

TARİHLEME YÖNTEMLERİ

- İnsanın evriminin kanıtları olan fosiller, çok önemlidir, ancak bu fosiller kronolojik bir zaman sırası içerisinde ele alınmazsa ve bunların ‘tarihlemesi’ doğru yapılmaz ise bu fosillerin herhangi bir önemi kalmaz.

➤ Arkeoloji ve Antropoloji biliminde tarihlendirme ile ilgili çalışan bilim dalı 'ARKEOMETRİ'dir.

➤ "Arkeometri" sözcüğü "arkeoloji" ve "metrik" sözcüklerinden türetilmiştir. Anlam olarak fen ve doğa bilimleri yöntemleri kullanılarak eski eserlerle ilgili her türlü ölçüm ve değerlendirme yapılmasını içerir.

- Arkeometrinin amacı, genel olarak, optik (hava fotoğrafı, fotogrametri vb.) ve jeofiziksel (rezistivite, elektrik sondası vb.) yöntemlerle yerleşim yerlerinin saptanması;

Radyoaktif (karbon 14, potasyum-argon, termolüminesans, elektron spin rezonans vb.) ve radyoaktif olmayan (arkeomanyetizma, obsidien hidrasyonu, dendrokronoloji, palinoloji vb.) yöntemlerle yaş tayini ve mutlak tarihlendirme yapılması;

radyoaktif (nötron aktivasyonu, atomik soğurma spektrometresi vb.) ve bazı fiziksel yöntemlerle (optik mikroskopi, x-ışını floresansı, kızılötesi soğurma vb.) hammadde saptanması;

paleoantropoloji, arkeobotanik, arkeozooloji, toprak analizleri, jeomorfolojik ve jeokronolojik yöntemlerle doğal çevre, biyolojik ortam ve nüfus gibi koşulların belirlenmesi;

çeşitli kimyasal ve fiziksel analizlerle restorasyon ve konzervasyon yapılmasında yardımcı olunması; matematiksel kümeleme ve serileme yöntemleriyle tipolojik sınıflandırmanın ve teknolojik düzeyin belirlenmesidir (Esin 1986: 3-5).

TARİHLEME YÖNTEMLERİ

1. YAKLAŞIK TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RELATİV YAŞLANDIRMA)

- Bir maddeyi öteki maddeye göre ya da bir belirli kaynağa göre yerleştirmektir.
- Buluntuları en erkeninden en yenisine doğru veya tersine sıralamaya yarar.
- Katmanda alt üst sıralama kuralı; kullanılan ilk yöntemdir.

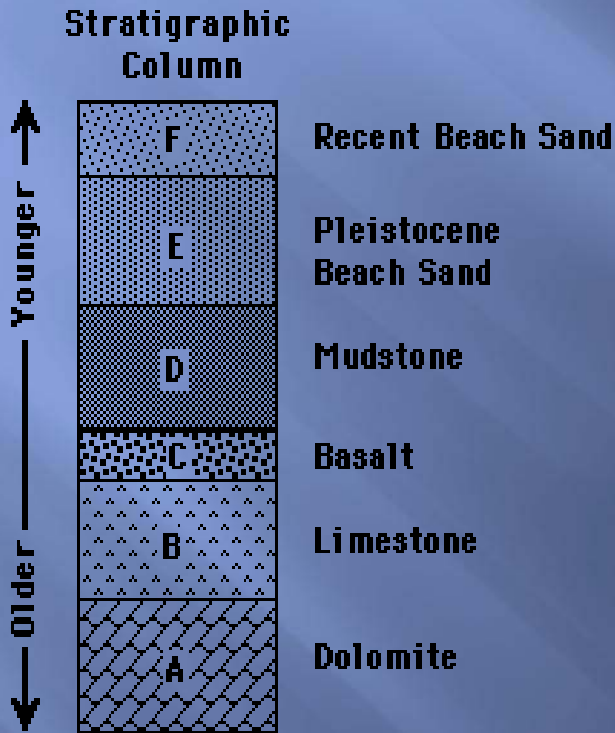
2. KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Kesin tarihlemede yaş, yıl olarak kestirilir.
- Paleoantropolojide en önemli kesin tarihleme yöntemleri, taban olarak radyoaktif izotopların bozunma sürecini kullananlardır.

