

FİTOLİT SİSTEMATİKLERİ*

George Rapp Jr. & Susan C. Mulholland

Çeviri: Haydar- İLKER TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Sekreteri, Ankara

ÖZ: Bitimlerdeki mineral depolanmaları olan fitolitler, önemli arkeolojik, ve paleoortamsal bilgiler elde edinebilme- potansiyeline sahiptirler., Çeşitli, ortamsal koşullar¹ altında korunan, bitkilerden. sadece otolitler,, arkeolojik ve paleoortamsal yorum için yararlı veriler- sunan, sistematikte denenmişlerdir, Buradaki önemli konu, şeklin tanımı ve bitki alemindeki, veri dağılımı olan sistematiktin Kalsiyum fitolitleri, kristal ve amorf şekillerin genel terimlerle ifade edildiği mikroskop çalışmasının, ilk aşamasından başlanarak izlenirler. Opal fitolitleri daha. çok dikkat çekmişlerdir.. Fitolit sınıflandırmasına yönelik çok çeşitli yaklaşımlar vardır,. Bu makale, fitolit, sınıflandırmaları ile ilgili birçok konuyu içermektedir..

TEMEL TANIMLAMALAR

Fitolitler,, paleoortamsal ve arkeobotaniksel bilgi sağlayan, botanik mikrofosilleridir (Rovner 1983a ve b, 1988)., Fitolitler bu çalışmada bitki hücrelerinin. ve hücre aralarında oluşmuş mineral depolanmaları olarak tanımlanmışlardır. Diatom ve deniz yosunu gibi tek hücrelilerin kistleri de ayrı ayrı çalışılmış olmasına karşılık,, bu incelemede dikkate alınmamıştır. Birçok, bitki, yeraltı sularından, çeşitli kimyasal, elementleri absorbe eder ve bunları bünyesinin çeşitli bölümlerinde depolar., Kalsiyum depolanmaları genellikle kristalizedir; bunlar kısmen kalsiyum, oksalat aynı zamanda, kalsiyum, fosfat ve kalsiyum, karbonat bileşimindedir (Lanning 1961). Bazı kalsiyum depolanmaları ise amorfurlar (Arnott 1976). Opalin silika depolanmaları doğada genellikle amorf olarak bulunurlar (Jones ve Handreck 1967), fakat kristalize olanlarından da bahsedilmektedir (Wilding ve Drees 1974), Yakın tarihteki sistematik araştırmaları opal fitolitler üzerinde yoğunlaşmıştır, ancak, bu yazıda da belirtildiği gibi (Cu. mm.ieg, Jones ve Bryant) mikrofosil tanımlanması için gerekli özelliklere kalsiyum fitolitleri sahiptirler,...

Angiosperm, gymnosperm ve pteridophy İlerdeki opal fitolit dağılımı Piperoo (1988: 21, 23-37) tarafından gözden geçirilmiştir,.. Monocotyledon ve dicotyledonlarda. opal fitolit üretimi yaygındır., Poaceae veya Gramineae (ot), Cyperaceae (kamış),, Ulmaceae, Fabaceae veya Leguminosae (fasulye), Cucurbitaceae- (balkabağı) ve Asteraceae veya Compositae (ayçiçeği) gibi bitki aileleri, silika toplayıcıları olarak, tanınırlar,...

Hernekadar birçok familyanın tanımlanabilir fitolit depolanması göstermemesi, veya çok az göstermesinden dolayı opal depolanması, 'universal (genel) değilse de, bu durum bu ailelerin tüm üyelerini kapsamaz. Silikası az olan aileler de belirgin fitolit üreten türlere sahiptirler. Örneğin,, Pinaceae'ın fitoliti azdır (Piperno 1988:21) fakat *Pseudotsuga menzeisü* türü için. belirgin bir fitolit üretimi kaydedilmiştir (Brydon, Dorc ve Clark 1963; Norgren 1973).

Kalsiyum fitolitlerinin dağılımı da yaygındır. Kalsiyum oksalat birçok familyada (McNair 1932) ve bitkilerin her kısmında bulunur (Franceschi ve Horner 1980). Bazı aileler' istikrarlı toplayıcılar olarak ortaya çıkarlar. Cactaceae kalsiyum kristalleri için iyi bir örnektir (Franceschi ve Horner 1980). Scurfield, Mchell ve Silva (1973) iki yıldan fazla yaşayan ağaç gövdelerinin kristallerini, kaydetmişlerdir. Chattaway (1953, 1955, 1956) birçok tropik, ağaç türünde benzer oluşumları saptamıştır., Kalsiyum karbonat,, Urticaceae (ısırgan), Moraceae (dut), Acanthaceae (kenger) ve Cannabinaceae (kendir) familyalarında kaydedilmiştir (Simkiss ve Wilbur 1989; 125). Birçok depolanma hücre duvanndadır, ancak Cystolith olarak adlandırılan belirgin yapılar bazı bitkilerde görülebilmektedir.

Fitolitler çürümeye yüz tutmuş mekanizmalarda açığa çıkarlar ve depolanırlar (Dimbleby 1978:129). Depolanma normal olarak, bitkilerin çürüme yüzeylerinde veya hemen altında oluşmaktadır,» böylece fitolitler doğrudan toprağa ve sedimanlara katılırlar. Isı ve güçlü rüzgar erozyonu Otolitleri, rüzgar¹ taşınmasına maruz

PHYFOLITH SYSTEMATICS: Emerging Issues, Editors: George Rapp Jr. and Susan C. Mulholland, s. 1-10, Publ. Society for Archaeological Sciences.

bırakırlar. Fitolitlerin atmosferik tozlarda izlenmesi,, tas.in.manm uzun mesafelerde yapıldığının göstergesidir (Folger, Burckle ve Heezen 1967; Twiss, Suess ve Smith. 1969). Hemekadar Cape Verde adalao dolayında,, okyanus akıntılarının oluşturduğu sanılan, çok büyük fitol.it kon-santrasyonları olmasına rağmen., suda taşınma sorunu de-tay olarak ele alınmamıştır (Melia 1984: 354). Fitolitler musluk suyunda da izlenmişlerdir (Baker 1959b;; 82).

Fitolitler sediman düzeylerinin kalıcı unsurları olabilirler (Rovner 1983: 155). Uç PH koşullarına göre normal şartlar altında daha uzun yaşarlar. Yaklaşık 60 milyon yaşlı Paleosen yaşlı sedi.men.ter kayaçlarda opal fitolitler saptanmıştır (Joner 1.964). Periglasiyal sedimanlar da dahil, olmak üzere daha genç sedimanlar (Fredlund, Johnson ve Dort 1985) ve bataklık, bozkır, otluk ve orman gibi habitat silsilesi toprakları fitolit içerirler, Fitolitler okyanus (Bukry 1.987) ve göl (Piperno 1985b) içlerinde de bulunurlar.. Kalsiyum fitol.it.eri birçok sedimanter ortamda gözlenmemiş fakat genç koprolitler de bulunmuşlardır (Bryant 1974)..

