

Uygulamalı Palinoloji ve Petrol Aramaları

UĞUR ERKMEN - T.P.A.O. Araştırma Merkezi, Ankara

GİRİŞ

Günümüzde palinoloji salt bilim olmaktan çıkarak ekonomik jeolojideki yerini almıştır. Özellikle petrol aramalarında etkin bir şekilde kullanılması, palinolojinin önemini daha çok arttırmaktadır. Uygulamalı palinoloji ile çökelilerin yaşı ve ortamsal yorumları, organik olgunlaşmanın değerlendirilmesi ile de petrol potansiyelleri saptanabilmektedir.

Bu yayında palinolojinin petrol aramalarındaki uygulama alanları ve T.P.A.O. Araştırma Merkezinde bu konuda yapılan çalışmalara değinilecektir.

PALİNOLOJİ VE ÖZGEÇMİŞİ

Palinoloji ilk defa Hyde ve Williams tarafından 1944 yılında "polen, sporlar ve bunların dağılımlarını inceleyen bir bilim dalı" olarak tanımlanmıştır. Bu tanım günümüzde palinolojiyi tam olarak yansıtmaktan uzaktır. Nedeni çoğunlukla denizel çökellerde bulunan dinoflagellat, akritark, kitinozoa ve skolekodont gibi kitin kavkılı palinomorflarında palinolojinin uğraşı alanı içinde yer almalarıdır.

Palinoloji ilk kez 1944 yılında tanımlanmasına karşın palinolojik çalışmalar 1933'lere kadar gider, jeolojiye ilk defa uygulanması Lennort von Post tarafından 1918 yılında turba yataklarının yaş saptama çalışmaları ile olmuştur (Erdtman, 1969). Petrol endüstrisinin 1945 yılı sonrasında palinomorfların stratigrafik önemlerini kavraması ile palinoloji daha hızlı bir gelişim evresine girmiştir. Başta büyük petrol şirketleri olmak üzere birçok kuruluş dünyanın ge-

şitli yerlerinde büyük maddi katkılarla palinoloji laboratuvarları kurmuşlar ve araştırmalara başlamışlardır. Günümüzde artık palinoloji petrol aramalarında vazgeçilmez bir stratigrafik araç durumuna gelmiştir. Büyük petrol şirketleri palinolojik çalışmalar sonucunda elde ettikleri verileri bilgisayarlarla değerlendirmekte ve ayrıntılı denestirmeler yapabilmektedirler. Dünyadaki bu hızlı gelişmeye karşın, palinoloji henüz Türkiye'de işlevini tam olarak yerine getirememiştir. T.P.A.O. Araştırma Merkezi Palinoloji Servisi, kısa bir geçmişi olmasına karşın uygulamalı palinolojiyi petrol aramalarında kullanma yönünde önemli çalışmalar yapmaktadır.

PALİNOLOJİK UYGULAMALAR

Palinolojinin petrol aramalarında yaygın olarak kullanılmasının çeşitli nedenleri vardır. Palinomorfların boylarının ufaklığı, sondaj kesinti örneklerinde çok sayıda değişik türlerin bulunma olasılığını artırır. Bunun yanı sıra polen, spor gibi karasal kökenli palinomorfların dinoflagellat, akritark, kitinozoa ve benzeri denizel palinomorflarla beraber aynı jeolojik devirlere özgü olmaları denizel ve karasal çökelilerin palinostratigrafik ilgilerinin ortaya çıkarılması bakımından önemlidir. Prekambriyen'den günümüze dek yaşamlarını sürdürmüş olan palinomorflar ayrıca her yaşa özgü türleri ile yaş saptama çalışmalarında da etkin bir şekilde kullanılmaktadırlar (Şekil 1). Özellikle Alt Paleozoyik'te akritark ve kitinozoalar yardımıyla, Üst-Orta Jura'da dinoflagellatlar yardımıyla güvenilir yerel ve kıtasal denestirmeler yapılabilmektedir. Son yıllarda özellikle Kuzey Denizinde yapılan sondajlarda palinoloji etkin olarak kul-

lidir. Şekil 2'de bazı olgunlaşma endisleri ve hidrokarbon oluşumları ile ilgili çalışmalar kısaca derlenmiştir.