YAKLAŞIK TARİHLEME YÖNTEMLERİ

- Alt-üst sıralama kuralı: her şey eşitse, kaya tabakasının içinde, derinde olanın üsttekinden eski olduğunu söyler (Arkeoloji biliminde de başlangıçtan beri kullanılan bir yöntemdir).

YAKLAŞIK TARİHLEME YÖNTEMLERİ



Layer F (younger) is vertically superior to Layer E (older).

- Klasik Jeolojide; tabakalı kayalar topluluğunda en alttaki tabakalar üsttekilere göre en yaşlıdır (süperpozisyon ilkesi).

YAKLAŞIK TARİHLEME YÖNTEMLERİ

- Faunal Dating (faunal / floral yaşlandırma):
paleoantropolojide en yaygın olarak kullanılan yaklaşık tarihleme yöntemidir.
Hayvan ya da bitki örtüsünden tarihlemedir.

- ▣ Farklı tür fosilleriyle karşılaştırarak yerleşkelerin zaman sıralamasını, hatta yaşını kestirme uygulamasıdır. Örneğin, Afrika'da iki ayrı kazıda karşılaşılan belli bir fil, at ya da zebra veya domuz türü, bize hangi yerleşkenin erken, hangisinin geç ya da aynı dönemden olup olmadığını söyler.

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

1. RADYOAKTİF OLAN YÖNTEMLER

1. Radyoaktif parçalanma yoluyla
 - a) C-14
 - b) $K^{40} - AR^{40}$
 - c) U- 238
 - d) U- 235
 - e) U- 232
 - f) Fizyon izleri sayımı
2. Radyasyon etkisi ve enerji birimi yoluyla
 - a) TL (Termoluminesans)
 - b) ESR (Elektron Spin Rezonans)

2. RADYOAKTİF OLMAYAN YÖNTEMLER

1. Paleo/Arkeomagnetizma
2. Razemizasyon (kemiklerde amino-asid değişimi)
3. Uranium/Florin
4. Obsidien Hidrasyonu
5. Cam yüzeyi tabakaları
6. Varv analizi (Balçık tabakaları sayımı)
7. Dendrokronoloji
8. Polinoloji (Pollen analizi)
9. Hayvan kemiği analizleri

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Radyoaktif yöntemler; radyoaktif maddelerin radyoaktif yapısının zaman içinde azalarak yarıya inmesi ilkesine dayanır.
- Her bir radyoaktif elementin yarı ömrü sonrasında sabit orana sahip bir yeni element oluşur.

| ANA İZOTOP | YARI-ÖMÜR | KARDEŞ İZOTOP |
|-------------|-----------------|---------------|
| Uranyum-235 | 704 milyon yıl | Kurşun-207 |
| Potasyum-40 | 1.25 milyar yıl | Argon-40 |
| Uranyum-238 | 4.5 milyar yıl | Kurşun-206 |
| Toryum-232 | 14 milyar yıl | Kurşun-208 |

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Yarı yaşı bilinen bir radyoaktif madde, insan ya da bulunduğu ortam ile ilişkilendirildiğinde, bu maddenin radyoaktivitesinin ölçülmesi bize mutlak yaşı verir.

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Bugüne kadar en güvenilir ve geniş bilgiler radyokarbon ile radyopotasyum tabanlı iki yöntemle sağlanmıştır.
- Radyopotasyum bozunarak argona dönüştüğü için bu yöntem potasyum/argon tekniği olarak da bilinir.

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

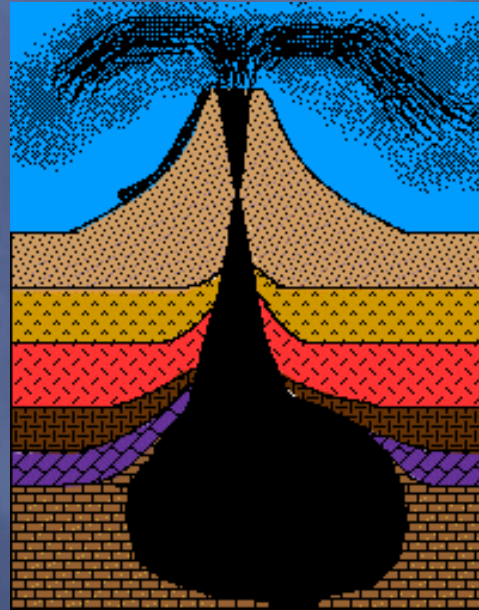
- Doğu Afrika'da insan evrimi araştırmalarında fosillerin kesin yaşını vermesi açısından potasyum/argon tekniği büyük önem kazanmıştır.
- Doğu Afrika'daki buluntu alanları genellikle doğrudan lav ve patlamayla atmosfere püskürtülen lav tozunun zamanla çökerek zeminde oluşturduğu volkanik kül ile kaplanmış yerlerdir.