Bitkilerdeki, yaygın üretim ve birçok sedimandaki iyi korunma, kombinasyonu, arkeolojik, ve pal.eobotan.ik çalışmalar için. Otolitlere büyük potansiyel değer sağlamaktadır. Bunun yanısıra, herhangi bir fosil sistemine^ göre fitolit analizinin avantaj ve dezavantajları vardır. Küçük bir grup bilim, adamı, eski ortamları ve yakın tarihli tarımı incelemek için fitolit üretim ve depolanmasının fasetalarını araştırmaktadırlar.

Araştırmanın önemli, konularından biri, fitolitlerin. hangi bitki taksasını ne. derece • tanımladığıdır. Sedimanlar-daki fitolitlerin belirlenmesi 'doğrudan modern bitki fitolit üretiminin ayrıntılı bilgilerine dayandırılır, Çeşitli çalışmalar, monocot ve dicoüario birçok familyasında, fitolit. üretiminin fazla olduğunu göstermektedir (Pranceschi ve Homer 1980; Piperno 1988). Mikrofosillerin tanım-' lanmalan için. fitoliüer, sedimanlardaki devamlılık, gibi ayırdedici bir özelliğe ihtiyaç duyarlar;. Arkeolojik, ve pale-oekolojik amaçlar için yapılan, çalışmalar (Pearsall 1979; Piperno 1985a), botanik taksonomisi veya kompozisyo-nal analizler için yapılan çalışmalardan (Metcalfe 1960'; Lanning 1961) dayanakları açısından, ayrılırlar. Morfoloji, dokudaki dağılım örnekleri veya temel bileşimler üzerinde oturtulmuştur.

Morfolojik çeşitlilik miktarı taksondan taksona değişir,, fakat bazı taksaların -tanımlama özelliği başka mikrofosillerinkinden daha fazladır;. Örneğin,, bitki polen taneleri familya, düzeyinin altında tanımlanamazlar., Opal otolitleri, çokluk (bir taksonda birçok şeklin üretimi) ve fazlalık bir şeklin, birçok taksada var olması (Rovner

1971) faktörlerine bağlı obalarda, çok boldurlar ve otlar-da morfolojik olarak çeşitlilik gösterirler (Mulholland 1989).. Sazlardaki fitolit şekillerinin ayrıntılı analizleri, diğer mikrofosillerden elde edilemeyecek derecede önemi bilgiler sonarlar (Ollendorf, Mulholland, Rapp 1987).

Tafonomik dokular., fosil mat.eryellerin.in doğru yorumu için önemlidirler. Mikrofosillerin her tipiyle bütünleşen dağılım, metodları, sedimanlardaki dağılımı et-kilerler, üreme işleminin bir bölümü olarak., polen .zerreleri sadece çiçeklerde ürerler ve çiçekten çiçeğe rüzgar' veya. böcekler taşınırlar. .Rüzgarla polenlenmiş bitkiler, rejyo-nal bitki örtüsü altında bilgi veren çok uzun mesafelere taşınabilen, birçok zerrecik üretirler. Böcekler polenmiş bit-kiler çok. az sayıda, tanecik üretirler, bundan dolayı rejyonal polen .kayıtlarında pek bulunmazlar., Fitolitler bitkilerin birçok kısmında, bulunurlar ve bitki, dokusunun -tahribiyle açığa çıkarlar. Fitolitler, humustaki normal ayrışmayla, to-prağa karışırlar ve lokal, bitki örtüsünün kayıtlarını üretirler., Fitoliüer ısı ve güçlü erozyonlarla atmosfer ve hi-drosfere karışırlar ve uzun mesafelere taşınabilirler. Toprak ve sedimanlardaki çeşitli aktif fiziksel ve kimyasal proses-ler., fosilleri değişik şekillerde etkilerler. Opalin silika, güçlü .alkali koşullarda dissolüsyona karşı duyarlıdır (iler 1979: 41, 6,5). Bundan, dolayı güçlü alkali çökellerin (midye yığınları gibi) önemli ölçüde fitolit içermeleri bek-lenmemelidir. Hernekadar dissolüsyon prosesini düzenliyen bazı faktörler ortaya çıksa da, fitolit yüzeylerindeki .karbon kaplamaları yüksek PH koşullarına karşı koruma görevi yaparlar' (Lewis 1981). Opalin silika depolanmalarındaki yüksek alüminyum ve düşük su. içerikleri dissolüsyonu geciktirirler (Bartoli ve Wilding 1980). Kalsiyum okzalat otolitleri, asidik çevrelerdeki, dis-solüsyonlara neden olurlar,.. Kalsiyum kristalleri de uygun şartlarda korunabilirler (Andiejko, Cohen ve Raymond 1983).

TÂRİH

Fitolitler mikroskobun bulunmasından itibaren iz-lenmişlerdir, lenirler. Loeuweiihoek, kalsiyum fitoliüerini 1675'te gözlemlemiştir (Arnott. 1976: 57). Silika fitoliüeri biraz daha soçça kaydedilmişlerdir., İlk çalışma 1835'te or-taya çıkmıştır (Rovner 1981a). 1836'da C G. Ehrenberg bitki ve çökel filolitlerinin sistematik tanımlamasına başladı (Baker 1960). Ehrenberg, bu yapıların bitkilerde yaşayan mikro-organizmaların iskeleti olacaklarını, düşündü ve 1866'da bazı fbrm.iano bağımsız organizmalar-dan ziyade, mineralize bitki dokuları olabileceği kanısına vardı. Yioe 1.866'da Ruprecht» fitolit terimini bitkilerde de-polanan, mikroskopik opalin oluşumlar olarak tanımladı

(Baker 1959a). İlk buluş döneminden sonra fitolit araştırmaları seyrekleşti. Çeşitli, araştırmacılar tarafından yapılan tanımlama çalışmaları sonraki, yıllarda da devanı etti. Örneğin, tozlardaki fitolitler Ehrenberg'in sistemi kullanılarak sınıflandırıldı (Baker 1960).

Fitoütlerin bitki anatomi ve fizyolojisi ile ilişkileri 1900lerde ele alınmıştır (Pipernö 1988 4-5). Netolitzky (1929) opal fitolitlerinin botanikesei araştırılmasına yönelik bir inceleme yayınlamıştır. Kalsiyum fitolitlerinin dağılımı için McNair'e (1932) bakınız (Franceschi ve Homer 1980:381), Rovner (1983a) iki dünya savaşı arasında düzenli olarak urum

çalışmalar kaydetmiştir... Yine bu dönem, içerisinde fitolillerin bitki fizyolojisi ile ilişkisi ve agronomi ile uygunluğu araştırmaları devam, etmiştir. Bu çalışmalarla fitolit.ie.rio., bitki familyalarındaki mineral dağılımına odaklanan oluş om o, morfolojisi ve çeşitlilikleri hakkında birçok bilgi elde edilmiştir. Fitolitler, taxonomik amaçlar için, diğer epitermal özelliklerle birleştirilmek için de kullanılmışlardır (Prat 1936). Hernekadar epitermal mikrostrüktürlerde önemli taksonomik korelasyonlar kaydedilmişe de, bu metodoloji kromozomal araştırmaların başlamasıyla terkedilmiştir.