Organik olgunlaşmanın belirlenmesi ile havzaların petrol potansiyelleri ayrıntılı olarak değerlendirilebilmektedir. Örneğin, British Columbia (Kanada) Devoniyen yaşlı karbonatlarında kuru gaz bulunmasına karşın Alberta (Kanada) bölgesinde aynı karbonatlarda gaz ve petrol yatakları saptanmıştır. Staplin (1969); Evans ve Staplin (1971) yaptıkları çalışmalar sonucunda Alberta'daki organik maddenin sarı-kahverengi rengine karşılık British Columbia'daki organik maddenin siyah olduğunu belirtmişlerdir. Bu bulguların yardımıyla araştırmacılar kuru gazlı veya petrolü olabileceği düşünülen bölgeleri ayırabilecek haritalar çizmişlerdir. Bu konuda diğer bir araştırma Cramer ve Diez (1976) tarafından Fas'taki Tadla havzasında yapılmıştır. Cramer kuyularda organik olgunlaşma ölçümleri yardımıyla hidrokarbon potansiyeli ve göçünü incelemiştir. T.P.A.O. Araştırma Merkezinde Güneydoğu Anadolu bölgesinde yaptığımız palinostratigrafik ve sedimantolojik çalışmaların yanısıra organik olgunlaşmanın saptanması uygulamalarına da yer verilmiştir. Yapılan incelemelerde ana kaya olabileceği ileri sürülen çökellerdeki organik maddeler ve palinomorf, renk ve yapısal değişimleri yönünden incelenmişlerdir. İleride vitrinit yansımalarının ölçülmesi, kil minerallerinin kristalleşme derecelerinin bulunması yöntemleri ile desteklenecek bu tür çalışmalarla havzaların petrol potansiyelleri tam olarak ortaya çıkarılacaktır.



	AKRİTARK	KİTİNOZOA	SPOR	POLEN	SKOLEKODONT	DİNOFLAGELLAT	KOKOLİT
KUVERTERNER							
TERSİYER							
KRETASE							
JURA							
TRIAS							
PERMİYEN							
KARBONİFER							
DEVONİYEN							
SİLURİYEN							
ORDOVİSİYEN							
KAMBRIYEN							
PRE-KAMBRIYEN							

Şekil 1: Temel Palinomorfların ve Kokolitlerin yaşam süreleri

lanmıştır. Böylece Permiyen-Triyas ve Jura-Kretase dokanıkları saptanmış ve denestirmeler çoğunlukla salt palinoloji ile gerçekleştirilmiştir. Rusya'da yapılan palinolojik incelemeler sonucunda ise Alt Paleozoyik katları akritark ve kitinozoalar yardımıyla ayrılabilmiştir.

Uygulamalı palinoloji temel yaş saptamaları ve denestirmelerin yanısıra ortamsal araştırmalarda da etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Vozzhennikova (1965) tarafından yapılan çalışmalar akritark ve benzeri organizmaların ortamsal koşullardan etkilendiklerini, böylece kalın çeperli organizmaların kıyıya yakın bölgelerde, ince çeperli uzun uzantılı türlerin de açık deniz şartlarında bulunabileceğini göstermiştir. Petrol jeolojisi yönünden önemli bir diğer çalışma Staplin (1961) tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacı Kanada'da petrol üretimi yapılan Devoniyen yaşlı resiflerde yaptığı incelemeler sonucunda akritarkların dağılımlarının su derinliği ve yoğunluk akıntıları ile kontrol edildiklerini ileri sürmüş ve akritark dağılımının resif yakınlığını saptama aracı olarak kullanılabilirliği görüşünü getirmiştir. Ayrıca bu tür çalışmaların yanısıra denizel mikrop plankton verileri karasal palinomorf verileri ile beraber değerlendirildiklerinde kıydan uzaklık saptanabileceğinden bu yöntemle kıyı çizgileri çizilebilmektedir.