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Kayalarda genellikle eser miktarda doğal radyoaktif potasyum-40 ile bozunmuş yan ürün argon-40 bulunur. Argon-40, potasyum-40'ın bilinen bozunma ömrü yani 'yarı ömrü'(^{40}K 'ın 1,3 milyar yıl) ile orantılı olarak ergimiş kayalardan kaçır, soğuyan kayalarda birikir(potasyum-40'ın argon-40'a oranı).

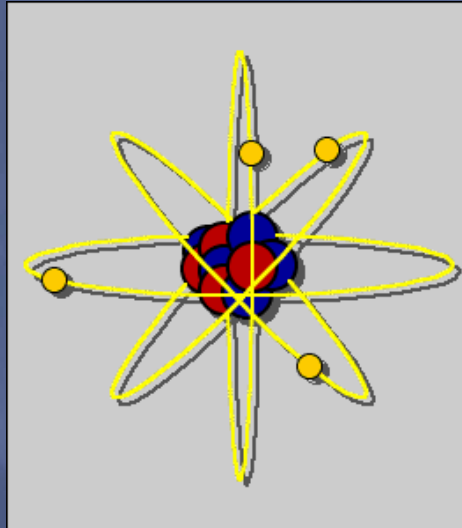
KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Potasyum/argon tekniği ile kayaların soğuması yıl yıl takip edilebilir ve bu da, lav ve külün soğuma tarihi, bize bu katmanlar içindeki fosilin yaşını verir.



KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Bugün kullanılan en güvenilir yöntemlerden biri de radyokarbon ölçümüdür.
- En yaygın elementlerden biri olan karbon(C) doğada ^{12}C , ^{13}C , ^{14}C olarak, üç izotop halinde bulunur.



KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- ^{14}C radyoaktiftir ve yarı ömrü 5730 yıldır.
- Genellikle karbon bitkilere atmosferdeki karbondioksitten, hayvanlara ise yedikleri bitkilerden ve diğer hayvanlardan geçer.

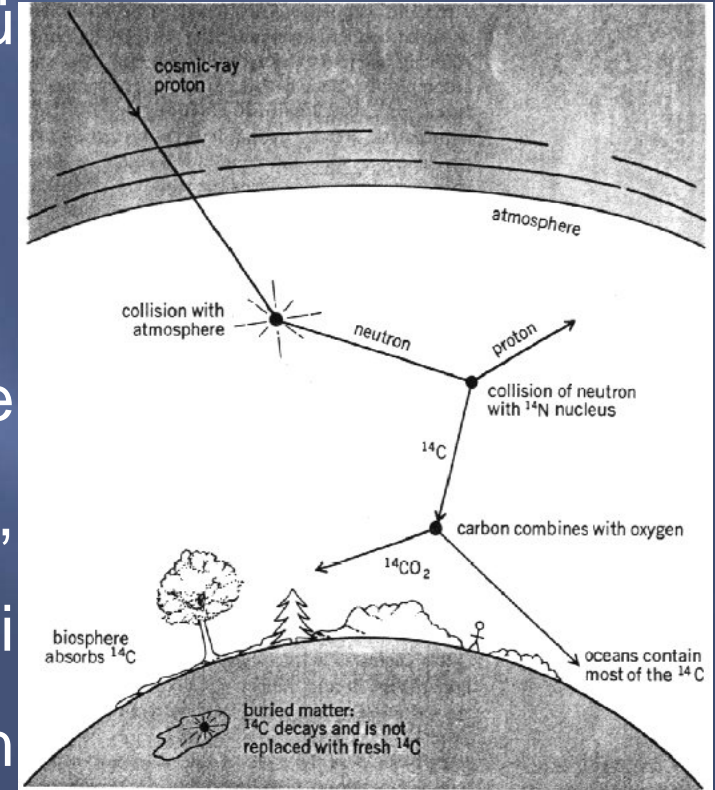


Fig. 1. Generation, distribution, and decay of ^{14}C .