İkinci Dünya savaşından hemen sonra opal fitolit

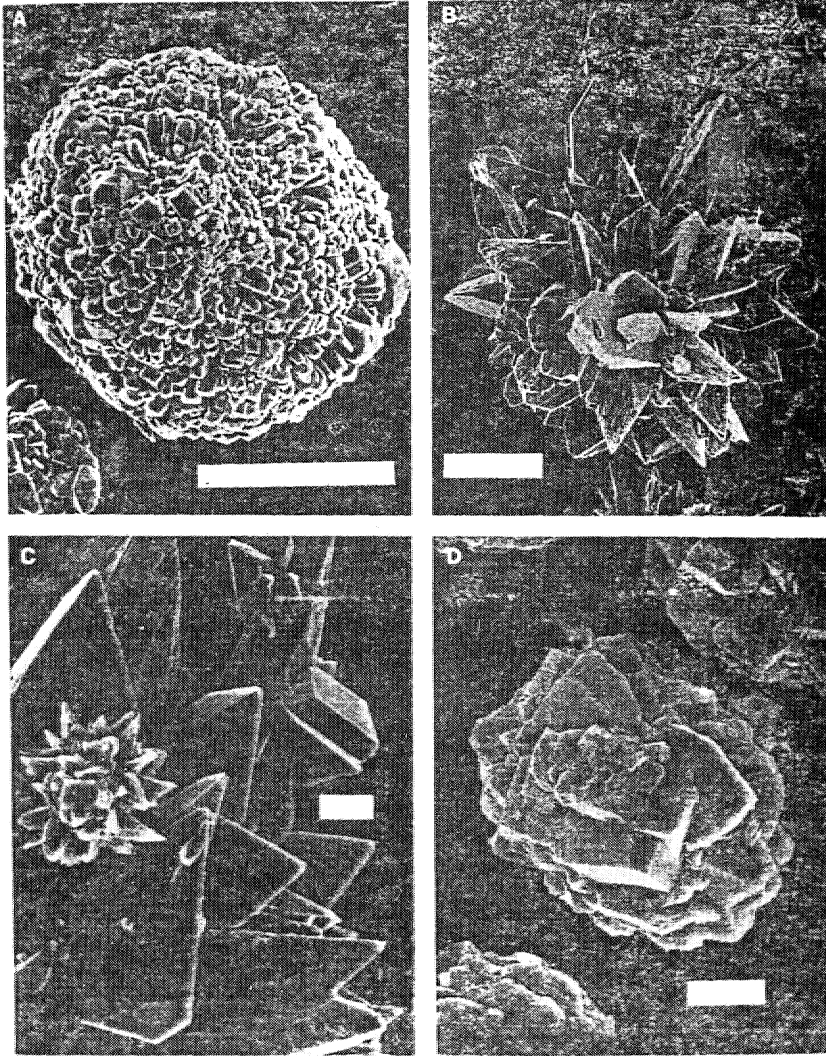


Foto 1. Elektron .Mikroskopta çekilen Phytolith resimleri

- A) *Mammillaria heyderi* - Ölçek 100 mikron.
- B) *Opuntia engelmannii* var *texana* - Ölçek 100 mikron
- C) *Opuntia engelmannii* var *texana* - Ölçek 10 mikron
- D) *Opuntia engelmannii* var *texana* - ölçek 10 mikron.

Bu phytolitler Amerika'nın Texas eyaletinde .son 6000 yıllık Kaktüsler içinde saptanmışlardır.

araştırmaları çoğalmıştır. Toprak bilimcileri» fitolit analizlerini paleosol 'tanımlama ve tarihlenmede olduğu gibi, eski çevrenin yapılanmalarını öğrenmek amacıyla da kullanmışlardır;.. Çevrenin yeniden, yapılanması esas olarak, bozkır ve orman topraklarının ayırt, edilmesine yönlendirilmiştir (Witty ve Knox 1964)... Birçok araştırmacı, fitolit içeren çeşitli ortamları karakterize etmek için modern, toprağı referans olarak analiz etmiştir. Çayır fitolitleri orman topraklarında az olmasına karşılık tüm güncel çökellerde bulunurlar. Bu veriler, daha sonra, paleosollere ve değişik coğrafik bölgelerin topraklarına uygulanmıştır (Gross 1973, Jones ve Hay 1975).

Fitolitler seyrekte olsa pedolojik çalışmalarda, bitki atalanyla ilişkiendirilmişlerdir., tik olarak sediman örnekleri dikkate alınmıştır. Hemekadar 19Ö0"lerdeki çalışmalarla önceden, belirlenmişlerse de., bitkilerdeki opal **fitolitlerin** sistematik, tanımlamaları daha çok yenidir, Botanikçiler (diğer anatomik strukturier gibi), epidermal dokuları elektron mikroskop çalışmalarında inceleyerek fitolitleri dökümlendirmişlerdir (Hayward ve Parry 1980, Terre! ve Wergen 1981). Hemekadar gövde ve kök dokularının silika içerdiği bulunmuşsa da yaprak ve çiçeklenme dokuları çok daha önemli olarak çalışılmıştır. Diğer botanik çalışmaları, depolanma proseslerine (Sangster ve Parry 1981) veya bitkilerdeki silika fonksiyonlarına {Kaufman, ve diğ.. 1981) yönelmiştir.

Kalsiyum fitolitleri paleoekolojik açıdan önemli ölçüde çalışılmamışlardır., Bitkilerde yaygın olmalarına karşılık» çökellerden elde edilenlerin örneği azdır. Bu durum birçok sedimentasyonda zayıf korunmamın göstergesidir. Özel bir depolanma konumunu temsil eden Caprolitler, kalsiyum fitolitlerini meydana çıkarırlar (Bryant 1974., Cummings 1989). Farklı çevrelerin kayıtlarının azlığı,, materyelin, gerçekten az olmasından çok, zayıf elde etme (iyileştirme) metodlarını yansıtabilir. Opalin silikayı elde etmek için. özel teknikler geliştirilinceye kadar birçok çevredeki silika fitolitleri kaydedilmemişlerdir.