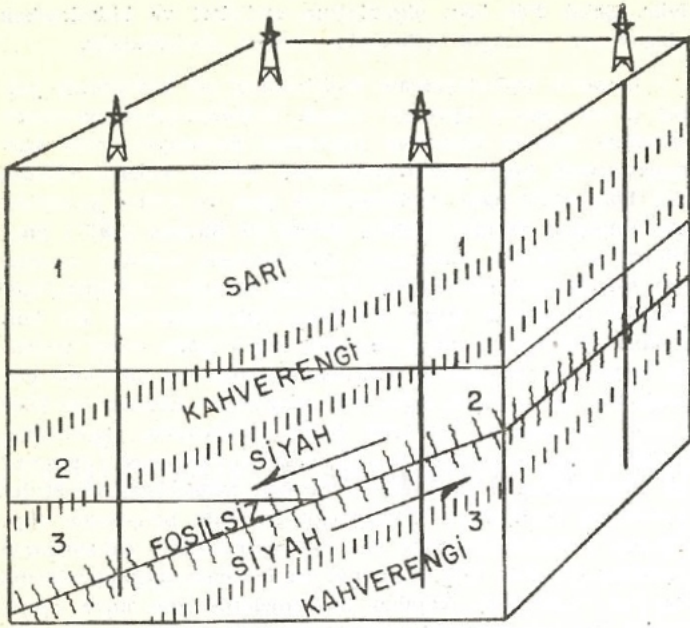
Uygulamalı palinolojinin petrol aramalarındaki diğer önemli bir kullanım alanı çökelin organik olgunlaşma derecelerinin saptanmasıdır. Böylece çökelin hidrokarbon oluşumu için ana kaya potansiyeli değerlendirilebilmektedir. İnce taneli çökelin içindeki organik maddeler, ilksel diyaenetik değişimlerin ardından gömülme derinliğinin artması ile yükselen sıcaklık etkisi ile seri değişimler gösterirler. "Organik Olgunlaşma" olarak tanımlanan bu seri değişimler organik maddenin renginde dereceli koyulaşma ile kendini gösterir. Olgunlaşma süreci sonunda, giderek artan sıcaklık ve basınç, palinomorf ve diğer organik maddelerin metamorfizmaya uğramalarına neden olur (Şekil 2). Uygun koşullarda palinomorflardaki renk ve yapı değişimleri organik maddenin olgunlaşma derecesinin saptanmasında çok geçerli bir yöntemdir. Bununla beraber vitrinit yansımalarının ölçülmesi, kil minerallerinin kristalleşme derecelerinin belirlenmesi gibi diğer bazı yöntemlerin de beraberce uygulanmaları sonuçların güvenilirliği yönünden gerek-

Termal Değ. İndisi	Sıcaklık °C	Fasiyes	Organik Madde Rengi	Vitrinit Yansıması % Ra	Yapısal Değişimler	İlgili Hidrokarbon Oluşumları
1	65	Olgunlaşmamış	Açık Sarı	0.4		Kuru Gaz
2		Olgunlaşmış	Sarı - Kaya Sarı Tarsentü	0.5	A	Ağır Petrol ve Gaz
3	150		Açık Kahverengi - Kaya Kahverengi	0.7	B, C	Orta ve Hafif Petrol
4		Metamorfik Fasiyes	Grî - Kaya Kahverengi	0.8	D, E	Kondensüle ve/veya Gaz
5	250		Siyah	1.05	CS	Kuru Gaz
	300			2.6	MP	Kuru Gaz Emreli veya Hidrokarbonsuz

Şekil 2: Olgunlaşma İndisleri ve İlgili Hidrokarbon Oluşumları (Staplin-1968, Cramer-Diez-1975, Urban-1975)

- A — Örneklerin gevrekleşme sınırı
- B — Örnekler çok gevrek
- C — İçe yapılar belirsiz
- D — Gövde ve uzantıların ayrılması
- E — Plaka sınırları ve yapıların kaybolması
- CS — Çatlama-Kırılma sınırı
- MP — Mozaik şeklinde parçalanma

Organik olgunlaşmanın saptanması, ana kaya potansiyelinin değerlendirilmesi yanısıra fay, uyumsuzluk gibi yapısal değişimlerin bulunmasına yardımcı olmaktadır. Fay zonları boyunca palinomorf ve diğer organik maddeler yüksek sıcaklık nedeniyle organik metamorfizmaya uğrarlar. Faylı bölgeden uzaklaştığında palinomorf gömülme ile ortaya çıkan organik olgunlaşmaya bağlı olarak değişik renkler gösterirler (Şekil 3). Birkaç kuyuda aynı durum