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Tüm canlılarda $^{12}\text{C}/^{14}\text{C}$ oranı yaşadıkları dönemin atmosfer karbon oranını yansıtır. Organizma öldüğünde karbon özümsemesi durur, ^{12}C sabit kalır ^{14}C ise belirli bir hızda azalmaya başlar(^{14}C 'ün ^{12}C 'ye oranı, doğrudan ^{14}C 'ün yarı yaşına orantılı olarak düşmeye başlar).

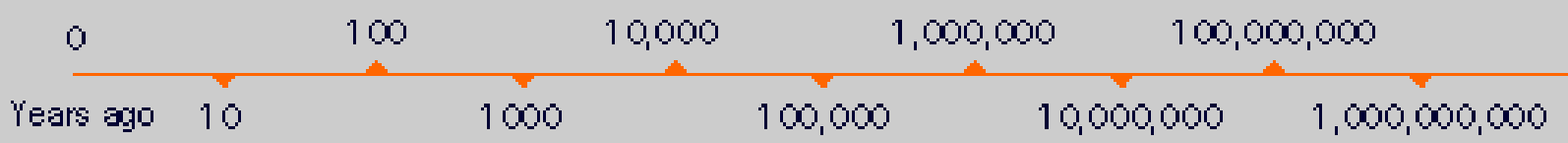
KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Örneğin, bir kömür parçası veya kemikten çıkarılan çözünmeye başlamış collagen yani protein gibi tarih öncesinden kalma organik maddede saptayacağımız $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ oranı, ister hayvansal ister bitkisel olsun o canlının ölüm tarihini verir.

- ▣ Radyokarbon yönteminin en büyük sorunları; öncelikle ^{14}C 'ün yarı ömrünün çok kısa oluşu ve ikinci olarak da organik maddenin gömülü olduğu yerde zamanla topraktan karbon çekme olasılığıdır ki laboratuvarlarda karbondaki sonradan sızma oranını ayırt etmek mümkün değildir.

- Uygulamada her yöntemin kullanım alanı sınırlı kalmaktadır. Bazen yerleşke , yönteme uygun madde bulundurmamıştır.
- Örneğin, Güney Afrika'nın en eski yerleşkelerinde volkanik madde bulunmadığı için, tarihlenirme için potasyum/argon yönteminin kullanılması mümkün olamamıştır.
- Uygun madde bulunsa bile, yer altında kaldığı süre içinde daha eski ya da daha yeni maddelerle kimyasal, radyolojik tepkimeye girebilir, böylece tarihlendirme yapılamaz.

- Bunların dışında yöntemlerin kullanım sınırları da sorun olabilir. Örneğin, potasyum/argon yöntemi, çok özel birkaç durum dışında, 200.000 sınırına yakın dönemler için güvenilir yaş veremez; radyo-karbon yöntemi ise yaklaşık 50.000 sınırından daha eski dönemlerin tarihlendirmesinde sonuç vermez.
- Uygulamada iki yöntemin de işe yaramadığı 150.000 yıllık zaman aralığını doldurmada kullanılabilecek yöntemler arasında en uygun olanlar; uranyum dizini, ESR ve Işınma yöntemleridir.



Isotope Techniques

- Uranium to Lead (minerals) 1 million to 4.5 billion years
- Rubidium to strontium (minerals) 60 million to 4.5 billion years
- Potassium to argon (minerals) 10,000 to 3 billion years
- Uranium series disequilibrium (minerals, shell, bone, teeth, coral) 0 to 400,000 years
- Carbon 14 (minerals, shell, wood, bone, teeth, water) 0 to 40,000 years

Radiation Exposure Techniques

- Fission track (minerals, natural glass) 500,000 to 1 billion years
- Thermoluminescence (minerals, natural glass) and optically stimulated luminescence (minerals) 0 to 500,000 years
- Electron spin resonance (minerals, tooth enamel, shell, coral) 1,000 to 1 million years

Other Techniques

- Geomagnetic polarity timescale (minerals) 780,000 to 200 million years
- Amino acid racemization (shells, other biocarbonates) 500 to 300,000 years
- Obsidian hydration (natural glass) 500 to 200,000 years
- Dendrochronology (tree rings) 0 to 12,000 years
- Lichenometry (lichens) 100 to 9,000 years

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- U-dizini yöntemi, eser miktarda doğada her yerde bulunan, suya karışabilen doğal uranyuma ve bu bozunduğunda ortaya çıkan toryum ve protaktinyuma dayanır.
- Taze kemikte uranyum yoktur, sonradan toprak altında kaldığında zemin sularıyla geçer.
- Ancak bu yöntemde de sorun, kemiğin uranyumu emdiği kadar dışarı da bırakabileceği ve dolayısıyla zamanın kemiğin gömüldüğü ana kesin olarak sıfırlanamayacağıdır.

