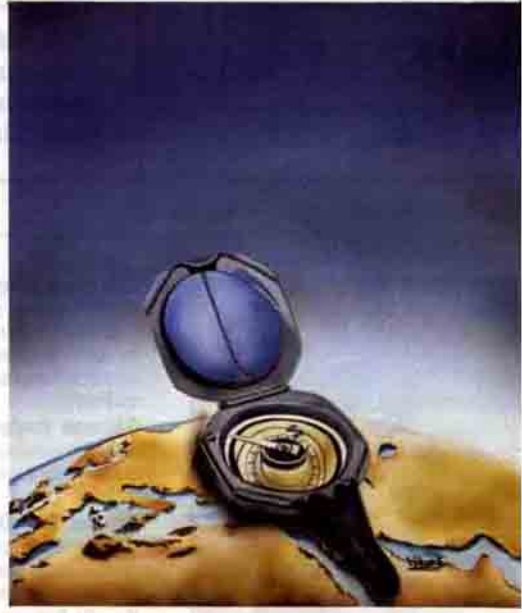


DÜNYANIN MANYETİK KUTUPLARI NASIL YER DEĞİŞTİRDİ?

Arthur FISHER

• Milyonlarca yıl önce dünyanın kuzey ve güney manyetik kutupları birçok defa yer değiştirmiş; fakat, bunun niçin veya nasıl olduğunu yakın zamana kadar hiçbir bilim adamı anlayamamıştı. Son zamanlarda yapılan araştırmalar sonucunda manyetik kutupların yer değiştirmesi olayının sırrı çözülmüş ve bu olayın, kraterlerin oluşması, iklimlerin değişmesi ve canlı türlerinin yok olması gibi olaylarla yakından ilgisinin varlığı anlaşılmıştır.



bu ve bunun gibi birçok olağanüstü olay hakkında yeterli bilgi birikimi oluşmuştur.

MANYETİZMA BİLGİSİNİN TARİHİ GELİŞİMİ

Manyetizma olayı, ilk defa kayalar üzerinde farkedilmişti. 1000 yıl önceki insanlar "Magnetite" olarak bilinen zengin demir oksit karışımı küçük kaya parçalarının, demirli nesnelere çektiklerini gözlemişlerdi. Norveç literatüründe kılavuz taşı olarak bilinen bu madde, daha sonraları "mıknatıs" olarak isimlendirilmişti. Norveçliler, bunu denizcilikte kullanmayı düşündüler; çünkü bu taşın serbest asılan çubuk şeklindeki bir parçacığı, kuzey ve güney eksenlerini gösteriyordu.

Manyetik taş parçacıkları M.Ö. 2700 yıllarında Çinliler tarafından biliniyordu. M.Ö. 200 yıllarında, Çinliler pusuladaki manyetik hareket ile, Dünya'nın manyetizması arasında bir bağıntı kurdular. Bu durum Batı'da, 1600 yılında Kraliçe I. Elizabeth'in özel fizikçisi William Gilbert'in açıklamalarına kadar bilinmiyordu. Gilbert, pusulanın çalışma mekanizmasını, Güney ve Kuzey Kutup kavramlarını "De Magnet" isimli kitabında yayınladı. Kayalardaki manyetizma olayları, bilim adamları tarafından kısa bir zamanda gözlemlendi. İlk defa ünlü bilim adamlarından Robert Boyle, 1691'de katı maddelerin yüksek sıcaklıkta ısıtılıp tekrar soğutulması ile mıknatıslanabildiğini gösterdi. "Thermoremanent magnetism" (Kalıcı ısı manyetizması) olarak bilinen bu olayın, volkanik orijinli kayaların oluşumunun açıklanmasında büyük önemi vardır. Bu tür kayalar, lav halinde 1000 C° üzerinde bir sıcaklığa sahiptiler. Bu değer Curie (Piere Curie tarafından isimlendirilmiş-

1884'te sıradan bir pusula, 5 yaşındaki bir çocuğun ilgisini çekmişti. Aleti farklı yönlere çevirdiği halde, ibre sihirli bir güç tarafından tutuluyormuş gibi aynı noktayı gösteriyordu. Daha sonraları, hayatında gördüğü ilk ilginç olay olarak bunu hatıra defterine kaydetmişti. Bu çocuk Albert Einstein'dı. Farkına vardığı gizli güç ise hayatı boyunca çözümlenmeye çalıştığı manyetizmaydı.