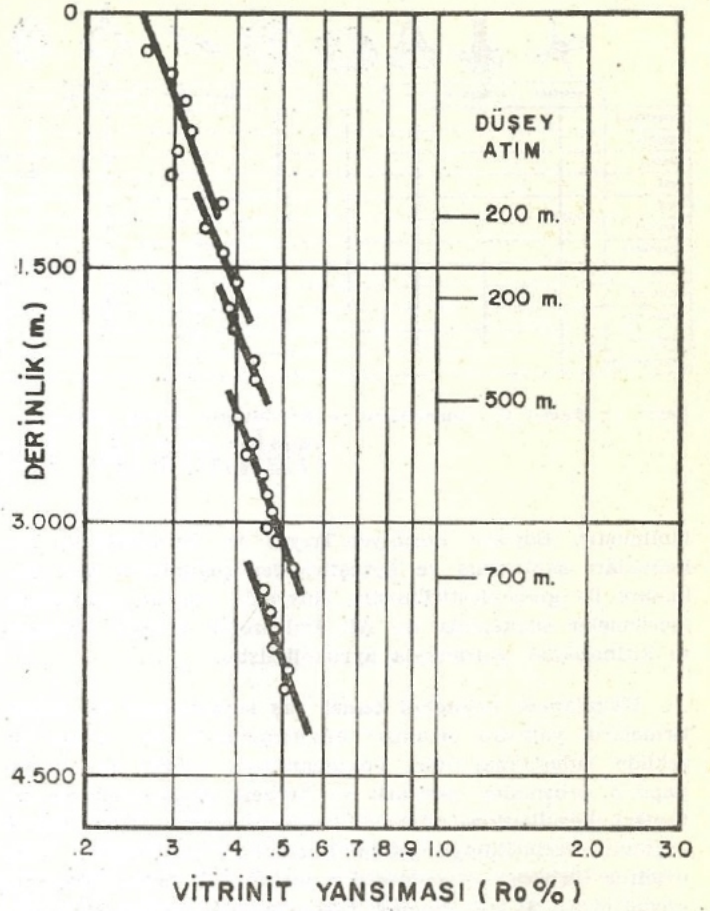


Şekil 3: Faylanmalar ve Palinoloji
(Wilson 1971)

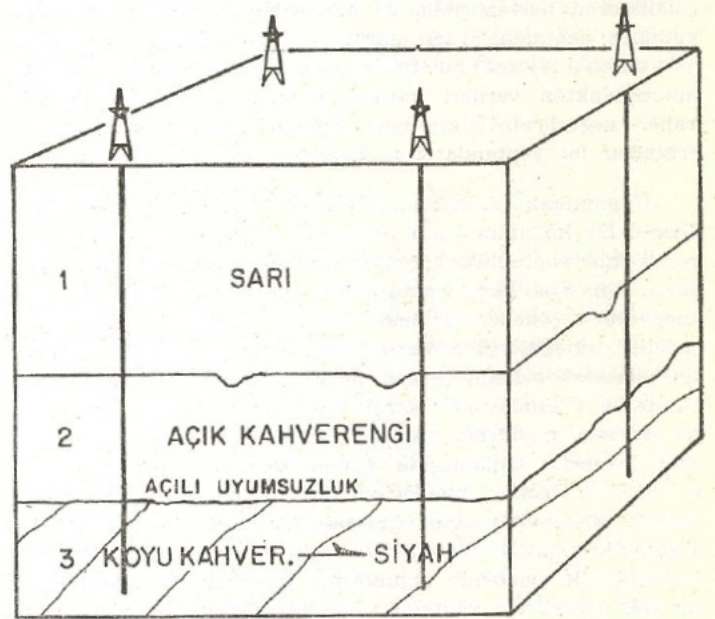
görüldüğünde fayın düşey ve yatay atımları bulunabilir. Güneydoğu Anadolu'da özellikle Ordovisiyen çökellerinde fay ve daykların oluşturduğu yüksek sıcaklık nedeniyle organik metamorfizmaya uğramış zonlar saptanmıştır. Fay zonundan uzaklaştıkça organik madde renginin açılması, faylanmalar konusundaki görüşümüzü kanıtlamıştır. Vitrit yanmasının ölçülmesi sonucunda çizilen olgunlaşma eğrilerinin incelenmesi ile belirgin düşey atımları olan faylar saptanabilmektedir. Dow (1977) Güney Amerika'da incelediği kuyulardan hazırladığı olgunlaşma eğrilerinde ters bir fayın varlığını göstermiştir (Şekil 4). Buradaki fayın dikey atımı derinlikle artmaktadır.

Palinomorflardaki ani renk değişimleri geniş zaman aralıklarını gösterdiğinden uyumsuzlukların saptanmasında kullanılmaktadır (Şekil 5). Ayrıca aşınmış-taşınmış palinomorfların da çokluğu uyumsuzlukların belirlenmesinde yardımcı bir unsur olarak kullanılabilir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde bu tür değerlendirmeler sonucunda Alt Paleozoik'te çeşitli uyumsuzluklar saptanmıştır. Vitrit eğrileri üzerinde de uyumsuzluklar ve yitirilme stratigrafik kesitlerin kalınlıkları saptanabilmektedir (Şekil 6). Dow (1977) Endonezya'daki çalışmaları sonucunda Tersiyer-Mesozoyik dokanağında 500 metrelik bir yitirilme zonu belirlemiştir. Ayrıca araştırmacı olgunlaşma eğrilerinin eğimlerinin değişik oluşunu Tersiyer ve Mesozoyik'te farklı sıcaklık rejimlerinin etken olduğuna bağlamıştır.