Fitolit çalışmalarında üd. sorun güncel, durumdadır: .Modern bitki, fitolitlerinin sistematığı ve çökel fitolitlerinin yorumu (arkeolojik ilişkileri de içeren)... Opal fitolitlerinin oluşumu ve dağılımı hakkındaki birçok bilgi, arkeolojik ve paleoekolojik çalışmaların sonucu olarak son yirmi yılda elde edilmiştir.. Ekvator'da (Pearsal. 1979), Havai'den (Pearsal ve Trimble 1984), Panama'dan (Piperno " 1984, 1985a) ve Birleşik. Devletleri'nin orta. kısmından (Biown 1984) birçok örnek test edilmiştir. Buna ek olarak botanik çalışmaları, geniş bir bitki taksa silsilesinde,, sili-

ka • dağılımını kaydetmiştir. Alman literatürünün yeniden incelenmesiyle, çeşitli familyalardaki silika dağılımına özel bir dikkat çekildiği görülecektir. Kalsiyum fitolitleri kısmen de kalsiyum, okzalot botanik literatüründe sistemli olarak yer almaktadır.. Birçok inceleme (Arnott. 1976, Franceschi ve Homer 1980) bitki .familyalarındaki oluşumu özetlemektedir. Hernekadar birçok 'taksa henüz test edilmiş» birçoğu için de ayrıntılı morfolojik çalışmaya gereksinim varsa, da, sediman fitolitlerinin yorumu, için yeterli bilgiye sahip olduğumuz söylenebilir. Çok sayıda örneğe dayandırılarak gerçekleştirilen opal. fitolit analizleri,, paleoekoloji çalışmalarında, da uygulanmıştır. Eski çevrenin yeni. yapılanmalarına, ilişkin çalışmalar, yakın tarihli çökellerde yapıldığı gibi (Jones ve Beavers, 1964) buzul devri çökellerinde de yapılmıştır (Jones ve Dort 1985). .Fitolitler, peleosol horizonları ve eski bitki örtülerini tanımlamak içinde, kullanılmışlardır¹ (Dormaar ve Lutwick 1969),. Okyanus çökelleri, rüzgar¹ yönünde dahil olmak üzere, eski ortamlar hakkında bilgi vermektedirler (Melia 1984, Bukry 1987).

Fitolit araştırmalarında birçok arkeolojik araştırma sorunu ele alınmıştır. Cultigenlerin tanımlanması,, darı (Pearsal 1978,, Piperno 1984), mısır (Fijiwara, Jones ve Brock well .1985) ve birçok eski dünya tahıllarını içermektedir (Helbaek 1961, Rosen 1987), Caprolitler, kaktüs veya agaveye olarak atfedilen fitolitleri meydana çıkarırlar (Bryant 1974),. Çiftçilik uygulamaları, arazi yüzeylerinin, tanımlanmasını (Pearsal ve Trimple 1984), koruyucu tabaka uygulamalarını (Turner ve Harrison. 1981) ve sulamayı içerirler... Eski çökel fitolitleri ortamın gelişimini öğrenme konusunda oldukça yararlı olmuşlardır,, Carbone (1977) genellikle ormanlar gibi bitki topluluklarını, güncel A horizonlarıyla denestirerek yorumlamışlardır., Lewis (1981) ve Mac .Donald (1974) paleoindianclan yakın tarihlere kadar bozkırların değişen tiplerini dökümlendirmişler'dir.

SİSTEMATİK

Birçok kalsiyum, fitoliti, genel biçimlerin. 1/5'ini oluşturacak şekilde kristallidirler (Franceschi ve Horner 1980:381),., Raphgleler, tek hücrelide demetlenerek yığılan iğne şeklindeki kristallerdir. Styloid, biçim olarak. raphide ile aynıdır, fakat daha kalındır ve tek olarak oluşur. Prizmatik kalsiyum fitolitleri, blok şeklinde geometrik biçimler oluştururlar. Kristal kumu, tek hücrelide, birlikte oluşan küçük bir kristaller grubunu işaret eder, aynı zamanda beş genel biçimin kombinasyonları ve varyasyonları da. oluşabilir.

Beş genel kristal şekli, en azından 1900'lerden beri tanımlanmışlardır (Haberlandt 1914). Franceschi ve Homer 1930:383), biçim ve lokasyon özelliklerinin sınıflandırmada kullanıldığını kaydetmişlerdir.. Onların tablo özetleri (pp 384-397, 397-401) bitkilerin türlerini ve kalsiyum fitolit üreten örnekleri tanımlarlar. Fitolit biçimlerinin ayrıntılı anlatanları, fosil materyallerindeki bitki orijinin tanımlanması için gereklidir.

Kalsiyum kristallerinin kimyasal bileşimi sınıflandırmada kullanılabilir.. Kalsiyum okzalat, monohidrat (wbevelite) ve dihidrat (weddelite) formlarında oluşmaktadır. Bunlar tek tirlere için kaydedilmişlerdir (Franceschi ve Homer 1980: 397-401). Diğer kalsiyum bileşikleri, karbonat ve fosfatlarda kaydedilmişlerdir' (Lanning 1961),.

Opal fitolit sistematığına yönelik birçok yaklaşım vardır. Bir tanesi, her fitolit tipini ayrı bir

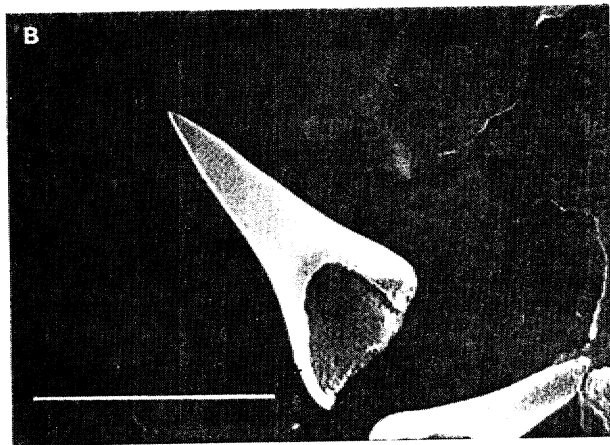
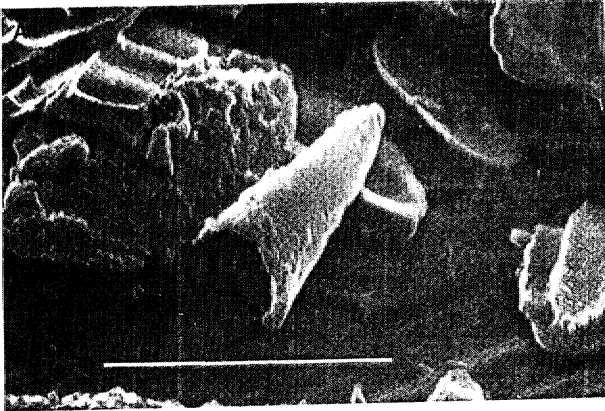


Foto 2, Elektron mikroskopta çekilen Phytoliller resimleri

- A) *Agrostis scabra*
- B) *Triticum dicoccoides*

Bu phytoliller Ayak. Otu (*Carex Romans*) adlı bitkiler içinde- oluşmaktadır.

varlık, olarak ele alıp linnean sistemindeki Latince isimleri saptamaktadır., Taksa., morfolojik temelde tanımlanmıştır, gruplandırma parataksa kurallarına göre yapılmıştır' (Bukry 1979),. Hernekadar otolitler bitkilerde oluşurlarsa da, orijinal bitkiyi tanımlamak için bir çaba gösterilmemiştir.,]Bo. yaklaşım. Ehrenberg'indir (1854). İlk önce fitolitleri, mikroorganizmaların silisli iskeletleri olarak ele aldı; Hernekadar., daha soma opal otolitlerini gerçek, silisli hücreler veya bitki kısımları olduğunu kabul etmesine rağmen., Ehrenberg bu. taksonomik. tasarımı korudu. Ehrenberg 90'ın üzerinde fitolit türünü tanımlamış ve sınıflamıştır.