1905'de A.Einstein, manyetizmayı, fiziksel olarak çözümü henüz kesinleşmemiş beş önemli olaydan biri olarak kaydediyordu. Bu alan nasıl oluşmuştu? Maddeler üzerindeki etkisi nelerdi?

Bu gizli sır, bir yıl sonra Fransız fizikçi ve meteoroloji uzmanı Bernard Brunhes'in ilginç bir keşfi ile daha da yoğunluk kazandı. Brunhes'e göre Dünya'nın manyetik alanı, çok uzun zaman önce hafifçe sarımsı ve bunun sonucunda Kezey Kutbu, Güney Kutbu ile yer değiştirmişti.

Günümüzün jeofizikçileri, araştırmalar sonunda bu gibi jeomanyetik değişimlerin, son 170 milyon yılda yaklaşık 300 defa tekrarlandığını ortaya koymuşlardır. Teoriye göre, manyetik alanın yoğunluğu sıfıra doğru ani bir şekilde düşerek, uzun bir süre değişim göstermeden sabit kalır. 10.000 yıldan fazla bir süre sonra, alan şiddeti zıt yönde tekrar başlangıç noktasına döner.

Son zamanlara kadar, bu ilginç olay hakkında insanlık, yeterli bilgiye sahip değildi. Günümüzde ise

tir) sıcaklığından daha yüksektir. Curie sıcaklığının üstünde (Manyetit için 575 C°, Hematit için 675 C°) mineraller manyetiklik karakterlerini kaybederler. Fakat lav halindeki mineraller soğuduklarında, Dünya'nın manyetik alanı yönünde kuvvetli ve kalıcı bir mıknatıslanma özelliği gösterirler. Bilim adamları, bu durumdan faydalanarak Dünya'nın manyetik alan şiddetini ve konumunu belirlemişlerdir.

Kayaların yaşlarını hesaplayarak, eskiden oluşmuş manyetik alan değişikliklerinin karakterinin ve sayısının belirlenmesi mümkündür. Bu çalışmalar, Dünya'nın ilk oluşum ve tarihine de ışık tutabilmiştir. 19. yüzyılın ortalarından itibaren bu tür çalışmalar canlılık kazanmaya başlamıştır.

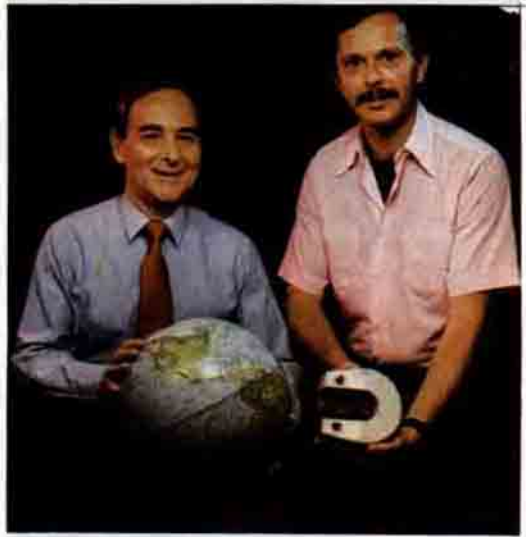
Manyetizma konusunda çalışan bilim adamlarından bir diğeri de Fransız Bernard Brunhes'dir. Brunhes 1901 yılından itibaren, farklı yaşta ve farklı yerlerdeki kayaların manyetik özellikleri üzerinde çalışmalara başladı. Bunun için, eski volkanik artıklarla dolu olan Fransa'nın Avergne bölgesini seçti. Araştırmanın sonucunda, bölgenin ve pişmiş halde olan kil tabakasının manyetik alanının Dünya'nın manyetik alanı ile 180° zıt yönde olduğunu gördü. Burada Kuzey Manyetik Kutbu yer almaktaydı. Fakat, hayret verici bir şekilde bu bölgedeki kayalar, güney manyetik kutbunu gösteriyordu. Bu nasıl gerçekleşiyordu? Olayın arkasında ne gibi sebepler vardı.

