsayan çok geniş bir konudur (Fowler, 1990).
- Jeofizik, (1) çekirdeğinden en dış atmosfere değin Yerküre'nin bütün kesimlerinin fiziğidir, (2) Fiziksel yöntemlerle Yerküre'nin incelenmesidir (Challinor, 1973).
- Jeofizik, nicel fiziksel yöntemlerle Yerküre'nin incelenmesidir (Bates ve Jackson, 1984).
- Jeofizik; Yerküre ve gezegensel cisimlerin fiziksel özellikleri ve fiziksel süreçleri ile bunların yorumlanmasının bütün yönlerini/kavramlarını kapsayan bir bilimdir (Allaby ve Allaby, 1989).
- Jeofizik; Yerküre'nin yapısı, fiziksel kuvvetleri ve evrimsel gelişimi ile ilişkili olarak açığa çıkan bütün fiziksel olguların incelenmesidir (Whittow, 1982).
- Jeofizik, fiziksel yöntemlerle Yerküre'yi ve onun atmosferinin incelenmesidir (Uvarov ve Isaacs, 1986).
- Jeofizik, Yerküre'nin yapısıyla ilişkili fiziksel süreçlerin incelenmesi anlamına gelen bir bilimdir (Hammond, 1968).

- Tanım olarak jeofizik, Yerküre ile ilişkili problemleri çözmek için fiziğin ilke ve pratiğinin uygulanmasıdır (Howel, 1959).
- Tam anlamıyla jeofizik sözcüğü, Yer'in ulaşılmaz olan kızgın iç yapısından atmosferin uzak bölgelerine değin bütün Yerküre'nin incelenmesini kapsamaktadır (Tucker ve diğ., 1970).
- Jeofizik bir bütün olarak Yerküre'yi öğrenmek için temel bir araçtır (Sheriff, 1989).
- Yerfiziği olarak ta bilinen jeofizik, fiziğin temel ilkelerinden yararlanılarak, su küre (hidrosfer) ve atmosferi de içerecek biçimde Yer'in araştırılmasını konu edinen bir bilim dalıdır (Ana-Britanica, C.17, 1994).
- Grekçe γη ve η φυσıs sözcüklerinden türetilen jeofizik, Yerküre'nin doğası ya da fiziği anlamına gelir. Sıvı ve gaz çevrelerini içerecek biçimde Yerküre'nin fiziksel olguları ve bileşimi ile ilişkilidir (Heiland, 1951).

- Arama Jeofiziği konusunda Amerika'nın (hiç kuşku yok dünyanın da) en büyük organizasyonu olan SEG (Society of Exploration Geophysicists) e göre jeofiziğe bakış aşağıdaki biçimde verilmiştir:
- Adından da anlaşılacağı gibi jeofizik, fiziksel kuramlar ve ölçümlerin Yerküre'nin özelliklerini keşfetmek üzere uygulanmasını kapsar. Jeofizik disiplininin tarihi ilk çağlara kadar gitmesine karşın, temel gelişmeler 1500'lerde gravite ve manyetizma alanındaki çalışmalarla başlamıştır. 20. Yüzyılın başlarında alet donanımı konusundaki olağanüstü ilerlemeler ve nihayet 1960'lardaki levha tektoniği kuramı jeofizikte çok hızlı gelişmeleri oluşturmıştır. Levha tektoniği, yer içinin incelenmesi ve bunlarla ilişkili küresel ve bölgesel süreçlerin incelenmesi konuları, katı yer jeofiziği (solid earth geophysics) çalışmaları olarak bilinir. Arama Jeofiziği olarak bilinen alt disiplin jeofizik kuram ve alet donanımını, petrol ve mineral kaynaklarının yerlerinin bulunması yönünde kullanılmasını kapsamaktadır. Katı yer jeofiziğinden farklı olarak, arama jeofiziği genellikle yerkabuğunun bağıl olarak küçük bölümlerindeki yatay düzensizlikleri bulmaya yöneliktir. Heyecan verici bir şekilde jeofizik, doğal kaynakların işletilmesine yönelik olarak insanoğlu'nun yeteneğini ve gücünü arttırmıştır.

- Aşağıdaki jeofiziğe ilişkin tanımlar, Robert E. Sheriff'in "Encyclopedic Dictionary of Exploration Geophysics" (Arama Jeofiziği Ansiklopedik Sözlüğü)'nden alınmıştır (Sheriff, 1973):

- **Jeofizik:**

Özellikle **sismik** yansıma ve kırılma, **gravite**, **mağnetik**, **elektrik**, **elektromagnetik** ve **radyoaktivite** gibi nicel fiziksel yöntemlerle Yerküre'nin incelenmesi.

Fiziksel ilkelerin Yerküre'ye yönelik çalışmalara uygulanması. Bu şu dalları kapsar: (a) **sismoloji** (depremler ve elastik dalgalar); (b) **jeotermometri** (yer ısısı, ısı akısı, **volkanoloji** ve sıcak noktalar); (c) **hidroloji** (yeraltı ve yüzey suyu, bazen **glasiyoloji**); (d) **fiziksel oşinografi**; (e) **meteoroloji**; (f) **gravite ve jeodezi** (yerin gravite alanı ve yerin şekli ve boyutu); (g) **Atmosferik elektrik** ve **jeomağnetizması** (iyonosfer, Van Allen Kuşaklarını, tellürik akımları vb. lerini içerecek biçimde; (h) **tektonofizik** (yerküredeki jeolojik süreçler); ve (i) **Arama ve Mühendislik Jeofiziği**. Bazen bu listeye **Jeokronoloji** (yerin gelişiminin tarihlenmesi) ve **jeokozmogoni** (Yerkürenin kökeni) de eklenir

Jeofizik bazen sadece **katı yer jeofiziği** anlamında (c), (d), (e) deki anlamlarını dışlayacak şekilde kullanılır.

Arama Jeofiziği anlamında kullanılır ve ekonomik işletmenin nesnesi olarak petrol, gaz, mineral, su vb'nin araştırılması için sismik, gravite, magnetik, elektrik, elektromagnetik yöntemlerin kullanılmasını ifade etmektedir.

Jeofiziğin yapı ve tarihsel gelişiminin ortaya konmaya çalışıldığında, jeofiziğin en geniş anlamı (2) baz olarak alınmalıdır.

Bilimsel Araştırmaların Tarihsel Aşamaları

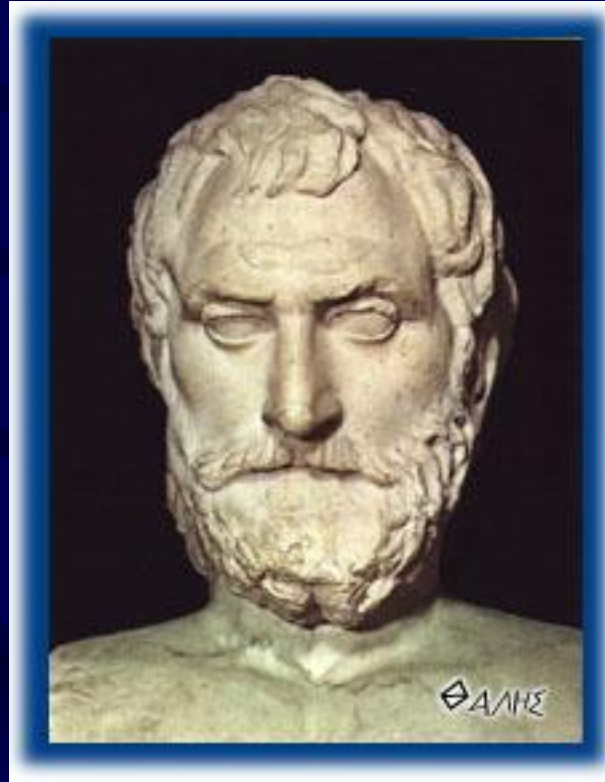
Özellik	Dönem Adı	İlgili Bilim
Nitel	Graphe	Coğrafiya
Nitel / Nicel	Logos	Jeoloji
Nicel	Bilim	Jeofizik

Jeofizik İlgili Alanlar: a) Genel b) Uygulamalı (Gutenberg, 1929'dan alınmıştır)

X	KATI YERKÜRE	HİDROSFER	ATMOSFER
M E K A N İ K	a) Kuvvetler ve Gerilmeler; Derin ve Ani Hareketler; Depremler; Elastik ve Visköz Hareketler; Gel-Git; Kutupların Hareketi; Yer'in Biçimi ve Yoğunluğu; Volkanizma; Buz, Su ve Rüzgarın Mekanik Etkisi; b) Deprem Zararlarının Azaltılması	a) Gel-Gitler; Dalgalar; Akımlar; Hidroloji b) Balıkçılık ve Denizcilik için Gel-Gitlerin ve Akıntılann İncelenmesi ve Önceden Belirlenmesi, Eco Sounding	a) Sesi içerecek biçimde Gel-Gitler; Dalgalar; Akımlar b) Hava Tahmini
G R A V İ T A S Y O N	a) Yerçekimi; Tabakalanma; Basınç, İzostazi; Tortullaşma b) Gravimetrisinin arama amaçlı kullanımı	a) Tabakalanma; Tortullaşma	a) Gazların dağılımı; Tabakalanma
E L E K T R İ K	a) Elektrik Akımları ve Elektrik Dalgaları b) Elektrik Prospeksiyon	a) Elektriksel Olgular	a) Elektriksel Olgular; İyonosfer

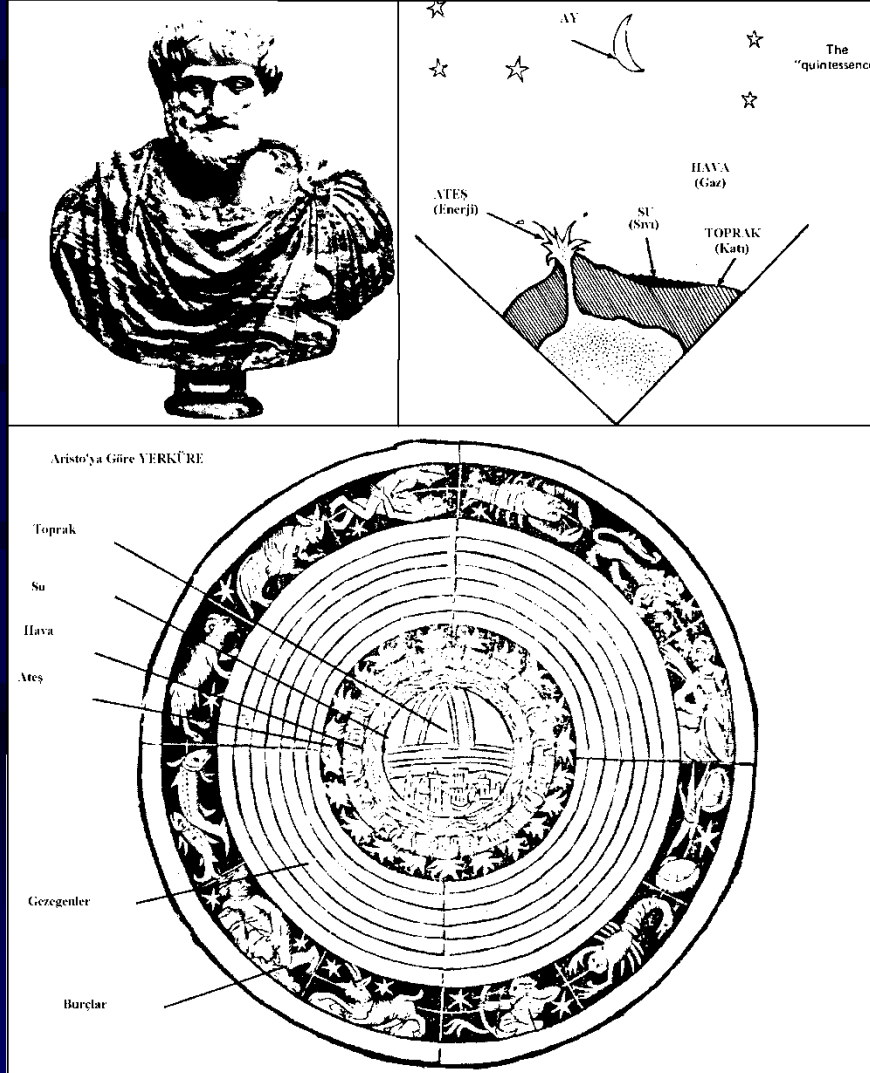
X	KATI YERKÜRE	HİDROSFER	ATMOSFER
M A Ğ N E T İ Z M A	a) Yerküre'nin Mağnetik Alanı b) Mağnetik Yöntemle Arama	a) Pusula Mağnetik Haritalar	
O P T İ K		a) Göllerin ve Okyanusların Rengi ve Saydamlığı	a) Meteorolojik Optik; Haleler; Gökün Rengi; Polarizasyon; Bulanıklılık; Soğukların Renkleri b) Havacılık için Görünürlük
B İ L E Ş İ M	a) Yerküre'nin Bileşimi; Radyoaktivite; Yer için Durumu	a) Hidrosferin Radyoaktivitesi; Tuz İçeriği	a) Atmosferin Bileşimi
I S İ	a) Yerküre'de Sıcaklık ve Değişimleri; Kristalleşme ve Ergime b) Termal Arama Yöntemleri	a) Göllerde; Nehirlerde; Okyanuslarda; Glasierlerde Sıcaklık, Buz Dağılımı; Termal Akımlar	a) Atmosferin termodinamiği; Sıcaklık; İklim

İlk Jeofizikçi Kim? Thales ?



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Græphe Dönemi: Aristo Yerküre Modeli



Aristotle – Meteorology

[Translated by E. W. Webster]

Book I

1

We have already discussed the first causes of nature, and all natural motion, also the stars ordered in the motion of the heavens, and the physical element – enumerating and specifying them and showing how they change into one another – and becoming and perishing in general. There remains for consideration a part of this inquiry which all our predecessors called meteorology. It is concerned with events that are natural, though their order is less perfect than that of the first of the elements of bodies. They take place in the region nearest to the motion of the stars. Such are the milky way, and comets, and the movements of meteors. It studies also all the affections we may call common to air and water, and the kinds and parts of the earth and the affections of its parts. These throw light on the causes of winds and earthquakes and all the consequences the motions of these kinds and parts involve. Of these things some puzzle us, while others admit of explanation in some degree. Further, the inquiry is concerned with the falling of thunderbolts and with whirlwinds and fire-winds, and further, the recurrent affections produced in these same bodies by concretion. When the inquiry into these matters is concluded let us consider what account we can give, in accordance with the method we have followed, of animals and plants, both generally and in detail. When that has been done we may say

THE
G E O G R A P H Y
OF
STRABO.

LITERALLY TRANSLATED, WITH NOTES.

THE FIRST SIX BOOKS

BY H. C. HAMILTON, ESQ.

THE REMAINDER

BY W. FALCONER, M.A.,

LATE FELLOW OF KEENEY COLLEGE, OXFORD.

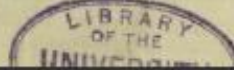
IN THREE VOLUMES.

VOL. I.

LONDON :

HENRY G. BOHN, YORK STREET, COVENT GARDEN.

MCCCCLIV.



Seneca
Natural Questions

TRANSLATED BY HARRY M. HINE

The University of Chicago Press CHICAGO AND LONDON

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Logos Dönemi

Yeryüzü ile ilgilenen bilim adamları için artık "tasvir" yetmemeye başlar. Tasvir edilen doğa olaylarının nedenlerine inilmeye çalışılır. Bu dönemi "Logos Dönemi" (yani akıl yürütmeye elde edilen mantıklı söz dönemi) olarak adlandırmak mümkündür. Logos akılla/tartışma ile üretilen sözdür (Oria, 1963). Yerküre üzerindeki bu araştırmalarda nitel (tasviri) yön yanında düşünmenin/sorgulamanın neden olduğu nicel yan da belirmeye başlar ve bu dönemde ge ve logos sözcüklerinin bileşkesi olan jeolojinin ilkel biçimi belirir. Bu türden araştırmalarda nitel yan (taşlar, fosiller, volkanların tasviri) ve nicel yan yani bunların nedeni üzerine düşünme onu matematize etme az da olsa vardır. Pliny'nin "Doğa Tarihi" isimli eseri bu sürecin ilk ipuçlarını verir. Aynı zamanda Lucretius'un dilimize Evrenin Yapısı olarak çevirilen "De Rerum Natura" yani doğa yasaları üzerine eserinde de bu görülebilir. Bu dönemin en önemli eseri Lyell'in "Principle of Geology" (Jeolojinin İlkeleri) dir.

PLINY'S
NATURAL HISTORY.

IN
THIRTY-SEVEN BOOKS.

A TRANSLATION
ON THE BASIS OF THAT BY DR. PHILEMON HOLLAND,
ED. 1601.

WITH CRITICAL AND EXPLANATORY NOTES.

VOL. I.



Edited by the Wernerian Club.

PRINTED FOR THE CLUB
BY
GEORGE BARCLAY, CASTLE STREET, LEICESTER SQUARE.
1847-48.

LUCRETIUS
ON
THE NATURE OF THINGS

LITERALLY TRANSLATED BY THE
REV. JOHN SELBY WATSON, M.A.

WITH THE POETICAL VERSION OF
JOHN MASON GOOD.

LONDON:
GEORGE BELL & SONS, YORK ST., COVENT GARDEN,
AND NEW YORK.

Univ Calif - Digitized by Microsoft®

BEING
AN ATTEMPT TO EXPLAIN THE FORMER CHANGES
OF THE EARTH'S SURFACE,

BY REFERENCE TO CAUSES NOW IN OPERATION.

UNIV. OF
CALIFORNIA
BY

CHARLES LYELL, Esq., F.R.S.,

FOR. SEC. TO THE GEOL. SOC., PROF. OF GEOL. TO KING'S COLL., LONDON.

' Amid all the revolutions of the globe the economy of Nature has been uniform, and her laws are the only things that have resisted the general movement. The rivers and the rocks, the seas and the continents have been changed in all their parts; but the laws which direct those changes, and the rules to which they are subject, have remained invariably the same.'
PLAYFAIR, *Illustrations of the Huttonian Theory*, §374.

IN THREE VOLUMES.

VOL. I.

THE SECOND EDITION.

LONDON:
JOHN MURRAY, ALBEMARLE-STREET.

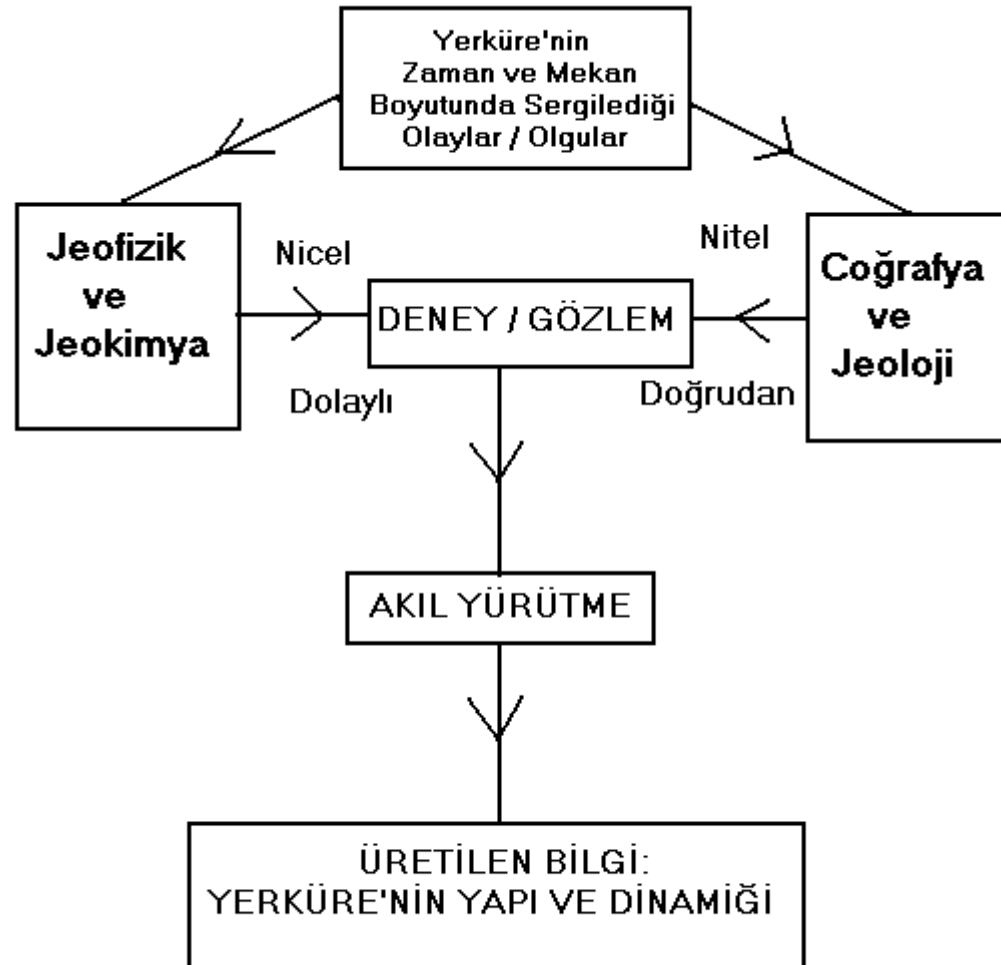
MDCCCXXXII.

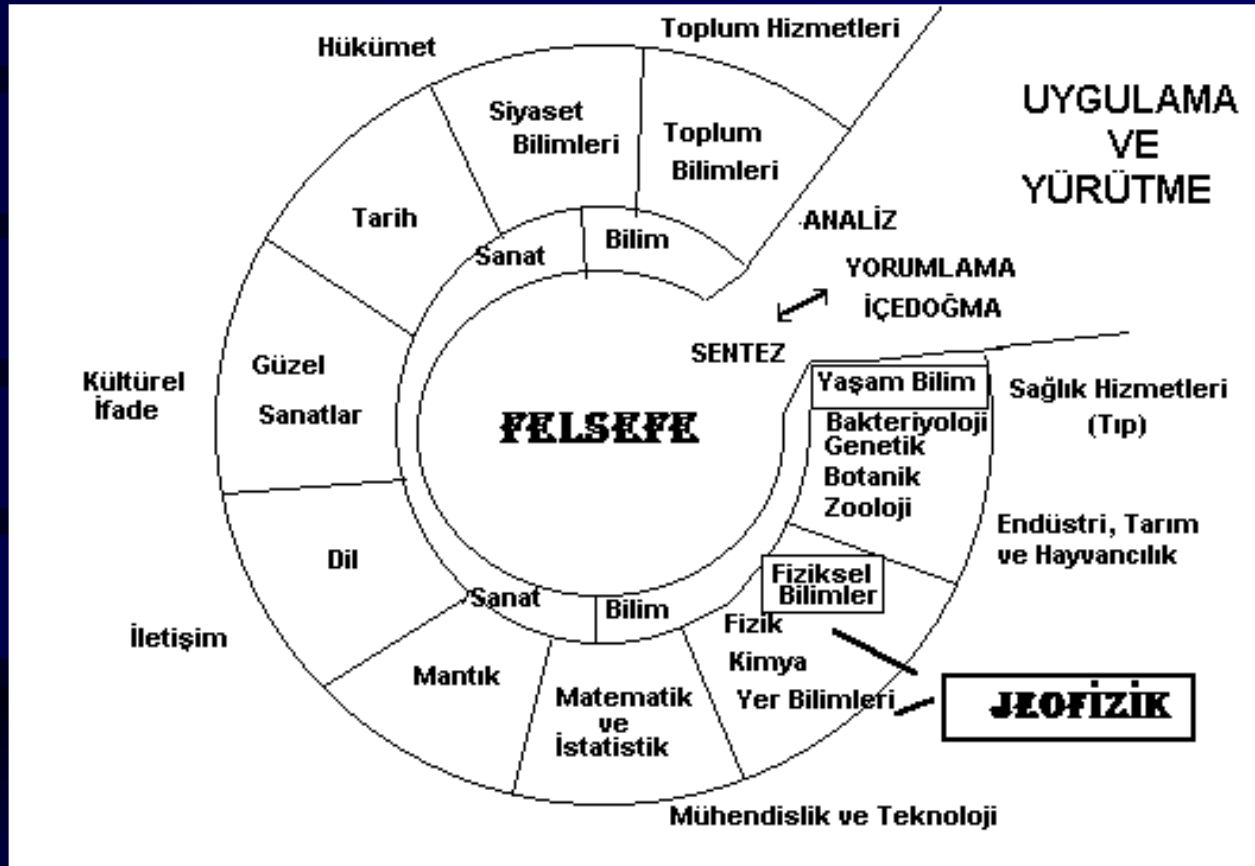
Bilim Dönemi

Bilim: kontrollü deney/gözlem ve
akıl yürütmeye dayalı bilgi
üretimi

Jeofiziğin bilim olarak, Yerküre'nin yapı ve dinamiğini açığa çıkarmadaki farklı rolü ve etkisi (gücü) nedir? Bu soruyu yanıtlamanın ilk yolu, önce “bilim” den ne anladığımızı açıklamaktan geçer. Bilim felsefesi ya da mantığı; bilim hakkında düşünmenin özel bir yoludur. Bilime mantıksal yaklaşım, “ bilim felsefesi” ve “metodolojisi” olarak adlandırılır. Bilim, bilindiği gibi, kontrollü gözlem (yada deney) ve akıl yürütmeye dayanan bir bilgi üretim etkinliğidir. Bu anlamıyla bilim, “**olgu**” olduğu kadar, bir onun kadar hatta daha da fazlası bir “**süreç**” olarak tanımlanabilir (Yıldırım, 1971).

Jeofiziğin yaklaşımına gelince, onun Yerküre'nin yapı ve dinamiğini (fonksiyonunu) araştırmada iki yaklaşımı vardır. İlki, yerkürenin zaman boyutundaki doğal özelliklerinin değişimlerinin (dinamiğinin) bir ölçüm sistemi yardımı ile -ki bu Jeofizik Rasathanleri ile yapılır- izlenmesidir. İkinci yaklaşım ise, yerkürenin yapısının (tabakalanma, fay, dayk, atmosfer, ozon v.b.) hem kontrollü ve hem de doğal kaynak kullanarak araştırılmasıdır (Canitez, 1984).





Tarihsel İzler

Newton dönemine gelindiğinde (yada bir başka açıdan Gilbert'in dönemine) nitel yan ve buna eklenen düşünme/tartışma yetmemeye başlar. Newton, "Principia" adlı eserinde doğanın matematiksel ilkelerini araştırır. Diğer taraftan Gilbert, deneyin doğa yasalarını keşfetmedeki önemini "De Magnet" (Mıknatıs Üzerine) isimli eserinde ortaya koyar. Bunlar modern jeofiziğinin ilk ipuçlarıdır. 1800'lerde, Yerküre üzerine araştırmalarda "Bilim Dönemi" adını vereceğimiz dönem jeofizikteki ilk meyveleriyle ortaya çıkar. Depremleri gözlemek yetmez, onu kaydeden bir alet, Milne tarafından 1880'de yapılır (Bath, 1974). Yani deney işin içine girer. Yerin ortalama yoğunluğu ve kütlesi için ölçüm ve hesaplar yapılır (Clairault (1713-1765). Fiziğin yanında matematik de işin içine girer. Gauss yermağnetik alanının kaynağını fiziksel ölçümlere uyguladığı matematik bir yolla araştırır. Gauss'un uzun yıllar çalıştığı Almanya'daki Göttingen Üniversitesi, bu yüzyılın hemen başında Jeofizik eğitimine bir enstitü ile başlar. Jeofizikle ilgili verilerin kaydedilmesinde ve bunların yorumlanmasında gelişmeler sağlanır. Odham, Guttenberg ve Mohorovicic gibi jeofizikçiler yerin iç yapısına ait ilk bilimsel verileri kullanırlar ve sonuçlarını elde ederler. 1919'da Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği kurulur. 1920'lerde jeofiziğin ekonomik yönü petrol aramalarına başarıyla uygulanmasıyla ortaya çıkar. Petrol yüzyılın enerji sorunu büyük ölçüde çözer. Bu yüzyılın ikinci yarısında "Uluslararası Jeofizik Yılı", "Uluslararası Jeodinamik Projesi", "Uluslararası Hidroloji On Yılı", gibi etkinlikler jeofiziğin bilim ve insanlık dünyasına sunduğu armağanlardır.

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi,

Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Newton(1642-1727)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

NEWTON'S PRINCIPIA.
THE
MATHEMATICAL PRINCIPLES
OF
NATURAL PHILOSOPHY,
BY SIR ISAAC NEWTON;
TRANSLATED INTO ENGLISH BY ANDREW MOTTE.
TO WHICH IS ADDED
NEWTON'S SYSTEM OF THE WORLD;

With a Portrait taken from the Bust in the Royal Observatory at Greenwich.

FIRST AMERICAN EDITION, CAREFULLY REVISED AND CORRECTED,

WITH A LIFE OF THE AUTHOR, BY N. W. CHITTENDEN, M. A., &c.

NEW-YORK.
PUBLISHED BY DANIEL ADEE, 45 LIBERTY STREET.

John Milne



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

JEOLOJİ versus JEOFİZİK

GÖZLEM versus DENEY

Jeoloji versus Jeofizik

18. yüzyılın sonu ve 19. yüzyıl boyunca **Yerküre** hakkında belirgin biçimde birbirinden ayrı **iki farklı** düşünce biçimi vardı. Fransa’da Leonce Elie de Beaumont ve Georges de Buffon, İngiltere’de William Thomson (Lord Kelvin) ve William Hopkins, Amerika’da James Dwight Dana gibi insanlar öncelikle fizik ve kimyanın yasaları ile Yerküre’nin tarihini anlamaya çalıştılar. Bu insanların bilimi **matematiksel ve tümdengelimci (deductive)** idi ve fizik, matematik, astronomi ve sonradan da kimya ile yakın ilişki içinde idi. Bazı istisnaları olmakla birlikte, bu insanlar sahada deneysel gözlem yapmak üzere çok az zaman harcadılar. Bu insanlar “**dışarı**”dan (sahadan/doğadan) daha çok “**içeri**”ye (laboratuara) daha aşina idiler. Bugünkü anlamıyla yaptıkları bu çalışmalar “**jeofizik gelenek**” olarak bilinmektedir.

Jeoloji versus Jeofizik

Bu yapılanların tersine, Almanya'da Abraham Gottlieb Werner, Fransa'da George Cuvier, İngiltere'de Charles Lyell gibi insanlar; öncelikle kayaçlarda kaydı tutulan / kayaçların kaydettiği fiziksel kanıtlar ile Yerküre tarihini açıklamaya/aydınlatmaya çabaladılar. Bu insanların bilimi ise **gözlemsel ve tümevarımcı (inductive)** idi. Entelektüel olarak ve kurumsal olarak fizik ve kimyadan özerk/bağımsız idiler. Bazı istisnaları ile birlikte, onlar laboratuarda yada karatahta başında çok az zaman harcadılar, çünkü kayaçların kaydı **“dışarı”** da idi. 19. yüzyıl başlarından itibaren kendilerini **“jeolog”** olarak adlandırdılar.

Jeoloji versus Jeofizik

Bu iki gelenek – jeofizik ve jeolojik-, modern yer bilimlerinin ne olması gerektiği yönünde birlikte bir ajandayı tanımladılar. Jeofizikçiler ve jeologlar; Yerküre'nin iç yapısı ve yaşı, okyanus ve kıtaların oluşumu/farklılaşması, dağ kuşaklarının oluşumu, yerküre ikliminin gelişimi/tarihçesi ve benzeri gibi bilinen/yaygın problemler ile kendilerini ortaya koydular (Orekes ve Doel, 2003).

Jeoloji versus Jeofizik

Olguları ve süreçleri çözme yönünde farklı yaklaşımları ile iki bilim; **jeoloji ve jeofizik**; nitelikleri bakımından birbirinden ayrı tarihsel evrim çizgileri ile yirminci yüzyılda buluşmuş ve bugün Yerküre'nin yapı ve dinamiğini (fonksiyonunu) araştırma/çözme olarak ifade edebileceğimiz tek bir amaca odaklanmıştır.

“Olgusal” olanla **“Süreçsel”** olana ilişkin günümüzde bile hala çok şiddetli tartışmalar yaşayan bu iki bilimin “tartışmaları”; (ki bu tartışmalara nasıl bakarsanız bakın, ister Marx'ın diyalektik kuramı açıdan bakın, ister Popper'in “yanlışlamacı” bilgi kuramı açısından bakın, isterseniz de Kuhn'un bilimin “devrimsel” yapısı açısından bakın) Yerküre'ye ilişkin özgün bilgi üretmenin motive edici gücüdür (Özçep, 2007).

Coğrafya Sözcüğün Kökeni

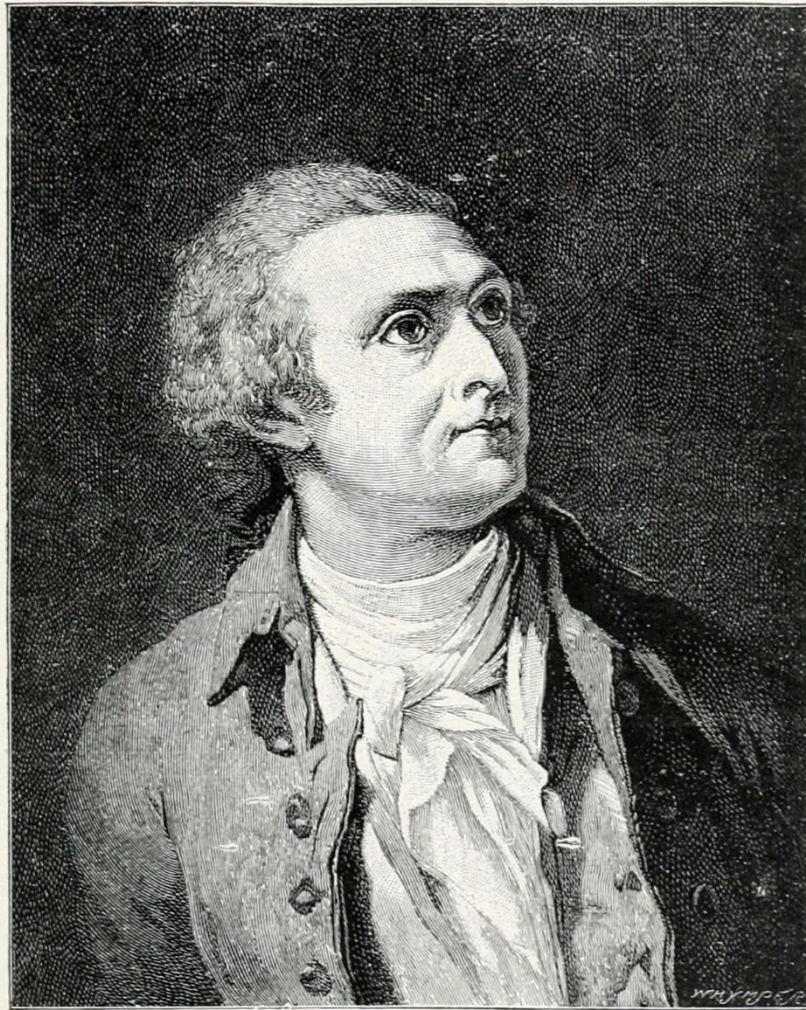
- Coğrafya (yunanca γεωγραφία, *geographia*),
«Yerküre Tasviri» ...
- İlk kullanım:
Eratosthenes (M.Ö. 276-194).



Jeoloji Sözcüğünün Kökeni

- *Jeoloji* sözcük olarak ilk kez Jean-André Deluc tarafından 1778 yılında kullanılmış ve Horace-Bénédict de Saussure tarafından 1779 yılında sabit bir terim olarak ortaya atılmıştır. Bu bilim dalı *Encyclopædia Britannica*nın 1797'de tamamlanan üçüncü baskısında yer almasa da 1809'da tamamlanan dördüncü baskıda uzun bir açıklama ile yer almıştır. Sözcüğün daha eski bir anlam taşıyan ilk kullanımı ise (1473) «geologia» Richard de Bury tarafından ve dünyevi ile teolojik hukukun ayrıştırılması anlamını taşır.
- Ayrıca, Darwin fiil olarak *geologize* (jeoloji yapmak) fiilini kullanmıştır
- *Jeoloji* sözcüğü Yunanca *γη-* (ge) "arz, dünya" ve *λογος* (logos) yani "kelam"dan köken almaktadır. Türkçede kullanılan sözcük, Türkçeye Fransızca *géologie* sözcüğünden okunuşu ile geçmiştir.

Horace-Bénédicte de Saussure (1740 – 1799)



Saussure, from a picture by St. Ours.

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Jeofizik Sözcüğünün Kökeni

- Almanca Jeofizik anlamına gelen "**Geophysik**" sözcüğü, bilindiği kadarıyla, ilk olarak **1844'de Fröbel** tarafından kullanılmıştır. O, hocası Christian Friedrich Schönbein (1799-1868)'e yazdığı mektuplarda jeofiziği tartışmıştır. Bununla birlikte basılı olarak jeofizik sözcüğü 1834 ile 1880 yılları arasında görünür. Fröber tarafından yazıldığı sanılan fakat Meyers Grosses Conversationslexikon adlı eserde anonim olarak yazılan ve basılan "Geophysik" maddesi vardır. Carl Friedrich Naumann (1797-1873) terimi Lehrbuch der Geognosie isimli kitabında terimi yeni bir bağlamda kullanmıştır. Naumann jeofiziği sınırlı bir anlamda kullanmıştır. Jeofizik terimi 1860'lar ve 1870'ler boyunca düzensiz olarak görülür. 1863'de **Adolph Muhry** (1810-1888) sözcüğü meteoroloji ve klimatoloji ile ilişkili olarak kullanır. 1870'lerde, Georg von Neumayer (1826-1909) sözcüğü okyanusları içerecek şekilde ve Ferdinand von Richthofen (1833-1905) katı Yerküre'yi içerecek şekilde kullanır. İngilizcede, İtalyanca'da ve büyük olasılıkla diğer dillerde ilişkili terimler vardır. Herschel "terrestrial physics" sözcüğünü kullanılır.(Herschel, 1840). Angelo Secchi (1818-1878), Ernesto Sergent, ve Francesco Denza (1834-1894), ve diğer italyanlar "fisica terrestre" terimini tercih ederler. Secchi (1879) ve Sergent (1868) öğrencileri için "physical terrestrial" konuları sunarlar. Denza (1882) özel olarak meteorlojiyi yer fiziğinin (terrestrial physics) bir bölümü olarak tartışır. Türkçeye ilk olarak Arzi Fiziki olarak geçmiş daha sonra fransızca Géophysique okunuşu ile (jeofizik) geçmiştir.

İngilizce'de jeofizik sözcüğün ilk kullanımı ... 1884.

THEOLOGY AND THE SCIENCES OF LANGUAGE AND HISTORY. 325

knowledge: the latter builds from below upwards by an analysis of human consciousness, concluding, after passing through all the spheres of real and ideal knowledge, with the idea of God as the highest of all ideas. In illustration of this he gives the following table:—

(God) Theology.			
(The Natural World) The Natural Sciences.		(The Spiritual Life) Spiritual or Historical Sciences.	
A. Theoretical.	B. Practical.	A. Theoretical.	B. Practical.
Mathematics,	Medicine,	History,	Jurisprudence.
Astrophysics,	Agriculture,	Philology,	Political Economy.
Geophysics,	Technology.	Ethnology.	
Chemistry,		Linguistics.	
Biology.			
(Man) Philosophy.			

Zöckler's Handbuch der theol
p. 17.]

While natural science limits intimately related t closer connection with the Inasmuch as upon its his with these two sciences, al the same field of researc here of a passing over fr Theology will therefore re as borrowing from them. account for itself the essent time being, but chiefly m which both of these scienc

(God) Theology.			
(The Natural World) The Natural Sciences.		(The Spiritual Life) Spiritual or Historical Sciences.	
A. Theoretical.	B. Practical.	A. Theoretical.	B. Practical.
Mathematics,	Medicine,	History,	Jurisprudence.
Astrophysics,	Agriculture,	Philology,	Political Economy.
Geophysics,	Technology.	Ethnology.	
Chemistry,		Linguistics.	
Biology.			
(Man) Philosophy.			

Macpherson, J, RÄBİGER, J, & Raebiger, J 1884, 'Encyclopaedia of theology', Encyclopaedia of Theology pp. 1-440 n.p.: American Theological Library Association (ATLA) Historical Monographs Collection: Series 1, EBSCOhost, viewed 9 September 2016.

ENCYCLOPAEDIA OF THEOLOGY.

BY
DR. J. F. RÄBİGER,

ORDINARY PROFESSOR OF EVANGELICAL THEOLOGY AT THE UNIVERSITY OF BREMEN.

Translated,

With Additions to the History and Literature,

BY THE

REV. JOHN MACPHERSON, M.A.,

FINDHORN.

VOL. I.

VIRGINIA LIBRARY

EDENSBURG

& T. CLARK, 38 GEORGE STREET,
THEOLOGICAL SEMINARY

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

of coleopterous insects. *Schommer*, 1820.—*S.*
A genus of pigeons: same as *Calœnas*. *P. J.*
Selby, 1840.

geophysical (jē-ō-fiz'i-kal), *a.* [physic.] Relating to the physics of the earth.

The *geophysical* problems which geological history has to treat are wisely confined to the concluding chapters.

Science, XI. 181.

geophysics (jē-ō-fiz'iks), *n.* [physics.] Physics of the earth: same as *physiography*.

Geopinus (jē-op'i-nus), *n.* [NL., < Gr. γῆ, the earth, + πῖνος, dirt, filth.] A ge-

THE CENTURY DICTIONARY

AN ENCYCLOPÆDIC LEXICON
OF THE ENGLISH LANGUAGE

3

PREPARED UNDER THE SUPERINTENDENCE OF
WILLIAM DWIGHT WHITNEY, Ph. D., LL. D.
PROFESSOR OF COMPARATIVE PHILOLOGY AND SANSKRIT
IN YALE UNIVERSITY



PUBLISHED BY
The Century Co.
NEW YORK

Jeokimya Sözcüğünün Kökeni

- Jeokimya sözcüğü ilk olarak İsviçreli-Alman kimyacı **Christian Friedrich Schönbein** tarafından 1838'de kullanılmıştır.

Yerküre'nin Bilim Tarihi

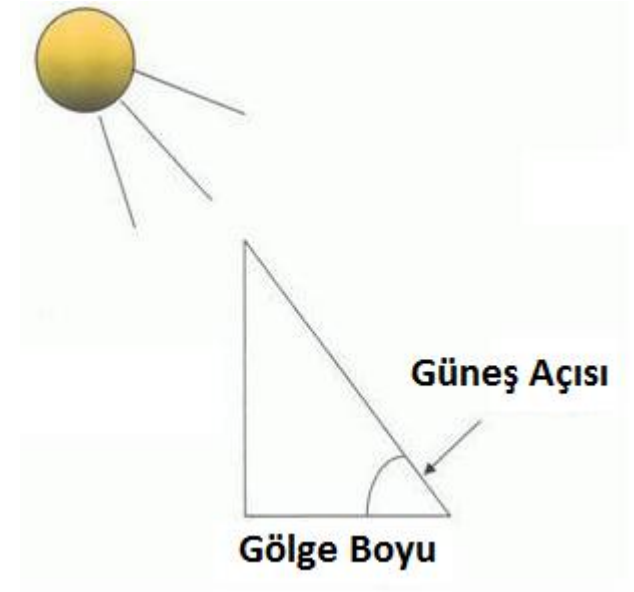
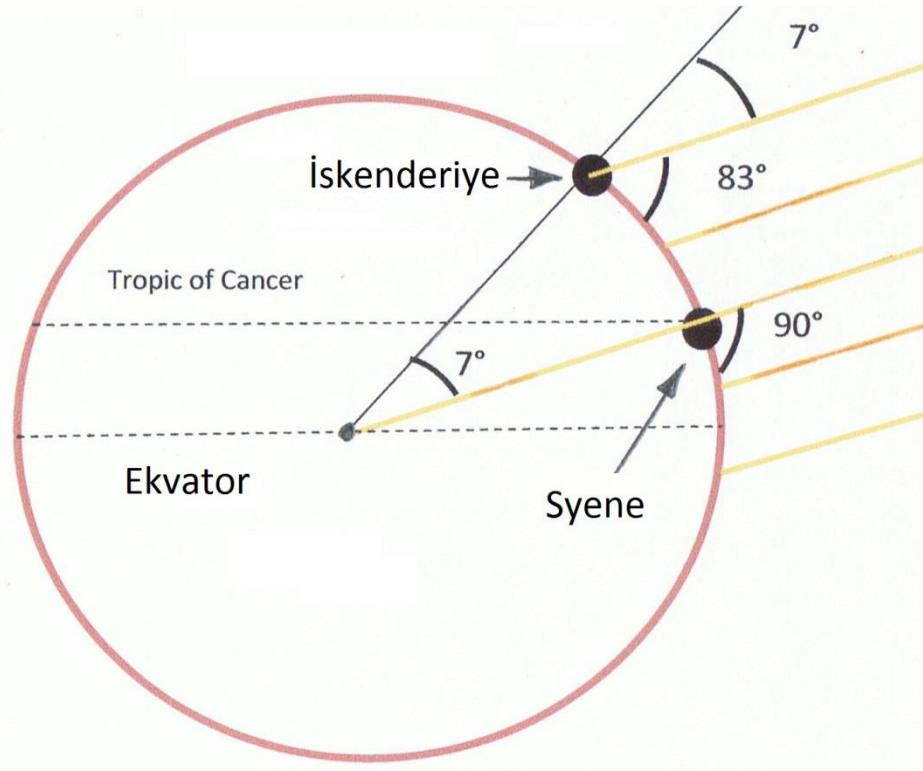
- A- Yerküre'nin Yapısı Üzerine Araştırmalar**
- B- Yerküre'nin Dinamiği Üzerine Araştırmalar**
- C- Zamanın Kayaçlardaki İzleri**
- D- Doğal Kaynakların Araştırılması**

A- YERKÜRE’NİN YAPISI ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Gezegen olarak Yerküre’nin felsefi (bilimsel) olarak anlaşılması ile ilişkili ilk görüşler M.Ö. 6. yüzyılda ortaya atılmaya başlanmıştır ve bu düşüncelerden ilki Pisagor’a aittir. Aslen Ege’nin Samos Adası yerlisi olan Pisagor, dünyanın yuvarlak olduğunu savunuyordu çünkü, ay tutulması esnasında dünyanın ay üzerinde dairesel bir gölge oluşturduğunu gözlemlemişti. Daha sonra M.Ö. 3. yüzyılda İskenderiye’deki kütüphanenin ikinci müdürü olan **Eratosthenes**, yaz mevsimi ortalarındaki bir gün Yer’in çevresini hesaplamıştır.

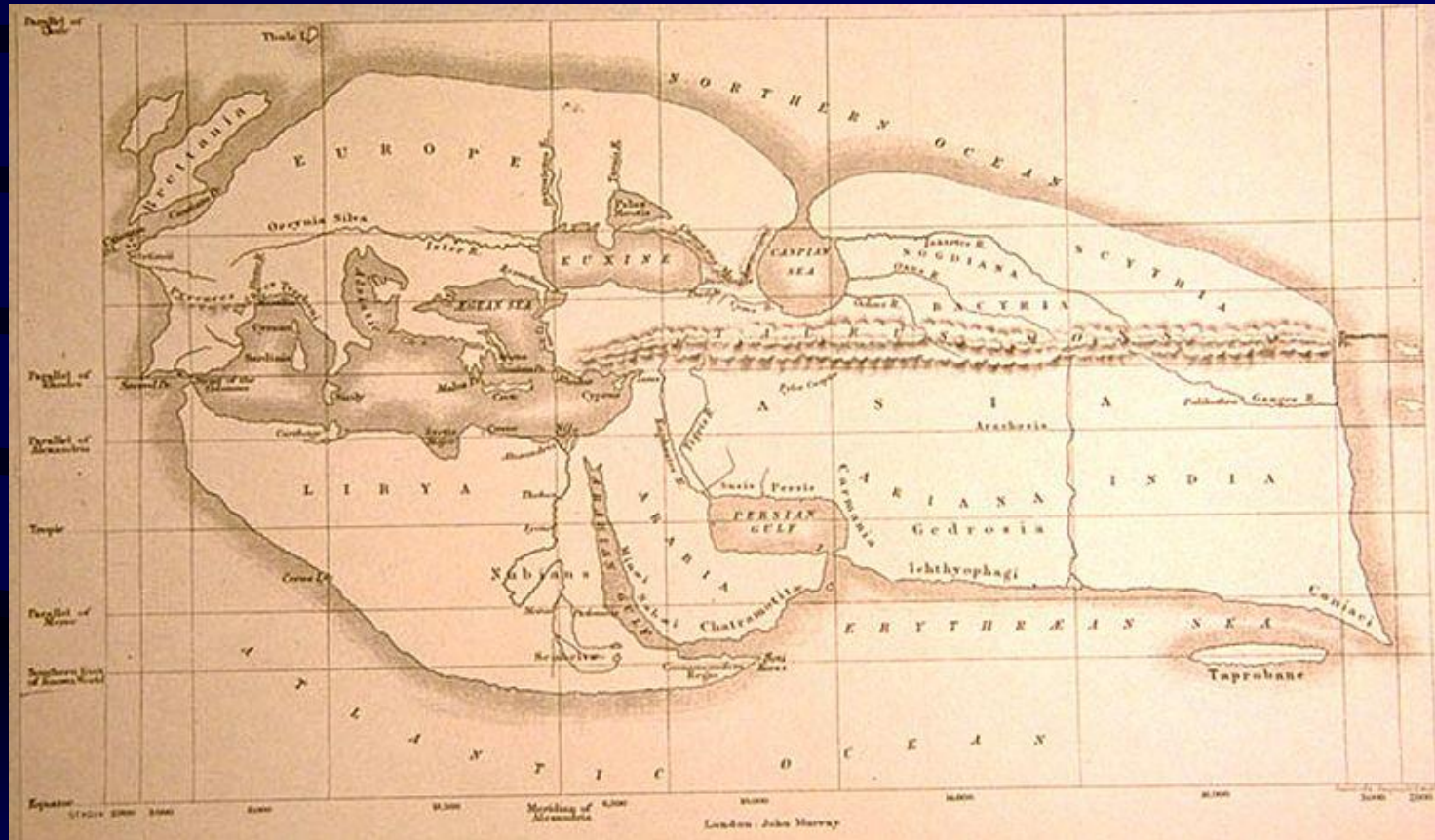


Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi; Doç.
Dr. Ferhat ÖZÇEP



$$\frac{\text{Güneş Açısı}}{360^0} = \frac{\text{İskenderiye-Syene arası uzaklık}}{\text{Yerkürenin Çevresi}}$$

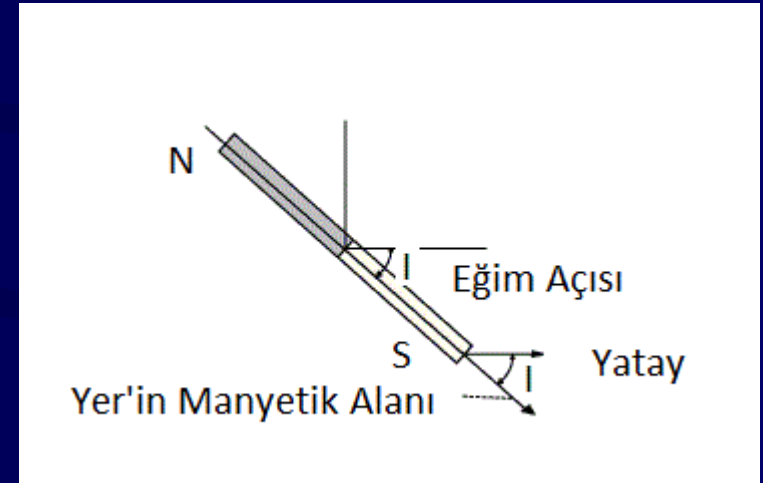
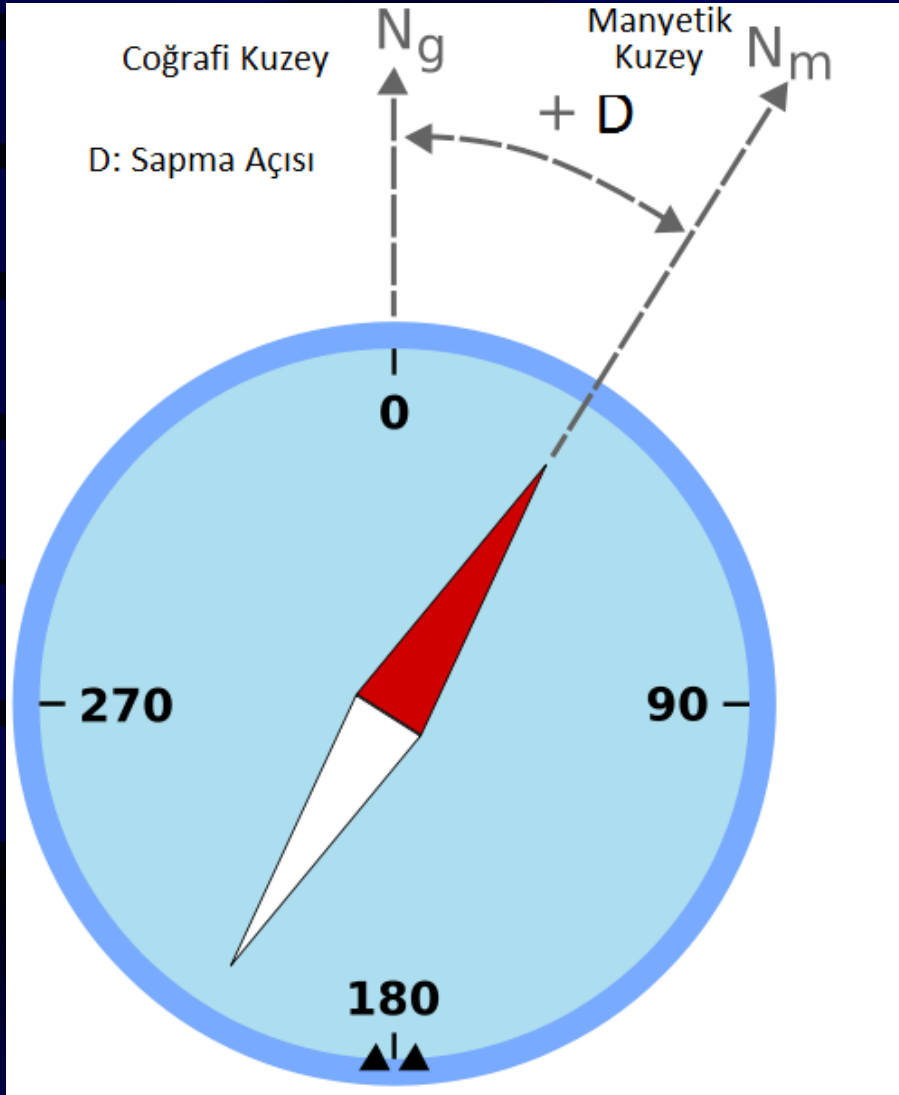
Eratosthenes'in dünya haritasının 19. yüzyılda yapılmış bir rekonstrüksiyonu



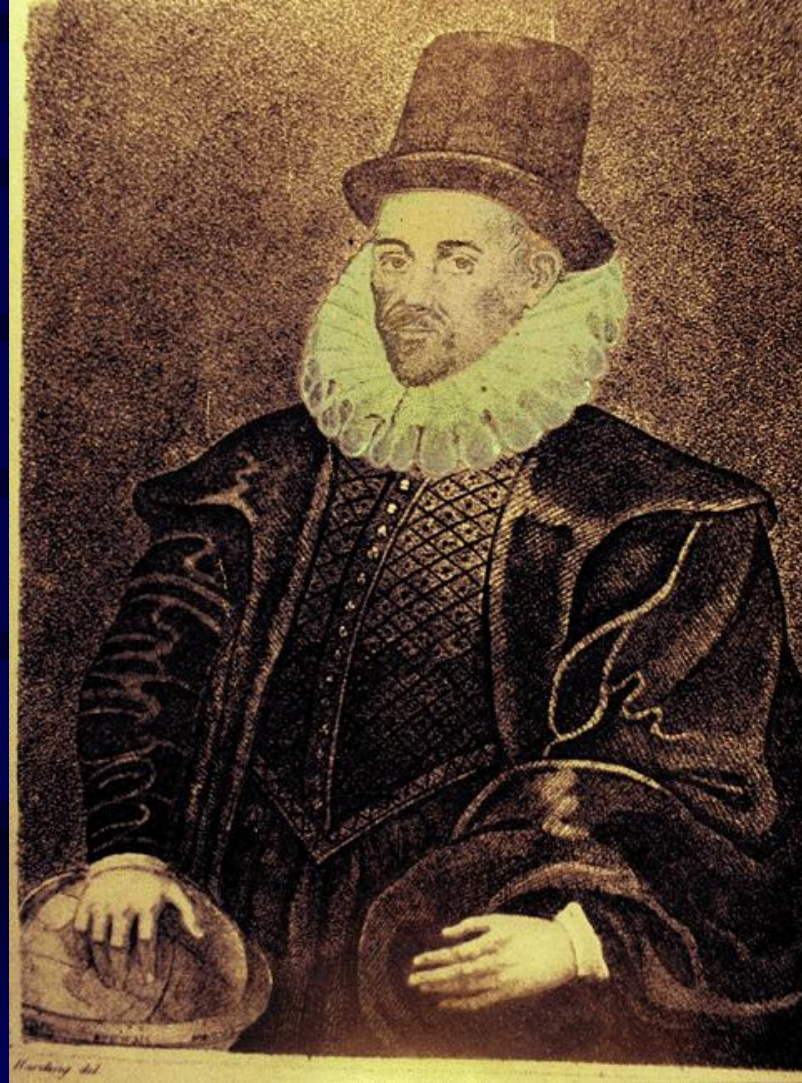
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

16. yüzyılda İngiliz Donanması'nın yükselişi, Amerika'nın keşfi gibi olaylar; **açık denizlerde konum belirleme/ yer belirleme** konusunda büyük gelişmelere esin kaynağı olmuştur. 1576 yılında Londra'da **denizcilik malzemeleri** satan Robert Norman **mıknatısın iğnesinin yatayla** olan eğim açısını dikkatlice ölçmüştür. Aynı gözlemi 1580 yılında emekli Deniz Komutanı William Borough (1536-1599) daha da hassas biçimde yapmıştır. Mağnetizma konusundaki aynı merak, Kraliçe Elizabeth'in doktoru olan William Gilbert'i (1540-1603) cesaretlendirmiştir. **William Gilbert, Yermağnetik alanının mıknatıstaşı (magnetit) ndan yapılmış bir küre etrafına konan mağnetik iğnelerle modelini oluşturmuştur.** Sonrasında Norman ve Brough'un ölçümleri 1622 ve 1635 yıllarında tekrarlanınca Londra'daki mağnetik eğim açısının 50 yıl içersinde 7 dereceden fazla değişmiş olduğu görülmüştür. Bu yermağnetik alanın **dinamik** bir yapıda olduğunu gösteren dikkate değer bir gözlem olmuştur.

Yermanyetik Alanın Sapma (D) ve Eğim (I) Açısı



William Gilbert'i (1540-1603)



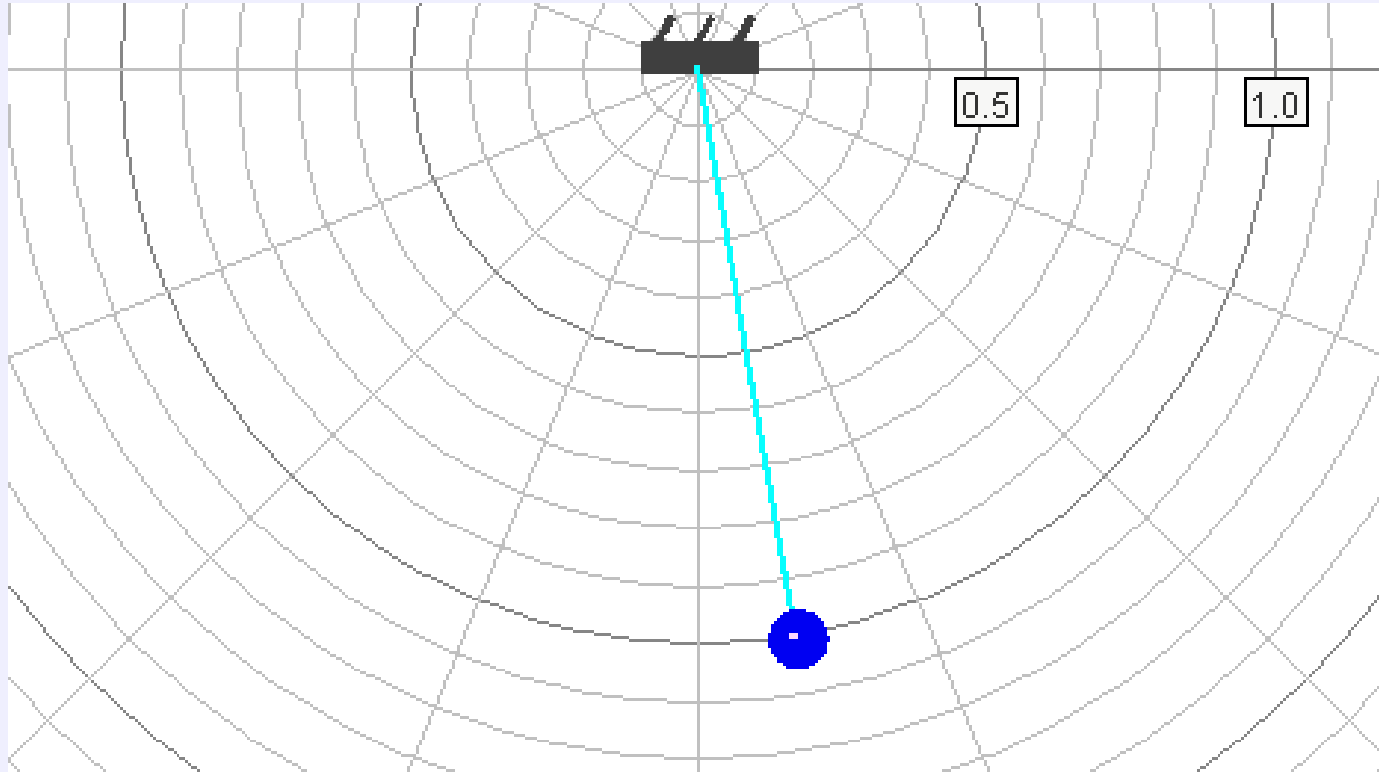
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Boylamın belirlenebilmesi için ise zamanın kesin olarak ölçülebilmesi gerekiyordu. 1670 yılında Fransız ‘Académie Royale Des Sciences’ (Kraliyet Bilim Akademisi), Jean Richer (1630-1696) adında bir gökbilimciye maddi olanak sağlayarak, Fransız Guyanası’ndaki idari bölge merkezi olarak bilinen Cayenne’e göndermiştir. Burada Richer, Paris’e göre ayarlanmış **bir sarkaçlı saatin, günde 148 saniye geri kaldığını** fark etmiştir.

1687 yılında Isaac Newton ünlü yapıtı ‘Principia’ sını (Doğa Yasalarının Matematiksel İlkeleri) ortaya koymuştur. Newton “İlkeler” adlı yapıtında; Yerküre’yi tutan kuvvetin gravite kuvveti olduğunu ve merkezkaç kuvvetinin bir sonucu olarak, dünya çapının ekvatorunda, kutuplardakinden $1/229$ kat daha fazla olması gerektiğini belirtmiştir. Newton ve Richer’in gözlemleri sonucu; ikisi de **gravitenin ekvatorunda azaldığı** görüşünde birleşmişlerdir.

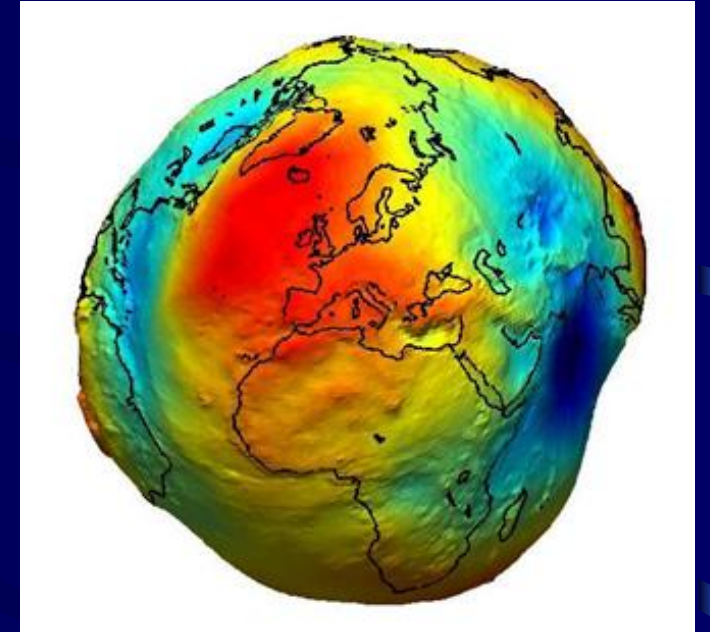
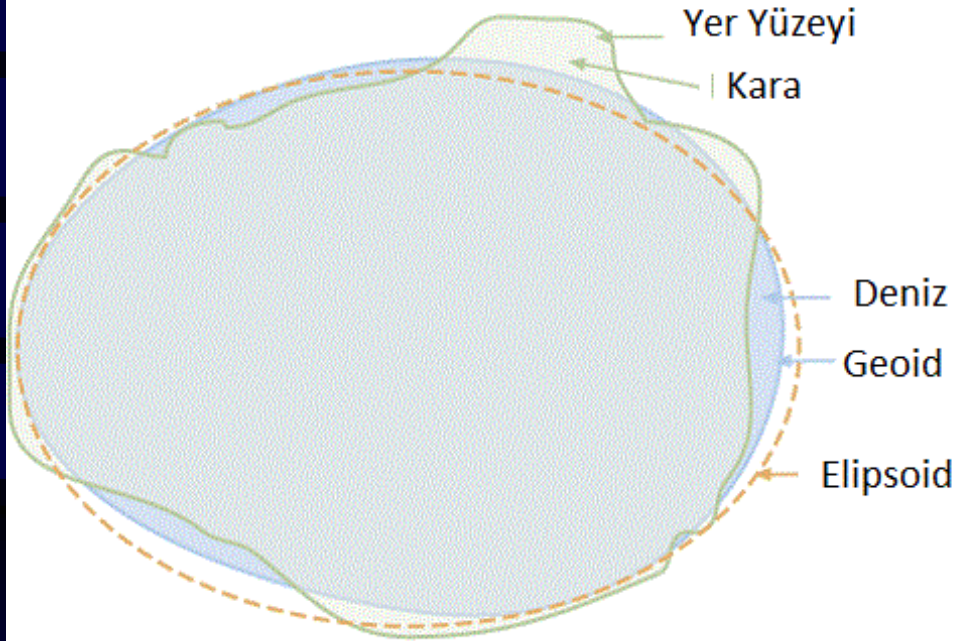
Pendulum Model

t = 0.05s



Daha sonra Fransız jeodezik araştırma grubunun Akdeniz kıyılarından, Manş Denizi Adalarının kıyılarına kadar olan araştırması, 1718 yılında araştırma başkanı Jacques Cassini (1677-1756)'nin açıklamasıyla tamamlanmıştır. Araştırma sonucunda Cassini, Newton'un tahminlerinin aksine dünyanın şeklinin yumurta gibi (elipsoid) olduğunu açıklamıştır. 1735 yılında ise üç Fransız matematikçi Pierre Louis Moreau de Maupertuis (1698 -1759), Pierre Bouguer (1698 – 1758) ve Alexis-Claude Clairaut (1713 –1765) kendilerine Kraliyet Bilim Akademisi (L' Académie Royal Des Sciences) tarafından maddi olarak sağlanarak, Peru ve Lapland'daki enlemlerin derecelerini araştırmak ve karşılaştırmak ve de Yer'in esas şeklini bulabilmek için yola çıkmışlardır. Araştırmanın sonucu, Newton'un dediklerini doğrulamıştır yani Yerküremizin kutuplardan basık olduğu kabul edilmiştir. Maupertuis, Bouguer ve Clairaut, çalışmaları sırasında Yer'in çekim kuvveti konusunda uzmanlaşmışlardır. Clairaut; gravitenin enlemle değişimi arasındaki ilişkiyi saptamış, Bouguer; Peru'daki araştırmasında yüzeye yakın kayaların yoğunluğunun gravite ve yükseklik üzerindeki etkisini keşfetmiştir.

Yerküre Modelleri

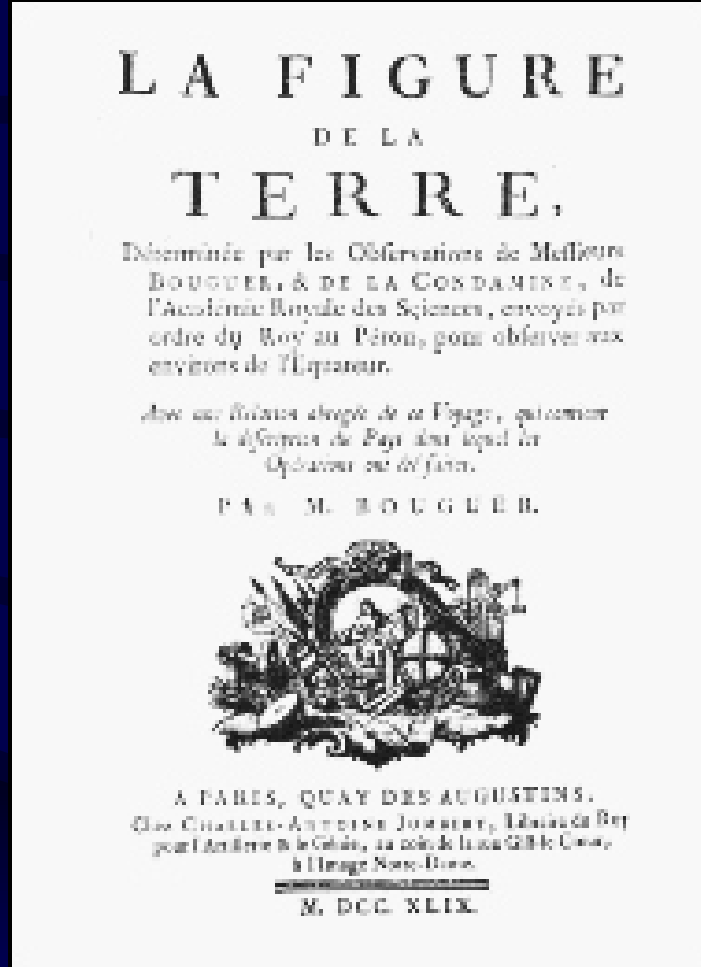


Pierre Bouguer (1698 – 1758)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Bouguer'nin “Yerküre'nin Biçimi” adlı eserinin kapağı



Bouguer

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Alexis-Claude Clairaut (1713 –1765)



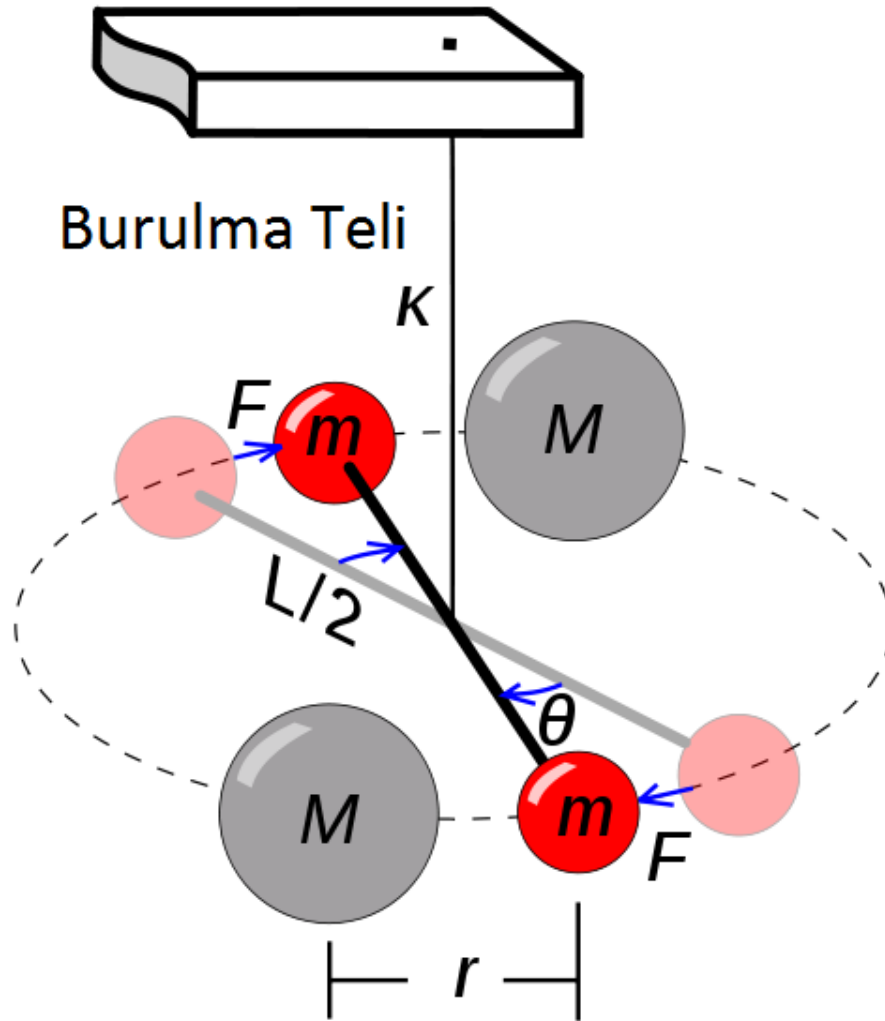
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Maskelyne, bunların bağıl gravitasyonel çekiminden dolayı, Yer'in ortalama yoğunluğunun, ölçüm yaptığı dağın ortalama yoğunluğunun iki katı olduğunu söylemiştir. Daha duyarlı bir belirleme, ağırlıkları bilinen iki kütle arasındaki çekimin duyarlı olarak ölçülmesinden yola çıkarak Newton'un 'yerçekimi sabiti'ni ölçen Henry Cavendish (1731-1810) tarafından 18. yüzyılın sonlarında yapılmıştır. Cavendish, Yer'in ortalama yoğunluğunun, suyunkini 5,48 katı olduğunu ve bu değerin yeryüzünde bulunan kayaçların ortalama yoğunluğunun neredeyse iki katı olduğunu bulmuştur.

Henry Cavendish (1731-1810)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



Cavendish Deneyi

Cavendish Deneyi (1)

Hook yasasından burulma teli üzerindeki tork (Şekilde) burulma terazisinin sapma açısı θ ile orantılıdır. Tork $\kappa\theta$ eşittir burada κ telin burulma katsayısıdır. Bununla birlikte tork ayrıca, tele asılı topların uzaklıkları ve çekim kuvvetlerinin çarpımı şeklinde (LF) de yazılabilir. Bu iki formülü eşitlersek;

$$\kappa\theta = LF$$

elde ederiz. Burada F için Büyük ve küçük toplar için Newton'un evrensel çekim yasası kullanılabilir:

$$F = \frac{GmM}{r^2}$$

İki denklemleri kullanarak

$$\kappa\theta = L \frac{GmM}{r^2} \quad (1)$$

Burulma katsayısı (κ) yı bulmak için, Cavendish burulma terazisinin rezonans titreşim periyodunu (T) ölçmüştür:

$$T = 2\pi\sqrt{I/\kappa}$$

Cavendish Deneyi (2)

Torsiyon telinin kütlesi ihmal edilerek, küçük toplar nedeniyle oluşacak eylemsizlik momenti:

$$I = m(L/2)^2 + m(L/2)^2 = 2m(L/2)^2 = mL^2/2,$$

Ve böylece:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{mL^2}{2\kappa}}$$

Denklemini κ için çözer ve (1) denkleminde yerine koyarsak, ve G için yeni den düzenlersek sonuç:

$$G = \frac{2\pi^2 L r^2}{MT^2} \theta$$

olur. G elde edilirse, yerin yüzeyindeki bir objenin Yerkürenin kendisine olan çekimden Yerkürenin kütlesi ve yoğunluğunu hesaplamakta kullanılabilir:

$$mg = \frac{GmM_{earth}}{R_{earth}^2}$$

$$M_{earth} = \frac{gR_{earth}^2}{G}$$

$$\rho_{earth} = \frac{M_{earth}}{4\pi R_{earth}^3/3} = \frac{3g}{4\pi R_{earth} G}$$

Kaşif, iklimbilimci ve coğrafyacı ve hatta jeofizikçi olan **Baron Friedrich Von Humboldt** (1769-1859)'un kişisel girişimlerinin bir sonucu olarak, 1830'lu yıllarda Mağnetik Gözlemeleri dünyada belirli yerlerde kurulmuştur. Büyük matematikçi **Karl Ferdinand Gauss** (1777-1855), 1807-1855 yılları arasında Göttingen Üniversitesi Rasathanesi müdürü olmuş ve bir yüzyıldan fazla kullanılan çok duyarlı bir mağnetometre icat etmiştir. Gauss ayrıca, 1836'dan 1841'e kadar tüm Avrupa'da yapılan gelişigüzel mağnetik gözlemlerin koordine edildiği Mağnetik Araştırma Derneği (Magnetischer Verein) ni de oluşturmuştur. 1835'de Gauss, yermağnetik alanının dipolden türemeyen küçük bir alana da sahip olduğunu keşfetmiştir.

Von Humboldt (1769-1859)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Karl F. Gauss (1777-1855)



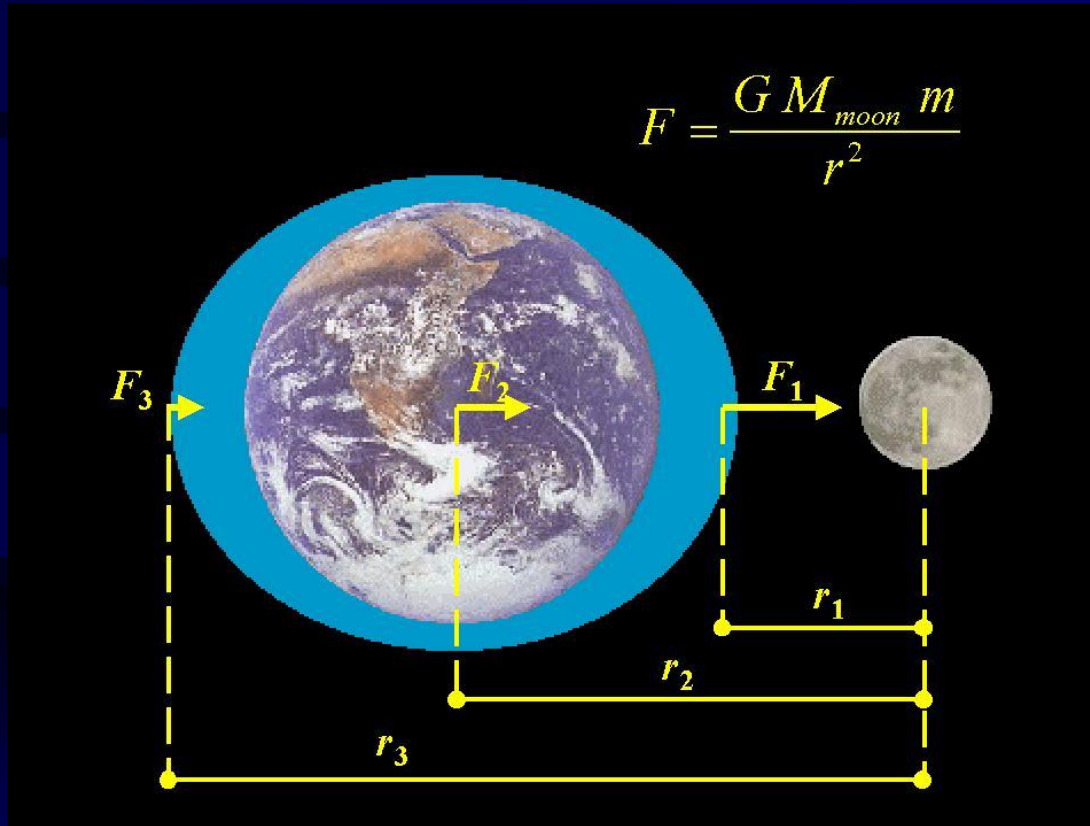
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

18. yüzyıl sonlarında buhar gücüyle çalışan pompaların kullanılması, madenlerde kazı yapılırken daha derine inme olanağı sağlamıştır.

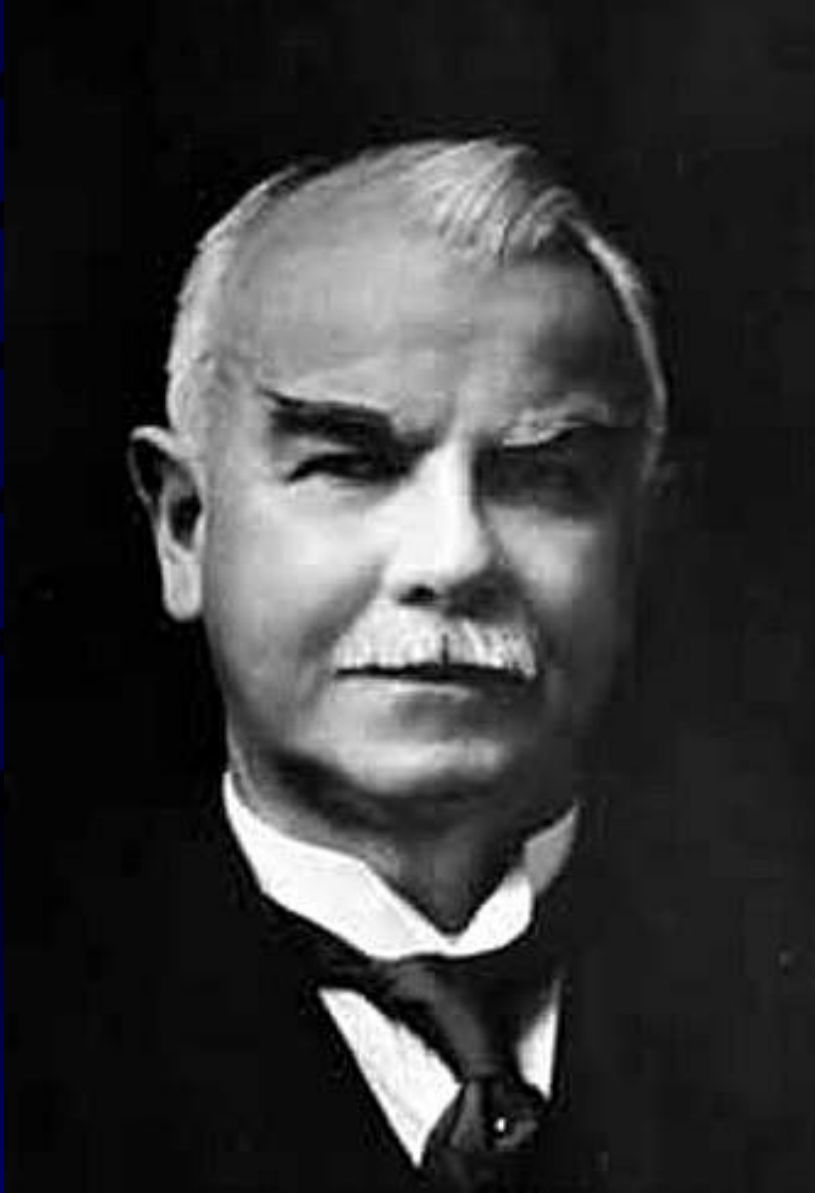
Bunun sonucu olarak, yerin içine inildikçe sıcaklığın arttığını ölçebilmiştir (1800'lerin ilk yılları 500 m yer içi derinliğene inilmiştir). 1797 yılında İskoçya'da James Hall (1761- 1832) kayaç eriyiklerini yüksek ısıda eritip, birleştirip ,kristalize ederek deneyler yapmaya başlamıştır. 1830 yılında madenlerde ölçülen ekstrapole edilmiş sıcaklık artışı en az 80 km derinlikteki bilinen kayaçların erime eğrileri ile örtüşür. Ergimiş bir kaya rezervuarı üzerindeki ince katı bir yerkabuğu modelini içeren bir Yerküre kavramı tartışılmıştır. Bunlar, 1838 yılında Cambridge'de matematikçi olan William Hopkins'in açıklamalarıyla son bulmuştur.

Hopkins yer gel-gitlerinin olmadığını (Earth tides) ve dünya ekseninde, güneş ve ayın etkisi ile meydana gelen yerin eksenindeki yönlenme kaymalarının olduğunu ve dünyanın en az 1600 km derinliğe kadar katı olması gerektiğini ortaya koymuştur.

Gel-Gitler

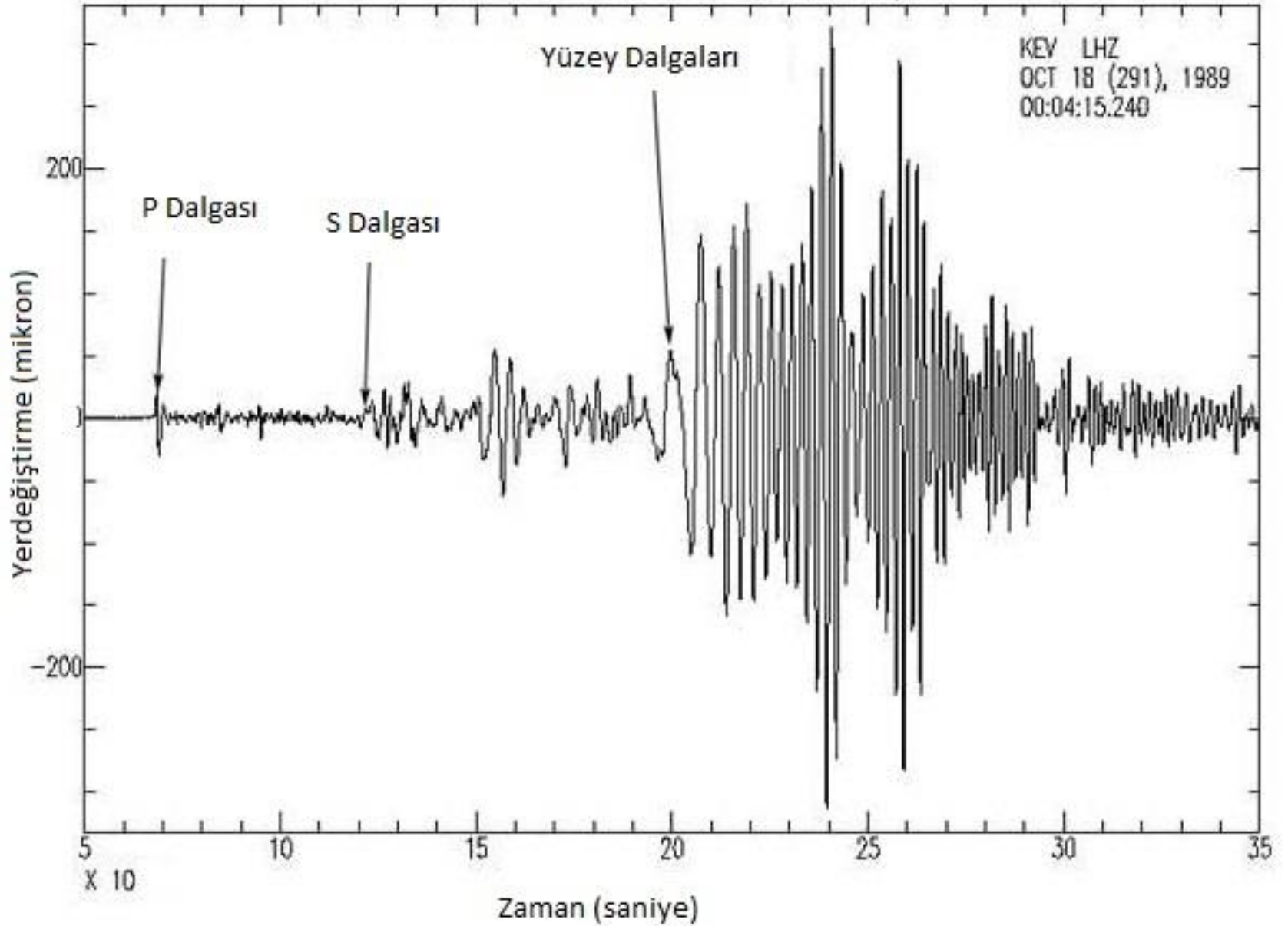


Yer'in içiyle ilgili en büyük ve önemli buluş 19. yüzyılın sonlarında yer hareketini sürekli olarak kaydeden 'sismograf'ın keşfiyle meydana gelmiştir. Sismograf ile uzaktaki depremlerin titreşimlerini ilk olarak İngiliz fizikçi **James Ewing (1855 –1935)** Tokyo'da çalışırken 1880 yılında kaydetmiştir. 1889 yılında Japonya'da meydana gelen depremin Almanya'daki çok duyarlı bir gravimetre tarafından kaydedilmiş olması ile deprem dalgalarının tüm dünyayı dolaştığı kanıtlanmıştır. 1895 yılında İngiliz **John Milne (1850-1913)** 15 yıl sonra Japonya'da depremler üzerine çalıştıktan sonra, dünya çapında bir sismik ağ kurmak için İngiltere'ye dönmüştür. Milne kayıtlarını, İtalyan deprem istasyonlarıyla işbirliği içerisinde tutarken, Hindistan Jeoloji Kurumu eski başkanı **Richard Dixon Oldham (1858- 1936)** bu kayıtlardan yararlanarak 1906 yılında dünyanın tam zıt tarafında meydana gelen ikincil "transverse (S) dalgalarının" Yer'in çekirdeğinden geçerken yavaşladıklarını açıklamıştır. Oldham ayrıca, bağlı hızlar ve bundan dolayı yerin dışı kabuğunun yoğunluklarına dayanarak yerkabuğunun Yer'e kıyasla çok çok küçük kalınlıkta olacağını söylemiştir.