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- ESR (Electron Spin Resonance) yönteminde, diş minesinin kristal yapısındaki kusurların, buluntu ortamındaki radyoaktivite ile aynı oranda elektron birikimine neden olmasından yararlanır.
- ESR, esas olarak yakalanan elektron sayısını saptamak üzere kullanılan laboratuvar tekniğidir.

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Kazı alanındaki yıllık ışınma oranı ya da 'yıllık radyasyon dozajı' ölçülebilir. Bu oranın zaman içinde aynı kaldığı kabul edilirse, yakalanmış elektronların sayısı buluntunun toprak altında kaldığı yılları bize tam olarak verebilir.
- Bu yöntemin sorunu da herhangi bir kazıda bulunan diş fosilinin, çağlar boyunca içinde bulunduğu katmanla uranyum alışverişine girmiş olmasıdır(yer altı suyundaki uranyumdan elektron alma veya verme ritmi).

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Işınma yöntemi(luminescence)'nin temelinde ise, ısı ve ışık etkisiyle kum tanesinin kristal yapısındaki kusurlar içinde hapsolmuş elektronların serbest kalarak açığa çıkması yatar.
- Elektron kaçıışı sırasında taneler ışınır; ışınmanın yoğunluğu kaçan elektron sayısı ile doğru orantılıdır.
- Kum tanesinin üstü örtülmeden önce gördüğü son güneş ışığından bu yana tüm serbest eletronlar kristalde birikmiş olmalıdır.

KESİN TARİHLEME YÖNTEMLERİ (RADYOMETRİK YAŞLANDIRMA)

- Günümüzdeki oran kazı alanında yıl boyunca yapılan ölçümlerle yerel ışınma dozunun yıllık oranı saptanarak ölçülebilir.
- Yaklaşık ışınma yaşını bulmak için tüm serbest elektron sayısı ortalama yıllık ışınma değerine bölünür.
- Işınma ölçümüyle tarihleme yönteminin sorunları da, bazı faktörlerin yıllık ışınma dozunun dalgalanmasına yol açmasıdır.

JEOMANYETİZMA (MANYETİK YÖNTEM)

- Dünyanın manyetik alanını oluşturan (+) ve (-) kutuplar, sabit değildir. Günümüzde rastlantısal olarak Kuzey Kutbu'na yakın bir yerde olan (+) kutup, örneğin 400 yıl önce New York'a yakın bir yerdeydi.



JEOMANYETİZMA (MANYETİK YÖNTEM)

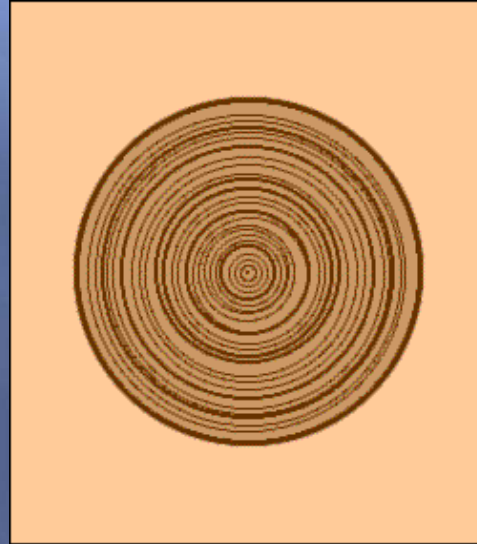
- Bazen de 'terslenme' adı verilen dönemlerde (+) ve (-) kutuplar, yer değiştirmiş ve bir süre bu şekilde kalmıştır.
- Her cismin içinde karışık bir durumda bulunan iyonlar, bu cismin yandığı zaman o tarihteki manyetik kutup yönünde yeniden dizilir.