Mikropaleontologlar genellikle bu yaklaşımı izlerler. Domitrica (1973), Ehrenberg sistemini üç Graminaes (Poaceae) ve bir Uquisetale paragenesasını tanımlayan parataksa olarak, biçimlendirmiştir., Hernekadar yakın tarihli çalışmalar, diğer sınıflandırma türlerini de ortaya çıkarıyorsa da, bu sistem, okyanus içi kayıtlarında yaygındır. Bukry (1979), linnean taksonomik yaklaşımı kadar' yararlı olan Twiss, S ness ve Smith'in (1969) tanımsal yaklaşımını ele alıyor. Locker ve Martini (1986) hemekadar sonunda parataksonomik yaklaşımı kabul etseler de, hiçbir yaklaşımı tatmin edici kabul etmiyorlar, Mclia (1.984) sadece opal otolitler gibi yapıları, sınıflandırma, sorunundan kaçış olarak ele almaktadır.

Parataksonomik yaklaşımın ardındaki mantık ikildir. İlk önce botanik termlolojisinin uluslararası kodlan, bitki ve hayvanların iskelet kısımlarının saplanmış linnean isimlerini kabul ederler., Bu İşlem paleontolojide., fosil orijinlerinin bilinmediği yerlerde yararadır. Örneğin kano donflar parataksada sınıflandırılan bir gruptur. Hemekadar otolitlerin bitkilerden oluştuğu biliniyorsa da, var olan taksalarla fitolitlerin ailesi, veya daha alt ailesine kadar tanımlanması olanaklıdır.

Parataksonomik yaklaşımın esasını oluşturan ikinci neden, orijinal bitkilerin, hangi derecede var olduğuna bağlıdır., Dumitrica (1973:940), fitolitlerin tür değil ancak, ailesi seviyesine kadar tanımlanmasının daha iyi olacağını belirterek Smithsonian'a (1958:154) katılmaktadır. Bukry (1979), "önemli form" lann bitkilerde geniş olarak, dağıldığını, ve buna ek olarak tek bir yaprağın çeşitli fitolit tipleri üretebileceğini söyler. Bu gözlemler bir dereceye kadar özellikle Poaceae (Smithson'a 1958 de sadece bu aileyi belirtir) için doğrudur. Hernekadar Polceae'de de morfolojik değişiklik ve fitolit üretimindeki tutarlılık yüzeysel çalışmalarla, ortaya konandan daha fazla ise de, çeşitlilik ve bolluk, opal. fitolit üretiminde potansiyel olarak büyük rol oynamaktadır. Fosil materyallerinden orijinal bitkinin

tanımlanması, yerel genç referans materyallerinin detay morfolojik çalışmasını gerektirir. Brown. (1984); Twiss, Suess ve Smith (1969)% sınıflandırması üzerinde özenle durarak, önemli bitki fitolit şekillerindeki büyük değişkenliği tanımlamıştır. Pearsal (1979) ve Piperno (1984) darının tanımlanmasını çapraz şekilli yapılanmalarda yapmıştır. Piperno (19.58a), dicotyledanları da içeren birçok tropik bitki familyasındaki silikanın daha ileri tanımlamasını yapmıştır. Onun çalışması, opal otolitlerinin genüs veya tür seviyesinde ayırt edici olduklarını gösterir' (Piperno 1988: 248-253).

Botanikçiler, eklemli doku kısımlarına dayandırılan opal fitolit sistematığına başvurmuşlardır. Morfoloji gibi, oriyantasyon ve lokasyon bilgileri, situ fitolitiüeride geçerlidir ve yığınlanmış fitolitlerden daha fazla tanımlama elde edilebilir. Diğer anatomik özelliklerle' birleştirilince, normal olarak tanımlama 'daha iyi yapılabilir,. Fitolit tipleri,, morfoloji,» lokasyon ve oriyantasyon özelliklerinden sonra yazılırlar (org: sırtlar,. küreler, yatay gerili dolambaçlı köşeler).

Botanikçi yaklaşım, Metcalfe 'de (1960) tanımlanmıştır. Fitolitler veya silika yapılan, Poaceae için kaydedilen, anatomik karakteristiklerden biridir,. Fitolitlerin morfolojileri kadar,, lokasyon ve oriyantasyonlan da tanımlanmıştır. Örneğin, bitki damarlarının üzerindeki fitolitler, damar aralanndakilerden. ayırt edilirler. Bir subfamilya olan. Oryzoidea, yaprak uzunluğuna dik olan gülle şeklindeki fitolitlerin oriyantasyonlarıyla tanımlanır. Kamış ve palmiyeler de aynı anlamda ele alınırlar (Tomlinson 1969, Metcalfe 1971). 1900'lerdeki kapsamlı araştırmalar, fitolitlerin botanikçi bakışına yönelmiştir.

Üçüncü bir yaklaşım,, sınıflandırmayı sadece fitolit morfolojisine dayandırmaktadır* Situ oriyantasyon ve lokasyon özellikleriyle birleşen, sınıflandırmalar, kümeleşmemiş fitolitlere uygulanamazlar. Sedimenter çevrelerin, çoğu. eklemli kısım göstermezler. Buna karşılık, kümeleşmemiş fitolitler, tanımlanabilecek birçok üç eksenli morfoloji gösterirler, çünkü situ fitolitlerindeki çevre doku.su. morfolojik detayları belirsizleştirme eğilimindedir.

.Fitolit. tiplerini tanımlayan iki. metod, morfolojik yaklaşımda uygulanmıştır. Birinde sadece morfolojik tanım lamalar ve isimler kullanılır. Fitolit tipleri,, geometrik şekillere genel olarak taslak, şeklinde dayandırılırlar;. Bu. metod, kolayca uygulanabilme ve kavranabilme avantajına sahiptir. Diğer metod, fitolit tiplerini geometrik metodtao daha. çok bitki anatomisiyle ilişkilendirir. Fitolit tipleri, silisli bitki unsurlarından sonra yazılır,.. Örneğin, uzun. silindirler,, sclereids veya traefaeids olabilirler. Bu metodta bitki anatomisi hakkında 'daha fazla, bilgiye gereksinim, vardır. Morfoloji.

halen kullanılan tek. özelliştir, fakat bu metodta bitki dokusundaki orijini tanımlamak, için kullanılır. Avantajlar açıktır, fitolitlerden alınabilecek daha fazla bilgiyle daha değerli, yorumlar' yapılabilir,

Twiss, Suess ve Smith (1969), kümeleşmemiş fitolitler için morfolojik sınıflandırmanın geometrik metodunu tanımlamışlardır. Onların sınıflaması» bitki fitolitlerini 4 sınıfta toplam 26 türde gruplandırır. Morfolojik isimler,, taslaktaki görünüme dayandırılır; gülle,, sırt vs. Bku tasarısı geniş olarak uygulanır (Lewis 1981; Redlund, Johnson ve Dort 1985). Brown. (1984), Twiss'm sınıflandırmasını genişletmiş ve geometrik sınıf listesine trichomesleri (bitki anatomisine dayan.an bir sınıf) de eklemiştir. Piperno (1988) anatomik metodu tanımlar ve önerir,. Onun tasarısında ki tüm ilk bölünmeler hücre tipine dayandırılır.. İkincil bölünmeler morfolojiye dayanır. Anatomik bilgi ile fosil materyelleri hakkında daha fazla yorum yapılabilir, örneğin,, sclereidslerin tanımlanması türler belli olmadan da. ağaç bitkilerinin varlığına, işaret eder.