**Sir James
Alfred
Ewing (1855 -
1935)**

JEONİZİK ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

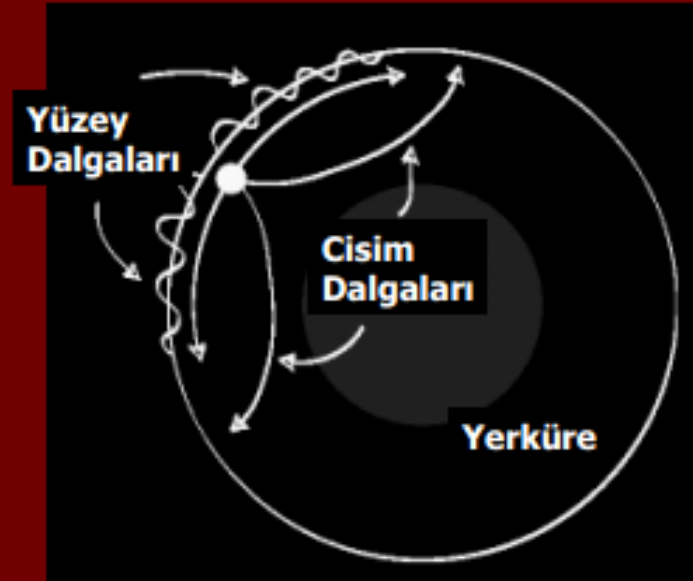
Sismik dalga türleri

■ Cisim Dalgaları

- P dalgaları
- S dalgaları

■ Yüzey Dalgaları

- Rayleigh dalgaları
- Love dalgaları



Sismik Dalgalar

P - DALGALARI

- Yer içinde en hızlı yayılan dalgalardır. Bu nedenle alıcılarda ilk görülen dalgadır.
- Her tür materyal içinde, yani sıvı, gaz, katı içinde yayılabilirler.
- P dalga hızı yerküre içinde 1 ile 14 km/sn arasında değişir. Tam hızı içinden geçtiği kayanın özelliklerine bağlıdır.
- P dalgaları aynı zamanda ses dalgalarıdır. Bu nedenle zaman zaman depremler sırasında gürültü olarak insanlar tarafından işitilir.

E.YALÇINKAYA

5

S - DALGALAR

- İkinci en hızlı yayılan dalgalardır. Bu nedenle kayıtlarda P dalgalarından sonra görülürler.
- S dalgaları sadece katı içinde yayılırlar, sıvı ve gaz içinde yayılamazlar.
- Yerküre içinde S dalga hızı 0.1 ile 8 km/sn arasında değişir. Tam hızı geçtiği kayanın özelliklerine bağlıdır.
- Deprem kaynağına yakın noktalarda en büyük genlikli dalgalardır ve bu nedenle en çok hasara neden olan dalgalardır.

E.YALÇINKAYA

7

Love Dalgaları

- En hızlı yayılan yüzey dalgasıdır. Kayıtlarda S dalgalarından sonra Rayleigh dalgalarından önce görülürler.
- Yerkürenin serbest yüzeyinde oluşurlar. Derinlikle genlikleri azalır.
- Hareketin yatay düzlemde bileşeni vardır. Bu nedenle sadece yatay bileşen sismogramlarda görülürler.

E.YALÇINKAYA

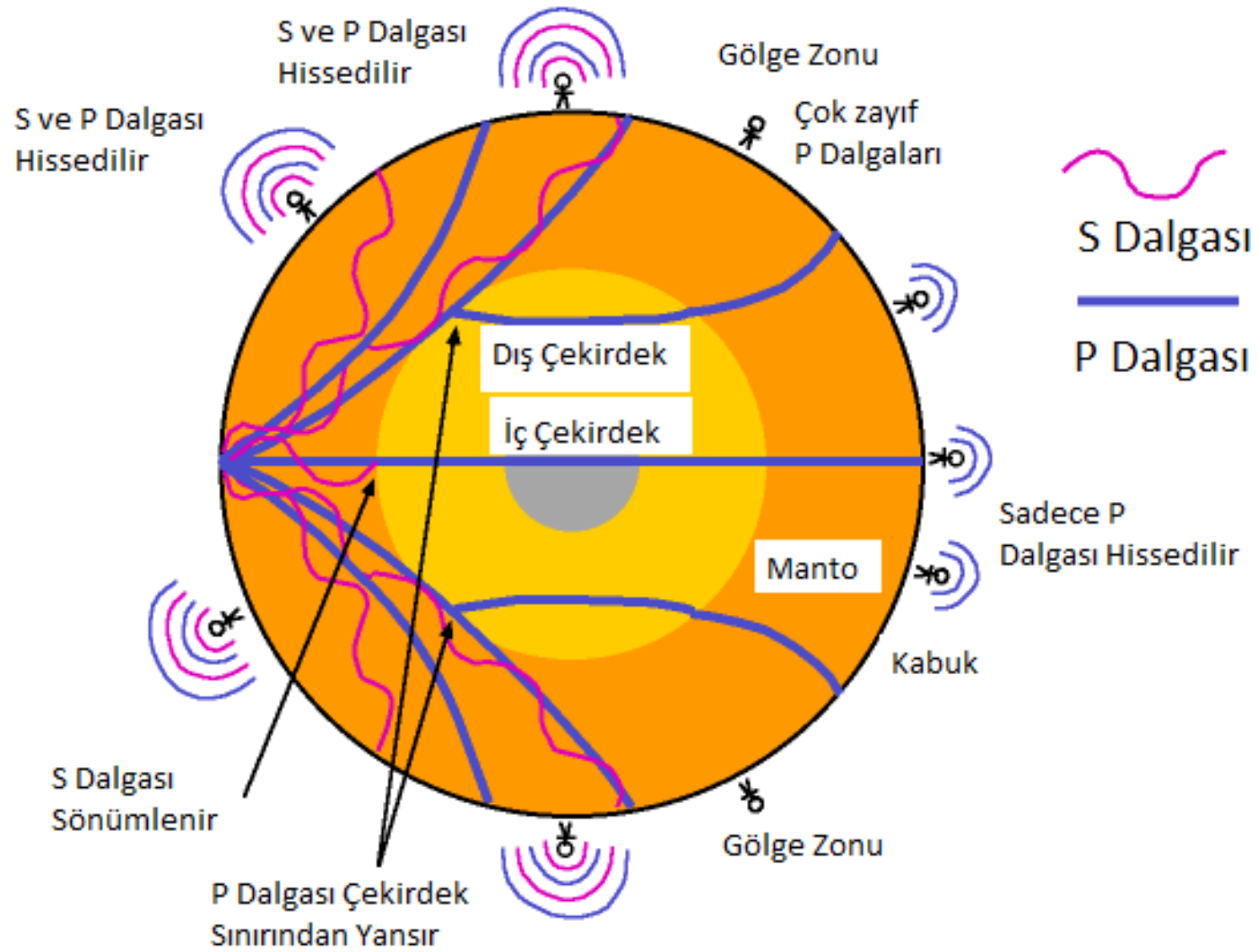
11

Rayleigh Dalgaları

- Rayleigh dalgaları en yavaş dalgalardır. Bu nedenle sismogramlarda en sonda görülürler.
- Hareket eliptik olup, hem yatay hem de düşey yönde bileşeni vardır. Bu nedenle hem yatay hem de düşey bileşen simogramlarda görülürler

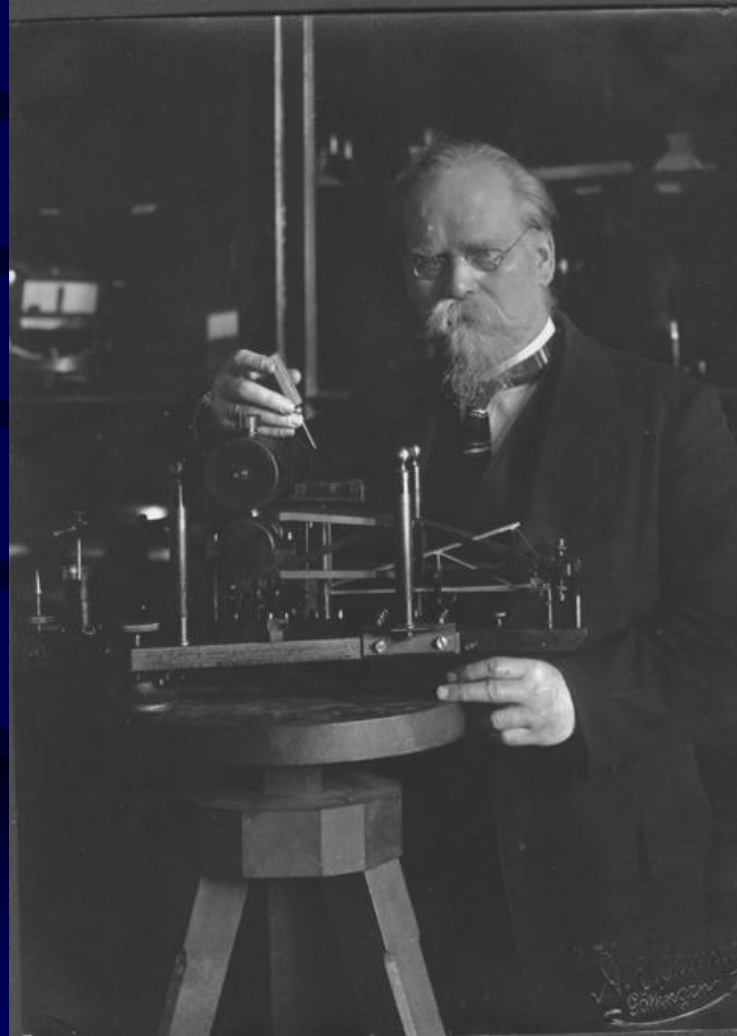
E.YALÇINKAYA

13



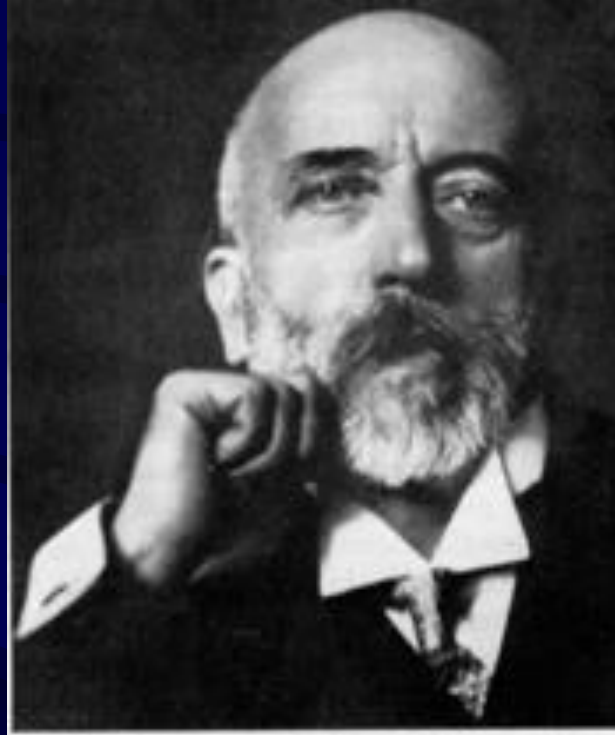
Yerküre'ye ait metalik bir çekirdeğin varlığı Gezegенimizin yoğunluğunu oldukça büyük hesaplayan Cavendish'den beri bir yüzyıdan daha fazla bir zamandan beri söylenmektedir. Alman jeofizikçi Emil Wiechert (1861-1928) meteoritlerin birleşimini ve meteoritlerdeki elementlerin dağılımını göz önüne alarak, demir-nikel karışımı bir yer çekirdeğinin varlığını ileri sürmüştür. Daha sonra 1909 yılında Oldman tarafından yanlış olarak kestirilen çekirdeğin çapı, Wiechert'in bir öğrencisi olan Beno Gutenberg (1889-1960) tarafından, uzak depremlerin detaylı olarak incelenmesiyle, 7000 km olarak bulunmuştur. Aynı yıl Yugoslav jeofizikçi Andrij Mohorovicic (1857-1936) yerel deprem kayıtlarını kullanarak, Oldham'ın tahmin ettiği yoğunlukları biri diğerinden farklı olan kabuk ve manto tabakaları arasındaki süreksizliği açıkladı. Daha sonra da bu süreksizliğe "Moho süreksizliği" denmiştir. 1926 yılında İngiliz matematiksel jeofizikçi Harold Jeffreys (1891-1989) çekirdeğin enine dalgaları (S) geçirmez olduğunu ve S dalgalarının sıvı ortamda yayılmamasından dolayı da yerin çekirdeğini oluşturan metalin sıvı halde bulunduğunu kanıtlamıştır. 10 yıl sonra Danimarka'lı jeofizikçi Inge Lehman Batı Pasifik depremlerinin titreşimlerini, Avrupa'da kaydedip, çekirdeğin içinde daha yoğun bir katı bir iç çekirdek olduğunu belirlemiştir. 1946'da Amerika'da çalışan Alman jeofizikçi Walter Elsaser, yermağnetik alanının kökenini açıklamak için kendi kendini besleyen bir dinamo modelinde sıvı bir dışı çekirdek olması gerektiğini önermiştir. 16. Yüzyılın sonundan beri gözlenen yermağnetik alanındaki kaymalar/değişimler yer içindeki akışı yansıtmaktadır.

Emil Wiechert (1861-1928)



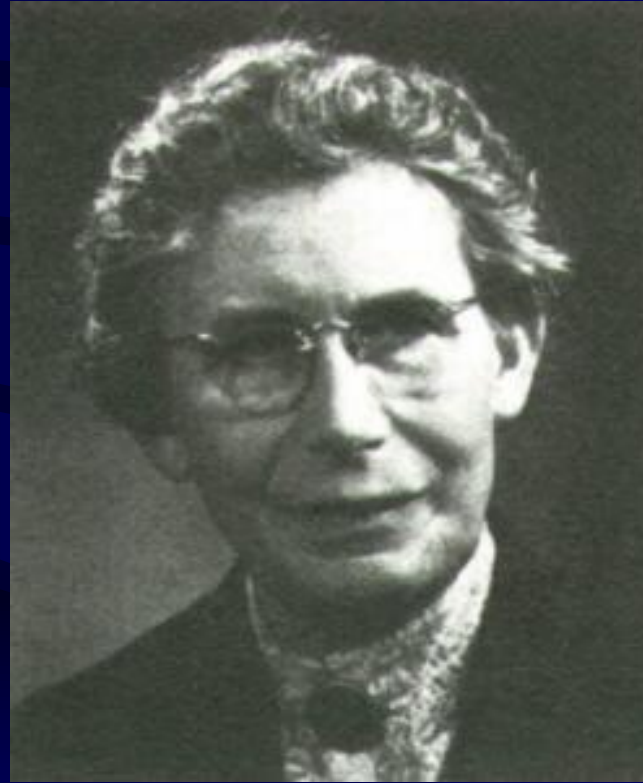
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

ANDRIJA MOHOROVICIC (1857-1936)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

INGE LEHMAN (1888-1993)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Beno Gutenberg (1889-1960)



Jeonju ve Tamsui Gençliği,
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Charles Richter



© Copyright California Institute of Technology. All rights reserved.
Commercial use or modification of this material is prohibited.

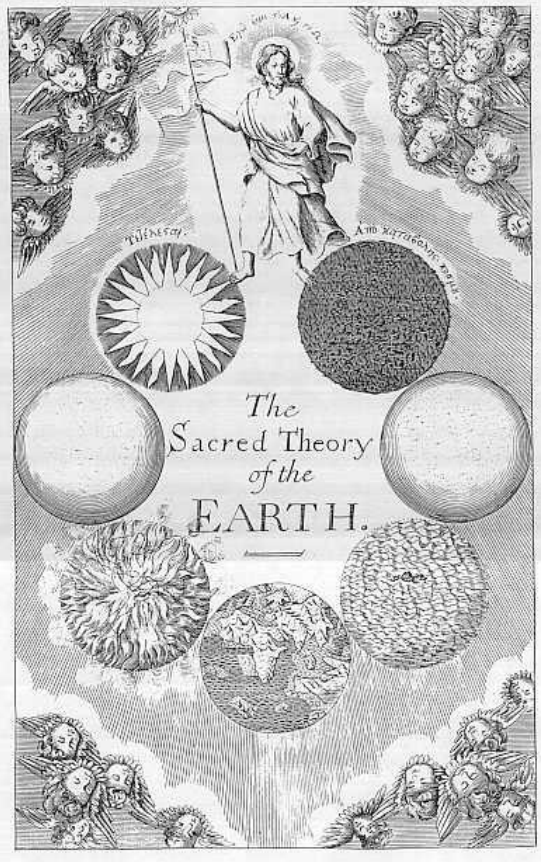
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Yer içinde seyahat eden sismik dalgaların yayılma yörüngelerinden elde edilen istasyonlara varış zamanların incelenmesiyle daha ayrıntılı yer içi haritalarının elde edilmesi sağlanmıştır. 1980'li yılların başlamasıyla, bilgisayarla hızlı işlem yapabilme olanağı doğmuştur. Dünya üzerinde meydana gelmiş tüm deprem kayıtları yardımıyla mantonun üç boyutlu sismik tomografik hız modelleri çizilmiştir. Manto içindeki yüksek ve alçak yoğunluk bölgelerinin yanal dağılımı büyük olasılıkla yer içindeki konveksiyonun yükselip alçalan kolonlarını yansıtmaktadır. Mantonun mineralojik haritalamasında yardımcı bilgi olarak derin magma kanalları ve yüksek basınç fazındaki değişmelerinin deneysel ve kuramsal araştırmaları sonucu elde edilen bilgiler göz önüne alınmıştır.

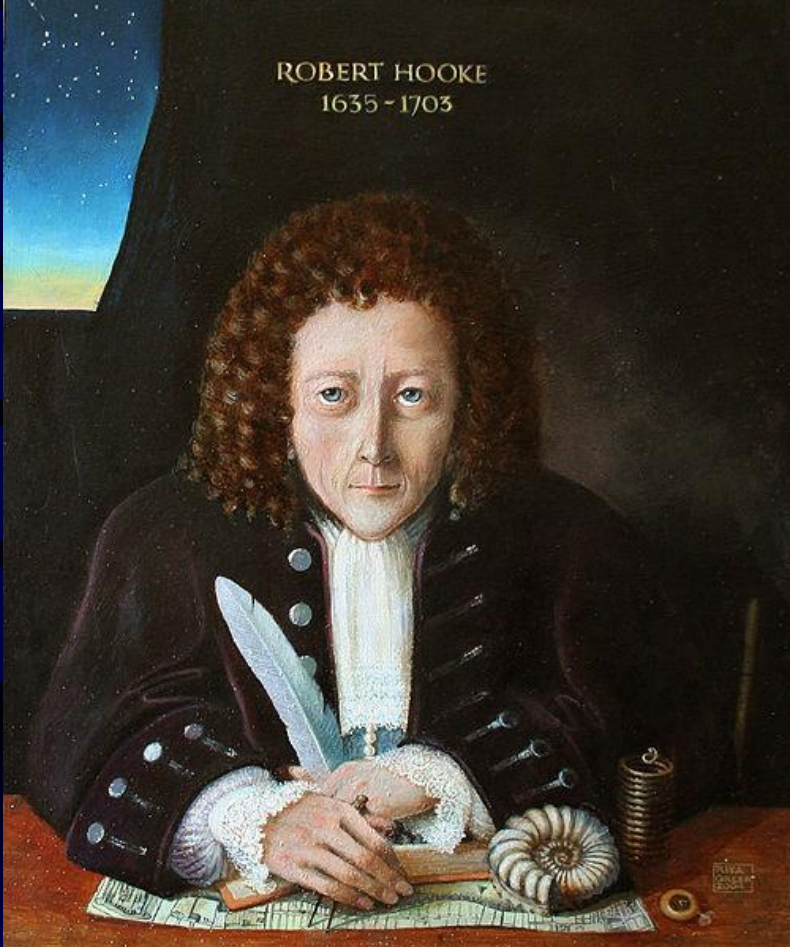
B- YERKÜRE’NİN DİNAMİĞİ ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

XVII. yüzyılın sonlarında modern bilimin doğuşunun öncesine kadar, Yerküre üzerinde yapılan **bilim**, İncil’deki “**Yaratılış Öyküsü**” (**Genesis of Creation**) ve **Büyük Nuh Tufanı** gibi zenginleştirilmiş dini hikayelere dayandırılıyordu. Belki de bu zamanlardaki en önemli yapıt **Thomas Burnet** (1636-1715)’in 1681 yılında basılmış olan “**Yerküre’nin Kutsal Kuramı**” (Sacret Theory of The Earth) adlı kitabıydı. Kitapta, yeryüzünün orijinal düzgün yüzeyinin bir toz tabakası içerdiği ve bu tabakanın **Büyük Tufan** sırasında yeraltı okyanuslarına (suterranean ocean) battığı ifade edilmiştir (Burada İncil’deki Cennet Bahçesi’nden esinlenilmiştir).

Thomas Burnet (1635 –1715) ve «*Sacred Theory of the Earth*»



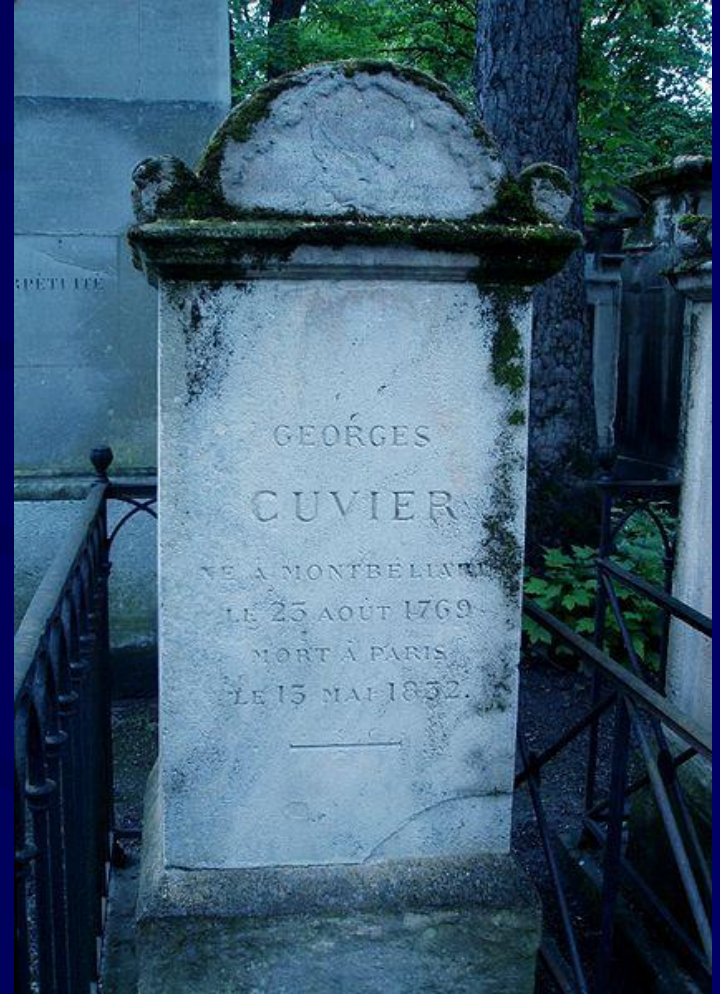
Burnet bu kitabı yazdığı sırada, **Robert Hooke**, yeni oluşturulan Londra Kraliyet Bilim Derneği'nde (Royal Society) görevli olarak **depremlerin** (bu sözcük aynı zamanda volkanik sarsıntıları da içerecek biçimde tüm sarsıntılar için kullanılıyordu) **etkileri sonucu**, deniz hayvanlarının fosillerinin denizin dışına (dağlara ve karaların iç kesimlerine) nasıl çıkıp sediment tabakaları arasında girdiği hakkında bir seri konferans vermektedir



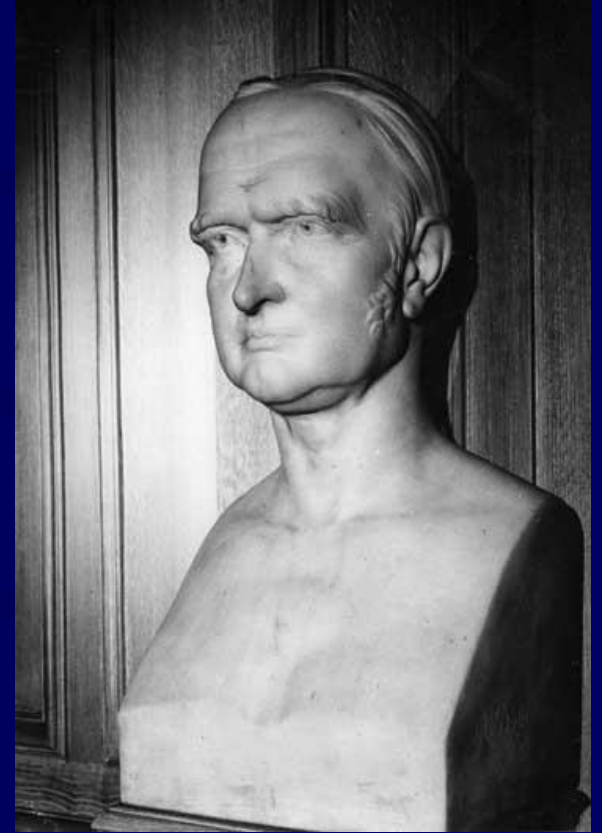
Hooke'un ölümünden iki yıl sonra yayınlanan depremler üzerine kitabı (**Discourse of Earthquakes**), Leonardo da Vinci'yi izleyerek, Hooke dağlardaki ve karaların iç kesimlerindeki fosil kabuklarını buraya büyük depremlerin etkisiyle geldiğini söylüyordu

1817 yılında Paris’li anatomist **Georges Cuvier** (1769-1832) **Nuh Tufan**’ının Yerküre’nin uzun gelişim tarihindeki felaketler (catastrophes) zincirinin son halkası olduğunu açıklamıştır. Bu kavram daha sonra **Katastrofizim** (Catastrophism, Felaketcilik) olarak terimlendirilmiş ve **Jean-Baptiste-Armond-Louis-Leonce Elie De Beaumont** (1798 – 1874) tarafından ayrıntılandırılmıştır.

Cuvier, «catastrophism» adlı jeoloji ekolünün aktif savunucusudur. Buna göre Yerküre'nin jeolojik özellikleri ve Yaşamın tarihi, bir çok hayvan türünün da yok olmasının ayol açan katastrofik (felâketle sonuçlanan) olaylarla açıklanabilir.



Beaumont'un adı jeologlarca
dağ sıralarının kökeninin
oluşumu üzerine teorisi ile
bilinir (Notice sur le systeme
des montagnes) (3 volumes,
1852). Bütün dağ silsileleri
Yerkürenin büyük
döngüleriyle (felaketleri)
ilişkilidir.



ESSAY
ON THE
THEORY OF THE EARTH.

By BARON G. CUVIER,
PERPETUAL SECRETARY OF THE FRENCH INSTITUTE, PROFESSOR AND
ADMINISTRATOR OF THE MUSEUM OF NATURAL HISTORY,
¶c. ¶c.

WITH
GEOLOGICAL ILLUSTRATIONS,

BY
PROFESSOR JAMESON.

FIFTH EDITION,
TRANSLATED FROM THE LAST FRENCH EDITION, WITH NUMEROUS
ADDITIONS BY THE AUTHOR AND TRANSLATOR.

WILLIAM BLACKWOOD, EDINBURGH; AND
T. CADELL, STRAND, LONDON.

MDCCCXXVII.

1827

Old Poi

AMERICAN SCIENCE SERIES—ADVANCED COURSE

GEOLOGY

BY

THOMAS C. CHAMBERLIN AND ROLLIN D. SALISBURY

*Heads of the Departments of Geology and Geography, University of Chicago
Members of the United States Geological Survey
Editors of the Journal of Geology*

IN THREE VOLUMES

VOL. III. EARTH HISTORY

MESOZOIC, CENOZOIC

SECOND EDITION, REVISED



UNIV. OF
CALIFORNIA

NEW YORK
HENRY HOLT AND COMPANY

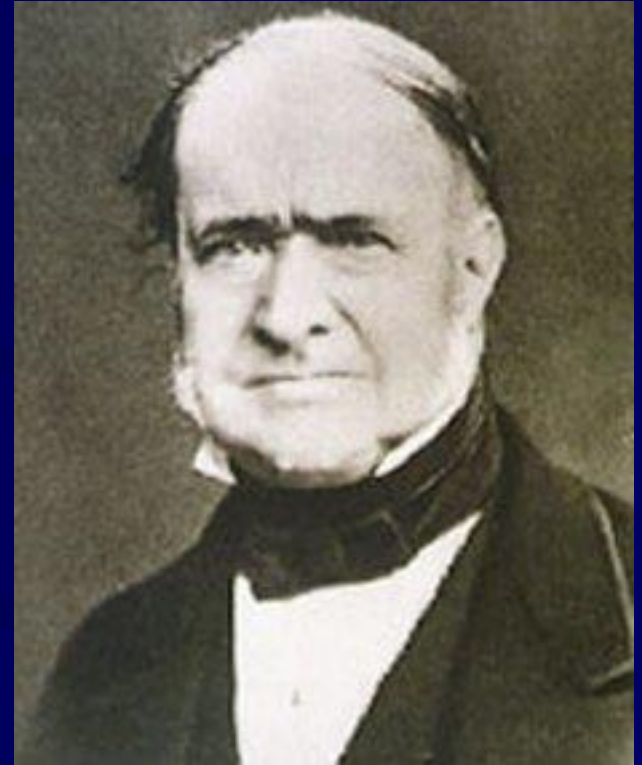
1907

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Georges
Cuvier



Jean-Baptiste Élie
de Beaumont

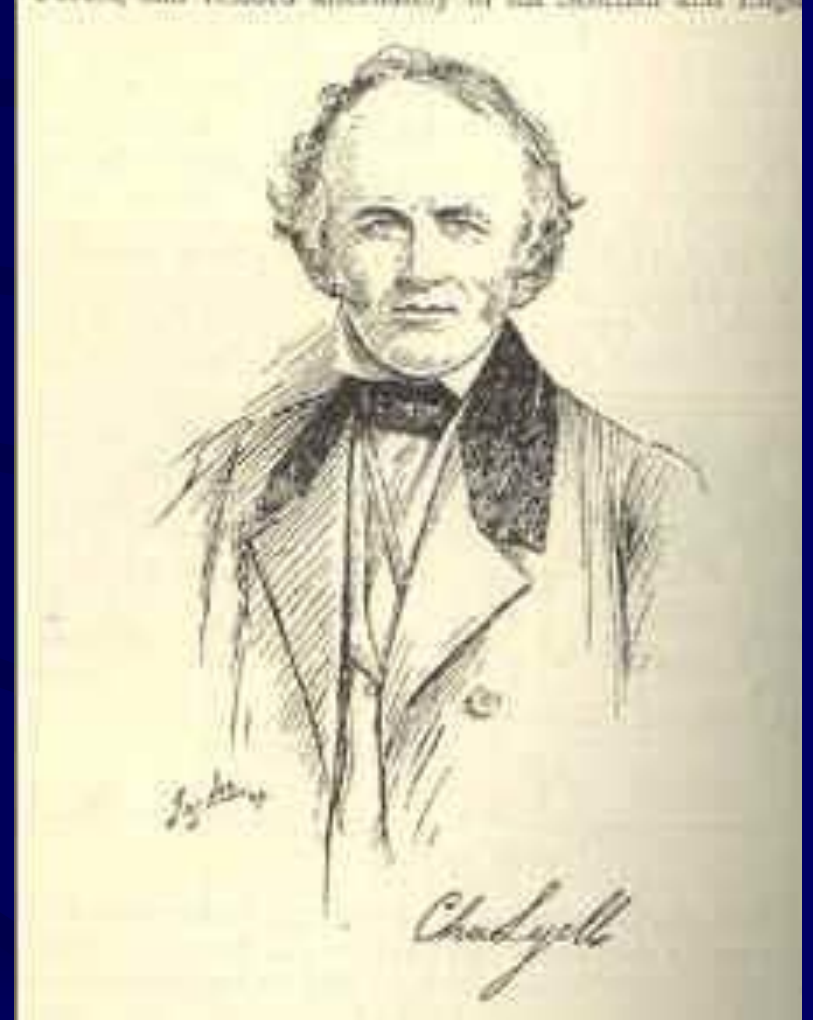


Bu katastrofizme karşı
çıkanlar yani **Charles Lyell** gibi
Tekdüzeciler (Uniformitarian),
dağların oluşumunu bir kaç
istisna dışında doyurucu bir
biçimde açıklayamamışlardır.

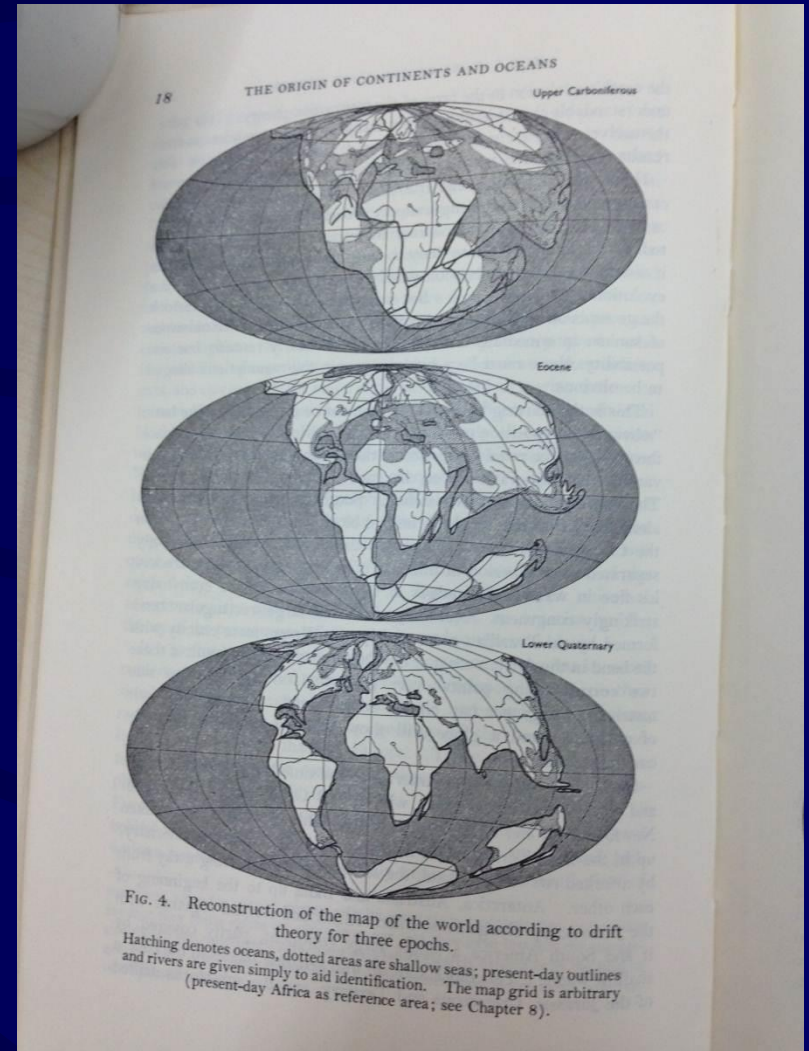
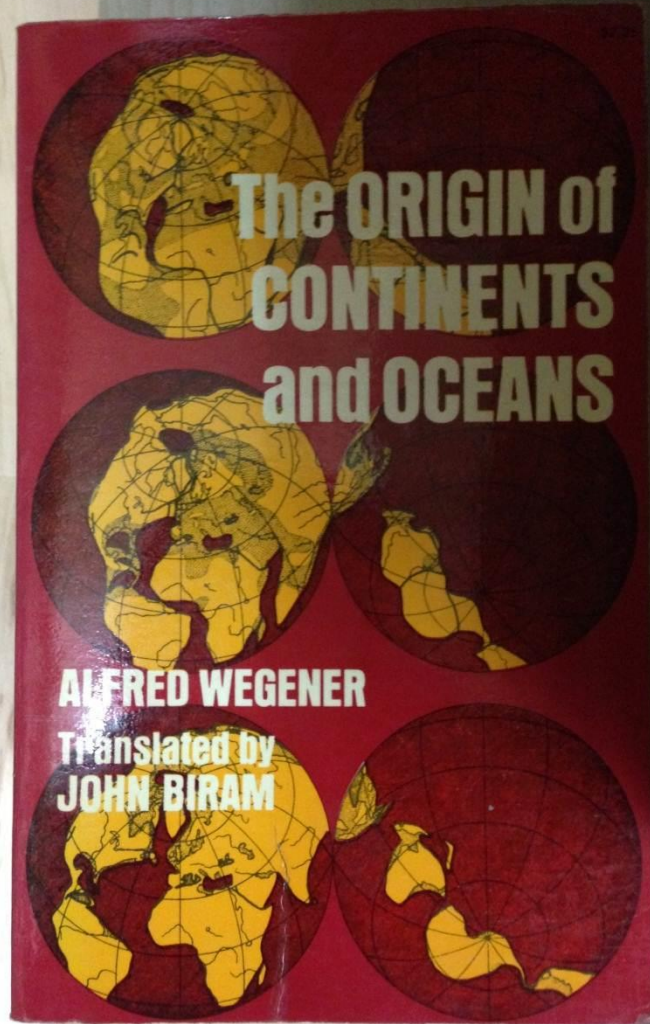
Charles Lyell

Charles Lyell'in savunduğu üniformitariyanizm (tekdüzecilik) görüşüdür. Tekdüzecilik geçmişte olan jeolojik olayların tempolarının da günümüzde olanlar gibi olduğunu savunur.

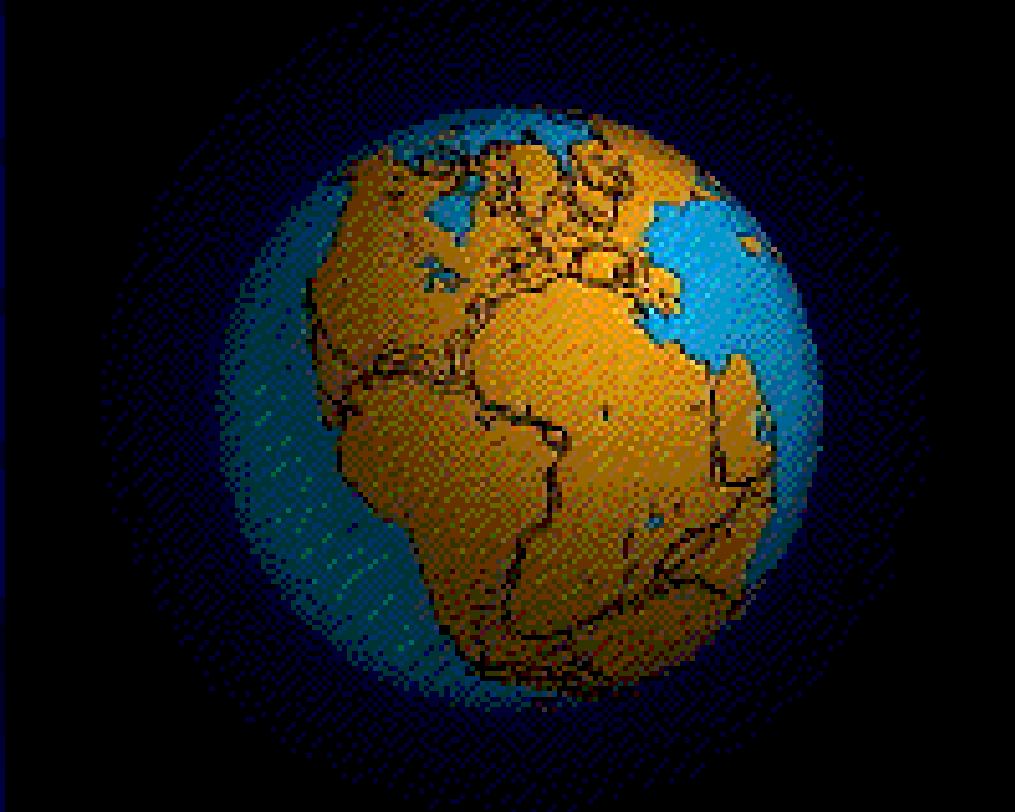
Olayların zaman içinde türlerinde ve hızlarında ani ve büyük değişiklikler olmadığını savunan düşünce ya da prensip tekdüzecilik ya da **Üniformitariyanizm** dir



1909 yılında Alman jeofizikçisi olan **Alfred Wegener** (1880 – 1930)’ın araştırmaları sırasında, Atlantik sahil şeridinin diğer kıtaların birbirleriyle olan sıra dışı jeolojik benzerliğini fark etmiştir. Bu gözlem ile Wegener, bir zamanlar tüm kara parçalarının tekparça olduğunu, daha sonra okyanusların araya girmesiyle kıtaların ayrıldığını anlamıştır. Bu düşünce ilk olarak Wegener tarafından kitap haline getirilip, dört dile çevrilmiştir. 1921-1926 yılları arasında Wegener’in “**Kıtaların Kayması Kuramı**” geniş bir şekilde tartışma konusu olmuştur. Wegener, Grönland’ın Buzul Çağında Kuzey Avrupa ile birleşmiş olarak tekparça olduğunu iddia etmiş ve Kuzey Atlantik’in yıl be yıl 30 m açılmış olduğunu ifade etmiştir.



Kıtaların Hareketi



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

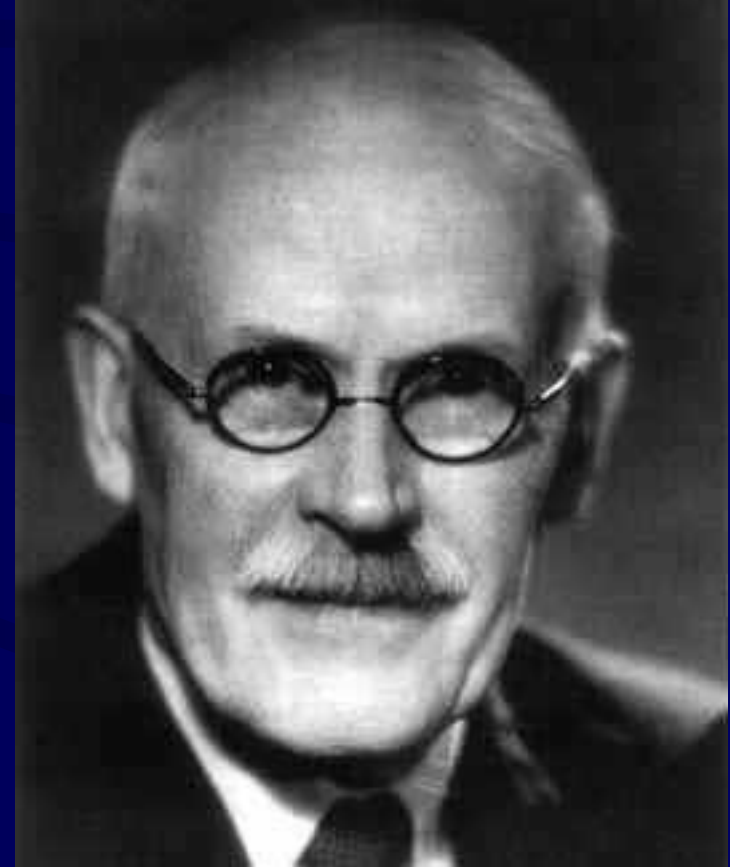
Alfred Wegener (1880 – 1930)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

HAROLD JEFFREYS (1891-1989)

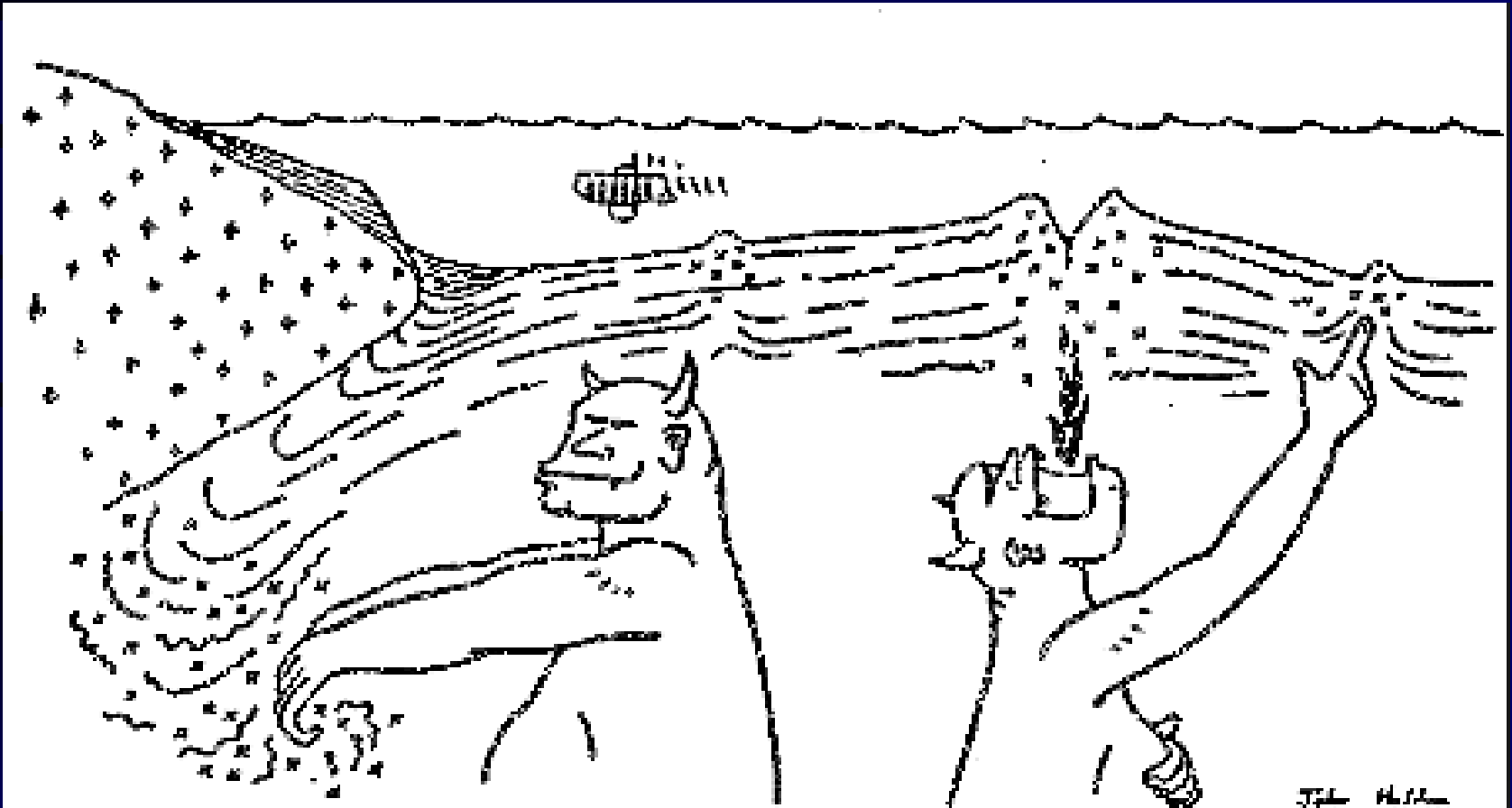
Kıtaların Kayması Kuramı;
hem konu ve hem de köken
olarak yabancı olması
nedeniyle öncelikle jeologlar
tarafından ve Harold Jeffreys
gibi bilim adamlarının
mantoda böyle bir hareketin
olanaksızlığı yönündeki
itirazları nedeniyle de
jeofizikçiler tarafından genel
olarak ciddiye alınmamıştır.



1928 yılında İngiliz yerbilimci ve radyoizotop yöntemiyle tarihlemenin/yaş belirlemenin öncüsü olan **Arthur Holmes** (1890-1965), mantoda bulunan radyoaktif elementlerin konsantrasyonunun konveksiyon için yeterli neden olduğunu, eski okyanus tabanlarının kıtaların hareketiyle tüketildiğini ve onların tükendiği yerde yeni okyanus tabanlarının konveksiyonla oluştuğu varsayımıyla öne sürmüştür. Bu olayda, kıtaların kayması (drift) yılda birkaç santimlik hareket anlamına gelmektedir.

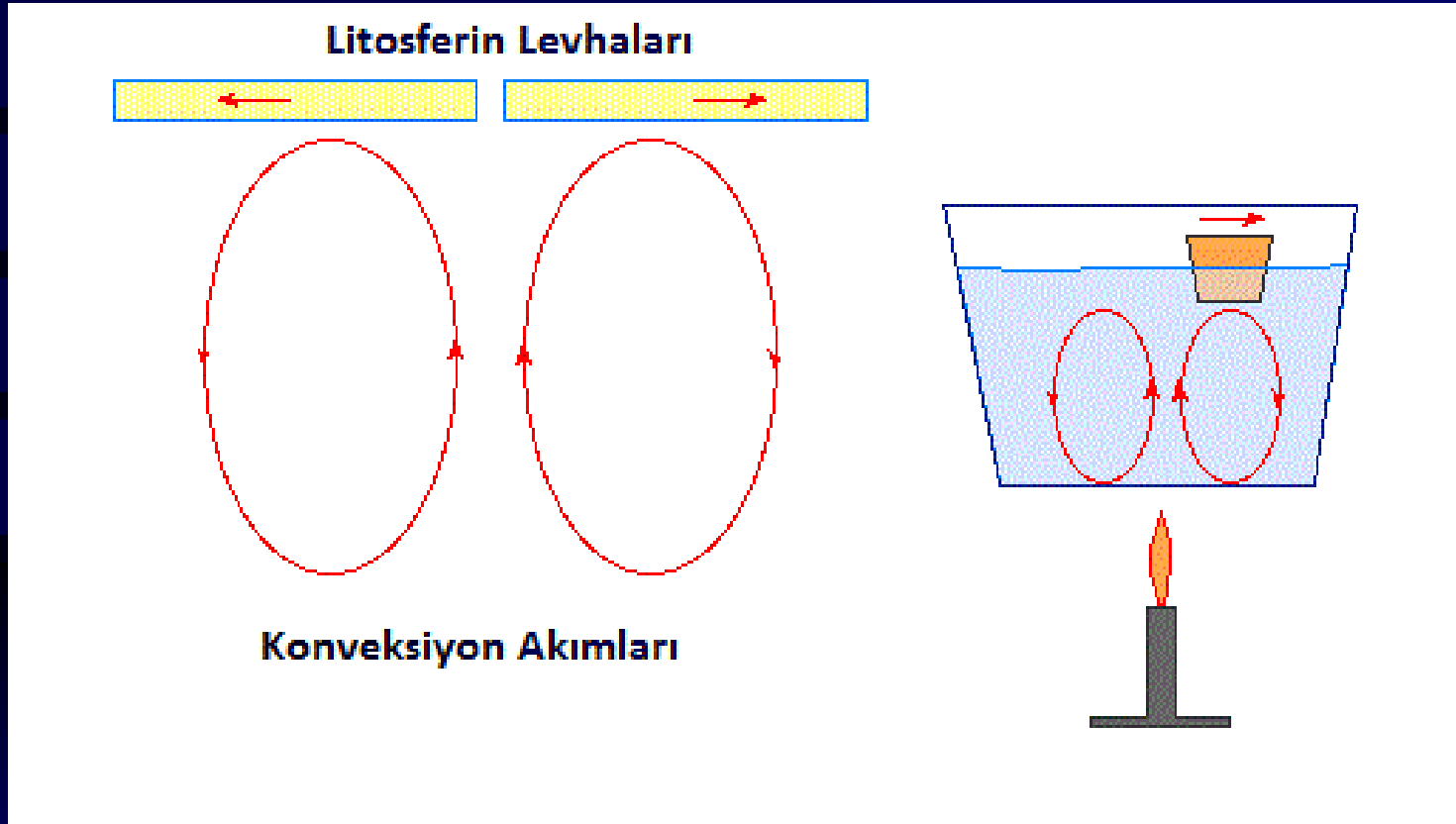


Okyanus Tabanı & Konveksiyon Akımları

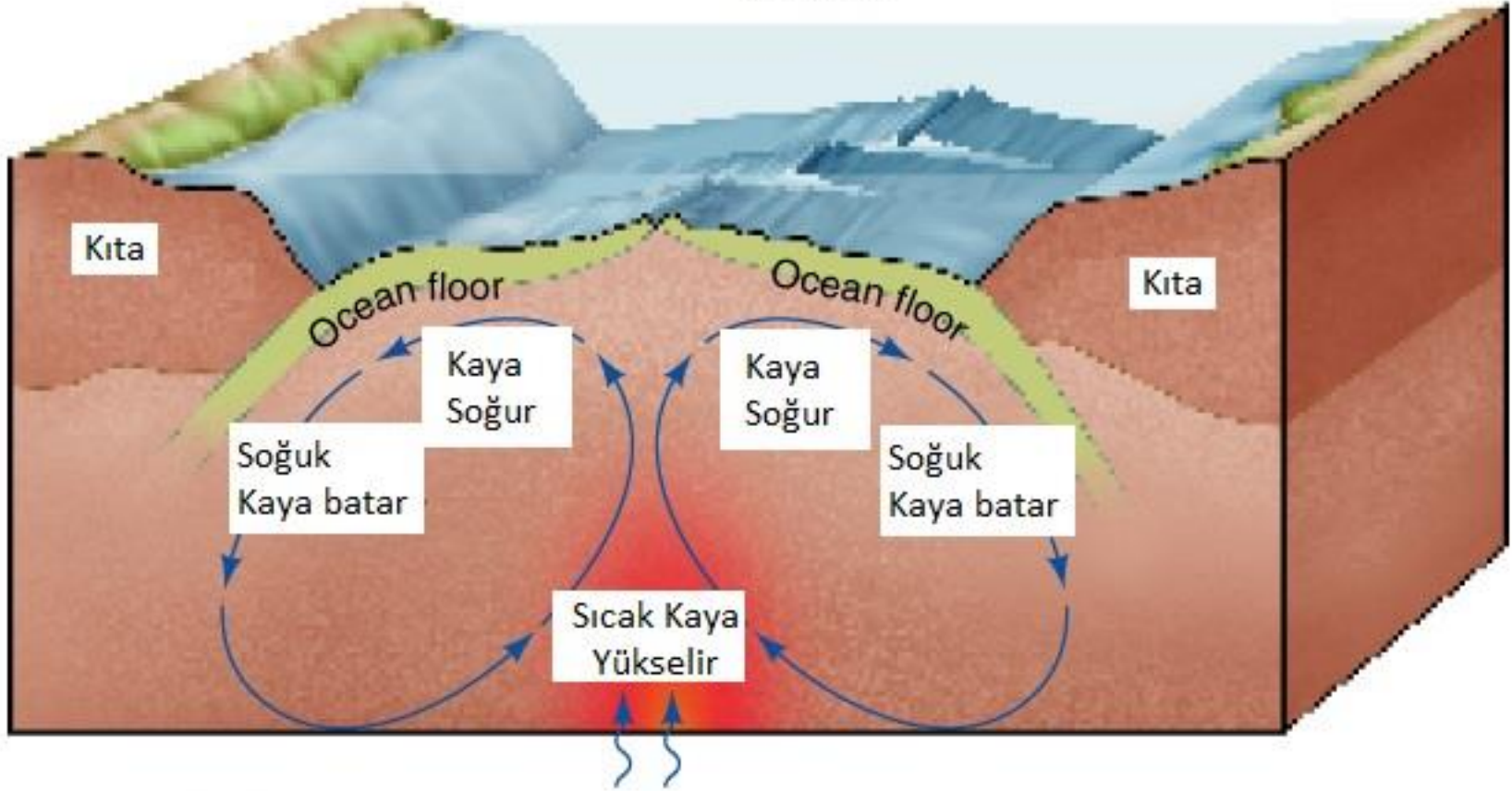


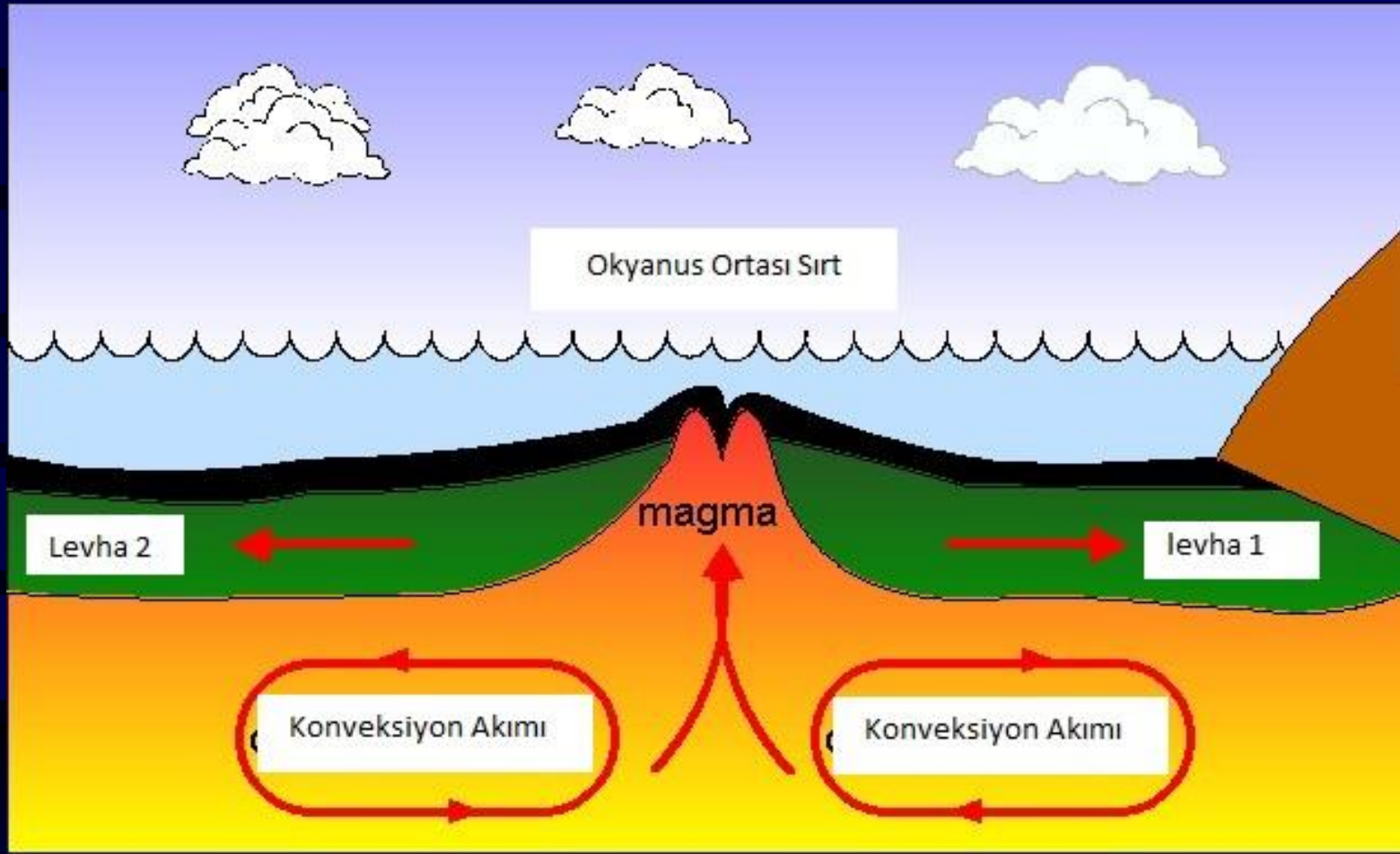
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Konveksiyon Akımları ve Levha Hareketleri

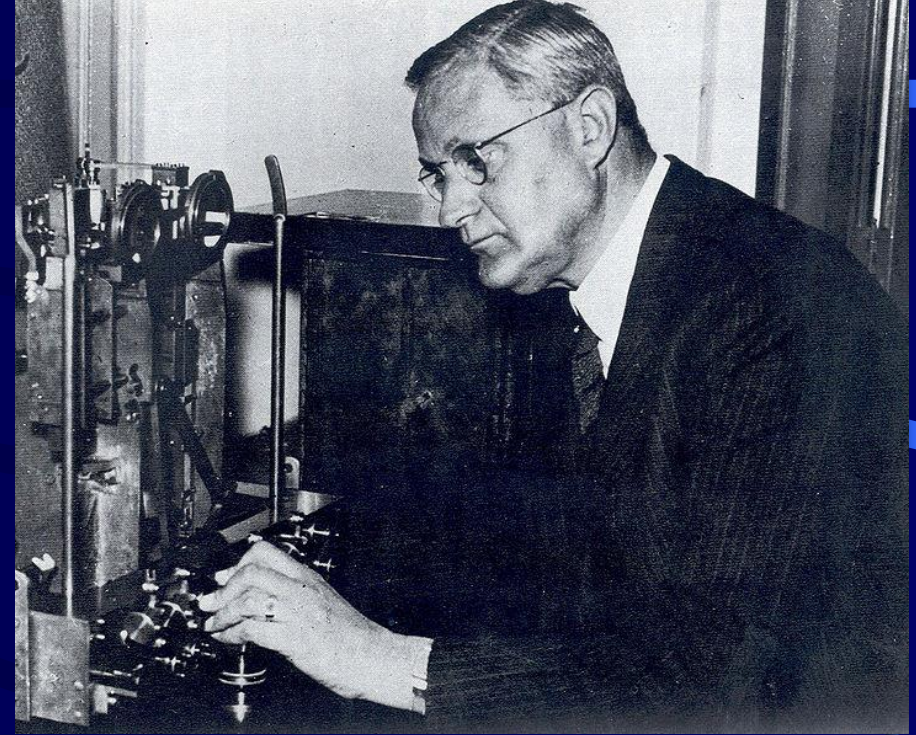


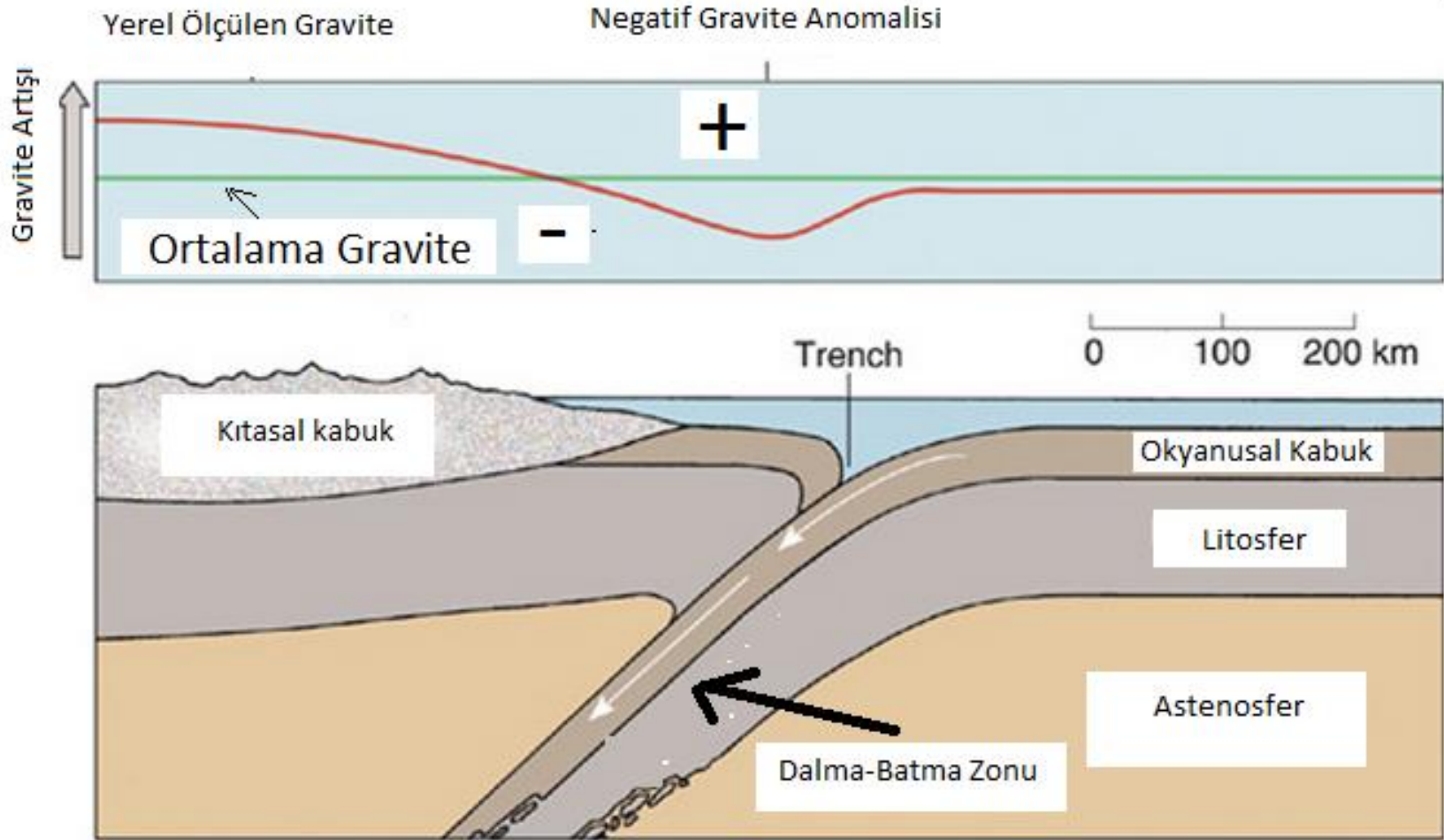
Okyanus





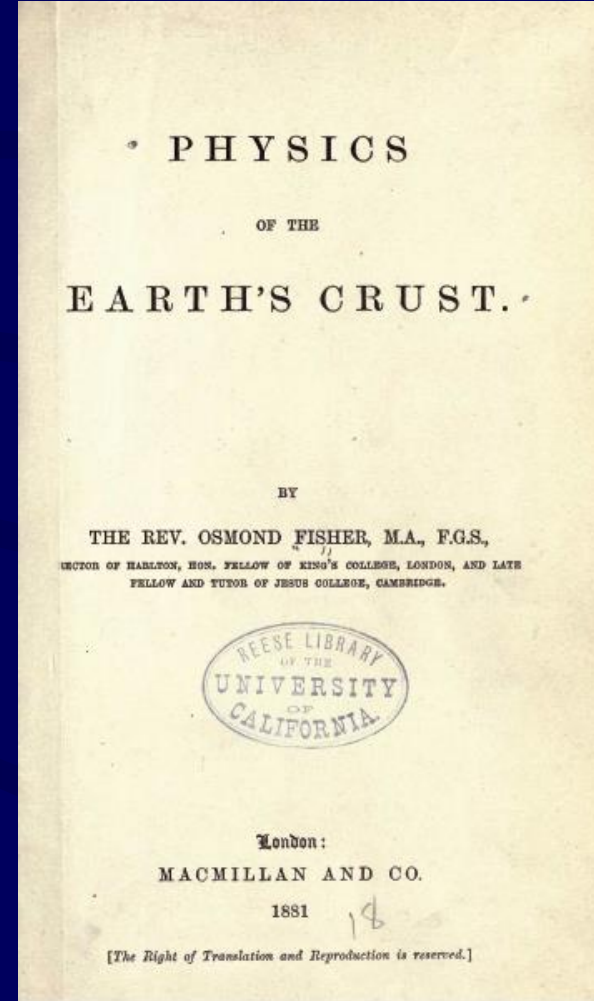
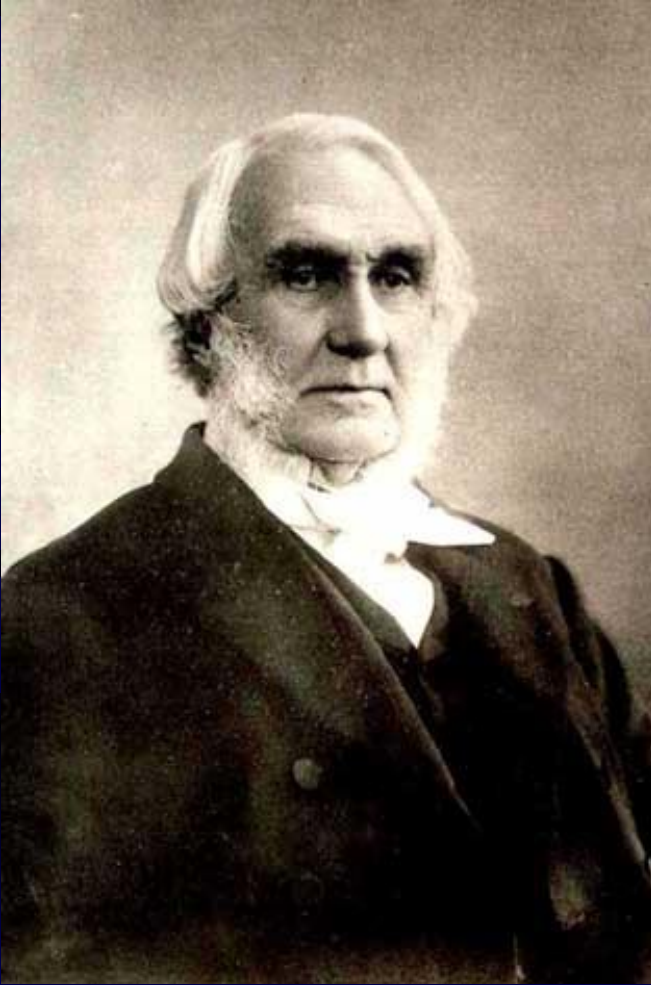
1932 yılında Danimarkalı jeofizikçi **Felix Vening-Meinesz (1887-1966)**, derin depremlerle ilişkili kanıtları da hesaba katarak, Doğu Hindistan'da derin okyanus çukurları etrafında negatif gravite anomalilerin bulunduğuna işaret eden kendi denizaltı gravite ölçümlerini yapmıştır. Ortaya attığı düşünce ise, dalma-batma zonunun konveksiyonla oluşmuş okyanus tabanının bulunduğu yerde olduğu yönündedir.



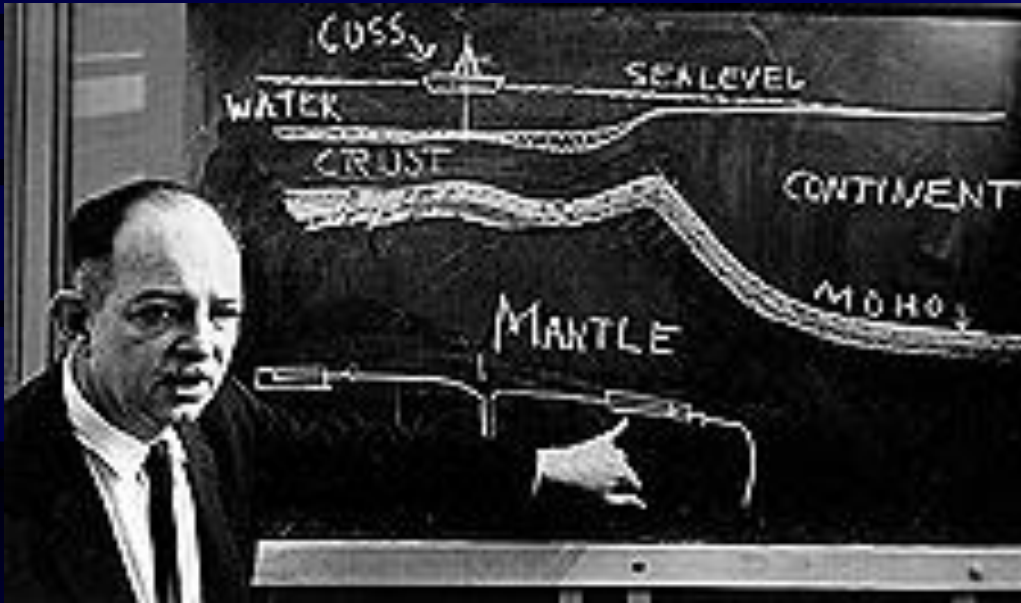


1950’li yıllarda bazı İngiliz jeofizikçilerin; mağnetik kayaçların ölçülmesi ile hesaplanan mağnetik kutupların konumlarındaki değişimleri, kıta hareketinin bir sonucu olarak açıklamasına kadar “kıtaların kayması (continental drift)” kuramı uzun süre unutulmuştur. Savaş sırasında, deniz jeofiziği (sismoloji, gravite ve mağnetik) konularında kaydedilen teknolojik gelişmeler, savaş sonrasında oşinografik araştırma programlarında kullanılmış ve okyanusların jeolojisi açısından önemli kolaylıklar sağlamıştır. Atlantik ortası sırtın (ridge) okyanusun merkezinde olduğu kesin olarak bulunmuş, yüksek ısı akısı ve depremsellik ile ilişkili olarak 5400 km’lik dağ silsilesinin bir parçası olduğu açığa çıkmıştır. 1959 yılında Princeton’da deniz jeolojisi üzerine daha önce Vening- Meinesz ile çalışan **Harry Hess** (1906-1969)’in ortaya koyduğu iddia ise; mantodaki konveksyon akımlarının okyanus sırtları altından yükselerek okyanusal kabuğu oluşturduğu yönündedir. **Okyanus Tabanı Yayılması** olarak adlandırılan bu düşünce, 1880’deki **Fisher** ve 1928’deki **Holmes**’in düşüncesine çok benzemektedir.

Osmond Fisher (1817– 1914)



Harry Hess

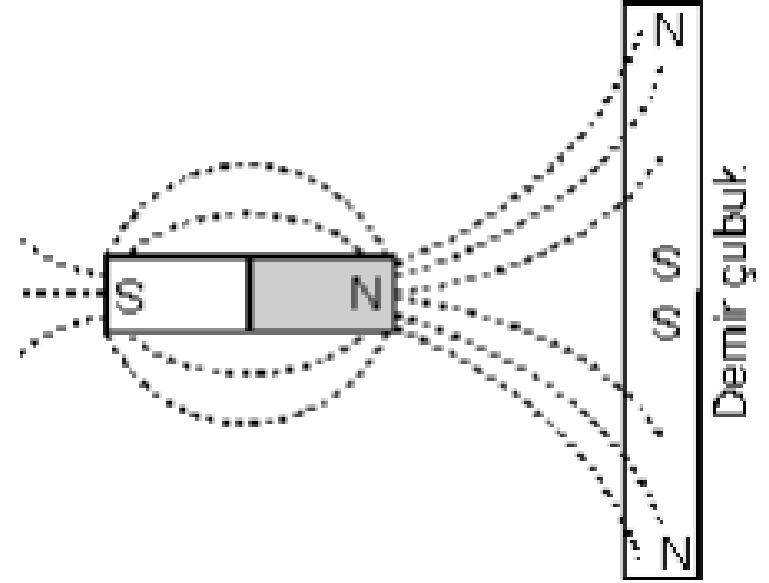


Arthur Holmes

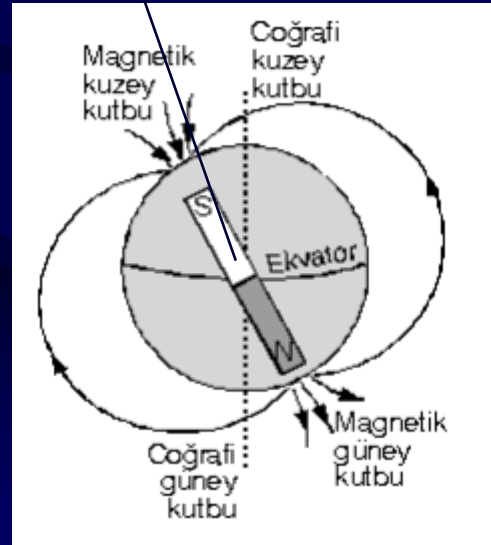
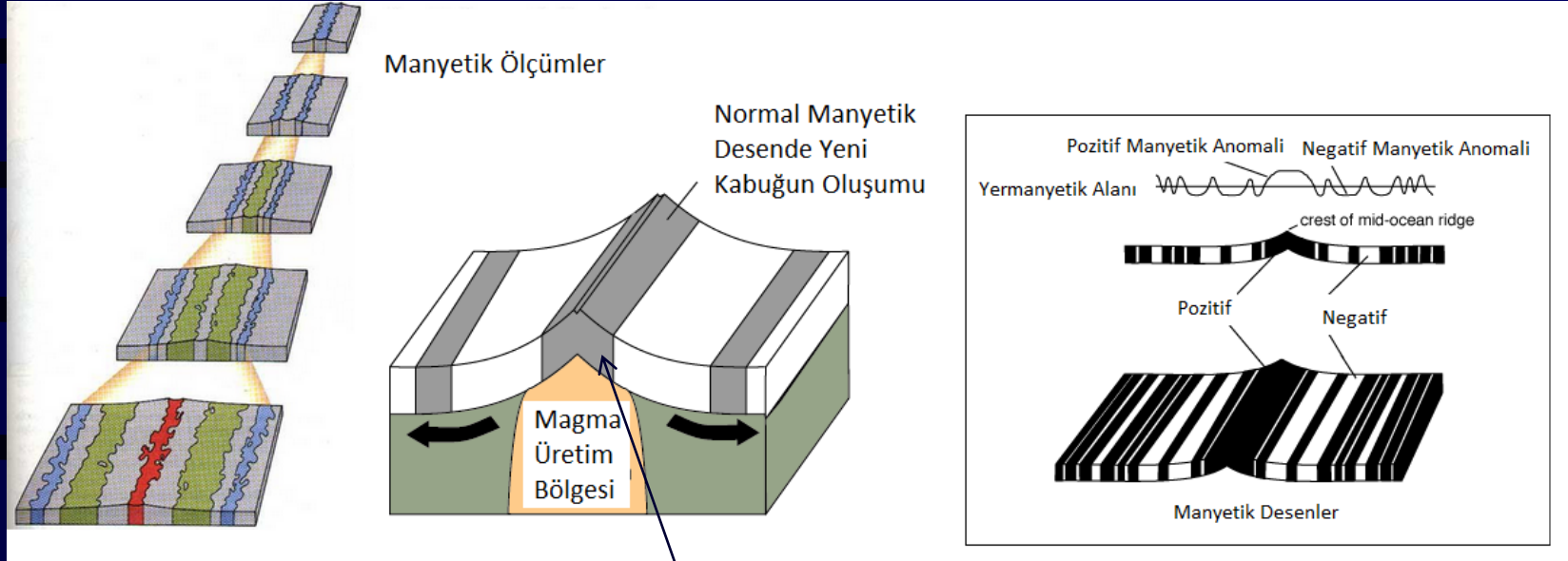


1963 yılında Toronto'dan **Lawrence Morley** ve Cambridge'deki danışman hocası **Drummond Matthews** ile birlikte **Fred Vine**'in bağımsızca ortaya koydukları düşüncelerinde; yermağnetik alanının normal ve ters kutuplaşma sırasında “*deniz tabanı yayılması*”nın bir sonucu olarak, okyanus ortası sırtlarının her iki yanında simetrik olarak oluşan Atlantik ortası ve Carlsberg (Hint Okyanusu) sırtlarına (ridge) dik bir profil boyunca görülen okyanusal mağnetik anomalilerinin, bu sırtların iki tarafında simetrik olarak yayılmış olduğunu ortaya koymuşlardır.

Bir mıknatıs demir çubuğun orta kısmına şekildeki gibi yaklaştırılırsa, demir çubuğun uç kısımları N, orta kısımları ise S kutbu olacak şekilde etki ile mıknatıslanır.

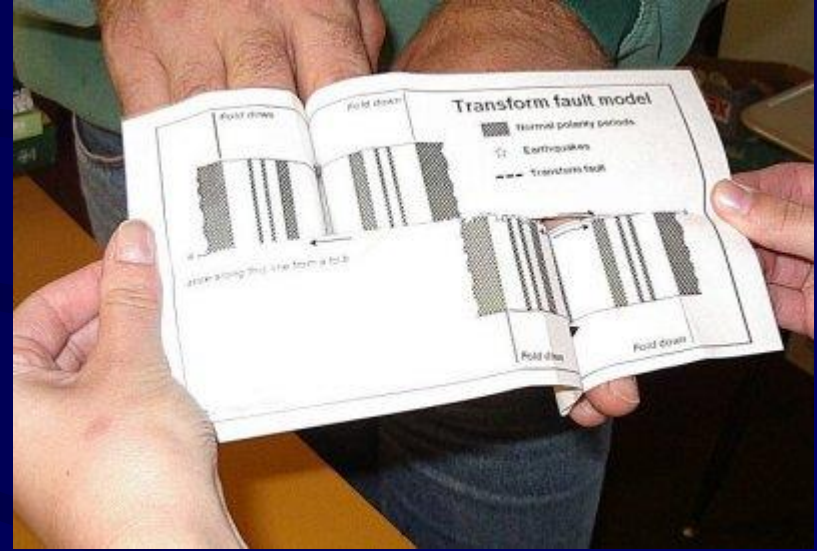
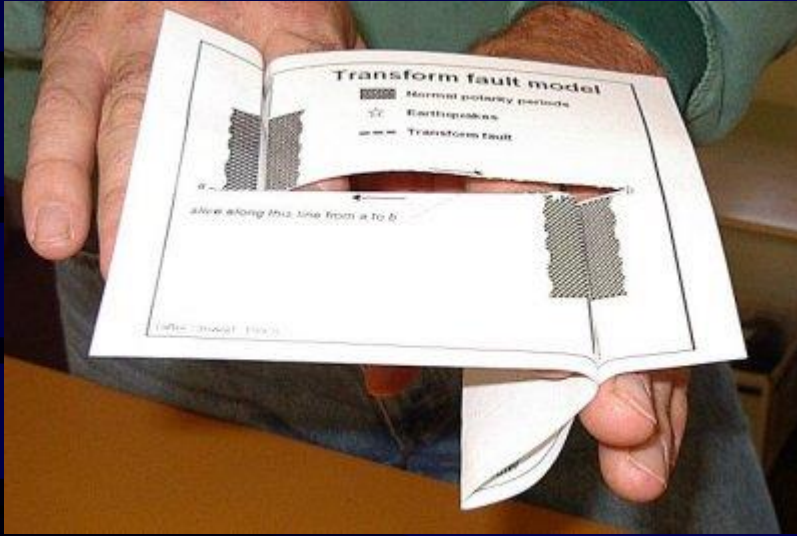


Drummond Matthews ve Fred Vine Hipotezi

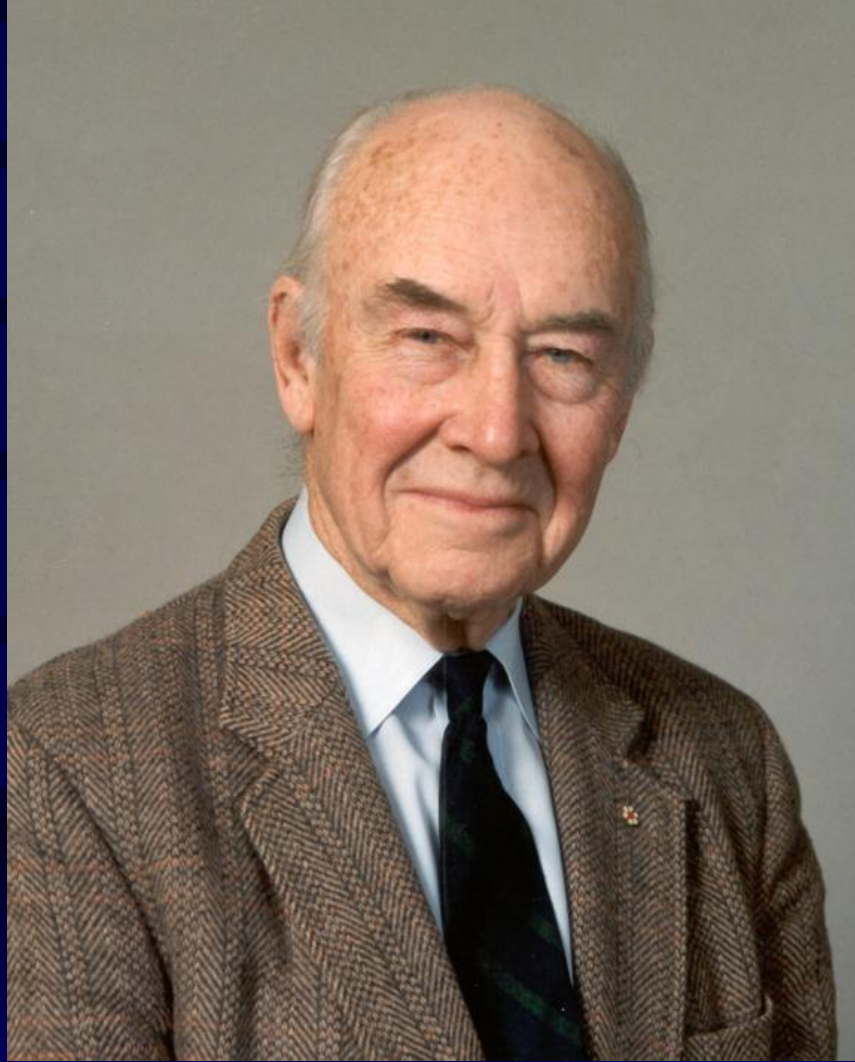


1965 yılında Toronto’lu jeofizikçi **John Tuzo Wilson**, Cambridge’de Vine ve Hess ile tanışmış ve **Transform Fayların** (doğrultu atımlı fayların) yayılan sırtlarda oluştuğunu ileri sürmüştür. Aynı zamanda Wilson, Yer’in en dıştaki kabuğunun sismik aktivite zonlarıyla birbirlerinden ayırılabilen geniş rijit blokları “**Levha** “ olarak adlandırarak tanımlamıştır. Wilson ve Vine Kuzey Amerika’nın batı kıyısının deniz tabanı topoğrafyasının paternini, okyanusal mağnetik anomalilerini ve San Andreas fayları gibi transform fayların kombinasyonu ile açıklanabilen Kuzey Amerika’nın batı kıyılarının depremselliğini ve sırtların yayılımını ortaya koymuşlardır. Okyanus tabanlarında haritalanan mağnetik anomaliler, hareketlerin geçmişteki davranışını ortaya koymuş, depremsellik haritaları ise güncel davranışını belirlemede etkili olmuştur. 1966 yılı ile, yayılan sırtlar boyunca diğer mağnetik profiller okyanus tabanı yayılmasını destekleyen mükemmel bir bilateral simetri sağlamıştır. 1967 yılında **Dan McKenzie** Cambridge’de, küresel bir kabuğun rijit kesimlerinin hareketiyle sınırlanan olası levha sınırları hareketlerinin küresel geometri yönünden anlaşılması açısından katkı sağlamıştır.