JEOMANYETİK DEĞİŞİMLER

Brunhes, araştırmaların sonucunda şu karara varmıştı: Geçmişte Dünya'nın manyetik kutupları bazen şaşırtıcı bir şekilde yer değiştirmişti. Birçok bilimsel keşifler, bir önce gelenlerin çoğunu değiştirdiği halde, Brunhes'in çalışmaları başlangıçta ilgisizce karşılanmış; fakat daha sonraları jeofizikçiler tarafından kabul edilmişti.

Jeomanyetik değişimler konusu, Japonya Kyoto Imperial Üniversitesi'nden Motonori Matuyama'nın 1926'da başlayan çalışmalarına kadar dikkatli bir şekilde araştırılmadı. Matuyama'nın, Mançurya ve Çin'deki 38 yerleşim bölgesinden topladığı 100'den fazla kaya parçası üzerinde yaptığı analizlere göre, örneklerin bir kısmı Dünya'nın manyetik alanıyla aynı yönde, bazıları ise 180° farklı bir yönü gösteriyordu. Matuyama, analizleri sonucunda Dünya'nın manyetik kutuplarının uzun bir süre önce yer değiştirmiş olduğunu ve 750.000 yıl önce bugünkü normal konumuna geldiğini kayaların yaşını ölçerek belirledi. Bu teori daha sonra bilim adamları tarafından doğrulanmıştır.

Yine de bu konu, bir bütün olarak yıllarca heyecanlı bir tartışma şeklinde devam etti. 1955 yılında yapılan bir bilim konferansının gündeminde kayaların mıknatıslanması ile ilgili şöyle bir soru yer alıyordu: "Manyetik kutupların yer değiştirmesi ile



Richard Müller (sağda) ve Donald Morris, jeomanyetik dönüşümleri açıklayan çalışmalarını sonuçlandırdılar.

ilgili elimizde kabul edilebilecek kesin doğrular var mı?" Bu soru, 1960 yılının ortalarına kadar elde edilen kesin deliller sayesinde cevaplandırılarak birçok bilim adamı tarafından dünyanın manyetik kutuplarının geçmişte defalarca yer değiştirdiği kabul edildi.

JEOMANYETİK DEĞİŞİMLERİN OLUŞUM MEKANİZMASI NE OLABİLİR?

Manyetik kutupların yer değiştirmesi hakkındaki karar birliği pek bir şey ifade etmedi. Çünkü Dünya'nın manyetik alanının, başlangıçta nasıl oluştuğu henüz aydınlığa kavuşturulamamıştır.

Jeomanyetizma hakkında çok uzun zamandan beri kabul edilemeyen teoriye göre, Dünya'nın çekirdek (core) bölümünde radyoaktif elementler tarafından üretilen ısı, sıvı halde ve elektriği ileten dış demir katmana doğru konveksiyon yolu ile akışır. Bu iletkenin manyetik alan (başlangıçta var olan) içerisindeki hareketi, elektrik akımı meydana getirerek farklı bir manyetik alan oluşturur. Daha sonra elektrik akımının, ısı akışının ve manyetik alanın geometrisinden dolayı geriye doğru bir itiş meydana gelir. Bunun sonucunda Dünya'nın manyetik alanında artış meydana gelerek denge durumuna kadar devam eder.

Buna rağmen ortada büyük bir problem yatmaktadır. Bilim adamlarına göre, Dünya'nın iç bölümünde, dinamonun çalışma mekanizmasına benzer bir veya birkaç sistem vardır, ama ortaya konulan modellerden biri, diğeri ile benzerlik göstermemektedir. Ayrıca modelleri matematiksel olarak formüle etmek oldukça zordur. Dünya'nın merkezindeki sıvı çekirdeğin manyetiksel hidrodinamik hareketini ifade eden denklem çok karmaşık olduğu için, bugünün



Yön bulma tüpü (orienting tube) ile kayaların yönleri bulunarak, manyetik kutupları belirlenebilir.