FİTOLİT SİSTEMATİĞİNİN GÜNCEL DURUMU

Sınıflandırma planları geniş bilgiye bir¹ düzen getirmek için yapılır... Herhangi bir kişi .fitolitler için. kladistik, genetik,, bitki anatomisi, morfometri veya bitkilerdeki fitolit oluşumunu, doğuştan olan özelliklerin sonuçlarına bağlı değişkenler üzerine kurulan sınıflandırmaları yapabilir. Arkeolojik araştırmalar için yararlı sınıflandırma, fitolitlerin konumunu, kesinlikle arkeolojik ve eskiortamsal koşullarda ele almalıdır. Sedimenter ortamlarda, tekçe olarak çok iri. fosil otolitleri, bulunabilir, bunlar orijinal bitkinin şebeke yapısından ayrılmışlardır. Arkeolojik problemlerin çözümü için. araştırmacılar tarafından düzenlenen sınıflandırmalarda botanığın kladistik koşullarından çok,, morfometrik veya. morfometrik/anatomik durumlar kullanılmaktadır.

Bu bölümdeki yazılar' fitolit sistematığının çeşitli durumlarını ele almaktadır. Fitolit sınıflandırmasının genel sorunlarının tanımlanması ve kısa bir' tarihçe,, verilmiştir,.. Sistematiğe yönelik çeşitli yaklaşımlar tarihsel olarak verilmiş» bir çoğuda' gözden geçirilerek, geliştirilmiştir. Avm-pada geliştirilen sınıflamanın, ayrıntılı incelemesi Powers tarafından sunulmuştur» bu sunuş ayrıca tarihsel tanımlamaları da. vermektedir (fitolit analizlerinin dünya çapında incelenmesine genel bir bakış için, Piperno'ya bakınız 1988» 1-10). Pearsai ve Binan, opal. otolitler için 10 yıldan fazla siren çalışmalara dayanan sınıflandırma sistemleri öne sürerler.

Birçok bölüm özel bitki taksasını veya kısımlarını ele alır., Bitki siiiika depolanmaları (Mulholland ve Rapp) ve kamış kozalaklarının (Ollendorf) sınıflandırılmaları, yeni bilgiye dayandırılan grupların, bir bölümünü incelemektedir., kısmende reorganizasyonunu yapmaktadır. Twiss, paleoklimatolojik yorumlan da, katarak C3/C4 oransallığını saptırarak bitki, siiiika gövdeleri .arasındaki korelasyonu, tartışmıştır. Yiyecek bitkilerinin tanımlanması., birçok makaleye konu olmuştur. Rosen, yabani otlarla» hurma palmiyeleri gibi, arpa. ve buğdayı da tartışmıştır. Kaplan, cultigenlerin geniş değişim, bilgisini sunmuştur., Cummings, vahşi ve evcil bitkilerin birçok kalsiyum ve siiiika. otolitlerini •tanımlar, ve onlara, değinir;. Bozarth, Birleşik Devletlerin orta bölümünde vahşi dicotlan çalışmıştır. Jones ve Bryant, cac tinin kalsiyum fitolit sınıflamalanyla uğraşmışlardır. Sangster ve Hodson., bitkilerin yeraltı kısımlarının da siiiika toplayıcıları, olabileceklerini, hatırlatmaktadır.

Rovner ve Rus, stereoloji ve morfometri için. geliştirilen otomatik tekniklere neden olan sınıflandırmaya yönelik yeni bir yaklaşımı ele almaktadırlar. Sınıflan.dirm.anm ilke ve teknikleri araştırma, için zengin bir alan sağlayacaklardır. Eklenmiş bibliyografya yeni analizciler için bir başlama noktası olacaktır, Hemekadar bibliyografya, ayrıntılı değilse de (kısmen, kalsiyum, otolitleri için),, sistematik enformasyon içeren ayrıntılar¹ için bir girişimdir. Sadece fitolit sistematığı ile ilgili madde-lerden alıntılar, birkaç otolit anlatım, ve tanımını içeren morfoloji ve sınıflandırma, geniş bir çalışmanın parçasıdır.

Fitolit sistematığında arkeolojik materyellerin yorumlanını elde edebilmek için daha çok., çalışmak gereklidir., Pipemo'non. (1988) Panama'da yaptığı çalışma diğer .alanlarda da yapılmalıdır. Birçok grubun ayrıntılı morfolojik tanımı henüz yapılmamıştır. Russ ve Rovner (1989), bir taksondaki fitolit formlarının, boyut ve şekil

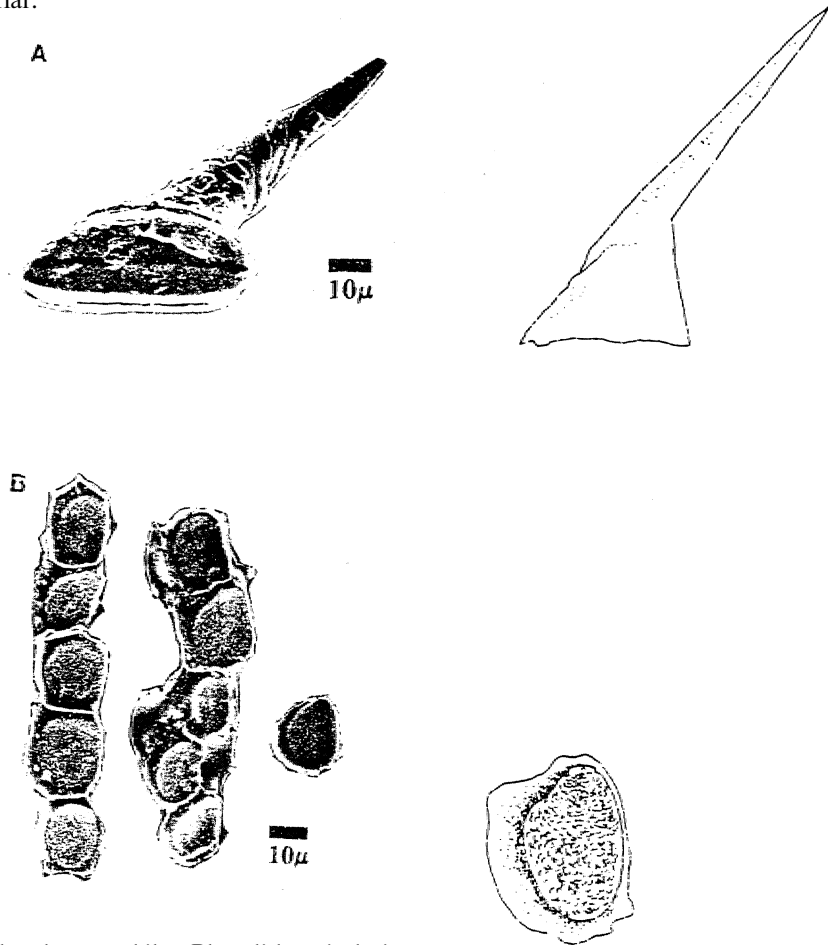


Foto 3 .Elektron mikroskopta.çekilen Phytolith resimleri

A) Aegilops speltoides

B) Lolhim perenne

Be phytoliüer 'tahıl tohumlan içinde, saptanmış olup, sağ ' taraflarında çizimleri, gösterilmiştir.