Transform Faylar



John Tuzo Wilson

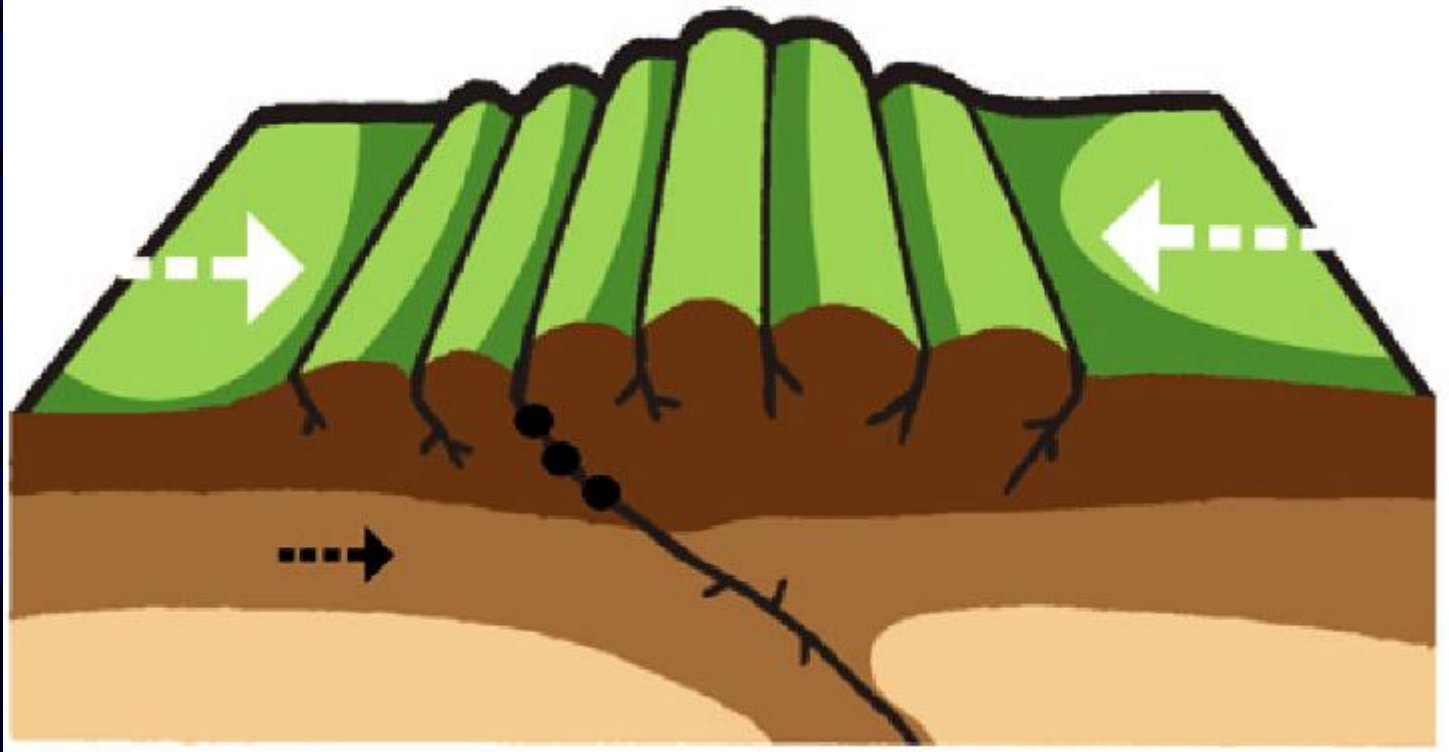


Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

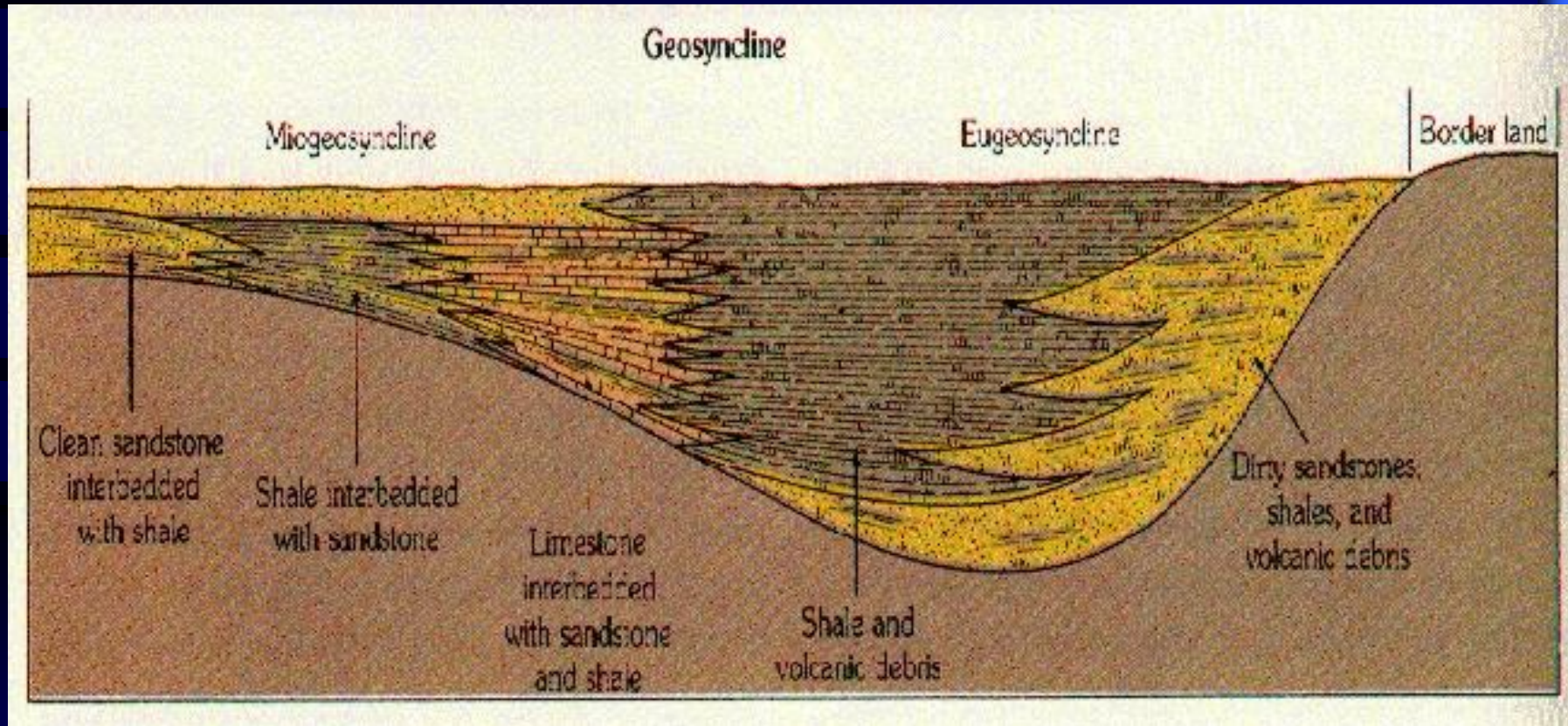
Levha Tektoniği kuramı, yer bilimlerinin bir çok alanında devrimsel bir etki yaratmıştır. 1970'li yıllar ile, **dağ sıralarının oluşumu** kıtaların çarpışmaları açıklanmıştır. Zaman içinde kıtaların çarpışmasıyla ve yerkabuğunun uzun süre çökmesi ve buna bağlı olarak kat kat kalın tortularla dolmuş bulunan bölüme **jeosenklinal** denmiştir. **Dalma batma zonlarının** arkasında yay gerisi yayılma (back arc spreading) ve sıkışan kıtasal kabuğun önünde sedimanter havzaların oluşması vb gibi global tektoniğin diğer önemli özellikleri iç içe geçmiştir.

1980'li yıllarda uydu gravite ve jeoid gözlemleri, **sismik tomografi** ile birlikte, levhaların motor gücü olan içsel **konveksiyon akımlarını** görüntülemeye yeni olanaklar sağlamıştır. Ayrıca, kıtaların hareketi tekrarlamalı **uydular (GPS)** sayesinde direkt olarak ölçülmeye başlanmıştır (Bu da zamanında Wegener'in yaptıklarının 1000 katı hız sağlamıştır).

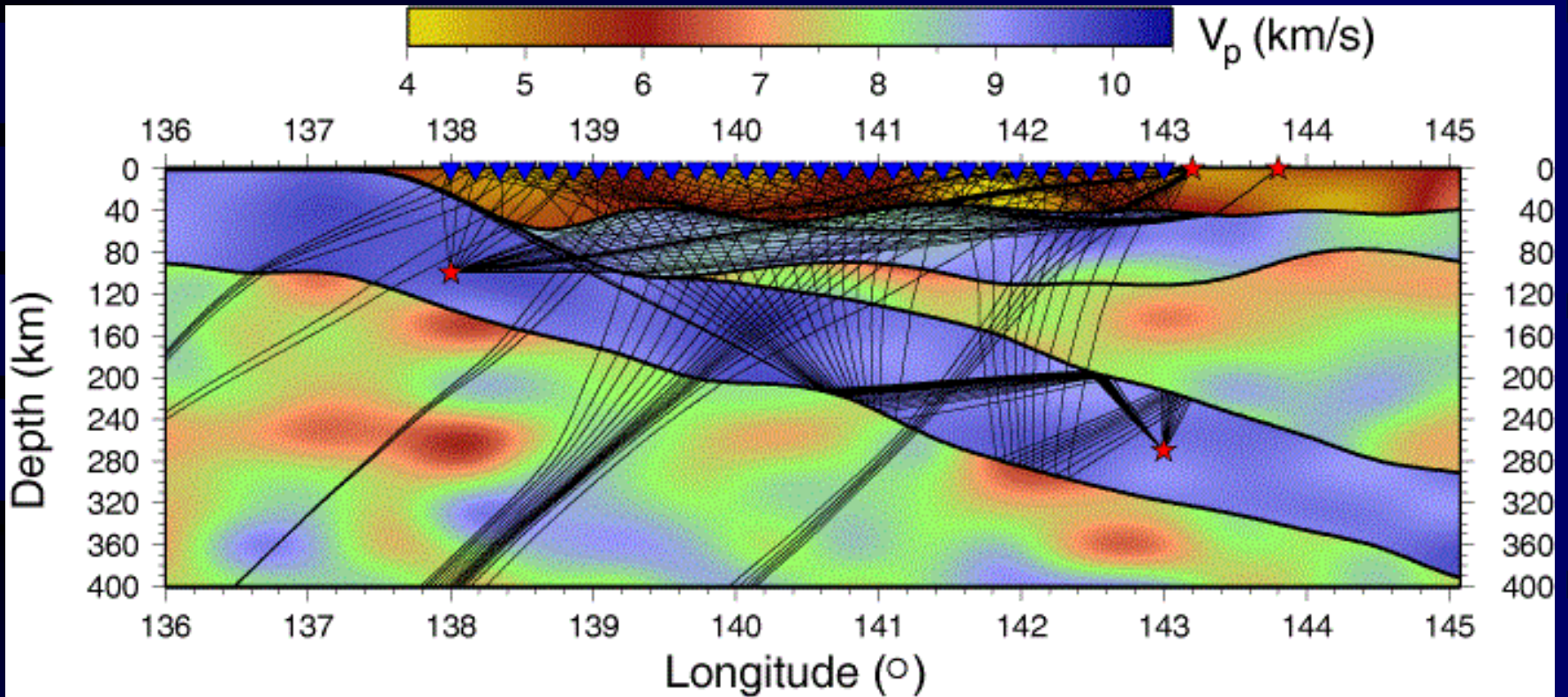
Orojenez : Dağ Oluşumu



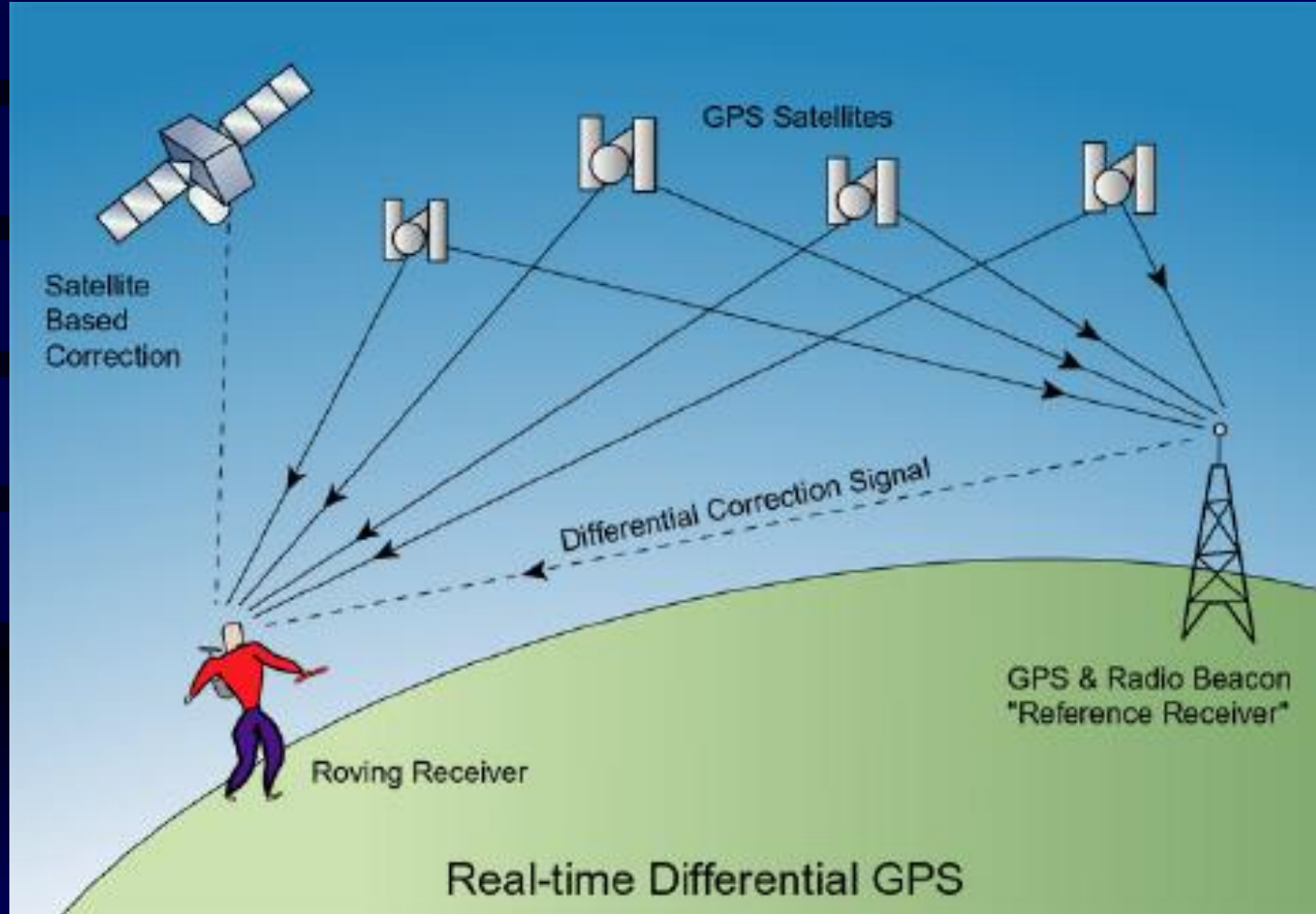
Jeosenklinaller



Sismik Tomografi



GPS (Global Position System: Küresel Konum Belirleme Sistemi

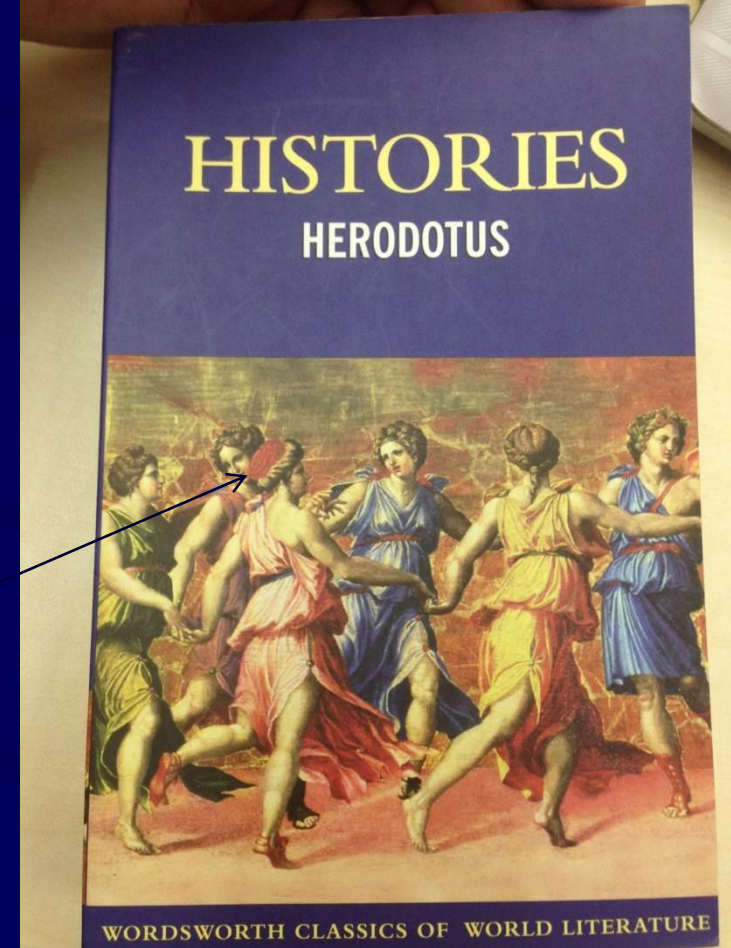


C- ZAMANIN KAYAÇLARDAKİ İZLERİ

Yer'in yaşı konusunda ilk kestirimler dinsel inançlardan etkilenmişlerdir. İlk çağlarda bazı doğu filozofları dünyanın milyonlarca yıldan beri varolduğuna inanmaktadırlar. Yerküre'nin yaşı konusundaki çalışmalar klasik çağlara değin uzanmaktadır. Örneğin Heredot, Nil deltasına sedimentlerin dolması için gerekli zamanı hesaplamıştır.

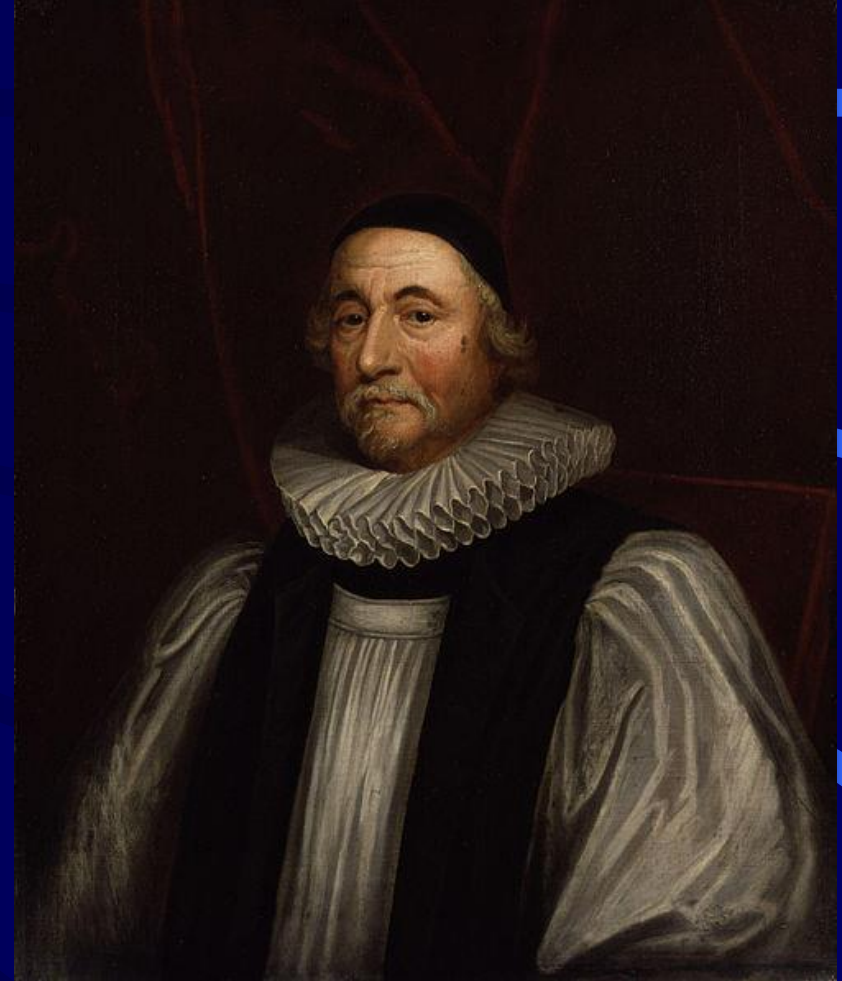
19. So said the oracle. Now the Nile, when it overflows, floods not only the Delta, but also the tracts of country on both sides the stream which are thought to belong to Libya and Arabia, in some places reaching to the extent of two days' journey from its banks, in some even exceeding that distance, but in others falling short of it.

Concerning the nature of the river, I was not able to gain any information either from the priests or from others. I was particularly anxious to learn from them why the Nile, at the commencement of the summer solstice, begins to rise,⁴⁴ and continues to increase for a hundred days – and why, as soon as that number is past, it forthwith retires and contracts its stream, continuing low during the whole of the winter until the summer solstice comes round again. On none of these points could I obtain any explanation from the inhabitants,⁴⁵ though I made every inquiry, wishing to know what was commonly reported – they could neither tell me what special virtue the Nile has which makes it so opposite in its nature to all other streams, nor why, unlike every other river, it gives forth no breezes⁴⁶ from its surface.



James Ussher

Batı dünyası, Hıristiyan ve Yahudi kaynakların etkisi altında dünyanın yaşı konusunda bazı belirlemeler yapmışlardır. Örneğin Yaradılış'ın hesaplanmış yaşı Yer'in yaklaşık yaşını verir ve bu 10000 yıldan daha azdır. Yaradılış'ın başlangıcı konusunda İncil'e dayalı bilinen en iyi kestirim İrlandalı başpiskopos James Ussher (1581-1656) tarafından M.Ö. 4004 yılı 22 Ekim olarak hesaplanmış ve Yer'in yaşı yaklaşık olarak 6000 yıl olarak verilmiştir.



İncil'e dayalı hikayelerle, ilk jeolojik tartışmalarda Yer'in yaşı oldukça genç olarak düşünülmüştür. Örneğin, sedimenter kayaların İncil'de tasvir edilen Nuh Tufanı sırasında oluştuğu yorumlanmıştır (Tersiyer ve Kuvarterner jeolojik zamanları Tufan'la ilişkili terminolojinin izlerini taşımaktadır). Gerçekte ise, sadece Kuzey Avrupa'daki glasiyer şekiller ve kıyı özellikleri gibi kolayca gözlenebilecek özellikler bile binlerce yıl yaşındadırlar. İncil'e dayalı bu yorumlar bilimsel düşüncüyü Rönesansa kadar etkisi altına almıştır. Bu türden yaş kestirimleri köktendinci Hristiyanlar arasında İncil'in literal yorumlamasına dayalı olarak halen de yapılmaktadır (Lowrie, 1997; Sleep ve Fujita, 1997).

Fosilin anlamı hakkındaki tartişmalar, ilk ağlardan Ronesans'a ve 18. yüzyıla kadar devam etmiştir. **Leonardo da Vinci** (1452-1519), XV. yüzyılın sonlarında, daha önceki denizel yaşama ait bulguların, deniz seviyesinden yüksekteki kayalar içersinde saklı olduğunu yazmıştır ve gözlemleri kitap haline getirilmeden, kendi özel defterinde kalmıştır.

Leonardo'nun gözlemleri İtalya'da, İncil'deki bilgilerle bağdaştırılmıştır. Örneğin, fosiller Nuh'un büyük sel felaketi sırasında yeraltına inmiş ve hayatta kalmayacak türler olduğu ilişkisi **kurulmuştur.** 16. yüzyılın sonlarına doğru minerallerin çeşitliliği ve fosiller **iyice bilinir hale gelmiştir.**



SELF PORTRAIT
Royal Collection

THE NOTEBOOKS
OF
LEONARDO DA VINCI

*Arranged, Rendered into English
and Introduced
by*

EDWARD MACCURDY

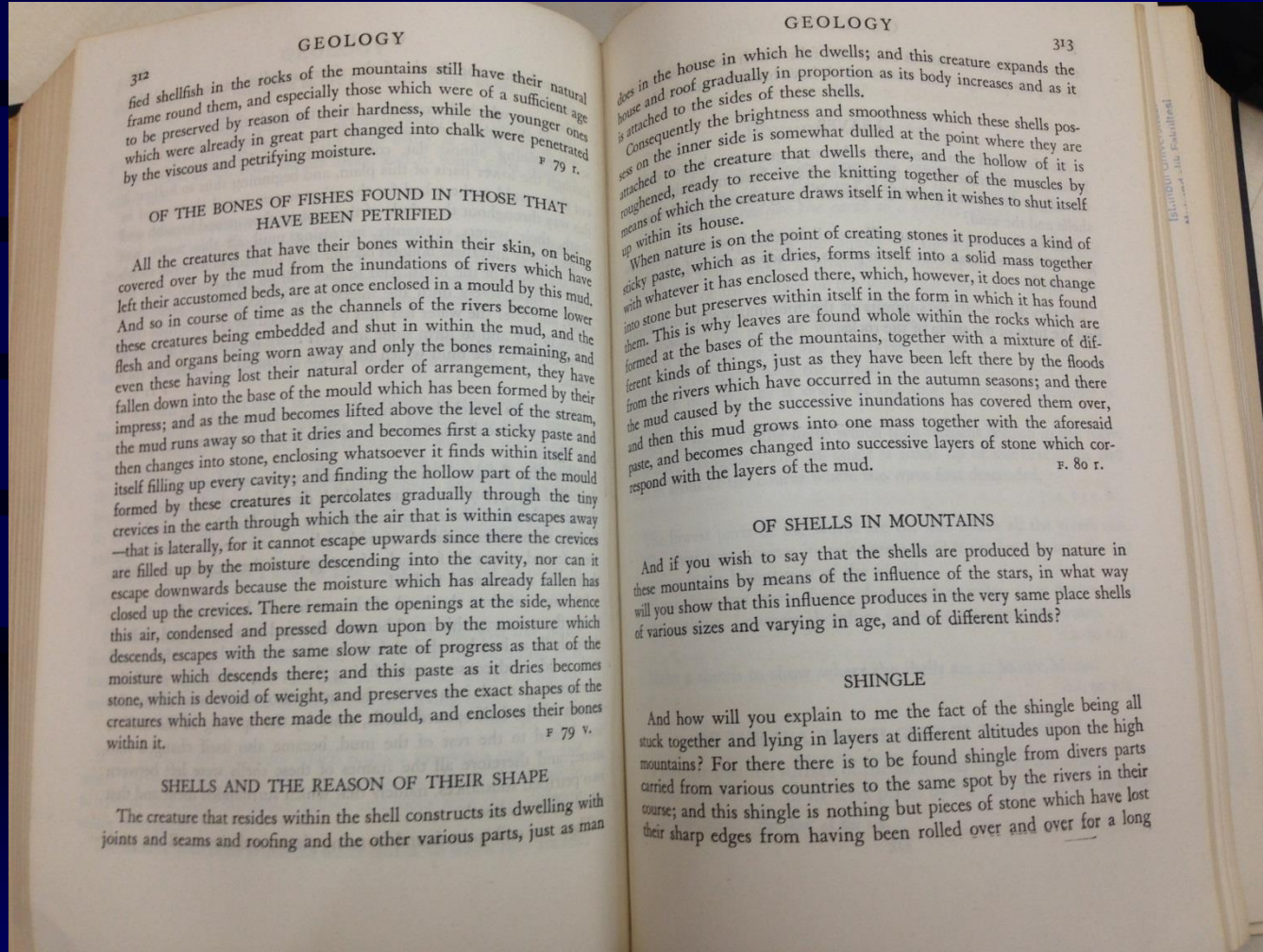
Y.Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP
İstanbul Yık. Müh.
İstanbul Üniversitesi
Mühürü İlk Fakültesi

New York
GEORGE BRAZILLER

1958

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Leonardo da Vinci'nin Elyazmalarından Bir Bölüm



GEOLOGY

312
fied shellfish in the rocks of the mountains still have their natural frame round them, and especially those which were of a sufficient age to be preserved by reason of their hardness, while the younger ones which were already in great part changed into chalk were penetrated by the viscous and petrifying moisture.

OF THE BONES OF FISHES FOUND IN THOSE THAT HAVE BEEN PETRIFIED

All the creatures that have their bones within their skin, on being covered over by the mud from the inundations of rivers which have left their accustomed beds, are at once enclosed in a mould by this mud. And so in course of time as the channels of the rivers become lower these creatures being embedded and shut in within the mud, and the flesh and organs being worn away and only the bones remaining, and even these having lost their natural order of arrangement, they have fallen down into the base of the mould which has been formed by their impress; and as the mud becomes lifted above the level of the stream, the mud runs away so that it dries and becomes first a sticky paste and then changes into stone, enclosing whatsoever it finds within itself and itself filling up every cavity; and finding the hollow part of the mould formed by these creatures it percolates gradually through the tiny crevices in the earth through which the air that is within escapes away—that is laterally, for it cannot escape upwards since there the crevices are filled up by the moisture descending into the cavity, nor can it escape downwards because the moisture which has already fallen has closed up the crevices. There remain the openings at the side, whence this air, condensed and pressed down upon by the moisture which descends, escapes with the same slow rate of progress as that of the moisture which descends there; and this paste as it dries becomes stone, which is devoid of weight, and preserves the exact shapes of the creatures which have there made the mould, and encloses their bones within it.

SHELLS AND THE REASON OF THEIR SHAPE

The creature that resides within the shell constructs its dwelling with joints and seams and roofing and the other various parts, just as man

GEOLOGY

313
does in the house in which he dwells; and this creature expands the house and roof gradually in proportion as its body increases and as it is attached to the sides of these shells.

Consequently the brightness and smoothness which these shells possess on the inner side is somewhat dulled at the point where they are attached to the creature that dwells there, and the hollow of it is roughened, ready to receive the knitting together of the muscles by means of which the creature draws itself in when it wishes to shut itself up within its house.

When nature is on the point of creating stones it produces a kind of sticky paste, which as it dries, forms itself into a solid mass together with whatever it has enclosed there, which, however, it does not change into stone but preserves within itself in the form in which it has found them. This is why leaves are found whole within the rocks which are formed at the bases of the mountains, together with a mixture of different kinds of things, just as they have been left there by the floods from the rivers which have occurred in the autumn seasons; and there the mud caused by the successive inundations has covered them over, and then this mud grows into one mass together with the aforesaid paste, and becomes changed into successive layers of stone which correspond with the layers of the mud.

OF SHELLS IN MOUNTAINS

And if you wish to say that the shells are produced by nature in these mountains by means of the influence of the stars, in what way will you show that this influence produces in the very same place shells of various sizes and varying in age, and of different kinds?

SHINGLE

And how will you explain to me the fact of the shingle being all stuck together and lying in layers at different altitudes upon the high mountains? For there there is to be found shingle from divers parts carried from various countries to the same spot by the rivers in their course; and this shingle is nothing but pieces of stone which have lost their sharp edges from having been rolled over and over for a long

Yerküre tarihinin gerçeğini anlayabilmek için jeolojik kronoloji yapma isteği doğmuştur. 18. yüzyılda, Werner'in basit olarak karakterlerine göre, kayaçları yaş kategorisine soktuğu gibi, sedimanları da çöktüğü düzene göre oluşturma girişiminde bulunulmuştur. 1791 ve 1799 yılları arasında bir İngiliz mühendis olan **William Smith** (1769- 1839) Somerset'teki sedimanlarda (tortul tabaka) yaptığı kazılarda **kılavuz fosiller** aracılığı ile ayırtılabilen belirli kireçtaşlarının olduğunu söylemiştir.



Fosiller yüzyıllardır bilindiği halde, görelî yaşlandırma ve jeolojik haritalamada kullanımları 19.yy. başlarına değin tümüyle değlendirilmemiştir. Güney İngiltere'de kanal inceleme ve inşaat çalışmaları içinde yer alan İngiliz inşaat mühendisi William Smith (1769 - 1839) bağımsız şekilde üst üste binme ilkesini tabaka istifinin **altındaki fosillerin tabakanın üstündekilerden daha yaşlı olduğuna** hükmederek tanımladı.

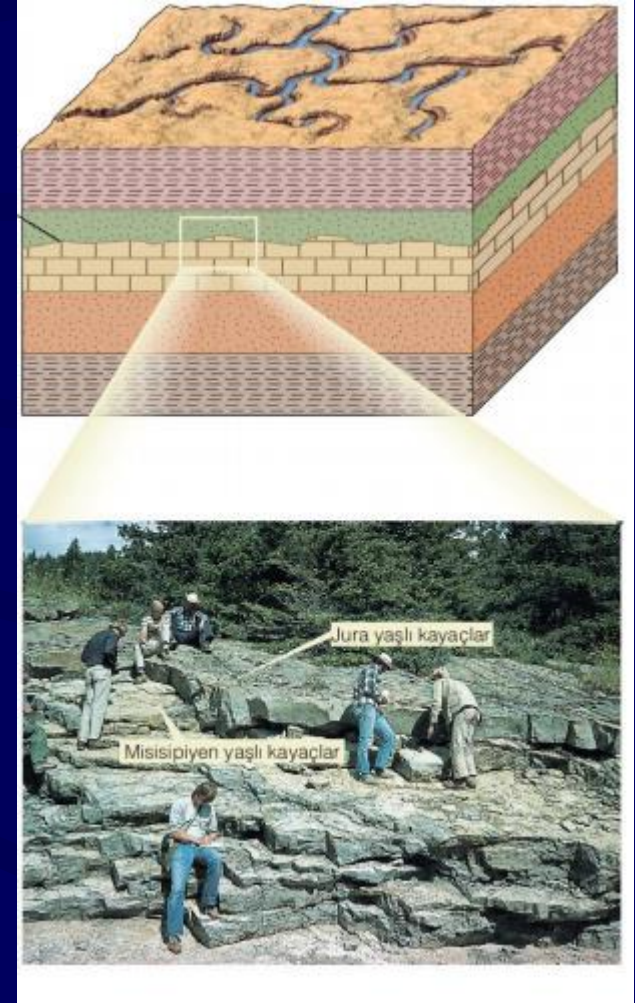
1799 yılında Smith; Bath'a yakın bir bölgenin jeolojik katman (tabaka) haritasını çıkarmış daha sonra bunu tüm İngiltere'ye yaymıştır. William Smith'in stratigrafik haritalama yöntemi daha sonra jeolojik geçmişi aydınlatmada önemli bir anahtar olmuştur.

✓ *Stratigrafi ; daha çok katmanların yaş ilişkileri , ardalanması , yerel düzenlenmesi dünya ölçeğinde deneştirilmesi ve jeolojik kolondaki stratigrafik sırası ve kronolojik düzenlenmesi ile ilgilenen bir bilim dalıdır.*

✓ *Stratigrafinin amacı ;tabakaların zaman ve mekandaki dağılımlarını ve onları oluşturan olayları incelemek ve elde edilen litolojik verilerle , yerin dış kabuğunun tarihini ve düzenini yeniden kurmaya çalışmaktır.*

Tabaka: Altındaki ve üstündeki birimlerden litoloji , renk doku , sertlik , sedimanter yapı bakımından gözle açıkça ayrılabilen santimetreden , birkaç metreye kadar ulaşabilen bir kalınlığa sahip olan tabla şekilli bir kaya birimidir.

Tabakalanma: Tortuların ve tortul kayaçların birbirinden farklı yatak halinde üst üste sıralanmasına denir.



(Dirik, 2013'den)



(Dirik, 2013'den)

KAYAÇLAR

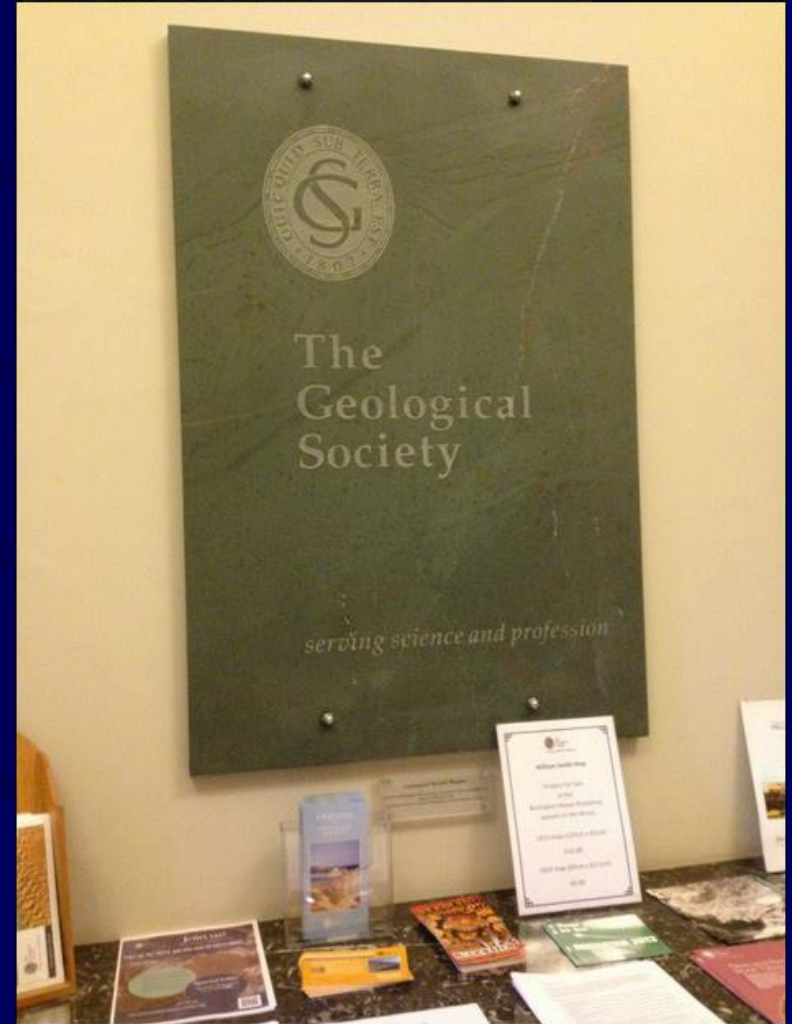
Tortul kayaçlar: Mevcut kayaçların ayrışması sonucu oluşan malzemenin su , rüzgar , yerçekimi ve buzullar vasıtasıyla bir çökeltme ortamına taşınması , sıkışması ve çimentolaşması sonucu oluşurlar.

Örneğin; akarsu , göl , deniz...

Magmatik kayaçlar: Magmanın kristalleşmesiyle oluşurlar ve yer içinde oluşanlar intrüzif veya plütonik ; yer yüzünde oluşanlar ise ,ekstrüzif veya volkanik olarak adlandırılır.

Metamorfik kayaçlar: Mevcut kayaçların sıcaklık , basınç ve ortam koşullarındaki diğer değişiklikler sonucunda katı halde dönüşümleri sonucu oluşurlar.

William Smith (1769- 1839)

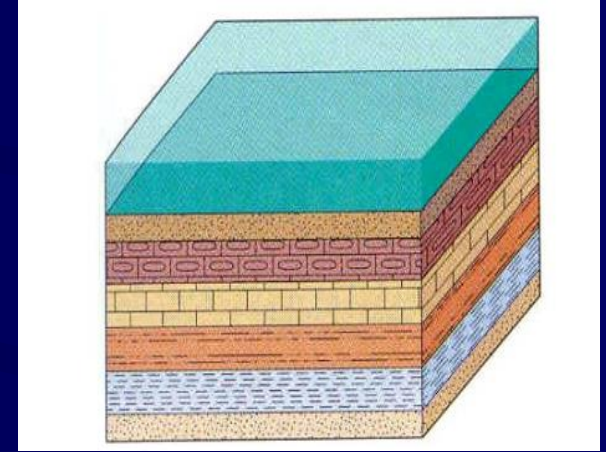


Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Göreceli Yaş: Temel İlkeleri

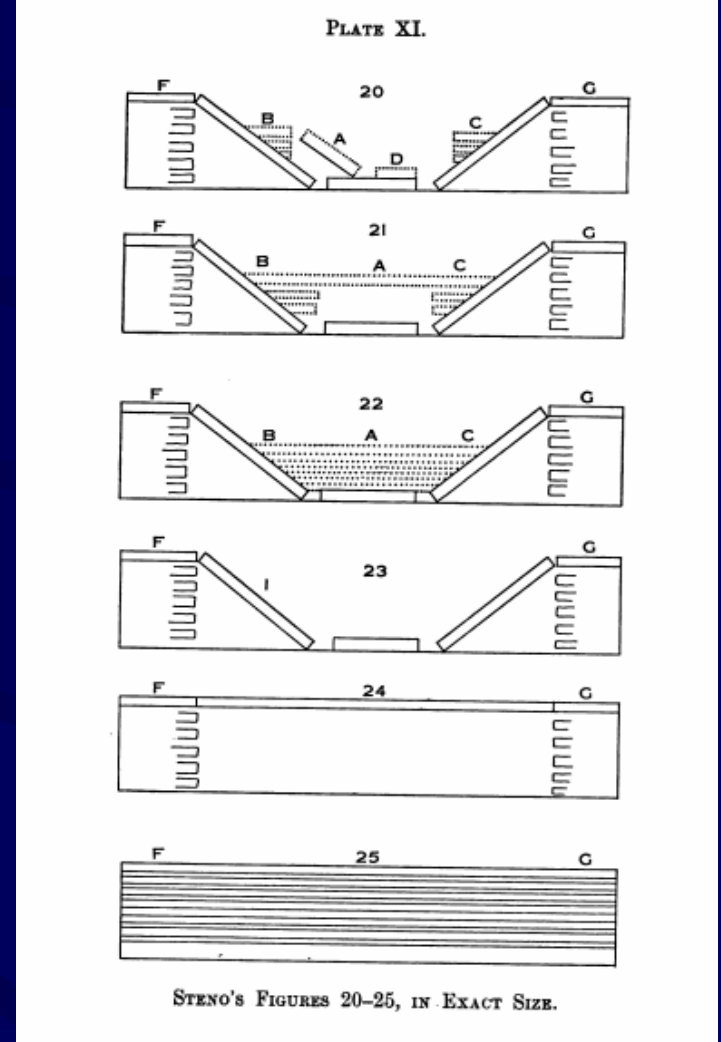
17. yüzyıl, Danimarkalı anatomi bilgini Nicolas Steno'nun (1638-1686) geniş ölçüde yayılan yazılarından ötürü önemli bir dönemdir. Steno taşkın sırasında ırmakların taşkın düzlükleri boyunca yayıldığını ve taşkın düzlüğünde yerleşik organizmaları gömen çökel tabakalarının biriktiğini gözlemiştir. Ardışık taşkınlar önceki çökellerin üzerine gelen ya da depolanan yeni çökel tabakalarını oluşturur. Bu çökel tabakaları taşlaşarak çökel kayaç haline gelir. **Bu yüzden bozulmamış bir çökel kayaç tabakası diziliminde en yaşlı tabaka altta ve en genç tabaka üsttedir.**

Bu üst üste bulunma ilkesi (/süperpozisyon prensibi) katmanların ve içerdikleri fosillerin göreceli yaşlarının belirlenmesi için temeldir.



(Dirik, 2013'den)

Nicolas Steno (1638 -1686)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

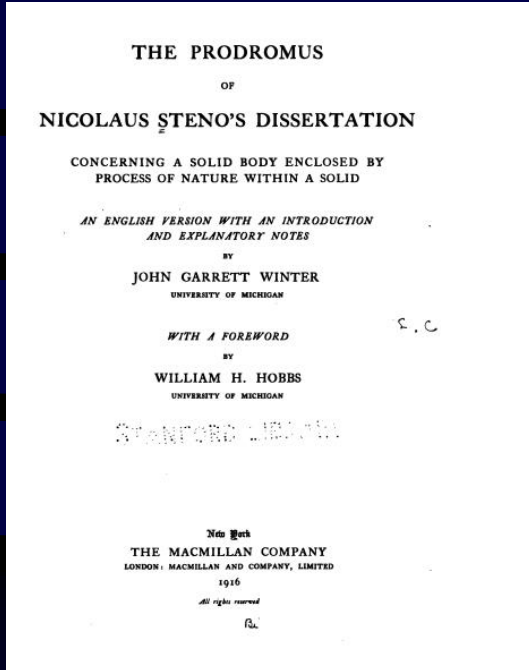
Steno, 1669 tarihli "*Dissertationis prodromus*" isimli kitabında stratigrafi biliminde bugün de itibar edilen beş ilkeden üçünü belirlemiştir:

1) **Üst üste bulunma prensibi/süperpozisyon prensibi (principle of superposition)** Ardışık taşkınlar önceki çökellerin üzerine gelen ya da

depolanan yeni çökel tabakalarını oluşturur. Bu çökel tabakaları taşlaşarak çökel kayaç haline gelir. Bu yüzden bozulmamış bir çökel kayaç tabakası diziliminde en yaşlı tabaka altta ve en genç tabaka üsttedir. Bu üst üste bulunma ilkesi katmanların ve içerdikleri fosillerin göreceli yaşlarının belirlenmesi için temeldir.

2) **Orijinal yataylık prensibi (principle of original horizontality)** Steno aynı zamanda çökel tanelerinin yerçekimi etkisi altında suda çökeldiğinden ötürü sedimanın başlangıçta orijinal yataylılık ilkesini gösterir şekilde temelde yatay tabakalar olarak depolandığını gözlemiştir. Bu yüzden yataydan eğimlenen çökel kayaç tabaka istifi depolanma ve katılaşma sonrasında eğimlenmiş olmalıdır

3) **Yanal devamlılık prensibi (principle of lateral continuity)** Steno'nun üçüncü ilkesi olan yanal devamlılık ilkesi, çökellerin depolanma havzasının kenarında incelenene, sıkışana ya da sönümlenene kadar tüm yönlerde yanal olarak yayıldığını belirtir. Sedimanter birimler depolandıkları ortama bağlı olarak uzun mesafelerde devamlılıklarını korurlar.



Jeolojik zamanların ayrılması, statigrafinin tarihsel gelişiminin her aşamasının gözlendiği 19. yüzyılda olmuştur. 18. Yüzyıl İtalyan organizasyonu tarafından Primer, Sekonder, Tersier (ve Kuvaterner) gibi isimlerle sınırlandırılan jeolojik dönemler ve daha sonra Yunan isimleri verilerek fosiller üç gruba ayrılmıştır; Paleozoik (eski yaşam), Mezozoik (orta yaşam) ve Senezoik (yeni yaşam). Tersiyer zamanı 1830 yılında **Charles Lyell**'in yayınladığı, “*Jeolojinin İlkeleri*” adlı kitapta bölümlere ayrılmıştır. Bu dönemler; Eosen (yeninin şafağı), Miyosen (daha küçük yeni) ve Pliosen (büyük yeni)'dir.

Jeolojik Zamanlar

Uluslararası resmi renkleriyle jeolojik devirler

Devir	Zaman	Dönem	Bölüm
Fanerozoik Devir (545 myö - günümüz)	Senozoik (65,5 myö - günümüz)	Kuvaterner (1,81 myö - günümüz)	Holosen (0,01 myö - günümüz)
			Pleistosen (1,81 myö - 0,01 myö)
		Neojen (23,8 myö - 1,81)	Pliyosen (5,32 myö - 1,81 myö)
			Miyosen (23,8 myö - 5,32 myö)
		Paleojen (65,5 myö - 23,8)	Oligosen (33,7 myö - 23,8 myö)
			Eosen (55,0 myö - 33,7 myö)
			Paleosen (65,5 myö - 55,0 myö)
	Mezozoik (251,1 myö - 65,5 myö)	Kretase (142 myö - 65,5 myö)	
		Jura (205,1 myö - 142 myö)	
		Trias (251,1 myö - 205,1 myö)	
	Paleozoik (545 myö - 251,1 myö)	Permien (292 myö - 251,1 myö)	
		Karbonifer (354 myö - 292 myö)	
		Devoniyen (417 myö - 354 myö)	
		Silüryen (440 myö - 417 myö)	
		Ordovisyen (495 myö - 440 myö)	
		Kambriyen (545 myö - 495 myö)	
Proterozoik Devir (2500 myö - 545 myö)	Kambriyen öncesi (3600 myö - 545 myö)		
Arkeyan Devir (3600 myö - 2500 myö)			
Hadean Devir (4600 myö - 3600 myö)			
myö = milyon yıl önce			

Dünya savaşından hemen önce bir İngiliz jeoloğu **Arthur Holmes** (1890- 1965) ile **R.J. Strutt (Lord Rayleigh)** (1842- 1919) fizikçi birlikte çalışarak uranyum yataklarındaki kurşun içeriğini ölçüp, yaşlarının yüzlerce milyon yıl olduğunu bulmuşlardır. Radyo izotop tarihleme yöntemi ve sonuçları, 1920 yıllarında, Kelvin'in empoze ettiği sınırlamalarla jeolojik tarihçede genel olarak kabul edilmiştir. 1931'de Holmes, Alt Kambriyen'den beri 500 Milyon yıl geçtiğini ve Yerküre'nin yaşının 1600 ile 3000 milyon yıl arasında olduğunu önermiştir.



R.J. Strutt (Lord Rayleigh) (1842- 1919)

19. yüzyılın sonlarında doğa felsefesinin (bu daha sonra fizik olarak adlandırılacaktır) gelişimi; güneş sisteminin fiziksel özelliklerinden yerin yaşının saptanması üzerine hesaplamalarla beslenmiştir. Bunlar arasında, Güneş'in soğumasına, Yer'in soğumasına ve Yer-Ay uzaklığının yavaşça artışına dayanan kestirimler vardır. Kimyacılar, denizlerde tuz miktarının birikmesi için gerekli zamandan Yer'in yaşını belirlemeye çalışırlarken, jeologlar sedimentler ve sedimenter kayaçların birikmesinin ne kadar sürdüğü sorularına yanıt arayarak bu soruna yanıt bulmaya çalışmışlardır (Lowrie, 1997).

Günümüzde Yer ve Ay'dan elde edilen kayaçlar ile meteoritler üzerine yapılan radyometrik yaş belirlemeleri sonucunda Yer'in yaklaşık 4.5-4.6 milyar yıl yaşında olduğu açığa çıkmıştır.

Claire Cameron Patterson, II

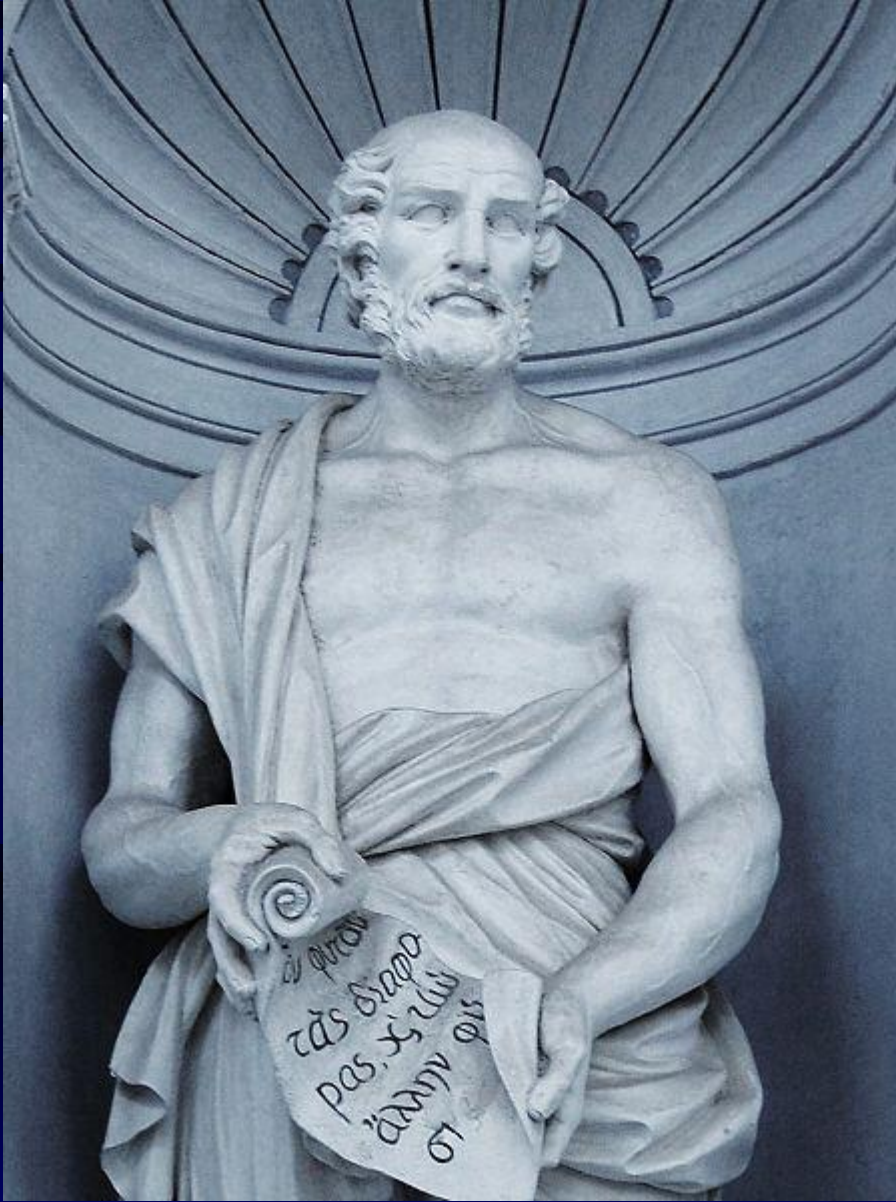
Yerküre'nin yaşı kesin olarak 1956 yılında **Claire Patterson** tarafından 4550 Milyon yıl olarak bulunmuştur. Bunu gezegenimize ait kurşun yatakları ile birlikte değerlendirdiği meteoritlerin uranyum ve kurşun izotop yaşlarını inceleyerek yapmıştır.



D- DOĞAL KAYNAKLARIN ARAŞTIRILMASI

İnsanoğlunun, yüzey kayaçlarının mekansal ilişkileri ve özellikleri hakkındaki bilgileri çok eskilere dayanır. Taş, bronz ve demir çağlarında sergilenen teknolojik ilerleme; taşocağı ve maden cevherleri aramalarında çok pratik jeolojik bilgilerin kazanımını sağlamıştır. Bu madenlerin konumları, ticaret açısından çok önemliydi: Yunanistan'a bronz için kullanılan kalay çok uzaktaki İngiltere'deki Cronwall'dan geliyordu. Diğer jeolojik maddeler örneğin; cam yapımında kullanılan silis, çömlek yapımında kullanılan kil, heykelticilikte kullanılan mermer M.Ö. 2000 yılında kazılar ve araştırma yapıp bulunmuştur. Az miktarda, nadir yataklara sahip gümüş, altın (en az M.Ö. 3000 yılından beri kullanılmaktadır) ve değerli taşlar (gemstone) gibi madenler iyi korunan ve saklanan jeolojik sırlar olarak kalmıştır.

İlk çağlarda, yer içindeki madenlerin aranması ve işletilmesine yönelik yazılı dökümanlar yoktur. Bu ilk girişimlerle ilgili kayıt sadece kazılardan elde edilen eski madenlerde bulunmuştur. Yugoslavya'da M.Ö. 2500 yıllarında 20 m' nin de altındaki derinliklere inilerek, bakır madeni çıkarılabiliyordu. Yaklaşık M.Ö. 314 yılında Atina'lı **Theoprastus** Atina'da ticareti yapılan, çok sayıda mineralin isimlerini içeren küçük bir katalog hazırlamıştır. Bu minerallerden bazılarının isimleri; zinober, jips, quartz, ametisttir ve bunlar günümüzde de aynı isimlerle kullanılmaktadırlar.



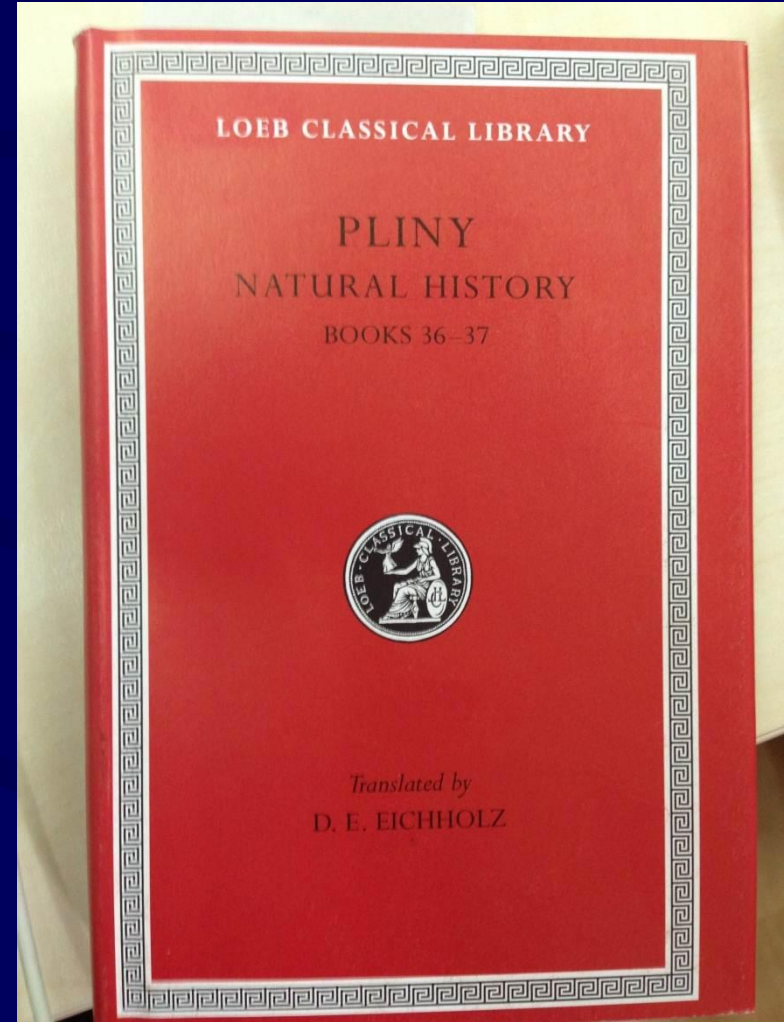
Theophrastus

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Yaşlı Plinius'un Doğal Tarih Kitabında Mineraller

A draught of it is an effective remedy for bladder trouble; moreover, if it is taken in wine it is an antidote for snake-bites. All these properties exist, but in a weaker form, in the substance known as 'schistos.'^a Among its varieties, the more suitable is like saffron in colour. Mixed with human milk it is a specific for filling cavities left by sores. It is also admirable for reducing protruding eyes. Such is the consensus of opinion among the most recent writers. XXXVIII. Among the oldest authorities Sotacus § 123. records five kinds of haematite, apart from the magnet.^b Of these, the Ethiopian receives from him the first place, a variety which is very useful for making up eye-salves and what the Greeks call 'universal remedies,' as well as being effective for burns. The second is, according to him, known as 'man-tamer,' black in colour and exceptionally heavy and hard: hence its name. It is found mainly in Africa and attracts silver, copper and iron. The method of testing it is to rub it on a whetstone of slate,^c when, if genuine, it gives off a blood-red smear.^d It is a capital remedy for affections of the liver. The

either Pliny is using



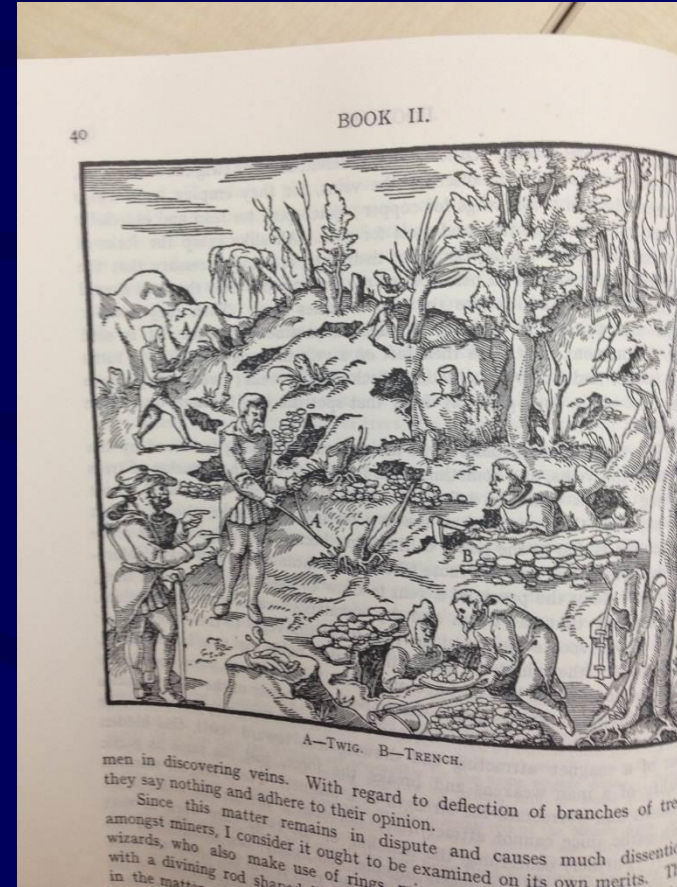
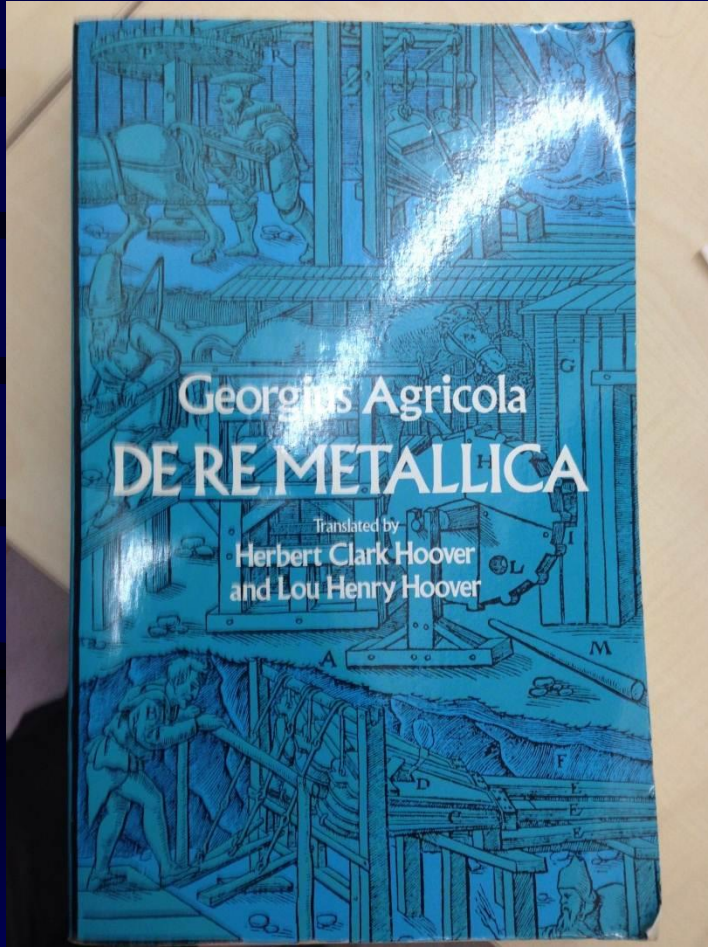
Matbaacılığın XV. yüzyılın sonlarına doğru başlamasıyla beraber edebiyatta yaşanan gelişmeler, madencilik edebiyatına da yansımıştır. Avrupa'da madencilik sektörü en çok Almanya'da yapılmaktaydı. Madeni para yapımında kullanılan gümüşün elde edilmesini sağlayan, yetenekli mühendis ve doktorlar, zengin maden yatakları sahiplerinin dikkatini çekmiştir.

Georg Bauer (Georgius Agricola)



Bunlardan en önemlisi XVI. yüzyılda jeoloji ile ilgili önemli bir eser olan “De Re Metallica” adlı eseri Latince olarak yazan Georg Bauer (1494- 1555)’dir.

Georgius Agricola ve «De Re Metallica» Eseri



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

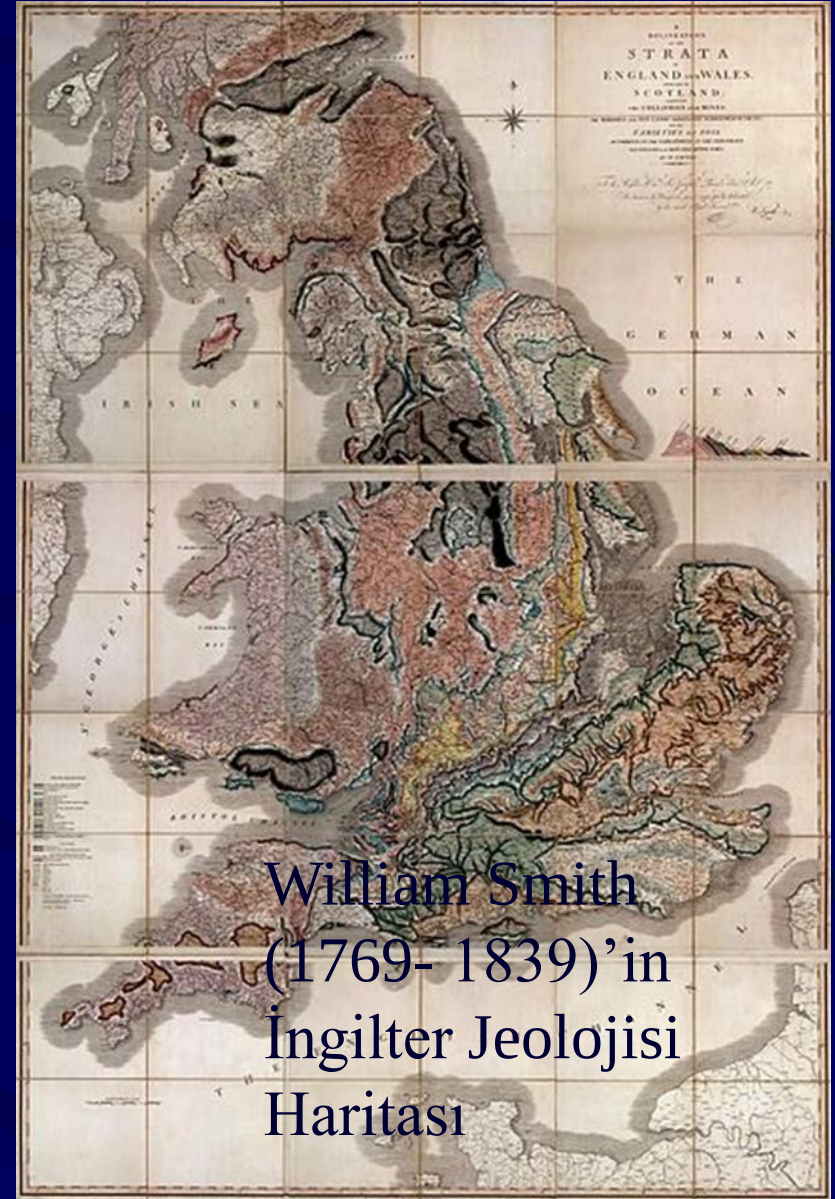
XVIII. yüzyılın ortalarında 1762’de madencilik alanında ilk yüksek öğrenim yapan kurum Prag’da “Maden Akademisi” olarak açılmıştır.



1765’de Kurulan Freiberg Maden Akademisi

XIX. yüzyılın başlarında önemli bir gelişme ise jeolojik haritalama olmuştur.

Sağladığı yarar ekonomik açıdan büyük kazançlar sağlamıştır. Yer altındaki katmanların içerdiği mineral çeşitleri belirlenip ihtiyaç doğrultusunda kullanılmaya başlandı. Örneğin, demir cevheri veya inşaat sektöründe kullanılacak tuğla için taş ve kilin, bulunduğu tabakalar tespit edilerek tasarrufta bulunuluyordu.



1840 yılında Murchison çok önemli ve aynı zamanda ekonomik yarar sağlayan bir buluş yapmıştır: Bu yakın geçmişteki bitki kalıntılarının daha üstteki sedimanlarda, yaşlı olanların ise alt katmanlarda bulunan sedimanlar da bulunduğudur. Böylece kömür aramaları yapılırken Silüriyen yaşlı katmanlar göz önüne alınmakta ve daha derinlerde kömür bulunma ihtimalinin olmadığı sonucuna varılmaktadır.

Sir Roderick Impey Murchison,
(1792–1871)

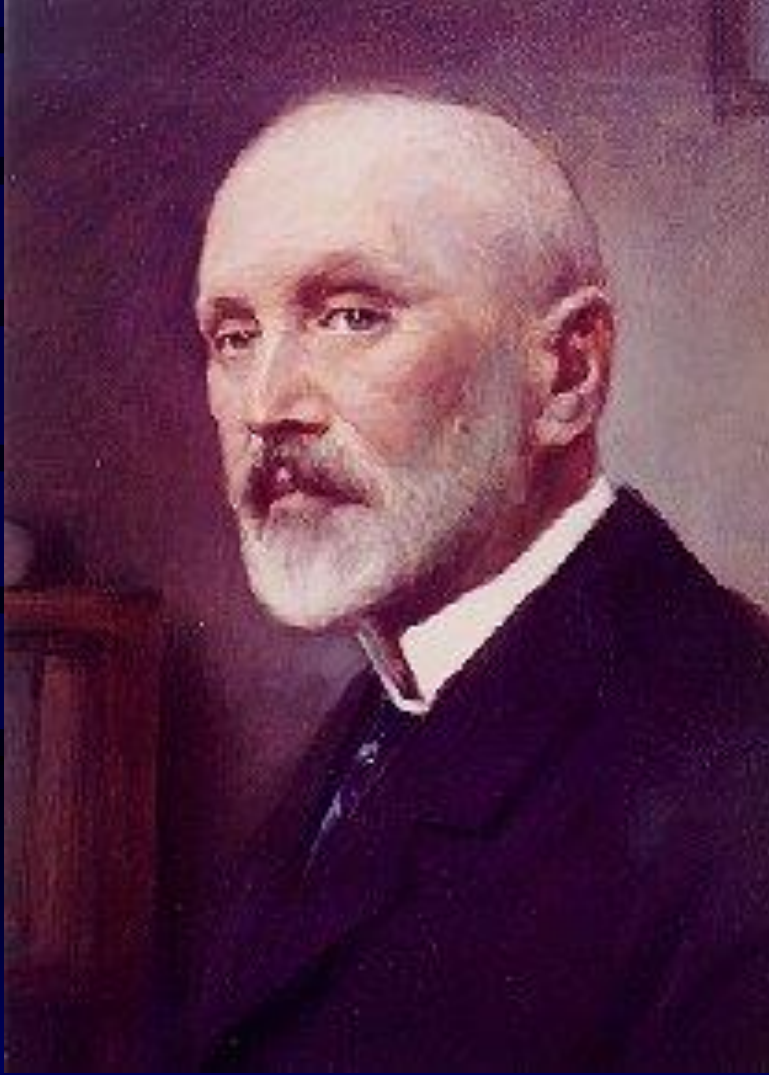


1920'ler de petrole duyulan büyük talep, beraberinde motorlu taşıt üretiminde artışı getirmiştir. Bu esnada yeraltındaki gizli petrol kapanları için yapılan jeofizik araştırmalar yoğunlaşmıştır. Bu konudaki ilk jeofiziksel buluş 1924 yılında Texas'ta bulunan petrol sahasında Eötvös Torsiyon gravimetrisi kullanılarak yapılarak keşfedilen tuz domlarıdır. Bununla birlikte, en önemli jeofizik teknik sismolojiden gelmiştir. 1. Dünya Savaşı'nda Alman, İngiliz, Fransız ve Amerikan Ordularında çalışan jeofizikçiler mikrofön düzenekleri kullanarak topların nerelerde saklandığını bulmak için çalışmışlardır. 1920'lerde, Amerikan timi, ABD'nin güneyindeki yeraltı yapısını haritalamak için sismik yöntemi çalıştırarak Alman Dr. Ludger Mintrop öncülüğünde kendilerini doğrudan sına ma yöntemi bulmuşlardır. Sismik çalışmalar sonucu yeraltında saklı olan tuz domları ve antiklinaller haritalanabilmiştir. İlk üretim alanı bu teknikle 1924'de bulunmuş ve 1920'lerin sonlarında saha ekipleri ve jeofizik şirketlerin sayısında hızlı bir gelişime sahne olmuştur. 1930'ların sonunda henüz, bir kaç bilgilendirme kursu vardır ve sismik prospeksiyonu anlatan temel kitaplar yoktu.



Ludger Mintrop

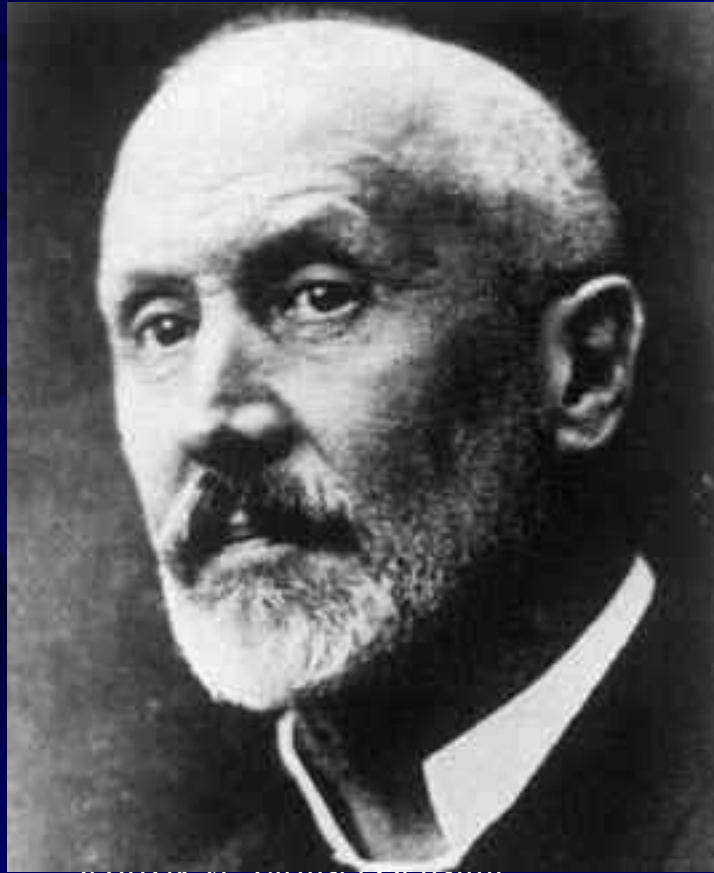
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



Loránd Eötvös

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

ROLAND EÖTVÖS (1848-1919)



SEÇİZİK VE FARKSIZ GENİŞLİK,
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Uygulamalı jeofizik üzerine ilk dergi
(Zietschrift für Angewante Geophysik)
1924'de Almanya'da çıkmış ve Amerika'da
Petrol Jeofizikçileri Derneği 1932'de
kurulmuş ve daha sonra ismini Arama
Jeofizikçileri Birliği (Society of Exploration
Geophysics) olarak değiştirmiştir.