Hawaii'deki Kilauea Volkanı'nın püsküren lavları katılaştığında dünyanın şimdiki manyetik alan konumuna sahip olacaktır.

Jeologlar, çok eski zamanlarda gerçekleşen mıknatıslanma olaylarını belirlemek için, Antarktika Kıtası'ndaki Thief Dağları'nda sondaj tekniklerini kullanarak araştırma yaptılar.

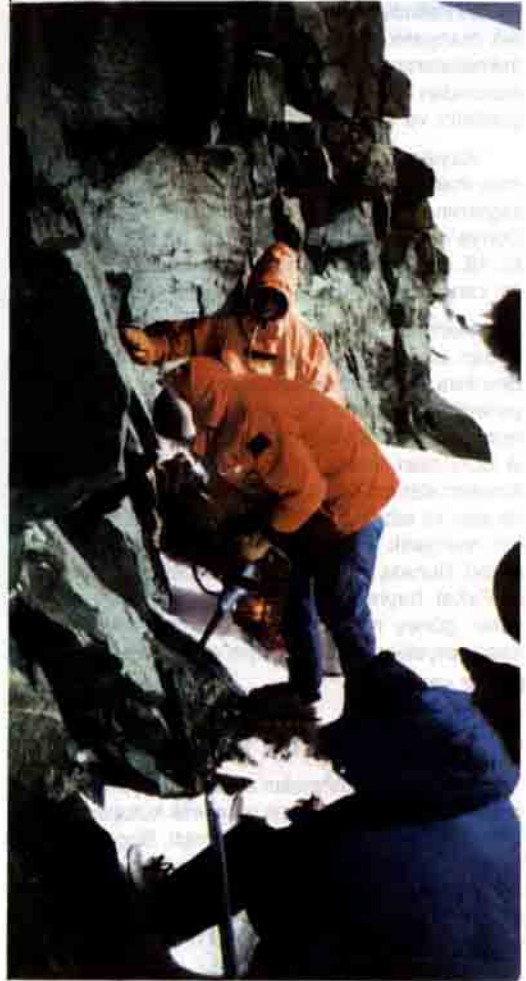
güçlü bilgisayarları ile dahi çözümü imkânsız gibi görünüyordu.

O halde olayları açıklayabilen net ve doğru bir teori nasıl ortaya konulabilirdi?..

Bilim adamlarından Müller ve Morris, gerçeğe yakın ve herhangi bir dinamo modeli tarafından doğrulanmasına bağlı olmayan, sadece çekirdekte gerçekleşen olaylara dayanan bir teori geliştirdiler. Morris, hâlâ Berkeley Üniversitesi'nde fizik astronomi profesörü olarak çalışmaktadır.

Müller'in öğrencilerinden Nobel Ödüllü Luis Alvarez ve oğlu Walter, 1979'da yayınladıkları teoride, dünya üzerinde yaşayan birçok canlı türlerinin yok olmasının, uzaydan gelen büyük cisimlerin Dünya'ya çarpması sonucunda meydana geldiğini açıkladılar.

Alvarez'e göre her çarpışma sonucunda büyük



bir toz bulutu oluşarak güneş ışınlarının Dünya'ya ulaşması engellenmiş ve Dünya'nın sıcaklığı düşerek, fotosentez olayı durmuştur. Sonuçta ise Dünya'nın iklimi değişerek, dinazor gibi birçok hayvan nesli yeryüzünden silinmiştir. Bu olay bilim adamları tarafından 'nükleer kış' olarak isimlendirilmiştir.

1984 yılında buna benzer yeni bir fikir, Chicago Üniversitesi Jeofizik Bölüm Başkanı David Raup ve arkadaşı Jack Sepkoski tarafından ileri sürüldü. Bu teoriye göre, geçen 250 milyon yıl içerisinde, 26 ile 30 milyon yıllık aralıklarla bazı canlı türleri yok olmuştur.