parametrelerinin değişimlerine yönelik ayrıntılı nicel bilginin geneldeki eksikliğine işaret ederler. Herokadar fitoliter halen birçok arkeolojik ve paleoekolojik koşullara uygulanıyorlarsa da, başka bir fitoüt araştırma grubu çalışmasından, ortaya çıkan fitoliter analizleri uygulamalarına ait araştırmalar birçok yayında yer almıştır.

Günümüzde çok miktarda fitoliter enformasyonu, kullanılmaktadır. Özel morfolojik çalışmalara ek olarak botanik literatüründe daha fazla, sistematik yer almaktadır. Bitki anatomisi çalışmaları, fitoliter lokasyonuna ait bilgi içerebilirler., Bitki taksonomileri., potansiyel olarak eklemli tasımlara dayandırılan çalışmaların, morfolojik bilgilerini içerebilirler. Hernekadar ayırtedilebilecek yapılar henüz belirlenmemişse de, nitelikli analiz çalışmaları spesifik, taksanın silika içeriyor olmasına işaret edebilir. Bu bilgiler; major bitki taksasının titiz çalışmalarıyla olduğu gibi rejyonel çalışmalarla da karşılaştırılmalı ve tanımlanmalıdır. Bu kitap fitoliter sistematigi üzerine bilgimizi artırmaya uğraşan ve halen devam eden çabanın bir bölümünü kapsamaktadır.

KAYNAKLAR

- Andrejko MT, Cohen, AD and Raymond, R, Jr 1983, Origin of mineral matter in peat. In Roymond, R, Jr and Andiejko, MF, eds» Mineral Matter in Peat Los Alamos, New Mexico-, Los Alamos National Laboratory: 3-24.
- Arnott, HJ. 1976, Calcification, in higher plants. In Watabe, N and Wilbur, KM» eds» The Mechanisms of Mineralization in the Invertebrates and Plants. Columbia, South Carolina, University of South Carolina Press: 55-78.
- Baker, G. 1959a, Fossil opal-phytoliths and phytolith nomenclature. Australian Journal of Science 21: 305-306.
- 1959b, Opal phytoliths in some Victorian soils and "red rain" residues. Australian Journal of Botany 7: 64-87,
- 1960 Phytolitharien. Australian Journal of Science 22: 39:2-393,
- Bartoli, F. and Wilding, LP. 1980 Dissolution of biogenic opal as a function of its physical and chemical properties. Soil Science Society of America, Journal 44: 873-878.
- Brown, DA. 1984, Prospects and limits of a phytolith key for grasses in the central United States, Journal of Archaeological Science 1.1: 345-368,
- Bryant, VM Jr 1974,, The role of coprolite analysis in archaeology. Bulletin of the Texas Archeological Society 45: 1-28.
- Brydon, JE, Dore, WG and Clark, JS 1963 Silicified plant • astrosclerids preserved in soil. Soil Science Society of America, Proceeding's 27.: 476-477.
- Bukry, D. 1979, Comments on opal phytoliths and stratigraphy of Neogene silico-falgellates and coccoliths at Deep Sea Drilling Project Site 397 off northwest Africa., In Shamback, JD, ed. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 49: 977-1009. Washington, DC, US Government Printing Office,
- 1987, North Atlantic Quaternary silicoflagellates. Deep Sea Drilling Project Leg 94... In Orlfsky, S, ed., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 94(2): 779-783,. Washington, DC, US Government Printing Office.
- Carbone, VA (ms) 1977, Environment and prehistory in the Shenandoah Valley, PhD dissertation, The Catholic University of America; 227 p..
- Chattaway, MM 1953, The occurrence of heartwood crystals in certain timbers. Australian Journal of Botany 1: 27-38.,
- 1955, Crystals in woody tissues: Part I. Tropical Woods 102: 55-74.
- 1956, Crystals in woody tissues; Part II. Tropical Woods 104: 100-124...
- Cummings, L. Scott (ms) 1989, Coprolites from medieval Christian Nubia: An interpretation of diet and nutritional stress. PhD dissertation.. University of Colorado: 204 p.
- Dimbleby, GW 1978, Plants and Archaeology. Atlantic Heights, Nev Jersey, Humanities Press, Inc: 190 p.,
- Darmaar, JF and Lutwick, LE 1969, Infrared, spectra of humic acids and opal phytoliths as indicators of paleosols. Canadian Journal of Soil Science 49: 29-37,,
- Dumitrica, P 1973 Phytolitharia. In Kaneps, AG, cd, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 13 (2): 940-943,.. Washington, DC, Us Government Printing Office.
- Ehrenberg, CG 1854 Micogeologie, 2 volumes, Leipzig, Leopold Voss: 374 p.
- Folger, DW, Burckle, LH and Heezen, BC 1967 Opal phytoliths in a North Atlantic dust fall Science 155: 1243-1244,