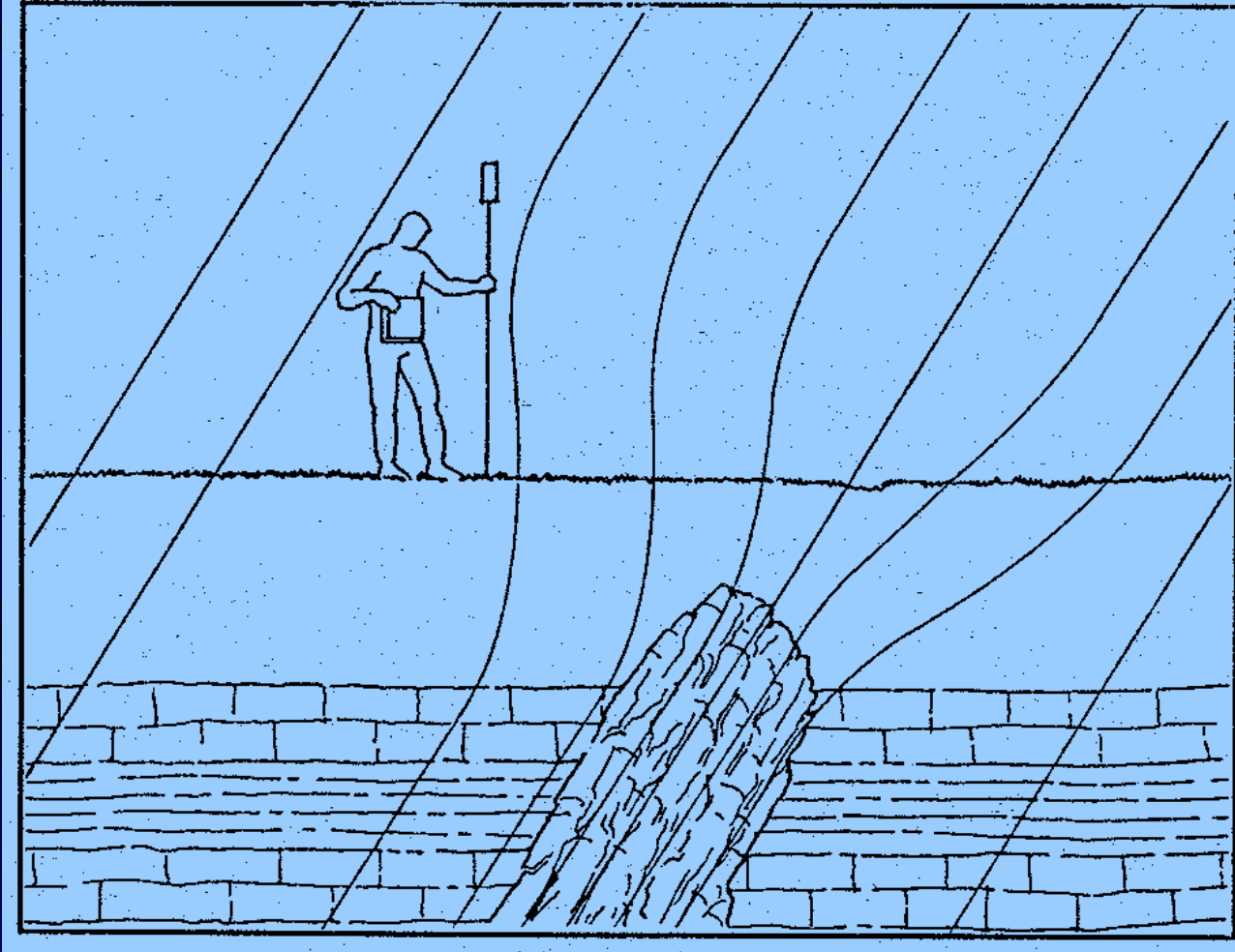
Society of Exploration Geophysicists

The international society of applied geophysics

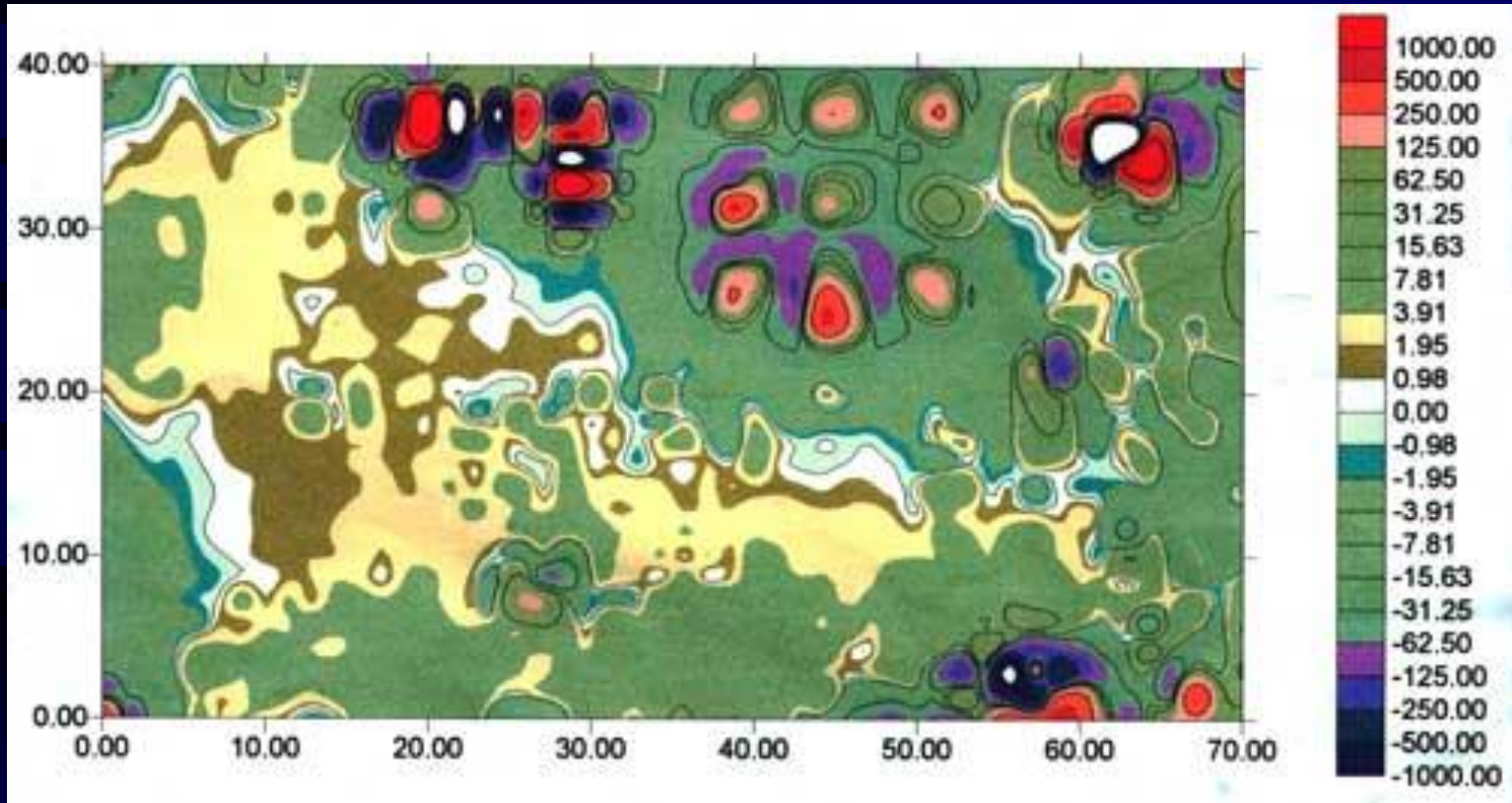
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Jeofizik Ölçümler

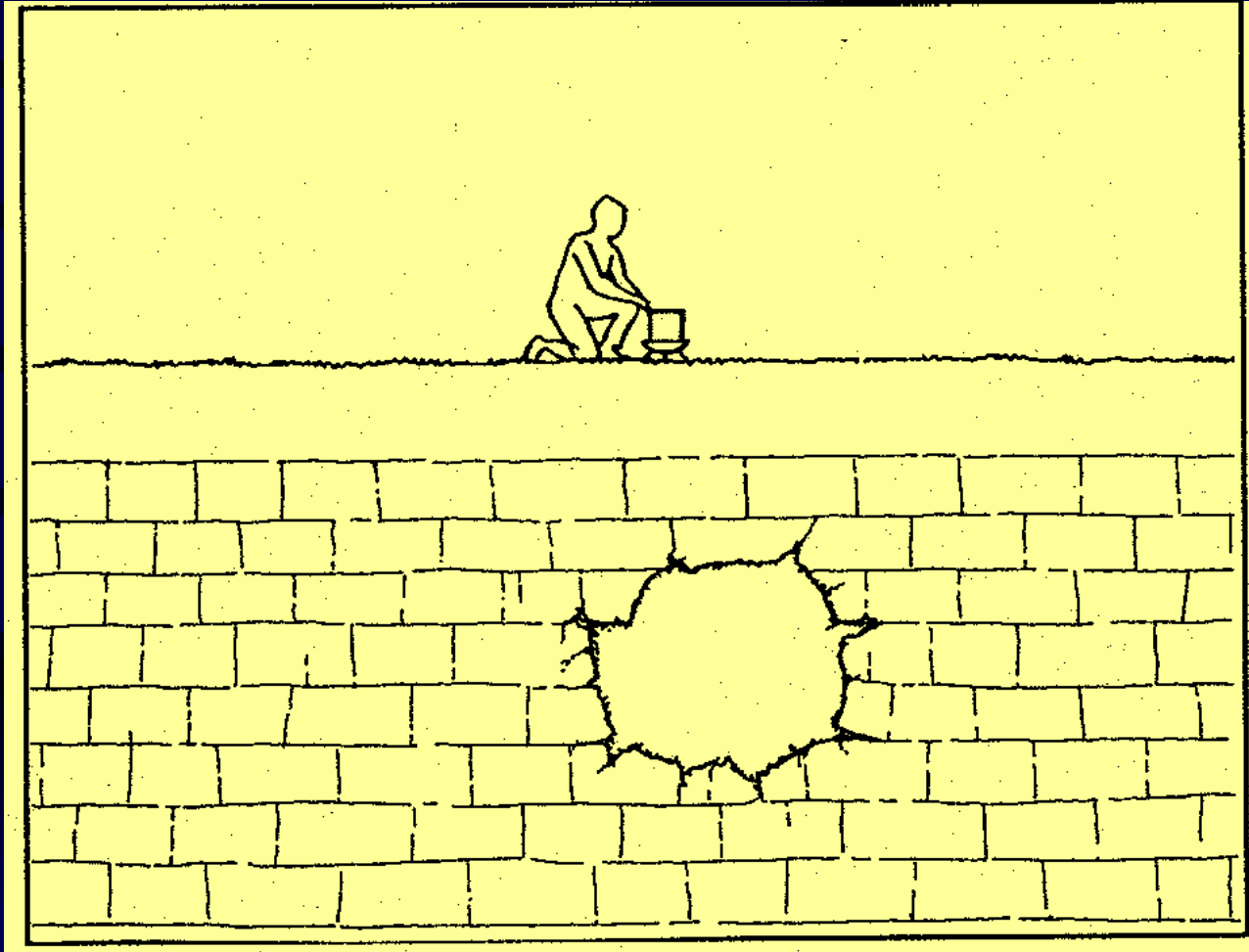
Jeolojik bir Yapı üzerinde Mağnetik Ölçüm Alınması



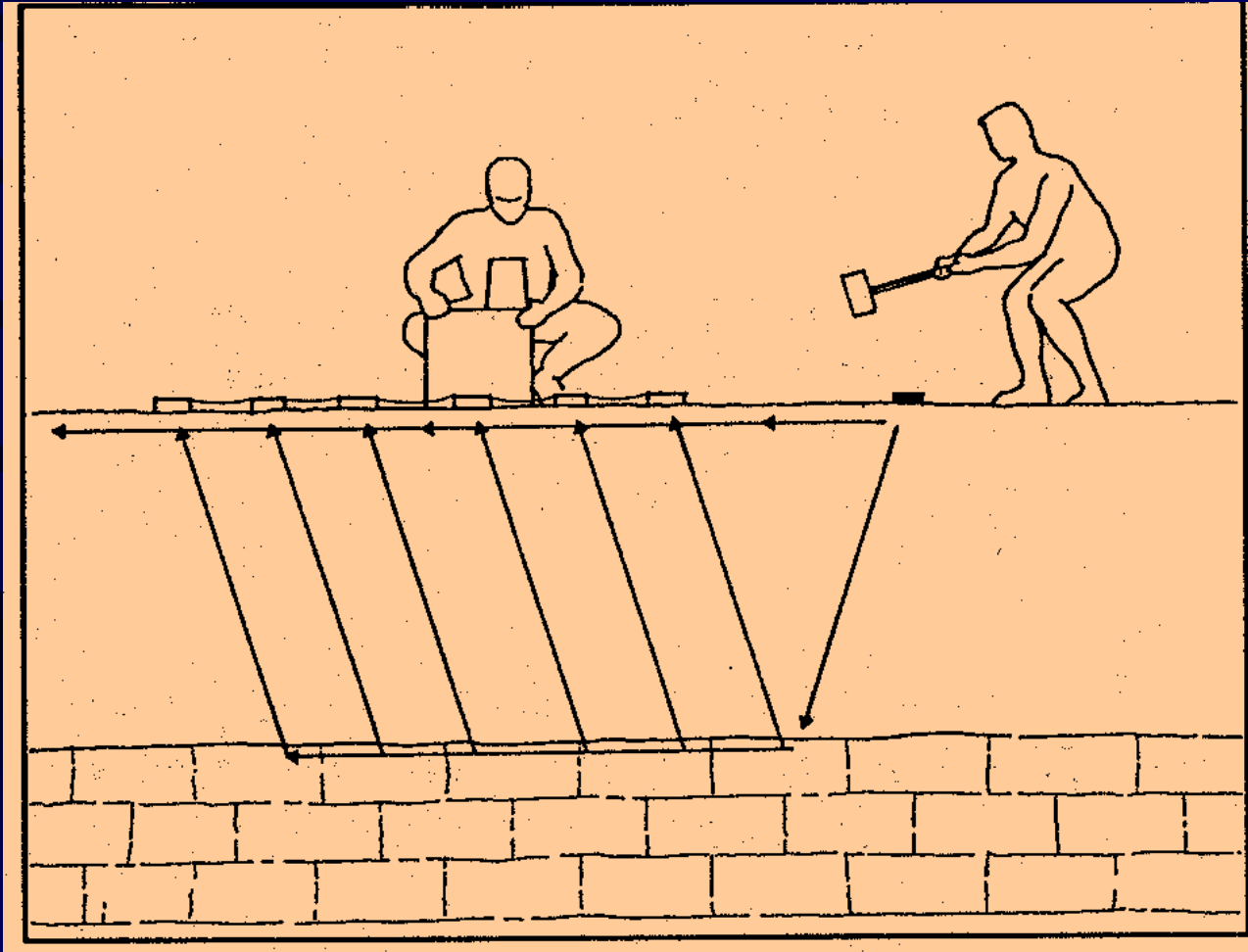
Mağnetik Haritalamaya bir örnek



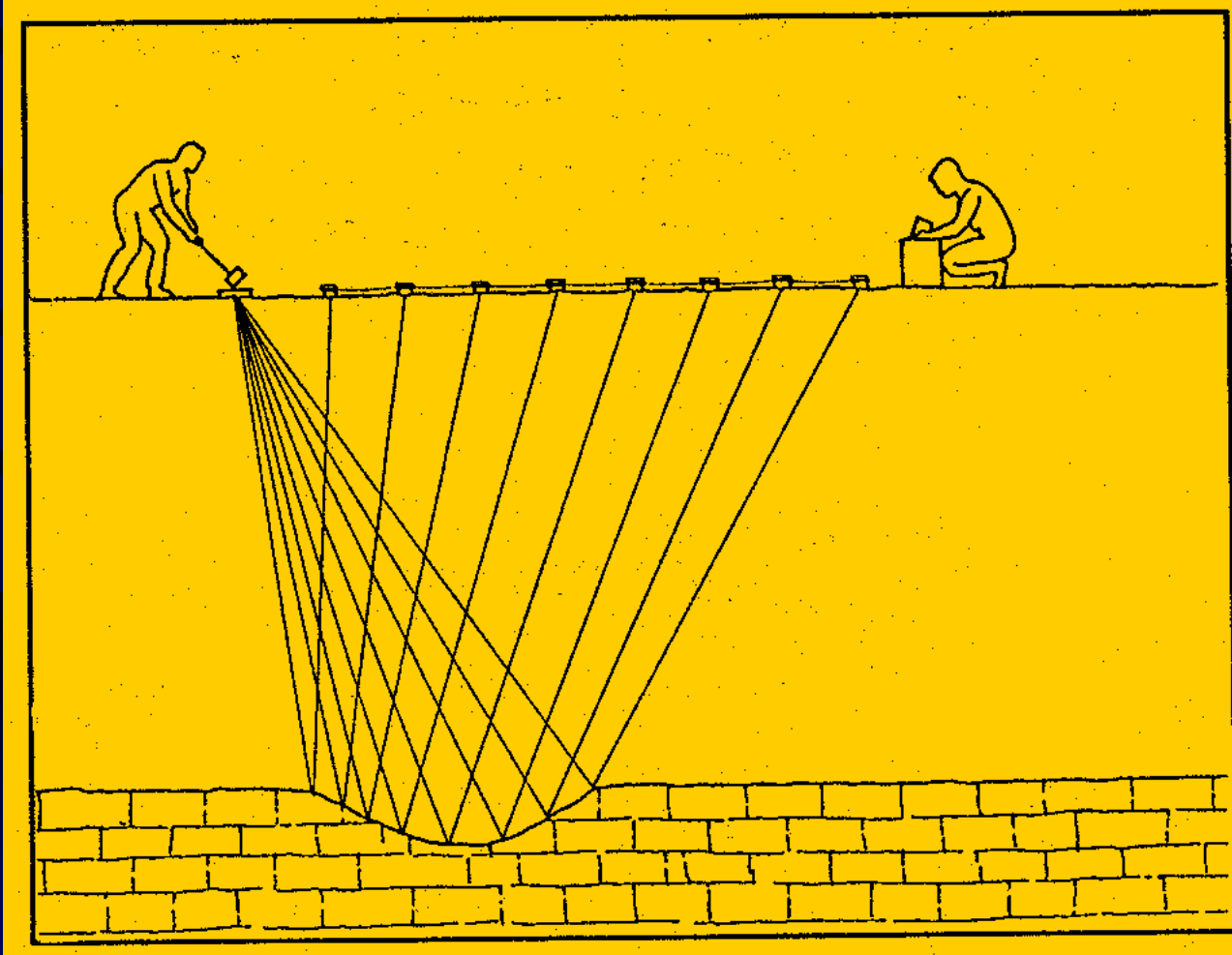
Boşluk Üzerinde Gravite Ölçümünün Yapılışı



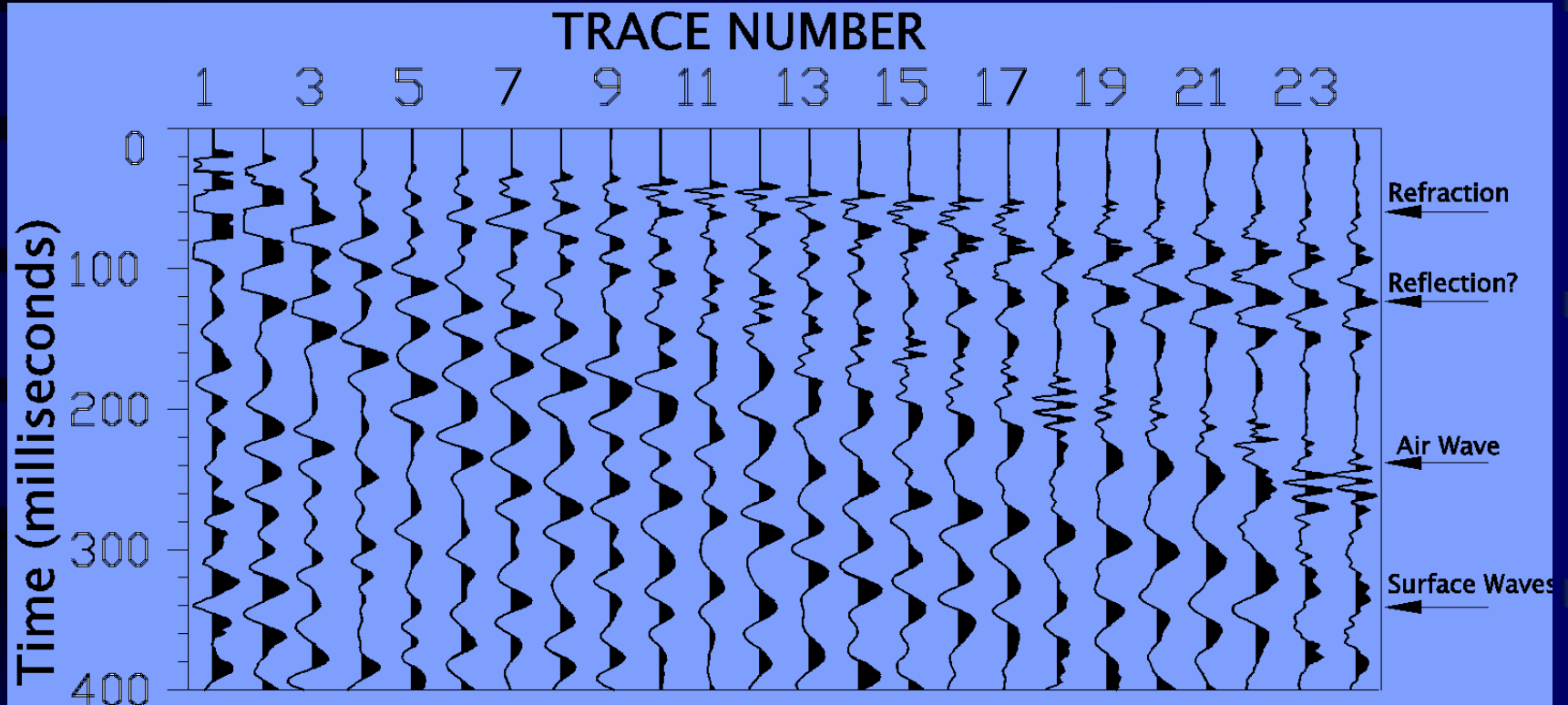
Sismik Kırılma Yönteminin uygulanışının şematik gösterimi



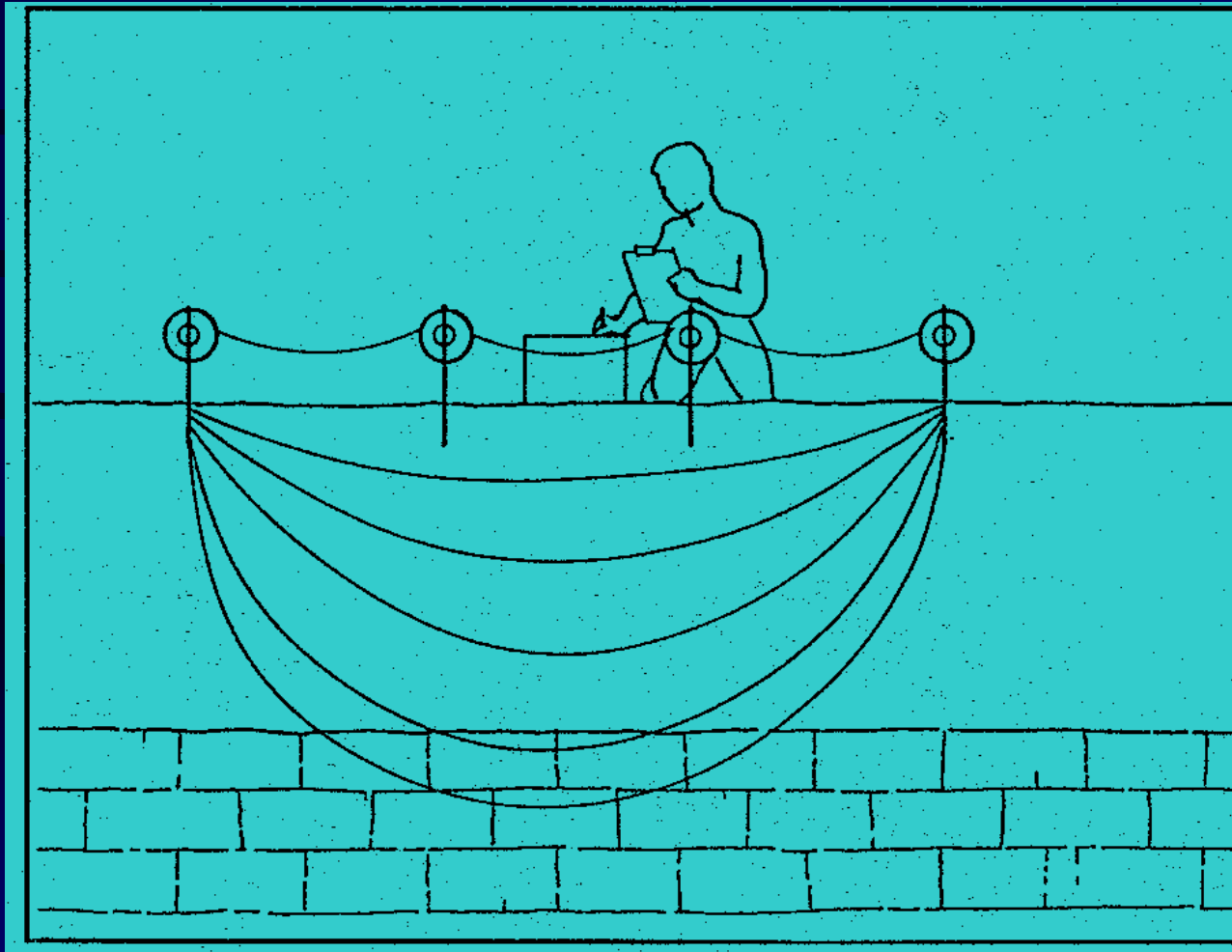
Sismik Yansıma Yönteminin Uygulanışı



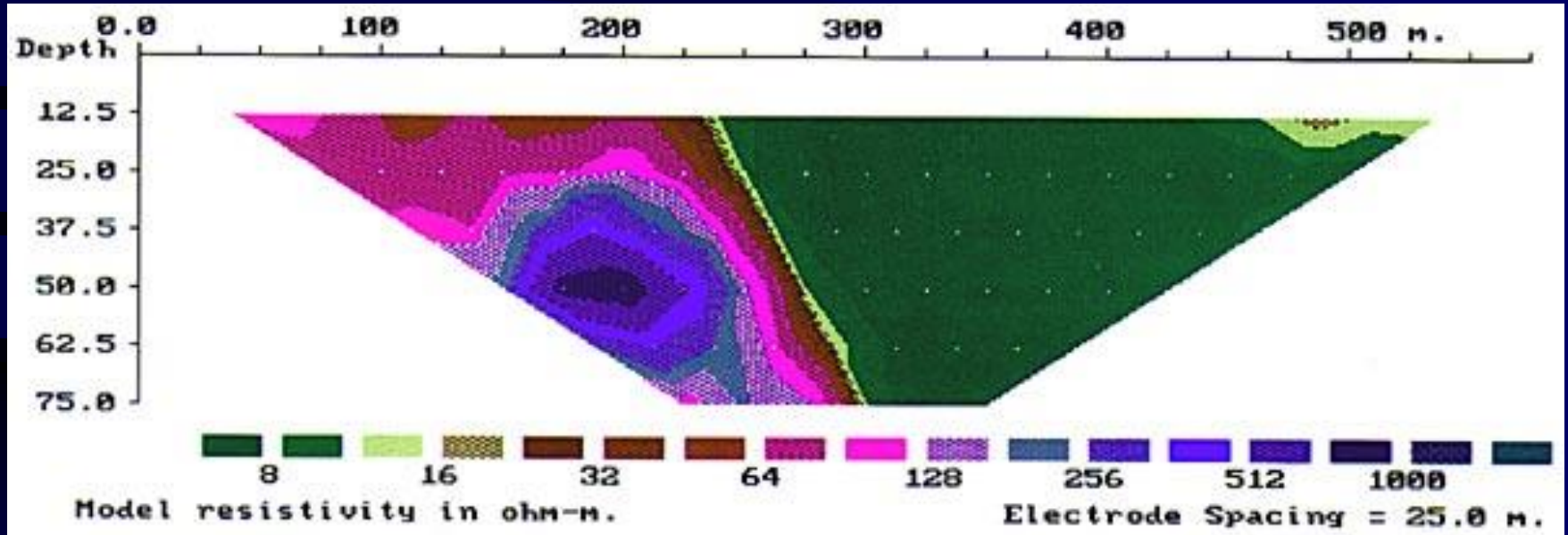
Bir Sismik Kayıt Örneği



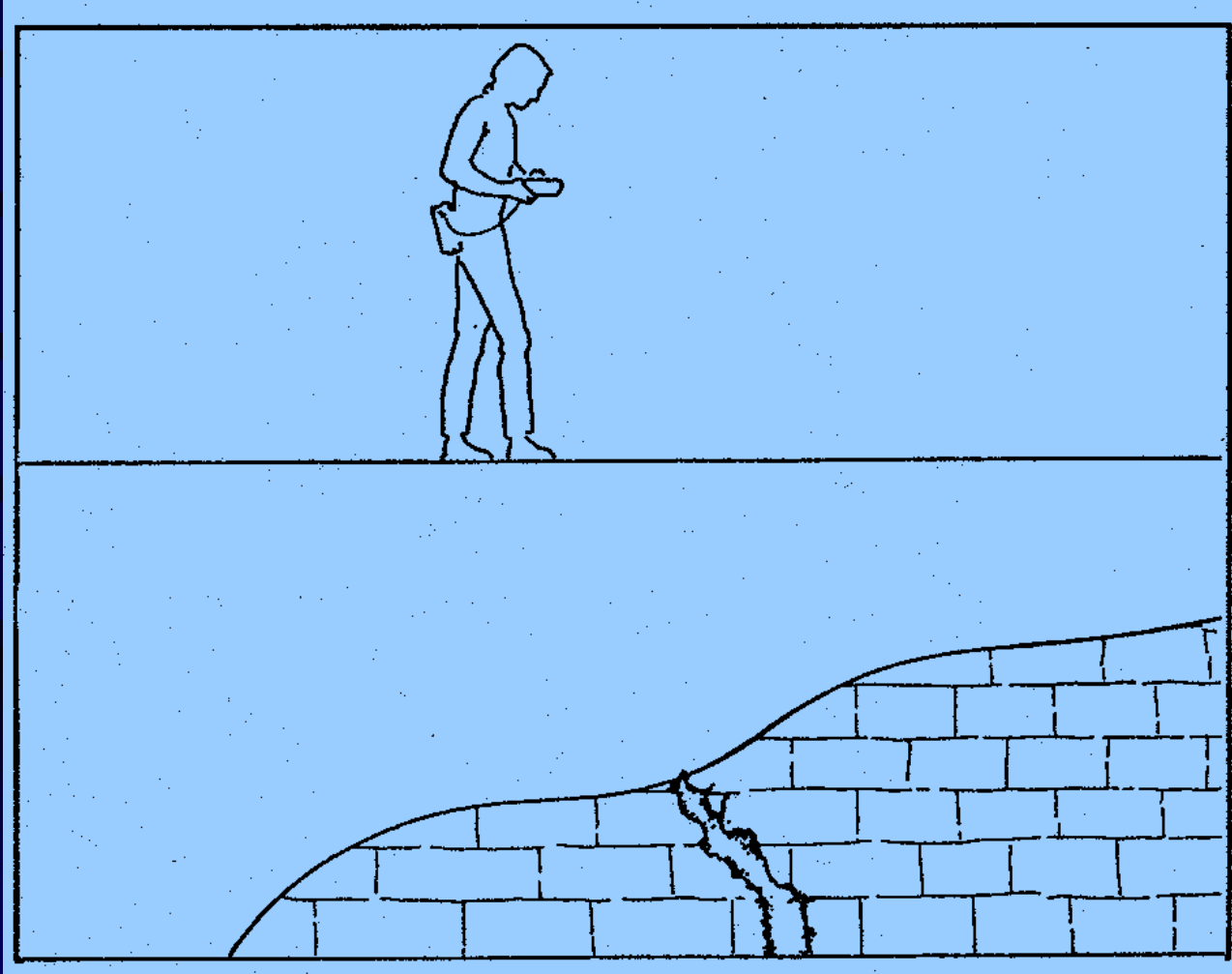
Schulumberger Dizilimi



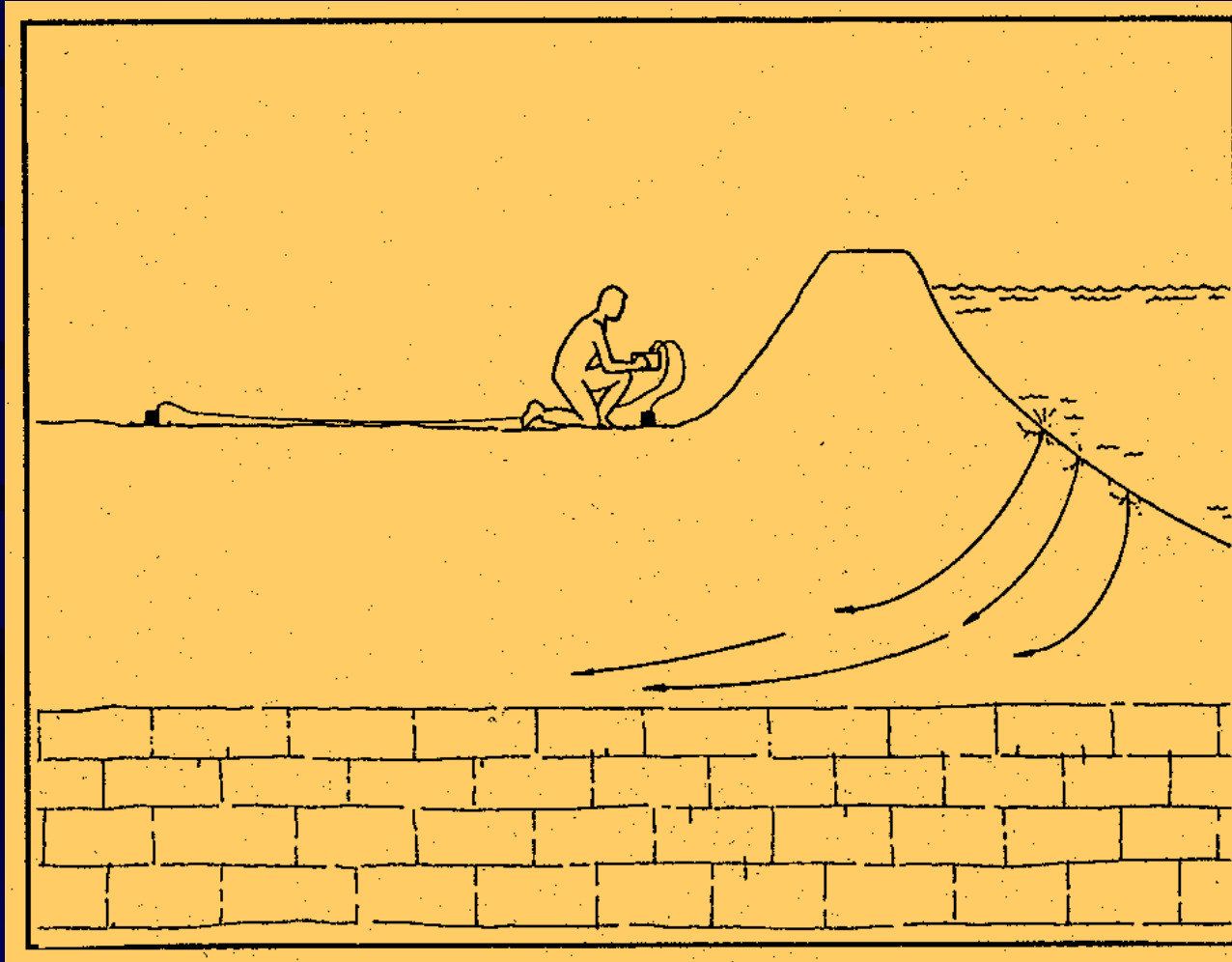
Özdirenç yeraltı derinlik kesidine bir örnek



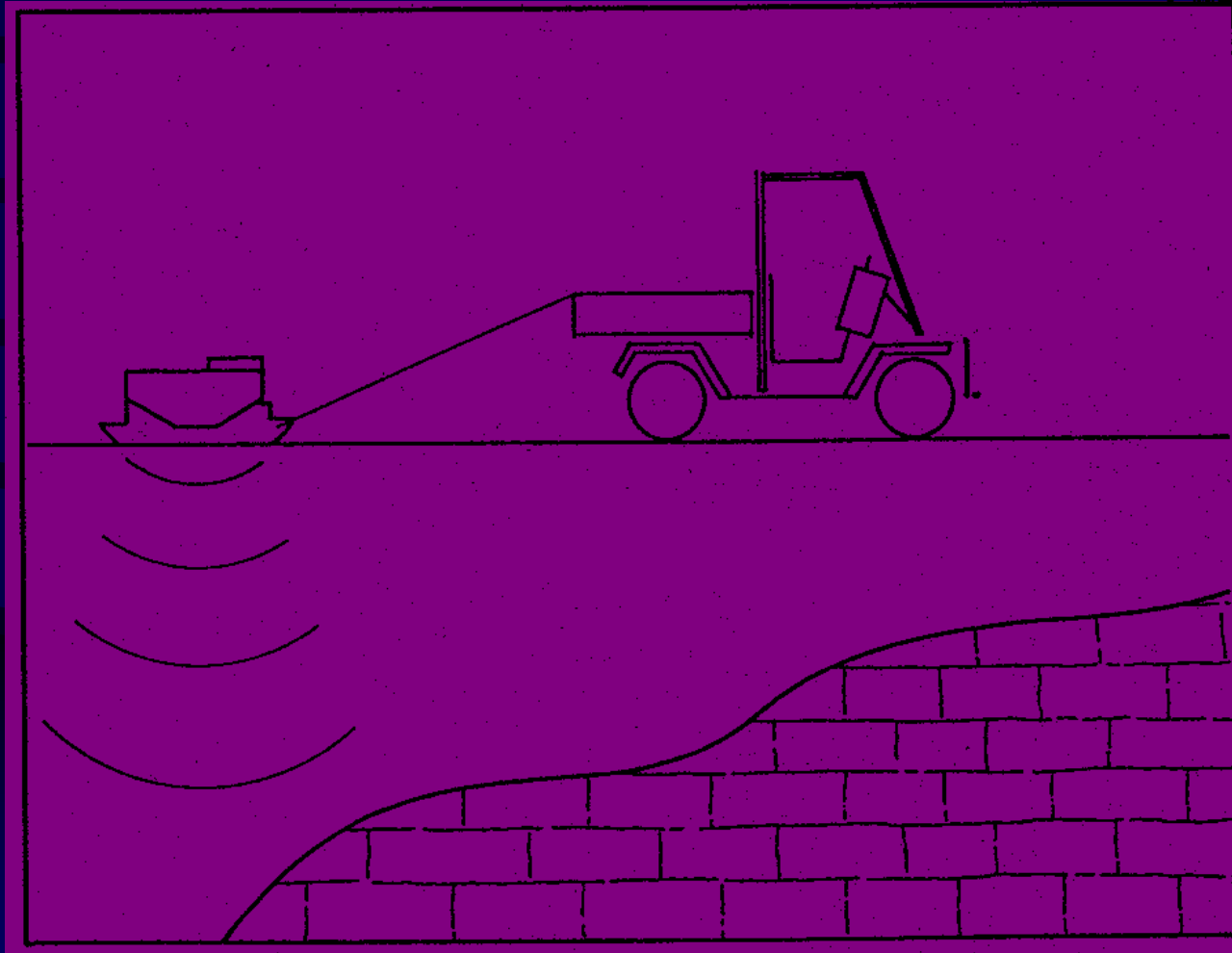
VLF Elektromanyetik Yöntemle Bir Araştırma



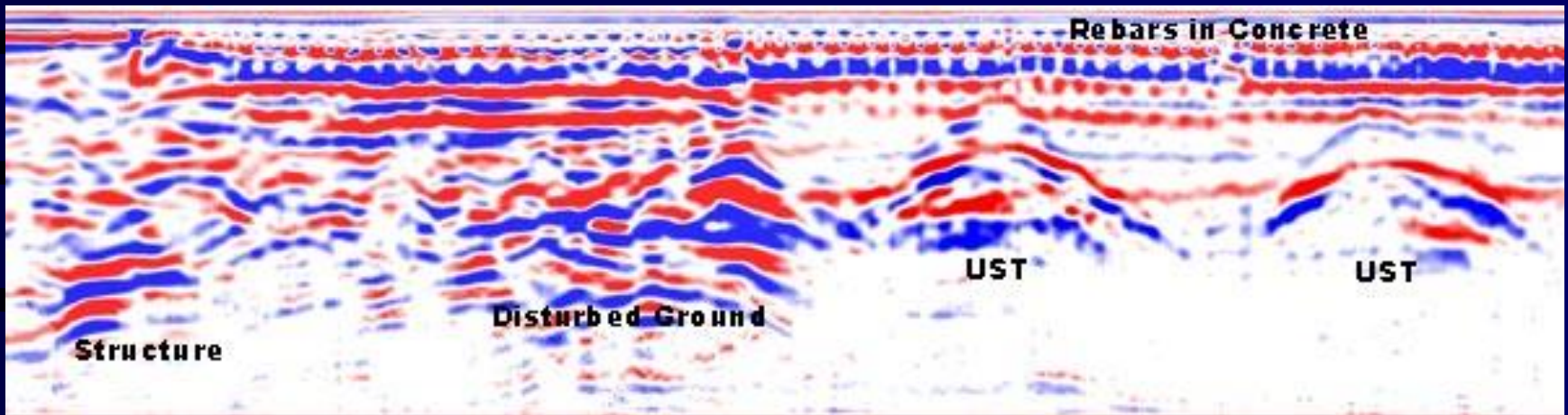
SP Yöntemi İle Baraj Yakınındaki bir Su Kaçağının belirlenmesi



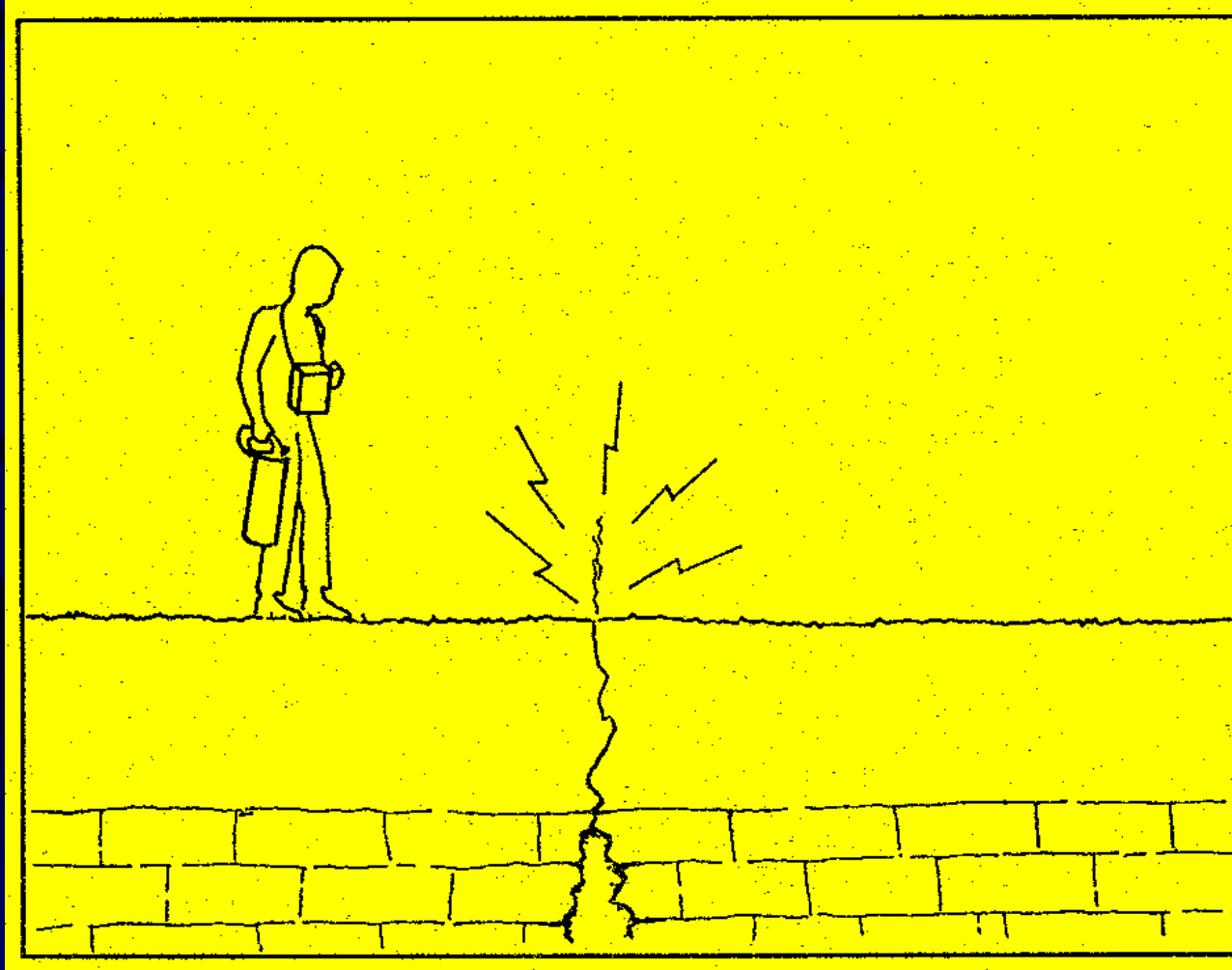
Yer radarı ile ölçü alınması



Yer Radarı ile alınan ölçü sonrasında yer kesidi



Radyometrik Ölçümün Şematik Gösterimi



Hemen hemen bütün sismik prospeksiyon (arama) yöntemleri başlangıçta, sismik kırılma çalışmalarını kapsıyordu. Gerçek yansıma sismolojisi, II. Dünya Savaşı sırasında geliştirilen yeni manyetik kayıt kapasitesini gerektirmiş ve ortak derinlik nokta yığılması (CDP) yöntemi 1957'de ortaya konmuştur. Bu yöntemde gürültü ve tekrarlamalı yansımalar çeşitli alıcı ve atış noktası konfigürasyonları ile aynı orta nokta yüzeyinden yansılıyormuş gibi bütün izlerin yığılması esasına dayandırılmıştır. Yığılma (stacking) işlemi, verinin depolaması ve işlenmesinin dijital bilgisayarlarla yapılmasına gerek duyulmuş ve milyarlarca dolarlık jeofizik endüstrisi bilgisayar teknolojisindeki her yeni keşif için büyük bir müşteri olmuştur. İlk yansıma sismiği çalışmaları çoğunlukla sismik kaynak ve hareket eden hidrofonlarla denizde yapılmıştır. Karadaki sismik yansıma, 1960'larda gelişmiştir.

Hidrokarbonların aranmasında diğ er önemli bir yenilik kuyu logu tekniklerinin gelişimidir. İki Fransız profesör **Conrad** ve **Marcel Schlumberger** 1913 ve 1932 yılları arasında elektrik ve mağnetik yöntemlerin kullanımı konusunda  nc  olmuşlardır. 1927'de, bu iki kardeş Fransa'daki bir petrol alanında bir kuyuda elektrik özdirenç logunu almışlar ve sonraki on yılda yeni kuyu logu tekniklerinde  nc  olmuşlar ve de kurdukları Schlumberger şirketi ile devasa petrol endüstrisi pazarında etkili olmuşlardır.

Conrad Schlumberger



Marcel Schlumberger



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Jeofizik ayrıca, mağnetik ve gravimetrik imzalarıyla tanımlanabilen ince sedimenter örtünün altında gömülü maden yataklarının bulunmasına olanak sağlamıştır. Düşman denizaltılarının yerini belirlemek için II. Dünya savaşı sırasında kullanılan havadan ölçü alabilen mağnetometreler hızlı bir şekilde uzaktan geniş alanların araştırılmasına olanak sağlamıştır. Yansımada sismiği ayrıca kömür damarlarının yapısı ve uzanımının belirlenmesinde kullanılmıştır.

Endüstri tarafından geliştirilen ve öncülüğü yapılan bütün bu yeni teknikler, Yerküre'nin yapısının anlaşılmasında da karşılığını bulmuştur. Mağnetik ve gravite anomalileri, yer kabuğunun haritalanmasına yardım etmiş olmasına karşın ilk olarak ABD'de uygulanan derin **sismik yansım**a yöntemi, 1980'lerde alt kabuk ve üst manto'daki ana yapıların görüntülenmesinde kullanılmıştır.

Sonuçlar

*Die Geophysikern haben die ERDE nur
verschiden interpretiert, es komt darauf an sie zu
veranderen...*

Nec scire fas est omnia.....

Latin Atasözü

MÜHENDİSLİK VE JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ KAVRAMI

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

ABET (The Accreditation Board for Engineering and Technology), **Mühendisliği** “insan yararı için pratik, deneyim ve çalışma ile kazanılan matematik ve doğa bilimlerin uzmanlığı” olarak tanımlar.

Mühendislik bir uzmanlıktır. Hukuk, tıp, mimarlık ve öğretmenlik gibi topluma karşı büyük sorumluluk taşır. Özel bir bilgi bütününe dayanır ve mühendisler profesyonel statüler doğrultusunda iyi bir şekilde bilgilendirilip eğitilir.

- Bilim adamları ve mühendisler aynı şekilde matematik ve doğa bilimleri doğrultusunda eğitilir. Fakat bilim adamı, **bilgiyi yeni bir bilgi** elde etmek için kullanırken mühendis, yararlı aletler, yapılar ve işlemler geliştirmek ve tasarlamak için **bilgiyi** uygular. Diğer bir değişle, bilim adamı **bilmeyi** mühendis ise **yapmayı** amaçlar (Eide ve diğ., 1979).

- **Araştırma:** Bilinen bilgilerin daha iyi anlaşılabilmesi için yapılan çalışmalar veya yeni bilgi aramayı içerir.
- **Geliştirme:** Araştırmanın sonuçlarını ve keşiflerini, yararlı, kullanışlı ürünler ve yöntemler haline dönüştürmeyi içerir.
- **Tasarım:** Detaylı planların, enformasyonların, ön bilgilerin düzenlenmesi ve bitmiş bir ürün ya da çalışmanın işleve geçirilmesine kadar süreci içerir.
- **Üretim:** Hammaddelerden, endüstriyel aletlerle üretime geçmeyi içerir.
- **İnşaat:** Düzenlemelerine ve materyallerin yapılara dönüştürülmesini içerir. (Örneğin, Binalar, otoyollar, iletişim ve güçleri)
- **Operasyon:** Mühendislik ilkelerinin veya performanslarının pratiğe dökülmesini içerir.
- **Satış:** Teknolojik endüstrideki satışta her zaman makinaları, parçaları, aletleri ya da müşterilerin ihtiyaçlarına en iyi karşılık veren eğitilmiş mühendisler gereklidir.
- **Yönetim:** Bu birçok endüstride mühendisler tarafından yapılmakta olan bir konumdur. Problemlerin çözümleri, finans, organizasyon, halkla ilişkiler ve satış konusundan sorumludurlar. Aynı zamanda personelin seçimi ve koordinasyonu, gelişmeler, üretim ve birçok diğer departmanlarda da sorumlulukları altındadır.

- Mühendisliğin çok çeşitli tanımları yapılsa da bu tanımlarda ortak yön, "doğadaki madde ve enerjinin tasarım süreci ile insanlık için ürünlere dönüştürme etkinliği" dir (Taşpınar, 1972; Adams, 1994). Burada "madde (hammadde olarak), enerji ve ürün" sözcükleri en geniş anlamları ile kullanılmıştır. Örneğin, bir Pirit minerali de maddedir, her gün soluduğumuz hava da bir maddedir. Öte yandan deterjan bir üründür, bilgisayar da bir üründür. Mühendisliği bu anlamıyla kabul edince, jeofizik mühendisliğini bu anlam içinde nasıl bir yere oturtmak gerekir? Jeofiziğin, Yerküre'deki madde ve enerji ile doğrudan ilgili olduğu kesindir. Bilim olarak bakıldığında, Yerküre'deki bu madde ve enerjiyi derinlemesine inceler, araştırır, didik didik eder. Ama tasarım sürecini kullanarak bu madde ve enerjiden bir ürün (yani daha somut olarak bir ampül yada bir buzdolabı veya bir elektrik santrali vb. bir şey) ortaya koyar mı?

- Bu sorunu aşmak için önce ürün sözcüğü ile neden sonuç ilişkisi içinde bulunan üretim sözcüğünü açalım. İşletmeciler üretimi, malzeme ve hizmet üretimi olarak ikiye ayırırlar (Tosun, 1990). Demek ki bir üretim süreci sonucu oluşan ürün hizmet ve malzeme olarak iki farklı süreçle üretiliyor. Bununla birlikte, iki sektör olarak malzeme ve hizmet sektörünü ayırmamız olanaklıdır. Malzeme üretim sektörü, belki yukarıda tanımladığımız mühendislikte, temel faktörlerden biridir. Bu, doğanın ürünler haline dönüştürülme sürecidir. Veya Doğa bozulup, tahrip edilip ürünler olarak yeniden oluşturulur. Örneğin, demirin hammaddesi mağnetit ve hematit doğadan alınır ve tasarım süreci sonucu evimizdeki bir buzdolabına yada bilgisayarımızdaki bir parçaya dönüşür. Mühendisliğin hizmet sektörü ise dönüşen bu ürün bozulduğunda ortaya çıkar. Örneğin, buzdolabı ya da bilgisayarın tamir edilmesi. Bu da bir mühendislik sürecidir. Fakat bu mühendislik sürecinde bir malzeme değil, hizmet üretilir. Jeofiziğe bu açıdan bakıldığında, hizmet üretimine daha yakın bir mühendislik dalı olduğunu görüyoruz.

- Bilimi (jeofiziği) sadece bilim (jeofizik) için yaptığımız çalışmalar ile bir uygulamalı bilim demek olan mühendislik (jeofizik mühendisliği) çalışmaları arasında amaç farkı vardır.

- Sadece bilim için yapılan çalışmalarda "Hangi amaç için ?" sorusuna verilen yanıt "Doğanın yasalarını keşfetme, araştırma, bilme merakı, bilgi birikimi oluşturma" olurken, mühendislikte bu soruya verilen yanıt "toplum için, insanlık için, en azından belli bir çoğunluk kitle için üretim" olmaktadır.

JEOFİZİK BİLİMLERİ VE MÜHENDİSLİĞİ

GENEL JEOFİZİK

A1. AKIŞKAN YER FİZİĞİ

- FİZİKSEL METEOROLOJİ
- HİDROLOJİ
- FİZİKSEL OŞİNOGRAFI
- İYONOSFER FİZİĞİ

A2. KATI YER JEOFİZİĞİ

- JEOMAĞNETİZMA
- JOELEKTRİK
- SİSMOLOJİ
- TEKTONOFİZİK (JEODİNAMİK)
- GRAVİMETRİ
- FİZİKSEL VOLKANOLOJİ
- JEOTERMİ
- JEOKOZMOLOJİ
- JEOKRONOLOJİ

UYGULAMALI JEOFİZİK

B1 FİZİKSEL DEYİŞKENE GÖRE

- MAĞNETİK YÖNTEMLER
- ELEKTRİK YÖNTEMLER
- ELEKTROMAĞNETİK YÖNTEMLER
- SİSMİK YÖNTEMLER
- TERMİK YÖNTEMLER
- RADYOAKTİF YÖNTEMLER

B2 KONUYA GÖRE

- MADEN JEOFİZİĞİ
- SU JEOFİZİĞİ
- MÜHENDİSLİK JEOFİZİĞİ
- ÇEVRE JEOFİZİĞİ
- GEOTEKNİK JEOFİZİĞİ
- PETROL JEOFİZİĞİ
- ASKERİ JEOFİZİK

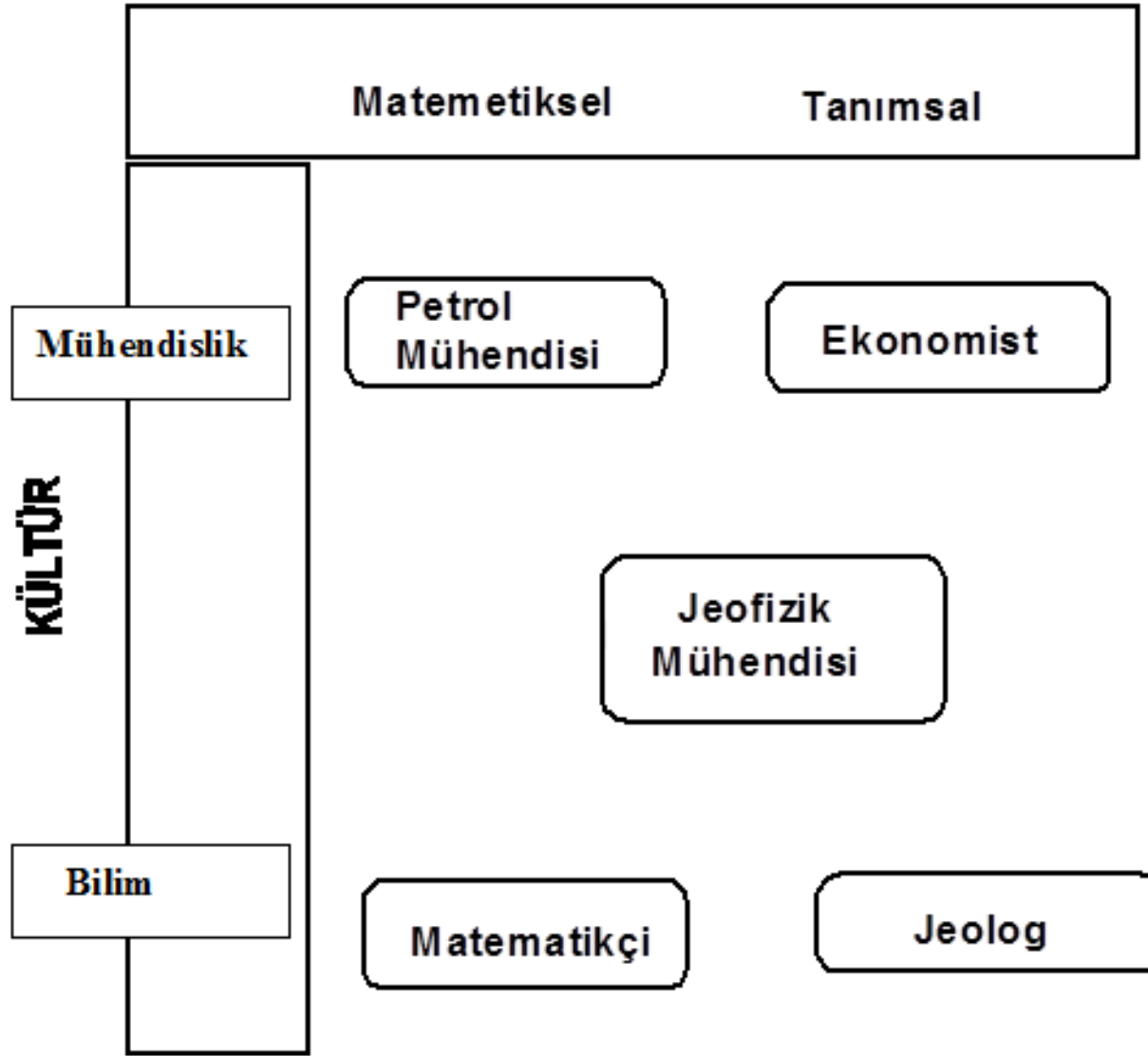
B3 ÖLÇÜLERİN ALINMA BİÇİMİNE GÖRE

- HAVADAN JEOFİZİK
- KUYU JEOFİZİĞİ
- DENİZ JEOFİZİĞİ
- UYDU JEOFİZİĞİ / UZAKTAN ALGILAMA

JFB (x, y, z, t)	→	TF (x, y, z, t)	→	JFM (x, y, z, t)
DOĞA (Hammade ve Enerji)	→	DÖNÜŞTÜRME FİLTRESİ (Üretim Süreci)	→	MÜHENDİSLİK ÜRÜNLERİ
JEOFİZİK BİLGİ YA DA JEOFİZİK BİLİMİ Yerküre Kaynaklı	→	TASARIM SÜRECİ	→	JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ ÜRÜNÜ
A) Doğal Olaylar	→	A) Teknoloji Kaynaklı Bilgiler	→	İnsana Yönelik
Deprem, Heyelan, Sel, Fırtına vb gibi	→	Elektronik Teknolojisi	→	Ulaşım Güzergahları,
B) Doğal Yapılar	→	Bilgisayar Teknolojisi	→	Kentleşme;
Senklinal, Antiklinal, Tuz Domları, Zemin, Dayklar vb gibi.	→	Veri İşlem Teknolojisi	→	Endüstriyel Hammadde;
C) Doğal Kaynaklar	→	Makina Teknolojisi	→	Doğal Gaz, Su, Petrol
Su, Petrol, Maden, Doğal Gaz vb gibi.	→	Diğer Teknolojiler	→	Hidro-teknik; Küresel ve Yerel Ölçekte Çevre Kirlenmesi
D) Doğabilimsel Özellikler	→	A) Toplum Bilimleri Kaynaklı Bilgiler	→	Nükleer Santraller;
Gravite, Mağnetik, Elektrik, Sismik, Isı, Radyoaktivite vb gibi.	→	Ekonomi; Hukuk; İşletme; Psikoloji ve Diğer Bilgiler	→	Malzeme Ocakları;
				Deprem-Zemin-Yapı Etkileşimi;
				Doğal Afetlere karşı Önlemler;
				Doğal Kaynakların Korunması

**Jeofizik Bilimi ve
Mühendisliği
Arasındaki İlişkiler
(Özcep ve Özcep,
1996)'dan alınmıştır**

DİL



Sismolojinin Tarihsel Gelişimi

Ders III

*“We must next deal with earthquakes and earth tremors,
a subject which follows naturally on our last, as the
cause of this phenomena is a akin to that of wind”*

Aristo

Mitoloji

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Depremlerin ve nedenlerinin mitolojide açıklanması, dünyanın üzerinde durduğu kabul edilen hayvanın hareketi veya başını oynatması sonucuna bağlanmaktadır. Bu hayvanın cinsi ülkelere göre değişmektedir. Hindistan mitolojisine göre bu hayvan fil olarak geçmekte, Moğolistan'da yaban domuzu, Güney Amerika'nın bazı yerlerinde balina Japon'lara göre dev örümcek veya bir cins kedi balığı dünyayı oynatmaktadır. Kuzey Amerika'da yaşayan kıızılderililer ise dünyayı rahatsız eden yaratık olarak kaplumbağayı tercih etmişlerdir. Eski Anadolu inancına göre, dünya öküzün boynuzlarında durmaktadır ve üstüne konan sinekleri kovmak için öküz kuyruğunu salladıkça dünya sarsılmaktadır. Sibiryanın buzul koşulları içinde yaşamakta olan Kamçatka halkı, Tanrısı Tuil'in arada sırada yerin altında kızaklar ile çekilerek seyahat ettiğine inanmaktadır. Kızakları çeken köpeklerin durup ta üzerine biriken kar ve buzları atmak için veya kaşınmak için silkindikleri sırada yer sarsıntıları ve depremeler oluşmaktadır (Erguvanlı, 1979).

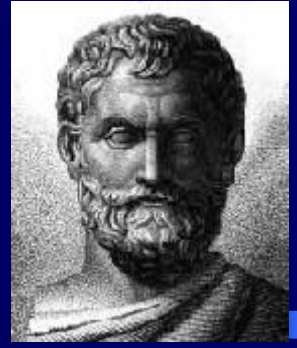
- Eski Yunan mitolojisine göre depremeler ile Tanrı Poseidon (Neptün) ilişkilidir. Efsaneye göre Polybotes adlı dev denizler üzerinden kovalayan Poseidon Kos (İstanköy) adasına eriştiklerinde adanın bir kısmını parçalıyarak kopartıp devin üzerine fırlatır ve dev fırlattığı parçanın altına gömülür. Mitolojik hikayede geçen Kos adası, volkanik nedenler ile çok sayıda deprem oluşması açısından tanrı ve efsane ile uyumludur. Poseidon'un, deniz ve ırmakların tanrısı olduğu ve onları isteği zaman açıp kapattığında unutulmamalıdır (Erguvanlı, 1979).



Poseidon

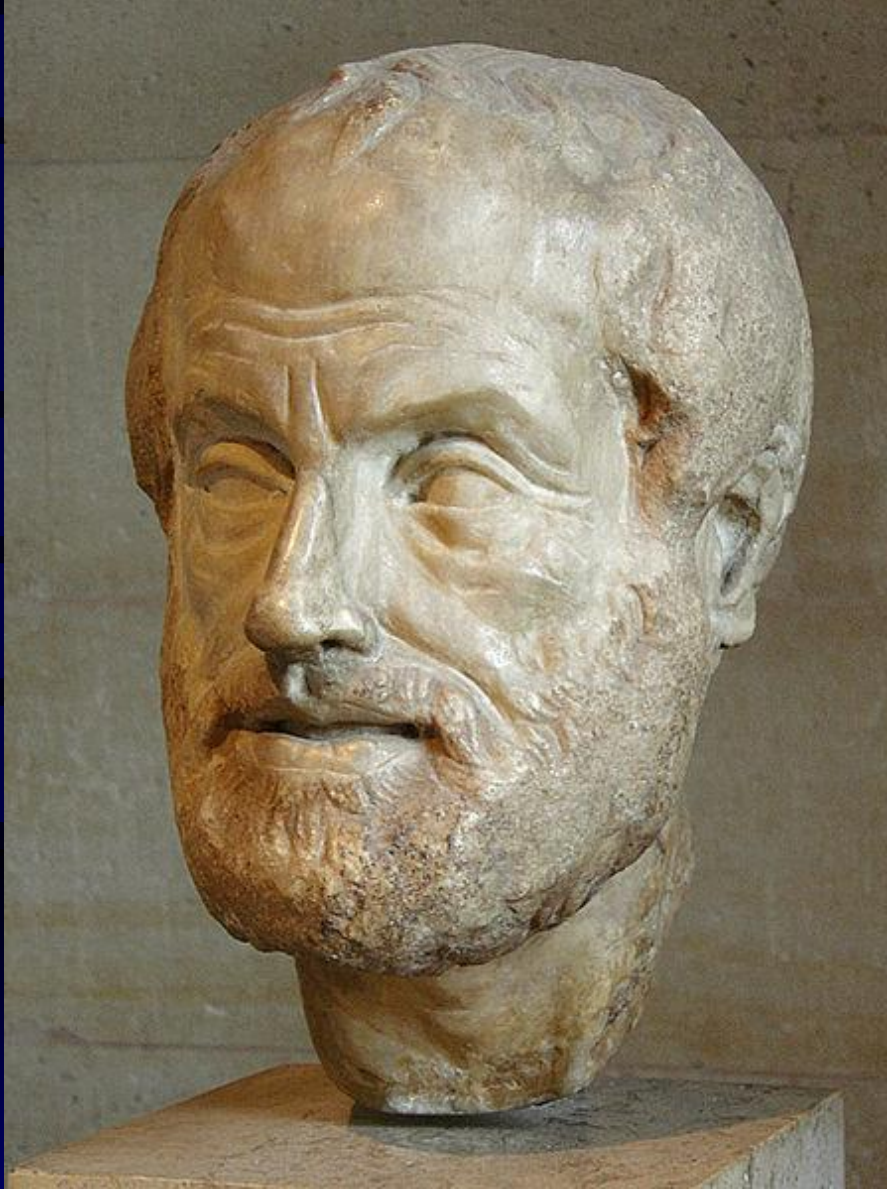
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Eski Klasikler Çağı



- Depremler hakkında ilk akılcı açıklama ve yaklaşımlar eski Batı Anadolu'lu (İyonya) ve Yunanlılar tarafından yapılmıştır. Milet'li Anaximedes'e (M.Ö. 585-528) göre depremler dünyayı oluşturan büyük toprak kitlelerinin bir kısmının aşırı kuruması veya ıslanması sonucu ayrışmalarından meydana gelmektedir. Anaximedes, Thales okuluna karşın, doğal olayları hava ve hava etkileri ile açıklamaya çalışmıştır. Buna karşın, Anaxagoras (MÖ 500-429) depremlerin oluş nedenlerini dünyanın boşluklu ve geçirgen bir yapıdan oluştuğuna ve bu boşluklar arasında görünmez ve dokunulmaz bir madde olan eterin dolaşması ile açıklamaktadır. Yer yüzüne yakın olan boşluklar, yağmur ve yerüstü suları ile doygun hale geldiği zamanlar daha alt boşlukları dolduran eterin kaçacak yollar araması depremlerin oluşumuna neden olmaktadır. Bir başka kuram, MÖ 420 yıllarında Miletli Demokritus tarafından ortaya konmuştur. Bu kurama göre, dünya bölünmez katı "atomlar" ve boşluklardan oluşmuştur ve boşluklar su ile doludur. Yağmurlar sonucu biriken yağmur sularının dünya yüzünden içerlere girmek için yaptığı zorlamalar ise depremleri meydana getirmektedir (Erguvanlı, 1979).

- Bütün bu kuramları eleştiren Aristo (MÖ 384-322), kendi kuramını hava hareketi (rüzgar) ile açıklamaktadır. Aristo, nem'in buharlaşması sonucu hava hareketleri ve rüzgarların oluştuğuna inanmakta ve bu doğal olayın yeraltı, yerüstü ve insan vücudunda da meydana geldiğini savunmaktadır. Aristo, insan vücudunda özellikle hastalık sıralarında, görünen titreme , kalp çarpıntısı ve sıkışmaları vücut içindeki hava hareketleri ile açıklarken, dünyada benzer olayların yeraltındaki boşluklardaki havanın dışarı çıktıkça oluşturduğu sarsıntıların, depremeler şeklinde görüldüğünü ifade etmiştir. Depremlerden önce dünyanın içinde çok miktarda hava bulunması dışarda ve atmosferde havanın az, sıkıcı ve nemli olmasına neden olmaktadır. O günlerden beri süregelen bir inanç olan sıkıcı ve nemli havanın “deprem havası” olarak bilinmesinin de bilimsel bir dayanağı olmadığı görülmektedir. Aristo'nun o zamanlara göre doyurucu kuramında, sakin hava, ay ve güneş tutulması, gel-git ve volkanlar da depremler ile bağdaştırılmaktadır (Erguvanlı, 1979).

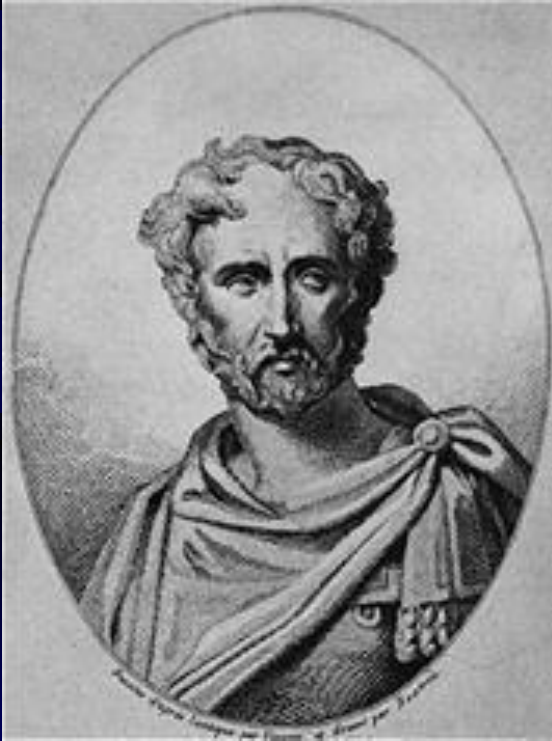


Aristo
(MÖ 384-322),

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- MS birinci yüzyılda ileri gelen Roma'lı düşünürler de depremler hakkında fikirler ileri sürmüşlerdir. Seneca, Aristo'nun kuramını sağlamlaştıracı ve kanıtlayıcı nedenler ortaya koymuştur. Seneca'ya göre yeraltında varolan çok sayıda boşluklar arasında hava serbestçe dolaşabilmekte ancak, bazı durumlarda dış etkenler ile bu boşlukların bir kısmı kaplanmaktadır. Ufak ve kapalı bir boşlukta havanın sıkışması sonucunda, dolaşıma alışık havanın boşluk kenarlarını zorlayıp patlayarak dışarı çıkmasına ve depremelerin oluşmasına neden olmaktadır. Pliny'nin depremeler hakkında gözlemlerinin önemi bu doğal olayın meydana gelişini gerçekçi olarak anlatışındadır (Erguvanlı, 1979).

Plinius



Seneca



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Eski Çin uygarlığında, depremlerin kayıtları ve bildirilmeleri ile ilgili bir sistem kurulduğu bilinmektedir. O zamanki inanca göre, depremler ile hükümetlerin değişmesi gerekmekte idi. Bu aralarda imparatorluk gökbilimcisi Chang (Zhang) Heng (78-139), dünyadaki çalışan ilk sismografi yapmıştır

Zhang Heng ve Sismoskobu



Modern Dönem

- Sismoloji (Deprem Bilimi), çok daha kapsamlı bir bilim dalı olan jeofizikğin bir dalıdır. Özellikle, elastisite kuramı ve dalga hareketi gibi kuramsal temelin, çok önceleri ondokuzuncu yüzyılın ilk yarısında Cauch ve Poisson gibi ünlü matematikçiler tarafından geliştirilmesine karşın, Sismoloji, ancak yirminci yüzyılın başında bağımsız bir bilim alanı haline gelebilmiştir. Depremler ve etkileri ile ilgili gözlemler insanların yoğun olarak yaşadıkları yerlerde tarihsel dönemlerden beri yapılmaktadır.. Milattan sonra ilk yüzyılda Çin'de deprem gözlemleri için bir alet vardı. Ancak, ondokuzuncu yüzyılın sonuna kadar kuramsal temellerin oluşturulmasına yönelik çalışmalar ve gözlemsel çalışmalar birbirinden tamamiyle ayrı olarak gelişmiştir. Ondokuzuncu yüzyılın sonuna doğru modern sismografin icadıyla ile kuramsal gelişim ve gözlemsel çalışmalar birleştirilebilmesi olanaklı olmuştur. Bu yüzyılda, Sismografin gelişimi ile Yer'in iç yapısı ile ilgili bilgilerimizde önemli ilerlemeler olmuş ve sismoloji bağımsız bir bilim haline gelebilmiştir (Bath, 1979; Alptekin, 1996).

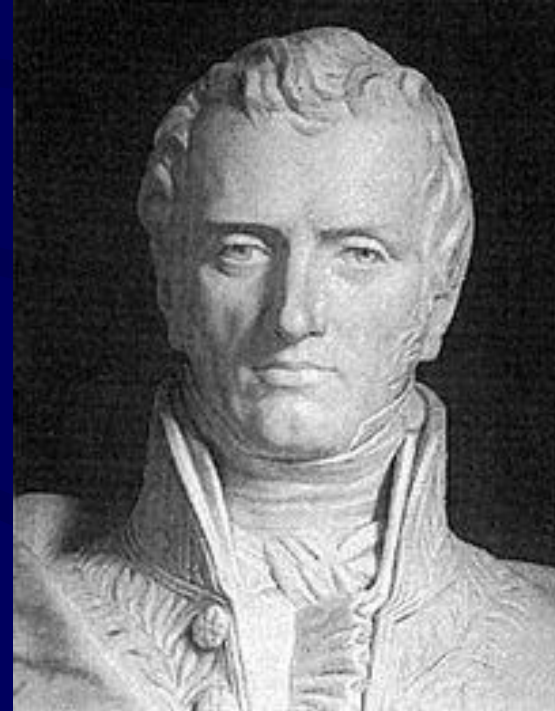
Elastisite Kuramının Gelişimi

- Sismolojinin gelişimini dikkatlice ortaya koymak için öncelikle elastisite kuramı ve malzemelerin mukavemeti konularından başlamak gerekir. Bu konular, cisimlerin bir kuvvet etkisi altında davranışının (bu hem cisimlerin nasıl deforme olduklarının hem de yeterince büyük gerilmeler altında nasıl kırılabilindiklerinin) araştırılmasıyla ilişkilidir. Elastisite ile ilgili uğraşlar 1638'lerde Galileo'nun elastik bir çubuğun bükülmesini incelemesiyle başlamıştır. Fakat bu konudaki en önemli iki gelişme, 1660'da Hooke yasasının kurulması ve 1821'de Fransız bilim adamı Navier tarafından elastisitenin genel denklemlerinin ortaya konulmasıdır (Bath, 1979; Alptekin, 1996).

Robert Hooke



Claude-Louis Navier



- Hooke'un kendi adıyla bilinen elastisite yasasına göre elastik bir cisimde meydana gelen deformasyon uygulanan gerilme ile orantılıdır. Bu yasa elastisite kuramının matematiksel temelini oluşturur ve yer içinin incelenmesinde, geçerli olarak varsayılır. Bu nispeten ilk dönemlerde, elastisite üzerine çalışan bilim adamlarının karşı karşıya kaldıkları temel problemler, Galileo probleminin geliştirilmesi, çubuklar ve levhaların titreşimlerinin incelenmesi vb üzerine olmuştur. Navier elastik katı cisimlerin hem titreşimleri hem de denge durumları için genel denklemleri ilk olarak ortaya koymuştur. Navier'den kısa bir süre sonra ünlü matematikçiler Cauchy ve Poisson, elastisite kuramında özellikle bir ortam içinde yayılan elastik dalgaların yayılım problemi üzerine önemli gelişmeler yapmışlardır. Onların katkılarıyla elastisite kuramının gelişimi ışığın yayılım problemiyle yakından ilişkilendirilmiştir.. 1822'de Cauchy elastisite kuramının temellerinin çoğunu ortaya koymuş ve sonra araştırmalarını kristalin cisimlere doğru genişletmiştir. 1830'da Poisson, elastik bir ortamda boyuna ve enine dalgaların yayıldığını bulmuştur. Bu dalgaların hızları arasındaki oran yaklaşık 3 tür. Poisson'un bulguları 1849'da Stokes tarafından doğrulanmıştır. Bu sismolojide iyi bilinen P ve S dalgalarından ilk defa söz edilmedir. Bu dönemlerde yine Stokes, elastik ve izotrop bir cisim içerisindeki gerilmelerin normal ve teğetsel (kayma) gerilmelere ayrılabilceğini göstermiş ve bugün kompressibilite ve rijidite adları ile bilinen elastik parametreleri tanımlanmıştır. Bu problem daha sonra Lamb ve diğerleri tarafından incelenmiştir (Bath, 1979; Alptekin, 1996).

Augustin-Louis Cauchy



Siméon Denis Poisson



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



Sir George Stokes

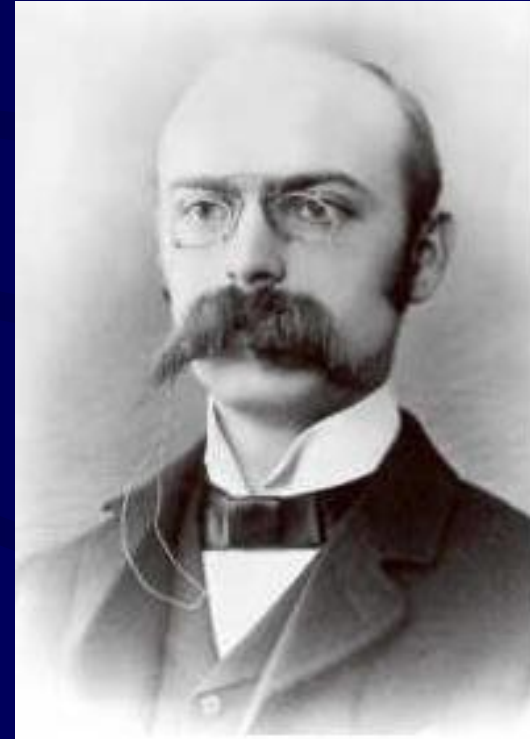
Jeonizik ve Tarinsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Daha önce bir elastik cisim içinde gelişen boyuna ve enine dalgaların Poisson tarafından keşfedildiğini söylemiştik. 1887'de Lord Rayleigh kendi adıyla bilinen ve elastik cismin yüzeyi boyunca yayılan bir diğer dalga türünü bulmuştur. Bu dalga türünün yayılım hızının adı geçen ilk iki dalga türünden daha yavaş olduğu bulunmuştur. 1911'de yüzey dalgalarının başka bir türü olan Love dalgaları İngiliz bilim adamı Love tarafından bulunmuştur. Yüzey dalgalarının yayılma hızlarının P ve S dalgalarının yayılma hızlarından küçük oldukları Rayleigh ve Love tarafından gösterilmiştir (Bath, 1979; Alptekin, 1996).

Lord Rayleigh



Augustus Edward Hough Love



SEISMOLOGY

BY

JOHN MILNE, F.R.S., F.G.S.

LATE PROFESSOR OF MINING, GEOLOGY, AND SEISMOLOGY IN THE
IMPERIAL COLLEGE OF ENGINEERING, TOKIO, JAPAN
HON. FELLOW KING'S COLLEGE, LONDON

WITH FIFTY-THREE FIGURES

FIRST EDITION



LONDON

KEGAN PAUL, TRENCH, TRÜBNER & CO. LTD.

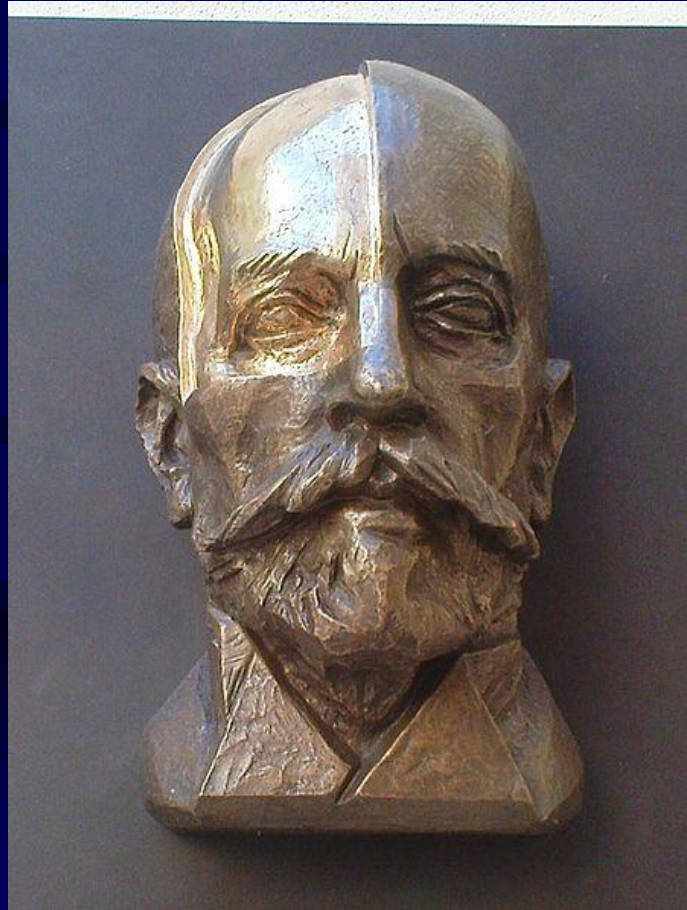
PATERNOSTER HOUSE CHANCING CROSS ROAD

1898

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- 1910'da Mohorovicic, yakın depremlerin kayıtlarında değişken zaman aralıkları ile bir takım olguların varlığını ortaya koymuştur. Mohorovicic bu olguları bir yüzey tabakası altından (bugün Moho Süreksizliği dediğimiz) kırılma ve yansımaların neden olduğu olgular olarak yorumlamıştır.

Andrija Mohorovičić



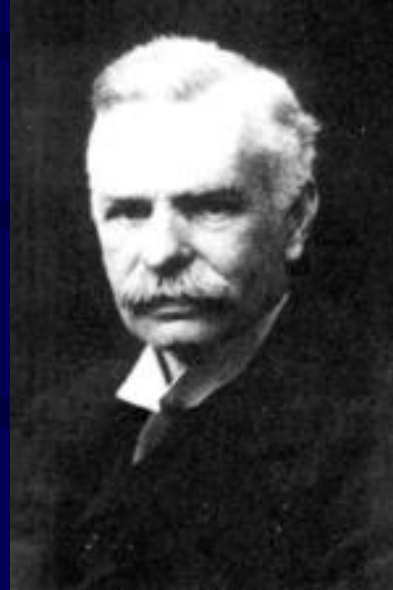
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- 1912’de Gutenberg Yer’in çekirdeği ile ilgili verilerini ortaya koymuştur. Gutenberg, yer çekirdeğinin yüzeyinden yansıyan ve kırılan dalgaların seyahat zamanlarını hesaplamıştır. Kaydedilen depremlerden elde edilen episantırların yerleri ve yer içindeki elastik sabitler hakkındaki bilgilerimiz seyahat zamanı eğrilerine (bu kimi zaman da zaman- uzaklık eğrileri olarak isimlendirilir) dayanmaktadır. İlk zaman-uzaklık eğrileri Oldham (1900, 1906), Milne (1902), Benndorf (1905) ve Zoepritz (1906) tarafından oluşturulmuşlardır.

Beno Gutenberg



John Milne



Richard Dixon Oldham

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Depremlerin Gözlemleri

- Ondokuzuncu yüzyılın sonuna kadar elastisite kuramının gelişiminden oldukça bağımsız olarak, depremin etkileri üzerine oldukça yoğun bir literatür çalışması vardır. Depremler üzerine bilgiler, en az M.Ö. 1800'lere kadar vardır. Ancak, onsekizinci yüzyılın ortalarına kadar olan bu bilgiler çok dağınık ve bilimsel değeri olmayan gözlemlerden ibarettir. Bilimsel olarak incelenen ilk deprem, 1 Kasım 1755'de meydana gelen Lizbon depremidir. İtalya'da Clabria bölgesinde 1783'de oluşan depremler ilk defa bir bilimsel komisyon tarafından incelenmiştir. 1819'da Hindistan'ın Cutch bölgesinde meydana gelen depremde, ilk olarak, faylanma belirtileri gözlenmiştir. 1857'de Naples (İtalya)'da meydana gelen bir deprem ilk defa arazide etraflıca incelenmiştir. Bu gözlemlere fiziksel ilkelerin uygulandığı ilk girişimdir. Arazide dikkatle incelenen önemli depremler arasında özellikle 1891 yılında Japonya'da meydana gelen Mino-Owari depremini, 1906 Büyük San Francisco depremini ve 1923'de Japonya'da meydana gelen Kanto depremini saymak gerekir (Bath, 1979; Alptekin, 1996).

- Depremlerin etkilerinin incelenmesi uzun yıllardır var olan ilgi alanıdır. Konu üzerindeki literatür daha çok mühendislik bakış açısıyla, yani yapılara olan etkileriyle ele alınmıştır. En önemli problemlerden biri, genlik ve hareket üzerinde zeminin etkileriyle ilişkilidir. Mallet, Fougue, Levy, Milne ve diğerlerinin yaptıkları deneyler ve deprem gözlemleri sonucunda, titreşimlerin, yumuşak ve ıslak zeminde kuru zeminde olanından daha büyük ve genliklerin kaya ortamında küçük olduğu görüşünde birleşmişlerdir. Bununla birlikte, zemin tabaka kalınlığının da önemli bir rol oynadığı bulunmuştur.



Robert Mallet

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Depremlerle ilgili ilk raporlarda depremlerin doğadaki asıl etkilerinden daha çok ikincil etkilere, örneğin yapılar üzerindeki, topoğrafya üzerindeki etkilere önem verilmiştir. Fakat, bilimsel açıdan depremlerin etkilerinin incelenmesi hiç o kadar da kolay değildir. Bu çalışmalarda, ikincil etkiler ayrıntılı olarak tanımlanmış ve gözlenmiş fakat faylanma gibi birincil etkiler daha az ilgi çekmiştir. Daha sonra, depremlerin bilimsel incelenmesine ilgi yoğunlaşmıştır. Mühendislik bakış açısıyla, binaların ve diğer yapıların yapısal detaylarıyla ilişkili olarak depremin etkilerini incelemek önemlidir. Bu yöndeki çalışmaların sismolojiye önemli katkıları olmuştur. Örneğin, 1906 San Francisco depremi üzerine yaptığı çalışmaların bir sonucu olarak Reid, depremlerin oluşum mekanizmasını açıklayan Elastik Rebound (Elastik yenilenme) kuramını ortaya koymuştur (Bath, 1979; Alptekin, 1996). Bu kurama göre, eğer bir bölgede, streyn (birim deformasyon) miktarı malzemenin kırılma dayanımını aşacak bir biçimde artıyorsa, bir yüzey boyunca (ki bu bir faydır) yeni bir denge bölgesine doğru bir kırılma oluşur. Bu kimi zaman yeryüzünde gözlenebilmektedir. Fay boyunca hareket kısmi (differantial) dir ve bu işlem sırasında oluşan titreşimler elastik dalgalar olarak yayılırlar ve bunlar “deprem” olarak adlandırılırlar. Depremlerle fayların arasında bir ilişkinin olduğu ve depremlerin aynı faylar boyunca oluştuğu yönündeki görüşler, 1880’lerde Sues tarafından ortaya konmuştur. Daha sonraları, Milne benzer düşünceler ortaya koymuştur. Ancak, her ikisi de bu iki olgu arasında nedensel bir ilişkinin var olduğu yönünde emin olamamışlardır. Hatta 1913’de Milne, “Fay depreme eşilik etmesine karşın onun nedeni değildir” bile demiştir. Bununla birlikte, 1893’de Kato, 1899’da Oldham ve 1904’de Dutton ve Sieberg, fay ile deprem arasındaki temel ilişkiyi doğru olarak ortaya koymuşlardır.

- 1878'de R. Hoernes depremleri,
 - Çöküntü depremleri (yer içindeki boşlukların çökmesi sonucu meydana gelen depremler.
 - Volkanik depremler (volkanik faaliyetler ile ilgili depremler)
 - Tektonik depremler
- şeklinde sınıflandırmıştır:

- Depremlerin makrosismik etkilerini nicel olarak belirlemek için şiddet ölçekleri 1870'lerde ortaya konmuştur. Böylece, 1874 ile 1878 arası İtalya'da, De Rossi tarafından yaygın olarak kullanılan ilk şiddet ölçeği ortaya konmuştur. 1881'de Forel İsviçre'de benzer bir şiddet ölçeği önermiştir. Bundan kısa bir süre sonra iki araştırmacı çabalarını birleştirerek Rossi-Forel şiddet ölçeğini önermişlerdir. Şiddet ölçekleri çok dikkatli kullanılmak zorundadır. Zemin özellikleri, yapı türü, gözlemcinin bakış açısı vb pek çok parametre şiddet belirlemelerini etkileyebilmektedir. Bu etkenler yaklaşık 150 yıldan beri bilinmektedir ve bu zorlukları ortadan kaldırmak için A. Sieberg ve H.O. Wood tarafından çalışmalar yapılmıştır. Bu ölçekler sadece gözlemlere dayalı oldukları için, mutlak ölçekler oluşturulmak için girişimlerde bulunulmuştur. Bu mutlak ölçekler deprem dalgasıyla üretilen ivme gözönüne alınarak yapılan araştırmalara dayanmaktadır. Rossi Forel şiddet ölçeğinin yayınlanmasından çok kısa bir süre sonra, 1888'de Holden bu ölçeğe karşılık gelen derecelerin maksimum ivmelerini kestirmiştir. 1893'de Milen ve Omori ivme üzerine çalışmış fakat problem üzerine daha ayrıntılı bir çalışma 1912'de Galitzin tarafından yayınlanmıştır (Gutenberg, 1941).

Boris Borisovich Galitzine



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Bu ölçeklerden yararlanılarak şiddetin coğrafik dağılımını gösteren izoseist haritaları hazırlanmıştır. Bu haritalar depremin merkezi (epicentre) ve odak derinliği hakkında fikir verebilir. Şiddet en büyük değerden itibaren dışarı doğru süratle azalıyorsa deprem sıg odaklı, bu azalma yavaş oluyorsa deprem derin odaklı demektir. Bu yöntemden yararlanılarak Doğu Akdeniz'deki bazı depremlerin normalden daha derin oldukları 1880'de saptanmıştır (Bath, 1979; Alptekin, 1996).

Yer'in İç Yapısı ile ilgili Sismolojiden Gelen Bilgiler

- Depremlere ait bilgilerimiz Yirminci yüzyılın başına kadar çok dağınık ve yetersizdi. Yer'in iç yapısı hakkındaki bilgilerimiz ise çok azdı. Fakat Yer'in iç yapısı tarihsel çağlardan beri büyük bir merak konusu olmuştur. Yer'in iç yapısı hakkında ilk bilimsel görüşler volkanlardan çıkan magmanın incelenmesi ile ortaya çıkmıştır. Kircher'in 1678 yılında yazdığı “Mundus Subteranus” (Yeraltı Dünyası) Yer'in iç yapısı o zamanki görüşe göre tanımlamıştır. Volkanlardan çıkan magmanın ergimiş halde bulması yer içinin sıcaklığının çok yüksek olduğunu düşündürmüştür. Katı yerkürede gözlenen gel-git ile ilgilenen Lord Kelvin, yerin bütünü ile camdan daha katı olduğunu ileri sürmüştür (Bath, 1979; Alptekin, 1996).

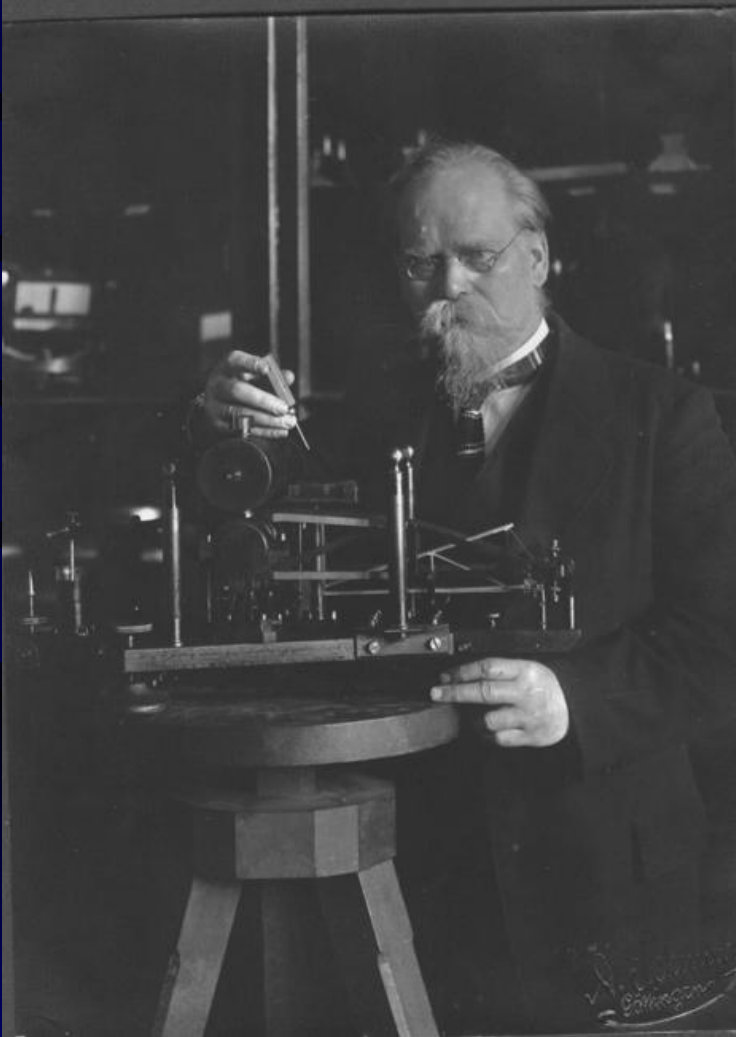
Kircher'in 1678 yılında yazdığı "Mundus Subterraneus" (Yeraltı Dünyaları) isimli kitabında yer içinin o zamanki tasviri



- 1799'da Cavendish, Yer'in ortalama yoğunluğunu hesaplamıştır. Bu yoğunluk yüzeyde bulunan kayaçların yoğunluklarından büyük olduğundan yoğunluğun derinlikle arttığı anlaşılmakta ve Yer'in merkezinde en büyük değerine ulaştığı kabul edilmektedir. 1897'de Alman Jeofizikçi Wiechert kuramsal hesaplamalar sonucu Yer'in içinde bir metalik çekirdek bulunduğunu ve bunun üzerinde yaklaşık 1500 km kalınlığında silikatlardan yapılmış bir manto olduğunu saptamıştır. Yer'in içinde metalik bir çekirdek bulunduğu 1906'da Odham tarafından sismolojik gözlemlerle doğrulanmıştır. Çekirdek sınırının bugünkü derinliği (2900km) 1913'de Guttenberg tarafından saptanmıştır (Bath, 1979; Alptekin, 1996).

- 1897’de E. Wiechert, yoğunlukla ilgili kuramsal incelemelerinden yerin kayadan bir kabuk ve yerin üçte bir çapına sahip bir demir çekirdekten oluştuğu sonucuna ulaşmıştır. Wiechert ve Zoepritz 1906’da, yer içindeki dalgaların hızlarını hesaplamışlar ve yer içine doğru bu hızların arttığını bulmuşlardır

Emil Wiechert



Karl Bernhard Zieppritz



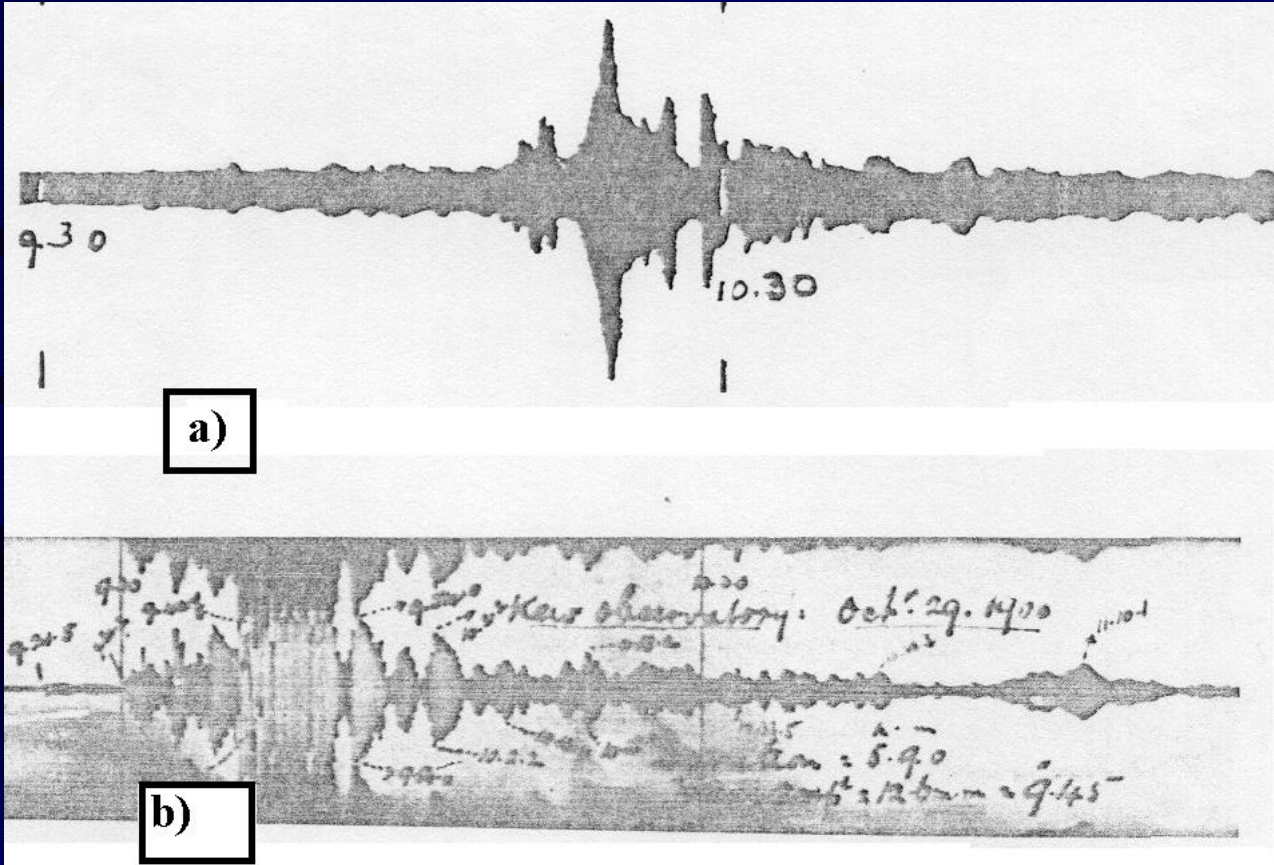
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Sismografların Yerleştirilmesi: Sismoloji Bilim Oluyor

Deprem gözlemlerinin bir şiddet ölçeğinde nicel olarak açıklanmasına karşın, gözlemsel raporlar ile elastisite kuramının matematiksel temellerinin birleştirilmesi çok uzak gözüküyordu. Sismografin bulunuşuna kadar sismolojide gözlemsel ve kuramasal çalışmalar birbirinden ayrı gelişmiştir. Sismografin gelişimi aradaki bağlantıyı sağlamıştır. Bu sismolojinin bilim haline gelmesini sağlamıştır. Sismoloji sadece tanımsal bir karektere sahip olmamış aynı zamanda bir matematiksel-fiziksel bilim haline gelmiştir (Bath, 1979; Alptekin, 1996).