JEOMANYETİZMA (MANYETİK YÖNTEM)

- Bu ilkeden hareketle yanmış ve yandıktan sonra yerinden oynamamış bir cismin içindeki iyonları, yangının olduğu tarihteki kutbu gösterir. Manyetik kutbun hareketleri bilindiğinden bu yöntem tarihlemede kullanılır.

DENDROKRONOLOJİ (AĞAÇ HALKALARI YÖNTEMİ)

- Ağaçlar yaşamları süresince her yıl iki büyüme halkası meydana getirirler. Bu halkaların genişliği, iklim koşullarına bağlıdır.



- Uzun ömürlü ağaçların yatay kesitlerindeki halkaların oluşumları ve bunların sayılmaları ile, ağacın kesildiği zamandaki yaşının mutlak olarak bulunabileceği anlaşılmıştır.

DENDROKRONOLOJİ (AĞAÇ HALKALARI YÖNTEMİ)

- Eski dönemlerde kullanılmış bir ağaç, yanıp kömürleşerek günümüze kadar gelebilir.



- Kömürleşmiş ağaçlarda burguyla yapılan ölçümlerle elde edilen halka göstergeleri ile seriler elde edilir ve verilerin birleştirilmesiyle M.Ö. 8 bin yılına kadar ki dönem için yorum yapılabilir.

AMİNO ASİT RESAMİZASYONU

- Paleoantropolojide hominidlerin erken evrim aşamalarına ait fosil kemiklere doğrudan uygulanan bir yöntemdir.
- Bu yöntemin tekniği, optik etkinliği olan maddelerin, optik etkinliği olmayan maddelere dönüşmesidir.

AMİNO ASİT RESAMİZASYONU

- Tüm canlıların proteinlerinde (L) amino asit vardır. Canlının ölümünden çok sonra, bütün bu (L) amino asitler resamizasyon denilen değişime uğrar ve proteinsiz (D) amino asit haline dönüşürler.
- (L) ile (D) amino asitler arasındaki oran zamanla artar. İşte fosil kemiklerdeki bu artışın hesaplanması, bize yıl olarak bir kronolojik ölçü, bir tarihleme verir ve yaklaşık 100.000 yıl eskiye yaşlandırma yapılabilir.

VARV YÖNTEMİ

- Buzullar çekilirken ya da iklim biraz yumuşadığında buzullar erimeye başladıklarında, çukur alanlarda her yıl düzenli olarak bir miktar kil tortusu oluşmaktadır.
- Genellikle bu killer göl tabanları üzerinde tabakalaşmaya başlarlar ve her yıl bu tabakalaşma olayları düzenli olarak tekrarlanarak belli bir kalınlığa ulaşır, sonra bu tabakaların içinde biriktirdiği buzul önü barajlarındaki su buharlaşınca yani bu baraj gölleri kuruyunca tabanda biriken kil tabakaları açığa çıkar.

- Biriken kil tabakalarının kalınlığı birkaç mm ile birkaç cm arasında değişmektedir. İŖte bu ince tabakaların sayılması ile belli bir yörede buzulların o yörede çekilme tarihleri ortaya konulmuş olunur.
- Bu yöntem ile paleolitiğin sonu ile demir çağının başlangıcına kadar olan 15.000 yıllık bir süre yaşlandırılabilir.

KAYNAKÇA

- Esin, U.,1986, “Arkeolojide Kullanılan Arkeometrik Araştırmalara Genel Bir Bakış”, I. *Arkeometri Sonuçları Toplantısı* (1985), T.C. Kültür Bakanlığı Anıtlar ve Müzeler Genel Müdürlüğü, Ankara: 1-6.
- Klein, R. & Edgar, B. 2002, *Uygarlığın Doğuşu*, Epsilon Yayıncılık, İstanbul.
- Özdoğan, M. 2002, ‘Tarihleme Yöntemleri’, *Arkeoatlas* sayı:1, syf:37.
- Uçankuş, H.T. 2000, *Bir İnsan ve Uygarlık Bilimi Arkeoloji: Tarih Öncesi Çağlardan Perslere Kadar Anadolu*, Kültür Bakanlığı, Ankara.
- <http://www.board.gen.tr/arkeoloji/6206-arkeolojik-tarihlendirme-yontemleri.html>
- http://paleobiology.si.edu/geotime/main/foundation_dating3.html