Bu fikir birçok jeofizikçi ve biyologlara göre imkânsız görünüyordu. Çünkü Dünya üzerinde uzun aralıklarla gerçekleşen bu tür olayların periyodunu hesaplayabilecek herhangi bir aygıt henüz geliştirilememişti. Buna rağmen birçok paleontolojist (fosil

1- Keşmir Vadisi'ndeki eski bir göl yatağından alınan örneklerde, Karbon-Nitrojen oranındaki düşme noktasını gösteren tepe noktaları, aynı zamanda soğuk iklimin başlangıç noktasını da göstermektedir. Yüksek Karbon-Nitrojen oranı, Nitrojen'in yavaş yavaş azaldığını, sıcaklığın düştüğünü, yosunların ve proteince zengin planktonların kuruyarak azaldığını belirtir.

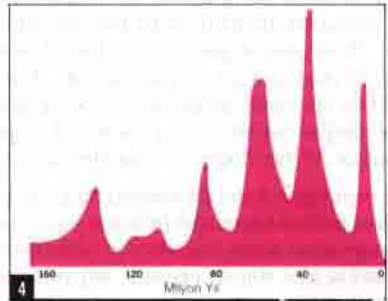
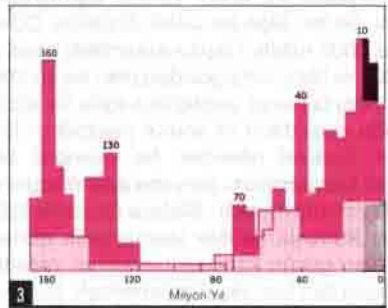
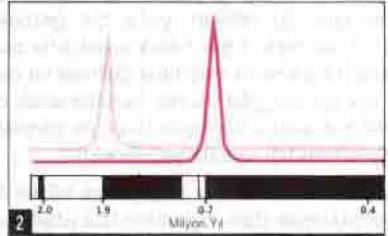
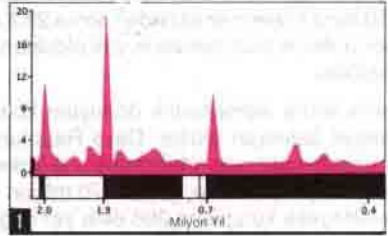
Tepe noktalarının, manyetik kutupların yer değiştirmesi ile yakından ilgisi vardır. Grafikteki 2,0; 1,9 ve 0,7 milyon yıllarında meydana gelen değişiklikler bunu göstermektedir. Buna göre 0 noktasının altında kalan grafik ve ikinci şekildedeki aynı grafik, dönüşümlerin zaman ile olan değişimini belirtmektedir. Siyah renk normal kutupsal durumu, beyaz renk ise kutupların yer değiştirmiş halini ifade etmektedir. Bu veriler, R.V. Krishnamurthy ve arkadaşlarının Hindistan'daki Ahmedabad Fizik Araştırma Laboratuvarı'nda yaptıkları çalışmalardan alınmıştır.

2- Küçük, yuvarlak ve camı cisimler olan "tektite"ler, büyük gök cisimlerinin dünyaya çarpması sonucunda oluşan kraterlerden savrulan parçacıklar olarak bilinir. Grafikte "tektite"lerin ani oluşmasını gösteren tepe noktalar, jeomanyetik dönüşümlerin olduğu sınırlar içerisinde yer almaktadır. Turuncu grafik, Asya kraterlerine bitişik olan Avustralya-Asya tektite katmanını, kırmızı renkli grafik ise Ghana'daki Bosumtwi Krateri ile bitişik olan Ivory kıyıları tektite katmanını göstermektedir.

Bu grafik Delavare Üniversitesi'nden Bill Glass ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalardan alınmıştır.

3- Jeomanyetik dönüşümler, periyodik olarak grafikte de (kırmızı) görüldüğü gibi 30 milyon yılda bir gerçekleşmektedir. Geçen 170 milyon yıl içerisinde manyetik kutupların 296 defa yer değiştirdiği bilim adamları tarafından ortaya çıkarılmıştır. Jeomanyetik dönüşümlere paralel olarak deniz seviyesinde de ani düşüşler meydana gelmiştir. Geçen 170 milyon yıllık zaman dilimi içerisinde grafiğin de (turuncu) belirttiği gibi 29 defa deniz seviyesinde 10 m veya daha fazla düşüşler olmuştur.