- Bugün nasıl teleskopsuz astronomi düşünülemez ise sismografsız da sismoloji düşünülemez. Teleskoplar 1600 yılından beri varolmasına karşın, ilk sismograflar 1880’de Japonya’da İngiliz bilim adamları Gay, Milne ve Ewing tarafından Japonya depremlerini kaydetmek amacıyla yapılmıştır. Fakat uzak depremlere ait ilk kayıt 1889’da Berlin yakınında Postam’da kaydedilmiştir. Sismolojinin ilk zamanlarına ilişkin böyle bir kayıt örneği izleyen Şekil’de görülmektedir.

29 Ekim 1900 yılında oluşan Caracas Depreminin iki farklı Rasathanedeki (Pamplemoussess ve Kew Rasathaneleri) tarihsel değer taşıyan kaydı (Fiedler, 1988'den alınmıştır).



- Bundan sonraki gelişmeler çok hızlı olmuş ve iki ünlü deprem bilimci sismografların ayrıntılı tanımlamalarını vermiştir. Bunlardan biri olan Wiechert, 1903’de mekanik sismografin, diğeri de Galitzin 1911’de elektromagnetik sismografin kuramını oluşturmuşlardır. Sismograflar kullanılmaya başlanır başlanmaz elastisite kuramı ile doğrudan bağlantı kurulabilmiş, 1890’da Oldham ve Wiechert sismogramlar üzerinde boyuna ve enine dalgalar ile yüzey dalgalarını gözlemişlerdir. Sismoloji ile ilişkili kuramsal problemler, J. Perry ve Ayrton (1879), Poncare, Lippman (1880) ve diğer araştırmacılar tarafından düşünülmüştür. Sismografların kuramı üzerine iki temel makale, 1913’de E. Wichert’in “Theorie der Automatischen Seismographen” (bu makalede sismografin mekanik yönünün ilkeleri anlatılır) makalesi ile 1911’de B. Galitzin’in makaleleri (galvonometrik kayıt üzerine kuramsal yapıyı anlatır) önemli bir yere sahiptir. Aynı yıllarda İtalya’da bazı ilerlemeler olmuş ve Agamennone 1892’de Cancani 1892’de deprem kaydına yönelik büyük sarkaçlar oluşturmuşlardır.

- 1923’de Wood ve Anderson tarafından yeni bir sismograf tanımlanmıştır. Bu konuda önemli bir ilerleme streyn sismometresini icat eden Benioff (1935) tarafından yapılmıştır. Bu sismograf elastik dalgaların geçişi sırasında oluşan deformasyona göre işlevini sürdürmektedir. Uzun periyodlu yüzey dalgalarının incelenmesine yönelik aletlerin ihtiyacı üzerine bu yönde çalışmalar sürdürülmüştür. Bu çalışmalara bir örnek olarak Press-Ewing (1953) sismografi verilebilir. Uzay çalışmalarının başlamasıyla Ay yüzeyine, Ay’daki titreşimleri dünyaya göndermek için sismograf yerleştirilmiştir. Bu Ay’ın iç yapısının ve fizik özelliklerinin anlaşılmasında önemli katkılar sağlamıştır.

- 1923’de Wood ve Anderson tarafından yeni bir sismograf tanımlanmıştır. Bu konuda önemli bir ilerleme streyn sismometresini icat eden Benioff (1935) tarafından yapılmıştır. Bu sismograf elastik dalgaların geçişi sırasında oluşan deformasyona göre işlevini sürdürmektedir. Uzun periyodlu yüzey dalgalarının incelenmesine yönelik aletlerin ihtiyacı üzerine bu yönde çalışmalar sürdürülmüştür. Bu çalışmalara bir örnek olarak Press-Ewing (1953) sismografı verilebilir. Uzay çalışmalarının başlamasıyla Ay yüzeyine, Ay’daki titreşimleri dünyaya göndermek için sismograf yerleştirilmiştir. Bu Ay’ın iç yapısının ve fizik özelliklerinin anlaşılmasında önemli katkılar sağlamıştır.

THE
THEORY OF SOUND

BY

JOHN WILLIAM STRUTT, BARON RAYLEIGH, Sc.D., F.R.S.

HONORARY FELLOW OF TRINITY COLLEGE, CAMBRIDGE

WITH A HISTORICAL INTRODUCTION BY

ROBERT BRUCE LINDSAY

HAZARD PROFESSOR OF PHYSICS IN BROWN UNIVERSITY

IN TWO VOLUMES

VOLUME I

SECOND EDITION REVISED AND ENLARGED

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Hugo Benioff



Scanned at the American
Institute of Physics

Maurice Ewing



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Bir depremin enerjisini bulma yönünde ilk başarılı girişim 1887'de T.C.Mendenhall tarafından yapılmıştır. Mendenhall ilk olarak, belirli genlikte titreşimler üretmek için gerek duyulan enerji miktarını hesaplamak için çalışmıştır. Daha sonraları, 1915'de Galitzin (kayıtlardaki yüzey dalgalarının enerjisinden yararlanarak); 1916 ve 1923'de Navaro-Neuman ve Jefreys tarafından yeni yöntemler enerji hesaplamasında tanımlanmıştır. Bütün bu yöntemler en güçlü şoklarda yaklaşık 1025 erg lik büyüklükte enerjilere işaret etmektedirler.
- 1935 yılında, C. F. Richter, kaydedilen genliklere ve diğer faktörlere bağlı olarak bir depremin büyüklüğünü (magnitüdünü) tanımlamıştır. Hesaplanan bir büyüklük olan magnitüd, depremlerin enerjilerinin bulunmasında kullanılmaktadır.



Charles Francis Richter

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

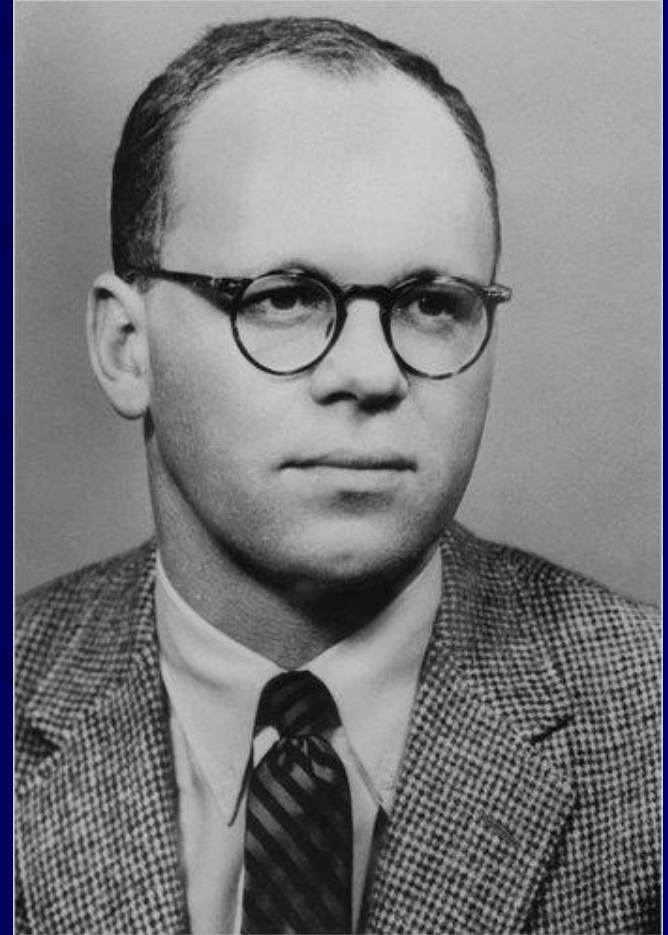
- İkinci dünya savaşından sonra sismolojik araştırmalarda depremler ile nükleer patlatmaların birbirinden ayırd edilmeleri konusu da önem kazanmıştır. Özellikle, ABD bu konuda büyük harcamalar yapmış problemi dünyanın çeşitli ülkelerinde incelemiştir. 1960'dan sonra UNESCO sismolojik problemler ile yakından ilgilenmeye başlamış ve Güneydoğu Asya, Güney Amerika, Akdeniz, Orta Doğu ve Asya ülkelerinde meydana gelen büyük depremleri uluslararası araştırma gruplarına inceletmeye başlamıştır (Bath, 1979; Alptekin, 1996).
- Sismolojinin gelişiminde 1957-58 Uluslararası Jeofizik Yılı ile 1960'lı yıllarda başlatılan Üst Manto Projesi çerçevesindeki araştırmaların payıda büyük olmuştur.

- 1960'lardan sonra, levha tektoniği kuramının gelişmesinde sismolojinin çok önemli katkıları olmuştur. Bu konuda Lamont Yerküre Gözlemevi'nden Sykes ve arkadaşlarının ve Dan MacKenzie ve Robert Parker'in çalışmalarını özellikle anmak gerekir. Bu süreçte sismolojinin pratik bir uygulama alanı olarak ta tanımlanabilen yapay kaynak sismolojisi; yerkabuğunun yapısı üzerine önemli araştırmalardan lokal petrol ve mühendislik sorunlarına değin çok çeşitli uygulama alanları bulmuştur

Lynn Sykes



Jack Oliver



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Dan McKenzie



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Sismolojinin Gelişiminde Tarihsel Olarak Önemli Dönüm Noktaları (Bath, 1979; Alptekin, 1996; Ben-Menahem ve Singh, 2000'den yararlanarak hazırlanmıştır).

1638	Galileo	Çubukların defarmasyonu (Galileo problemi).
1660	Robert Hooke	Hooke yasası.
1760	John Michell	Depremlerin yerin içinden kaynaklandığını ve elastik dalgaların yer içi boyunca yayılımı.
1799	Cavendish	Yerin ortalama yoğunluğunun saptanması.
1821	Louis Navier	Elastisite kuranın diferansiyel denklemlerinin çıkınması.
1822	Cauchy	Elastisitenin temelinin gelişmesi.
1828	Simeon-Denis Poisson	Boyun ve enine elastik dalgaların varlığını kuramsal olarak öngörülmesi, kürenin titreşimi.
1857	Robert Mallet	Depremlerin etkileri üzerine fiziksel ilkelerin uygulanmasına yönelik ilk sistematik girişim. Dünya depremsellik haritası.
1874	De Rossi-Forel	Deprem etkilerini belirlemek için kullanılan ilk şiddet ölçeği.
1878	Hoernes	Depremlerin sınıflandırılması.
1880	Gray, Milne Ewing	Sismografin yapımı.
1885	C. Somigliana	Navier denklemlerinin çözümü.
1887	Lord Rayleigh	Rayleigh tipi yüzey dalgaları.
1888	Schmidt	Yer içinde dalga yayılımı.
1892	John Milne	Japonya'da dünya çapında kullanılan bir sismograf yapılması ve yer hareketlerinin ölçülmesi için global olarak sismoloji rasathanelerinin kurulması.
1897	Emil Wiechert	Demir çekirdek hipotezi.
1987	R.D. Oldham	Sismograflarda üç tür sismik dalganın tanınması.

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

1887	R.D. Oldham	Sismograflarda üç tür sismik dalganın tanınması.
1899	C. G. Knott	Düzlem sınırlarında sismik dalgaların yansıma ve kırılmaları için genel denklemlerin türetilmesi.
1900	Wiechert	Wiechert sismografin yapılışı.
1900	Montessus De Ballore, Milne	Dünya depremsellik haritaları.
1901		Almanya'da Göttingen'de ilk Jeofizik Enstitüsü'nün kurulması.
1903	A.E. Love	Sınırsız bir elastik uzayda, nokta kaynaklar için temel kuramın geliştirilmesi. Uluslararası Sismoloji Birliği'nin kurulması.
1904	Horace Lamb	Tabakalı ortamda sismik dalgaların yayını için kuramsal temellerin ortaya konması.
1906	Oldham	Demir-çekirdek hipotezinin sismolojik olarak doğrulanması.
1906	Galitzin	Elektromagnetik sismografin yapılışı.
1906	Reid	Elastik Rabound Kuramı-tektonik depremlerin açıklanması.
1909	Mohorovicic	Manto ve yer kabuğu arasındaki süreksizliğin (Mohorovicic) saptanması.
1909	K. Zeppritz-L. Geiger	Manto'daki boyuna dalgaların hızlarının hesaplanması
1911	Love	Love dalgalarının saptanması.
1913	Gutenberg	Çekirdek sınırının derinliğinin (2900 km.) saptanması
1922	Turner	Derin depremlerin belirtisi.
1928	Wadati	Derin depremlerin varlığının kanıtlanması.
1935	H. Beniof	Deformasyon (streyin) sismografinin yapılması.
1935	C. Richter	Depremlerin Magnitud (büyüklük) ölçeği.
1936	Lehman	İç çekirdeğin keşfi.
1940	H. Jeffreys-K.E. Bullen	Yerküre için sismik dalgalara yönelik zaman uzaklık tablolarını yayınlanması.
1952	M. Ewing-F. Press	Duyarlı uzun periyot sismografinin geliştirilmesi.

JEOFİZİK VE TARİHSEL GELİŞİMİ;

Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

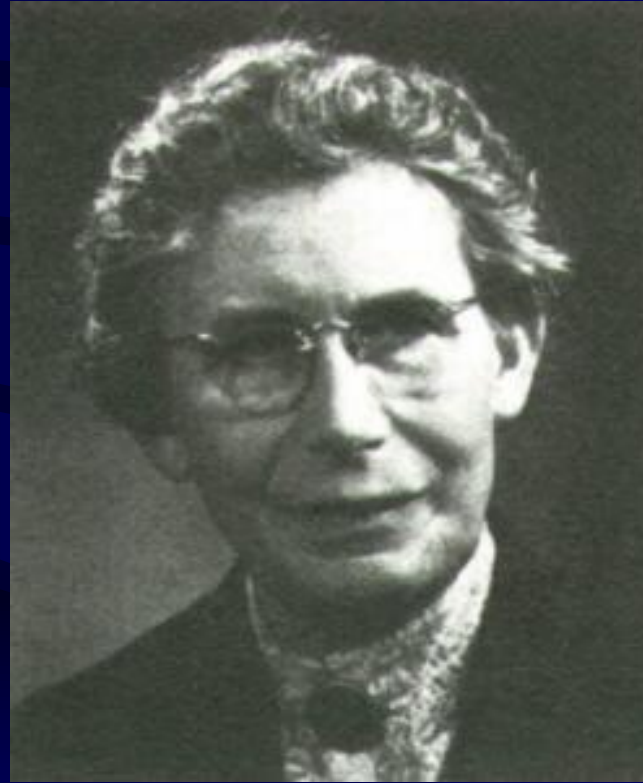
1959	Ari Ben Menahem	Depremlerde açığa çıkan enerjinin neden olan fay. Üzerinde kırılma boyunca yayıldığını ortaya konulması.
1960		22 Mayıs 1960 depreminin kayıtlarının analizinden yerin serbest salınımının varlığının ilk olarak ortaya konması. G.L. Pekeris, G. Bakus ve F. Gilbert tarafından serbest salınımın rotasyonel splitting'inin saptanması.
1967		Levha hareketleriyle ilişkili olarak küresel ölçekteki sismisite ile deprem oluşumu arasındaki ilişkilerin kurulması.
1970		NASA (ABD) tarafından, Ay'a bir sismograf yerleştirilmesi.
1970'ler-Günümüz		Deprem Mekanizmalarının İncelenmesi. Derin Depremeler. Uygulamalı Sismolojinin Gelişimi. Yer'in Tutarına ait Tomografi Çalışmaları.

Newton(1642-1727)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

INGE LEHMAN (1888-1993)



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Beno Gutenberg (1889-1960)



Jeonluk ve Tarnisel Genşim,
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Charles Richter



© Copyright California Institute of Technology. All rights reserved.
Commercial use or modification of this material is prohibited.

Doç. Dr. Ferhat OZÇEP

Jeomağnetizma- Paleomağnetizma'nın Tarihsel Gelişimi

Ders IV

*“Magnus magnes ipse est
globus terrestris”*

Wiliam Gilbert

JEOMAĞNETİZMA'NIN TARİHSEL GELİŞİMİ

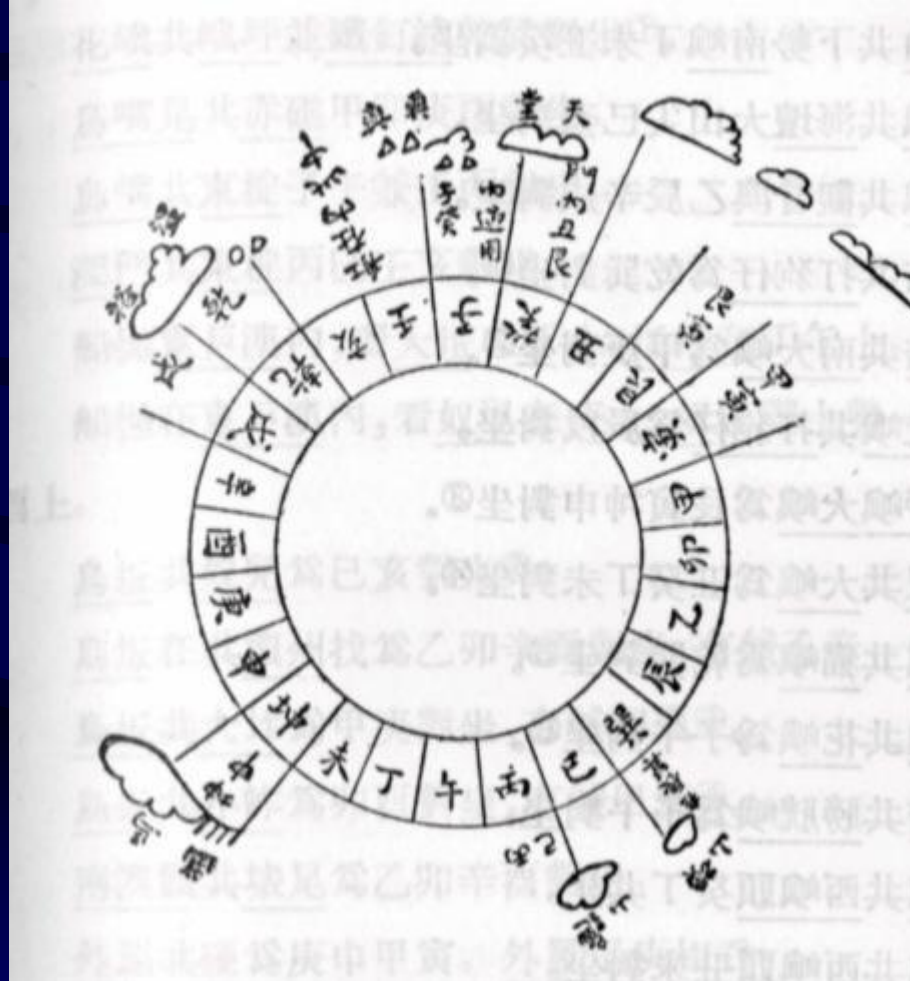
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP



- M.Ö. altıncı yüzyılda eski Yunanlıların mıknatıslanmayı bildikleri kesindir. Felsefenin ve bilimin babası Thales, (M.Ö. 640-546) mıknatıs taşının çekme özelliğini anlatır ve bu özelliği taşta varolan ruha bağlar. Ancak, bu dönemde mıknatısın çekme özelliğinin bilincinde olan Yunanlılar tarafından bu mıknatısın iki kutbunun bulunduğu ve coğrafi kuzeye yönelme özelliği bilinmemekteydi (Özdoğan ve diğ., 1985).

- Jeomağnetizmanın tarihçesi, mıknatıs taşı (lodestone) olarak bilinen kayaçın (ki bu kayaç magnetitçe zengindir) yöne bağlı özelliklerinin keşfi ile yakından ilişkidir. Çekme ve itme gösteren mıknatıslanmış taşlar ilk insanlardan beri biliniyor olmalıdır. Fakat böyle özellikleri direkt olarak/gözlemsel olarak, kayaçlar hemen hemen bütünü ile magnetit'ten oluşmamışsa görmek zor olabilir. Bu tür magnetik özelliklerin demirin keşfine kadar incelenmediği olasıdır. Bir mıknatıslanma oluşturmak için magnetik taşlar veya mıknatıs taşlarının yeteneği/etkisi "büyülü" olarak düşünülmüş ve bu türden çekme ve itme kuvvetleri büyük olasılıkla Demir Çağı'nda keşfedilmiştir. Magnetik itme olgusu Eski Mısır'da kesin olarak bilinmektedir ve itme ile çekme özelliklerinin her ikisi Milet'li Thales (M.Ö. 624-565) tarafından tanımlanmıştır (Hesse, 1961). Eski Yunan kaynakları ayrıca, açık biçimde abartılmış olarak, geçen gemilerin dışından çivileri çekmek için bazı kayaçların etkili olduğuna dair efsanevi öyküleri içerir. Bununla birlikte, özel yönlere çevrilen mıknatıs iğnelerinin bu yeteneği Batı Avrupa'da bilinmemesine karşın bu özellikler Çin'de M.S. Birinci Yüzyıl'da çok iyi bir şekilde biliniyordu (Needham, 1962) ve bu tarihten en az üç yüz yıl önceden beri bilindiği söylenir. Çinlilerin ayrıca, M.S. 720'lerde pusulanın güney nedeni ile yönlenmediğinden haberi vardı (Çinlilerin esas enlemi güneydi).

Çin Denizci Pusulası

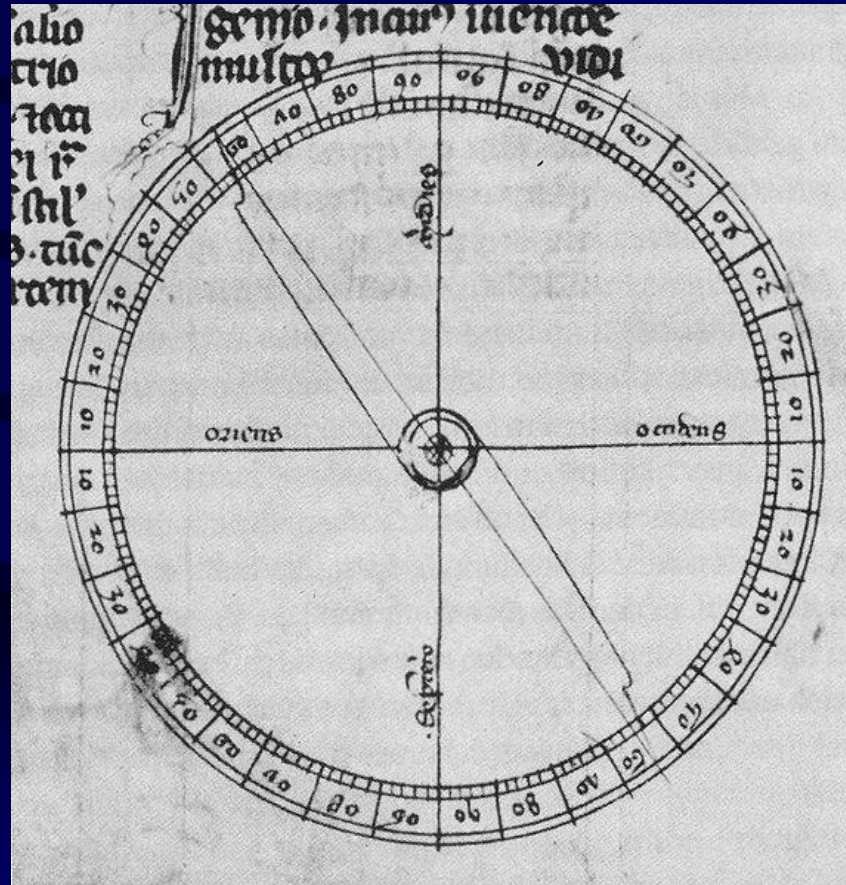


Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Yerküre çevresinde bir mağnetik alanın varlığı, bu alanın oluşum nedeni ve başlangıcı uzun yıllar araştırıcıların uğraş alanı olmuştur. Yermağnetik alanının varlığı pusula adı verilen bir aygıt ile kolayca ortaya konulabilir. Düşey bir iğnenin ucuna oturmuş ve yatay düzlemde iğne çevresinde kolayca dönebilen mıknatıslanmış ibreden oluşan pusula, aynı zamanda tüm mıknatıs cisimlerinin Kuzey (N) ve güney (S) kutuplarının yerlerini bulmak için kullanılmaktadır.
- İlk pusula, İngiltere’de Alexander Neckam adlı bir din adamının doğa bilimleri üzerine 1167 yılında yaptığı iki yayından anlaşılacağı üzerine, denizcilerce 11. yüzyılda kullanılmaya başlanmış, Arap ve İran gemicilerine yollarını bulmakta yardımcı olmuştur. O dönemde pusula ince bir iplikle yatay kalacak bir biçimde asılmış veya kamış gibi suda yüzebilen cisimlere bağlı küçük mıknatıs taşından oluşmuştur. Avrupalı gemiciler pusulayı 12. yüzyıldan itibaren kullanmaya başlamışlardı. 14. yüzyılda ise pusula artık tüm gemilerde bulunuyordu.

- Avrupa'da pusulalara ilişkin ilk kayda değer çalışma, Neckham (1187) tarafından yapılmıştır. Büyük olasılıkla yaşamsal önemi olan navigasyon aletleri 12. Yüzyıl dolaylarında müslüman tüccarlar/bilim adamları yolu ile Avrupa'ya ulaşmıştır. Avrupa'nın Karanlık Çağları sırasında, pusulanın Kutup Yıldızı'na doğru yönlendiği (yani evren'in eksenini boyunca) düşüncesi vardı, fakat Karanlık Çağlar ayrıca deneysel bilimin ilk ipuçlarını da -ana gelişme 17. Yüzyıla kadar geçikse bile- sergilemiştir. Özellikle, Roger Bacon (1267) çalışması ile deneysel bilimin ilkelerini kurmuştur. Fransız askeri mühendis olan Petrus Peregrinus (Pierre de Maricourt), eserinde mıknatıslarla deneyler yapmış ve kuvvet çizgileri kavramını oraya atmıştır ve ayrıca, aynı kutupların ittiğini, zıt kutupların çektiğini göstermiştir (Chapman, 1967; Smith, 1970). Peregrinus'un Epistola'sı gerçekte " Batı Hristiyan Dünyası"nın ilk orijinal bilimsel çalışması olarak tanımlanmaktadır (Bernal, 1965).
- Yerküre'nin dev bir mıknatıs olduğunu ve onun da bir mıknatıs gibi kuzey güney olarak iki kutbunun bulunduğunu insanlar daha sonraki yıllarda öğrendiler. Örneğin C. Colombus, 1492'de Atlantik okyanusunda doğu Hindistan'a varmak için batıya doğru açıldığı ve Amerika'nın keşfi ile sonuçlanan ünlü deniz yolculuğu döneminde mıknatısın sürekli olarak kuzey coğrafi kutbu göstereceği inancında idi. Atlantik'te yolculuğu ilerledikçe ibrenin coğrafi kuzeyden git gide ayrılışının izlenmesi denizlere kaybolma korkusu ile gemilerde bulunanların kaptanlarına karşı ayaklandıkları ve bu ayaklanmanın Columbus tarafından güçlükle fakat büyük bir ustalıkla önlendiği ilginçtir (Anlatıldığına göre Columbus, "gemicilere fazlasıyla soğan ve sarmısak yedikleri pusulanın ise fena kokulardan hoşlanmadığını anlatarak onun düzensiz çalıştığını söylerler).

Peter Peregrinus (1269)'un *Epistola de magnete*



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

THE LETTER OF
P E T R U S
PEREGRINUS
ON THE MAGNET, A.D. 1269

TRANSLATED BY

BROTHER ARNOLD, M.Sc.
PRINCIPAL OF LA SALLE INSTITUTE, TROY

WITH

INTRODUCTORY NOTICE

BY

BROTHER POTAMIAN, D.Sc.
PROFESSOR OF PHYSICS IN MANHATTAN
COLLEGE, NEW YORK

NEW YORK
McGRAW PUBLISHING COMPANY
MCMIV

v

- Sapma açısının Avrupalılar tarafından keşfi belirsizdir. Flemenk kartograf Gerhard Mercator ve Portekizli kaşif Joao de Castro, manyetik yön ve gerçek kuzey arasındaki farklılığı 16. Yüzyılın ortalarında eserlerinde belirtmişler (Hellman, 1896) Benzer olarak, eğim açısının keşfi de belirsizlik taşımaktadır. Hartman (1544) tarafından kaydedilmiş ve ondan bağımsız olarak 1576'da Norman (1581) tarafından keşfedilmiştir. "Bilimsel Devrimin" felsefesi Francis Bacon (1605) tarafından oluşturulmuştur. William Gilbert (1600), genellikle, deneysel bilimin kurucusu olarak tanınır, bununla birlikte, onun çalışmalarının yerleştiği DE MAGNET isimli eser, büyük olasılıkla Peregrinus tarafından yapılan ilk gözlemlere dayanır. Fakat eser, Küre üzerinde sapma ve eğim açısı değerlerinin her ikisini içerecek biçimde genişletilmiştir. Gilbert böyle küreleri "terrelas" olarak adlandırmış ve yerkürenin manyetik alanının bu düzgün olarak mıknatıslanmış kürelerle ilişkilendirmiştir ("Magnus magnes ipse est globus terrestris", Yerküre'nin kendisi büyük bir mıknatıstır). Bir süre sonra, 1839'da Gellibrand (Hellman, 1896), manyetik kuzey yönündeki uzun süreli (seküler) değişimlerin gerçek olduğunu vurgulamıştır. Yermagnetik alanın şiddetindeki enlem değişimleri Von Humboldt (1858) tarafından güney Afrika'da 1779'dan 1803'e değin yaptığı seferlerde elde ettiği ölçülerde yoktu.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
BERKELEY, CALIFORNIA

WILLIAM GILBERT
OF COLCHESTER,

PHYSICIAN OF LONDON,

ON THE

LOADSTONE AND MAGNETIC BODIES,

AND ON

THE GREAT MAGNET THE EARTH.

A NEW PHYSIOLOGY.

DEMONSTRATED WITH MANY ARGUMENTS AND EXPERIMENTS.

"Electrica, quae attrahunt eandem ratione ut electricum."

A TRANSLATION BY

P. FLEURY MOTTELAY,

AUTHOR OF "THE CHRONOLOGICAL HISTORY OF ELECTRICITY, MAGNETISM, ETC."

NEW YORK:
JOHN WILEY & SONS,
53 EAST TENTH STREET.
1893.

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

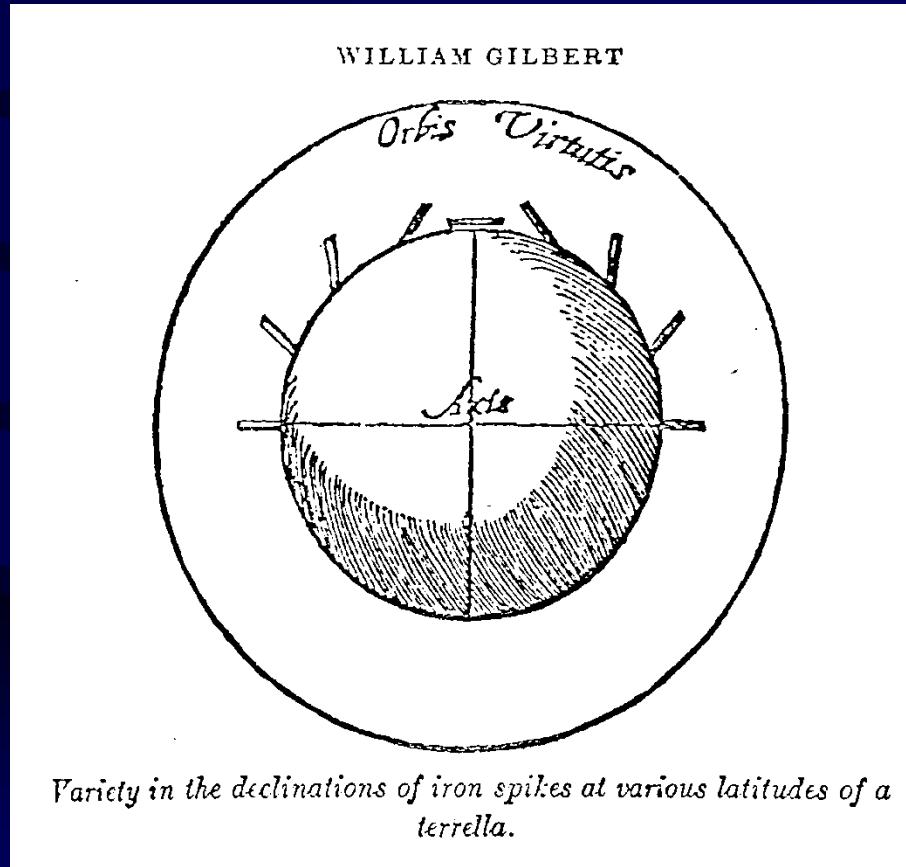
- Eğim açısı (I) ile ilgili ilk yazılı kayıt, 1544 yılındadır. Bu tarihte yazılmış bir mektupta Nürnberg’li bir alet ustası olan Hatman’ın yaptığı bir aygıt anlatılmaktadır. Aygıt ağırlık merkezinden geçen yatay bir eksene bağlı demir bir çubuktan oluşmaktadır. Çubuk mıknatıslanmadan önce her yönde denge halinde kalabilmekte iken, boyunca mıknatıslandığı zaman dengesi bozulmakta ve yatayla belirli bir açı oluşturarak denge halini almakta idi. Bu açıklamanın yapıldığı mektup ancak 1831 yılında Koninsberg arşivlerinde ele geçebilmiş olduğundan uzun yıllar olay saklı kalmıştır. Bu arada İngiliz araştırmacı olan Norman, Hartman’dan bağımsız olarak 1576 yılında eğim açısını bir kez daha bulmuş ve ölçme yolunu göstermiştir.
- 17. yüzyıl dolaylarında bir çok sapma açısı ve bir kaç eğim açısı gözlemi keşif gezilerinin çoğunda yapılmıştır. Bunlar 1701’de Halley tarafından güney ve kuzey Atlantik için sapma açısı haritasının oluşturulmasında kullanılmış (Chapman ve Barthels, 1940) ve bunu eğim açısı haritasının oluşturulması izlemiştir (Wilcke, 1777).

Jeomağnetizmanın Doğuşu

- Mağnetik sapma ve eğim açılarının doğru olarak ölçülmeleri Jeomağnetizma bilim dalının doğuşunda önemli gelişmelerdir ve dalın doğuşunu bir hekim olan William Gilbert (1540-1603) sağlamıştır. Gilbert, Maricourt'un deneylerini ele almış, sağlanan sonuçları önemle incelemiş, kendi yaratıcı gücünü de katarak dört ciltlik Latince yazılmış olan “De Magnet” adlı eserini meydana getirmiştir. De Magnet bilim tarihinin önemli yapıtları arasındadır ve bu yapıtı övenler arasında büyük Galile de bulunmaktadır. Yapıtta mağnetizmanın bugün bilinen önemli bir çok konuları kuramsal ve deneysel yönleri ile sunulmuştur. Gilbert bu önemli yapıtında Yerküre'nin dev bir mıknatıs olduğunu kutupların yerlerini, mağnetik meridyeni, meridyen boyunca kürenin mağnetik alanının dağılımını açıklamış ve aynı zamanda cisimlerin mıknatıslanma yolları ve özellikleri günümüzde benzer yapıtlarda görülen ölçülerde anlatmıştır. Londra'daki yermağnetik alanının sistemli gözlenmesi de Gilbert dönemine rastlamaktadır.

Gilbert'in DE MAGNET isimli eserinde yer alan çeşitli enlemlerdeki demir parçacıklarının mağnetik sapmalarını gösterir tasvir (Chapman and

Barthels, 1943'den).



Yermağnetik alanının Yerküre üzerinde Ölçümleri

- İlk dönemlerde yermağnetik alanı bilimsel çalışmalardan çok, yarar sağlama amacına yönelik olarak ölçülmekteydi. Örneğin, denizciler denizlerde yollarını izleyebilmek ya da limanlara sığınabilmek için sapma açısını bilme gereğini duyarlarken, topoğraf ve maden arayıcıları da mağnetik alanın değişik değerleri ile ilgilenmekteydiler.
- Bugün, bilinenlere göre, insan yararına dönük olarak ilk önemli sapma açısı ölçümlerini Portekizli denizci Castro yapmıştır. Araştırma, 1538-1541 yılları arasında Kızıldeniz ve Hint okyanusunun batı kısmında yapılmıştır.

- Okyanuslara ait ilk mağnetik harita İngiliz astronomu Halley tarafından yapılmıştır. Şekil 15’da bu harita verilmiştir. Aynı zamanda matematik ve jeofizikçi olan araştırmacı, önce yermağnetik alanı ile kuramsal olarak ilgilenmiş ve araştırma sonuçlarını 1683 ve 1692 yıllarında yayınlamıştır. Bu çalışmalarında Halley, D sapma açısının dağılımını ve seküler değişimini incelemiş ise de vardığı sonuçları yetersiz görerek ölçülere yönelmiştir. 1698-1700 yılları arasında kuzeyden güneye Atlantik okyanusunu dolaşmış ve 1701 yılında bu deniz için D sapma açısı haritasını düzenlemiştir. Sonraki yıllarda diğer denizlerde de gözlemini sürdürmüş ve D mağnetik bileşen haritasını Hind ve Çin denizlerine kadar genişletmiştir. Halley’in haritaları uzun yıllar insanlara yarar sağlamıştır.

Edmond Halley ve Yaptığı İlk Jeomagnetik Harita



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Mağnetik alan şiddeti, standart birimler cinsinden ancak 1832 yılından sonra Gauss'un çalışmaları ile sağlanabilmiştir. Bağlı değer olarak alan şiddeti daha önceleri Humboldt tarafından 1799-1803 yılları arasında güney Amerika yolculuğunda yapılmıştır.
- Okyanuslardaki mağnetik alan değerleri hakkındaki bilgilerimiz, içinde bulunduğumuz yüzyılın başında ilerleme göstermiştir. Bunu Amerikan Carnegie Entitüsü'nün çalışmalarına borçluyuz. Bu kuruluşun yönetimi altında , özel olarak ve tamamen anti mağnetik maddeden yapılmış olan iki araştırma gemisi değişik dönemlerde okyanuslara açılarak bir çok ölçüleri gerçekleştirmiştir. Bu gemilerden Galile, 1905-1909 yılları arasında okyanuslarda yaklaşık olarak 64.000 millik ve ikincisi Carnegie ise 800 N ve 600 S enlemleri arasında ve 1909-1929 yılları süresince 298.000 millik yolculuk sonunda Türk limanlarında dahil olmak üzere dünyanın bir çok yerinde ölçüler yapmıştır.

- Yermagnetik alanı kaynağının yerinin tartışılması için ilk küresel harmonik analiz, 1839 yılında Gauss tarafından yapılmıştır. Gauss analiz sonucu yermagnetik alan kaynağının yerin içinde olduğunu matematik yoldan bulmuştur ki Gilbert yıllar önce ispatsız olarak aynı sonucu iddia etmiştir. Gauss'dan sonra yapılan benzer analizler yermagnetik alanının magnetik momentinin son yüzyıl içerisinde %5 oranında yavaş bir azalma gösterdiği ortaya konmuştur. Ayrıca, küresel harmonik analiz yolu ile alanın dış kaynaklı bir bileşenin de olduğu anlaşılmıştır. Bugün magnetik alanın arzın dışındaki dağılımını da saptamak ve yukarı atmosferin iletken ortamı olan iyonosfer ile onun ötesinde varolan elektrik akımlarının nasıl değiştiklerini araştırmak olanaklıdır. Vangard serisinden başlayarak uzaya fırlatılan uydularla yapılan kayıtlar yermagnetik alanının değerini bir çok yer yarıçapı uzaklıklara kadar saptama olanağı vermiştir.

Yer içi Mağnetizması

- Jeomağnetik Rasathanelerinde biriken veri, ilk olarak Gauss (1833, 1839) tarafından jeomağnetik alanı tanımlamak için yaptığı küresel harmonik analizden yararlanmasında kullanılmıştır. Böylece, onun dipol karakterinin iç kökeni matematik olarak kurulmuş oldu. Daha sonraki jeomağnetik çalışmalar artarak paleomağnetik ve arkeomağnetik çalışmalarla gelişti ancak 20. Yüzyılda yapılan çalışmalar geniş bir biçimde; yermağnetik alanının kutbunun ters dönme yeteneğini de açıklayacak biçimde kendi kendini besleyen dinamonun fiziksel gerçeğini destekleyen laboratuvar deneyleri ile oluşan magnetohidrodinamik denklemler kullanılarak jeomağnetik alanın modellenmesi için matematiksel çalışmalar ağırlık kazandı (Larmor, 1919; Cowling 1934; Bullard, 1949a,b; 1955; Alfven, 1950; Elsasser, 1955; Rikitake, 1958; Lowes ve Wilkinson, 1963).

Carl Friedrich Gauss



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

THE HALLEY LECTURE, 1913

The Earth's Magnetism

By

L. A. BAUER, M.A., Ph.D., D.Sc.,

Director, Department of Terrestrial Magnetism,
Carnegie Institution of Washington

Delivered in the Schools of the University of Oxford,
May 22nd, 1913

Reprinted from BEDROCK, October, 1913

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

STUDIES IN TERRESTRIAL MAGNETISM

BY
C. CHREE, M.A., F.R.S.

Sc.D. (Camb.), LL.D. (Aberdeen)

Superintendent of Kew Observatory

Late Fellow of King's College, Cambridge

Ex-President Physical Society of London

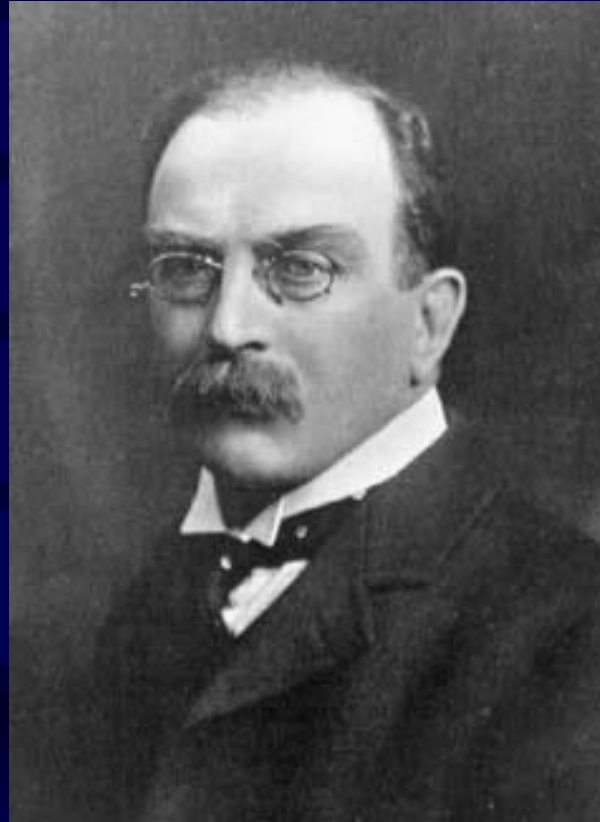
123990
419/12

MACMILLAN AND CO., LIMITED
ST. MARTIN'S STREET, LONDON

1912

Digitized by Microsoft®

Joseph Larmor



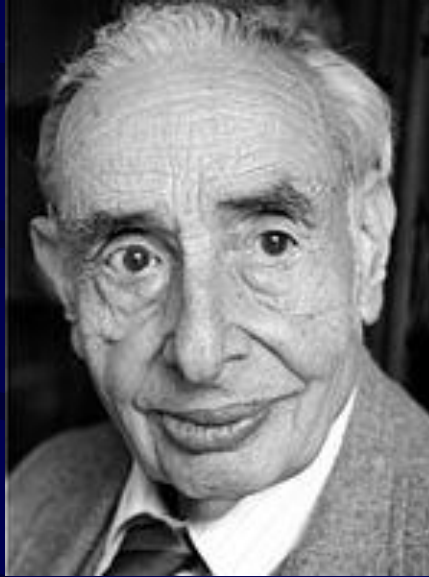
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Edward Crisp
Bullard

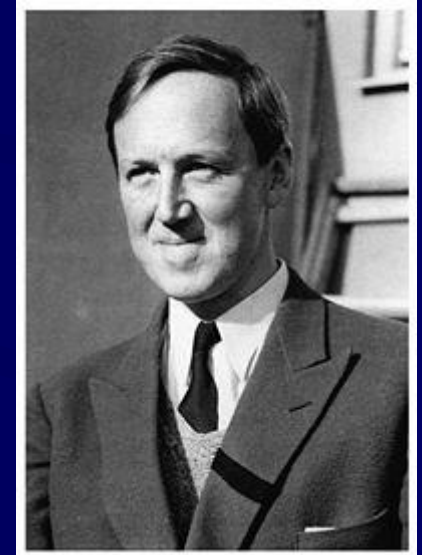


Scanned at the American
Institute of Physics

Walter M.
Elsasser



Hannes Alfvén



Sydney Chapman



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

|Jeomagnétizma Kronolojisi

I. İlk Bilgiler

- A. Muknatıs Taşı (Lodestone – Magnetite)- 'çekim özellikleri' .
- B. Grekler (~800 MÖ) ve Çinlilerce (~300 MÖ) muknatısm bilirmesi.
- C. Anadolu'da Magnesia (Bugünkü Manisa) kasabası yakınlarında büyük miktarlarda bu taşın görülmüştür.
- D. Çinliler - (~300-200 MÖ) – İlk basit pusula, MS 1000 önce ilk iğneli pusula. Nasıl çalıştığı anlaşılmadan navigasyon amaçlı kullanılmıştır (Çinli ansiklopedist Shou-Kua (MÖ 1030-93) muknatısm güneye yönlendiğini tanımlamıştır).
- E. Avrupalılar, pusuların yönlenmek için Kutup Yıldızını izlediğini düşündüler.
- F. Fakat o Yer'in temel bir fiziksel özelliği idi ve fiziğin gelişmesinde önemli bir ivme sağlamıştır.

II. Öncü Çalışmalar

- A. Alexander Neckam (1187) – Mağnetik pusula tanımlamıştır.
- B. Maricourt (1269) – muknatıstaşı küresi - "kutuplar" haritalanmıştır.
- C. Kutup yıldızından sapmalar - "Sapma açısı(denklinasyon) " Çinliler tarafından (MS 500) yılında, British Navy tarafından ise (1400'lerde) bilinmiştir.
- D. Yaklaşık 1492 yılında Alman yol haritalarında sapma açısına işaret eden pusula şekli görülmüştür.
- E. 1538-1541 yılları arasında João de Castro Doğu Hindistan'a yaptığı seyahatinde elliüç yerde sapma açısını belirlemiştir.
- F. Mercator (1500'lerin sonu) haritalarda hataya neden olan sapmayı tanımlamıştır (Coğrafi kuzeyle mağnetik kuzeyin aynı olduğu varsayılmıştır).
- G. George Hartmann (1544) – Muknatıslanmış iğne – yatay olmayan sapma – "İnklinasyonun" keşfi" ni içeren bir mektubu.
- H. Robert Norman'ın "The New Attractive" adlı eserinin yayımlanması.

III. Modern Fizik Keşifleri

- A. Coulomb (1785) – Ters kare yasası olarak bilinen manyetik kuvvet (çekme ve itme) yasasına işaret eden gösteren deneyler yaptı
- B. Oersted (1820) – Elektrik akımı ve manyetizma arasındaki ilişkiyi ortaya koydu.
- C. Biot, Savart, Ampere – Akımın hareket etmelerinden dolayı oluşan kuvvetleri inceledi
- D. Faraday (1831) – İndüksiyonu ortaya koydu.
- E. Gauss, ve Weber – Nicel yer manyetik alanı inceledi - yerin manyetik alanı büyük ölçüde derinlerdeki bir dipolden kaynaklanmaktadır.
- F. Maxwell – Denklemlerini ortaya koydu

IV. Modern Jeofiziksel Dönem (1850'lere Kadar)

- A) Halley (1698-1701)– Atlantik okyanusuna seyahati ve Atlantik okyanusu için denklasyonun ilk bilimsel haritasını yaptı
- B) William Whiston'un (1721) eğim açısı haritaları
- C) George Graham (1722)- Yermanyetik alanın seküler olmayan değişimleri keşfi
- D) 15 Nisan 1741- Upsala (İsveç) de Celsius ve İngiltere 'de Graham tarafından eşzamanlı manyetik gözlemlerin başlaması ve manyetik alanla aurora arasındaki ilişkinin keşfi
- E) 1749- Güneşe bağlı değişimlerin yazın kış mevsiminden daha büyük olduğunu Canton tarafından keşfi
- F) 1770- Wilcke, aurora ışınlannın manyetik eğim açısına paralel olduğunu gözlemiştir.
- G) 1782- Cassini sapma açısının günlük değişiminin hava sıcaklığının günlük değişiminden bağımsız olduğunu bulmuştur.
- H) 1799-1804 A. von Humboldt 'un Amerika Seferi
- I) 1819- Hansteen'in "Untersuchen über den Magnetismus der Erde" isimli eserinin yayınlanması
- J) 1820-1835 Arago'nun Paris'te manyetik sapma açısı gözlemleri
- K) 1837- Weber tarafından yer indüktörü (earth inductor)unun yapılması
- L) 1838- Gauss'un "Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus" adlı eserinin yayınlanması
- M) 1836-1841 Göttingen Manyetik Birliği (the Göttingen Magnetic Union)'un kurulması
- N) 1839- İngiliz Koloni Rasathanelerinin kurulması
- O) 1846- Charles Brooke'un manyetik değişimleri kaydeden fotoğrafik aleti yapması
- P) 1850- Kreil'in Prag'da sapma açısının aya bağlı değişimini bulması
- Q) 1851- Schwabe güneş lekeleri dönemini keşfetmiştir
- R) 1852- Sabine, 1841-48 yılları arasında Toronto'da sapma açısının dağılımını inceleyerek güneş lekelerinin dönemlerinin bunun üzerindeki etkilerini bulmuştur.

PALEOMAĞNETİZMA: TANIMLAMALAR VE TARİHSEL GELİŞİM

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

“Magnetism is the only geophysical property of the Earth that can be satisfactorily measured and evaluated throughout time ”

D.H. Tarling

- Mağnetik mineral içeren kayalar oluşumları sırasında mıknatıslanma kazanırlar, bu, kayanın yaşına bakılmaksızın mağnetik özelliklerinin incelenmesi kayanın oluşum anındaki orijinal bileşenin incelemesi olanaklıdır. Bu oluşum sırasında kazanılan (orijinal) kalıntı mıknatıslanmasının ölçülmesi, eski ve mağnetik alanın karakterinin (doğasının) belirlenmesinde kullanılabilir ve bu jeolojik zaman boyunca yerküre'nin fiziksel bir özelliğinin ayrıntılı olarak belirlenmesine olanak tanıyan yegane jeofizik gözlemdir. Yermağnetik alanı Yer'in çekirdeğinden kaynaklandığı için, bu çalışmalar hem alanın kendisinin hem de yer içinin kökeni ve evrimi için kritik öneme sahiptir. Bu tür jeomağnetik çalışmalar ayrıca kayaların tarihlenmesine ve onların geçmiş mekansal ilişkilerinin belirlenmesine olanak tanıyan geniş bir jeolojik ve jeofizik uygulama alanına sahiptir (Tarling, 1983).

- Bir çok jeofizik ve fiziksel coğrafya araştırmaların öncüsü olan Von Humboldt; mıknatıslanma etkisini yıldırım etkisi ile ilişkilendirmiştir (Humboldt, 1797). Volkanik kayaçların mağnetik özelliklerinin ilk ayrıntılı incelenmesi, onların soğuma anında mıknatıslanma kazandıkları sonucunu elde eden Dellesse (1849) ve Meloni (1853) den gelmiştir. Bu ilk çalışmalar Folgerheiter (1894, 1895, 1899) tarafından genişletilmiş ve volkanik kayaçların sadece soğuma anında mıknatıslanma kazanmadıkları aynı zamanda daha genç volkanikler için elde edilen mıknatıslanma yönünün jeomağnetik alana paralel ve bazı daha yaşlı volkanikler için zıt yönde mıknatıslandığı yönünde sonucuna ulaşmıştır. Folgeheiter, ayrıca, rastgele davranan 2000 yıldır gömülü bulunan vazolardaki kalıntı mıknatıslanmayı göstererek Mercaton (1918)'un yaptığı gibi ısıtılmış çanak-çömlekleri de incelemiş ve her bir vazonun bu zaman periyodu için kendi birincil mıknatıslanmasının yönünü saklamakta olduğunu söylemiştir. Boyle (1691), mıknatıs taşlarının sadece sedimanter demir taşları için ayırt edici bir özelliğe sahip olmadığını aynı zamanda yermağnetik alanında soğuyan bu tuğlaların mıknatıslandıklarını göstermiştir. Tuğlalar, ayrıca, Gheradi (1862) ve David (1904) tarafından incelenmiştir.



Motonori Matuyama

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Japonya'da, Nakamura ve Kikuchi (1912) volkanik kayaçların soğuduğunda içinde bulundukları alana paralel bir mıknatıslanma kazandığını göstermiştir. Chevallier (1925) 2000 yıllık seküler değişimlerin kaydının oluşturulmasına yönelik olarak Etna'dan elde edilen lavlar üzerindeki çalışmalardan sağladığı ayrıntılı sonuçları yayınlamıştır. Benzer seküler değişim incelemeleri sonra Japonya'da Kato ve Nagata (1949) tarafından da yapılmıştır. Avrupa'da Mercaton (1926, 1931) Kuzey Atlantik bölgesindeki mevkiilerden (Greenland, İzlanda, Skotland vb) elde ettiği kayaçları ve Avustralya'dan elde ettiği normal ve ters kutuplaşmayı incelemiştir. Ayrıca, bulduğu yermağnetik alanın ortalama doğrultusunun, eksenel jeosentrik dipol ile uyumlu olduğunu göstermiştir. Mercaton böyle gözlemlerin kutupların dolaşımı (polar wandering) ve kıtaların kayması kuramının kanıtlanmasına yönelik olarak kullanılabileceğini önermiştir. 1938'de gelinen nokta, Koenigsberg'in kaya mağnetizması çalışmalarının sonraki paleomağnetik çalışmalarda çok etkili olduğu yönündedir. Ancak, Thellier (1936, 1937a,b, 1938a,b) in çalışmaları, ısınmış arkeolojik materyalleri kullanarak ısısal kalıntı mıknatıslanma kazanmanın fiziksel olarak anlaşılması için bir temel olduğu kadar arkeolojik çalışmaların kurulmasında da bir temel olmuştur. Bunun için fiziksel temel, Neel (1948, 1952a,b) tarafından oluşturulmuş ve geniş olarak Nagata (1953, 1961) ve Stacey (1963) tarafından geniş kitlelere yayılmıştır. Daha sonraki gelişme, fiziksel temelin kurulması sonrası elde edilen verinin analizinde Fisher (1953) tarafından verilen istatistik modelin kurulması ile izlenir.

- Jeolojik örneklerin yönlü özelliklerini incelemek için klasik işlemler, 1950'lere kadar gelişmemiştir (Irwing ve diğ., 1961). Alternatif alan ile temizleme (A.C. demagnetization) işlemlerinde anhisterik mıknatıslanmaların önemini de belirten Thelie ve Rimbart (1954) tarafından ele alınmıştır.
- Paleomağnetizma ve arkeomağnetizmanın başlangıcında, sedimenter kayalar gibi çok zayıf olarak mıknatıslanmış materyallerin kalıntı mıknatıslanmasını belirlemek için varolan aletler çok duyarlı olduğu için, volkanik materyallerin incelenmesi egemen olmuştur. Bununla birlikte, Spiner magnetometrelerindeki gelişimin yanısıra gyrogonic magnetometrelerin de devreye girmesiyle, günümüzde galsiyer sedimenter ve varve'lar gibi zayıf olarak mıknatıslanmış kayalardaki kalıntı mıknatıslanmanın yönü ve şiddetinin değerlendirilmesi olanaklı olmuştur (McNish ve Johnson, 1958; Johnson ve diğ., 1948; Rusnak, 1957; Granar, 1958). Gözlemler, yermağnetik alanının seküler değişiminin kayıtlarının saklanmış olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, mıknatıslanma bazen umulandan daha düşüktür. Sedimenter kayalarda kalıntı mıknatıslanma kazanma üzerine çalışmalar, konsolide olmayan değişik kaya türleri için oluşturulmuştur. Örneğin, Nagata (1953) depolanma deneylerinde ezilmiş bazaltlar kullanmıştır fakat magnetik doku kadar eğim ve yataklanma hataları üzerine çalışmanın çok geniş bölümüne varved killer kullanılarak başlanmıştır (Griffits, 1953, 1954, 1955; King, 1955). Permo-Triyas kırmızı kumtaşlarının ilk incelemeleri, İngiltere'de yapılmış ve Amerika'ya doğru incelemeler genişletilmiştir (Örneğin, Creer ve diğ. 1958). İngiltere ve Kuzey Amerika'dan elde edilen Permo-Triyas yaşlı kayaların paleomağnetik yönlerinin karşılaştırılması, bu kıtaların daha önceki birliği için ilk net jeofizik kanıtı sağlamıştır (Runcorn, 1956a, b; Collison ve Runcorn, 1960). Bu bulguları izleyerek paleomağnetik araştırma güney Afrika gibi çoğu diğer kıtalara genişletilmiştir. Rusya'da kayaların mıknatıslanma katsayısı (süseptibilitesi) ve magnetik ölçümlerdeki kaya magnetizmasına yönelik ilk çalışmaları, paleomağnetik çalışmalara öncü olmamış sadece kaya magnetizması düzeyinde kalmıştır (Örneğin, Grabousky, 1952; Khramov ve Sholpo, 1967).

Stanley Keith Runcorn



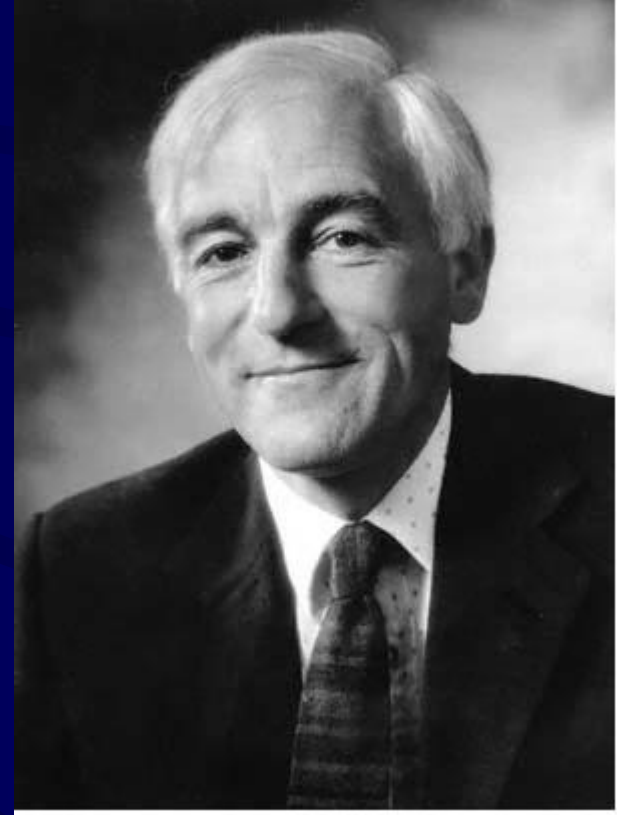
Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Paleomağnetik çalışmaların başlangıç nedeni çoğu zaman temelde jeomağnetik amaçlı çalışmalar olmuştur, çünkü 1950'lerdeki ilk deneylere, levha tektoniği kavramının varolmadığı bir zamanda girilmiştir. Böyle jeomağnetik çalışmaların bir bölümü olarak, Hosper (1951) İzlanda lavlarının mağnetostratigrafisini belirlemeye başlamıştır.
- Okyanusal mağnetik anomaliler, onların okyanus tabanının tarihlenmesinin kullanımından çok önceleri bilinmekteydi. Fakat böyle anomalilerin çok duyarlı navigasyon yöntemleri varolana kadar önemi kavranamamıştır (Mason;1958; Menard ve Vaquier, 1958; Menard, 1959). Vine ve Matthews (1963) kuzeybatı Hint okyanusunu incelemiş ve mağnetik anomalilerin, mıknatıslanma katsayısı farkından daha çok mağmatik okyanus tabanının normal ve ters olarak mıknatıslanmalar nedeniyle daha kolay yorumlanacağını iddia etmiştir. Bu verilerin ayrıca Hess'in (1960,1962) düşüncesiyle (ki Hess yeni okyanusal kabuğun sürekli olarak okyanus sırtlarında üretilmekte olduğunu ve o zaman bu yeni kabuğun sırtlardan uzaklaşacak biçimde yayıldığını düşünüyordu) uyumlu olduğunu göstermiştir.

- Paleomağnetik çalışmalar ile günümüzde, yerkabuğunun kinematik ve dinamik özelliklerini ve evrimini açıklayan “Levha Tektoniği” kuramı sıkı bir ilişki içindedir (Mc Elinny, 1973; Cox, 1973). Paleomağnetizmanın gelişiminin başlangıç yıllarında amaç daha ziyade yermağnetik alanının yakın ve uzak geçmişteki (arkeo ve paleomağnetizma) davranışının ortaya konulmasına yönelik çalışmalar yapılmaktaydı. Ancak, Levha Tektoniği kuramının ilk oluşturulma yıllarında İngiltere’de Cambridge’de henüz bir doktora öğrencisi olan Fred Vine, Hess’in deniz tabanı yayılması düşüncesini kontrol edebilmek için dahiyane bir yöntem önermişlerdir. Bu yöntemin temeli şuydu: Yer’in jeomağnetik kutuplarının Senezoik esnasında düzensiz aralıklarla terslendiği yapılan paleomağnetik çalışmalardan biliniyordu. Deniz tabanı yayılması yayılma eksenine dik yönde ve bilateral simetrik olarak okyanus tabanı ürettiğine göre jeomanyetik kutuplardaki terslenmeler de yayılma merkezinin her iki yanına simetrik olarak kaydedilmiş olmalılardır, çünkü okyanus tabakalarının üst tabakaları ferromağnetik mineral içeren bazaltlardan oluşur. yayılma ekseninde sıvı halde bulunan bazalt lavları içerisindeki mineraller püskürdükleri andaki jeomağnetik alanın etkisinde belirli bir yönde dizilirler. Yayılma devam ettikçe yayılma merkezinden uzaklaşan bazalt beraberinde püskürdüğü zamanki jeomağnetik alanın yönünün de sabit bir kaydını taşır. Sürekli jeomağnetik alan terslenmeleri yayılma merkezinin iki yanında ve ona paralel uzanan ters ve normal yönde mağnetize olmuş şeritler meydana getirirler. İşte Morley ve Fred Vine ile o zamanki tez hocası Drumont Matthews, bu fikri ileri sürerek özellikle Ewing grubu tarafından yıllardır toplanmakta olan Lamont Jeofizik Rasathanesi’nin veri bankalarında birikmiş olan mağnetik verilerin bu görüşler ışığı altında tekrar gözden geçirilmesi gerektiğini önerdiler. Vine ve Matthews’un levha tektoniğinde devrim yapan makalesi 1963 yılında Nature dergisinde yayınlandı (Şengör, 1983). Bu çalışmadan sonra paleomağnetizma ve levha tektoniği konusunda günümüze değin gerek mikro ve gerekse makro ölçekte kara kütlelerinin hareketi konusunda oldukça yoğun çalışmalar yapılmıştır. Bütün kıtaların başlangıçta tek parça olduğu kavramı oldukça eski bir görüştür. Bununla birlikte, ancak paleomağnetik çalışmalarla bu kavram nicel bir temele oturmuştur. Gondwanaland rekonsrüksiyonları ve paleomağnetik kutup dolaşım eğrileri paleomağnetik verilerle oluşturulmuştur. Paleomağnetik çalışmalar, levha tektoniği gibi büyük ölçekli tektonik hareketlerin belirlenmesine yönelik çalışmaları içermesine karşın mikro ölçekli tektonik hareketlerin belirlenmesine yönelik olarak ta uygulanmaktadır.

Drummond Hoyle Matthews

Frederick Vine



- 1960'ların ortalarından beri, arkeomağnetizma ve paleomağnetizma çalışmaları yapan merkezlerin sayısında olağanüstü bir artma olmuştur. Bunda, paleomağnetizmanın yapısal jeolojiye olan olağanüstü katkılarının payı büyüktür. Bu konu üzerine çeşitli kavramlar için, standart kaynaklar oluşmuştur (Irwing, 1964; Collinson ve diğ., 1967; Strangway, 1970; Tarling, 1971 a; McElhinny, 1973a ve Collinson, 1983; Butler, 1992). Aynı zamanda, teknolojik gelişmelerle elde edilen avantajlarla bir çok kavramı yeniden sınamak zorunda olduğumuz da hatırlanmalıdır. Örneğin, Yerküre'deki uzay teknolojisi Ay örneklerinin alınmasına izin vermiş ve diğer gezegenlerin manyetik alanlarının incelenmesi Güneş siteminin gelişimi ve kökeni üzerine düşünceleri devrime uğratmıştır. Aynı zamanda paleomağnetik teknikler, kayaç oluşumu ve deformasyonunu anlamak için artan oranda mikro ölçekteki yapılara uygulanmaktadır.

Allan Cox



Robert
Sinclair
Dietz



Fred Vine



Dünya'dan Paleomağnetikçiler ve Ben 😊



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Dünya'dan Paleomağnetikçiler ve Ben 😊



Dellesse (1849) Meloni (1853)	Volkanik Kayalarda Miknatısların Gözlenmesi ve Ölçülmesi
Forgheraite (1894)	Normal ve Ters Miknatısların
Nakamura; Kikuchi; Brunnes; Matayuma (1910-1920'ler)	Soğuma Anında Alana Paralel Miknatısların, Isıl kalıntı Miknatısların Tanınması
Chevallier (1925)	Bina Lavları Üzerinde Seküler Değişimin Belirlenmesi
Kato ve Nagata (1949)	Japonya'da Seküler Değişimin Belirlenmesi
Thellier (1936)	Arkeomağnetik Çalışmalar
Nell (1948)	Isıl kalıntı Miknatısların
Fisher (1953)	Paleomağnetik Veriler için İstatistik Analiz
Runcorn, Creer, Collinson (1950'ler)	Kıtaların Kayması ve Paleomağnetizma
Menard ve Vanguer (1958)	Okyanusal Mağnetik Anomaliler
Vine ve Matthews (1963)	Levha Tektoniği ve Mağnetik Veriler

Fiziksel Oşinografi ve Hidroloji'nin Tarihsel Gelişimi

Ders V

FİZİKSEL OŞİNOGRAFINİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Oşinografi (ya da Okyanus Bilim), daha nitel (tasviri) bir bilimden, doğal bilimlere matematik-fizik ilkelerin uygulanmasıyla oldukça hızlı bir gelişme ile nicel bir bilime doğru gelişmiştir. Oşinografi temelde iki ayrı dala bölünebilir: 1- Okyanusların Biyolojisi, 2- Fiziksel Oşinografi. Fiziksel Oşinografinin bilimsel temel olduğu düşünülür, çünkü okyanuslarda varolan bütün canlıların hayat şartları ve biçimleri demek olan okyanus biyolojisi bu oluşumlar için çevresel ortamın tam bir bilgisine ihtiyaç gösterir. Fiziksel oşinografi aslında jeofizik biliminin bir alt dalıdır (Defant, 1961).

- Oşinografi okyanuslar ve onun içinde oluşan olaylarla ilişkili bir bilim dalıdır ve yerküre ile ilgilenen bilimlerin bir bölümüdür. Coğrafi bilimlere kadar uzanan olguların (olayların) nitel bir tanımı vardır. Onun amacı genel coğrafyanın amacıyla benzerdir, farklı materyallerin sınıflandırılması ve olayların enerji karakteristikleri, farklı kategoriler ve bunların sistematik olarak birbirleriyle ilişkisine yönelik duyarlı tanımlarla bulunur. Bölgesel coğrafya, daha büyük ya da daha az içerikte olabilen yaygın bir oluşum bölgesine dayanan bütün lokal olarak varolan ve etkileşim içinde bulunan olayları gruplandırır. Böylece, coğrafi bakış açısı ile, temel olarak istatistik ve tasfiri yöntemlerinin her ikisini kullanan bir genel ve bir bölgesel oşinografi vardır.

- Günümüzde tüm bilimlerdeki hızlı ilerlemeler oşinografinin problemlerinin coğrafi bir davranıştan jeofiziksel bir davranışa artarak hızlı bir geçişine kılavuzluk etmiştir. Bu fiziksel ve matematiksel ilkelere dayanan oşinografik olguların nicel bir kavrayışına yol açmıştır. Bu ilişkiyle, oşinografi jeofiziğin bir dalıdır ve meteoroloji (atmosfer fiziği) ve daha dar anlamdaki jeofizik (katı yer fiziği) ile karşılaştırılabilir olarak bağımsız bir bilim olarak tanınır. Bu anlamıyla Oşinografi, Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği (IUGG) 'nin bilimsel çalışma alanlarından biri olarak kabul edilmiş ve Uluslararası Fiziksel Oşinografi Alt-Birliği (Association)'ni oluşturmuştur.

- Mitolojik dönemlerden kaynaklanan öykülerde, özellikle İlyada ve Oddysea'da Homeros tarih öncesi toplumların denizle olan ilişkisini ortaya koymuştur. M.Ö. 800 yıllarında Fenikeliler ve Grek'ler Akdeniz'i oldukça iyi tanımakta idiler. M.Ö. 600 yıllarında denizciler Afrika'nın çevresini dolaşmışlardır. Permenides, M.Ö. 155'lerde denizlerde yaptığı gözlemlere dayanarak dünyanın yuvarlak olduğunu ileri sürmüştür. M.Ö. 400 yıllarında deniz seviyesindeki alçalıp yükselmelerin (gel-git) Ay'ın fazlarına bağlı olduğu bilinmekteydi. Örneğin Pytheas, astronomik olarak boylamı belirlemiş ve gravitasyonun ilkelerinin bilinmediği bir dönemde, gel-git hareketlerini tanımlamış ve Ay'ın hareketiyle ilişkilendirmiştir. Aristo'nun yerin yuvarlak olduğuna yönelik görüşleri Hipparchus, Dicaearchus ve Eratosthenes tarafından güçlü kanıtlarla ortaya konmuştur. Örneğin, M.Ö. 250 yıllarında Eratosthenes, dünyanın çevresini şaşılacak bir yakınlıkla hesap etmiş ve bir dünya ve denizleri haritası çizmiştir. Büyük İskender Hindistan'a seferinden sonra (M.Ö. 329- 325) bilinen Kızıl Deniz ve Akdeniz'e ek olarak İran Körfezi, Hazar Denizi ve Arap denizinin de haritaları çizilmiştir (Artüz, 1990).

- M.S. 20’de “Coğrafya” isimli kitabında Strabo, eski Yunan coğrafyacılarının o güne kadar elde ettiği bilgileri özetlemiştir. Gerek Eratosthenes gerek Strabo karaların denizler ile çevrelenmiş tek bir ada biçiminde olduğuna inanıyorlardı. M.Ö. 2. Yüzyılda yaşamış olan Ptolemy, Hint ve Atlanik Okyanuslarının da Akdeniz gibi kapalı denizler olduğu ve bu denizlerden batıya doğru gidildiğinde tekrar başlangıç noktasına varabileceğini savunuyordu. Ptolemy, dünya haritasının oluşturulmasında Afrika ve Çin’le birlikte Hint Okyanusunun haritlanmasıyla ilk büyük katkıyı yapmıştır.
- Roma İmparatorluğunun çöküşüne kadar denizler konusunda oluşan bilgi birikimi yeni dinsel akımların gelişimi ile yok olmaya başlamış, dinsel öğretilerle dünyanın yuvarlak olduğu gerçeği yasaklanmış ve dinsel öğretilerde bir düz dünya imajı batı toplumlarında resmileşmiştir. Avrupa’nın “Karanlık Dönemi” olarak nitelendirilen bu dönem 1400’lere kadar sürmüştür. 15. Yüzyılda Portekiz Prensi Henry, denizcilik okulu kurmuş ve keşiflere olan ilgiyi canlandırmıştır. Bu tarihten sonra Diaz, Vasco di Gama ve Columbus gibi araştırmacı denizciler 15. Ve 16. yüzyıllarda birbirini izleyen deniz yolculuklarında; deniz dibi topoğrafyası, deniz sınırları, kıyı yapıları, akıntılar ve özellikle de yelkenli gemilere enerji sağlayan rüzgarlar konusunda ilk gerçek verileri sağlamışlardır.

- Bu araştırma seferlerinin yapılmasındaki temel neden ; yeni bilgiler toplamak veya yeni topraklara olan meraktan ziyade ekonomik ve dünya üzerindeki egemenliği sağlamaya yönelik politik kökenlere dayanmıştır.
- Christopher Columbus dünyanın yuvarlak olduğuna inanmış ve Hindistan'a giden yeni ve daha kısa yolu ararken Amerika'yı keşfetmiştir. 1519-1522 yılları arasında Magellan'ın dünya çevresindeki araştırma seferi dünyanın yuvarlaklığı gerçeğini hiç bir kuşkuyla yer bırakmayacak şekilde kanıtlamıştır. Megellan'ın oşinografiye katkılarından birisi de ilk defa derinlik (iskandil) ölçümlerini gerçekleştirmiş oluşudur.

- Bir bilim olarak oşinografinin gelişiminin tarihi temel olarak diğer bilimsel disiplinlerle aynıdır. Ancak, o henüz bağıl olarak gelişim aşamasındadır. Bütün diğer bilimler gibi onun yaptıkları gözlemlerle elde edilir. Başlangıç olarak bu gözlemler yalnızca kıta kıyıları yada adaların komşu sınırlarındaki olaylar ve şartlara dayanıyordu. Bilginin artmasıyla insanlar kendilerini çevreleyen şartları ve değişimleri tanımaya çalıştılar ve yerkürenin her yerinde oluşan olayların doğasını araştırdılar. Denizlerin çok geniş sahalarına nüfuz ettiler ve okyanus kavramı dereceli olarak gelişti. Denizcilerin seyahatleri Yer'in biçimi düşüncesine ve okyanusların sonluluğu/sınırlı oluşunu gösteren ve Yer'in küresel şeklinin kabulüne açıklık getirmiştir (Kocataş, 1993).
- Gemi gözlemlerinin toplanmasında sistematik düzen ve aletlerin kullanılmasıyla elde edilen doğruluk 19. yüzyılın bitiminden sonra gelmiştir. Ticaretin genişlemesi için gerekli olan denizlerin düzenli navigasyonu tüccar deniz işletmelerini, binlerce deniz dergilerinde kaydedilen yüzey şartları bilgisini arttırmıştır. Amerikan deniz işletmesi ve oşinograf Matthew Fontaine Maury (1806-73) ın önerisiyle, 1853'de bu dergilerin biçimi ve içeriği üzerine Bürüksel'de uluslararası bir toplantı kabul görmüş ve bu 1873'de Londra'da uluslararası bir konferansla tamamlanmıştır. Bu önemli gözlemler hidrografi büroları ve merkezi metoroloji bürolarının kayıtları ile toplandı ve bilimsel olarak ilişkilendirildi. Deniz yüzeyinin sıcaklık, tuzluluk, akıntı, gelgitler ve meteorolojik şartların kayıtları derlendi ve bu hızlı gelişim ile navigasyonun güvenliği yüzey şartlarının bu ayrıntılı bilgisi elde edildi.

- Bununla birlikte, ticari vapurlarının gemi dergileri oşinografik olayları geniş kapsamlı olarak vermek için yeterli değildi. Deniz trafiğinin yalnızca kıtalar arasında seyahat eden insanları ilgilendirmesi ve gemi dergilerinde kaydedilen gözlemlerin belirli rotalara son derece bağlı olması nedeniyle, okyanusların daha uzak bölgelerinin araştırılmasını sınırlandırmaktaydı. Yine de, birçok durumlarda bu denizlerde oluşan olaylar doğru bir bilimsel değerlendirme ve genelde okyanus olaylarının karmaşıklığı için önemlidir. Bütün okyanusal ortamı kapsayan onun yüzeyi ve altındakilerin bilgisi oşinagrafinin daha ileri bir gelişim için gereklidir.
- Bu şartlar, deniz bilimine katkı sağlayan okyanus seferlerine kılavuzluk etmiştir. Derin deniz seferlerinin görevi tekti ve herşeyden önce deniz tabanının şeklini belirlemek ve yüzey ve taban arasındaki deniz suyunun fiziksel ve kimyasal şartlarını doğru olarak ölçmektir. Temel önem oşinografik faktörler olan sıcaklık, tuzluluk ve çözülmüş gazların yatay ve düşey değişimleri olmuştur. Bunlardaki değişimler yoğunluktaki değişimleri verir, deniz yaşamının çevresinin bilgisine gereksinim gösteren deniz biyolojisiyle ilişki kurmaya kılavuzluk etmiştir.

- Denizlerin fiziksel - kimyasal yapısının istatistik bilgisine ek olarak, su kütlelerinin sirkülasyonu hakkında birşeyler bilmemiz olasıdır. Okyanusların iç sirkülasyonunun okyanus yapısıyla ilişkilendirilebileceği açıktır. Çünkü okyanus sirkülasyonu için sürücü kuvvet, kısmen okyanus yüzeyi üzerindeki havanın hareketi ve kısmen de sıcaklık ve tuzluluktaki farklılık nedeniyle su (yada kütlelerin yoğunluğundaki farklılıkların) kütlesi arasındaki bölgesel farklılıktır. Su kütlesinin hareketlerinin belirlenmesi, onlara neden olan kuvvetler ve onların lokal değişimleri kadar zamansal olarak mevsimsel değişimleri ve taşınması modern oşinografinin temel problemlerinden biridir.
- Oşinografinin gelişimi sırasında, oşinografik seferlerin niteliği bir dönüşüme maruz kalmıştır. İlk seferler doğal olarak araştırma gemilerinin özel bölümlerinde deneysel zorlukların üstesinden gelmek ve şartları açığa çıkarmak için yapılan girişimlerdi. 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın başında yapılan deniz seferleri çağdaş oşinografinin temellerine öncülük etmiştir. Sonuçlar, gemi rotası boyunca alınan kesik örneklerle dayanıyordu ve nadiren deniz tabanından alınmıştı. Bu yöntem okyanus olaylarının üç boyutlu araştırılmasına izin vermedi. Araştırma gemilerindeki oşinografik tekniklerdeki ilerlemeler ve sonuçların kayıt ve yorumlanmasındaki çağdaş gelişmeler okyanusların üç boyutlu araştırmalarına olanak sağlamıştır. Norveç oşinografları tarafından yapılan birkaç küçük araştırma seyahatinden sonra, bütün bir okyanusun sistematik ölçümü için ilk büyük sefer "meteor"un Alman Atlantik Seferi (German Atlantic Expedition) nda 1925-27'den gelmiştir (Defant, 1928)

- Bunun gibi büyük seferler, Atlantik okyanusunda oluşan olgulara geniş bir bakış açısıyla bütün okyanuslar üzerinde oşinografik faktörlerin coğrafi değişimini ayrıntılı düşünmeye olanak sağlamıştır.
- Fiziksel oşinografi, hidrosferin üç boyutlu yapısı ve hareketleri, materyal ve enerji karakteristiklerinin araştırılması olarak da tanımlanabilir. Ayrıca, deniz suyunun fiziksel ve kimyasal özellikleri, oşinografik faktörlerdeki bölgesel değişimler ve onların periyodik değişimleri anlamına da gelir. Okyanus akımlarının değişik türleri (Okyanus dinamiği) ve sonuç olarak dalgalarla suyun periyodik hareketi ve ilişkili olaylar (periyodik olayların dinamiği) olarak da tanımlanır.
-
- Okyanuslarda ilk defa bilimsel yönden araştırma seferi, James Cook'undur. Cook, ilk seferini Venüs gezegeninin hareketini gözlemek amacıyla, 1768 ve 1771 tarihleri arasında yapmıştır. Biyologlarında katıldığı ikinci seferini, güneydeki karanın yayılışını araştırmak için, 1772 ve 1775 arasında gerçekleştirmiştir. Cook, bu araştırma seferinde Yeni Zellanda sahilini haritaya geçirmiş ve bir çok Pasifik adalarını keşfetmiş ve bunların haritalarını yapmıştır. Cook'tan sonra araştırmacılar, özellikle kuzey yarım kürenin kuzeyine doğru çeşitli seferler yapmışlardır.

- 19. yüzyıl öncesinde, birkaç okyanus seferi okyanus araştırmalarına ilgiyi oluşturmuş, ancak 1825'den sonra oşinografi bilimi kendini ortaya koymaya başlamıştır. 1831'de İngiliz Beagle gemisi güne Amerika kıyıları boyunca seyahat yapmış ve bir seri kronometrik ölçüm gerçekleştirmiştir. Bu seferin doğa bilimcisi C. Darwin sefere katıldığı sırada gözlemlediği olgulardan organik evrim kuramına temel oluşturmuştur. Beagle seferi ayrıca, okyanus adalarının yapısı ve mercan resifleri üzerine ilk sistematik çalışmayı oluşturmuştur.
- 1839'da James Clark Ross, Bafinn adalarının kuzey ve doğu bölümlerinde 500 millik bir kıyı çizgisinin haritasını oluşturmuştur. Karl Friedrich Gauss'un güney manyetik kutbun yerini kuramsal olarak hesaplamasından sonra, İngiliz hükümeti Ross'u, manyetik kutup gözlemleri yapmak ve kutbun konumunu belirlemek için göndermiştir.

- 19. yüzyılın ortalarında Edward Forbes, Ege Denizi'nde yaptığı araştırmalarıyla, faunaları ve onların fiziksel koşullarla ilişkilerini ilk inceleyen kişi olmuş ve böylece deniz ekolojisinin kurucularından bir olmayı hak etmiştir.
- Oşinografiye büyük katkı koyan ilk Amerikalı araştırmacı 1855 yılında Matthew Fontain Maury olmuştur. Maury, okyanusun rüzgar ve su arasındaki etkileşimle bir sirkülasyon sistemi oluşturduğunu ilk olarak gözlemiştir. Rüzgar ve akıntılar etkileşimi üzerine “Physical Geography of the Seas” adlı yayını fiziksel oşinografi için hala temel bir başvuru kaynağıdır.
- Lightning (1868) ve Porcupine (1869-1870) seferlerinden, farklı bölgelerdeki ve farklı derinliklerdeki sıcaklığın okyanuslarda aynı olduğu gözlenmiştir. Sonuçta, okyanuslarda aktif bir sirkülasyon sistemi olduğu ve buna bağlı olarak ta beklenmedik derinliklerde biyolojik yaşamın varlığını ortaya koymuşlardır. Bu araştırmalardan kısa bir süre sonra Chalenger (1872-76) seferi yüzeyden derinliklere kadar okyanuslar üzerine tam anlamıyla ilk bilimsel incelemeleri oluşturmuştur. Edinburg'da doğa felsefesi profesörü Sir Charles Wyville Thomson ve asistanı Sir John Maury'in yönetiminde yapılan seferlerle okyanus tabanının 140 milyon mil karelik bir kısmı haritalanmıştır. Sonuç olarak, Chalenger deniz seferi okyanusların fiziksel, biyolojik, kimyasal ve jeolojik yönleri üzerine yeni bilgiler sağlamıştır.

THE

UNIV. OF
CALIFORNIA

PHYSICAL GEOGRAPHY

OF

THE SEA.

BY M. F. MAURY, LL.D., U.S.N.,

SUPERINTENDENT OF THE NATIONAL OBSERVATORY.

AN ENTIRELY NEW EDITION, WITH ADDENDA.

NEW YORK:

HARPER & BROTHERS, PUBLISHERS.

LONDON:

SAMPSON LOW, SON & CO.

1858.

LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.
LICK OBSERVATORY,

Digitized by Google

- Okyanus araştırmalarının ikinci evresinde, denizaltı rölyefinin özelliklerinin araştırılması yönüne gidilmiştir. Kıtasal şelfin gerisinde ilk derinlik ölçmesi, Phipps ve sonra Lord Mulgrave tarafından yapılmıştır. İlk derinlik ölçmelerinden biri 1840’da Antarktik seyahati sırasında Sir James Clark Ross tarafından yapılmış ve 27026’ güney enlemi ve 17029’ batı boylamında 4440 m derinlik belirlenmiştir. Okyanuslarda yapılan ilk sondalamaların çoğu okyanus tabanlarının morfolojisinin belirlenmesinden ziyade, derinlerden su örneklerinin elde edilmesi ve sıcaklık değişimlerinin belirlenmesi ile ilgili olmuştur. İlk derinlik ölçmeleri başarılı değildir. Nitekim Ross’un 4430 olarak belirlediği yer, Rusların Discoverer gemisi ile yapılan ölçmede 3840 m olarak bulunmuştur. 1840 ile 1860’larda bir çok deniz bilimci tarafından gelişigüzel derinlik ölçmeleri yapılmış, ancak bu ölçmeler denizaltına doğru sarkıtılan telin bükülmesi ve kırılması dolayısıyla yanlış sonuçlar vermiştir.
- Sualtı rölyefinin araştırılmasında ileri tekniklerden biri kabloları okyanus tabanlarından da geçirilen telefonun icadı ile başlamıştır. Atlantik okyanusunun batimerik haritası ilk defa, oşinografi konusunda ilk yayın olarak kabul edilen M. F. Maury’nin 1855’de yayınladığı, “The Physical Geography of the Sea” adlı kitabında verilmiştir. Bu kitaptaki batimetrik haritada, Atlantik ortası sırtının varlığı ilk kez imalı bir şekilde söylenmiştir. Maury’nin yardımcılarından biri olan Midshipman Brooks, deniz tabanından örnek almak için ilk cihazı geliştirmiştir. Aynı şekilde Hooks da deniz altından örnek alan araç yapmıştır. Bu cihazlarla Atlantik ve Pasifik Okyanusundan ilk örnekler toplanmıştır.

- Wyville Thomsen deniz araştırmaları için 1869’da Royal Society ile Deniz Araştırmaları (marine research) Komitesi ile işe başlamıştır. Bu komite deniz araştırmalarının ilerletilmesini ve su gözlemleri için iyi termometrelerin kullanılmasını önermiştir. Bu araştırma derinlerde farklı su kütlelerini ve ayrı faunayı göstermesi bakımından yararlı olmuştur. Buna dayanarak, W. B. Carpenter, sıcaklık değişmelerine dayanan okyanus su dolaşımı kuramını ortaya atmıştır. Bunu izleyen yıllarda Porcupine, Cebelitarık boğazındaki su sirkülasyonu üzerine çalışmıştır. Wyville Thomsen, araştırmalarının sonuçlarını 1873’de “Depth of the Sea” isimli kitabında yayımlamıştır.
- 1871’de deniz araştırmaları konusunda Royal Society o zamanki siyasi iradeye uygun bir proje vermiş ve bu işleri yürüten Komite bir yelken seferinin hazırlığı için işe koyulmuştur. Proje için Challenger isimli bir gemi seçilmiş ve gemi 1872’de denize açılmıştır.  buçuk yıl Atlantik, Pasifik ve Hint Okyanusunun güney kesimi ile Antartika yakınında sefer yapmıştır. Modern deniz bilimleri açısından önemli bilgiler elde edilmiştir. Nitekim, bu araştırma sırasında farklı derinliklerde okyanus suyu sıcaklığı ölçülmüş, çeşitli derinliklerden su örnekleri alınmış, derinlik ölçümleri yapılmış, okyanus tabanından alınan örneklerin yanında, deniz tabanında ve çeşitli derinliklerde yaşayan faunaya ait koleksiyon da yapılmıştır. Bu araştırmalar sonrasında dünya okyanuslarının tamamında derin deniz çökellerin dağılışı ile ilgili tutarlı bir harita çizilmiş, buna karşılık okyanus sırtlarının gösterdiği ana reliyef özelliği ancak Atlantik Okyanusunda tanıtılmıştır. Elde edilen sonuçlara ilişkin rapor 1891 yılında basılmıştır.