- Franceschi, VR and Homer., HT, Jr 1980 Calcium oxalate crystals in plants. *Botanical Review* 46: 361-427.
- Fiedlund, GG, Johnson, WC and Dort, W, Jr 1935 A preliminary analysis of opal, phytoliths from, the Eustis Ash Pit, Frontier County, Nebraska. Institute for Tertiary-Quaternary Studies, TER-QUA Symposium. Series 1: 147-162. *
- Fujiwara, H, Jones., R. and Brockwell, S 1985 Plant opals (phytoliths) in Kakadu archaeological sites;: A preliminary report. In Joner, R, ed., *Archaeological Research in Kakadu National Park. Australian National Park and Wildlife, Special Publication 13*, Canberra., Australian National University: 155-164.
- Gross, Er¹ (ms) 1973, Buried, soils of the drainageways in the driftless area, of the upper Mississippi Valley, PhD dissertation. University of Minnesota: 195 p.,
- Haberlandt, G 1914, *Physiological. Plant Anatomy*. London, Macmillan and Co: 777 p.,
- Hay ward, DM and Parry, DW 1980, Scanning electron microscopy of silica deposits in the culms, floral bracts, and awns of barley (*Hordeum sativum* Jess.),, *Annals of Botany* 46: 541-548.,
- Helbaek, H 1961, Studying the diet of ancient, man. *Archaeology* 14: 9,5-101.,
- Her, RK 1979, *The Chemistry of Silica*. New York, John Wiley & Sons: 866 p.
- Jones., LHP and Handrek, KA 1967, Silica in soils, plants and animals. *Adv,aoer in. Agronomy* 19:107-149:..
- Jones., RL 1964» Note oe occurrence of opal phytoliths in some Cenozoic sedimentary rocks., *Journal of Paleontology* 38: 773-775...
- Jones, RL and Beaver, AH 1964., Variation of opal phytolith among some great soil groups, in Illinois. *Soil Science Society of America., Proceedings* 28: 711-712.
- Jones, RL and Hay, WW 1975, Bioliths, In Giesking, JE., ed, *Soil Components. II*. New York, Springer-Verlag: 481-496,
- Kaufman, PB, Dayanandan, P, Takeoka, Y, Bigelow, WC, Jones, JD and Her, R 1981, Silica in shoots of higher plants. In Simpson, TL and Volcani, BE, eds, *silicon and Siliceous Structures in Biological Systems*. New York, Springer-Verlag: 409-449...
- Lanning, FC 1961, Calcife in *Lesquerella ovalifolia* trichomes. *Science* 138: 380.
- Lewis, KO 1981, Use of opay phytoliths in paleoenvironmental reconstruction. *Journal of Ethnobiology* !: 175-181.
- Locker» S and Martini, E 1986,» Phytoliths from the southwest Pacific, site 591, In Blakeslee., JH, ed, *Initial Reporte of the Deep Sea Drilling Project 90(2)*: 1079-1084., Washington, DC, US Government Printing office.
- MacDonald, IX (ms) 1974, Opal phytoliths as indicators. of plant succession in North-Central Wyoming: 71 p.
- McNair, JB 1932, The interrelation between substances. in. plants: Essential oils and resins., cyannogen and oxalate, *American Journal of Botany* 19: 2,55-271.
- Melia, MB 1984, The. distribution and relationships between palynomoipts in aerosols and deep-sea sediments off the coast of northwest. Africa. *Marine. Geology* 58: 345-371.,
- Metcalffe, CR 1960., *Anatomy of the Monocotyledons. I. Gramineae*. Oxford., Clarendon Press: 731 p.
- 1971 *Anatomy of the Monocotyledons. II Cyperaceae*. Oxford, Clarendon. Press: 597 p.
- Mulholland, SC 1989, Phytoliths shape frequencies in North. Dakota grasses: A comp.aris.on to general, patterns. *Journal of Archaeological. Science* 16: 489-511.
- Netolitzky, F 1929., *Die kieselkorper*. In Linsbauer, K, ed, *Hanbuch der Pflanzen-anatomie* 3(1a): 1-19, Berlin., Gebrüder Bomtraeger.
- Norgren., JA (ms) 1973., *Distribution, from and significance of plant opal in Oregon soils.*, PhD dissertation., Oregon. State University: 165 p.
- Ollendorf., AL, Mulholland, SC and Rapp., G, Jr 1987, Phytoliths from some Israeli sedges. *Israel Journal of Botany* 36:125-132,
- Pearsall, DM 1978, Phytoliths analysis of archaeological soils: Evidence for maize cultivation in Formative Ecuador. *Science* 199:177-178,
- (ms) 1979, *The application of ethnobotanical techniques to' the problem of subsistence in. the Ecuadorian. Formative*. PhD dissertation.. University of Illinois: 267 p.
- Pearsall.,» DM and Trimble, MK 1984, Identifying past, agricultural activity through soil phytoliths. analysis: A case study from the. Hawaiian Islands. *Journal of Archaeological Science* 11:119-133.

- Piperno, DR 1984, A comparison and differentiation of phytoliths from maize and wild grasses: Use of morphological criteria.. *American Antiquity* 49: 361-383.
- 1985a, Phytolith analysis and tropical paleoecology: Production and taxonomic significance, of siliceous forms in New World plant domesticates and wild species. *Review of Palaeobotany and Palynology* 45: 185-228.
- 1985b, Phytolith analysis of geological sediments from Panama., *Antiquity* 59:13-19.
- 1988, *Phytolith Analysis: An Archaeological and Geological Perspective*, New York,, Academic Press: 280 p.
- Prat, H 1936, La systématique des Graminées., *Annales des Sciences Naturelles» Botanique, Series 10, 18: 165-258...*
- Rosen, AM 1987, Phytolith studies at Shiqmim. In Levy, TE, ed» *Shiqmim. I: Studies concerning Ghakolithic societies in the Negev Desert, Israel (1982-1984)*, *British Archaeological Reports International Series 356: 343-249.*
- Rovner, I 1971, Potential of opal phytoliths for use in paleoecological reconstruction. *Quaternary Research* 1: 343-3.59,
- (ras) 1983a, Multi-disciplinary sense and nonsense: Is a science of phytoliths really necessary? Paper presented, at the 149th AAAS Annual Meeting, Detroit,, Michigan.
- 1983b» Plant, opal phytoliths analysis: Major advances in aichaeobotanical research. In Schiffer, M, ed., *Advances in Archaeological Method and Theory* 6: 225-266. New York, Academic Press.
- 1988, Macro- and micro-ecological reconstruction using plant opal phytolith data from archaeological sediments. *Geoarchaeology* 3:155-163.,
- Russ, JC and Rovner, 11989, Slerological identification of opal phytolith. populations from wild and cultivated Zea, *American antiquity* 54: 784-792.
- Sangster, AG and Parry, DW 1981, infrastructure of silica, deposits in higher plants. In Simpson, TL and Volcani, BE, eds, *Silicon and Siliceous Structures in Biological. Systems*. New York, Springer-Verlag: 383-407.
- Scurfield, G, Michell,, AJ and Silva, SR 1973, Crystals in woody stems. *Botanical Journal of the Linnean Society of London* 66: 277-289.
- Sfmkiss» K and Wilbur, KM 1989» Plant mineralization- Ions, silicification, and the transpiration stream. In Simkiss, K and Wilbur, KM» *Biomineralization: Cell Biology and Mineral Deposition*. New York, Academic Prss: 106-130.
- Smithson, F 1958, Grass -opal in British, soils. *Journal of Soil Science* 9: 148-155.
- Terrell, EE and Wergen, WP 1981, Epidermal features and silica deposition in lemmas and awns of *Zizania* (Gramineae), *American Journal of Botany* 68.: 697-707.,,
- Tomlinson, PB 1969» *Anatomy of the Monocotyledons. II. Palmae*. Oxford, Clarendon Press: 453 p.
- Turner, BL, II and .Harrison». *FD* 1981, Prehistoric raised-field agriculture in the Maya lowlands. *Science Society of America» Proceedings* 33:109-115.
- Wilding» LP and Drees, LR 1973, Scanning¹ electron microscopy of opaque opaline forms Isolated from forest soils in Ohio. *Soil Science Society of America, Proceedings* 37:647-650,
- 1974, Contributions of forest opal and associated crystalline, phases to fine silt and clay fractions of soils., *Clays and Clay Minerals (Clay Mineral Society, .Proceedings of the Conference)* 22:295-306.
- Witty, JE and Knox, EG 1964, Grass opal in some chestnot and forested soils in north, central Oregon. *Soil Science Society of America, Proceedings* 28: 685-688.