4- Canlı türlerinin yok oluşu ile manyetik kutupların yer değiştirmesi olayı arasında büyük ilgi vardır.



bilimcisi) böyle büyük bir yok oluşun tesadüfen olduğuna inanmıyorlardı.

Raup ve Sepkoski'nin yaptıkları açıklamada, uzaydan gelen cisimlerin Dünya'ya çarpması, biyolojik ve fiziksel döngüye (cycle) neden olabilirdi. Fakat düzenli çarpışmaların nedeni nasıl açıklanabilirdi?

Bunun üzerine Luis Alvarez, bilim adamlarından Müller'e teorilerini yeni baştan ele alıp gözden geçirmeyi önerdi.

Alvarez'e göre, evrenin başlangıcından bu yana 26 milyon yıllık zaman periyodunda güneşe bir yıldız eşlik ediyordu. "Nemesis olarak isimlendirilen

yıldız, beraberinde milyonlarca kuyruklu yıldız da sürükleyecek kadar büyük bir kütle ve çekim gücüne sahiptir. Bu yıldız, sağık halinde birçok kuyruklu yıldız güneş sistemimizden de geçen bir yörüngeye bırakıyor olabilir. Belki de bir milyon yıldan fazla periyodlarla bu cisimler, öldürücü etkileriyle dünyaya çarpıyorlardı. Müller, daha sonra Nemesis (Ölü Yıldız)'in varlığını kanıtlamak için teleskopik araştırma programları üzerinde çalışmalar yaptı.

Ölü yıldız teorisine farklı bir açıdan da yaklaşılabilir. Çünkü periyodik olarak dünyaya çarpan kuyruklu yıldızların, yeryüzünde birtakım kraterler meydana getirmesi gerekirdi. Bunun üzerine Müller

ve jeolog Alvarez, beş ile ikiyüz elli milyon yaşlarında ve aralarında altı milden daha fazla mesafe bulunan 13 farklı kraterin analizinden sonra 28,4 milyon yıllık periyodlarla bazı nesillerin yok oldukları sonucuna vardılar.

Daha sonra jeomanyetik dönüşüm konusunu araştırmaya başlayan Müller, Dave Raup'un 1985 yılında yaptığı çalışmaları incelediğinde ilginç benzerliklerle karşılaştı. Raup, geçen 170 milyon yıl içerisinde manyetik kutupların 296 defa yer değiştirdiğini belirlemiş ve yaptığı grafiksel analizlerde bu olayın, yaklaşık 30 milyon yılda bir gerçekleştiği sonucuna varmıştı. Eğer belirli aralıklarla oluştuğu iddia edilen kraterlerin meydana gelmesi ve canlı türlerinin yok olması gibi olaylar kanıtlanacak olursa, manyetik kutupların dönüşümünün de çarpışmalardan kaynaklandığı kesinleşebilecekti.

Asteroid veya meteor çarpması büyük boyutlarda gerçekleşse dahi dünyanın uzaydaki hareketini etkileyecek bir enerji kütle taşıyamamaktadır. Örneğin, on mil çaplı bir cisim düşünün. Dünyanın çapı ise 8000 mildir. Çaplar arasındaki oran yaklaşık 1/1000 ve hacimleri arasındaki oran ise 1/1.000.000'dir. Bu cisim dünyaya çarptığında etkisi de küçük olacaktır. Bu olayı daha da somut yapabiliriz: Bir pervanenin, hareket halindeki bir otomobil camına çarptığını kabul edelim; pervane aracın hızını ve yönünü değiştirmeyecektir. Sadece ön cama zarar verecektir. Bununla birlikte jeomanyetik dönüşüme sebep olan gücün karşılaştırılmasının yapıldığı bir model epeyden beri tasarlanamamıştı. Bu problem Don Morris tarafından çözümlendi. Küçük etkiler birikerek, sonunda daha büyük bir etki meydana getirebilirler. Buna göre oluşan kraterler bir miktar kütleli bulunduğu yerden diğer bir yere taşınır. Bunun sonucunda da dünyanın dış kabuğunun rotasyonel (dönüş) hızı değişecek ve uzun yıllar sonra birer kez, daha büyük bir hız değişimi meydana gelecektir.