- Challenger araştırma seferinden sonra I. ve II. Dünya savaşı sırasında bir çok devletler çeşitli gemilerle okyanuslarda ve denizlerde araştırmalar yapmışlardır.
- Denizlerde ilk mağnetik ölçümler yaklaşık 250 yıl önce Halley'in deniz seferleri sırasında yapılmıştır. Bu zamandan 1908 yılında non-mağnetik bir gemi ile Carnegie Enstitüsü, Yer Mağnetizması Bölümü'nün yaptığı seferler kadar, değişen duyarlıkta diğer deniz mağnetik ölçümleri yapılmıştır. Bununla birlikte, Carnegie Enstitüsü'nün organize ettiği mağnetik ölçüm amaçlı çeşitli denizlerde yaptığı seferler bu yöndeki ilk ciddi araştırmalardan sayılmaktadır. Bu çalışmalar 1929 yılında bu geminin yangından zarar görmesine kadar devam etmiş ve dünya ölçüsünde yermağnetik alanın özellikleri üzerine değerli bilgiler elde edilmiştir. Denizde gravite ölçümlerine yönelik ilk ciddi girişimlerden biri, 1923 yılında Hollanda Gravite Ölçmeler Dairesi tarafından yapılmıştır. İlk duyarlı ölçümler F.A. Vening Meinesz öncülüğünde başlamıştır. 1928 yılında, ABD Denizcilik Ajansı (US Navy), Princeton Üniversitesi ile ortaklaşa olarak Batı Hintlerde, Akdeniz'de, Karadeniz'de ve Uzak Doğu'da araştırmalar yapmak üzere bir denizaltı göndermiştir. Aynı zamanda, Hollanda graviteye yönelik yedi adet ek ölçümü tamamlamıştır. Denizlerde sismik ölçümlere ilişkin ilk önemli girişim Maurice Ewing tarafından sığ sularda 1937'lerde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra E.C. Bullard ve T.E. Gaskel tarafından daha gelişmiş bir sismik uygulama gerçekleştirilmiştir. 1940'larda denizaltının yapısının belirlenmesine ilişkin önemli gelişmeler, okyanus tabanlarında yapının özelliğini açığa çıkarmada yardımcı olan jeofizik (sismik yansıma) profillerinin ilk olarak kullanılması ile devam etmiştir. Dünyanın bir çok kıtasal yamaçları jeofizik yöntemle araştırılmış ve son yirmi yıl içinde bütün okyanuslarda sayısız denebilecek sismik yansıma ve kırılma profilleri atılmıştır. Denizaltı yapısına yönelik ilk jeofizik çalışmalar ve dünya ölçüsünde denizaltı araştırmalarında önemli ilerlemeler, ABD Ulusal Bilim Vakfının (National Science Foundation) kurulması ile gerçekleşmiştir. Bu vakıf, 1963 yılında yaptığı bir toplantıda petrol şirketlerinin denizaltına sondaj yapmak amacıyla kurdukları Moho projesinden ayrı ve fakat o projeye yardımcı ve onun çalışmalarını tamamlayıcı nitelikte "Okyanus Çökelleri Sondajı" programı yürütecek bir enstitü kurulmasını önermiştir.

- 1964 yılında dört büyük oşinografi enstitüsü, ortak çalışmalara başlayarak, 1964 yılının Mayıs ayında bu enstitüler bir konsorsiyon biçiminde “Derin Yer Örneklemesi için Birleşmiş Oşinografi Enstitüleri” (kısa adı JOIDES) ni kurmuştur.
- Ulusal Bilim Vakfı, 1966 yazında California Üniversitesinin Scripps Oşinografi Enstitüsünde, Derin Deniz Sondaj Projesine (DSDP) yardım sağlamıştır. Sözü edilen proje için Glomar Challenger gemisi 1968 yılından bu yana geçen 8 yıllık bir zaman zarfında, Karadeniz’e yaptığı üç sondajla birlikte dünyanın bütün okyanus ve denizlerinde bütünüyle bilimsel nitelikte olmak üzere 400’e yakın sondaj yapmıştır.
- Sonuç olarak, 1960’larda yer bilimlerinin bütün disiplinlerinde büyük bir ilerleme olmuş ve 1965 yılından itibaren dünyanın bugünkü şekline bürünmesi için geçirdiği evrelerin ortaya çıkarılması, denizaltı maden yataklarının bulunması, deprem ve volkanizma olaylarının araştırılması için denizaltı araştırmalarına hız verilmiştir. 1960’larda kıtaların kayması ve okyanus tabanı yayılması kuramları, denizaltı araştırmaları ile kanıtlanmıştır. Ayrıca, okyanus ve denizlerde yapılan sondaj ve alınan örnekler sayesinde denizaltı çökellerinin özellikle kıta kenarında petrol oluşumu ve denizaltı maden yataklarının potansiyelleri hakkında önemli ve ilginç bilgiler sağlanmıştır.

- Oşinografi bugün, denizler üzerine sınırsız olanaklara sahip bir bilim olarak doğanın bilinmezlerini araştırmak için çeşitli bilimsel ve teknolojik olanaklardan yararlanmaktadır. Oşinografide temel çalışmalar, denizlerdeki yaşamın incelenmesi, okyanus suyunun analizleri, okyanus tabanının belirlenmesi akıntıların, dalgaların ve gelgitlerin ölçülmesi ile atmosfer ile deniz arasındaki karşılıklı etkileşimin analizi olarak sınıflandırılabilir. Oşinografik çalışmalar ana amaçlarına göre denizlerin fiziksel, kimyasal, biyolojik , jeolojik, jeofizik ve kimyasal özellikleri baz alınarak incelenmektedir (Fairbridge, 1966).
- 1899'da İsveç, Stokolm'de "Deniz Araştırmaları Uluslararası Konseyi" okyanuslar üzerine yaptığı ilk bilimsel toplantıdan sonra, 1919'da Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği'ne bağlı bir alt birlik olarak kurulan "Uluslararası Fiziksel Oşinografi Birliği" düzenli olarak oşinografi kongrelerini yapmaktadır. İlk bağımsız uluslararası oşinografi kongresi New York'ta 1959'da ve Moskova'da 1966 yılında toplanmıştır.

HİDROLOJİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Hidroloji biliminin tarihsel gelişimi sekiz ayrı dönemde incelenebilir (Chow, 1964):

1) Tartışma / Düşünceler Oluşturma Dönemi (İlk Çağlardan MS 1400'lere kadar)

- İlk çağlardan MS 1400'lere kadar hidrolojik döngü kavramı; Antik Grek coğrafyasında ve Anadolu'da Homer, Thales, Plato, Aristo; Roma'da Lucretius, Seneca ve Pliny gibi bir çok filozof ile bir çok İncil yorumlayıcıları arasında tartışma konusu olmuştur. Bu felsefi kavramlar çağına göre olağanüstü olmalarına karşın, Marcus Vitruvius; yeraltı suyunun bugün de kabul ettiğimiz gibi yağmur ve kar suyunun yüzeyden süzülme yoluyla yeraltına indiği ve bu şekilde oluştuğu yönünde görüşü ile hidrolojik döngü kavramına en çok yaklaşan bilim adamı olmuştur.
- Bu dönemde bununla birlikte, insanlar büyük su yapılarının inşa edilme sürecinde hidroloji biliminden pratik olarak yararlanmışlardır. Örnek olarak; eski Arap kuyuları, Roma su yapıları (aquaduct), Mısır ve Mezopotamya sulama projeleri, Hindüs vadisi su temini ve drenaj projeleri, Çin sulama sistemleri, kanallar ve sel kontrol çalışmaları verilebilir (Şekil 18).

Batı Anadolu'nun eski şehirlerinden olan Milet'te yaşamış olan Thales'in büstü (Lapp, 1963'den alınmıştır).



Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

2) Gözlem Dönemi (1400-1600)

- Rönesans olarak bilinen bu dönem sırasında hidroloji üzerine salt felsefi kavramlardan dereceli olarak gözlemsel bilime geçiş vardır. Örneğin, Leonardo da Vinci ve Bernard Palissy'nin gözlemleri ile hidrolojik döngünün daha doğru anlaşılması olanaklı olmuştur.

3) Ölçüm Dönemi (1600-1700)

- Modern hidrolojinin 17. Yüzyıldaki ölçümlerle başlamış olduğu düşünülebilir. Örneğin, Pierre Perrault Seine nehri drenaj havzasında yağmuru, buharlaşma ve kapilariteyi ölçmüş, Edmé Mariotte nehir boşalım (discharge) hesapları yapmış; Edmund Halley Akdeniz'deki çalışmalarında buharlaşma ve nehir boşalım miktarını ölçmüştür. Bu ölçümler ile bu araştırmacıların gözlemsel hidrolojik olgular üzerine doğru sonuçları oluşturmaları olanaklı hale gelmiştir.
- Aynı dönemde artezyen suyu incelenmiştir. Bu konuda Giovanni Cassini, Bernardini Ramazzini ve Antonio Vallisnieri gibi araştırmacılar öncü olmuşlardır.

4) Deney Dönemi (1700-1800)

- 18 yüzyıl sıralarında hidrolojinin hidrolik üzerine deneysel araştırmaları ön plana çıkmıştır. Sonuç olarak, hidrolik ilkelerin anlaşılması ve yasaların keşfi sağlanmıştır. Önemli örnekler olarak, Bernoulli'nin pnozometresi, Pitot tüpü, Woltman'ın akım ölçeri, Smeanton'un ölçek modelleri, Borda tübü, A'Alembert ilkesi, Bernoulli kuramı, Chézy formülü verilebilir. Bütün bu gelişmeler nicel/sayısal temele dayanan hidrolojik çalışmaların başlamasını hızlandırmıştır.

5) Modernizasyon Dönemi (1800-1900)

- 19. yüzyıl bir çok yönden deneysel hidrolojinin büyük gelişmelerinin yaşandığı çağı temsil eder. Modernizasyonun imzası, modern hidrolojiye bir çok önemli katkıyla görülebilir. Bununla birlikte, katkının çoğunluğu yeraltısuyu hidrolojisi ve yüzey suyu ölçümleridir.
- Bu dönemde bir çok devlet hidroloji ajansları kurulmuştur. Örneğin, US Army Corps. of Engineers (1802); USGS (1879) ve Weather Bureau (1891) sayılabilir.

6) Ampirik Dönem (1900-1930)

- 19. yüzyılda başlamış olan hidrolojinin modernizasyonu üzerine pek çok çalışma olmasına karşın, nicel/sayısal hidrolojinin gelişimi tam anlamıyla oluşmamıştır. Hidroloji bilimi büyük ölçüde ampririk bir bilimdir. Çünkü, çoğu nicel hidrolojik belirlemeler için fiziksel temel çok iyi bilinmemektedir. 19. Yüzyıl son dönemleri ve izleyen 30 yıl empririk dönem belirgin hale gelmiştir. Bu dönemde yüzlerce ampririk formül önerilmiştir.
- Bu dönemde ABD’de hükümet ajansları fonksiyonlarından biri olarak hidroloji ile ilgilenmek üzere kurulmuştur (Örneğin, Bureau of Reclamation (1902); Forest Service (1906) vb gibi). 1922’de Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliğinin bir organizasyonu olan Uluslararası Bilimsel Hidroloji Alt-Birliği kurulmuştur. Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliğinin bir üyesi olarak; 1919’da Ulusal Bilimler Akademisinde Amerika Jeofizik Birliği oluşturulmuş ve bu Birliğin bir alt grubu olan Hidroloji Section 1930’da organize edilmiştir.
- Bu dönemde hidroloji ile kımnen ilişkili çeşitli uluslararası organizasyonlar (örneğin, Uluslararası Fiziksel Oşinografi Birliği (1919); Uluslararası Zemin Bilimi Deneği (1924) gibi) kurulmuştur.

7) Rasyonelleşme Dönemi (1930-1950)

- Bu dönemde hidrolojik problemleri çözmek için ampirik yaklaşımlar yerine rasyonel (akılcı) yaklaşımlar kullanan bir çok hidrolog vardır. Bu dönemde farkedilebilir bir gelişme dünya çapında bir çok hidrolojik ve hidrolik laboratuvarların kurulmasıdır.

8) Kuramlaştırma Dönemi (1950-Günümüz)

- 1950'lerden beri kuramsal yaklaşımlar geniş ölçüde hidrolojik problemlere uygulanmaktadır. Sofistike aletler ve yüksek hızlı bilgisayarlar kullanılarak kuramsal çalışmalar yapılmaktadır. Kuramsal hidrolojik çalışmalara örnekler olarak, hidrolojik sistemlerin lineer ve nonlinear analizi; yeraltısuyu hidrodinamiğinde istatistik yöntemler; ısı ve kütle transferi kuramlarının buharlaşmaya uygulanması vb söylenebilir.
- Aşağıdaki bölümlerde bütün dönemler boyunca gelişim tarihi ayrıntılarıyla verilecektir.

HYDROLOGY

THE FUNDAMENTAL BASIS OF HYDRAULIC
ENGINEERING

BY

DANIEL W. MEAD

*Member American Society of Civil Engineers
Consulting Engineer
Professor Hydraulic and Sanitary Engineering
University of Wisconsin*

McGRAW-HILL BOOK COMPANY, Inc.
239 WEST 39TH STREET. NEW YORK

LONDON: HILL PUBLISHING CO., LTD.
6 & 8 BOUVERIE ST., E. C.

1919

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

3528

VITRUVIUS

THE TEN BOOKS ON ARCHITECTURE

TRANSLATED BY

MORRIS HICKY MORGAN, PH.D., LL.D.

LATE PROFESSOR OF CLASSICAL PHILOLOGY
IN HARVARD UNIVERSITY

WITH ILLUSTRATIONS AND ORIGINAL DESIGNS

PREPARED UNDER THE DIRECTION OF

HERBERT LANGFORD WARREN, A.M.

NELSON ROBINSON JR. PROFESSOR OF ARCHITECTURE
IN HARVARD UNIVERSITY



CAMBRIDGE
HARVARD UNIVERSITY PRESS

LONDON: HUMPHREY MILFORD
OXFORD UNIVERSITY PRESS

1914

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Gravimetri'nin Tarihsel Gelişimi

Ders VI

Tarih Boyunca Yeri'n Şekli ve Büyüklüğü

- Eski Babilliler, Çinliler ve Hintliler; Yer'i, çevresi sularla çevrili daire veya dörtgen bir düzlem parçası olarak düşünmüşlerdir. Thales de Yerküre'yi benzer şekilde tasavvur ediyordu. İlk kez Pisagor'un (MÖ 570-496) öğrencileri Yer'in Küre biçimli olması gerektiğini ortaya koymuşlardır. Bu düşünce herhangi bir maddi kanıtı dayanmıyordu. Aristo (MÖ 384-322) hemen hemen bir yüzyıl sonra Yer'in şekli problemini yeniden ele almıştır. Pisagorcuların duygusal görüşlerine karşılık Aristo, doğada gözlenebilen dört olayı Yer'in şeklinin küre biçiminde olduğuna kanıt olarak kullanmıştır:
- Denizin yüzeyinin eğriliği
- Farklı coğrafi enlemlerde yıldız yüksekliklerinin farklı olması
- Farklı coğrafi boylamlarda güneş yüksekliğinin farklı olması
- Ay tutulmalarında Yer'in gölgesinin daire biçimli olması

- İnsanoğlu Yer'in şeklini kabaca da olsa bu şekilde belirledikten sonra Yer'in büyüklüğünün belirlenmesi de sonraki yüzyılların sorunu olmuştur. Arşimed (MÖ 287-212) deniz yüzeyinin eğriliğinden yararlanarak yerin evresini 300 000 stadya (eski Mısır uzunluk birimi = 185 m) yani yaklaşık 55 500 km olarak hesaplamıştır. Buna göre bir derecelik daire yayı 154.2 km ve yer yayıçapı da $R = 8833$ km dir.
- Bu konuda ilk ciddi ölçü Eratosthanes (MÖ 276-195) tarafından yapılmıştır. Eratosthanes, Asuan ve İskenderiye'de aynı andaki güneş yüksekliği farkından Asuan-İskenderiye yayına karşılık gelen merkez açığı belirlemiş ve her iki nokta arasındaki uzaklıktan da yerin çevresini ve yarıçapını hesaplamıştır. Asuan'da gündönümünde güneşin öğle saatinde kuyunun dibini aydınlattığı, yani tam zenitte bulunduğu gözlenmiştir. Ertesi yıl aynı gün ve saatte Eratosthanes, İskenderiye'de güneşin zenitten 7.20 uzak bulunduğunu ölçmüştür. Eratosthanes'in bu ölçü ve hesap tarzı daha sonraki yay ölçümlerinin temelini oluşturmuştur.

- Hristiyanlığın yayılması ile Yer'in şekli ve büyüklüğü hakkında gözlem ve ölçülere dayanan bilgiler arka plana itilmiş ve hristiyan felsefesine uygun olarak Yer'in düzlem bir plaka olduğu görüşü yeniden ön plan çıkmıştır.
- Aynı dönemde İslam dünyasında yer küresinin büyüklüğünün belirlenmesini amaçlayan ölçüler yapılmaya başlanmıştır. Halife el Mansur, Bağdat ve Şam'da Rasathaneler kurmuş ve halefi El Memun, Yer'in büyüklüğü sorununa yeniden el atarak Bağdat'ın kuzeybatısında Zincar Çölünde 20 lik bir meridyen yayının ölçülmesini emretmiştir. Bu amaçla çalışmalar yapılmıştır. Yer'in yarıçapının belirlenmesi konusunda bir başka yöntemi de Biruni uygulamıştır.
- Bu dönem ve sonrasında ait İslam dünyasına ait ürünlerden İdrisi'nin (1099-1164) dünya haritasını ve Büyük Türk Amiralî Piri Reis'in yaptığı haritayı da anmak gerekir.

- Yerküresinin büyüklüğünü belirleme çalışmaları Yeni Çağ'da da sürmüştür. 1525 yılında Fransız hekim Fernel (1497-1558) Paris ve Amiens arasındaki uzaklığı arabasının tekerleğinin dönüşünü sayarak ve her iki noktadaki enlemi de bir quadrant ile güneşe rasat yaparak belirlemiştir.
- Yer'in şekli ve büyüklüğü konusundaki gerçek çalışma Snellius'un (1580-1626) ilk kez nirengi tekniğini kullanarak başlamıştır. Snellius, Hollanda'da Alkamaar ve Bergen op Zoom arasındaki uzaklığı 33 üçgenden kurduğu bir nirengi ağı yardımıyla 127,788 km olarak hesaplamış ve her iki noktada yaptığı kutup yıldızı gözlemleri ile yer yarıçapını $R = 6144$ km bulmuştur. Daha sonra Musschenbroek, Snellius'un yaptığı çalışmaları düzeltmiş ve $R = 6399$ km değerini bulmuştur.
- 1669-1670 yıllarında Jean Picard (1620-1682), Fransız Akademisinin isteği üzerine Paris-Amiens meridyen yayını Snellius'un nirengi yöntemi ile yeniden ölçmüş ve yerin çevresini 40 036 km ve yer yarıçapını $R = 6372$ km bulmuştur.

- Yer'in küre olarak büyüklüğünün belirlenmesi konusunda İngiliz Norwood (1663), İtalyan Grimaldi ve Riccioli'nin (1645) çalışmaları da anılabilir. Ancak, bu konuda yeni bir görüş olarak fizikçilerin ortaya koyduğu Yer'in kutuplarda basık bir dönel elipsoid olması gerektiği iddiası jeodezi tarihinde önemli bir dönüm noktası olmuştur. Newton (1643-1727) ve Huygens (1629-1695) yer çekiminin ekvatora yaklaştıkça azalması gerçeğinden yararlanarak, yerin kendi eksenini etrafında dönmesinin dönel bir elipsoid şekli doğurması gerektiğini ifade etmişlerdir. Hollandalı Huygens Yer'in basıklığını $1/578$, Newton ise $1/230$ olarak hesaplamıştır. Bu görüşler, 1737'de Clairault (1724-1765) ve 1740'da McLaurin tarafından kanıtlanmış ve daha sonra Clairault tarafından genelleştirilmiştir.
- Yer'in şekli ve büyüklüğü konusunda araştırmalar günümüze kadar sürmüş ve sürmektedir. Yapay uydularla yapılan ölçüler özellikle Yer'in basıklığı konusunda yeni bilgiler kazandırmıştır.
- 17. ve 18. yüzyılda ilk gravite ölçümleri katı ve deforme olabilir cisimlerin mekaniğinin gelişimiyle başlamıştır. Gravitenin belirlenmesi için ihtiyaç duyduğumuz uzaklık ve zamanın ölçülmesi, doğal bir nicelik olarak bir uzunluk biriminin tanımı ve gravitenin uzaklığa bağlı değişimler göstermesinin anlaşılmasından sonra da Yer'in biçiminin incelenmesi için gravimetri biliminin kullanılmaya başlaması için yeterlidir.
- Daha sonraki gelişmeler; jeodezi ve jeofizikteki teknolojik olanaklar ve bilimsel amaçların etkileşimi ile yönlendirilmiştir ki burada jeodezik ölçümler ve ekonomik amaçlı jeofizik araştırmadaki pratik amaçların artan bir etkisi vardır. Son üçyüz yıl içindeki gravimetrenin tarihsel gelişiminin diğer bir özelliği yüksek duyarlılıktaki gravite ölçümlerinin kıtaları ve okyanusları kapsayacak biçimde artışıdır.

- Aletsel ve temel kavramlarla ilişkili olarak gravimetri bilimi için dört temel gelişim fazı ayırt edilebilir:
- 1- Kuramsal temelin kurulması (17. ve 18. yüzyıl)
- 2- Sarkaç (pendulum) aletinin gelişimi ve jeodezi ve jeofizikte ilk global uygulamalar (18. ve 19. yüzyıl).
- 3- Gradyometreler ve statik gravimetlerin gelişimi ve jeofizik amaçlar için gravite ölçümleri (20. yüzyılın ilk yarısı).
- 4- Serbest düşmeli (free-fall) aletlerin gelişimi ve jeodezik, jeofizik ve jeodinamik problemler için yüksek duyarlılıklı gravimerik ağların kurulması (20. yüzyılın ikinci yarısı).

Pierre Bouguer

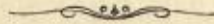


Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

THE
M E C H A N I C S
OF
L A P L A C E.

TRANSLATED WITH NOTES AND ADDITIONS

BY
REV. J. TOPLIS, B.D.,



LONDON:
LONGMANS BROWN & CO.

1814.

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

A TREATISE ON
ATTRACTIONS, LAPLACE'S FUNCTIONS,
AND THE
FIGURE OF THE EARTH.

BY
JOHN H. PRATT, M.A.

ARCHDEACON OF CALCUTTA,

LATE FELLOW OF GONVILLE AND CAIUS COLLEGE, CAMBRIDGE, AND AUTHOR OF
"THE MATHEMATICAL PRINCIPLES OF MECHANICAL PHILOSOPHY."



Cambridge and London
MACMILLAN AND CO.

1865

[The Right of Translation is reserved.]

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Atmosfer Fiziğinin Tarihsel Gelişimi

Ders VII

- Bilimin varoluşundan uzun yıllar önce, insanoğlu, mevsimsel karakteristiklerin açığa çıkardığı gökyüzünü ve değişen hava şartlarına göre onların faaliyetlerinin düzenlenmesini gözlemeye başlamıştır. Kuşkusuz, dikkatli gözlemcilerin daha fazladan, hava olaylarının bazıları hakkında yararlı bilgiler elde etmesi ve insan yararı için onları formüle etmesi olanaklı olmuştur.
- Yakın Doğu'daki eski kültürlerde havanın, tanrılar ve yıldızlar tarafından kontrol edildiğine inanılıyordu. Gökyüzüne ilgi ve gökyüzündeki cisimler ya da olaylar tarafından yaşamımızın kontrol edildiği düşüncesi ilk olarak Babil yazılarında görünmektedir. Bu kontrol düşüncesi Yunanlılar ve Romalılar'ın etkisi altında zayıflamış olmasına karşın, dinsel düşüncenin modern zamanlara kadar etkisinin devam ettiği Batı dünyası edebiyatında ortaya çıkan hava bilgisi ve hava olaylarını kapsayan atasözleri bu düşüncelerini izlerini geniş kapsamda yansıtmaktadır (Pettersen, 1958).

- Batı dünyasında hava olayları üzerine bilimsel olmayan folklorik bilgi dört ana grup altında toplanabilir. Birinci grup atasözleri Ay'ın değişim fazları ile hava olaylarını ilişkilendirir. İkinci grup atasözleri, hava olaylarını insanların veya hayvanların hissedebileceğine dair inançtan gelir. Üçüncü grup atasözleri, gökkuşağı ve haleler gibi optik olaylarla ilişkilidir. Dördüncü grup ise geniş zamanlı olaylar (mevsimler) ve onların geleceğinin kestirilmesi ile ilgilidir. Bütün bunlar halk arasında belirli kurallar oluşturmuştur. Şekil 21'de Orta Çağ'da hava olaylarına nasıl bakıldığına bir örnek olarak bir gravür görülmektedir.
- En yararlı hava kuralları cirrus bulutunun görünüşü ve davranışı ile ilgilidir. Örneğin Vikingler (Yaklaşık MÖ 1000) İzlanda'ya seyahatları sırasında doğru havayı seçebilmişlerdir.

- Bilimsel düşüncenin oluşum aşamasında insan ilk olarak çevresini çeşitli bölümlere ayırmıştır. Eski Yunan'lı bilginler, tartışmalı felsefelerinde, üstümüzdeki hava ve gök (meteoros), altımızdaki yer, yanımızdaki okyanus ve sıcaklığını algıladığımız güneş ve ateş gibi bölümler tanımışlardır. Bu dört bölüm **fiziksel dünyadaki** her şeyi kapsıyordu ve meteoroloji bütün kompleksliği ile merkezde bir bilim olmuştur.

- Modern olarak kullanıldığı şekliyle meteoroloji havadaki olgu ve süreçlerin incelenildiği bilime karşılık gelir ve sadece atmosferik olgu ve süreçlerle ilgilidir. Bununla birlikte, Eski Yunan’da göklerle ilgili tüm olguların incelenemesi “meteorologia” olarak isimlendirilmekteydi. Eski Yunan’lılar yere doğru düşen meteorit, yağmur, kar vb gibi her şeyi “meteoron” (havadaki şeyler) olarak adlandırmışlardır (Genci, 1996).
- Eski Yunan’lıların atmosfer bilimi hakkındaki düşünceleri oldukça doğru bilgileri içermekteydi. Örneğin, M.Ö. 640 sıraları, Thales dört mevsimi güneşin konumundaki değişimlerle ilişkilendirmiştir. Tıp konusundaki çalışmalarıyla bilinen Hippokrates (M.Ö. 5. Yüzyıl) iklim ve havanın insan sağlığı üzerinde etkileri konusunda ilk çalışmaları yaparak bugün biyometeoroloji olarak bilinen çalışmaların öncüsü olmuştur.

- Aristo ilk çağ atmosfer bilimcilerinin kuşkusuz en üstünüdür. M.Ö. 340 yıllarında yazdığı “Meteorologica” isimli eserinde verdiği iklim ve hava üzerine görüşleri Rönesansa kadar meteorolojinin İncili olarak kabul edilmiştir. Ancak onun görüşlerinde bazı yanlışlıklar göz çarpar. Örneğin, o rüzgarın nefes alan yerkürenin kuru ve nemli nefesi olduğuna inanmıştır. Yağmurların yağması konusundaki açıklaması şaşırtıcı derecede bugünkü görüşümüzü andırmaktadır.
- Aristo’nun ısıtılmış havanın yükselmesi ve soğuyarak bulutlara dönüşümü konusundaki görüşleri onu, santimetre mertebesinde bir kaç yüz metre aralıkta değişen mekansal ölçekte kaotik atmosferik hareketlerin incelendiği mikro-meteoroloji biliminin öncüsü yapmıştır. Mikro ölçekte oluşan atmosferik hareketlere bir örnek olarak termaller verilebilir. Yerküre üzerinde her dakika oluşan ve bozulan milyonlarca küçük ölçekli türbülans hareketi vardır. Bu hareketlerden bazılarını ısınma ve soğuma neden olur, diğerleri ise hava dağlar gibi keskin yer yapıları üzerinede akarken oluşabilir. Büyük ölçekli olgular üzerinde bunların etkilerini önceden kestirmek için, matematik analizler ve modellemeler yapılmaktadır. Fakat onların kaotik tabiatı bu görevi zor hale getirmektedir. Ayrıca, yaklaşımlarla kısmen basit matematik terimlerle açıklanabilen idealize fiziksel bir sistem olarak kaos tanımlanır. Böyle yaklaşımlar Ariston’un tarafından bilinmeyen “parametreleştirme” olarak adlandırılmaktadır.

- Arşimet (M.Ö. 278’de doğmuştur)’in hamamdan aniden dışarı çıkıp “Buldum !” (Eureka !) diye bağırduğu söylenmektedir. Bulduğu yasa bugün bildiğimiz suyun kaldırma kuvvetidir. Arşimet’in yasası bugün atmosfer fiziğinde bulutlar üzerindeki çalışmalara uygulanmaktadır.
- Aydınlanma çağına kadar klasik hava ve iklim kavramları etkilerini sürdürmüştür. Aydınlanma çağının öncülerinden biri olan Rene Descartes (1596-1650) bilimsel bakış üzerindeki bazı kuşkuları akıllı ön plana alarak kaldırmıştır. Örneğin, Eski Yunanlılar havanın ağırlıksız olduğuna inanmaktaydılar. Fakat Evangelista Toricelli hava tarafından etkilenen basıncın varlığını göstermiştir. Toricelli, civalı barometreyi icat ederek atmosferin görünmez kuvvetinin örtüsünü kaldırmıştır. Bu ayrıca atmosferik basıncın nicelleşmesine kapı açan anahtar bir kavram olmuştur. 1670 yılında, civalı termometrelerin değişken sıcaklıklara sahip iklimlerde daha güvenilir bir alet olarak kullanımı başlamıştır. Termometrelerle barometrelerin birlikte kullanımı atmosferin görünmeyen süreçlerinin ölçülmesi yönünde atmosfer bilimlerinde bir dönüm noktası olmuştur.

- 17. yüzyılda matematik, fizik ve kimyadaki gelişmeler yeni gözlem aletlerinin icadıyla yeni boyutlar getirmiştir. Bu süreçlere örnek olarak, Robert Boyle'nin 1661 yılında “**sabit sıcaklıktaki basınç ve yoğunlukla ilişkili gaz yasasını**” keşfi ve Newton'un 1666'daki kompleks meteorolojik problemlerin çözümünde kullanılan **diferansiyel hesabı** geliştirmesi verilebilir. Newton'un diferansiyel hesabı dinamik meteoroloji isimli bilimin gelişmesinde dönüm noktalarından biri olmuştur. Dinamik meteoroloji; basınç yoğunluk, sıcaklık, hız gibi fiziksel değişkenler atmosferin gelecekteki durumunu önceden kestirmek için kullanılmaktadır. Bu bilim dalında atmosferik hareketleri yöneten akışkanlar mekaniği ve termodinamiğin temel yasaları, fiziksel değişkenleri içeren kompleks diferansiyel denklemlerle açıklanmaktadır.
- 18. yüzyılda Benjamin Franklin gibi hava olguları ve süreçleri üzerine çalışan bir büyük insan atmosfer biliminin gelişen bilgi birikimine önemli katkılar koymuştur. Yıldırımın elektriksel olgular içerdiği yönündeki iddiasını Franklin, doğada yaptığı tehlikeli bir deneyle kanıtlamıştır.

- 1800’lerde iklim ve hava konusundaki bilinmezlerin bir parçasını da Sir William Herschel açığa çıkarmıştır. Herschel, iklim ve hava araştırmalarında önemli bir faktör olan görünmez infraruj ışınlarını keşfetmiştir. Herschel’in infraruj ışınları, Yer-Atmosfer sisteminin ısısal dengesinin ve ayrıca sera etkisinin anlaşılmasında kritik öneme sahip olmuştur.
- 19. yüzyılda hava konusunda çalışan bütün bilim adamları sinoptik düşük basınç sistemler etrafında gelişen rüzgar hakkında çok fazla şey bilmiyorlardı. Sinoptik meteoroloji, 800 m den 8 km ye kadar yatay olarak yersel ölçekte ve 1 günden 1 haftaya bir yaşam süresinde hava sistemleri ve kısa aralıklı hava tahmini yapma ile ilişkili bir bilim dalıdır. O zamanlar iki düşünce grubu etrafında tartışmalar sürüyordu. William Reifield ve William Reid tarafından önerilen görüş, rüzgarın alçak basınç sistemi etrafında dairesel, saatin tersi yönünde hareket ettiği şeklinde olmuştur. Diğer görüş ise, James Espy tarafından savunulmuş ve rüzgarların doğrudan alçak basınç sistemlerinin merkezine doğru hareket ettiğini öngörüyordu. İki görüş birleştirilerek problem çözülmüştür. Kuzey yarımküredeki alçak basınç sistemi etrafındaki havanın akışı saatin tersi yönünde alçak basıncın merkezine doğru hareket etmektedir. Fırtınaların incelenmesine yönelik bu önemli ilerleme Elias Loomis tarafından 1836’da oluşan bir fırtına üzerinde yapılan dikkatli gözlemler sonucu bir fırtınanın rüzgar sirkülasyonunu açığa çıkarmasıyla yapılmıştır. Espy ayrıca, cumulus bulutlarının oluşumunda latent ısının önemini tanımlamıştır. “Fırtınaların Felsefesi (Bilimi)” (The Philosophy of Storm) adlı eserinde Espy, tornadoların oluşumu ile bağlantılı atmosferik koşulların listesini oluşturmuştur.

- Atmosfer çalışmalarının gelişimine yönelik bilgiler çoğalırken, modern meteorolojinin ekmegi olarak da nitelenen hava tahmini üzerine çalışmalar hala bir çok çevrede yeterli ilgi bulmamıştır. 1700'lerin sonunda, Virginia'da günlük hava değişimlerinin kaydını tutan Thomas Jefferson gibi hava olgusuna ilgi duyan bir kaç kişi vardır. Fakat iklim gözlemleri ABD'de 1812'ye kadar sistematik olarak dikkate alınmamıştır. 1853 yılında, 97 noktada ordu posta servisi ayrıntılı günlük kayıtları tutmaktadır.
- Atmosferin şu anki şartları bilinmeden herhangi bir doğruluk derecesiyle rüzgarın gelecekteki durumunu önceden belirlemek zordur. Hava gözlemlerine ilişkin ağların çoğalması ilk hava haritalarının oluşumuna öncülük etmiştir. Televizyon hava haber bültenlerinde kullanılan modern bilgisayar grafikleriyle kıyaslandığında, ilk hava haritaları oldukça ilkel gözükürler. 1849'da ilk olarak telgrafla hava tahmini gözlemleri farklı bölgelere aktarılmıştır. 1860 yılında 500 ayrı yerden elde edilen veri, Amerika'nın ilk hava tahmin verisini oluşturacak şekilde yapılanmıştır. 1870'de Amerikan Kongresi, ulusal bir meteoroloji servisini kurmuştur. Ajansın görevleri, hava gözlemlerini toplamak ve Büyük Göller ve Kıyılar boyunca navigasyona yardımcı olacak şekilde fırtınaların önceden belirlenmesi olarak tanımlanmıştır. Yeni hava servisi ayrıca, ulusal iklim kayıtlarını tutmakla da görevlendirilmiştir. 1891'de bu ajans, Birleşik Devletler Hava Bürosu (US Weather Bureau) olarak adlandırmış ve yönetim olarak tarım bakanlığına bağlanmıştır. Buradaki gözlemleri tarıma bağlı olarak da genişletilmiştir. Havacılık amaçlı hükümetin hava tahminleri, hava postasına hizmet etmek üzere 1918'de başlamıştır. Doğru bir tahmin yapmada en önemli kavramlardan biri olan sıcak ve soğuk hava cephelerinin varlığı 1930'lara kadar keşfedilememiştir.
- I. Dünya Savaşı'ndaki savaş stratejileri siperlerin yapısı üzerinde yoğunlaşmış ve hava koşulları bunların inşasında önemli bir faktör olarak rol oynamıştır. Norveçli Jacop Bjerknes, cephe (front) olarak adlandırılan bir sınır yakınında sıcak ve soğuk hava kütlelerinin mücadelesinin kavramsal temellerini oluşturmuştur. Bu kavramsal cephe modeli ve hareketi, hava tahmininde temel bir dönüm noktası olmuştur.

- Modern askeri operasyonlar diğer meteorolojik keşiflere de öncülük etmiştir. II. Dünya Savaşı sırasında, radar ilk olarak düşman uçakları ve gemilerinin yerlerini bulmada kullanılmıştır. Savaşın sonra, radar teknolojisi atmosferin sivil amaçlar için incelenmesinde kullanılmıştır. 1959'da Ulusal Hava Bürosu, ulusal radar ağını kurmuştur.
- Jet Stream'in keşfi dinamik ve sinoptik meteoroloji için bir dönüm noktası olmuştur. Fırtınaların gelişimi ve hareketindeki bilinmeyen bağlantı noktaları böylece bulunmuştur. Örneğin, yıllarca fırtınaların hareketi üzerine yapılmış dikkatli gözlemler, jet stream'in hızına eşit bir hızda fırtınaların hareket ettiğini açığa çıkarmıştır. 1950'lerdeki yüksek hızlı bilgisayarların gelişimi ile, Jet Stream'in hareketini yönlendiren dinamik meteorolojinin karmaşık zaman bağımlı denklemleri, Sayısal Hava Tahmini olarak adlandırılan yeni bir disipline yol vererek çözülmüştür. Bugün Washington dışında konumlandırılan Ulusal Meteoroloji Merkezi'nde, Kuzey yarımküredeki jet stream'lerin geniş ölçekte özelliklerinin araştırılması bilgisayara dayalı olarak yapılamaktadır.
- 1930'ların sonlarında, elektronik aletlerle donatılmış yükseklerle uçabilen balonlar, sıcaklık, basınç ve nemliliği yüksekliklerde ölçebilecek şekilde çalıştırılmaya başlanmıştır. Bugün radyosonda adı verilen hava balonlarından oluşan dünya çapında bir ağ (network) kurulmuştur.

- 1950'lerde bilgisayarların gelişimi ile, hava tahmininde devrim yaşanmıştır. Atmosferik hareketleri yönlendiren karmaşık matematik denklemleri çözmek için geniş ölçüde kullanılmaktadır. Kısa dönemli hava tahmini elde etmek için milyonlarca hesaplama gereksinin duyulmaktadır.
- 1 Nisan 1960'da, yörüngesine oturtulan ilk hava uydusu olan TIROS-I ile uzaydan bulutlar hakkında bilgi elde edilmiştir. Gökyüzündeki bu kozmik göz (bir televizyon kamerasıyla donatılmış uydu), 725 km lik yükseklikte yörüngesine oturtulmuş ve sinoptik hava sistemlerinin gelişimi, hareketi ve etkileşimi üzerine bilim adamlarına yeni bir olanak sağlanmıştır. Uydu meteorolojisi hızla gelişmektedir. Bugün hava uyduları toprak ve okyanus sıcaklıklarını ölçebildikleri gibi atmosferik su buharını da izlemek olanaklı olmaktadır. Ayrıca, uydular çeşitli yerlerdeki yağış miktarlarını ölçebilecek kapasiteye sahip olup, taşkın tehlikesine karşı hassas bir zamanlama ile uyarı yapma işlevi de elde etmiştir.
- Uydu çalışmaları ayrıca, 1 km den 100 km ye değin bir mekansal ölçekte olguların incelenmesine olanak tanıyan mesoscale meteoroloji olarak adlandırılan bir bilim dalının gelişimine de öncülük etmiştir.

- Yeni sistemler olarak, Dopler radar, orijinal olarak tıpta geliştirilen X ışınları, CAT Scan'ler, Mağnetik rezonans gibi görüntüleme teknikleri atmosfer bilimine yeni olanaklar oluşturmaktadır.
- 1990'larda Ulusal Hava Servisi (National Weather Service), A.B.D.'de Doppler radarların yaygın olarak kurulması yönünde çalışmalar yapmıştır. 21. yüzyılda temel amaç olarak, insanları ve kaynakları korumaya yoğunlaşarak meteorolojik felaketlerin ayrıntılı incelenmesi olarak belirlenmiştir.

- **AURORA’LAR**

- Yukarı atmosferin gizleri ilk olarak insanın aurora'yı görmesinden bu yana insan düşüncesini meşgul etmiştir. Yunan yazarlar Akdeniz bölgesinde nadir olarak oluşan M. Ö. 6. yüzyılda auoraları tanımladılar. M.Ö. beşinci yüzyılda Aristo “Meteorologia” isimli çalışmasında aurora'ları tartışıp, gökyüzünde onları çatlaklar (chasm) olarak düşündüğü için onu chosmata olarak adlandırmıştır (Chapman, 1968).
- Bir Fransız matematikçi ve astronom olan P. Gassendi, 1621 yılının 12 Eylülünde Güney Fransa'da gözlediği olayı tanımladı ve aurora borealis (kuzey şafağı; şimal fecri) olgusu olarak isimlendirmiştir..
- Yaklaşık bir yüzyıl sonra 1716 yılının 16 Martında İngiliz astronom Halley Londra'da büyük bir aurora gözlemiş ve magnetik kuvvet çizgileri boyunca izlenen magnetik partikülleri içeren bir kuramı formüle etmiştir. Onun kuramı düzgün olarak mknatıslanmış kürenin etrafındaki kuvvet çizgilerini içermiştir. Bütünüyle auroraya atıf yapılan ilk çalışma Fransız bilimler akademisi üyesi J. J. de Mairan tarafından 1733'de yazılmıştır. De Mairan, aurora'nın basit olarak bulut ve buz üzerinde güneş ışığının yansımaları olduğu şeklindeki genel kanıyı yıkmış ve ayrıca 1724'de İsviçreli matematikçi Leonard Euler'in önerdiği kuram kadar Halley tarafından, önerilen kuramı de eleştirmiştir. De Mairan auroranın, yerden oldukça uzakta geliştiğini ve güneşin atmosferi ile ilişkili olduğuna inanmıştır. Açıkça, hem Halley ve hem de de Mairan bizim şimdi doğru olduğuna inandığımız bilgilere sahipti ancak bütün hikaye henüz açığa çıkmamıştı.
- Aurora ile ilgili araştırmanın tarihi bilimsel keşifler ile noktalanmıştır. Aurora ile magnetik alan dağılımının ilişkisi 1741'de Celsius ve Hiorter tarafından keşfedilmiştir. Benjamin Franklin 1779'da Fransız akademisine bir aurora kuramı önermiştir. Önerisinde, tropiklerdeki sıcak havanın "auroral" ışığı oluşturan kutup bölgelerine yüksek bir seviyede artarak seyahat ettiği ifade ediliyordu. Güney Aurora'nın ilk kavranışı aurora dustralis olarak adlandıran kaptan James Cook tarafından yapılan ünlü keşif ile olmuştur. Aristokrat bilim adamı Henry Cavendish olguların oluşumunun yüksekliğini elde etmek için aurora gözlem miktarını kullanmış ve bugün için geçerli olan 84'den 114 km'ye kadar yükseklik değerlerini bulmuştur. Belirgin sarı-yeşil çizgi emisyonu Angstrom tarafından bulunmuştur.

- **AIRGLOW**
- Airglow, 1901'de çok zayıf görülen tek yıldızlardan yararlanarak açıklayan Newcomb tarafından keşfedilmiştir. Daha sonra (1933), Dufay, Newcomb'un açıklamalarının doğru olamayacağını ve "gece gökyüzü ışığının" kaynağının burçlar kuşağına ait ışık ve atmosferik parlaklık olabileceğini göstermiştir. Bu konularda çalışan birçok önemli araştırmacı Van Rhijn, McLennon ve Babcock olmuştur. Dördüncüsü etkin bir şekilde aurora spektrumunu inceleyen Lord Rayleigh, airglow olaylarını "kutupsal olmayan aurora" olarak adlandırmıştır. Airglow mekanizmasının kuramı (ki şimdi de kabul edilmektedir) 1931'de Prof. Sydney Chapman tarafından önerilmiştir.
- Bir iyonosferin varlığı için gerek duyulan tanımsal deneyler İngiltere'de (1925) dalga girişim tekniğini çalıştıran Appleton ve Bernet ve Birleşik Devletlerde (1926) Puls yöntemini kullanan Breit ve Tuse tarafından yapılmıştır. Daha sonraki teknik (bir puls'un aktarımı ve yansımış tabakadan onun yankısının alınması arasında ölçülen zaman gecikmesi) bugün yer istasyonlarından iyonosferin araştırılması, monitörlenmesi için kullanılmaktadır. Appleton'a, iyonosferdeki yansıma tabakasının isimlendirilmesini de borçluyuz. O, bu tabakayı elektrik alan şiddetinden gelen E ile F tabakası olarak adlandırmıştır.
- İyonosfer tabakalarının formasyonunun nicel bir kuramını ilk olarak 1931'de Chapman formüle etmiştir. Onun çalışması hala birçok çağdaş iyonosferik hesaplamaların temeli olarak kullanılmaktadır.

- **İYONOSFER**

- İyonosfer hakkında ilk düşünceler 1878'de Balfour Stewart tarafından ortaya konan jeomağnetik alanın günlük değişimlerinin kuramında ortaya atılmıştır. Gauss'un, "Yer Mağnetizmasının Genel Kuramı" isimli kitabı yukarı atmosferdeki elektrik akım sistemleri ile ilişkilidir. İyonosferin varlığının deneysel olarak kanıtlanması, Marconi'nin Newfoundland'dan Cornwall'e telgrafla bilgi aktarımı yapıldığı zaman olan 1901'de sağlanmıştır. Marconi'nin çalışmasının kabulü için kuramsal neden 1902'de iki bilim adamı Kennelly ve Heaviside (bağımsız olarak çalışmışlardı) tarafından oluşturulmuştur. Bu iki bilim adamı radyo sinyallerinin yaklaşık 80 km yüksekliğindeki iletken bir iyon tabakası tarafından sapıtılmış olacağını önermişlerdir. Bu tabaka uzun yıllar Kennelly-Heaviside tabakası olarak isimlendirilmişlerdir.

(10) 1970 I
DYNAMIC METEOROLOGY
AND HYDROGRAPHY

BY

V. BJERKNES

PROFESSOR AT THE UNIVERSITY OF CHRISTIANA

AND

DIFFERENT COLLABORATORS



109636
11 5-11

WASHINGTON, D. C.

PUBLISHED BY THE CARNEGIE INSTITUTION OF WASHINGTON

1910
Digitized by Microsoft®

BULLETIN
OF THE
NATIONAL RESEARCH COUNCIL

February, 1931

Number 79

PHYSICS OF THE EARTH—III
METEOROLOGY

Prepared under the auspices of the
Subsidiary Committee on Meteorology¹

Division of Physical Sciences
with the Cooperation of
Division of Geology and Geography
and
American Geophysical Union
National Research Council

¹The members of this committee are: Herbert H. Kimball, *Chairman*; Willis R. Gregg, Alfred J. Henry, William J. Humphreys, Charles F. Marvin, Carl-Gustaf Rosby, Richard Hanson Weighman, Hurl C. Willett, Edgar W. Woolard.

PUBLISHED BY THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL
OF
THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
WASHINGTON, D. C.

1931

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

MÖ 550 (yaklaşık)	Anaximander havanın akışı olarak rüzgarı tanımladı.
MÖ 440 (yaklaşık)	Hipocrates, tıpla ilgili kitabı “havalarda sular ve alanlar”da sağlık üzerine iklimin etkilerini araştırdı
MÖ 350(yaklaşık)	Aristo, yıldızlar, astronomi ve oşinografiyi de kapsayacak biçimde “Meteorologica”yı yazdı
MÖ 300 (yaklaşık)	Theophrastus (hava tahmini kuralları içeren) Sıvılar kitabını yayınladı
MS 850 (yaklaşık)	Rüzgar güllü kullanılmaya başladı
MS 1330 (yaklaşık)	Oxford’da William Mele ilk hava kayıtlarını tuttu
MS 1500 (yaklaşık)	Leonardo da Vinci daha gelişmiş bir rüzgar güllü (wind vane) ve hava nemi aleti yaptı
MS 1593	Galileo termometreyi buldu.
1662	Francis Bacon’un “Rüzgarlar” isimli eseri yayımlandı
1643	Torricelli barometreyi keşfetti
1646-1648	Pascal, Periers, Descartes, yükseklik ile basıncın azaldığını gösterdi
1661	Hook anometre (rüzgar hızını ölçen alet)yi icat etti
1661	Boyle Gaz yasasını (basınç hacimle ters orantılıdır) keşfetti
1664	Dünyadaki en uzun hava gözlemleri sekansı Paris’te başladı
1667	Edmund Halley, Alize rüzgarlarını (trade wind) buldu
1687	Dampier, tropik fırtınanın dönmeli karakterini keşfetti
1714	Fahrenheit sıcaklık ölçeği tanımlandı
1735	G. Hardley, yerin dönme etkisini de içerecek biçimde Alize rüzgarlarını tanımladı
1736	Centigard sıcaklık ölçeği tanımlandı
1743	Benjamin Franklin, elektrik yükü sahip olan şimşegi keşfetti
1749	ABD’de en uzun süreli hava gözlemleri sekansı başladı
1780	Joseph Priestley ve Carl W. Scheel; Oksijeni keşfetti ve yalıtı.
1780	John Black, havada karbondioksidi keşfetti
1782	Mongolfier kardeşler sıcak hava balonları kullanarak atmosfere yükseldiler
1783	A. Lovosier, havada azot ve oksijeni tanıdı
1784	Meteorolojik balonun ilk kullanımı gerçekleştirildi
1800	John Dalton, (esas ilgisi meteoroloji idi) su buharlaşma konsantrasyon değişimlerini ve üretilen yoğunlaşmadaki (condensation) genişlemenin rolünü açıkladı
1802-1803	Lamarck ve Howard tarafından ilk buhut sınıflama sistemi ortaya kondu
1804	J. Gay-Lussac ve J. Biot, hava örnekleri alacak biçimde bir balonda yaklaşık 7 km yükseldi
1806	Amiral Beaufort, yelkenler için rüzgar ölçeğini buldu
1800-1815	Chevalier de Lamarck, Pierre La Place, Lovosier ve diğ. tarafından hava gözlemlerinin ilk uluslararası derlemesi yapıldı

1821	William Redfield tarafından yapılan ilk ABD hava haritası
1825	August tarafından psirometrenin tasarlanması
1827-1840	H.W. Dawe, fırtınaların yasasını içerecek biçimde atmosferik modeller geliştirdi
1837	Poriellet tarafından, güneşlemenin ölçümü için pythliometrenin icadı
1837	W. Redfield, siklonlar etrafındaki rüzgarların dönmelerini gösterdi
1841	James Espy, fırtınaların hareketi ve gelişiminin yollarını gösterdi
1844	Gaspard de Corolis, hareketler üzerinde Yer'in dönmelerinin nicel olarak etkilerini gösterdi
1855-1875	Birçok ulusal meteoroloji servisi dünya çapında halk için hava tahminine başlamak üzere kuruldu
1865	Antisiklonlar keşfedildi
1865	Hava haritalarının üzerine izobarların ilk kullanımı
1882	Ramsay ve Rayleigh, atmosferdeki argonu açığa çıkardı
1888	H. von Helmholtz, atmosferde dalgaların önemini gösterdi
1902	Stratosferin varlığı Bort ve Asman tarafından (serbest balonlarla ölçüm aletinin yüksekliğiyle) keşfedildi. Teisserenc de Bort; "troposfer, tropopaus ve stratosfer terimlerini ortaya koydu.
1902	Kenedy ve Heavyside tarafından iyonosfer öngörüldü
1913	Atmosferde ozonun varlığı Fabry ve Buisson tarafından rapor edildi
1918-1921	V.Bjerknes, H. Solberg ve J. Bjerknes tarafından kutuplar boyunca fırtınaların kutup cephesi ve gelişim kuramı ortaya kondu
1922	Ricardson'un "sayısal işlemlerle hava kestirimi" isimli kitabı. Matematik denklemler kullanılarak hesaplama ile hava tahmininde ilk girişim yapıldı
1925	Radyo dalgaları kullanılarak iyonosfer araştırmaları gerçekleştirildi
1925	Radyo sonda istasyonları ile sondaj yapılarak üst havanın artan yoğunluğu, yaklaşık 25 km'ye kadar atmosferin üç boyutlu ayrıntılı yapısının ortaya konması
1928-1930	Sıcaklığın, nemin, basınç ve rüzgarın yüksek seviyelerde ölçümünü düzenli hale getiren radyo sondanın gelişimi
1940-1944	Jet stream'in keşfi
1946	Roket ve uçaclarla atmosferin yüksek seviyelerinin araştırılması
1949	Atmosferdeki hareketin yüksek hızla elektronik bilgisayarlarla hesabı
1957 (Ock. 4)	SSCB, ilk insan yapımı uydusu Sputnik I'i fırlattı
1957-1958	Uluslararası Jeofizik Yılı
1958 (Ock. 31)	ABD, kendi ilk uydusu Explorer I'i fırlattı.

Jeotermi- Fiziksel Volkanoloji'nin Tarihsel Gelişimi

Ders VIII

Jeotermi'nin Tarihsel Gelişimi

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Ege ve Akdeniz bölgeleri gibi dünyanın önemli volkanik alanlarında yaşayan insanlar için, yer içinden gelen ısı düşüncesinin, uzun süreden beri bilinmekte olduğu kesin gibidir. Ancak, yer bilimleri, bu ilk dönemlerinde güçlü bir yapıya sahip olmadığından, yer altındaki sıcaklıklar üzerine güvenilir çok az bir bilgi vardır. Eski Yunanlılar **Yeraltı Dünyası**'nı belirli tanrıların ve ölen kişilerin ruhlarının ikametgahı olarak düşünmeyi tercih etmişlerdir. Diğer dinler de, **Yeraltı Dünyası**'nı ruhların cezalandırma yeri olarak düşünme eğilimini göstermişlerdir. Yer içindeki çok yüksek sıcaklıklar çoğu zaman cezanın verildiği yer olarak düşünülmüştür. Örneğin Ortaçağ hristiyanlarının ve müslümanlarının cehennem kavramı, budistlerin avichi kavramı bunlara örnek olarak verilebilir. Diğer yandan, İnkalar, kötü insanların ruhlarını yerlatındaki soğuk bölgelerde kalarak ceza göreceğine inanıyorlardı. Budizm'de ise soğukla olduğu kadar sıcakla da cezalandırmaya yönelik inanç vardı (Jassop, 1990). Romalılar kişisel temizlenme amacıyla doğal sıcak suyu kullanmışlar. Tarihsel Roma hamamları bugün bile işlevlerini sürdürmektedir.

- Yer içindeki yüksek sıcaklıklar hakkındaki bilinen ilk orijinal çalışma 1619'da J.B. Morin tarafından yazılmıştır. Bununla birlikte, Morin'in çalışması, madencilik konusunda çalışmalarıyla dönemin bilinen en yetkin kişisi olan Agricola'ya ve çalışmasında kullandığı materyale hiç atıfta bulunmamıştır. Robert Boyle, 1671'de günümüzde yer ısısı çalışmalarında da sorulan bir çok soruyu gündeme getirmiştir. Yeraltındaki sıcaklıklara ilişkin 18. yüzyılda çok az bilgi vardır. Konu 1863-1883 ve 1935-1939 yılları arası Britanya Birliği Komitesi (Commitee of the British Association) tarafından ciddi biçimde gündeme getirilmiştir..

- Sıcaklığın duyarlı ve doğru olarak ölçülmesi yönünde yöntemlerin gelişimi ünlü bilgin Galilei'ye kadar gitmektedir. Galilei'nin, 1592 dolaylarında geliştirdiği termometre, ters çevrilerek ağzı bir kaptaki sıvıya daldırılmış uzun bir cam şişeden oluşuyordu. Şişenin içinde kalan havanın sıcaklık değişimleri sonucu genişip büzülmesi, şişe boynundaki sıvı sütununun alçalıp yükselmesine neden oluyordu. Bu alette önceleri renkli su ve alkol, sonraları ise cıva kullanılmış, sıcaklık değişimlerini duyarlı olarak belirlemek için alete sıvı sütunu boyunca bölmeli bir ölçek yerleştirilmiştir. 18. Yüzyılın başlarına gelindiğinde, 35 kadar farklı sıcaklık ölçekleri geliştirilmiş bulunuyordu. Alman fizikçi Daniel Gabriel Fahrenheit, 1700-1730 arasında gerçekleştirdiği buzun erime sıcaklığını 32 derece, insan vücut sıcaklığını 96 derece olarak alan bir ölçek kullanmıştır. Bu ölçekte suyun donma noktası (32 derece) ile kaynama noktası (212 derece) arasındaki aralığı 1/180 aralıkta derece olarak adlandırılan sıcaklık birimini oluşturmuştur. 100 derecelik (santigrad) ilk ölçeği İsveçli astronom Anders Celsius 1742'de gerçekleştirmiştir. Celsius, suyun kaynama noktasını sıfır, karın erime noktasını da 100 derece olarak almıştır. Sonradan bu ölçek ters çevirilmiş, soğuk uç sıfır, sıcak uç ta 100 derece olarak kabul edilmiştir. Yaygın olarak kullanılan bu ölçek 1948'e değin santigrad ölçeği olarak anılmış, bu tarihte adı Celsius ölçeği olarak değiştirilmiştir. İngiliz fizikçi Thomson (Lord Kelvin), Celsius dereceyi kullanan ama sıfırı mutlak sıfırda (-273.15 0C) olan yeni bir sıcaklık ölçeğini 1848'de ortaya koymuştur. Bu ölçeğin sıcaklık birimi Kelvin olarak adlandırılmıştır.

- Ondokuzuncu yüzyıl başlarına kadar ısı ve ısıyla ilişkili bir çok olay her cismin içinde olduğu kabul edilen “kalori” adlı bir nesnenin varlığı ile açıklanmaktaydı. O günkü inanışa göre, sıcak bir cisim soğuk bir cisimden daha fazla kalori içeriyordu. Her iki cisim bir araya geldiğinde, sıcak olanı bir miktar kalori kaybediyor, soğuk olanı da bir miktar kalori kazanıyordu ve böylece her iki cisim de aynı sıcaklığa erişiyorlardı. Isı iletilmesi veya çeşitli maddelerin kalorimetreler içinde karıştırılmaları gibi bir çok olay bu kuram kullanılarak başarılı bir biçimde açıklanabilmekteydi. Günümüzde ısının bir “nesne” değil, bir enerji türü olduğu iyice açığa çıkmıştır. Bu konuyla ilgili ilk gözlem, Bavaria Kontu Benjamin Thomson (1753-1814) tarafından yapılmıştır. O tarihlerde Kont Runford, Bavaria hükümeti için top namluları ihmal etmekteydi. Matkapla oyulan namlular fazla ısınmasın diye içleri su ile dolduruluyor, su kaynayıp buharlaştıkça, yeniden su dolduruluyordu. Yaptığı deneylere göre tamamen mekanik bir işlem olan delme, suyu ateşe tutmakla aynı etkiyi oluşturuyor ve suyu kaynatıyordu. Bu gözlemle oluşmaya başlayan yeni düşünceye göre, kap içindeki suyu bir ısı kaynağı (ateş) ile ısıtabileceğimiz gibi, mekanik iş yaparak ta ısıtabiliriz. Zira gerek mekanik iş gerekse ısı bir enerji türüdür. Bir sisteme yapılan mekanik iş ile o sisteme daha yüksek sıcaklıktaki bir kayaktan ısı sağlamanın etkilerinin tamamen aynı olduğu James Joule (1818-1889) tarafından yapılan deneyler sonucu anlaşılmıştır. Böylece, iş ve ısının birbirine eşdeğer olduğu kanıtlanmıştır (Haliday ve Rusnik, 1988)

- Temel fiziksel parametre olarak sıcaklığın ölçülmesi ve ısı kavramları üzerine düşüncelerin gelişimini gördükten sonra geçmişten günümüze yer içinin ısısal tarihçesine kronolojik olarak bir göz atalım. Yeryuvarı'nın içindeki sıcaklıkların araştırılması uzun bir tarihi süreçtir. Volkanların varlığı yer içinin bazı bölümlerinin sıcak olduğuna ilişkin ilk çağlardan bu yana bir kanıt oluşturmuş olmalıdır. Birkaç on metre ya da daha derinlerdeki madenlere inildiğinde derinlik ile sıcaklık genel olarak artmakta olduğu keşfedilmiştir. Agricola (1530), yaptığı madencilik çalışmalarında evinin yakınında 365m ve ayrıca, Kuttenburg'da 914 m derinlikte madenlerle ilgili gözlemlerini anlatır. Fakat Agricola'nın bu madenlere ait hiç bir sıcaklık gözlemi ortaya koymaması (çünkü bu derinlikle birlikte sıcaklık da artacaktı) bizleri bu kadar derin madenlerin o dönemde olamayacağı sonucuna götürmüştür.
- R.Boyle (1671), sıcaklık konusunda gözlemsel bilgiler sunan Morinus isimli bir bilim adamının adını çalışmalarında belirtmiştir. Boyle'nin Morinus diye bahsettiği kişi büyük olasılıkla Fransız anti-Kopernikçi astronom J.B. Morin'dir. Bullard (1965) çalışmasında; yer içindeki yüksek sıcaklıklar hakkında Morin'in görüşleri olduğunu kabul etmektedir.

- 16. ve 17. yüzyıl Alman maden literatürünün araştırılması kuşkusuz yer içindeki yüksek sıcaklıklar hakkında bir diğer değerli kaynakları sağlamıştır.
- Yeraltı sıcaklıkları hakkında sistematik olarak ilk tartışmalar önemlidir ve bunlardan bir kaçının Boyle tarafından yapıldığı bilinmektedir. Robert Boyle; hiç derin madenlere inmemiş fakat güvenilir kişilerden, özellikle, Macar madenlerini 1699'da ziyaret etmiş fizikçi Brown'dan aldığı bilgileri yorumlamıştır.
- Boyle, yeraltında onlarca metre genişliğinde üç bölge düşünmüştür. Çalışmasında, o doğru bir biçimde sıcaklığın yıllık değişimlerinin yerin yüzeyinden bir miktar aşağılara doğru nüfuz edebileceğini söylemiş ve bunu birinci bölge olarak tanımlamıştır. Boyle'nin ikinci bölgesi, birinci bölgenin altına uzanan soğuk bir bölgedir. Boyle, Marinus ve diğerlerinin söylediklerinden yola çıkarak Macar madenlerinin üst kısımlarının soğuk olmasına karşın İngiliz madencilerin soğuk bölgeyi anmadıklarının söyler (Büyük olasılıkla Marinus madenleri yazın ziyaret etmiş ve soğuk bulmuştur). Buna karşın, Boyle bugün bizim bugün var olmadığını bildiğimiz soğuk bir bölge olduğuna inanma eğilimi gösterir. Boyle 3. bölgesini sabit ve sıcak bir bölge (ancak üniform olmayan ve bazı alanlarda oldukça sıcak) olarak tanımlamıştır.

- Boyle, yer ısısının kökenini, sıcaklık ve ısı niceliği arasında kesin/belirgin ayırım yapılmadığı bir çağda yazdığı eserinde, insanların belirli cisimlerin doğuştan sıcak ya da soğuk özelliklere sahip olarak eğilim taşıdığına inanıldığı bir durumda, tartışmış ve tahmini olarak sıcaklığın derinlikle artmasının nedeninin yeraltı bölgelerinin bu derin kısımlarının yapısı nedeniyle olduğunu ve Yerküre'nin bugün ulaşamadığımız derinliklerinde oldukça sıcak alanlar bulunduğunu ifade etmiştir. Boyle araştırmasında; yer'in içindeki ısı kaynakları nedeniyle derinlik ile sıcaklığın gözlenen artışını yorumlamış ve ısıнын transferini oldukça çağdaş bir düşünceyle “iletim” ve “maddenin hareketi” kavramlarıyla tartışmıştır. O, yazdığını söylediği ve bugün ulaşamadığımız “Yeraltı Ateşlerinin ve Isılarının Tartışılması” (Discourse of Subterranean Fires and Heats) isimli eserinde bu konuları tartıştığını belirtmiştir.
- 18. yüzyılda yeraltı sıcaklıklarına çok az ilgi vardır. Prestwich tarafından derlenmiş ısıya ilişkin bir kaç ölçüm ve 19. yüzyılın ilk yarısında Arago (1856) ve Humbolt (1848) tarafından konu üzerine yapılmış tartışmalar vardır.

- Alexander Von Humboldt, Kozmos adlı eserinde, Yerküre'nin soğuması ve katılaşması kavramlarını tartışmıştır. Humboldt, derin artezyen kuyularından gelen sıcak sulardan, madenlerdeki kayaların sıcaklıklarının ölçümlerinden, yer içindeki yüksek sıcaklıkların kanıtı olarak volkanik aktiviteden ve dolayısıyla yerin sıcak kökenli olması gerektiğinden bahsetmiştir. Humboldt ayrıca, yerin gelişiminde bir akışkan fazın oluştuğunun kanıtı olarak yerin küresel biçimini gözönüne almıştır ve depremle ile volkanik aktivite arasındaki ilişkiye de dikkati çekmiştir. Depremlerin, yer içinin akışkan bölümlerinde bulunan sıkıştırılmış (sıkışmış) akışkanların ve buharın ani hareketinin bir sonucu olarak oluştuğunu varsaymış ve aktif volkanları da büyük depremlerin güvenlik sübapları olarak düşünmüştür. Kozmos adlı eserinin beşinci ciltinde, dünyanın çeşitli yerlerindeki artezyen kuyulardan ve sondajlardan elde edilen bazı sıcaklık verilerini değerlendirmiştir.

- Ondokuzuncu yüzyıl dolaylarında, Cordier (1828), Forbes (1849), Arago (1856), Thomson (1860), Stapff (1884) ve Prestwich (1886, 1895) gibi çeşitli araştırmacılar yeraltı sıcaklıklarına ilişkin kendi ölçümlerini veya daha önceki ölçümleri ve bunların sonuçların analizlerini yayınlamışlardır. Örneğin, Forbes ve Thomson (Lord Kelvin)'un çalışmaları, Edinburg Kraliyet Gözlemevi yakınlarında 1837'den başlayarak 18 yıllık bir dönem içinde haftalık olarak yapılan bir seri önemli sıcaklık ölçümlerinin elde edilmesini ve analizini kapsamaktadır.
- 19.yüzyılın ortalarına kadar çalışmaların azlığı ve bu çalışmaların sadece sıcaklık gradyentine yönelik olması ancak ısısal iletkenliğe ait bilgi bulunmaması dikkat çekicidir. Bundan dolayı ısısal gradyentteki değişimlerin ısı akısından mı yoksa iletkenlikteki değişimden mi kaynaklandığını söylemek olanaklı değildir. 1868'de "Karalar ve Su altındaki çeşitli lokasyonlarda yeraltı sıcaklığının artış miktarını saptamak için" Britanya Birliği (British Association) tarafından bilimsel bir komite kurulmuştur. Bilimsel Komite'nin sekreteri olarak J.D. Everett ve üyesi olarak Lord Kelvin, 1868 ve 1888 yılları arasında yapılan çalışmalarla 60 adet bilimsel rapor oluşturulmuştur. Sıcaklık gradyentinin ölçülmesi yanında bir çok kayacın ısısal iletkenliği de belirlenmiş ve 1.3 mikro-kal/cm² sn lik ısı akısı değerini bugünküne oldukça yakın bir biçimde elde (bugünkü 1.5) etmişlerdir. Onların buldukları sonuçların Yeryuvarı'nın evrimi ve yaşı konusundaki önemi (L. Kelvin uğraşmıştır) ve sıcaklık bilgilerinin madencilik uygulamalarındaki yararı nedeniyle, bilimsel Komite'nin çalışmaları teşvik görmüştür. 19. Yüzyıl'da elde edilen bilgi ve deneyimin tamamı Prestwich isimli araştırmacı tarafından toplanmış ve tartışılmıştır. Bu dönemde önemli bir tartışmayı da Fischer (1889) isimli araştırmacı yapmıştır.

- Britanya Birliği Komitesi'nin çalışmasının eksikliği, ısı akısını hesaplamakta kullanılan ısısal iletkenliklerin gerçek iletkenlikleri olmayışı olmuştur. Bununla birlikte, ölçümlere dayanarak yapılan ısı akısı belirlemeleri ilgili kayaç türlerinin “tipik” örnekleri ile yapılmıştır. Bu eksikliğe karşılık, Sir H. Jeffreys, Britanya Birliği'ne “sıcaklık gradiyentinin bulunduğu yerdeki maden ve sondajlardaki kayaçların ısısal iletkenliğinin doğrudan belirlenmesini” gözönüne alan başka bir Komitenin kurulmasını önermiştir. Bu Komite 1935'de başkan olarak E. Griffiths ve sekreter olarak D.W. Philips'den oluşmuş ve 1935 ile 1938 yılları arasında konu ile ilgili 5 adet bilimsel rapor oluşturmuştur. Komite'nin deneysel alışması Benfield (1939) ve Bullard (1939) ile gerçekleştirilmiştir.
- Denizlerde ilk lüm Pasifik'te 1950'de Revelle ve Maxwell (1952) tarafından “Capricorn of the Scripps Institution of Oceanography” seferi ile yapılmıştır. Benzer alet donanımı Atlantik'te 1952'de Bullard (1954) tarafından kullanılmış, Atlantik ortası sırtta yüksek ısı akısı değeri 1956'da ölçülmüştür.

- Alet teknolojisindeki gelişmelerle %89'u denizlerde olmak üzere yerküre üzerinde 3000 den fazla ısı akısı değeri elde edilmiştir. Bununla birlikte, hala ölçüm dağılımı istenilen düzeyde değildir. Dünyanın pek çok yerinde hala ölçüm yapılmamıştır.
- Yer içindeki ısı kaynaklarına dönüldüğünde kesin olarak çözümsüz bir problemle karşılaşılır. Yer'in ısısal durumuna ait çıkarımlar elde edebilmek için sadece yer'in yüzeyindeki sıcaklık ve ısı akısına ait sınırlı koşullarda bilgi vardır. Özellikle bugün ısıнын radyal (yani yeryarıçapı boyunca) dağılımı hakkında ya da yer içindeki ısı kaynakları veya ısıнын yer içinde nasıl (iletişimsel, ışınsal, konveksiyonla) iletildiğine dair doğrudan bir bilgiye sahip değiliz. Ayrıca, Yerküre'nin oluşumundaki başlangıç sıcaklığı ve fiziksel yapısı hakkında çok fazla şey bilinmemektedir. Bu örneklerde çok geniş bir araştırma/tartışma alanı vardır. Konu, şayet sıcaklığın yer yarıçapının bir fonksiyonu olarak belirlenebildiği taktirde son bulacaktır. Mantonun üst bölümlerinde bu olanaklı olabilir; elektriksel iletkenlik, mağnetik değişimler ve yer akımlarının incelenmesiyle bu bölgenin ısısal özellikleri bulunabilir.

- Yeryuvarı ısısının incelenmesinde en büyük katkının gelecek yıllarda manto materyali hakkında bilgilerimizin artmasından; onun kimyası ve radyoaktivitesi üzerine laboratuvar deneylerinden ve de onun ısısal, elektrik ve mekanik özelliklerinden geleceği olası gibi görülmektedir (Bullard, 1965).
- Jeotermal ya da jeotermik araştırmalar bugün, çeşitli bileşenlere ayrılmıştır. Bu jeotermik araştırmalar, Yer içindeki sıcaklık ve ısı dağılımının belirlenmesi, ısı akışı, ısı üretimi, yer materyallerinin ısısal özellikleri, volkanoloji, jeotermal enerji, hidrokarbon formasyonu, akışkan akışı, buzul bölgeler (permafrost)'e yönelik olarak yoğun bir şekilde yapılmaktadır (Jassop, 1990).

FİZİKSEL VOLKANOLOJİNİN TARİHÇESİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Yanardağlarla İlgili Mitoloji ve İlk Kuramlar

- Dünyadaki hiçbir olay insanlar için yanardağlar kadar ilgi çekici olmamıştır. Çok eski zamanlarda volkanlar korku ve merakla izlenmiştir. Onları incelemek hatta incelemesini düşünmek dahi çok tehlikeli bir davranış olarak kabul edilmiştir. Örneğin, milattan önce yaşamış olan Latin şairi Virgilius'un da (M.Ö. 70 - M.Ö. 19) belirttiği gibi, dünyanın en aktif yanardağlarından biri olan Etna, gazaba gelen ilahların bir dev olan Enceladüs'ü gömdükleri yer olarak düşünülmüştür. Bu dağ ve çevresini sık sık sarsan depremlerin ise, Etna'nın altında gömülü olan bu devin arada sırada yaptığı kurtulma çabalarından meydana geldiği sanılmıştır. Kuşkusuz bu koşullar altında, yanardağları incelemek hatta düşünmek dahi büyük bir hata olacaktır (Sür, 1972).

Klasik Efsaneler

- Sicilya'daki Etna ve Napoli Körfezi kıyısındaki Vezüv gibi dünyanın en aktif yanardağlarından bazıları Akdeniz'de eski uygarlıkların merkezleri yakınlarında bulunmaktadır. Bu nedenle, klasik literatürde yanardağlara değinen eserlerin bulunması, efsane ve masalların çoğunun volkanlarla bağlantılı bulunması doğal kabul edilmelidir. Dolayısıyla, bu folklör zenginliği eski çağlardaki yanardağ faaliyetleri hakkında önemli bilgi kaynağı olmuştur. Bu konuda bir çok örnek verilebilir. Örneğin, Yunan mitolojisinde ateş ilahı olarak bahsedilen ve yanan, parlayan anlamına gelen Hephaestus adı büyük olasılıkla yanardağların etkisinde verilmiş isimdir. Bir diğer klasik efsane de Roma mitolojisinde adı geçen Vulcan'dır. Buna göre, Vulcan bir ateş ilahıdır ve Kuzey Yunanistan'da, Olympus dağındaki ocağında Apolo ve Diana için oklar, Achilles için kalkan ve Hercul için de zırh yapmıştır. Yanmakta olan bu dağ, aslında Vulcan'ın ocağından çıkan alev ve dumanların görüldüğü bir tepedir. Vulcan, adı geçen ilahları yenilmez yapan silahları bu ocakta yapmıştır. Ancak, şairler Vulcan'ın atölyesi olarak düşünülen yerleri birbirinden farklı yanardağlar olarak belirtmişlerdir. İnançlara göre, duman çıkaran dağlar Vulcan'ın ocağının bacasının bulunduğu yerlerdir ve yanardağın püskürmesi esnasında beliren patlamalar ise Vulcan'ın örsünden çıkan seslerdir... Eski çağlardan kalma bir çok eserde, Vulcan'ın ocağının Tirenien denizinde, Sicilya sahilleri yanındaki Lipari adalarından bir olan Vulcano adasında bulunduğu belirtilmiştir. Gerçekten volcano kelimesi Latince bir ad olan Vulcanus ya da Volcanus'dan gelmekte olup eski devirlerde Vulcan'ın ocağının bulunduğu yer olarak düşünüldüğünden bu adaya verilmiş bir isimdir. Bu ilgiden dolayıda bütün dünyada duman ve ateş çıkaran dağlara volcano (volkan) adı verilmiştir (Sür, 1972).

En Eski Efsaneler

- İlk insanların çoğu ateşe tapmışlardır. Bu nedenle, bir ateş kaynağı olan yanardağların o zamanların efsanelerinde başlıca konu olması doğaldır. Bunun dikkate değer örneklerinden biri Meksika'nın başkenti Meksiko'daki Cuicuilco adı verilen ve tabanı dairevi olan piramittir. Meksika'daki ilk piramitlerin yuvarlak oluşu ve çoğunlukla şekillerinin volkan konilerini andırması yanardağların etkisinin bir eseri olduğu izlenimi vermektedir. Cuicuilco piramidinin hristiyanlığın başlangıç yıllarında bir lav akıntısı tarafından kısmen örtülmüş olması, o zaman insanların volkanları tanıdıkları hakkındaki görüşü kuvvetlendirmektedir. Koniyi kısmen örten ve Pedregal adı verilen lav akıntısı Meksiko nehrinin güney kesiminde büyük bir alan kaplar. Daha sonraları piramitler bilinen dört yanal yüzlü kapılar şeklinde inşa edilmiştir. J.B. Frazer (1930), bir ateş kaynağı olarak yanardağları hatırlatan efsanelerin az olduğunu belirtmiştir. Fakat, Pasifik Okyanusunda Palinezya adalarında saptanan efsanelerde yanardağlarla ilgili konulara değinilmiş olması bir ayrıcalık oluşturmaktadır. Bu adalardan biri olan Tongan'da yaşayan yerli halkın inanışlarına göre bir kahraman olan Maui, cehennemden ateş çalmış ve bir geçitten yeryüzüne kaçırmayı başarabilmiştir. Sonra bu ateşle çalılıkları yakmış ve o zamandan beri de insanlar ateşe sahip olmuşlardır. Folinezya adalarından bir diğeri olan Samoa yerlilerinden alınan bir efsaneye göre ise, ada halkının atalarından biri ilah Mafuie ile döğüşerek ilahın kollarından birini koparmıştır. Daha sonra, Mafuie'nin bir kaya içinde sakladığı ateşe karşılık kolu geri verilmiştir. Bugün hala devam eden batıl inanışa göre ilah Mafuie, Samoa adasının altında bir yerde bulunmaktadır ve fırsat buldukça tek koluyla adayı sarsmaktadır. Samoalılar buna razıdırlar ve şükür etmektedirler, zira Mafuie'nin bir kolu koparılmayıp ta çift kollu olsaydı adayı kolaylıkla harabe haline getirmesi olanaklı olacaktı (Sür, 1972).

Ateş İlahları

- Yanardağları insanlar için faydalı olan ateşin bir kaynağı olarak kabul eden Polinezyalıların aksine Romalılar ateş ilahları olan Vulcanı tahripkar ve yakıcı ateşin bir kaynağı olarak düşünmüşlerdir. Romülüs'ün hükümdarlığı sırasında Roma'da Vulcan için bir mabet yapılmış ve her yılın 23 Ağustos gününde Vulcanalia adı verilen bir festival kutlanmıştır. Tören, ateş ve ışık kullanırken meydana gelebilecek bütün kaza ve dertleri önlemek amacı ile ateş ilahı Vulcan'a bir kurban vermekten ibarettir. Romalılar ve Polinezyalılar gibi Aztek'lerinin de bir ateş ilahı vardır, fakat bu ilah evleri ısıtan, onların yemeklerini pişiren ve insanlara daha başka şekillerde faydalı olan bir ilahtır. Onların mitolojilerine göre bu ilahın yanardağlarla bir ilişkisi yoktur (Sür, 1972).
- Hawaii adası yerlilerine göre oradaki yanardağların da Pele adı verilen bir ilahesi ve onunla ilgili efsaneler vardır. Bu efsanelerden en yaygınına göre, ateş ilahesi Pele'nin kendisine mesken ararken adaları nasıl dolaştığı anlatılmaktadır. Hawaii (Sandwich) adalarından biri olan Oahu'nun doğu ucunda dikkati çeken bir yükseklik halinde beliren Koka Dağı ve Koka krateri ateş ilahesi Pele'nin adayı son ziyaretinin bir simgesi olarak kabul edilmiştir. İnanişâ göre, Pele bu krateri Oahu'da kendisine bir mesken olarak inşa ettirmiştir. Daha sonra Pele, Hawaii Adasında aktif bir yanardağ olan Kilauea'ya gelmiş ve hoşlandığı için buraya yerleşmiştir. Buraya yerleştğinde artık yaşlı bir kadın olan Pele, yanardağın her püskürmesinden önce ihtiyar bir kadın şeklinde görülmektedir ve bugün bile buna tanıklık edenler bulunmaktadır. Bu efsanenin diğer bir benzerinde ise Pele, dostlarını koruyan, düşmanlarını yok eden bir ilahe olarak anlatılmaktadır (Sür, 1972).

Yanardağların İnsanlar Üzerindeki Etkisi

- Korkunç yanardağ püskürmelerinin meydana geldiği yerlerde yaşayan insanlar bu olaylardan çok fazla etkilenmişlerdir. Bunun tipik örneğini Japonya'da görmek olanaklıdır. Bazı Japonlar, kaynağını yanardağ püskürmelerinin yarattığı korkudan aldığı sanılan, dağ ilahına tapmanın bir şeklini inanış haline getirmişler ve püskürmeleri önlemek için ilahi bir müdahaleye güvenmişlerdir. Japonyadaki tanınmış volkan dağı Fujiyama (ölümsüz dağ) Japonlar için kutsal bir yerdir ve her yıl o civarda yaşayan 50.000 kişi tarafından ziyaret edilir. Bu arada sonsuz huzura kavuşabilme inancıyla bir japonun kraterin içine atlayarak intihar etmesi olağandır.

Eski Çağlarda Volkanoloji

- Eski Roma ve Yunan'da yanardağlarla ilgili mitoloji ve bilimsel düşünceler arasındaki ayrımı yapmak çok zordur. Bunlar adeta birbirine karışmıştır. Yanardağlarla ilgili yeryüzünün çeşitli fiziksel özelliklerini anlaşılır bir şekilde ilk açıklamasını yapanlar arasında eski Yunanlılar bulunmakta ise de olayları yorumlamak yoluyla bir sonuca varmayı denememişlerdir. Bu tür bir sonuca varma asırlarca sonra ve ancak 115 yıl önce Charles Darwin zamanında denenmiştir.
- Plato, Aristoteles ve Strabon'un isabetli tahminleri ve Genç Pliny'nin gözlemlerine karşın, hiç bir eski Roma ve Yunanlı bir yanardağ aktivitesinin gerçek nedeni hakkında herhangi bir gerçek kavrama sahip olamamıştır. Aristoteles (M.Ö. 384-M.Ö. 322) Plato'yu (M.Ö. 427-M.Ö.347) izleyerek yeraltı kanallarındaki gazların yer sarsıntılarına neden olduğunu ve aynı zamanda sülfür ve kömür damarlarının da ateşlemek suretiyle bu gazların yanardağları meydana getirdiğini şüpheli bir şekilde belirtmiştir. Kendi kendisini yetiştirmiş bir coğrafyacı olan Strabon (M.Ö. 63-M.S. 21) Sicilya'nın Avrupa'dan bir tektonik olay sonucu ayrılmış olduğu düşüncesine atıfla, halen ateşin, yanan maddelerin ve suyun çıkabildiği açık deliklerin varlığı sebebiyle denize yakın kısımların nadiren sarsıldığını, halbuki Etna, Lepari adalarındaki Ischia ve diğer yerlerdeki yanardağların kapalı olduğu, yani faaliyette bulunmadığı zamanlarda oralarda hapsedilmiş ateş ve gazın çok daha fazla şiddetli hareketlere yol açmış olduğuna işaret etmektedir. Böylece, Strabon, Aristoteles'in eski varsayımlarına dayanarak, modern bir düşünce olan yanardağların bir emniyet süpabı gibi çalıştığı fikrini ima eder görülmektedir. Yanardağlar önceleri hurafe ve korku kaynağı olmuş ve hatta bazan ilahların meskeni olarak düşünülmüş ve sonunda bilimsel bir araştırma konusu olmuştur. Elde edilen bilgilerle yanardağ püskürmelerinin önceden belirlenmesi ve önlenmesiyle ilgili çalışmalar ve yanardağ enerjisinin insanlığın yararına kullanılması düşünce ve gayretleri hızlandırılmıştır (Sür, 1972).

Volkanolojinin Bir Bilim Olması

- Volkanolojinin başlangıçta jeoloji ile yakın ilgisi nedeniyle bu sahadaki bilgilerin gelişmesini izlerken onu jeolojiden ayırarak incelemek olanaksız gibi görünür. Modern anlamda jeofizik araştırmalar İtalyan rönesansına kadar mevcut değildir. Her ne kadar Orta Çağda, Dante gibi düşünürler dünyanın kökeni ve maden yatakları üzerinde düşüncelerini belirtmişlerse de bunlar tarihin akışı içinde bölgesel, devam ettirilmemiş bilgilerdir (Sür, 1972).
- Modern volkanolojinin başlangıcı, volkanik olayların hurafelik ve mitolojiden ayrılması M.S. 79'daki Vezüv püskürmesinin Pliny tarafından açıklanması ile başlamıştır. Amcasıyla karıştırılmaması için isminin başına genç sıfatı eklenen Pliny, volkanolojinin başlangıcına neden olan bu olayda amcasını kaybetmiştir. Kendisini çok etkileyen bu olayı zamanın Romalı tarihçisi Tacitus'a yazdığı iki mektupta açıklamıştır. Genç Pliny'nin mektupları gözlemlerle doludur. Bu bakımdan volkanolojinin ilk belgeleri olmuştur (Sür, 1972).

- Pliny'den sonra bu konu bir kaç kişisel gözlemler dışında 1700 yıl süre ile hatta Rönesans içinde bile, bilimsel yönden tamamen ihmal edilmiştir. Uzun sürenin sonunda ilk değerli eser Napolideki İngiliz elçisi W. Hamilton tarafından verilmiştir. 1774 de basılan bu eserde W. Hamilton'un Vezüv, Etna ve diğer yanardağlar hakkındaki gözlemleri bulunmaktadır. Yanardağlara karşı özel bir merak duyan W. Hamilton'un İtalyadaki volkanların aktiviteleri ile ilgili raporları bugün bile bilgi edinilebilecek kıymette bir eserdir (Sür, 1972).
- Daha sonra bir İtalyan doğabilimcisi olan Lazzaro Spallanzani (1729-1799) yanardağları iyi tanıyabilmek için ilk defa volkanik taşları inceleme yöntemini uygulamıştır Aynı zamanda lavları eritmek suretiyle içindeki gazların kaçışını incelemeye ve bu gazların karışımlarını belirmeye girişmiştir. Kesin sonuçlar elde edememiş olmasına karşın doğru ve bilimsel bir yol takip etmiştir. L. Spallanzani, dünyanın diğer volkanik bölgelerinden çok daha güzel örneklerle sahip İtalya'da yaptığı gezilerle tanınmıştır (Sür, 1972).

- Aşağı yukarı aynı zamanda yaşayan Fransız jeoloğu G. de Dolomieu (1759-1809), yanardağlardan çıkan volkanik materyalin incelenmesi ile volkanik aktivitenin özellikleri hakkında bilgi edinmenin olanaklı olduğunu yaptığı çalışmalarla göstermiştir. G. de Dolomieu kendinden öncekiler gibi varsayımlarla yetinmemiş, lav ve piroklastik materyal üzerinde çalışarak, kaba kristalli lavlar ile camsı obsidiyenler arasında geçiş devrelerini belirten kristal tanelerin farklı büyüklükte tam bir seri olduğu sonucuna varmıştır. Ayrıca, bir dış püskürük taş olan bazaltın yerin derinliklerinde eriyik halindeki yapısını saptamış ve Etna'nın lav akıntıları ile Güney Fransa'nın troprocks diye adlandırılan koyu renkli ve ince taneli lavları arasındaki benzerliği saptamıştır. G. de Dolomieu'nun bir diğer gözlemi de, sahip olduklarını belirtmesidir. Bu kayaların yüksek oranda $MgCO_3$ ile $CaCO_3$ içerdiklerini saptamıştır. Sonraları İtalya'nın kuzeyinde Trol Alplerinin bir kesiminde çok güzel kesitler veren bu kayalara Dolmieu'nun ismini anmak için Dolomit adı verilmiştir (Sür, 1972).

Neptunist ve Plutonistlerin Görüşleri

- **A. G. Werner ve Neptunizm**
- 18. yüzyılın ikinci yarısında Neptunist ve Plutonist (volkanist) adı verilen bilim adamları arasında çıkan tartışmalar hem volkanolojinin hem de jeolojinin gelişmesini 20-30 yıl geciktirmiştir. Neptunistlerin lideri profesör A. G. Werner'dir. Neptunistlere göre, lavlar da dahil bütün kayalar bir okyanusun çanağında toplanarak oradan meydana çıkarmışlardır. Kayaların okyanuslarda oluştuklarını iddia ettikleri için de kendilerine Neptunist denilmiştir. Zira, Neptun eski Roma'da deniz tanrısına verilen bir isimdir. A. G. Werner'in jeolojiye etkisi büyük olmuştur. 1775'de Saksonya'da madencilik okulunda verdiği mineraloji dersleri ile hem öğrencilerinin bu dersi sevmesini sağlamış, hem de buradaki okul tanınmış bir öğretim kurumu olmuştur. A. G. Werner çok dolaşan bir araştırmacı değildir, ancak Almanya'nın küçük bir kısmında incelemelerde bulunmuş; fakat öğrencilerine iyi dersler verebilmek için kendi arazisinde çeşitli yeryüzü şekillerini model olarak yaptırmıştır (Sür, 1972).

J. Hutton, Uniformitarianism ve Plutonizm

- J. Hutton çağdaşı A. G. Werner gibi jeolojinin gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Plutonist fikir akımının temsilcisi J. Hutton ve taraftarları kayaçların kökeninin püskürük olduğu kanısındaydılar. Fizik tahsili yapmış olan J. Hutton İskoçya ve İngiltere'de geziler yapmış ve gözlemlerini 1786'da basılan "Theory of the Earth" adlı eserinde toplamıştır. J.Hutton bu eserinde yer kabuğunda meydana gelen değişimleri açıklamıştır. Ona göre, dünyamızın şimdiki yapısından daha eski, yaşlı bir dünyanın harabeleri görülmektedir ve bugün karaları oluşturan tabakalar, çukur yerlerin sedimentlerle doldurulması sonucu meydana gelmiştir. Bugün de aynı kuvvetler ya kimyasal ya da mekanik yollarla en sert kayaçları dahi aşındırmakta ve denize taşınan bu materyal orada daha yaşlı benzerlerinin üzerine yığılarak tabakalar oluşmaktadır. Her ne kadar bu materyal okyanusun dibinde gevşek bir şekilde depolanmışsa da daha sonra magmatik sıcaklığın etkisiyle birleşmiş, yükselmiş, kıvrılmış ve kırılmıştır. Yukarıda bir kaç satır içinde belirtilen J. Hutton'ın bu görüşü bugün "Uniformitarianism doktrini" olarak bilinir (Sür, 1972).
- J. Hutton aktif volkanik yörelerde hiç araştırma yapmamıştır, fakat bazalt ve benzeri taşların volkanik kökenli olduğuna inanmış ve onlardan bazılarının tabakaların kırıkları içine eriyik halinde sokulduklarını kabul etmiştir.
- J. Hutton Plutonist ya da volkanist denilen grubun lideridir. Kendisi, bugün tortul olduğu bilinen kayaçların bir kısmında dahil birçoklarının eriyik halde iken volkanların kraterlerinden lav olarak çıktıklarını ya da derinlerde granit gibi büyük bir kütle halinde katılmış olduğunu iddia etmiştir.

- Neptunistler ise granitin orijininin eriyik halinde olduğu yolundaki kurama karşı mineralojik görüşle makul gibi görünen deliller ileri sürmüşlerdir. Onlar granit de dahil bütün kayaçların bir okyanusta depolandıklarını iddia etmişlerdir. Granitin genellikle üç bilinen mineral olan, kuvars, feldispat, mikadan olduğunu ve granitteki kristallerin ilişkilerinden kuvarsın en son kristalleşen minarel olduğu anlaşılmıştır. Kuvars en yüksek erime noktasına sahip olduğundan ilk kristalleşenin kuvars olması gerekmektedir. Böyle olmadığına göre, Neptunistler granitin eriyik haldeki bir durumdan soğuyarak meydana gelebileceğini iddia etmişlerdir. Yıllar sonra granit mağması bileşiminin karışık bir eriyik olduğu bulunmuş ve kuvars gibi kolay eriyebilen elamanların geç, az ve g   eriyebilenlerin ise önce kristalleştikleri anlaşılmıştır (S r, 1972).
- Sonuç olarak, Plutonistler bütün taşların püskürük olduğunu kabul etmekle, Neptunistler de hepsinin sular tarafından biriktirilmif olduklarını ileri sürmekle hataya düşmüşlerdir.

Volkan Konilerinin Oluşumları Üzerine Yapılan Tartışmalar

- İki düşünce grubu arasında yapılan ve yer bilimlerinin gelişmesini yıllarca geciktiren tartışmaların bir diğer önemli konusu volkan konilerinin oluşumu ile ilgilidir. Bunlardan ilki Neptunistlerin desteklediği ve başlarında A. G. Werner'in öğrencilerinden biri olan L. von Buch'un bulunduğu "Yükselme Kraterleri Kuramı" (Craters of Elevation), diğeri ise J. Hutton ve C. Lyell gibi Plutonistlerin desteklediği "Birikme Kraterleri Kuramı" (Craters of Accumulation) dır (Sür, 1972).

- **Yükselme Kraterleri Kuramı**

- Bu görüşün baş savunucularından olan L. von Buch'a (1774-1853) göre, volkan konileri, derinlerden yükselen mağmanın üstteki tabakaları itmesi ile meydana gelen büyük bir kabarma, bir domdur. Bu kuramı savunanlar, volkanlar tarafından dışarı atılan materyalin birikmesi ile bir koninin oluşacağını kabul etmemişlerdir (Sür, 1972).
- L. von Buch henüz onaltı yaşındayken Freiberg akademisine girerek A. G. Werner'in yanında çalışmış ve onun etkisinde kalmıştır. Daha sonra "Yükselme Kraterleri" kuramının savunucusu olan L. von Buch büyük geziler yapmıştır. Bu arada uğradığı İtalya'da bir volkanik püskürmeye tanık olmuştur. Lav akıntılarının çıkışı, volkanik kayaçların havaya fırlatılışı, küllerin kraterin çevresinden kilometrelerce uzağa yayılışı L. von Buch'u şaşırtmış ve savunduğu görüşün yanlış olduğunu anlamıştır.

- **Birikme Kraterleri Kuramı**

- Bu kuram J. Hutton ve C. Lyell ile arkadaşları tarafından desteklenmiştir. Bu kurama göre, yeryüzünde kabartı meydana getiren şekiller dışarı atılmış volkanik malzemenin birikmesinin bir sonucudur. C. Lyell'in ilk eserlerinden biri olan Jeolojinin Prensipleri (Principles of Geology) nin büyük bir kısmı yanardağlara ayrılmış ve Yükselme Kraterleri kuramının yanlış olduğunu ispatlamak için deliller gösterilmiştir.
- J. Hutton ve C. Lyell'in olumlu çalışmaları sonucunda A. G. Werner'in öğrencilerini de etkilemiş ve lavların yerkabuğunun derinliklerinden yeryüzüne yükselmiş eriyik halindeki mağmadan oluştuğu kabul edilmiştir. Daha sonra kuram geliştirilerek, yanardağların derinlerde eriyik halinde bulunan magma ile yeryüzü arasındaki ilişkiyi temin eden kuyular olduğu kabul edilmiştir. Deprem çalışmaları ilerledikçe, yerin katı kısımlarının deprem dalgalarını kolaylıkla geçirdiğini, sıvı kısımlarının ise geçirmediği saptanarak dünyanın eriyik halinde olan iç bölümlerinin bu nakil için uygun olmadığı anlaşılmıştır (Sür, 1972).

- **IX. Yüzyılda Volkanoloji**
- Sistematik olarak hazırlanmış ilk eseri yazma girişimi G. P. Scrope 1825 de basılmış olan "Volkanlar Üzerine Düşünceler" (Considerations on Volcanoes) adlı eseriyle yapmıştır. G. P. Scrope, atmosferik basıncın azalmasını takip eden fırtınalı havalarda volkanik faaliyetin artabileceğini belirtmiştir. Tirenien Denizi çevresinde oturanlar G.P. Scrope'un ileri sürdüğü bu esesa dayanarak Strombolinin faaliyet durumuna göre hava tahminleri yapabilmektedirler.
- G.P. Scrope'un çağdaşlarından olan C. Daubny'nin de modern volkanolojinin gelişmesinde büyük katkısı olmuştur. 1827'de "Aktif ve Sönmüş Volkanlar, Depremler ve Sıcaksu Kaynakları Hakkında Bir Açıklama" (A Description of Active and Extinct Volcanoes, of Earthquakes and Thermal Springs) adlı bir ciltlik eseri basılmıştır. Kimya bilgisine de sahip olan C. Daubny volkanik aktivitelerde kimyasal olayların etkisi olduğunu belirtmiştir (Sür, 1972).
- 1903 yılında basılmış olan eser "Çeşitli Yerlerde Volkanik Çalışmalar" (Volcanic Studies in Many Lande) adını taşır ve halen bilgi edinmek için başvurulacak kıymetli bir kaynaktır. T. Anderson bu eserinde halen bilim dünyasında bir kaç bilim dalının (elektrik, kimya, bakterioloji, jeolojinin bir kaç dalı ve mineraloji) amatörler için rahat araştırma yapmaya olanak verdiğini belirtmiştir (Sür, 1972).

- **XX. Yüzyılda Volkanoloji**

- Bu yüzyıl içinde volkanolojinin gelişmesi ile ilgili bir çok yeni çalışmalar yapılmış ve eserler verilmiştir. Burada bu çalışmaların en dikkati çekenleri özet olarak ele alınacaktır.
- F. A. Perret, fizik ve kimya öğrenimi yapmış olan Amerikalı bir volkanologdur. 1903 yılında ziyaret için gittiği İtalya'da volkanoloji ile yakından ilgilenmiş ve bu arada Vezüv volkanı gözlem istasyonu müdürü Matteucci ile tanışmış ve daha sonra da onun yanında asistan olarak çalışmıştır. 1906 daki Vezüv püskürmesine tanık olan F. A. Perret fizik ve kimya bildiği için araştırmaları sağlam temellere dayanmıştır. Volkanlara olan merak onun Napoli'de yerleşmesine sebep olmuş ve yirmi yılını Vezüv ve dünyadaki diğer yanardağları incelemekle geçirmiştir. Bu arada Lipari adalarında, özellikle Stromboli'de, Sicilyadaki Etna'da, Kanarya adalarındaki Tenerife volkanı, Hawaii'de Kilauea ve Japonya'daki Sakuraschima volkanlarında araştırmalar yapmıştır. F. A. Perret, 1930 yılında, Küçük Antillerde Martinique adasındaki Pelee volkanında bir gözlem istasyonu kurmuştur. Bu yanardağı önceden hiç tanınmadığı halde 1902 yılındaki püskürmesi esnasında yakınında bulunan St. Perre şehri nüfusunun hepsi, tahminen 30.000 kişi hayatını kaybedince bilinen bir volkan olmuştur. Bu olaydan sonra F. A. Perret'nin gözlem istasyonu kurma girişimleri yanardağ 1929 da yeniden faaliyet gösterince haklı bulunmuştur. F. A. Perret sonraki yıllarını gözlem istasyonunda ölüm tarihi olan 1942 yılına kadar çalışarak geçirmiştir (Sür, 1972).

- Volkanlara yönelik araştırmalar 1960’lardan sonra, levha tektoniği kuramıyla yeni bir bakış açısıyla yorumlanmış ve dünya üzerindeki volkanların etkinlikleri bu kuram çerçevesinde ele alınmaya başlanmışır. Bu kurama göre, aktif volkanların çoğunluğu levhaların bitiştiği, birbirlerinin üzerine bindirdiği ve dalan levhanın alttaki mağmayı yukarı doğru zorladığı bölgelerde yer almaktadır. Ada yayları denen yapı da bu dalma-batma bölgelerinde bulunmaktadır. Volkanlar için ikinci aktivite alanı ise okyanus ortası sırt sistemleridir. Burada levhalar birbirinden uzaklaşmakta, aradaki boşluktan manto malzemesi yükselmekte ve bu malzeme her iki levhanın sınırı boyunca deniz tabanında bir sırt sisteminin oluşumuna yol açmaktadır. Bu volkanik aktivitenin hemen hemen tamamı denizaltında gerçekleşmekte ancak, bir kaç yerde bu sırtlar deniz seviyesinden yukarıya yükselmekte ve volkanik aktivite açıkta sürmektedir.

- Çağdaş anlamda volkan araştırmalarının sınırları yerküreyi açmış diğerk gezegenlere değin uzanmıştır. Bugün “volkan” sözcüğü, “Yer’in ya da herhangi bir gezegen yada uydunun kabuk bölümünde yer alan ve içinden dışa doğru mağma, pirolastik moloz ve çeşitli gazlar püskürten yapı” anlamında kullanılmaya başlanmıştır. Uluslararası düzeyde volkanolojiyi bilimsel olarak temsil eden kurumlar olarak, Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği’ne bağılı bir alt-birlik olan “Uluslararası Volkanoloji ve Yer İçi Kimyası Birliği” ve Amerikan Jeofizik Birliği, Volkanoloji Bölümü, fiziksel volkanoloji araştırmaları konusunda yapılan çalışmaların etkin biçimde temsil edildiğı yerler olarak dikkati çekmektedirler.
- Batıl inanışlardan ve efsanelerden volkanik olayların objektif olarak açıklanmasına ve içeriklerini anlamak için yapılan bilimsel girişimlere gelinceye kadar yüzyıllar geçmiştir. Bugün varılan nokta ise onların sadece bilimsel açıklamalarından ibaret kalmayıp, insanlığın refahı için volkanlardan yararlanma esasına dayanmaktadır. Jeotermal enerjiden faydalanma yollarının aranıp bulunması buna sadece bir örnek oluşturur (Sür, 1972).

Volcanoes

IN HISTORY, IN THEORY, IN ERUPTION

by Fred M. Bullard



UNIVERSITY OF TEXAS PRESS

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Uygulamalı Jeofizik'in Tarihsel Gelişimi

Ders IX

. UYGULAMALI JEOFİZİK: JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİNİN GELİŞİMİ

- Gilbert'in yeryuvarı'nın büyük ve oldukça düzensiz bir mıknatıs olarak davrandığını keşfetmesi ve Newton'un gravitasyon kuramı jeofiziğin başlangıcı olarak söylenebilir. Madencilik ve metallerin aranması ilk çağlara kadar uzanır ancak, bilimsel kayıt, birçok yıllar madencilikte otorite çalışma olarak kabul edilen Georgius Agricola tarafından yazılan ünlü bilimsel eseri “De Re Metallica”nın 1556'da yayınlanmasıyla başlar. Şekil 22’da bu kitaptan alınan ve çatal çubukla maden aranmasını gösteren bir minyatür görülmektedir. Jeofiziğin maden aramalarına uygulanmasının başlangıç basamağı, büyük olasılıkla Von Wrede'in manyetik teodoliti oluşturduğu 1843 yılında ve aynı yılda yermanyetik alanındaki değişimleri ölçerek manyetik maden yataklarının keşfinde Lamont tarafından kullanılan dönem alınabilir. Bununla birlikte, bu düşünce Prof. Robert Thalen'in 1879'da yayınladığı **"Demir Madeni Yataklarının Manyetik Yöntemle Belirlenmesi Hakkında"** başlığını taşıyan kitabının yayınına kadar kabul görmemiştir. Thalen-Tiberg manyetometresi İsveç'te yapılmıştır. Daha sonra Thomson-Thalen aleti manyetik daykların altındaki doğrultu, eğim ve derinliğin belirlenmesi amacıyla imal edilmiştir (Telford ve diğ., 1981)

- Bilindiği gibi, Uygulamalı jeofizik, jeofiziğin bir bilim dalıdır ve amacı yerkabuğunun sığ derinliklerindeki problemlerinin çözümlüne katkı sağlamaktır. Ergin'in (1981), yalın bir şekilde özetlediği gibi, "Uygulamalı jeofiziğin konusu yerkabuğunun üst kısımlarında bulunan boyutları sınırlı ve derinliği az olan yeraltı yapılarını ve özel durumlarını incelemektir". Yeraltındaki antiklinalleri, senklinalleri, fayları, maden yataklarını ve sedimanların altındaki temel kayanın engebelerini araştırmak bu tür çalışmalara girer. Bu gibi arama/araştırmaların çoğunun ekonomik bir amacı vardır: maden, petrol, su aramak ve inşaat mühendisliği ile ilgili problemlere çözüm aramak gibi. Her ne kadar uygulamalı jeofizik sığ derinlikteki yapı ve özel durumlarını incelerse de kullanılan yöntemlerden bazıları yer küresinin çok daha derin kısımlarını incelemek için de kullanılmaktadır (Kaya, 2000).

Agricola'nın 1556'da yazdığı De Re Metalica isimli kitabındaki bugünkü jeofizik araştırmalarına esin kaynağı olan çatal çubukla maden arama tasvir edilmektedir (Eve ve Keys, 1938'den alınmıştır).



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

DE RE METALLICA

TRANSLATED FROM THE FIRST LATIN EDITION OF 1556

with

Biographical Introduction, Annotations and Appendices upon
the Development of Mining Methods, Metallurgical
Processes, Geology, Mineralogy & Mining Law
from the earliest times to the 16th Century

BY

HERBERT CLARK HOOVER

A. B. Stanford University, Member American Institute of Mining Engineers,
Mining and Metallurgical Society of America, Société des Ingénieurs
Civils de France, American Institute of Civil Engineers,
Fellow Royal Geographical Society, etc., etc.

AND

LOU HENRY HOOVER

A. B. Stanford University, Member American Association for the
Advancement of Science, The National Geographical Society,
Royal Scottish Geographical Society, etc., etc.



UNIVERSITY OF
CALIFORNIA

Published for the Translators by
THE MINING MAGAZINE

SALISBURY HOUSE, LONDON, E.C.

1912

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Robinson ve Çoruh (1988), uygulamalı jeofizik (applied geophysics) kavramının değil arama jeofiziği (exploration geophysics) kavramının kapsamını vermişlerdir. Buna göre; Yerdeki sismik
- dalgalar, gravite, manyetizma ve elektrik alanlar, modern arama jeofiziğinin temelidir ve arama jeofiziği, yeraltındaki jeolojik yapıları ortaya koymaktadır. Bu yöntemler; petrol kapanları, maden yatakları veya bölgenin jeolojisinin ortaya konması için ilgilenilen jeolojik olaydan belirli uzaklıklarda yapılan ölçüleri kapsamaktadır. Son yıllarda elektronik ve bilgisayar teknolojisi arama jeofiziğinde kullanılan aletlerin niteliğini yükseltmiştir (Kaya, 2000).

- Sheriff'e (1991) göre, uygulamalı jeofizik; maden ve petrol gibi ekonomik yapıların yeraltındaki koşullarını belirlemek için yerin fiziksel özelliklerinin ölçülüp yorumlanmasıdır (Reynolds, 1997).
- Reynolds (1997), uygulamalı jeofiziği “mineral ve diğer ekonomik yapıları ve yeraltısuyunu aramak; maden yatakları ve gömülü mağaraların yerlerini öğrenmeye çalışmak; sığ derinliklerdeki boru hatları ve kabloların yerlerini belirlemek veya arkeolojik kalıntıların haritasını çıkarmak; mühendislik araştırmalarında sığ yapıların incelenmesinde kabuk kalığını –ki, petrol aramalarında çok önemlidir- belirlemek için yapılan çalışmalar” olarak tanımlamış ve yeraltısuyu jeofiziği, mühendislik jeofiziği, çevre jeofiziği, arkeoloji jeofiziği ve arama jeofiziği gibi bölümlere ayırmıştır (Kaya, 2000).

- Sharma (1997), uygulamalı jeofizik yerine “arama jeofiziği” tanımını kullanmış ve “petrol, su ve mineral arama sorunlarına jeofizik tekniklerin uygulanması” şeklinde özetleyerek daha çok çevre jeofiziği ve mühendislik jeofiziği için geniş tanımlar yapmıştır.
- Bütün bu tanımlardan “Fizik biliminin yasa ve ilkelerine uygun olarak yeryüzünden ölçülen fiziksel parametreler yardımıyla yer kabuğunun sığ derinliklerindeki ekonomik yapıların derinlik, kalınlık ve uzanımlarının belirlenmesine yönelik jeofizik araştırmalar” uygulamalı jeofizik olarak adlandırılabilir. Jeofizik mühendisleri için “sığ derinlik” ve “ekonomik yapı” kavramları son derece açık ise de jeofizik mühendisleri tarafından hizmet üretilen bilim dalları ve jeofizik mühendisliği öğrencileri açısından demek istenilenleri kapsamlı olarak vermeye çalışmak yararlı olabilir (Kaya, 2000).

Çizelge Jeofizik Arama Yöntemlerinin Kronolojisi (1965'ler Kadar)

1640:	İsveç'te pusula ile manyetik arama
1830:	Cornwall'da SP ile maden yatağının aranması
1873-1904:	Manyetik aletlerin geliştiği dönem
1891-1910:	Elektrik arama yöntemlerine karşı büyük ilginin başlaması
1912-1913:	Searle tarafından dört elektrothü öz direnç sisteminin araştırılması. Bergstrom tarafından alternatif akım eş-potansiyel yönteminin, Schumberger tarafından doğru akım eşpotansiyel çizgi yönteminin keşfi.
1915:	Schmidt tarafından düşey manyetometrenin yapılması, Werner ve Schumberger tarafından dört elektrothü öz direnç yönteminin geliştirilmesi
1921:	Amerika'da SP yönteminin geniş ölçüde kullanılmaya başlanması, Almanya'da indüktif elektromanyetik yöntemin gelişmesi, burulma (torsiyon) terazisinin petrol aramacılarına uygulaması.
1923:	Sismik kırılma yönteminin petrol aramacılarına uygulaması.
1926:	Elektrik yöntemlerin geniş ölçüde kullanılması
1929:	Elektrik log yönteminin sondaj kuyularında kullanımı.
1930-1933:	Witwatersrand'da manyetometrenin iyi sonuç vermesi.
1930:	Gravimetrenin kullanılmaya başlanması.
1935:	Gravimetrenin kullanımının artması.
1936:	Sismik yansıma yönteminin petrol aramacılarına uygulaması.
1940:	Radyoaktif yöntemler ve radyoaktivite logunun kullanılmaya başlanması.
1946:	Uçakla manyetik etüdlerin başlaması
1951:	Sintillometre ile radyometrik etüdlerin başlaması
1950-1965:	Uçakla veya helikopterle elektromanyetik etüdlerin başlaması
1950-1965:	Varian Nükleer presisyon Manyetometresi
1950-1965:	Tellürik Akım Yöntemi.
1950-1965:	İndüksiyon Polarizasyon (IP) yöntemi
1950-1965:	Akustik Log .
1950-1965:	Sismik yöntemlerde manyetik şerit yönteminin kullanılması, bunların otomatik aletlerle değerlendirilmesi
1950-1965:	Gemilerde kullanılabilecek gravimetre ile gravite etüdları. Uçaklarda kullanılabilen gravimetlerle gravite etüdü.

JEOFİZİK ARAMA YÖNTEMLERİN GELİŞİM TARİHİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

MAĞNETİK YÖNTEMİN GELİŞİMİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Jeofizik mühendisliği, büyük olasılıkla pusulanın İsveç'te demir yataklarının keşfedilmesi için kullanıldığı 1640 yılında başlamıştır. Çalışmanın kuramsal temelleri, gömülü manyetik materyallerin bir belirteci olarak yermanyetik alanındaki yerel değişimleri savunan (1843'de) Von Wrede tarafından ortaya atılmıştır. Manyetik ölçümlerin Michigan demir yatağıyla ilişkisi, 1873'de T.B. Brooks tarafından, 1875'de H. Smocak ve 1899'da H. L. Smyth tarafından açığa çıkartılmıştır. Sayısal ölçümler bu kişilerce duyarlı olmayan aletlerle yapılmıştır. Thalen 1879'da manyetik tekniğin ayrıntılarını yayınlamıştır. Plaser altın yatakları üzerine incelemeler, Thalen Tiberg manyetometresi kullanılarak, Californiya'da Butte ve Shasta kentlerindeki ölçümleriyle 1914'de Gibson tarafından yapıldı. Hotchkins, 1915'de, Wisconsin demir madeni yataklarını arama çalışması için eğim pusulalarını (dip needle) kullanmıştır (Jakosky, 1961; Reford, 1980).

- Yüzyılın başından beri, geniş sayısal ölçekli jeomağnetik incelemeler dünyanın çeşitli yerlerinde değişik organizasyonlar tarafından yapılmıştır. İlk yapılan araştırmaların amacı, navigasyon problemi ile ilgili olarak yermağnetik alanının dağılımı üzerine bilgi elde etmek olmuştur. Herhangi bir maden yatağının keşfedilmesi ikinci plandadır. Arama amaçlı pratik jeomağnetik incelemeler için bir alet 1915'da Schmidt alan mağnetometresinin imal edilmesiyle ortaya çıkmıştır. Bu lokal mağnetik anomalileri belirleme kapasiteli ilk portatif aletti.

GRAVİTE YÖNTEMİNİN GELİŞİMİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Baron Roland von Eötvös (1848-1919) 'ün aletiyle jeofizikçilerin yerküre'nin dış kabuğunun derinliği ile yoğunluk değişiminin kesin kanıtını elde etmeleri olanaklı olmuştur. Jeofizik mühendisliği için pratik ve kullanışlı alet olan Eötvös Balansı'nın karakteristik özelliği farklı seviyelerde iki eşit kütlenin yer alması ve alet sabitinin doğru seçimiyle denge, yatay bir düzlemde gravite yükünün oranındaki değişimlerle çok duyarlı olarak yapılabilir.

- Pratik saha aletinin dizaynı ile Eötvös, gravite arama (prospeksiyon) yönteminin çeşitli temel özelliklerini incelemiş ve yöntemini 1902 yılında Macaristan'da belirli bölgelere uygulamıştır.

- Petrol aramalarında yardımcı olarak gravite ölçümlerinin uygulanması 1914'de E. de Golyer tarafından yapılmıştır. Gravite değişimleri ile jeolojinin ilişkisi, çeşitli yoğunluğa sahip örneklerle (ki Eötvös balansı ile ölçülebilir büyüklükte gravite anomalisi üretir) antiklinal ve domların jeolojik nedenini açıklayan Hugo Boekht tarafından açığa çıkartılmıştır. Yaklaşık olarak aynı zamanlarda, E. W. Shaw gravite anomalileri ile tuz domlarının bulunabilme olasılığından bahsetmiştir. 1918'de Boeckh'in rehberliği altında, Schweydar (bir Alman) tuz yatağında başarılı ölçümler yapmıştır. 1920'de, de Gollyer, Budapeşte'li F. Süss tarafından imal edilen iki alet için sözleşme yapmış ve 1922'de D. C. Barton onların kullanımı için alet ve eğitimi Budapeşte'den almıştır. Barton, ABD'de gravitenin sonraki çalışmaları için önemli rol oynamıştır (La Fehr, 1980).

- Teksas'da Spindletop domu üzerindeki başlangıç denemeleri belirli bir maksimum gravite değeri vermiştir. Değişik arama çalışmaları, Teksas'daki Nash bölgesinin ölçümünün iyi sonucuna kadar belirsiz sonuçlar elde edilmiştir. 1924'de kuyu delinmiş ve yapının varlığı desteklenmiştir. Petrol, 1926'da Flank üzerinde keşfedilmiş ve bu büyük olasılıkla Amerika'da jeofizik yöntemlerle keşfedilen ilk petrol alanı olma onuruna sahip olmuştur. Böylece, büyük petrol alanları henüz gelişmekte olan torsiyon balansı ile haritalanmıştır. Bu dönemde gravite yöntemleriyle bulunan alanlardan petrolün bir milyon varili aşacağı kestirilmiştir. 1939 Haziran'ında Birleşik Devletler'deki çeşitli bölgelerde çalışan yaklaşık 60 gravimetre ve 15 torsiyon balansı vardı.

ELEKTRİK, ELEKTROMAĞNETİK VE MAĞNETOTELLURİK YÖNTEMLERİN GELİŞİMİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Maden yatakları içinde kimyasal reaksiyonların bir sonucu olarak, elektrik yöntemlerden yararlanma konusundaki ilk girişim, Cornish bakır madeninde elektrik akımlarını gözleyen Robert W. Fox (1830)'a kadar uzanmaktadır. Elektrik yöntemlerle bir sülfür kütlesinin kayıtlara geçmiş ilk keşfi, 1835'de Penzance madeninde yaptığı Doğal Potansiyel (Self Potansiyel = SP) incelemelerinin sonucu olarak Fox'a atfedilmektedir (Rust, 1938).

- 1882’lerde, Carl Burus, yeraltında gizli sülfür kütellerin aranmasında bir yöntem olarak elektrik yöntemleri kullanmıştır. Conrad Schullumberger, 1912’de yöntemle ticari bir boyut getirmiştir. Metalik bir maden yatağı üzerinde Doğal Potansiyel (SP)’e yönelik ilk planlı harita 1913’de Schlumberger tarafından hazırlanmış ve 1918’de ilkeleri yayınlanmıştır. Fred Brown 1883’den 1891’e kadar olan dönemde ve Alfred Williams ve Leo Draft 1897’de maden yatakları ile ilişkili olarak yer öz direncindeki farklılıkları ilk belirleyenlerden olmuşlar ve yöntemlerinin patentlerini almışlardır. 1893’de James Fisher, Michigan’da bakır madeninde öz direnç ölçümleri yapmıştır. 1900’de N.S. Osborne, aynı bölgede eş potansiyel yöntemle çalışmıştır. Yapay elektrik kullanarak ilk pratik yaklaşım Schlumberger tarafından 1912’de yapılmıştır. Görünür öz direnç kavramı, 1915’de hem Amerika Standartlar Bürosu (US Bureau of Standards)’da çalışan Wenner (1912) tarafından hem de Schlumberger (1920) tarafından ortaya konmuştur. Görünür öz direnç için arazi teknikleri Washington Carnegie Enstitüsü’nden O.H. Gish ve W.J Roovey ile Schlumberger Grup’tan Marcel Schlumberger, E.G. Leonardon, E.P Podini ve H.G. Doll tarafından geliştirilmiştir. Wenner, bugün kendi adıyla anılan eşit aralıklı elektrot dizilimini kullanmıştır. Buna karşın, Schlumberger Grubu kendi elektrot dizilimini dizayn etmiştir (Ward, 1980).

- Tellürik akımların anlaşılmasına yönelik ilk girişim Greenwich Gözlemevi' nden Charles Meteucci (1867)'ye atfedilir. Ancak, Conrad Schulumberger'in 1934'de bu yöntemi ticari olarak kullana kadar pek ilgilenilmemiştir. Conrad Schulumberger Indüksiyon Polarizasyon (IP) yöntemini ilk olarak 1920'lerde tanımlamıştır. Bir Amerikalı maden mühendisi olan Harry W. Conklin, 1917'de elektromagnetik yöntem üzerine temel patentleri almıştır. İlk başarılı elektromagnetik yöntem uygulaması 1925'de görülmüştür.

Özdirenç Yöntemi

- Elektrik özdirenç yöntemi için kuramsal temeller, Stefanescu ve diğ. (1930) tarafından yatay olarak tabakalanmış yer yapısı için geliştirilen düz problem çözümleriyle atılmıştır. Longer (1933) ve Slichter (1933) ilk olarak, yatay tabakalanmış yapılar için özdirenç sondajında ters çözüm probleminin formülasyonunu geliştirmiştir. Ancak, yukarıdaki incelemelerden hiç biri Backus ve Gilbert (1967) tarafından ortaya konan genelleştirilmiş ters çözüm yönteminde kullanılmamıştır. Vazoff ve Jupp (1975), Patrick ve diğ. (1977); özdirenç ve diğer jeofizik verilerinin ters çözümünü yapmışlar; Tagg (1930) düşey bir fay boyunca Wenner dizilimli özdirenç profilleri için görünür özdirenç eğrilerini hesaplamışlardır. Logn (1954) ince düşey bir levha üzerinde görünür özdirenç için gerekli matematik ifadeler geliştirmiştir. Lanberg ve Zuschlang (1931) düşey bir fay ve düşey bir dayk üzerinde potansiyel düşümü oranları eğrilerini hesaplamıştır.

- Yakın yıllarda pratik olarak gerçekleştirilen sayısal yöntemlerin gelişimi (yani sonlu farklar, sonlu elementler, integral denklemleri vb); iki boyutlu düzensiz şekilli homeojen olmayan yapılar üzerinde her hangi bir elektrot dizilimi için elektrik sondaj profili sonuçlarının hesaplamasına olanak sağlamıştır. Jepsen (1969) sonlu farklar yöntemini, Coggon (1971) sonlu elemanlar yöntemini uygularken; Snyder (1976) integral denklemi yöntemini ortaya koymuştur. Penton ve diğ. (1978) transmisyon yüzey yöntemini kullanarak IP ve 2 boyutlu dipol-dipol özdirenç verisinin ters çözümüne yaklaşım sağlamıştır.

- Petrowski (1928) ilk kez elektriksel olarak polarize olmuş gömülü bir kürenin neden olduğu potansiyel dağılımını incelemiştir. Stafenescu (1950) ilk olarak 3 boyutlu öz direnç verisini modellemek için yeni bir yaklaşım sunmuştur. İlk 3 boyutlu sayısal çözüm, Hohman (1975) tarafından Geophysics dergisinde yayınlanmış ve o yılın en iyi makale ödülünü almıştır. Pridmore (1978) 3 boyutlu kompleks bir yer üzerinde görünür öz dirençleri hesaplamak için sonlu elemanlar yöntemini kullanmıştır. Dey ve Morisson (1979) 3 boyutlu homojen olmayan yapılar üzerinde dipol-dipol dizilimi için sonlu farklar yöntemini kullanmıştır.

İndüksiyon Polarizasyon (IP) Yöntemi

- Schlumberger (1920)'in IP yöntemini keşfinden sonra, bu konudaki ilk çalışma Dakhanov (1941) tarafından yapılmıştır. Siegel (1949) IP yöntemi ile saçılmış (dissemine) sülfidlerin yerini belirleyebileceği yönünde ilk çalışmaları oluşturmuştur. Madden ve öğrencileri bir seri yayın ile yöntemin yorumlanması üzerine önemli katkılar sağlamıştır. IP ölçüm verisinin 2 boyutlu yer yapıları için yorumlanması Caggon (1971) ve Madden (1971) tarafından verilmiştir. Hohman (1975) 3 boyutlu modeller için algoritma geliştirmiştir. Elektromagnetik coupling, Millet (1967) tarafından homojen bir yer üzerinde ve tabakalı bir yer modeli için hesaplanmıştır. Lineer olmayan IP olguları üzerine araştırma, Shaup (1965) ve Ryss (1967) tarafından başlatılmıştır.

Mağnetotelürik Yöntem

- Mağnetotelürik yöntem Tichanov (1950) ve daha çok da Cagniard (1953) tarafından ortaya konmuştur. Fakat Fornier ve diğ. (1963) yöntemin köklerini Van Bemmeler (1908)'in yaptığı çalışmalara değin uzatmaktadır. Wait (1954) gelen bir düzlem dalga için tabakalı bir yerin empedansının bir şeklini oluşturmak için transmisyon hat analojisini kullanmıştır. İlk çalışmalarda, yer homojen yada yatay olarak tabakalanmış izotropik ortam olarak varsayılırken, Contwell (1960) öz direnç anizotropisini ya da iki boyutluluğun önemini tanımlamış ve bundan dolayı açısal yönlenmenin bir fonksiyonu olarak görünür öz direncin belirlenmesine izin veren empedans tensörü kavramını ortaya atmıştır.

Elektromagnetik (EM) Yöntem

- EM yöntemin gelişimi büyük ölçüde 1930-1950 yılları arasında Slichter (1932); Bruckshaw (1936) ve Hedstrom (1940) tarafından yapılan çalışmalarla olmuştur. Bundan sonraki dönemde, J.F. Wait'in yaratıcı kuramsal çalışmaları ve ekipman gelişimi konusunda McPhar Engineering Co firmasının çalışmaları öncü rol oynamıştır (Ward,1952; Ward ve Harvey, 1954). 1950-1960 arasında ilk geniş bantlı yer EM sistemi, ilk havadan EM sistem, ilk kuyu EM sistemi, yer AFMAG'ı ve havadan AFMAG; McPhar mühendisleri tarafından geliştirilmiştir.
- Küre ve silindir modelleri için Wait (1951); Tabakalı yer için Wait (1958); küresel kütle yakınında magnetik dipoller için Nabighiam (1971) çeşitli matematiksel yaklaşımlar geliştirilmiştir.

- Yakın yıllarda EM sınır değer problemleri için çeşitli çözümler bulunmaktadır (Coggon, 1971; Swift, 1971; Hochman, 1975; Lajoi ve West, 1976). Bu çalışmaların ilk zamanları, çizgisel kaynak alanlarındaki iki boyutlu homojen olmayan yapılar ile ilgili olmuştur. Stoyer ve Greenfield (1976); 3 boyutlu bir kaynak alanında 2 boyutlu homojen olmayan yapıları tanımlamıştır. Hochman (1975), Lajoi ve West (1976) ile Pridmore (1978) 3 boyutlu bir kaynak alanında 3 boyutlu homojen olmayan yapı (tam bir 3 boyut problemi) tanımlamışlardır.
- Tabakalı yer parametrelerine yönelik MT ve öz direnç verisinin ters çözümü için sayısız algoritmalar geliştirilmiştir.

Self Potansiyel

(SP = Doğal Potansiyel) Yöntemi

- SP yönteminin ayrıntılı olarak anlaşılmasına yönelik ilk çalışma Sato ve Mooney (1960) tarafından sunulmuştur. Corbin ve Hoover (1978) çok düşük gürültü seviyelerinin SP ölçümlerinde elde edilebileceğini göstermiştir. Çeşitli kaynak mekanizmalarıyla bazı modellemeler; Nourbehecht (1963) ile Corbin ve Hoover (1978) tarafından verilmiştir. Morgan ve diğ. (1979) jeotermal sistemler üzerinde gözlenen SP anomalilerinin nedenini aydınlatmak için laboratuvar deneyleri yapmıştır.

KUYU LOGLARI YÖNTEMİNİN GELİŞİMİ

- 1930'larda özdireç logu çeşitli ülkelerde ticari olarak kaydedilmeye başlanmış ve 1931'de SP logu buna eklenmiştir. Bir EM teleklinometre 1932'de; sürekli sıcaklık logu 1933'de; anizotropi eğim ölçer 1935'de ortaya çıkmıştır. SP logunun önemi 1960'lara kadar artan çalışmalarla açığa çıkmıştır. Saturasyonu belirlemeye yönelik özdirencin nicel yorumlanması için temel yaklaşımlar 1941'de formülize edilmiştir (Segesman, 1980).
- 1950'den 1960'lara kadar olan yıllar diğer basit logların (yani, dipmeter, gama ray, netron, indüksiyon, mikro-özdirenc, yoğunlu, akustik hız vb.) gelişimine sahne olmuştur. Netron, yoğunluk ve akustik loglar; porozite, litoloji ve gaz saturasyonu gibi parametreler hakkında bilgiler sağlamıştır. Porozitenin varlığı özdirenc logundan elde edilmiştir.

- 1950'lerin sonunda, bilgisayarların kullanımı log yorumlaması için ilgiyi geliştirmiştir. 1960'da ilk olarak, eğim metre logları bir bilgisayar girişi için sayısal mağnetik teyp üzerine kaydedilmiştir. Bu olay diğer loglarda 1965'lerde gerçekleşmiştir. Sayısal kayıt aynı zamanda logların radyo ve telefon yardımıyla transferinde önemli olmuştur. Günümüzde sayısal sistemler kuyu yerindeki hesaplamalar için geliştirilmiştir.
- Akustik loglardaki gelişmeler, P ve S dalga genliklerinin kullanımını içermektedirler. Radyoaktivite loglarında, doğal gama ışını; uranyum, toryum, potasyum katkılarının ölçülmesini içermektedir.

UZAKTAN ALGILAMA VE UYDU JEOFİZİĞİNİN GELİŞİMİ

- Uzaktan algılama yıllar önce, klasik hava fotoğrafları formunda veri elde ederek basit bir yapıdayken, son yıllarda sofistike sayısal çok-spektrumlu veri elde etme ve analizi yönünde gelişim göstermiştir. Günümüzde standart bir arama yöntemi olarak kabul edilmektedir. Arama Jeofizikçileri Birliği (SEG = Society of Exploration Geophysicists) 1975’de 45. Olağan toplantısında Uzaktan Algılama Jeofiziği konusunda iki özel oturum düzenlemiş ve daha sonra Geophysics dergisinde (Nisan 1977) Uzaktan Algılama Özel sayısını yayınlamıştır.
- Yakın yıllarda alet teknolojisindeki gelişmeler elektromagnetik radyasyonun geniş bir spektrumunun (gamma ışını, X ışını, Ultraviolet, görünür, infrared, mikro dalga ve radyo) kaydedilmesine olanak sağlamıştır. Bu, uydu magnetik ölçümlerine ve daha sonra uydu gravite ölçümlerine yol açmıştır. Böylece, çeşitli yeni uydu gözlem sistemleri ve analitik işlemlerle kombineli olarak yapay uyduların yerleştirilmesi global olduğu kadar lokal jeofizik anomaliler üzerinde ayrıntılı bilgi sağlamıştır (Regan, 1980).

- **Uydu Mağnetik Ölçümleri**
- Polar Orbiting Geophysical Observatory (POGO) uydu ölçümleriyle, Regan ve diğ. (1975) bir quasi-global mağnetik anomali haritasının oluşturulmasına önayak olmuşlardır. Uçak ve diğer uydu ölçümleri, tektonik haritalarla karşılaştırılarak anomalilerin reel ve yerden kaynaklanan bileşenleri elde edilmiştir. Dünya çapında yerkabuğunun yapısının incelenmesine ek olarak uydu verisi aynı zamanda bölgesel mağnetik çalışmaların yorumlanmasında yardımcı olarak kullanılmaktadır.

- **Uydu Gravite Ölçümleri**
- Mağnetik ölçümlerin uydulardan direkt olarak yapılabilmesine karşın, aynı şey gravite ölçümleri için geçerli değildir. Uyduların hareketlerinin (yani yörünge pertübasyonları) analizi yerin gravite alanı üzerine bilginin temelini oluşturmaktadır. Uydu gözlemlerinden gravite anomalileri üzerine bilgi türetmek için kullanılan tekniklerin ayrıntıları Lerch ve diğ. (1974) tarafından verilmiştir.

RADYOAKTİVİTE YÖNTEMİNİN GELİŞİMİ

- Radyoaktif ölçümler jeofizikte yaklaşık 1935'den beri önemli bir rol oynamaktadırlar. En önemli uygulama alanları petrol ve uranyum aramalarıdır. Radyoaktif ölçümler reaktör alanı ölçümleri gibi özel alanlarda ve jeolojik yapının haritalamasında kendini kanıtlamıştır.
- **Alet Donanımı**
- İlk radyoaktivite ölçümlerinden bir kısmı 1935'de kuyu ölçümleri elde etmek için iyonizasyon odaları ve elektrometreler kullanılarak yapılmıştır (Howel ve Frosch, 1939). Kısa süre sonra Geiger Müeller tüpleri, gamma radyasyonuna duyarlı olarak geliştirilmiş (Evans ve Mugele, 1936) ve hızlıca dünyadaki jeolojik problemlere uygulanmıştır (Rothe ve Kopcewics, 1937; Gorsko ve Kurbotov, 1937; Landsberg, 1939). 1940'ların sonunda portatif geiger sayaçları mevcut hale gelmiştir (Test, 1947). 1949'da Minosota Üniversitesi'nden R.W. Prigle ve K.I. Rulsta portatif scintilasyon sayacı geliştirmiştir (Duval, 1980).
- 1950'lerin başında transistörün icadıyla, radyoaktivite ölçümleri için kullanılan aletler daha hafif, daha kompakt ve daha sofistike hale gelmiştir. Bu gelişim süreciyle, 1970'lerde aletler daha karmaşık ve model olarak çok çeşitli hale gelmiştir.

- **Uygulama Alanları**
- Radyoaktivite ölçümleri ilk olarak 1935’de petrol aramaları için kullanılmıştır. II Dünya Savaşı öncesi Uranyum aramaları, yüksek dereceli Uranyum yataklarını bir Radyum kaynağı olarak araştırılması istisna tutulursa temelde çok fazla değildir. Savaştan sonra Uranyum aramaları artmıştır. Havadan gama ışını (ray) ölçümleriyle ilgili deneyler, 1948’lere kadar gitmektedir (Kanada’da (Godby ve diğ, 1952); Amerika’da (Stead, 1950); İngiltere’de (Pierson ve Franklin, 1951)).
- Petrol ve Uranyum aramalarına ek olarak radyoaktif ölçümler çeşitli problemlere uygulanmıştır. Bunlardan en önemlilerden biri, jeolojik haritalamaya yardımcı olarak kullanılmasıdır. Litolojinin bir fonksiyonu olarak değişen gama ışını şiddetleri 1939’dan beri (Landsberg, 1939) bilinmektedir. Bu zamandan beri hem yerden hem de havadan gamma ışını ölçümleri jeolojik haritalamada kullanılmıştır.

- Gamma ışını kuyu logu ölçümleri Uranyumdan başka ayrıca, diğer maden yataklarının aranması ve değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Tixier ve Alger (1970) kömür ve diğer evaporit yataklarına uygulanan gama ışını ve diğer logları değerlendirmiştir. Bird (1965) gama ışını loglarının kullanımını tuz yataklarının değerlendirilmesinde yardımcı unsur olarak tanımlamıştır.
- Bazı diğer uygulamalar ise; jeolojik haritalamalar (Miller ve Symons, 1973); reaktör alanları için radyoaktivitenin görüntülenmesi (Bates, 1964); kayıp radyoaktif kaynakların bulunması (Deal ve diğ., 1972); Zemin/Toprak haritalanması (Schwarzer ve Adams, 1973) olarak sayılabilir.

SİSMİK YÖNTEMLERİN GELİŞİMİ

- Sismik arama endüstrisinin tarihteki ilk başlangıç noktasını bulmak oldukça zordur. Society of Exploration Geophysicists'nin Geophysics dergisinin Ocak, 1957 sayısında verilen bir ilanda, M.S. 136 yılında yaşamış Çinli bir düşünür ve bilim adamının depremler hakkında daha çok bilgi toplayabilmek için ilk sismografi geliştirdiği ifade edilmiştir. Büyük olasılıkla kayıtlarda bulunmayan pek çok diğer araştırmacı da bu tür girişimlerde bulunmuşlardır. Mallet'in 1845 yılında İrlanda'da yaptığı çalışmalar, sismik kırılma yöntemini ilk keşfeden bilim adamı olarak tarihe geçmesini sağlamıştır. Mallet çalışmasında gömülü bir miktar barut, bir çanak civa tarafından yansıtılan ışık noktası, dedektör olarak bir teleskop ve seyahat zamanı ölçümü içinde bir kronometre kullanmıştır. Yapay kaynak sismolojisi alanında ilk çalışma yapay sismik dalgalarının nasıl kullanılabileceğini açık olarak anlatan Robert Mallet tarafından yapılmıştır.

- Mallet, 1846'da, yerküre'nin oluşumu ile ilgili problemleri sunduğu makalesinde, bu konuyu tartışmış ve farklı kayaçların kendi hızlarına sahip olabileceğini göstermiştir. Ayrıca, su ile kaplı alanlarda yerkürenin bilinmeyen bölgeleri üzerine bilginin elde edilmesi için bu arama (exploration) yönteminin kullanılmasını önermiştir. 1851'de Mallet, granit ve kumda ölçülen yapay sismik dalga hızlarını sunduğu bazı arazi deneylerinin sonuçlarını rapor etmiştir. Bu kuşkusuz bu türden ilk deneydi ve bu makale özellikle bu nedenle ilginç olmuştur. Yere gömülü barutu patlatmış ve böylece üretilen dalgalar, bir sismoskop üzerinde belirli bir uzaklıkta kaydedilmiştir (alınmıştır). Sismoskop çapraz kılıardan ışığı bir noktaya yansıtan civa kabını içermektedir. Bu nokta küçük bir teleskop boyunca gözlenmiştir. Civa yüzeyi sallandığında görüntü görünmez olur. Sonraları, dalganın varışı görüntü tarafından kurulan yüzey ripple'larının görünmesiyle gözlemciyi uyarır. Gözlemci tarafından bir kronometrenin başlatılmasıyla atış elektriksel olarak ateşlenir ve dalga sismoskopta görünür görünmez aynı gözlemci kronometreyi durdurur. Böylece, dalganın geçiş zamanı belirlenir. Atış ile sismoskop arasındaki uzaklık dikkatlice ölçülerek hız hesaplanabilir. Hatta bu deneylerin gerekli bütün elemanlarla birleştirilmesiyle Mallet, kendi sismografinin düşük duyarlılığı ile geçen dalga boyunca materyallerin gerçek boyuna hızının ölçülmesi olanaklı olmuştur. Bununla birlikte, Mallet, çeşitli materyaller için farklı hız değerlerini elde etmiş, örneğin kum için 825 ft/sn ve granit için 1665 ft/sn hız aralığında değiştiğini ölçmüştür. Sonraları 1876 yılında General H. L. Abbot komutasındaki U.S. Mühendisler Kolordusu tarafından New York'ta yapılan çalışmada, 50000 lb dinamitin patlatılmasıyla oluşan sismik dalgalara ait hızlar ölçülmüştür. Milne ve Gray 1885 yılında bir hat boyunca yerleştirdikleri iki mekanik sismografi, düşürülen bir ağırlık nedeniyle oluşan sismik enerjinin kaydedilmesi amacıyla kullanmışlardır. Bu gibi detayların hızla değiştiği bir değişim sürecinde, sismik arama yönteminin pratik hale getirilmesi ve endüstrisinin bugünkü şeklini almasına yön vererek pek çok katkıda bulunmuş kişi veya kişilere bu gelişimi adil bir şekilde pay etmek oldukça zordur.

- Fougue ve Levy, 1889'da, madenlerde bazı dikkatli hız ölçümlerinin yer aldığı deneysel çalışmayı yaptı. Onların avantajı, hareketi önceki kullanılanlardan oldukça yüksek duyarlılıkta fotoğraf olarak kaydeden sismoskop kullanmalarıydı. Elde edilen hızlar genelde Abbot'un değerlerinden daha yüksek idi.
- Schmitt 1888'de, yöntemin kuramsal gelişimine katkı olarak, dalga hızının yeraltında derinliklerle artması gerektiğini gösterdi ve daha sonra doğal depremler için seyahat zamanı eğrisinin oluşturulmasını tartıştı.
- 1899'da Knott, sismik dalgaların yayılımını ve onların elastik süreksizliklerde yansıma ve kırılması ile ilişkisini yazdı.

- 1900'lü yılların başında sismik yöntem pratik olarak kullanılıyordu. Şekil 23a'da, 1917'de sismik yöntemlerle Fessenden tarafından alınmış ilk patent görülmektedir. 1907'de, Wiechert ve Zoeppritz, sismik dalga transmisyonu kuramını araştırdı ve çok önemli olan çalışmalarında sismik dalga yayılımı problemini, problemin kuramsal çözümünün yer aldığı yansıma ve kırılma için çözümleri verdi. Şekil 23b'de J.C. Karcher ve arkadaşları tarafından alınan en eski sismik yansıma kaydı örneği ve yorumlaması görülmektedir.
- Zoeppritz ve Geiger çalışmaları ile, Wiechert'in çalışmalarını genişlettiler. 1910'da Wiechert bir diğer makale yayınladı.
- Sieberg, Benndorf, Willip ve Von den Borne gibi diğer isimler ilk araştırmacıların listesine eklenebilir.

GEOTEKNİK VE ÇEVRE JEOFİZİĞİ: TARİHSEL GELİŞİM

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Geoteknik ve çevre sorunlarının çözümüne yönelik mühendislik jeofiziğinin gelişim tarihine bakıldığında, jeoteknik ve çevre jeofiziğinin de diğer tüm jeofizik çalışmalarda olduğu gibi üç unsurdan etkilendiği görülmektedir. Bunlar, (1) çözülecek problemin doğası ya da karakteri, (2) çözülecek problem için geliştirilecek ya da mevcut olan alet donanımı, (3) sonuç olarak elde edilen verinin yorumlanmasında kullanılan metodolojiler ya da yaklaşımlar olmaktadır. Jeofiziğin inşaat mühendisliği uygulamalarını anlatan bir kaç kitaptan biri olan ve Griffiths ve King (1965) tarafından yazılan “Applied Geophysics for Engineers and Geologists” kitabının önsözünde, mühendislik-jeofizik ilişkisi “....mühendislik (burada inşaat mühendisliği) disiplini; jeofiziği, zemin (site) hakkında önemli bilgiler veren etkin ve ucuz bir araç olarak tanımaktadır....” biçiminde ortaya konmaktadır. Bugünün mühendislik jeofiziğinin çok geniş kapsamlı ilgi alanı, jeoteknik ve çevre sorunlarına çözüm bulma bağlamında geliştirilen tekniklerle süslenen çok sayıda yeni yayınlarla ortaya konmuştur.

ZEMİN MEKANİĞİNİN TARİHÇESİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Eski dönemlerde de zemin araştırmaları, konusu bugün bildiğimiz anlamda bilinme- mesine karşın, insan zihninin meşgul eden konulardan biri olmuştur. İlkel uygarlıklarda, zemin; bugün de olduğu gibi, yapıların sağlam zeminde inşası ve yapılar için bir inşaat malzemesi olarak kullanılması gibi iki işlevli olarak ilgi çekmiştir. İnşaat malzemesi olarak zeminin değeri yapı sürecinde çeşitli örneklerle, tarihsel dönemlerde görülmektedir. Denebilir ki, insanın prehistorik dönemlerde zemin üzerine bir şeyler öğrenme, anlama ve kullanma yönündeki ilerlemeler çok yavaş gelişmiştir (Jumkins, 1967; Özçep, 2001).

- İnsanlığın zeminlerle/topraklarla olan ilgisi uygarlıkların oluşumundan da eskidir. On- binlerce yıl önce yazının keşfinden ya da metal aletlerin kullanımından uzun süre önce, tarımın gelişimi ve büyük yağış sistemlerinin inşaatı nedeniyle tarihöncesi atalarımızı ilk defa zeminlerin mühendislik davranışının karmaşıklıkları ile bağlantıya sokmuştur. Toprak ve onun özellikleri bilgisi, pratik gereklilik nedeniyle olmuştur ve uzun süre de öyle kalmıştır. M.Ö. Üçüncü ve İkinci Binyılla birlikte, Mısır'da Mezopotamya'da, Hindistan'da ve Çin'de anıtsal yapıların inşası zeminle ilişkili yeni mühendislik ve mimarlık becerilerini (özellikle temellerle ilişkili olarak) ortaya koymuştur. Piramitler, ziguratlar (tapınak kuleler), kent duvarları, kolon biçimli tapınaklar ve benzeri diğer yapılar insanlığın zemin üzerinde büyüyen yeteneğinin göstergeleri olarak belirmiştir. İzleyen yüzyıllarda, Hristiyan dönemin başlamasıyla, Eski Yunan ve Romanın köprüleri, yolları, su yapıları, drenaj sistemleri, toprak dolgu barajları ve diğer yapılar hepsi genel anlamda geoteknik mühendisliğinin bütün kavramlarıyla ilgisi nedeniyle antik çağ mühendisleri için aşına oldukları eserler olmuştur. Hatta deprem mühendisliğinin ilksel/ basit başlangıcı eski Yunan ve Çin'deki çalışmalara kadar gider (Straub, 1964, Kerisel, 1985). Bu başlangıca rağmen geoteknik mühendisliği bağımsız bir nicel bir disiplin olduğu kadar bir sanat olarak da mühendisliğin bütün yeni dallarından biri olarak gerçek başlangıcına bu 20 yüzyılın ikinci çeyreğinde ulaşır.

- İlk çağlardaki zemin problemleri yollar, su kanalları, köprüler vb. yapılarla ilişkili olarak vardır. Örneğin, 3000 yıl önce yazılmış olan Çince “Chou” isimli kitapta yollar ve köprülerin yapımına ilişkin kurallar anlatılmıştır. İnşaat malzemesi olarak zemin malzemesi, suyolları inşaatında da önemli rol oynamıştır.
- Roma döneminde büyük ve kütle olarak ağır yapılar olarak inşa edilmiştir. Roma İmparatorluğu zamanında, mühendisler toprak işleri ve temel tasarımına ilişkin çözümler içeren oldukça ağır yapılar inşa etmişlerdir. Romalılar çeşitli yapı türleri (köprüler, su yapıları, halkın kullanımına yönelik büyük ve geniş binalar, yollar vb. gibi) oluşturmuşlardır. Örneğin, Romalıların yolların tasarlanması ve yapımı sırasında kullandığı temel ilkeler (1) sağlam bir temel ve (2) iyi bir drenaj sistemine dayanmaktadır. Bu ilkeler hâlâ modern yol yapım çalışmalarında kullanılmaktadır. Roma çağında yazılan teknik literatür, Romalıların zeminlerin bazı özellikleri ve temellerin stabilitesi konusuna oldukça önem verdiklerini göstermektedir.

- Roma İmparatorluğu'nun çöküşünden sonra, zemin ve temel mühendisliği ile ilgili Avrupa toplumunun organizasyon yapısı ve aktivitesi bozulmuştur. Bunun sonucu olarak Orta çağlarda (400–1400) yol yapımı ve tasarımı en düşük düzeyde kalmıştır. Eski Roma mühendislik yapıları (yollar, köprüler, drenaj yapıları vb. gibi) savaşlarla yok olmuş ve ihmal edilmiştir. Yağmur ve buz yapı temelleri için zararlı etkiler oluşturmıştır. Yollar ve kanallar dışında, zemin ve temel problemleriyle ilişkili olarak orta çağ yapılarının özellikleri şunlardır:
 - Çok ağır kent duvarları
 - Ağır toprak işleriyle ilişkili olarak inşaatlar
 - Büyük Katedraller
 - Kiliselerden ayrı olarak inşa edilen Çan Kuleleri
 - Büyük katedral yapılarıyla ilişkili ana zemin problemi büyük yapısal yükler nedeniyle zeminlerin sıkışması ve zemine oturması olmuştur. Bununla ilgili en önemli örnek Pisa kulesidir.

- Zemin mekaniğinde bilimsel olarak nitelendirilebilecek ilk çalışmalar 17. ve 18. yüzyıllarda Fransız ordu istikham subaylarınca gerçekleştirilmiştir. Özellikle, siper yapımında zemin problemlerinin incelenmesi ile ilk toprak basıncı kuramcısı C. A. Coulomb tarafından 1776'de yayınlanmış ve kuram günümüze kadar kullanılmıştır. Rankine, 1857'de bu kuramı geliştirmiştir.
- Bağımsız bir çalışma alanı olarak zemin mekaniğinin tanınması onyedinci yüzyılın sonlarına doğrudur. O vakitler, Fransız askeri mühendisler (örneğin Sébastien le Prestre de Vauban gibi) istihkâm tasarımını geliştirmek üzere yamaçlar ve istinat duvarları üzerindeki toprak basınçlarının analizleri çalışmışlardır. Bu analizler ihtiyaçtan doğmuştur. Toprak basınçlarını yarattığı problemler üzerinde onyedinci yüz- yıl öncesi inşaatlarında özel bir önem olmamasına rağmen, yapı yolları, kanallar inşaatına olan büyük bir ilgi daha sistematik yaklaşımlara ihtiyaç göstermiştir (Feldi 1948).

- Fransa onsekizinci yüzyılda da kılavuzluğunu sürdürmüştür. 1720’de Fransız hükü- meti, Köprü ve Yollar Mühendisliği Birliği ("Corps des ingénieurs des ponts et ch- aussées") kurmuştur. Bu, inşaat mühendisliğine adanan ilk devlet destekli organi- zasyondur. Bu organizasyon zemin mekaniğini içerecek biçimde özellikle istinat duvarları gibi yapıların tasarımı ile ilgili ciddi metematiksel eğitimi sağlamıştır. Bu yüzyılın ortalarında, yatay toprak basınçları üzerine makaleler İtalyan, Danimarka, İsveç bilimsel yayınlarında zemin çalışmalarına atıf yaparak görünmüştür. Ama hala amprisizm dominanttır.
- Augustin Coulomb'un 1773’de bilimsel bir makale olarak Fransız Bilimler Akade- misi’ne "Essai sur une application des règles de maximis et minimis à quelques problèmes de Statique relatifs à l'architecture" isimli sunumu bir dönüm noktasıdır. Zemin mekaniğinin babası olarak adlandırılan Karl Terzaghi, Coulomb’un çalışma- sını “*Zemin mekaniği, istinat duvarları üzerindeki toprak basınçları üzerine Cou- lomb’un teorisinin yayınlanması ile başlamıştır... Bu çok parlak bir başlangıçtır*” demiştir (Terzaghi, 1948).
- Bilindiği gibi "Coulomb'un Yasası”
- $s = c + p \tan \phi$
- olarak ortaya konmuştur. Burada s zeminin kayma direnci (yenilmeye karşı zeminin mukavemeti), c; kohezyon ve p ise kayan yüzey üzerindeki birim basınç ve ϕ ise içsel sürtünme açısıdır.

- Zeminin önemli özelliklerinden biri olan geçirgenlik ve hidrolik eğim kavramı bü- yümekte olan kentlerde su getirmenin önem kazandığı 1800'lerde Darcy tarafından geliştirilmiştir. Suyun yanında enerjinin günlük yaşamda önde gelen konular arasına girmesiyle baraj yapımının mühendisin artan ilgisini toplamaya başladığı yıllarda Hazen taneli zeminlerin fiziksel özellikleriyle geçirimsizlikleri arasındaki bağıntıyı ortaya çıkarmıştır.
- İngilizce konuşulan dünyada ondokuzuncu yüzyıldaki ön önemli figür 150'nin üze- rinde bilimsel makalesi ile W.J.M. Rankine'dir. Makalelerinden biri olan "On the Stability of Loose Earth" adlı makale 1853'de yayınlanmıştır. Terzaghi fark ettiği gibi, ondokuzuncu yüzyılın sonu ile *"taşınma kapasitesi ve toprak basınçları teorile- ri bir yüzyıldır var olmasına rağmen, mühendislik pratiğinde bunların etkileri hemen hemen sıfırdır"*.
- Kuzey Avrupa ülkeleri jeolojik oluşumları nedeniyle, önemli zemin problemleriyle karşı karşıyadır. Özellikle, büyük heyelanların olduğu bölgelerde bu olayın anla- şılması için ciddi çabalar harcanmıştır. Collin, 1846'da yayınladığı kitapta killi zeminlerde kaymaların silindirik yüzeyler boyunca olduğu varsayımıyla hesaplar yapmıştır. Fellenius, İsveç'te 1900'lerde demiryollarında önemli can ve mal kaybına neden olan heyelanların araştırılması konusundaki yayını ile zemin mekaniğinin mühendislik problemlerine ilk ciddi uygulamasını yapmıştır.

- Yirminci yüzyılın ilk çeyreği sonunda yıllar boyunca yapılmış bilimsel ve teknik birçok aşamaya karşın zeminlerin önemli iki özelliği olan sıkışma ve gerilme altında stabilite konusunda büyük bir boşluk bulunuyordu. Bu nedenle, mühendisin probleme yaklaşımının bir jeoloğunkinden çok farklı olmadığı söylenebilirdi. Yapı- larda temel hareketlerinin uzun yıllar sürmesini açıklayan tatmin edici bir hesap yöntemi bulunamadığı gibi, zeminlerin makaslamaya karşı direncinde ve yapısında türlü durumda bulunan suyun gerçek rolü de anlaşılmış değildir.
- Felaketler yeniden-düşünmenin anası olmuştur. Örneğin, İsveç’deki tren yolu kay- maları, Panama kanalındaki yamaç yenilmeleri, Almanya’daki Keil kanalında üze- rindeki duvar göçmeleri, çeşitli baraj göçmeleri, büyük binaların temellerindeki oturmalar felaketlere örnekler olarak verilebilir. Sonuç olarak birinci dünya savaşı öncesi hem Avrupa ve hem de Amerika’daki mühendisler, geoteknik ilerlemelerde sorumluluk üstlenmişlerdir. Prehistorik geçmişinde olduğu gibi, zeminlerin bilgisi ve davranışı pratik gereklilikler/zorunluluklar nedeniyle oluşmuştur.
- İsveç bu konuda kılavuzluk etmiştir. Burada, çok kötü zemin koşulları (çok düşük kayma mukavemeti ve yüksek kompresibiliteye sahip killi birimler) vardır. Demir- yolu inşaatı özellikle tehlikeli ve heyelanlar yaygındır. Sonuç olarak 1908’de İsveç Devlet Demiryolları, heyelan problemlerini incelemek üzere üç mühendis ve bir yerbilimciden oluşan özel bir komisyon oluşturmuştur. Bu mühendisler arasında ünlü Wolmar Fellenius da vardır. Komitenin hazırladığı rapordan sonra sürekli bir “Geoteknik Komisyonu”nun oluşturulmasına karar verilmiştir. İsveç ilk defa inşaat mühendisliği bağlamında “Geoteknik” terimini kullanmıştır. Komisyon ayrıca Stok- holm’de zemin örneklerini analiz etmek üzere aktif bir laboratuvar da kurmuştur.

- İsveç Demiryolları “Geoteknik Komisyonu”ndan bağımsız olarak İsveç kimyacı-tarımbilimci Albert M. Atterberg 1900 yılında 54 yaşında zemin araştırmaları konusunda çalışmalarına başlamıştır. Mühendislik tasarımı ve hesaplamaları ile ilgili problemlerle ilgilenmekten daha çok, Atterberg zemin sınıflamaları ile ilgilenmiştir. Farklı su içeriklerin sahip bir çok kil örneklerini incelemiş, sonuçta, killerin likit limit ve plastisitelerini belirlemek üzere basit testler oluşturmuştur. İsveç Demiryolları “Geoteknik Komisyonu gibi Atterberg çalışması uluslar arası bir yankı bulmuştur.
- Zemin mekaniğinin babası olarak da adlandırılan Karl Terzaghi 1883 yılında o zaman Avusturya Macaristan İmparatorluğunun bir kenti olan Prag’da doğmuştur. Viena Teknik Üniversitesi’nde Makina Mühendisliği eğitimi görmüştür. Buradan sonra İstanbul’da Robert Kolej Mühendis Mektebinde Öğretim üyeliği yapmıştır. Burada Boğaz ve Haliç killerinin davranışından esinlenerek sıkışma, konsolidasyon ve taşıma gücü kuramlarını gerçekleştirmiştir. 1925’de ABD’de Masatchuset Institute of Technology (MIT)’de görev aldıktan sonra ünlü “Erdbaumechnik” kitabını yayınlamıştır. Bu kitap, başta efektif gerilme kavramı olmak üzere modern zemin mekaniğinin konularını bugün bile geçerli yaklaşımlarla açıklaması açısından modern zemin mekaniğinin başlangıcı olarak kabul edilmektedir. MIT’den sonra Harvard Üniversitesi’de görev yapan Terzaghi, ölümüne kadar 360 kadar eser vermiştir. Terzaghi’nin asıl değeri uygulamada yaptığı eserlerde görülmektedir. Terzaghi’nin zemin mekaniğine gereken saygınlığı sağlamasıyla dünyanın birçok yüksek öğrenim kuruluşu konuyu ele alan bölümler kurmuştur (Önalp, 1982).

- Akademik kuruluşlar yanında Almanya’da zemin mekaniği araştırma örgütü (DEGEBO); Fransa ve İngiltere’de Yol Araştırma Laboratuvarları (LCPC, TRRL) İsveç ve Norveç’te Geoteknik Enstitüleri, ABD’de Ordu Mühendisleri (Corps of Engineers) ve Baraj Araştırma Örgütü (Bureau of Reclamation) vb. gibi kamu kuruluşları zemin mekaniğindeki atılımlarla önemli katkılar yapmışlardır.
- Baraj, kanal, ulaşım yolları ve sonradan hava meydanlarında karşılaşılan en önemli sorunlardan biri zeminin ince daneli olması ve su içermesi durumunda beliren ani ve uzun süreli çökme ve göçmelerdir. Toprak yapılarında eldeki malzemenin kullanılabilir hale getirilmesi yani zeminde su olması durumunda, kıvamını kaybetmesi sıkıştırma (compaction) işlemiyle önlenebilmiştir. IX. Yüzyılda İngiliz sömürgesi Hindistan’da bir baraj gövdesi üzerinden kaza ile geçen bir havyan sürüsünün yaptığı olumlu etkilerden esinlenerek keçi ayağı silindirler geliştirilmiştir. Proctor, 1933’de kompaksiyon kuramını ana hatlarıyla anlatmıştır.
- Yumuşak killerin kayma direnci 1950’lerde Skempton, Bejerrum ve Hvorslev gibi araştırmacıların bulgularıyla anlaşılmıştır. Bu yıllarda kilin mikro yapısıyla mekanik özellikleri arasındaki bağıntı da Rosenqvist tarafından somut olarak açıklanmıştır.
- 1970’ler zemin mekaniği problemlerinin kesin kuramsal çözümü için önemli atılımların yapıldığı yıllar olarak belirmektedir. Bu amaç için geniş hafızalı ve yüksek hızlı hesap yapan makinaların gelişmesi en büyük desteği sağlamıştır. Böylece, önceleri sınır koşulları ve çok değişik zemin koşulları nedeniyle çözülmez kabul edilen problemler çözülebilir hale gelmiştir. Sonlu elemanlar ve sonlu farklar gibi iki güçlü çözüm yöntemi sürekli ve süreksiz ortam mekaniğindeki tüm problemlerin yanıtını yaklaşık da olsa sağlayabilmektedir.
- Özetleme yapacak olursak, zemin mekaniği 20

- Özetleme yapacak olursak, zemin mekaniği 20 yüzyılın başlangıcında gelişmiştir. Zeminlerin davranışının analizi için ihtiyaç birçok ülkede bina/yapı temellerinin göçmesi, heyelanlar gibi olağandığı kazaların bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Örneğin hollanda'da 1918'de Weesp yakınlarında bir demiryolu dolgusunun kayması, hükümet tarafından kurulan özel bir komisyon ile zemin mekaniği alanın- da ilk sistematik incelemelere neden olmuştur. Zemin mekaniğinin temel ilkelerin- den birçoğu bu dönemde biliyordu fakat mühendislik disiplini ile ilişkisi henüz tamamlanmamıştı. Zemin mekaniğine ilk önemli katkılar, zeminlerin yenilme- si/göçmesi ile ilgili 1776'daki önemli bir çalışması ile Coulomb ve 1857'deki ze- minlerdeki gerilmelerin olası durumları üzerine bir makalesi ile Rankine nedeniyledir. 1856'da Darcy, Djon kentinin su temini için projesi için çalıştığı sırada, zeminlerin permeabilitesi üzerine ünlü çalışmasını yayınlamıştır. Malzeme, mukavemet gibi mekanik konuları Newton, Cauchy, Navier ve Boussinesq'un çalışmaları nedeniyle 19. yüzyılda çok iyi biliniyordu. Zemin mekaniğinin gelişimine önemli öncü katkılar, zeminlerin davranışı üzerine boşluk suyu basın- cının etkisinin nasıl olacağını açıklaması ile Karl Terzaghi ile gelmiştir. Bu zemin mekaniğinin teorisinde temel unsurdur. Zeminler üzerine uluslararası organizasyon “Uluslararası Zemin Mekaniği ve Geoteknik Mühendisliği Birliği”dir.

- Zeminlerin dinamik etkilerle, özellikle deprem ile ilişkisinde öne çıkan olgulardan biri suya doygun kumlu zeminlerin sıvılaşmasıdır. 1964'deki iki büyük deprem (Alaska ($M_w=9.2$) ve Niigata ($M_s=7.5$)) sıvılaşma etkilerinin yeryüzünde ve yapı- larda devasa izler bıraktığı iki önemli deprem olmuş, bu tarihten sonra bu olgunun fiziğinin anlaşılmasına ve analizine yönelik saha ve laboratuvar deneyleri yoğun bir şekilde yapılmaya başlanmıştır. Castro (1969); Seed (1976), Seed ve Idriss (1971) Stokoe ve diğ. (1988) gibi birçok araştırmacı gerek laboratuvar çalışmaları ve ge- rekse sıvılaşma analizi yönünde saha ölçüm verileri (SPT, CPT ve kayma dalgası hızı) üzerinde çalışmışlardır.
- Zeminlerin tekrarlı (cyclic) yükler altında davranışının (kayma modülü ve sönüm oranının artan birim deformalarla ilişkisi) laboratuvar ve saha verileriyle koşullarında incelenmesine yönelik ilk çalışmalar konusunda Hardin ve Drenevich (1972); Seed ve Idris (1970) örnek olarak anılabilir. Zeminlerin dinamik özellikleri ve bunun so- nuçlarının geoteknik analizde kullanılması (sıvılaşma, dinamik yamaç stabilitesi, taşıma gücü kaybı vb.) konusunda, Finn (1991); Krinitzsky ve diğ. (1993), Richard ve diğ. (1993); Ishihara ve Yoshimine (1992); Tokimatsu ve Seed (1984), Siyahi ve Ansal (1993); Majumdar (1971), Siyahi (1992) ve Tokimatsu ve Seed (1984)'in çalışmaları örnek olarak verilebilir.
- Zemin koşullarının deprem yer hareketi üzerindeki etkisi büyütme olarak adlan- dırılmaktadır ve depremlerde oluşan hasar ve zararların temel nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Yerel zemin koşulları aynı zamanda depreme dayanıklı yapı tasarımında da önemli bir rol oynamaktadır. Tarihte ve günümüzde oluşmuş birçok depremde bu etki açık biçimde görülmektedir. Örneğin, 1857 Neopolitan depremlerindeki zemin koşullarının etkisini Mallet (1862) rapor etmiş, 1906 San Fransisco depreminin yersarsıntıları üzerinde zemin koşullarının etkisini Wood (1908) ve Reid (1910) göstermiştir. Gutenberg (1927) farklı zemin koşullarına sahip mikro-seizm kayıtlarından zemin-bağımlı büyütme faktörlerini geliştirmiştir. Yakın zamanlarda 1985 Michoachan depremi ($M_s=8.1$) episantır yakınlarında orta düzey- de hasar yapmasına rağmen, Mexico City'de 350 km uzaklıkta çok büyük çaplı hasarlara yol açmıştır. Mexico City (1985) ve Loma Prieta (1989) depremlerinde farklı yerlerde kaydedilen yer hareketlerinin incelenmesi yerel zemin koşulları ile hasarın ilişkisini oluşturmada öncülük ve daha sonra yapılacak bilimsel ve mühen- dislik çalışmalara da kılavuzluk etmiştir.

- Zeminlerin göreceli büyütmesinin yerinde birlenmesine yönelik birçok yöntem son yıllarda geliştirilmiştir. Bu yönde ilk ciddi çalışmalar konusunda Nakamura (1985) ve Bard (1988) anılabilir. Deprem- zemin ilişkisinin ya da büyütmesinin/tepkisini denetleyen en önemli jeofizik parametre zeminin kayma dalgası hızı (Borcherdt ve diğ., 1991) olduğu için kayma dalgası hızını belirlemeye yönelik klasik jeofizik teknikler (sismik kırılma ve yansıma) yanında modern ölçüm teknikleri geliştirilmiş (cross-hole, down-hole, sismik-CPT gibi kuyu jeofiziği teknikleri, ŞASW ve MASW gibi yüzey dalgası analiz yöntemleri) ve yoğun olarak bu bağlamda gerek jeofizik camiasının (Park ve diğ., 1999; Xia, ve diğ. 1998; Okada, 2002; vb.) ve gerekse geoteknik camiasının (Stokoe ve Hoar, 1978; Stokoe ve diğ., 1988; Naza- rian, 1984; Nazarian ve Stokoe, 1984 vb.) ilgisine konu olmuştur. Bu bilgi birikiminin ve teknolojik gelişimin olumlu bir sonucu olarak kayma dalgası hızı artık tüm modern depreme dayanıklı yapı yönetmeliklerinin (Eurocode–8, UBC, IBC ve kısmen Türk Deprem Yönetmeliği gibi) vazgeçilmezi olmuştur. Bu paralelde bir diğer önemli konu jeofizik ölçümlerin standartlarının oluşmasıdır. Bu yönde en önemli gelişme ASTM (American Society of Test and Materials) sismik kırılma, kuyu jeofiziği, cross-hole sismik, georadar, zeminlerin özdirenç ölçümleri konularında standartlar oluşturmuştur.
- 1990’lı yıllar mikrobölgeleme çalışmaları bağlamında zemin davranışının yoğun olarak araştırıldığı ve ilkelerinin oluşturulduğu yıllardır. 1993 yılında, Uluslararası Zemin Mekanik ve Temel Mühendisliği Birliği (ISSMFE)’nin Deprem Geoteknik Mühendisliği Komitesi üyeleri tarafından deprem etkisi altında gelişen üç temel zemin problemi (“büyütme”, “yamaç duraylılığı” ve “sıvılaşma”) için mikroböl- geleme ilkelerinin anlatıldığı bir rehber çalışma yapılmıştır (ISSMFE, 1993). Finn (1991) mikrobölgelemeyi, yerel zemin koşullarını dikkate alarak yapı tasarımı için sismik tehlikelere karşı hesapların geliştirmesini içeren prosedürler olarak tanım- lamaktadır. Sismik mikrobölgeleme çalışmalarının büyük bir çoğun- luğu dünyada deprem beklenen bölgelerde (İtalya, Yunanistan, İspanya, Japonya, Türkiye vb.) yapılmıştır. Bu çalışmalar, zemin davranışının araştırılmasında için doğal laboratu- var görevi yapmıştır.

KAYA MEKANİĞİNİN GELİŞİM TARİHİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Tarih öncesi çağlardan beri, kayaçların çeşitli dayanım özellikleri ilkel insan tarafından bilinmektedir. Mağara insanı yaşamını sürdürdüğü mağarasını seçerken ilk gözünüde tuttuğu şey mağaranın stabilitesi olmuş olmalıdır. Taş devri insanları taşlardan çeşitli aletler yapmış ve kayalardan optimum düzeyde yararlanmıştır. Aynı şekilde yeraltı kazıları sanatı insanoğlunca yüzyıllardır bilinmektedir. Yeraltı madenciliği yaklaşık 15.000 yıl önce Taş Devri'nde başlamıştır (Jumkins, 1983).
- Tarihte kaydedilen tünelcilik üzerine çalışmaların Bakır madenciliğinin yapıldığı Bronz Çağı'na M.Ö. 3500 yıllarına kadar uzandığı belirtilmektedir.

- Kayaların mekanik davranışını belirleyen kuramsal ve uygulamalı bir bilim dalı olarak tanımlanan kaya mekaniği'nin gelişimi son 50 yıl içinde olmuştur. Avrupalı mühendisler ve yer bilimciler, kaya mekaniğinin ilkelerinin gelişimi konusunda çeşitli ülkelerde yapılan çeşitli santraller ve barajlarda yapılan kaya testlerinin yöntemlerinin ve tekniklerinin geliştirilmesi konusunda önemli bir yere sahiptir. Amerika'da kaya mekaniğinin kullanımı 1960'lara kadar temelde maden mühendisliği alanı ile sınırlı kalmıştır. Bu zamandan sonra geoteknik mühendisleri kaya mekaniğini kaya ortamlarındaki sorunları çözmek amacıyla kullanmaya başlamışlardır.

- A.B.D.'de kaya mekaniği konusunda çeşitli organizasyonlar vardır. Bunlar, Kaya Mekaniği Derneği (Society for Rock Mechanics), U.S. Army Corps of Engineers'in laboratuvarları, Department of Mines, U.S. Department of Transportation, Bureau of Reclamation ve özel müşavir şirketler vardır.
- Kaya mekaniği ayrı bir disiplin olarak ancak 1950'lerde tanınmıştır. 1950'lerden bu yana;
- Matematik ve fizik bilimlerindeki genel gelişme, özellikle gerilme ve deformasyonların duyarlı olarak ölçümlerinin başlaması,
- Başta petrol olmak üzere az derinden elde edilen madenler yerine gittikçe daha derinlere ulaşılma zorunluluğunun doğması,
- Baraj, tünel ve yeraltı santrali gibi yapılarda boyutların gittikçe artması,
- Askeri amaçlı yapılar ve depolama işlerinin yeraltında yerüstüne oranla daha güvende yapılması, kaya mekaniğinin gelişimini hızlandırmıştır (Yüzer ve Vardar, 1986).

- Kayalardan alınan örnekler üzerine bilimsel alandaki ilk çalışmalara 1908-1911 yıllarında Griggs ve Von Karman'la başlanmıştır. Bu ilk deneyler kırılma, kıvrılma gibi doğada izlenen tektonik olayların mekanizmasının araştırılması amacını taşımıştır. Yine bu tarihlerde Leon ve Wilhem tarafından kaya ortamı içindeki boşlukların çevresindeki gerilme dağılımını ve kırılma mekanizmasını inceleyen laboratuvar deneyleri yapılmıştır.
- Kayalar üzerinde mühendislik amaçlarına yönelik laboratuvar ve arazi ölçümlerine 1945'den sonra başlanmıştır. Bu tarihten sonra kaya mekaniği ile uğraşan çeşitli disiplinler içinde yetişmiş kişiler bir araya gelerek örgütlenmeye başlamıştır. Amerika'da L. Livingston, Avrupa'da J. Stini bu yönde gayret gösterenlerin öncüleri olmuşlardır. Bu çabalar sonunda belirli aralıklarla toplanan bilimsel kongreler yapılmaya başlanmıştır

- 1951 yılında Avrupa’da (Salzburg), 1956 yılında Amerika’da (Colorado) ilk kaya mekaniği kollokyumu ve sempozyumları yapılmıştır. Bu bilimsel toplantılar günümüze kadar her yıl tekrarlanmaktadır.
- 1950-60 arasında çok ayrı kıtalarda kalan bu gelişmeler , 1962’de I. Müller’in öncülüğü ile “Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği”nin kurulmasından sonra uluslararası bir nitelik kazanmıştır. Bu dernek, 1966’dan bu yana her dört yılda bir tekrarlanan kongreler, her yılda sempozyumlar düzenlemektedir. Diğer yandan, bu yoğun bilimsel çalışma ve örgütlenmenin sonunda çok sayıda kitap ve periyodik de yayınlanmaya başlamıştır.

SONDAJ TEKNİĞİNİN GELİŞİMİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Gerçek anlamda sondajla kuyular MÖ 1000 yıllarında Çinliler tarafından tuzlu su çıkarmak amacıyla açılmıştır. MÖ 600 yıllarında Konfüçyüz, derinliği yüz metreye varan tuzlu su kaynaklarının açıldığını yazmış, bu kuyuların bazılarında doğal gaz çıktığı yönünde kayıtlara rastlanmıştır. Heredot, MÖ 450 yıllarında asfalt, tuz ve petrol üretilen kuyuların varlığından söz etmiştir. Çinlilerin Tibet ile Chungking arasındaki bölgede 1200 yıllarında açtıkları kuyularda 500-1000 m gibi rekor derinliklere indikleri ve düzenli sondaj raporları tuttukları saptanmıştır. Bu raporlarda zaman, delinen kayaların türü, kuyunun çapı, derinlik ve ilerleme hızları belirtilmiştir (Göktekin, 1983).

- İlk petrol sondajının 1498’de Fransa’da Pechellbronn yakınlarında keşfedilen petrol sahasında olası olarak 1745 yılında açıldığı sanılmaktadır. Fakat kayıtlara göre burada ilk kuyular 1794 yılında açılmış ve 30 m derinliğe inilmiştir.
- Sondaj yapmakta kullanılmış ilk donanımlar basit bir kaldıracı andıran “Esnek Çubuklu Donanımlar”dır. Bunlarda 6-15 m uzunluğunda esnek bir çubuğun (ağaç, bambu veya benzeri) bir ucuna ağırlık konulmakta, diğer ucuna halat ve bir askı bağlanmaktadır. Araya konulan destekle çubuğun kalkık durması sağlanmakta, askı aşağıya çekilerek halata bağlı kesici uç tabanda kayacı parçalamaktadır. Askı bırakıldığında çubuğun yaylanma etkisi ile yukarı kalkmakta ve yeniden çekilerek işlem 40 ile 80 kez tekrarlanabilmektedir. Halat 5-7 m çaplı kasnaklara sarılmaktadır.
- Esnek çubuklu sondajlardan “kranklı kablolu sondaj donanım”larına geçiş 19. Yüzyıl sonlarında gerçekleşmeye başlamıştır. Bu arada kuyulara koruma borusu indirme tekniği de geliştirilmiştir.

- Sondajın yapılması için gerekli enerjinin insan gücünün dışındaki kaynaklardan sağlanması, 1550 yıllarında madencilikte ilk kez hayvan gücünden yararlanılması kadar eski değildir. Hayvan gücünün sondajcılıkta ilk kez 1800'ü yıllarda Fransa'da kullanıldığı sanılmaktadır. Buhar gücünün ilk kullanılma tarihi ise 1842'dir.
- Bu yüzyılın başında kullanılmaya başlanan ve adına “döner sondaj” yöntemi denilen yöntemle ilişkin ilk çalışmaları Avrupa'da 1517 yılında Leonardo da Vinci yapmıştır. Elle döndürülen bu yöntemle bir çok su kuyusu açılmıştır.
- 1828 yılında İtalya'da Larderello/Toscana'da yapılan jeotermal saha sondajlarında “kuru sistem döner sondaj donanımları” kullanılmıştır. Burada dört köşe çubuklar ucuna bağlanan helezoni bir matkabın insan gücüyle döndürülmesi söz konusudur. Fransa'da 1841 yılında bu yöntemle 500 metreye yakın bir derinliğe inilmiştir.

- 1845’de kuru sistemden dolaşımlı sisteme geçilmiş ve aynı yıl Robert Beart “Dolaşımlı Döner Sondaj Donanımları”nın patentini almıştır. O zaman yapılmış su sondajlarında 2-8 kadar beygir kullanılmıştır.
- 1859 yılında Colonel Drake tarafından Pensilvanya’da açılan petrol kuyusu, petrol ve sondaj endüstrisi için bir dönüm noktası olmuştur. Bu kuyunun açılmasında kullanılan “kablolu sondaj donanımı” uzun yıllar standart bir donanım ve bir yöntem olarak kalmış, 1880-1940 yılları arasında dünya’da bir çok ülkede sondajların büyük bir kısmı bu yöntemle yapılmıştır.
- 1920’lerden sonra, döner sondaj yöntemi giderek kablolu yöntemin yerini almaya başlamış, birinci dünya savaşı sırasında kuyuların % 92’si kablolu yöntemle açılmışken, ikinci dünya savaşı sırasında bu değer yaklaşık % 50’ye inmiştir. Bu dönemde kablolu kule sayısı döner kule sayısının iki katıdır. 1962’de kablolu ve döner kule sayıları birbirine eşitken bugün kablolu sondaj donanımı sayısı yok denecek kadar azalmıştır.
- Döner sondaj yöntemi 1901’de Spindletop/ABD’de A Lucas tarafından açılan kuyudan sonra tanınan bir yöntem olarak endüstrideki yerini almaya başlamıştır. İkinci dünya savaşından sonra buhar makineler yerine tamamiyle dizel motorlarla donatılan döner sondaj donanımları kullanılmaya başlamıştır.

HARİTACILIĞIN GELİŞİMİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- İlkçağ harışacılığının uygarlığın bir gelişimine paralel olarak M.Ö. 4000 yıllarında başladığı düşünölmektedir. Babil kentinin, bu dönemlerden kalma ve tablet üstüne çizilmiş bir kadastro harışası bulunmuştur. Bugünkü Dicle-Fırat nehirleri arasında kalan ve M.Ö. 3800 yıllarında ilk çağın en ileri uygarlıklarının kurulduğu Mezopotamya'da Fırat Nehrinin akışını gösteren balçık üzerine yapılmış harışalarla, Mısır'da bulunan harışalar, araştırmalara göre ilk harışadır. M.Ö. 3000 yılında ise bilgin Yu-Kong, Çin'in bir harışasını çizmiştir. Bu harışaların yanısıra M.Ö. 1300 yıllarında Mısır'da Hamamat Vadisi'nin doğusunda bir maden ocağını gösteren papirüs üzerine çizilen harışa da ilk harışalardandır (Konsol, 2000).

- Gayrimenkullerden alınan verginin adil ve hakkaniyet ilkelerine uygun olması için taşınmazın yüzölçüm ve değerinin belirlenmesine yönelik mali nitelikli harita ve kadastro çalışmaları da M.Ö. 1878 yıllarında uygulanmaya başlanmıştır. Yunanlıların harita yapımında daha ileri bir aşamaya geçtikleri M.Ö. 550 yılında Anaxamandros'un oldukça geliştirilmiş haritalar çizdiği görülmektedir. İskenderiye'li Ptolemaios (Batlamyus) M.Ö. II. Yüzyılın ilk yarısında yerin yuvarlaklığını hesaba katarak yaptığı haritasında ilk kez konik projeksiyon (izdüşüm düzlemi) sistemini kullanmış, boylam ve enlem dairelerini çizmiştir. Romalılar harita bilim ve sanatı konusunu belli maksatlara hizmet edici bir araç olarak almışlar ve geniş imparatorluklarının yönetimi için gerekli askeri harekete yardım edecek yol haritaları çizmişlerdir. Bununla birlikte, M.Ö. 60 yılında Krates ve M.S. 80 yılında Pompanius Mela tarafından dünya haritaları çizildiği görülmektedir (Konsol, 2000).