Çarpışmaların ikinci dereceden etkisi ise şiddetli soğuklarla birlikte karanlığın (nükleer kış) oluşmasıdır. Çarpışmadan sonra kraterlerden çıkan tozlar, kurumlu parçacıklar iklimin yapısını değiştirerek, kısa süreli bir buzul çağına başlamasına neden olurlar. Eğer iklim uzun bir süre soğuk kalırsa, büyük miktarda su (kar veya buz halinde), sıcak ekvator bölgelerinden kutuplara doğru transfer edilir.

Daha sonra ne olur?..

DÜNYANIN DÖNÜŞ HIZININ DEĞİŞMESİ VE İÇTEKİ TABAKALARIN MANYETİK ALAN ÜZERİNDEKİ GÖREVLERİ

Müller'e göre, dünyanın hızında bir artış söz konusu olacak ve bu artış iç tabakaların hareketini etkileyecektir.

Gerçekte birbiri ardınca gelen yer kabuğu (crust), aradaki sıvı tabaka (liquid core) ve manto ta-

baka (mantle) teorik olarak, içteki katı öz (solid core) "mil", sıvı öz (liquid core) mil yüzeyini kaplayan yağ tabakası, yer kabuğu ve manto tabaka ise "jant" olarak değerlendirilir. Jant'ın rotasyonel hızı arttıkça mil'in hızı da artacaktır. Rotasyon hızları arasındaki bu fark "dinamo" modeli ile açıklanan teorideki etken kuvvet olan konveksiyon akışını bozar. Bunun sonucunda ise manyetik alanda sapma meydana gelir. Manyetik alan yoğunluğu, sabit bir değere kadar azalarak 10.000 yıl sonra dinamo etkisinin yeniden manyetik alanı oluşturmasına kadar devam eder. Daha sonra manyetik alan, tekrar aynı yönde veya ters yönde büyüyerek eski orijinal değerine kavuşur.

Manyetik kutupların kaç defa yer değiştirdiğini kesin olarak hesaplayan bir alet henüz geliştirilememiştir. Fakat manyetik alan sınırında bulunan camı yuvarlak cisimlerin (tektitelerin) yapısında bulunan tabakalaşmalar dönüşümlerin sayısını yaklaşık olarak belirtmektedir.

CAM TOPLARIN MANYETİK GÖREVİ

'Tektite'ler, küçük ve camı cisimlerdir. Çok eskilerde süs eşyası olarak kullanılan bu cisimler, karada ve deniz diplerine dağılmış haldedirler.

Birçok jeologa göre 'tektite'ler, büyük gök cisimlerinin dünyaya çarpması sonucunda oluşan kraterlerden atılan, erimiş ve tekrar katılaşmış cisimlerdir. Araştırmalar sonucunda bu cisimlerin jeomanyetik dönüşüm sırasında oluştuğu anlaşılmıştır. Ancak 'tektite'lerin yardımı ile sadece jeomanyetik dönüşümlerin sayısı belirlenebilir; periyodları hakkında ise kesin bir şey söylenemez.

Jeomanyetik dönüşümler oluştuğu sırada deniz seviyesinde 10 m veya daha fazla düşüşlerin olduğu ve dinazor gibi bazı canlı türlerinin de aynı zaman içerisinde yok olduğu daha önceki araştırmalardan anlaşılmıştı. Yine, Hintli bilim adamlarından R.V. Krishnomurthy ve arkadaşları, Keşmir yakınlarında yaptıkları çalışmalarda, Karbon-Nitrojen ve Karbon-13 oranının periyodik olarak değiştiğini belirlediler. Soğuk iklimin göstergesi olan bu oranlardaki değişimler, manyetik kutupların yer değiştirmesi ile aynı zamana rastlamaktadır.

Evrende gerçekleşen bu olağanüstü olaylar adeta hesaplanmış şekilde birbiri ardınca gelmektedir. Fakat bu olayların nasıl oluştuğunu gösteren herhangi bir bilgisayar program modeli henüz geliştirilememiştir.

Popular Science'den çevirenler:
Adnan YILMAZ
Şükrü ÖZTÜRK

İNSAN EĞİTİMİLE DOĞMAZ; AMA
EĞİTİMİLE YAŞAR.

Cervantés