- 950 yılında ise Coğrafyacı Ebu İshak İstikrari geometrik bir dünya haritası çizmiştir. Türk asıllı Biruni'nin XI. Yüzyılın ilk yarısında çizdiği denizler haritası önemli bir çalışmadır. Kaşgarlı Mahmut'un 1072-1074 yılları arasında yazdığı "Divanü Lügat-üt Türk" adlı eserinde yeralan daire biçimindeki dünya haritası Türk Bilginlerinin yaptığı ilk harita olarak kabul edilmektedir. Ortaçağın sonuna doğru haritacılık alanında gelişmeler olduğu görülmektedir. İdrisi'nin 1154'de Palermo Kralı için çizdiği dünya haritası verdiği ayrıntılar bakımından gelecek dönemin öncü yapıtlarından biri olarak kabul edilmektedir. XIV. Yüzyıl Ortaçağ haritacılığına yenilikler getirmiştir. XIV. Yüzyılın Arap coğrafyacısı İbn Verdi ise 1349 tarihli haritasında kıtaları, denizleri ve gerçeğe uymayan biçimde göstermek geleneğini sürdürmektedir (Konsol, 2000)..

- Yeniçağların başında Rönesans bilim anlayışı haritacılığa yeni ve değişik ivme getirmiştir. Yeni keşifler, yeni kıtaların bulunuşu harita yapımında sağlıklı çizimler için daha uygun ortam yaratmıştır. Osmanlı haritacılığı, İmparatorluğun her alanda gelişmişliğinin doruk noktasına ulaştığı XVI. Yüzyılda ciddi aşamalar göstermiştir. Bu yüzyılın hemen başında Piri Reis'in haritaları Akdeniz Bölgesinde uzun zaman yalnız Osmanlılar için değil, batılı harita çizerleri ve denizciler için de önemli bir kaynak olmuştur. Piri Reis'in C. Colombus'un aslı bulunamayan Amerika haritasından çekilmiş paftası da eserin aslına ışık tutması bakımından önemli olduğu kadar yapım tekniği bakımından da o ölçüde önemlidir.
- Bu dönemde dikkat çeken özelliklerden biri de harita çizenlerin dünyayı çeşitli biçimlerde gösterme eğilimidir. J. Honter'in haritasında dünya bir yürek biçimindedir. Lafreri'nin haritasında görülen dünya ise iki yarım elma şeklinde çizilmiştir. 1581'de Huntig'in üç kıtayı bir çiçeğin üç taç yaprağı olarak çizdiği görülüyor. Ülkenin baştan başa bir nirengi ağı ile birleştirilerek haritasının çıkarılması düşüncesini ilk kez Hollandalı Snellius önermiş, fakat uygulaması Fransa'da J.D. Cassini tarafından yapılmıştır. Bu tekniği kullanan Fransızlar 1747-1793, İngilizler 1791-1872 yılları arasında ülkelerinin ayrıntılı haritalarını çıkarmışlardır. İtalyanlar, Avusturyalılar aynı işe 1873 yılında başlamışlardır. Türk haritacılığının gelişmesi ve modernize çalışmaları 1883 yılından sonra yavaş yavaş gelişme göstermiştir.

JEOFİZİK MÜHENDİSLİĞİ VE TOPLUMSAL/EKONOMİK YAŞAM

Ders X

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Yeryuvarı'ndan elde edilen fosil yakıtlar ve yararlı minerallerin sürekli artan oranlarda çıkarılması, ekonomiyi ve uygar dünyanın yaşam yollarını tehdit edebilecek bir yokluğun gölgesini hissettirmektedir. 1970'lerin ortalarındaki yaşanan petrol krizi ve bunun sonucu gelişen bir dizi ekonomik olaylar, ilerde var olabilecek bu ilişkinin nasıl oluşabileceğini iyi bir örnek olarak göstermiştir. Gerek bilinen gerekse keşfedilmemiş biçimiyle yeryuvarında güncel olarak varolan petrol, doğalgaz ve metalik mineral miktarları kuşkusuz sınırlanmıştır, fakat panik oluşturan bilinen rezervler ile ilişkili problem, tüketilmekte olan bu alanların yerini alabilecek yerküredeki yeni alanların bulunmasıdır. Enerji temini ve mineral kaynakları için arama (exprolation), "kolay" kaynaklar keşfedilmiş ve işletilmiş olduğu için giderek zor bir hale gelmiştir (Dobrin ve Savit, 1988).

- Bu duruma meydan okumada, jeofizik mühendisleri daha fazla karmaşık ve ayrıntılı arama/araştırma yöntemleri geliştirmiştir. 20. yüzyıla kadar, petrol ve katı minerallerin araştırılması/aranması, yüzeye sızan, mostra veren ya da diğer bir belirti biçiminde doğrudan gözlenmesi olanaklı yataklar ile sınırlanmaktaydı. Böyle basit yöntemlerle keşfedilebilen bir alandaki bütün oluşumun hangi durumda bulunabileceği, yüzeyden jeolojik bilgi gözlemi ile gömülü yatakların varlığının açığa çıkarılmasıyla olanaklı oluyordu. Zamanla, yeni yeraltı inceleme yöntemlerine gereksinim duyuldu. Bu yöntemler hiçbir jeolojik gözlem ihtiyacı içermiyordu, fakat bu yeni yöntemler yeraltındaki konumunun bilinmesi istenen maden yada petrol yatakları için yararlı olabilen gizlenmiş kayaçların yapısı ve bileşimi üzerine bilgi verebilen yerküre'nin yüzeyindeki fiziksel ölçümleri içermekteydi.

- Jeofizik mühendisliği ve toplumsal/ekonomik yaşam ilişkisi Kaya (2000) tarafından oldukça ayrıntılı bir şekilde ortaya konmuştur. Aşağıdaki paragraflarda bu ilişki Kaya (2000)'den geniş ölçüde yararlanılarak özetlenmiştir.
- Jeofizik mühendisliği, jeofizik biliminin yeni bir uygulama alanıdır. Demir içeren minerallerin 1600'lere kadar önceye uzanan tarihlerde manyetik pusula ile arandığı bilinmektedir ve ancak geçen yüzyılda maden araştırmasında kullanılmak üzere özel aletlere geliştirilmiştir. Jeofiziğin katkılarıyla ilk petrolün bulunması 1924'de yapılmıştır. Arama jeofiziğinin aletleri ve teknikleri önceleri mekaniğin sonra da elektronüğün gelişimine paralel olarak sürekli bir şekilde hem performans ve hem de ekonomi olarak gelişti. Bu ilerleme, yeni maden/petrol yataklarının bulunması için varolanların tükenmesinden sonra yeni yeteneklerin geliştirilmesi için önemli bir dürtü olmuştur. Çoğu jeofizik ölçümler başlangıçta aletlerin saha tekniklerinin ya da yorumlama yöntemlerinin yeterince iyi olmaması nedeniyle, açıkça hatalı sonuçlar vermiştir. Bu zamanla, teknolojinin sürekli desteği ile aşılmış ve böylece jeofizik mühendisi, kendi bulunduğu durumdan daha hızlı koşmak zorunda olan ivmelenen bir değirmen üzerindeki insan gibi sürekli gelişmiştir, dinamik bir duruma sahip olmuştur (Kaya, 200).

- Jeofizik mühendisliğinde, teknolojik gelişme çeşitli türlerde olmaktadır. Bazı durumlarda, yeni teknikler araştırılan çevre ile ilgili problemlerin çözümü için geliştirilmektedir. Kıyı bölgelerinde, Tundra, ya da lav içerikli bölgelerde, özel bir mantığa ihtiyaç duyulmaktadır. Ancak, böyle bölgelerde "gürültü" türleri sık sık istenen jeofizik bilgi ile girişim oluşturmakta (karışmaktadırlar) ve özel teknikler böyle girişimlerin bastırılması için geliştirilmek zorundadır. 1950'lerde analog bilgisayar teknolojisiye giriş ve 1960'lardaki sayısal bilgisayarlar, jeofizik verilerin her türünün kayıt edilmesi ve veri işleminde yeni kapasitelere olanak tanımıştır (Kaya, 200).
- II. Dünya Savaşı'nı izleyen teknolojik devrim, jeofizik mühendisliğinin etkinliğine geniş derecede katkı koyan birçok bilimsel gelişmeyi oluşturmuştur. Elektronik bilgisayarlar, mikroelektronik, veri-işlem teknikleri ve navigasyon uydular, uzay çağıının nimetleri olarak jeofizik mühendisliğinde petrol ve diğer doğal kaynakların araştırılmasında geniş kullanım olanağı bulmuştur.

- Jeofiziğin bölgesel jeolojik yapıyı ortaya koyma çalışmaları yerkabuğunun derinliklerini araştırmayı kapsamaktadır. Coğrafik olarak bir kaç yüz kilometre kareyi bulan bu araştırmalarda bir kaç kilometre derinliklere kadar yer yapısı incelenebilmektedir. Bu konuda gravite, mağnetik, sismik ve mağnetotellürik yöntemler yer yapısı konusunda ayrıntılı bilgi sağlayabilmektedir (Reynolds, 1997). Gerçekten, konuyla ilgili olarak Telford vd (1981) ile Robinson ve Çoruh (1988) gibi yayınlarda ilgili örnekler bulunmaktadır.

- Yukarıda verilen uygulamalı jeofiziğe ilişkin ilk tanımlarda maden araştırmalarının önemi büyüktür. Gerçekten Telford vd (1981)'den anlaşıldığına göre, Thalen (1879), mağnetik yöntemle demir yataklarının aranması üzerine yazdığı yayını ile maden yataklarının aranmasında bu yöntemi başlatmıştır. Maden araştırmalarında jeofiziğin ilk uygulamalarına rastlanması akla yatkındır. Zira sanayinin gereksinimi, sanayi devrimine koşut olarak, hammaddedir. Bu nedenle, ilk uygulamaların maden aramalarına yönelmesi ve maden yatağının derinlik, kalınlık ve uzanımı gibi bilgilerinin yanısıra rezerv gibi bilgilerin de bu bağlamda üretilmesi doğal olmalıdır. Maden mühendisliğine (dolayısıyla jeolojinin maden yataklarına) sunulan bu hizmet günümüzde, maden jeofiziğı (mining geophysics) olarak tanımlanmaktadır. İlk yıllardaki uygulamalar daha çok yüzeyleme (mostra) veren metalik madenlerle ilgili olduğu halde günümüzde yüzeyleme vermiş olan madenlerin araştırılmasının yerini jeolojik araştırmalarla öngörüsü yapılan madenlerin araştırması almıştır. Dünyada ve Türkiye'de madencilik sektörüne yönelik araştırmalar %4 civarındadır. Diğer yandan, madencilige sunulan hizmet sadece metalik maden yataklarının aranması ile sınırlı kalmamıştır (Kaya,2000).

- Uygulamalı jeofiziğin çözüm aradığı ve gerek bilimsel araştırmalara gerekse uygulamaya en çok yatırım desteği bulduğu sorun, petrol aramalarıdır. Özellikle, 1970’li yıllarda dünyadaki petrol bunalımından sonra petrol aranmasına yönelik yatırımlar üst düzeye ulaşmıştır (Telford vd, 1981). Buna göre, petrol aramalarının tüm jeofizik araştırmalar içindeki payı %93’tür. Türkiye için de bu yatırımlar, oransal olarak yaklaşık aynıdır (Gönülalan ve Sakallıoğlu, 1992). Sonuçta, petrol araştırmaları bu gün de aynı düzeyini korumaktadır. Bu bağlamda 1980’li yıllardan sonra gelişen elektronik teknolojisinin ölçü aletlerine uygulanmasında ve veri işlem aşamasında son derece gelişmiş bilgisayarlar ve yazılımların kullanılmasında bu yatırımların etkisi çok büyük olmalıdır (Kaya,2000).

- 1980’lerden sonra Türkiye’de gelir dağılımında dengeye ulaşma çabaları ve gelir düzeyinin yükselmesi ve artan şehir nüfusu, “barınma ihtiyacı” ile konut alanlarında hızlı artışları sonuçlandırmıştır. Bu ise kum-çakıl gibi yapı malzemelerine; pomza gibi yalıtım malzemelerine; iç dekorasyonda kil ve mermer türevi malzemelere ve ulaşım için de kırma taş malzemelere olan gereksinimi arttırmıştır. Bütün bu sayılan malzemeler ise, “endüstriyel hammadde” kavramı kapsamında yer almakta olup yeni kil - kum ocaklarının, mermer yataklarının, ... aranması ve derinlik-kalınlık-uzanım parametreleri ile yatak boyutlarının belirlenmesinde uygulamalı jeofizik araştırmalara bir uygulama alanı olmuştur. Ayrıca, örneğin, mermerin niteliklerinin yöne göre değişimi işletme açısından önemli olup belirli boyutlarda mermer bloğu alma sorununun çözümü, uygulamalı jeofizik yöntemlerin yön bağımlılık çalışmaları ile olanaklı olurken taş ocaklarının sökülüp – kazılabilirliği de belirlenebilmektedir (Kaya,2000).

- Diğer taraftan, madenin zenginleştirilmesi aşamasında da jeofiziğin maden araştırmalarına katkıları sürmektedir. Zenginleştirme işlemlerinde bir çok kimyasal maddenin atık olarak açığa çıktığı bilinmektedir. Bu atıklar ise ya doğrudan doğaya bırakılarak ya da atık havuzlarında toplanarak zenginleştirme birimlerinden uzaklaştırılmaktadır. Her iki uzaklaştırma işleminde de olası sızıntılar toprak ve belki yeraltısuyunda kirliliğe neden olabilmektedir. Bu bağlamda atıkların bırakılabileceği, geçirgenliği çok düşük kil türü doğal ortamların araştırılması ve belirlenmesi maden mühendisliğine bir çevre jeofiziği uygulaması olarak katkı sağlayacaktır (Kaya,2000).

- Madencilikte açık ya da kapalı işletmeleri yeraltısuyunun etkileyip etkilemeyeceği de ilk aramalarda incelenerek işletme mühendisine su basmalarına karşı ön bilgilerin verilmesi ve önlem alınmasının sağlanması bir yeraltısuyu jeofiziği uygulaması olarak maden mühendisliğine üretilen bilgidir. Benzer şekilde, işletmenin açılacağı yerin jeomekanik parametrelerinin yerinde belirlenmesi hem galerilerde tahkimat hem de açık işletmelerde kazılabilirlik konusunda bir mühendislik jeofiziği uygulaması olarak katkı sağlayabilmektedir. Ayrıca, patlatma ile madencilik çalışmaları gerçekleştirilecek ise işletme civardaki mühendislik yapılarına patlamaların etkisinin incelenmesi de bu kapsamdadır (Kaya,2000).

- Uygulamalı jeofiziğin yerküre sorunlarının çözümüne bir diğer katkısı yeraltısuyu aramalarıdır. Yüzer (1991)'e göre, yeryuvarında kullanılabilir “tatlı su”lar dünyayı ancak 40 cm kalınlığında saracak kadar bir örtü oluşturabilir ve bunun %97'si yeraltında; %3'ü de akarsu, göl ve benzeri şekilde yüzeyde bulunmaktadır. Canik (1998) ise farklı yayınlardan örnekler vererek yeraltısuyu öngörülerine dikkat çekmiştir. Şahinci (1986)'nın verileri de dikkate alındığı zaman yeryuvarındaki kullanılabilir tatlı suların, tüm suların yaklaşık 0.0002'i kadar olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Anlaşılacağı gibi, kullanılabilir tatlı sular çok azdır ve bunun hemen hemen tamamı yeraltındadır (Kaya,2000).

- Arkeolojik alanlardaki gözlemler insanların birkaç bin yıldır kuyular yardımıyla yeraltısularından yararlandığını ortaya koymuştur. Bu, yerel olarak su sorununun çözümüne örnek olabilecek bir veridir. Bilimsel anlamda ve planlanmış olarak yeraltısularından yararlanma ise son yüzyıllarda gerçekleşmiştir. Sanayii toplumlarında artan kent nüfusuna koşut olarak içme ve kullanma sularına olan istem, yüzey sularının yeterli ve temiz olduğu yerlerde baraj türü çözümleri üretmişse de yüzey sularının az ya da olmadığı yerlerde yeraltısuları çözüm olarak görülmüştür. Sanayileşmeden önce, yeterli olan tarımsal üretim türü ve miktarı, sanayii toplumu ile miktar ve çeşitlilik olarak daha fazla tarım ürününü zorunlu kılmıştır. Nicelik olarak fazla ve niteliği de yüksek ayrıca daha çeşitli tarım ürününün üretilmesi ancak sulama yoluyla mümkün olacağı için yüzey sularının yetersiz veya olmadığı tarım alanlarında da yeraltısularının kullanımı bir zorunluluk olarak ortaya çıkmıştır (Kaya,2000).

- Jeofiziğin çevre sorunlarının azaltılması yönünde yaptığı katkı, yeraltısuyu ve toprak kirliliğinin belirlenmesine yönelik araştırmalarla sınırlı değildir. Bilindiği gibi, gelişmiş ülkelerde atık depolama alanları, atığın türüne göre seçilse de genel olarak, içine bırakılan atıkların doğaya sızmasını engelleyecek şekilde düzenlenerek kurulmaktadır. Sızıntıları engelleyecek malzeme olarak öncelikle doğal hammaddeler tercih edilmekte ve yetersiz kaldığı veya gereksinim duyulduğu durumlarda yapay maddelerle desteklenmektedir. Kil türü doğal jeolojik mineraller iyi bir engelleyicidir. Dolayısıyla, atık depoları için yer seçiminde, killi ortamların araştırılıp bulunması jeofizik uygulamalarla olanaklıdır (Kaya,2000).

- Bu bağlamda “uygulamalı jeofizik”, fizik biliminin kütle çekimi, mıknatıslanma, optik ve elektriksel iletkenlik yasalarından geliştirilen doğal veya yapay kaynaklı yöntemlerle yer kabuğunun derinliklerinde bulunan büyük yapısal ayrılıkların; 3000 metreye ulaşan petrol yataklarının; oransal olarak daha sığ derinliklerdeki yeraltısuyu ve maden gibi ekonomik yapıların; 50 metreye kadar mühendislik amaçlı olarak zemini oluşturan birimlerin; çeşitli kirleticilerle kirletilen zemin ve akiferlerin; birkaç metre derinlikte yeralan arkeolojik yapı kalıntılarının derinlik, kalınlık ve uzanımlarının yeryüzünden (havadan, denizden ve sondaj kuyularından), ilkesine uygun olarak ölçülen fiziksel parametrelerle belirlenmesi için söz konusu parametrelerin işlenip-modellenmesi ve çeşitli tekniklerle sunulmasına yönelik jeofizik araştırmalar ve uygulamalar olarak tanımlanabilir.
- Geçen elli yıl içinde petrol ve doğal gaz kullanımındaki anormal artış ve her tür metale olan istegın sürekli genişlemesi, görülmeyen yatakların ve yapıların bulunması ve harıtanlanması için bir çok jeofizik tekniğinin gelişimine neden olmuştur. İlerlemeler özellikle geçmiş on yıl öncelerinde ya da jeofizik verinin yorumlanmasında bilgisayarların geniş ölçüde kullanımı ve saha ekipmanları için yeni elektronik aygıtların gelişimi nedeniyle çok hızlı olmuştur (Kaya, 2000).

- Maden yataklarının önemli bir kısmının yerin altında olması nedeniyle bu yatakların bulunması onların çevrelendiği alanla olan farklılık karakteristiklerine bağlıdır. Kayaçların elastik özelliklerindeki değişimlere dayanan yöntemler; fay, antiklinal ve senklinal gibi petrol ve gaz ile birleşmiş yapıların belirlenmesi için geliştirilmektedir. Elektrik iletkenlik ve yerdeki doğal akımları, gravitedeki lokal değişimler, manyetizma ve radyoaktivite hepsi jeofizik mühendisine yüzey altındaki yapıların doğası hakkında bilgi sağlamaktadır.
- Jeofizik mühendisleri tarafından kullanılan çeşitli aletler iki dünya savaşı sırasında topların, denizaltıların ve aircraftların yerlerinin bulunması için kullanılan yöntemlerden geliştirilmiştir. Topların yeri, Fransa'da birinci dünya savaşı sırasında topların geri tepmesiyle yerde üretilen elastik dalgaların varış zamanlarının ölçülmesiyle bulunmuştur ki bu sismik prospeksiyonun kırılma yönteminin gelişimine neden olmuştur. Denizaltılar, su altındaki ses puls'larının aktarımı ve puls'ların emisyonu ve geri dönüşü arasındaki aralığın ölçülmesi ile bulunmuştur. Sudaki sesin hızı biliniyordu, yansıtıcı objeye uzaklık belirlenebildi. İkinci dünya savaşı sırasında, geliştirilen radarda benzer düşünce ile radyo puls'ları kullanılmıştır. Shoran olarak adlandırılan radarın daha gelişmiş bir şekli, deniz ve havadan jeofizik ölçümlerde navigasyon amacıyla genişçe kullanılmaktadır. Gemiler, denizaltılar ve bazı madenlerin manyetik özelliklerinin olması nedeniyle her iki dünya savaşında manyetik yöntem geniş olarak kullanılmıştır.

- Jeofizik, yerin ve atmosferin fiziğinin bütün kavramları anlamına gelir ve bugün buna uzay da eklenebilir. İnsansız uzay araçları ile elde edilen verilerle diğer gezegenlerin atmosferlerini ve yüzeylerini incelemek jeofiziğin kapsamını oldukça genişletmiştir.
- Jeofiziğin alt bilim dallarına bölünmelerin birçoğu yapaydır ve içiçe geçmiş durumdadırlar. Bu uygulamalı jeofizikteki incelemelerde bir yapı ya da maden yatağının daha doğru olarak yerinin belirlenmesinin oluşturulabilmesinde çeşitli farklı yaklaşımları oluşturur. Göllerde suyun buharlaşması, çeşitli kayaçların kimyasal oluşumu gibi konuların (doğal elektrik akımların ölçülmesi, atmosferdeki potansiyel değişimleri ve etkileri) hepsi değerlendirme yapan jeofizikçiye maden yataklarının konumu hakkında tanımsal bir etkiye sahiptir. Örneğin, havadaki ya da sulardaki radon konsantrasyonu uranyum yataklarıyla birleşmiş olabilir. Uzak fırtınalar tarafından oluşturulan elektromagnetik dalgalar, yüzey altındaki büyük derinliklerdeki iletken madenlerin yerlerinin bulunmasında kullanılmaktadır.

- Maden, petrol ve gaz araştırmalarındaki uygulamalı jeofizik; gravite, mağnetik, elektrik, elektromağnetik, sismik, radyoaktivite, kuyu logları, çeşitli kimyasal, ısısıal ve diğer yöntemler gibi arama yöntemlerine bölünebilir.
- Belirli bir mineralin yerini bulmak için tekniğin yada tekniklerin seçimi mineral ve çevrelendiği kayanın doğasına bağlıdır. Bazen bir yöntem mineralin varlığının doğrudan belirtisi olabilir örneğin, mağnetik yöntem nikel ve demir gibi madenleri doğrudan bulmak için kullanıldığı halde bu yöntem petrol aramacılığında bir n keşif yöntemi olarak kullanılmaktadır.
- Bilindiği gibi, insanlık yararına yapılan jeofizik alışmalar, 20. Yüzyılın başlarından beri maden, yeraltısıuyu ve petrol aramaları ile deprem araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Jeofiziğin bu uygulama alanına 1950'lerden sonra her tür ve boyutta mühendislik yapılarının (konutlar, baraj, çok katkı binalar, santraller, otoyollar vb gibi) inşaa edilmesi ile zemin-mühendislik yapısı ilişkisinin saptanması ile zemin yapı ve dinamiğinin ortaya konması gibi konuları kapasayan mühendislik jeofiziği çalışmaları eklenmiştir. Mühendislik Jeofiziği, inşaat mühendisliği ya da sivil/askeri mühendislik sorunlarının çözümüne yönelik olarak jeofizik mühendisliği uygulamaları olarak da tanımlanabilir.

Jeofizik Tarihinde Özel Konular

Ders XI

YİRMİNCİ YÜZYIL VE JEOFİZİK

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Jeofizik, yer bilimlerinin diğ er dallarına (coğrafiyaya ve jeolojiye) göre çok daha genç bir bilimdir. Bunun nedeni, gelişmesini, duyulan gereksinimler sayesinde sağlamış olmasıdır. Zira, kolayca bulunabilen yeraltı kaynaklarının tükenmekte oluşu, ya da yüzey gözlemleriyle saptanabilenlerin küçük boyutlarda ve ekonomik değeri olmayan maden yatakları oluşu, daha derinlerde bulunan b   k k  lelerin bulunması isteği, jeofizik araştırmalara olan ilgiyi artırmış, yöntemlerde gelişmeler sağlamak üzere yatırımlar yapılmaya başlanmıştır.
- Bireysel uygulamalarla, kimi zaman profesyonelce jeofizik arama yöntemleri daha eski tarihlerde de uygulanmış olmakla birlikte, jeofiziğe olan ilgi ilk kez 1921 de bir petrol alanının yalnızca jeofizik bulgulara dayanarak keşefedilmesinden sonra başlamıştır. Bu durum petrol aramacılığında yaygın biçimde jeofizik yöntemlerin uygulanmaya başmasına yol açmıştır. Nitekim, 1950'lere kadar ABD'de üretilen yıllık petrolün yarısı, jeofizik yöntemlerle bulunan yeni petrol alanlarında elde edilmiştir. Endüstrideki gelişmeler ve savaşlar petrole olan gereksinmeyi artırmıştır. Bu durum petrolden b   k paralar kazanan şirketlerin yeni petrol alanları keşfedebilmek için jeofiziğe yatırım yapmalarına neden olmuştur (Canitez, 1991).

- Aynı süreç içinde gelişen elektronik ve bilgisayar teknolojisi gibi başka bir takım süreçlerin de jeofiziğin hızlı gelişmesinde büyük payı vardır.
- 1950'lerin başına kadar jeofizikte sağlanan gelişmeler yer bilimcileri bu yöntemlerin ve sağlanan olanakların yalnızca yerel problemlerin çözümüne sınırlı tutulmaması, yeryuvarının genel ve bölgesel problemleriyle de uğraşılması gerektiği gerçeğine götürmüştür. Ancak, bu tür problemler tek bir ülkenin sınırlarını ve olanaklarını aşmakta ve uluslararası katkı ve katılımlarını gerektirmekteydi. Çeşitli ülkelerin ilgilerini belirli yönlere çekmek ve olabildiğince ortak araştırma programları yürütebilmek amacıyla, 1957 yılı Uluslararası Jeofizik Yılı (IGY) ilan edilmiştir. Bu program süresince araştırmaların önemli bir kesimi yermagnetik alanın ayrıntılı incelenmesinde yoğunlaştırılmıştır. Uzay çağıının başlamasıyla birlikte, fırlatılan uydulara aletler yerleştirilerek radyasyon ve magnetik alan ölçülmeye başlanmıştır. Özellikle, yer çevresinde dönen uyduların topladıkları bilgiler ile magnetik alanın dipol ve dipol olmayan bileşenleri, radyasyon kuşakları ve auroralar (şimal fecri) konuları araştırılarak yermagnetik alanının matematiksel modeli kurulabilmiş, kökenine ilişkin kurumlar geliştirilmiş, iyonosfer ve yukarı atmosfer fiziğinde çok önemli gelişmeler sağlanmıştır.
- Uluslararası programlar içinde jeofiziğe ve genelde de yer bilimlerine çok önemli katkı sağlayan olaylardan biri de Uluslararası Üst Manto Projesi olmuştur.

- 1930 ile 1950 yılları arasında sismolojide çok önemli kurumsal gelişmeler sağlanmış, dünyada kurulu sismoloji istasyonlarının sayısı artmış, uzun periyodlu sismograflarla kaydedilen yüzey dalgalarının dispersiyonundan yararlanarak yer kabuğunun yapısına ilişkin çok değerli bilgiler sağlanmıştır. Bunlara ek olarak, dinamit ve nükleer silahların denenmesi gibi yapay kaynaklarla oluşturulan elastik dalgaların kaydedilmesiyle de yer kabuğunun yapısına ilişkin, yerel ve bölgesel, ayrıntılı bilgiler elde edilmiştir. Bu süreç içinde, kıtalar ve okyanuslar altındaki yer kabuğu arasında çok önemli farkların bulunduğu anlaşılmıştır.
- Deprem dalgalarını inceleyerek yapılan araştırmalar sırasında yer kabuğunun altından, yani üst mantodan da bilgiler toplanmış, deprem dalgalarını büyük ölçüde soğuran, viskoz davranışlı, kısmen ergimiş, Astenosfer adı verilen bir katmanın bulunduğu anlaşılmıştı. Bu bilgileri ayrıntılandırmak ve tüm dünya ölçüsünde üst mantonun yapısını ve bileşimini incelemek amacıyla Uluslararası Üst Manto Projesi adıyla anılan bir araştırma programı gerçekleştirilmiştir. Bu program süresince gerek kuramlarda, gerekse bilgi toplama ve işlemeye ilgili yöntemlerde önemli gelişmeler sağlanmıştır.
- Yer bilimlerine önemli katkılar sağlayan uluslararası projelerden bir başkasıda Uluslararası Jeodinamik Projesi olmuştur.
- Uluslararası Üst Manto projesinin bir devamı olarak gerçekleştirilen jeodinamik projesi 1970-1971 yıllarında planlanmış, jeoloji, jeofizik, ve jeokimya disiplinlerinde uzmanlaşmış binlerce araştırmacının yoğun çalışmaları ile 1980 yılında sona ermiştir. Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği ile Uluslararası Jeoloji Bilimleri Birliğinin ortaklaşa düzenledikleri bu proje sırasında 10 adet çalışma grubu oluşturularak yer yuvarının değişik bölgelerinin önemli problemleri aydınlığa kavuşturulmuştur. Bu proje süresince başlatılan ve halen değerlendirmeleri devam eden bir proje kapsamında da sürekli sismik yansıma profilleri ile Amerika Birleşik Devletlerinde yer kabuğunun ayrıntılı yapısı incelenmiştir. Consortium for Continental Reflection Profiling (COCORP) adı verilen bu proje sırasında binlerce km uzunluğunda profiller boyunca, vibrosismik yöntem uygulaması ile sürekli sismik yansıma kayıtları alınmıştır.

- Jeofiziğin gelişmesinde katkı sağlayan olgulardan bir başkası da uzay teknolojisindeki gelişmeler olmuştur. Bu süreç içinde bir yandan yer yuvarının öte yandan başka gezegenlerin jeofizik özelliklerini ölçmek amacıyla, uydulara aletler yerleştirilmiş, iletişim teknolojisindeki gelişmelerden yararlanarak jeofizik verilerin yerden-yere, yada uydudan yere iletimi sağlanmış, gerçek-zamanlı kaydetme ve işleme konularında önemli ilerlemeler sağlamıştır. Bu kapsamda yapılan çalışmaların bir bölümünde ise, uzaktan algılama (remote sensing) yöntemleriyle uydulardan yapılan ölçmelerle yeraltı kaynaklarının araştırılması amaçlanmıştır.
- İnsanlık için büyük bir tehlike olmasına karşın, uluslar arasında sürdürülen nükleer yarışın jeofiziğin gelişmesinde payı olmuştur. Bunlardan birincisi, nükleer silahların güçlerinin ve etkilerinin denenmesi sırasında yaratılan sarsıntıların sismograflarla kaydedilmesiyle sağlanan, yer kabuğunun yapısına ilişkin bilgilerdir. İkinci olay ise nükleer savaşa hazırlanan ülkelerin yaptıkları nükleer silah denemelerini yakından izleyebilmek amacıyla, tüm dünyada yaygın, çeşitli özelliklerde sismograflarla donatılmış sismoloji istasyonları ağlarının kurulmuş olmasıdır. Bu ağlar kuşkusuz kuruluş amaçları doğrultusunda bilgi toplarken, öte yandan da deprem dalgalarını kaydetmekte ve araştırmalar için önemli bilgi birikimleri sağlamaktadırlar.

- Bunların yanında sismogramlar üzerinde görülen elastik dalga kayıtlarının deprem dalgaları mı, yoksa yapay patlamalarla oluşan elastik dalgaları mı olduğunu kestirebilmek amacıyla yapılan araştırmalar sırasında sinyal analizi yöntemleri jeofizikte geniş çapta uygulanmaya başlandı. Ayrıca, yine aynı amaç için elastik dalga kaynağının sinyal biçimi üzerindeki etkilerine ve dalga yayılımına ilişkin önemli kuramsal gelişmeler sağlanmıştır. Bu kuramsal gelişmelerden yer içinin modellenmesinde geniş ölçüde yararlanılmaktadır.
- Jeofiziğin gelişmesinde önemli payı olan etkenlerden biri de bilgisayarların yaygın kullanımı olmuştur. Bilgisayar çağına girmezden önce araştırmacılar, kurumsal çalışmalarında aşırı derecede basitleştirilmiş modeller seçmek zorunda kalıyorlardı. Çoğu zaman el ile yada mekanik hesap makinalarıyla gerçekleştirilmesi olanaksızdır düşüncesiyle, karmaşık kuramlara girmekten kaçınıyorlardı. Basit birkaç çarpma bölme ile, çoğu zaman bir takım grafiklerle, yaklaşık çözümler elde etmeye çalışmak, alışılmış bir yaklaşımdı. Bilgisayarlar dönemine geçiş, gerek kuramsal yaklaşımlarda, gerekse seçilen modellerde, eskiye göre gerçeğe daha çok yaklaşmayı sağlamıştır.
- Jeofizik genel olarak, ölçülen bir büyüklüğün değerlendirilerek yer içini modellemeyi amaç edindiğinden, ulaşılabilecek sonuçtaki doğruluğun birinci koşulu gözlemin yeterince sağlıklı ve duyarlı yapılmış olmasıdır. Kaba duyarlılıkla çalışan aygıtları kullanarak ayrıntılı bilgi elde edilemeyeceği açıktır. Çağdaş teknolojik gelişmelerden jeofizik yeterince payını almıştır ve almaktadır.

- Bilgi kaydetmede sağlanan ilerlemeler, veri duyarlılığının yanında, verilere uygulanan işlemleri de hızlandırmıştır. Bugün jeofizik aygıtlarında değerler mikro-işlemciler yardımıyla, sayısal olarak ölçülmekte ve hemen bilgisayarlara aktararak hesaplar yapılabilir. Son yıllarda gerek gözlemleri, gerekse hesaplamaları arazide yapıp bitiren, hatta sonuçları haritalayan sistemler geliştirilmiştir. İletişim teknolojisindeki gelişmeler yardımıyla, toplanan veriler telsiz yada telefon hatlarıyla, hatta uydular aracılığıyla iletilmekte, belirli bir merkezde toplanmakta bilgisayarlara hemen değerlendirilmektedir.
- Jeofizikte bilgisayar kullanımının artması, modelleme konusundaki gelişmeleri hızlandırmıştır. Düz problem çözümlerinde daha karmaşık jeolojik yapıların jeofizik imzaları araştırılmaya başlanmış, bunun sonucu olarak kuramlarda da önemli gelişmeler sağlanmıştır. 1970'li yıllardan bu yana da ters (evrik) problem çözümleri izlenmiş, bilgisayarlar yardımıyla, ölçülen jeofizik sinyalleri yaratan yeraltı yapıları modellenmeye başlanmıştır.
- Jeofizik yöntemlerindeki gelişmelerde araştırma kuruluşları ve özel jeofizik şirketleri arasındaki rekabetin de etkisi olmuştur. Her ne kadar ticari amaçlarla çalışan kuruluşlar geliştirdikleri kuramları ve yöntemleri kendileri için kullanmak amacıyla gizli tutmakta iseler de bir süre sonra bu gizlilik kalkmakta, sağlanan gelişme tüm dünya jeofizikçilerine mal olmaktadır.
- Yukarıda değinilen konulardan açıkça görülmektedir ki jeofizik, jeolojiye göre çok daha genç bir bilim olmasına karşın çok hızlı bir gelişme süreci geçirmiş ve geçirmektedir. Pek çok ülke bu gelişmeyi yakından izleyememiş, gelişmiş teknolojik olanaklardan gecikmeli olarak yararlanabilmiş ya da hemen hemen hiç yararlanamamıştır.
- Jeofizikteki gelişmeler son yıllarda biraz yavaşlamıştır. Bunun başlıca nedenini, petrol fiyatlarındaki hızlı artış karşısında tüm dünyada uygulanan enerji tasarrufunun, yeni petrol arama uğraşlarını yavaşlatmasına bağlamak olanaklıdır

- Jeofizik araştırma ve uygulama çabalarındaki yavaşlama geçici olmak zorundadır. Zira jeofizik tükenebilir yeraltı kaynaklarını arama peşindedir. Bu kaynaklar azaldıkça, kolay bulunabilir kaynaklar tükendikçe daha zor bulunabilecek kaynakları aramak kaçınılmazdır. Bu da jeofiziğe olan gereksinimin artacağı, daha ileri düzeyde arama yöntemlerinin gelişeceği sonucunu doğurmaktadır.

ULUSLARARASI JEOFİZİK PROGRAMLARI

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Jeofiziğin temel bir özelliği, genişleyen bir zaman aralığında birçok yerden elde edilen çok miktarlarda veri niceliklerinin kaydı, toplanması, karşılaştırılması, analizi ve sentezinin gerekliliğidir. Bu, uluslararası işbirliğini ve koordinasyonunu, geniş bilim adamı ve teknisyenleri grubunu ve en hızlı elektronik bilgisayarlarla desteklenen laboratuvar aktiviteleri kadar sofistike alet donanımının da kullanıldığı geniş arazi programlarına ihtiyaç duyan kompleks ve zor bir görevdir (Godson, 1987).
- Genelde, jeofiziğin çeşitli disiplinleri daha ileri bir geleceğe sahiptir yani onlar insan düşüncesi için temel öneme sahip olguları kapsarlar. Jeofizik çalışmalar bilim adamları kadar ülkelerle de ilişkilidir ve jeofizik programlarının planlanması resmi ve gayri resmi kişilerin çabalarının temel bir fonksiyonu sonucu oluşmuştur. Uluslararası kurumlardan biri olan Birleşmiş Milletler'in uzmanlaşmış ajansları, çeşitli programları kapsayacak şekilde (örneğin UNESCO -Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü- hidroloji ve oşinografi sahasında, Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) atmosfer bilimi alanında) oluşturulmuştur. Hükümetlerle ilgisi olmayan (nongovernmental) sivil toplum örgütü türü yapılaşmalar durumunda, jeofizik aktivitelerde, Uluslararası Bilim Birlikleri Konseyi (ICSU)'nin bir alt örgütü olan Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği (UJJB) toplantıları ve komiteleriye etkin bir rol oynamaktadır. Bu programlarda açığa çıkan eğilim, resmi ve gayri resmi kurumlar arasındaki işbirliğinin artmasıdır. Birleşmiş Milletler Genel Kurulu sık sık böyle özel oluşumları desteklemiştir.

- Geniş kapsamlı uluslararası Jeofizik Programlarının hem sayıca hem de büyüklük olarak (nicelik ve nitelik) artmış olması, Uluslararası Jeofizik Yılı (UJY)'nın olağanüstü başarısına bağlanmaktadır. Uluslararası Jeofizik Yılı (1957-1958) bilimle ilgisi olmayan halkın da ilgisini çekmiştir. Bilim adamları için UJY, tüm dünya üzerinde ve hemen hemen eşzamanlı gözlem programları sağladığı için başarılı olmuştur.
-
- Eşzamanlı ya da en az koordineli çalışmalar için çeşitli gereksinimlerin olması nedeniyle bir yer ya da zaman parçasında yeni ya da geliş güzel bir şekilde genişleyen programlara girmek etkili ya da ekonomik değildir. Bu, bağl olarak yeni gözlemsel çalışma türleri üzerine temel bir nokta koyan uluslararası jeofizik programının görünümünün kesin nedenidir, diğer taraftan bu programlar önemli sonuçları (başlangıcından bu yana biriktiren insanlık için) oluşturabilir. Aynı zamanda varolan programları sınamak ve onların yetersizliklerini (alet, şebeke, eğitim gibi) bilmek için (özellikle onlar daha yeni çalışmalar için temel öneme sahipse, seçilen bir gözlem ve inceleme periyodu sırasında da bu zayıflıklar en aza indirilir ya da ortadan kaldırılır) gereklidir.

LEVHA TEKTONİĞİ KURAMININ GELİŞİMİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Bilimde her yeni büyük düşünce ortaya konulduktan sonra geçmişte de bu yönde benzer kavramların var olup olmadıkları ve bu konuda kimlerin öncü oldukları gibi konularda bir araştırmaya girişilir. Hiç kuşkusuz, “**Levha Tektoniği**” sözkonusu olduğunda, ilk öncü 20. yüzyılın başlarında ilk kez “**Kıtaların Kayması**” hipotezini ortaya atan Alman Alfred Wegener’dir. Bugün biliyoruz ki levha tektoniği kavramı ile kıtaların kayması kavramı aynı şeyler değildir. Levha tektoniği kavramı, kıtaların kayması düşüncesini başlangıç ya da bir çıkış noktası olarak kabul ederek ondan daha gelişmiş ve daha etkili bir kuram türetmiştir.

- İnsanoğlu düşünmeye başladığı andan itibaren çevresindeki yer şekillerinin nedenlerini merak etmiş, bunların binlerce yıl sabit ve sarsılmaz kabul edilmesinden sonra, aslında sürekli bir hareket ve evrim içinde olduklarını anlayınca da bu hareketi sürdüren kuvvetin doğasını ve kökenini araştırmaya başlamıştır (Şengör, 1983). Sayıları oldukça kabarık olan jeotektonik hipotezlerin veya kuramların başlıcaları “Kontarksiyon Kuramı”, “Ekspansiyon Kuramı”, “Mağmatik Yükselme-Kabarma Kuramı”; “Konveksiyon Akımları Kuramı”, “Kıtaların Kayma Kuramı” ve nihayet “Levha Tektoniği Kuramı” dir (Şengör, 1980, Ketin, 1983).

- Kontraksiyon kuramının temel düşüncesi, yerküre'nin başlangıçta sıcak-ergimiş bir kütle halinde bulunduğu, zamanla soğuyarak büzüldüğü, hacminin küçüldüğü ve dış kısmında katı bir kabuğun oluştuğudur ve daha 17. yüzyılda Descartes (1664) ve Newton (1681) tarafından benimsenmiş, ilk kez yer bilimlerine uygulanması ise , James Hall tarafından gerçekleştirilmiştir. Fakat kuramın tüm jeolojik yönleri ile geniş anlamda kurucusu ünlü Fransız yerbilimci Elie de Beaumont olmuştur (1829-1852). Özellikle, Avusturyalı büyük yerbilimci Eduard Sues (1831-1909) “Yeryuvarının Çehresi” adlı ünlü eserinde kuramı yer bilimleri alanında “bir dünya görüşü” niteliğine yükseltmiştir (Şengör, 1980).
- Kontraksiyon kuramı, yirminci yüzyılda Jefreys ve Guttenberg gibi ünlü jeofizikçiler tarafından değişik biçimde de olsa desteklenmiştir.

LA
FACE DE LA TERRE

(Das Antlitz der Erde)

PAR
ED. SUESS

TRADUIT ET ANNOTÉ
SOUS LA DIRECTION DE
EMMANUEL DE MARGERIE

**TABLES GÉNÉRALES
DE L'OUVRAGE**

Tomes I, II, III (1^{re}, 2^e, 3^e et 4^e Parties)

Librairie Armand Colin

103, Boulevard Saint-Michel, PARIS

1918

Scress. — III.

III

THE FACE OF THE EARTH

(DAS ANTLITZ DER ERDE)

BY **EDUARD SUESS**

PROFESSOR OF GEOLOGY IN THE UNIVERSITY OF VIENNA
FOREIGN MEMBER OF THE ROYAL SOCIETY OF LONDON

TRANSLATED BY

HERTHA B. C. SOLLAS

PH.D. HEIDELBERG; OF NEWNHAM COLLEGE, CAMBRIDGE

UNDER THE DIRECTION OF

W. J. SOLLAS

SC.D. (CANTAB.), LL.D. (DUBLIN), M.A. (OXON.), F.R.S.
FELLOW OF UNIVERSITY COLLEGE, OXFORD
PROFESSOR OF GEOLOGY IN THE UNIVERSITY OF OXFORD

VOL. II

OXFORD

AT THE CLARENDON PRESS

1906

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Ekspansiyon veya Genişleme-Büyüme kuramına göre, yeryuvarının hacminin büyüme nedeni ısısal genişlemedir. Diğer bir neden, yer içindeki yoğunluğu fazla yüksek basınç fazındaki maddelerin yoğunluğu daha az düşük basınç fazındaki türlerine dönüşmesidir (Şengör, 1980).
- Konveksiyon akımları kuramının dayandığı ana görüş yer içinde kabuk altında cereyan eden ısı değişimidir. Kurama göre yerin içi ile yeryüzünün sıcaklığı arasındaki ısı farkı yerin manto kesiminde yılda bir kaç santimetre hızla hareket eden bir konveksiyon akımı oluşturmakta ve bu hareket yer kabuğuna iletilmektedir. Diğer bir değişle, derinlerde manto kesiminde çok yavaş akan maddeler yerkabuğundaki hareketlere aktif olarak katılmakta büyük tektonik yapıların meydana gelmesinde katkıda bulunmaktadır (Şengör, 1980).
- Özetle, konveksiyon akımını besleyen onu sürekli olarak hareket halinde tutan enerji kaynağı yerin sıcaklığı (Holmes) ve gravitasyon (van Bemmeln) etkisidir.

- Bilim tarihi incelendiğinde, belki de Wegener'in de öncülerinin var olduğu görülebilecektir. Atlantik Okyanusunu sınırlayan kıtaların (Amerika ve Afrika) kıyı şekilleri o kadar benzerdir ki büyük olasılıkla bir çok insan bunu farketmiş ve bazıları da bu iki kıtanın (kıyı çizgilerini bir puzzle'ın parçalarını birleştirir gibi birleştirerek) çok önceleri bu iki kıtanın tek bir kıta olduğu sonucunu çıkarmışlardır. Hemen hemen 16. Yüzyılın sonlarında, 1596 yılında Abraham Ortelius, "Thesaurus Geographicus" isimli eserinin üçüncü baskısını yayınlamıştır. Bu baskıda, yazar kitabına kısa bir pasaj eklemiştir. Bu kısa pasajda basit fakat gerçek bir düşünce olarak Kuzey Amerika, Güney Amerika, Avrasya ve Afrika kıtalarının önceleri tek bir kıta olduğu ve daha sonra birbirlerinden ayrılarak modern Atlantik okyanusunu oluşturduğunu ifade etmiştir. Bu pasaj, 1994'te James Romm tarafından yayınlanan makaleye kadar bilim adamları, bilim tarihçileri ve diğer herkesin gözden kaçmış ve önemsenmemiştir (Oliver, 1996). Bu olağandışı coğrafi özelliğe ilişkin bir diğer atıf İngiliz felsefeci Francis Bacon tarafından Novum Organum (1620) adlı eserinde yapılmıştır. Kıtaların kayması yönünde ilk güvenilir destek, catastrophism'in savunucularından Antonio Snider-Pellegrini'den gelmiştir. Pelegrini 1858'de İncil'deki Nuh Tufanı'nından önce tek bir kıtanın var olduğuna atıf yapmıştır. Daha yeni ve kapsamlı bir çalışma Amerikalı yerbilimci Frank B. Taylor'dan gelmiştir. Taylor, ekvatora doğru kıtaların yavaş hareketi (creep) sonucu oluşan Afrika ve Asya dağ kuşakları varsayımını 1908'de ortaya koymuştur.

- Levha tektoniği kuramının doğuşu aşamasında dört bilimsel araştırma kurumu birbirlerinden farklı yerlerde çalışmalarını sürdürmüştür. Bu kurumlar, İngiltere’de Cambridge Üniversitesi, ABD’de New Jersey’de Princeton Üniversitesi, Newyork’da Lamont Yer Gözlemevi ve Kaliforniya’da Scripps Oşinografi Enstitüsü olmuştur.

- Yer bilimleri, levha tektoniği çalışmalarından elde ettiği yeni gelişmeler ve ilerlemelerle entellektüel bir heyecan içerisine girmiştir. 1950'li ve 1960'lı yıllar yer bilimleri tarihinde olağanüstü bilimsel çabaların görüldüğü yıllar olmuştur. Levha tektoniği paradigması sayesinde, jeofizik ve jeoloji içindeki çeşitli disiplinler (paleontologlar, sismologlar, jeomağnetikçiler, sismologlar, deniz jeofizikçileri ve diğerleri) giderek daha spesifik uzmanlıklara ayrılmış ve artan oranda birbirlerine yaklaşmışlardır. Levha tektoniği kavramı bütün bu disiplinleri yerkabuğunun evrimi ve dinamiği bağlamında birbirine bağlayan bütünleştirici (unify) bir kuram olmuştur.

- Sonuç olarak, dört doğrultuda birbirinden bağımsız olarak gelişen deney ve ölçümler sonucu levha tektoniğinin bugünkü yapısı ve dokusu oluşarak bir senteze ulaşılmıştır: (1) Okyanus taban topoğrafyasının hassas bir biçimde modern aletlerle haritalanması, (2) Duyarlı Proton manyetometreleri kullanılarak okyanus tabanı üzerinde manyetik alanın ölçülmesi, (3) Kıtalarından alınan ve yaşları radyometrik olarak bilinen kayaların manyetik hafızası kullanılarak yermanyetik alanının davranışının zaman boyutunda izlenmesi, (4) Dünya ölçeğinde duyarlı sismik kayıtlar kullanılarak depremlerin yerlerinin çok duyarlı bir biçimde belirlenmesi (Cox, 1973).

- Levha tektoniği, Bohr'un atom kuramıyla karşılaştırılabilir basitlikte, incelikte ve gezegenimiz hakkında çok geniş aralıkta bir çok olayı açıklama yeteneğindedir. Örneğin, levha tektoniği, neden depremler ve volkanların dikkate değeri bir şekilde birbirine yakın kuşaklar boyunca yoğunlaştığını açıklar. Gene levha tektoniği, San Andreas fayı gibi bu kuşaklardan bazılarının neden sadece sığ depremler oluşturduğunun ve Aleutian yayı gibi diğeri kuşakların da neden derin depremleri oluşturduğunun yanıtını verir. Okyanus tabanının neden kıtalardan genç olduğunu açıklar. Bunun gibi yerkabuğunun kinematiği ve dinamiği konusunda bir çok sorunun yanıtını çözer. Levha tektoniği, bilim felsefecisi ve tarihçisi Thomas Kuhn'un ifadesiyle "bilimsel bir devrim" sonucu oluşmuş bir "paradigma"dır (Cox, 1973)

Xavier Le Pichon



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Çizelge	Levha Tektoniğinin Kısa Kronolojisi
1890'lar :	John Milne, Britanya İmparatorluğu'nda deprem istasyon ağına kurdu ve sismograflar geliştirdi
1900'lerin İlk Zamanları:	Bilm adamları sismografları Yer'in iç yapısını araştırmak için kullandı. Kabuk, Manto ve Çekirdek gibi konsantrik yer tabakalarına içeren modeller geliştirildi.
1915:	Alman Jeofizikçi Alfred Wegener "The Origin of Continents and Oceans" isimli kitabında Kıtaların kayması kuramı üzerine düşüncelerini açıkladı.
1950'lerin Ortaları:	Patrick M. S. Blackett, S. Keith Runcorn ve Edward Irving; Wegener'in Kıtaların Kayması Kuramı ile uyumlu olan çeşitli kıtalardan alınmış görünür kutup dolaşım eğrilerini paleomağnetik veri ile oluşturdular.
1959:	Kolombiya Üniversitesi'nden Maurice Ewing okyanus ortası sırt sisteminin ilk olarak ayrıntılı haritalarına yayınladılar.
1962:	Okyanus ortası sırtları açıklamak için Princeton Üniversitesi'nden Harry Hess; okyanus tabanının, mantodaki konveksiyon akımlarının motor gücü olarak etkin olmasıyla oluşan sırtlardan yavaşça uzaklaşacak şekilde yayıldığını ortaya koydu.
1963:	Cambridge Üniversitesi'nden Fred Vine ve Drummond Matthews, deniz tabanındaki manyetik terslemelerin "izleri" ve deniz tabanı yayılması arasındaki bağlantıyı ortaya koymuştur.
1963-1966:	US Geological Survey'den Allan Cox ve Richard Doell ile Avustralya Ulusal Üniversitesi'nden Ian McDougall karada lav akıntılarındaki ölçülerden yerin manyetik alanının terslemelerinin kronolojisini ortaya koydular.
1965:	Vine ve Toronto Üniversitesi'nden J. Tuzo Wilson, Okyanus tabanı yayılmasına ilişkin verilerini yorumladılar.
1960'ların Sonu:	Wilson, Okyanus tabanı yayılması kavramından "levha" kavramını ilk olarak tanımlayarak yeni bir bilimsel bakışla levha tektoniğinin ana hatlarına ortaya koydu.
1960'ların Sonu:	Xavier Le Pichon, Dan McKenzie ve W. Jason Morgan küresel geometriyi kullanarak yerküre üzerinde levhaların hareket ve konumlarının nasıl olacağını tanımladılar.
1968:	Bryan Isacks, Jack Oliver ve Lynn Skyes dalın levhalarla depremlerin ilişkilerini ortaya koydular.
1977:	İlk okyanus tabanı sıcak nokta Galapagos riftinde keşfedildi.

YER İÇİ : TARİHSEL VE MODERN BULGULAR

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Yer içi nasıldır? Bilim adamları yer içinin fiziksel özellikleri ve kimyasal yapısı konusunda uzun süreden beri uğraş vermektedirler. Uzun yıllar merak ve korkunun etkisiyle insanlar Dünya'nın ne olduğunun açıklamasına yöneldiler. Yerin iç bölgelerine ilişkin tehlikeli seyahatler geçmişte mitolojinin ve günümüzde de bilim kurgu romanlarının standart konularından olmuştur. Bir çok ülkenin efsanelerine göre yer içi ya da yeraltı ölümlerin ruhları ve şeytanlarla doludur. Eski Yunan efsanesinde tanrı Pluton yeraltındaki kocaman bir ölümler ülkesinin kralıdır ve yeraltındaki zengin maden yataklarına bekçilik yapar. Yer içinden yeryüzüne gelişimini sürdüren volkanlar yer içine merakın anahtar rolünü sürekli oynamışlardır. Eski Yunan tanrılarının en korkunçlarından biri olarak tasvir edilen Hephaistos'un savaş tanrılarına silah yaptığı, dökümhanelerinin yeraltı derinliğinde yanardağların yakınında olduğu ve ocağını yaktığı zaman yanardağlar püskürmeye başladığı ifade edilirdi. Romalılar Yunanlıların tanrılarının çoğunu benimsemişler ve onlara yeni adlar takmışlardır. Örneğin Hephaistos'u Vulcan adıyla Roma tanrısı olarak kabul etmişlerdir. Bugün yer içi nasıldır sorusuna güvenli bir yanıt bulduğumuz yönünde kuşkumuz yoktur. Diğer yandan yerin yapısı hakkındaki bugünkü kavrayışımız ve görüşümüz 300 yıl önce ortaya konan görüşlerle hemen hemen nitel olarak benzer yapı sergilemektedir. Yer içi hakkındaki modern kuramlarımızın eskilerinden daha doğru, kesin veya kalıcı olarak kurulmuş olduğu yargılarından kaçınmak zorundayız. Çünkü jeofizik bilimi her geçen gün yeni bilimsel ve teknolojik olanaklarla yer içinin yapı ve dinamiğini sorgulamada bizlere yeni olanaklar sağlamaktadır. Bu bölümde, yer içi hakkında oluşan düşünceler ve bulguların tarihçesinin 19. Yüzyıldan günümüze değin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

- Mağnetizma yer içi konusunda ilk ipuçlarından birini sağlamıştır. Gilbert (1600), yeryüzeyi yakınındaki magnetik alan paterninin - Yerküre'nin güçlü bir şekilde mıknatıslanmış demiri içerdiği yönündeki önerisiyle- yer içinin güçlü bir mıknatıstaşı ile çevrili olduğunun işareti olduğunu savunmuştur. Jeomagnetizma hakkındaki daha fazla bilgi 17. yüzyılda elde edilmiş ve yermağnetik alanının çok küçük değişimler gösterdiği ve bu yüzden tamamiyle katı sabit bir mıknatıs olmasının olanaksız olduğu görülmüştür. Halley (1691), yermağnetik alanının akışkan bir bölge ile yerkabuğundan ayrılan merkezi bir çekirdekte oluştuğunu ve böylece çekirdeğin dönmesinin kabuğun aşağısında yavaşça olabileceğini önermiştir. Bu katı-sıvı-katı (Şekil 27'de KSK modeli) yer modeline oldukça benzerdir. Fakat Halley, kabuğun kalınlığı ve katı çekirdeğin çapı hakkında bir görüş bildirmemiştir.

- 18. yüzyılda yerin tarihi konusundaki düşüncelerin gelişimi ergimiş bir yer içinin olduğu yönünde bir hipotezde odaklanmıştır. Bunlardan birisi, Buffon'un ortaya attığı yerin bir kuyruklu yıldızın güneşe çarpması sonucu olduğu yönündeki hipotezidir. Diğer ise, Kant ve Laplace tarafından güneş ve gezegenlerin bir nebuladan olduğu biçiminde önerilmiştir. Bu hipotezler, yerin başlangıçta sıcak akışkan bir top biçiminde olduğu ve bu sıcak top soğuduktan sonra, kabuk oluştuğunu ve böylece iç kısım sıvı olarak kaldığını varsaymışlardır.
-
- 19. yüzyıl başlarında daha doğru bir kanıt, yeraltı sıcaklık ölçümlerinden yerin içinin hala sıcak olduğu bulgusuyla gelmiştir. Derinlik ile sıcaklığın artışına yönelik olarak gözlenmiş değer, sıcaklık gradiyentinin bu şekilde artacağı varsayımıyla hesaba katılırsa, sıcaklık 30 mil derinlikte çoğu kayacın ergime noktasına ulaşabilir olmaktadır. Yüzeye oldukça yakın akışkan bir bölge sismik olaylar ve volkanlardan enjekte edilen sıcak lav için bir kaynak nedeni olabilir.

Türkiye'de Jeofizik

Ders XII

OSMANLI İMPARATORLUĞUNDA JEOFİZİK ÇALIŞMALAR

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

Türkiye Jeofiziği ve Ben ☺



Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Türkiye'de jeofizik ölçmelerinin tarihi , yerin mağnetik alanı ile ilgili Osmanlı coğrafyasında yapılan ölçümlerle 1600'lere değin uzanmaktadır. Örneğin Sipahioğlu (1957)'na göre Krügeras, Fournier ve Chazelles tarafından sıra ile 1600, 1625 ve 1694'te İstanbul'da, Gauttier tarafından 1820'de İstanbul, Marmara adası ve Çanakkale'de, 1824'de Sinop ve Trabzon'da; G. Fisher tarafından 1829'da İzmir'de, aynı yıl içinde Rus subayları tarafından Lüleburgaz ve Dimetoka'da ve nihayet Evans tarafından 1858'de İstanbul'da sapma açısı ölçmeleri yapılmıştır). Jeofizik ile ilişkili ilk bilimsel eser İbrahim Müteferrika'nın tercüme edip, 1731'de basımını yaptığı "Füyüzat-ı Mıknatissiye"dir. Bu eserde Yerküre'nin mağnetik alanı konu edinilmiştir. Mağnetik eğim pusulasından da bahsedildiği eserde; o dönemde batıda kabul edilen bilgiler özetlenmiştir (Demirel 1982).

- Katip Çelebi'nin "Cihannüma" ve Erzurumlu İbrahim Hakkı'nın "Maarifname" adlı eseri de az çok jeofizik alanında çeşitli bilgileri içermektedir. Fakat bu eserler bütünüyle jeofiziğe ait sayılmazlar (Özçep ve Orbay, 2002). Osmanlılarda jeofiziğin bir dalı olan sismoloji konusunda birtakım eserlerin kaleme alındığı görülmektedir (İzgi, 1997). Bu tür eserlerde genel olarak Aristo'nun depreme yeraltında sıkışıp genişleyen gazların neden olduğu yönündeki klasik görüşü ile İslam coğrafyacısı Suyuti'nin depremleri Kaf dağının ardında gelişen olaylara bağlayan görüşü işlenmektedir. Deprem hakkında Osmanlılar'da türkçe beşe yakın eser vardır (İzgi, 1997). İ. H. Erzurumlu'nun hava olayları, yapısı ve bunun insan üzerindeki etkileri; su, su dolaşımı, denizler ve faydaları ve toprak konusunda bugün bile jeofizikte geçerli olan görüşleri vardır (Özçep ve Orbay, 2002).

- Türkiye’de ilk gravite çalışması 1895 yılında Fransa’dan sözleşmeli olarak getirilen ve Tuğgeneral rütbesiyle Harita komisyonu başkanlığına atanan Gilbert Defforges (Deforj Paşa) tarafından 1896 yılında Eskişehir ve Bakırköy’de sarkaça yaptığı mutlak gravite ölçümleriyle başlamıştır. Daha sonraları 1936’da Kandilli Rasathanesinde sarkaça yapılan mutlak gravite ölçümü Potsdam’a bağlanmıştır. Potsdam’daki yerçekimi ivmesi $g = 981.274$ gal ve Kandilli’de $g = 980.296$ gal elde edilmiştir (Şerbetçi, 1999).

- 1868 yılında hava tahminlerinin telgrafla belirli merkezlere iletilmesi için Fransız hükümetinin önerisi üzerine aynı sistemle çalışacak bir rasathane İstanbul Pera (İstiklal Caddesi)'da açılmış ve müdürlüğüne Türkiye'deki telgraf şebekesinin ıslahı için gelmiş olan I. Coumbari (Kumbari Efendi) atanmıştır. Bu kurulan Rasathane-i Amire'de jeofizik olarak meteorolojik, sismolojik gözlemler yapılmıştır(Dize, 1998, 1993a,b; Özçep ve rbay, 2002). Hatta, Türkiye'nin ilk maden mühendisi olarak ta bilinen İbrahim Ethem Paşa tarafından 1872 yılında yerçekimi ivmesi bile bugünküne eşdeğer bir yaklaşıklıkla belirlenmiştir (Erguvanlı, 1954). Rasathane idaresi bünyesinde 10'dan fazla meteoroloji gözlem istasyonu bulunmaktaydı. Bu istasyonlar her günkü gözlemlerini telgraf ile Rasathane-i Amire'ye bildiriyorlardı. İstanbul'daki merkez büro gelen gözlem sonuçlarını Paris, Berlin, Viyana, Petersburg ve Macaristan rasathanelerine telgrafla bildiriyor ve bu rasathanelerin gözlemleri de aynı yolla alıyordu

- 1894 büyük İstanbul depremini izleyen yıllarda o zaman ki hükümet tarafından İstanbul'a İtalyan sismoloğu G. Agomennone resmen çağırılmıştır. Bu bilim adamı İstanbul'da bir grup sismograf kurarak iki sene çalıştırmış ve sismometreyi gençlere öğretmiştir. "Osmanlı Impratorluğu Zelzele Servisi'ni kurarak bu servis adına 1894-1895 yıllarına ve 1896 başlangıcına ait sismik notları içeren bir bülten yazmıştır (Sipahioğlu, 1957). G. Agomennone'nin Türkiye'nin bazı yerlerinde (Aydın, Bergama, Balıkesir) oluşmuş depremlerin değerlendirmesi de dahil olmak üzere ülkemizle ilgili jeofizik konusunda 10 kadar yayını vardır (Özçep ve Orbay, 2002).

- Mehmet Fatih Gökmen -ki Türkiye'de astronomi ve jeofizik çalışmaların öncüsüdür- 1910'da Rasathane-i Amire müdürlüğüne getirilerek yeni bir rasathane kurmakla görevlendirildi. 1911'de Kandilli'de bir meteoroloji istasyonu kurdu. Amacı burayı astronomi ve jeofizik kurumu haline getirmektir. Rasathane 1911'de sistematik olarak meteoroloji gözlemlerine başlamıştır. Rasathane-i Amire kayıtlarından başka aşağı yukarı Tanzimat yılı olan 1839 dan başlayarak çeşitli tarihlerde İstanbul, İzmir, Trabzon, Tekirdağ ve Merzifon gibi ülkemizin çeşitli şehirlerinde rasathane elemanları ve hükümet emrinde olmak üzere yabancılar tarafından birçok hava gözlemi yapılmıştır. En eski kaydedilmiş gözlemler, İstanbul'da yabancı okullarda yapılan (Saint-Benoit, Bebek) ve yalnız sıcaklığı ait olanlardır (1839-1847). Daha sonra P. de Tchichatcheff ve A. Vignesnel tarafından Haydarpaşa'da İngiliz mezarlığında, Balkan Yarımadasında, Anadolu'da v.b. sıcaklık, basınç ve nem özelliklerini gösteren gözlemler önemli olanlardır (Çölaşan, 1960).

- Cumhuriyet'i izleyen yıllarda resmi yazışmalarda bir süre Rasathane-i Amire adı kullanılmış, daha sonra "Hey'et ve Arz-ı Fiziki Rasathanesi" olarak da kısa bir süre isimlendirilmiştir. Burada bizce önemli olan ilk kez resmi bir kurumun adında bilinçli bir şekilde jeofizik sözcüğünün (Arz-ı Fizik =Jeofizik) geçmesidir (Özçep ve Orbay, 2002). Bunu da ülkemizde çağdaş anlamda ilk rasathanemizi kuran M. F. Gökmen'e borçluyuz.

- Osmanlı İmparatorluğu'nda Tanzimat döneminde kurulan eğitim kurumlarında jeofizik bilimi, astronomi, mineraloji ve jeoloji gibi doğa bilimlerinden sayılmaktadır ve bu bilimler fizik ve kimyanın konusu olarak düşünülmektedir (Akyol, 1942). Türkiye'de meteoroloji dersi ilk olarak Halkalı Ziraat Mekteb-i Ali'sinde, "Alaim-i Cevviye" adı altında ve Allahverdi Efendi tarafından 1909 yılında Şurayı Devlet'in verdiği kararla okutulmaya başlanmıştır (Çölaşan, 1960)

- Oşinografi çalışmaları Osmanlı İmparatorluğu'nda 1681'de İtalyan asilzadelerden Kont Luigi Ferdinando Marsigli'nin, Boğaziçi'deki iki yönlü akıntı konusunda ilk araştırmaları ile başlatılabilir (Artüz, 1990). Marsigli Boğaziçi'deki yüzey akıntısının fiziksel etkisi ile ters yönde bir alt akıntının varolmasını savunmuş bu savının doğruluğunu boğazdaki balıkçılar da deneysel olarak kanıtlamışlardı. 1870-71'de Kaptan Spratt; Boğaziçi'nin oşinografisini incelemeye girişmiştir. Yaptığı akıntı ve tuzluluk ölçümleri ile Marsigli'nin iddiasının aksine bir alt akıntı olmadığını ileri sürmüştür. 1872'de ise Amiral W.J.L. Warton; "Shearwater" adlı gemiden Boğaziçi'de ve Çanakkale boğazında yaptığı dikkatli akıntı, yoğunluk ve sıcaklık ölçümleri sonucunda Spratt'ın aksine Ege'den İstanbul boğazına kadar uzanan sistem boyunca bir alt akıntının varlığını bilimsel olarak kanıtlamış oldu. Gene bu dönemde yapılan Gazelle (Alman) ve Vitiaz (Rus) seferleri ve bu arada özellikle de Pola (İtalyan) gemisiyle 1890-98 yılları arasında Çanakkale boğazı da dahil olmak üzere Akdeniz ve Kızıldeniz'de gerçekleştirilen seferler ile Makaroff'un 1872'de Marmara ve Karadeniz'de Taman gemisiyle sürdürdüğü çok geniş kapsamlı oşinografik seferler ve gene denizlerimize düzenlenen Taurus seferleri de belirtilmeye değerdir.

- İlk Türk oşinografik araştırma gemisi donanmaya ait “Selanik”dir. Bu gemi ile 1894-98 yılları arasında yapılan çalışmalarda ilk Türk oşinografi olarak bilinen Ahmet Rasim, Spinler ile birlikte Marmara ve Boğazlar sisteminin oşinografisinin ana hatlarını ortaya koymuşlardır. 1910’da Türkiye sularını da içeren sistematik araştırmaların sürdürüldüğü Akdeniz ve bağlı denizlere yönelik Thor seferi gerçekleştirilmiştir (Artüz, 1990).

- Batılılaşma hareketinin hızlandığı yıllarda jeofiziğin yermağnetizması dalında her hangi bir çalışmanın yankılarına rastlamak amacıyla, Sipahioğlu (1957), Salih Zeki'nin "Asar-ı Bakiye"sini, Hoca İzhak Efendi'nin "Mecmua-i Ulum-i Riyasiye"sini incelemiştir. "Mecmua-i Ulum-i Riyaziye'de pusula ve sapma açısı değişimlerine ilişkin genel anlamda kısa bir bölümden başka hiç bir kayıt bulamadığı ifade edilmektedir. 1884-86 aralığında M. Antoine D'Abbadie; Mısır, Arabistan Yarımadası, Ege Denizi sahilleri, Yunanistan ve İtalya'da 32 noktada manyetik ölçmeler yapmış ve bu arada 1885 Mayıs ve Haziran'ında İskenderun, Mersin, İzmir ve İstanbul'da manyetik sapma açısı, eğim açısı ve yatay şiddet ölçmüştür. Elde ettiği değerler 1890 yılında Fransa Boylamlar Bürosu Yıllığında yayınlanmıştır (Sipahioğlu, 1957).

- Washington'un ünlü Carnegie Enstitüsü'nin, 1909-1921 aralığında dünya çapındaki jeomağnetik kampanyası sırasında İran'dan gelen bir ekip, 1901-1911 yıllarında 3'ü Trakya'da olmak üzere bugünkü sınırlarımız içinde 44 noktada jeomağnetik elemanları belirlemiştir (Sipahioğlu, 1957). Birinci dünya savaşına girmemiz üzerine o zamanki müttefikimiz Almanlar çok gerekli olarak düşündükleri bir meteoroloji ağını ülkemizde kurmayı üzerlerine almışlardır. İlk olarak 1915 yılında Balkan Yarımadasında, Anadolu, Suriye ve Süveyş kanalında bazı istasyonların kurulması için gerekli hazırlıklar yapılmıştır (Çölaşan, 1960) . Leipzig Üniversitesi'nde Jeofizik dersi veren Prof. Weikmann ve sonradan ülkemiz hakkında meteorolojik bir broşür yazmış olan Zistler Türkiye'ye geldiler. Kurulan teşkilata İstanbul merkez seçildi. Kuruçeşme'de Caferağa Köşkü'nde "Kuvvei Havaiye Müfettişliği Rasatı Havaiye Müdürlüğü" ismiyle çalışmaya başladı. 1915 yılında çalışmaya başlayan bu ağ; savaş süresince etkinlikte bulunmuş ve bir çok gözlemler yapmıştır. (Çölaşan, 1960)

MODERN TÜRKİYE'DE JEOFİZİK

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

TÜRKİYE'DE JEOFİZİK BİLİMİ VE EĞİTİMİNİN TARİHÇESİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Eğitim ve bilim ayrılmaz bir şekilde birbirlerini iki yönlü besleyen bir süreçtir. Bu yüzden birlikte ele alınacaktır. Türkiye’de jeofizik eğitimi ile ilgili çalışmalar Cumhuriyet’in ilk yılları ile görünmeye başlar. Bugünkü Jeofizik Bölümlerinin kökeni diyebileceğimiz bir enstitü, İstanbul Darülfünunu 1926-1927 öğretim yılında Fen Şubesi (Fakültesi) içinde “Heyet (Astronomi) ve Jeofizik Enstitüsü”nü olarak açılmıştır. Enstitü müdürü Fatin Gökmen’dir ve jeofizikle ilgili ilk ders aynı öğretim döneminde “Meteoroloji ve Jeofizik” olarak okutulur (İshakoğlu, 1995). Cumhuriyet döneminde Latin harfleri ile basılan adında jeofizik sözcüğü geçen ilk kitap, Yüksek Mühendis Mektebi’nin 1935 yılında yayınladığı Hamit Dilgan’a ait “Kürevi Hey’et ve Geofizik” isimli kitaptır.

- 1933 üniversite reformu ile Darülfunun Üniversiteye dönüşmüş ve bu yeniden kurulan üniversite’de Fatin Gökmen’e görev verilmemiştir. Yeni üniversite reformu ile üniversitenin eğitim ve öğretim programında Jeofizik 1948 yılında yerini alır. Bununla birlikte, eleman yokluğu nedeniyle temelleri atılan bu ilk enstitü ancak Prof. Dr. M.Fouche ve Doç. Dr. İhsan Özdoğan'ın gayretleri ile 1952-1953 yılında öğrenime başlayabilecektir. 1948 yılı içinde Göttingen, Jeofizik Enstitüsü direktörü, Prof. Dr. J. Barthels, Fen Fakültesi’ne davet edilir. Jeofizik lisans öğretim programı, ilk olarak bu ünlü bilgin tarafından düzenlenmiştir.

- Enstitü öğretime, hemen takip eden 1953 - 1954 öğretim döneminde başlar. Enstitünün yönetime başladığı ve sorunlarının en yoğun ve kritik olduğu dönemde, Fakülte'nin Dekanı Prof. Dr. Lütfi Biran'dır (1952 - 1954). Enstitü'nün ilk Direktörü ise, Ord.Prof.Dr. M. Fouché'dir. Direktör vekili olarak, 1952 - 1953 döneminde Enstitü'nün hazırlık çalışmalarını yöneten Ord.Prof.Dr. M. Fouché, 1953 yılında görevinden ayrılmış ve yerine, yine vekaleten, Ord.Prof.Dr. Ali Yar seçilmiştir (1953 - 1954). 1954 yılının, Enstitü'nün tarihinde önemli bir yeri vardır: Paris Üniversitesi Jeofizik Enstitüsü Direktörü Türkiye'ye gelmeyi kabul etmiştir. Böylelikle, tarihinde ilk defa bir jeofizikçi, Enstitü'nün yönetimini eline almış olacaktır. 1 Temmuz 1954 tarihinde göreve başlamak üzere Prof. Dr. J. Coulomb, Ord.Profesör payesiyle, Enstitü Direktörlüğü'ne atanmıştır. J. Coulomb 18 ay süreyle görevde kalacaktır. Sonradan, Jeofizik Kürsüsü (115 sayılı kanunla Enstitü sözcüğü kaldırılmış ve yerine Kürsü deyiimi getirilmiştir) adını alacak olan Jeofizik Enstitüsü'nün öğretim programında önemli bir değişiklik, J. Coulomb'un Direktörlüğü dönemine rastlar.

- İstanbul Teknik Üniversitesi'nin jeofizikle olan ilişkisi ise, 1952 yılında Rektörlüğe bağlı bir Sismoloji Enstitüsü'nün kurulması ile başlamıştır. Amacı, yurdumuzda sismoloji alanında bilimsel çalışmalar ve araştırmalar yapmak ve Türkiye'de deprem istasyonları şebekesinin kurulmasına öncülük etmek için kurulan bu enstitüdeki çalışmalar yanında, Maden Fakültesi'nin kurulması ile Maden Mühendisleri için Uygulamalı Jeofizik öğretimine başlanmış ve Jeofizik Kürsüsü kurulmuştur. Jeofizik bilimleriyle ilişkili olarak, 1982 yılından beri İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü bünyesi içinde “Deniz Jeolojisi ve Jeofiziği” ve “Fiziksel Oşinografi” anabilim dallarında bilimsel araştırmalar yapılmakta olup yüksek lisans ve doktora düzeyinde eğitim verilmektedir

- İTÜ Maden Fakültesi'nde Jeoloji Mühendisliği ve Petrol Mühendisliği bölümlerinin kurulması ile jeofizik öğretiminin kapsamı genişlemiş, Uygulamalı Jeofizik yanında Sismoloji, Katı Arz Fiziği ve Kuyu Logları derslerinin öğretime başlanmıştır (Ergin, 1975; Eyidoğan, 1998). Arz Fiziği Enstitüsü; ilk olarak 1952 yılında İ.T.Ü. Rektörlüğü'ne bağlı olarak ve “Sismoloji Enstitüsü” adı altında kurulmuş ve bu kuruluş yıllarında uzman ve alet ihtiyaçları UNESCO tarafından sağlanmıştır. 1966 yılında Enstitünün adı “Arz Fiziği Enstitüsü” olarak değiştirilmiş ve Maden Fakültesi'ne bağlanmıştır. İTÜ yapısı içinde ayrıca Meteoroloji Mühendisliği Bölümü, 1953 yılından beri meteoroloji mühendisi ve yüksek mühendisi yetiştirmekte ve doktora öğretimi yapmaktadır.

- Karadeniz Teknik Üniversitesi'nde Jeofizik Mühendisliği Bölümü ilk olarak 1970'de Fen Fakültesi içinde disiplinler arası bir program olarak kuruldu. 1977-1978 akademik yılında yüksek lisans ve doktora eğitimine başlayan bölüm 1981-1982 akademik yılında lisans eğitimine başladı. Boğaziçi Üniversitesi, Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü jeofizik Anabilim Dalı 1985 yılında öğretime başlamıştır. 1972 yılında Ege Üniversitesi Fen Fakültesi (E.Ü.E.F) Jeoloji Bölümünde ilk genel jeofizik dersi verilmeye başlanmıştır. 1974 öğretim yılında E.Ü.E.F'ne bağlı Jeofizik Kürsüsü kurulmuş ve 10 öğrenci ile eğitime başlamıştır. 1978 yılında Ege Üniversitesi Yer Bilimleri Fakültesi kurularak Jeofizik Bölümü tüm kadro ve ekipmanlarıyla birlikte yeni Fakülte çatısı altında yerini almıştır. 1979-1980 öğretim yılında bölüm elemanlarının akademik gelişmelerini tamamlayabilmeleri amacı ile öğrenci alımına 3 yıl ara vermiştir. 1981 yılında E.Ü.Y.B.F kapatılmış ve Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümüne bağlanmıştır. 1991 yılında D.E.Ü. Mühendislik Fakültesine bağlı olarak Jeofizik Bölümü yeniden kurulmuştur.

- Ankara Üniversitesi'nde ise Jeofizik Mühendisliği Bölümü Fen Fakültesi bünyesi içinde yapılanmıştır. Jeofizik Mühendisliği Grubu ilk olarak Jeoloji Mühendisliği bölümü içinde temel bir bölüm olarak 1983'de kurulmuştur. 1989 'da ise bağımsız Jeofizik Mühendisliği Bölümü olarak lisans eğitime ve kısa bir süre sonra Yüksek lisans ve Doktora eğitime başlanmıştır. Isparta Mühendislik-Mimarlık Fakültesi 1418 Sayılı Kanuna göre 21 Şubat 1976 tarihinde “ Isparta Devlet Mühendislik Mimarlık Akademisi ” adıyla kurulmuştur. Akademi 20 Temmuz 1982 tarihinde 2547 sayılı Yükseköğretim Kanununa ek olarak çıkarılan 41 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile Antalya'daki Akdeniz Üniversitesi'ne bağlanarak, “Isparta Mühendislik Fakültesi” adını almıştır. 1992 yılında yeni kurulan Süleyman Demirel Üniversitesine bağlanarak, Fakülte'deki diğer bölümlere ek olarak 1988-1989 Öğretim yılında Jeofizik Mühendisliği Bölümü eğitim-öğretim faaliyetlerine başlamışlardır. Yukarıdaki sayılan bölümlerin dışında Kocaeli Üniversitesi'nde, Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi ve Cumhuriyet Üniversitesinde de Jeofizik Müh. Bölümleri eğitim ve bilim faaliyetlerini etkin bir biçimde sürdürmektedirler.

KAMU KURUMLARINDA JEOFİZİĞİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Türkiye’de kamu kurumlarında ekonomik amaçlı ilk jeofizik çalışmalar MTA’nın kurulmasından 3 yıl sonra, yani 1938 yılında mağnetik ve elektrik yöntemlerin uygulanmasıyla başlamıştır. O yıllarda jeofizik yöntemlere yeterince önem verilmemesi ve ekipman yetersizliği nedeniyle, jeofiziğin MTA içindeki gelişmesi yavaş olmuştur. İlk kullanılan mağnetik ve elektrik yöntemlerin yanı sıra 1947 yılında gravimetre ve sismik aletlerin alınmasıyla MTA, petrol aramalarında jeofizik yöntemleri uygulamaya başlamıştır. Jeofizik çalışmaların gelişimine bakacak olursak; gravite yöntemi, 1947 yılından itibaren petrol, maden, jeotermal enerji, zemin etütleri, altyapı mühendisliği ve kıyı ötesi etütlerinde kullanılmaktadır. Radyoaktif mineraller, demir, petrol, bakır, krom, kurşun, jeotermal yataklarının saptanmasında kıyı ötesi etütlerinde mağnetik ve radyometrik yöntemler başarı ile uygulanmaktadır. MTA’da havadan maden aramaları 1958 yılında başlamıştır. Süreç içerisinde çeşitli radyoaktif mineraller ve demir aramaları yapılmıştır. Bu arada Türkiye’nin Rejiyonal Havadan Mağnetik Etütleri tamamlanmıştır. Elektrik yöntemlerin uygulanışı 1938 - 1940 yıllarında Ergani ve Espiye Lahanos’ta yapılan Self Potansiyel etütleri ile başlamıştır. 1954 yılında Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı kurulmuştur. Bu tarihten itibaren jeofizik mühendisleri arama grubunun vazgeçilmezi olmuşturlardır.

- . TPAO’da hidrokarbon (petrol ve doğalgaz) aranmasında “Jeofizik Yöntemler” etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Jeofizik yöntemler olarak önem sırasının büyüklüğüne göre: sismik, gravite ve manyetik; resistivite (elektrik) şeklinde sıralanabilir. Sismik yöntem üç kısımda uygulanır. Bunlar; Sismik Veri Toplanması, toplanan bu verinin işlenmesi (Sismik Veri-İşlem) ve yorumlamadır (TPAO, 1994). “Veri-İşlem Merkezi” TPAO Araştırma Binası’nda yer almaktadır. Veri-İşlem Merkezi’nde 2 boyutlu, 3 boyutlu Sismik Veriler ile Gravite-Manyetik Verileri en son teknolojik yöntemlerle, geniş kapasiteli bilgisayar aracılığıyla ve tecrübeli jeofizikçiler tarafından işlenerek yoruma hazır hale getirilmektedir.

- Devlet Su İşleri (DSİ) bünyesinde, Fen Heyeti Müdürlüğü 16.10.1956 tarihinde Baş Mühendislik olarak kurulmuştur. Daha önce jeofizikçiler Etüt ve Planlama Fen Heyeti Müdürlüğü şemasında Teknik Şef ve Jeofizikçi olarak çalışmaktaydı. 05.11.1965 tarihinde Jeofizik Fen heyeti Müdürlüğü şeması onaylanmış, bundan sonra 26.12.1968 ve 27.06.1970 ve son olarak da 21.02.1978 tarihinde de revize edilerek son şeklini almıştır.

- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne bağlı olan Deprem Araştırma Dairesi 7269-1051 sayılı “Umumi hayata müessir afetler dolayısıyla alınacak tedbirlerle yapılacak yardımlara dair kanun”un 5. Maddesi gereği 1970 yılında bakan onayı ile doğrudan bakanlık katına bağlı bir birim olarak “Afet Araştırma Enstitüsü Genel Direktörlüğü” adı ile kurulmuştur. Bir yıl sonra, 1971’de yine bakan onayı ile “Deprem Araştırma Enstitüsü” haline dönüştürüldü. Bakanlık çapında yapılan düzenleme sonucunda da 28.02.1982 tarihinde “Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı” haline dönüştürölüp “Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü”ne bağlanmıştır. Ancak, 1989 yılında yapılan son bir düzenleme ile “Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı” ortak çalışmalarındaki yoğunluk ve işlevlerini yerine getirebilmede kolaylık sağlayacağı savı ile “Afet İşleri Genel Müdürlüğü”ne bağlanmıştır.

- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'na bağlı Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (EİE), 1964 yılından beri, baraj yeri ve göl alanları, tünel güzergahları, santral yerleri, heyelan bölgeleri, alüvyon alanları, malzeme sahaları, şalt sahalarında ve ayrıca projelerin bulunduğu aşamalara ve sorunlara bağlı olarak geliştirilerek yürütölmekte olan jeofizik araştırma ve etütleri 1982 yılından itibaren “mühendislik jeofiziği” uygulamalarında yoğunlaşmış ve bu nedenle de gerek yerinde (in-situ) gerekse jeofizik laboratuvarında yapılan araştırmalarda uzmanlaşmaya yönelmiştir. İller Bankası İçme Suyu Dairesi bünyesindeki Jeofizik Etüt Grubu'nun kuruluşu ise 1977 yılına rastlamaktadır. Cumhuriyetin ilanından sonra maden işletmeciliğinde devletin ilgisi, 1924 yılında kurulan Ergani Bakır Madeni Şirketi'nde Maliye bakanlığının üçte bir hisseye sahip olmasıyla başlamıştır. Bu şirket eliyle işletilecek madenin imtiyazı İtibarı Milli Bankasına verilmiştir. Daha sonra 1926 yılında bu şirketteki devlet hissesi Sanayi ve Maadin Bankasının kurulması üzerine bu bankaya intikal etmiş ve işletme böylece anılan bankanın iştirakleri arasına alınmıştır. Ülkemizin yeraltı servetlerinin bilimsel ve üretken yöntemlerle işletilmesi yolunda ilk ciddi adımlar 1935 yılında atılmıştır. Gerçekten de sözü geçen yılda yeraltı kaynaklarını arayıp bulmak ve bunların işletmeye elverişli olup olmadığını incelemek üzere Maden Tetkik Arama Enstitüsü'nü kurarken, öte yandan elverişli madenleri işletip değerlendirmek üzere 14.6.1935 tarih ve 2805 sayılı yasayla Etibank kurulmuştur.

ASKERİ KURUMLARDA JEOFİZİK

Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi;
Doç. Dr. Ferhat ÖZÇEP

- Askeri amaçlı jeofizik çalışmalar özellikle iki kurumda yoğunlaşmıştır: Seyir Hidrografi ve Oşinografi Daire Başkanlığı ve Harita Genel Komutanlığı. Seyir Hidrografi ve Oşinografi Daire Başkanlığında denizlerimize yönelik jeofizik çalışmalar yapılmaktadır. Harita Genel Komutanlığı'nda bölgesel ölçekli gravite ve manyetik haritalar hazırlanmasına yönelik çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca, Harita Genel Komutanlığı Ankara Manyetik Rasathanesinin kurulma çalışmalarına 1984 yılı ortalarında başlanmış olup, 1986 yılı başından itibaren faaliyete geçmiştir. Yer seçimi konusunda yapılan jeomanyetik araştırmalar sonucunda Ankara Batısındaki Lodumlu Bölgesinde belirlenen arazide tamamiyle antimanyetik malzeme kullanılarak inşaaata başlanmıştır. Rasathane, devamlı kayıt binası, mutlak ölçü binası ve proton binası olmak üzere üç binadan oluşmaktadır (Ankara Manyetik Rasathanesi, 1988). Ayrıca Harita Genel Komutanlığı, temsilci kurum olarak Ulusal Jeodezi ve Jeofizik Birliği çalışmalarını 1948 yılından beri yürütmektedir. Bu kapsamda, "Türkiye Ulusal Jeodezik ve Jeodinamik GPS Programı"nı hazırlamış ve 1989 yılında yürürlüğe koymuştur (TUUJB, 1993).

- Bu slaytlardaki bilgiler;
- **Özçep, F. ve Orbay, N., 2002, Jeofizik ve Tarihsel Gelişimi, İstanbul Üniversitesi Yayınları, Yayın No:4347, 446 Sayfa, İstanbul.**

biçiminde kaynak gösterilmek suretiyle kullanılabilir