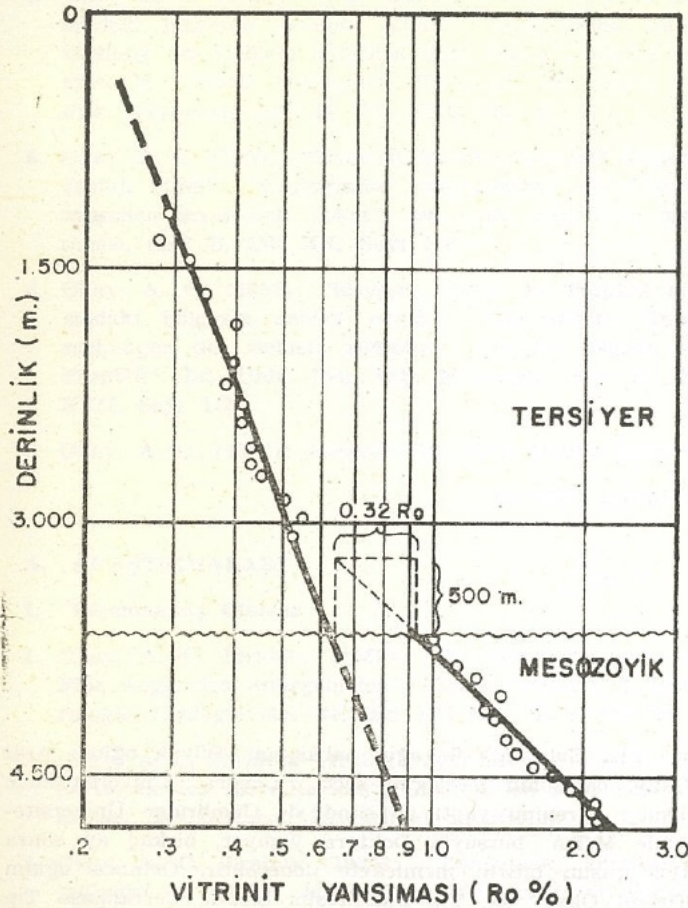
Aşınma-taşınma palinomorfların boylarının çok ufak olması nedeniyle palinolojide çok önemli bir olgudur. Taşınmış palinomorfların değerlendirilmesi ile, çökelin kökeni, aşınma yaşı, taşınma yönü ve olası stratigrafik kapanların yerleri saptanabilir. Taşınmış palinomorflar, birden fazla jeolojik zamana özgü türlerin birarada bulunması, değişik korunmalar göstermeleri, farklı çökme ortamlarını karakterize etmeleri ve farklı boyanmaları ile yerli palinomorflar



Şekil 4: Vitrit yansımaları ve faylanmalar.
(Dow 1977)



Şekil 5: Palinoloji ve Aşınma Yüzeylerinin saptanması
(Wilson 1971)



Sekil 6: Vitrinit yansımaları ve uyumsuzluklar.
(Dow 1977)

lardan ayırtılabilirler. Denizel palinomorfların tatlı su çökelleri içinde görülmesi bunların taşınmış olduklarını gösterir. Buna karşın tatlı su palinomorflarının denizel çökeller içinde görülmesi ise paleocoğrafik olarak kıyıya yakınlığın bir kanıtıdır. Bu bulgu petrol jeolojisi yönünden çok önemlidir. Birçok kuyuda taşınmış palinomorflar incelendiğinde çökellerin kaynak yönleri saptanabilir. Aynı zamanda olası stratigrafik kapanların yerleri de bulunabilir. Bu tür uygulamalarda örnek alım ve hazırlanımı çok önemlidir. Özellikle sondaj örneklerinde kirlenmeyi önlemek için karotların kullanılması ve laboratuvar çalışmalarında kirlenme yönünden çok dikkatli olunması gerekmektedir. Güneydoğu Anadolu bölgesinde Permiyen kırıntılı çökellerinde bol oranda Silüriyen-Devoniyen yaşlı akritark ve kitinozoalara rastlanmıştır. Bu veri Silüriyen sonrası yükselme ve aşınmaların gerçek bir kanıtıdır. Eldeki karotların azlığı, kaynak yönü saptanması ve olası stratigrafik kapanların bulunması ile ilgili çalışmaların yapılmasını engellemiştir.

Akritarklar yerel incelemelerin yanı sıra özel amaçlar için de kullanılmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar akritarkların dağılımının eski enlemlere bağımlı olduğunu göstermiştir (Cramer, 1970, 1971; Cramer ve Diez, 1974). Böylece dünyanın çeşitli yerlerinden elde edilen akritark verileri ile eski enlem kuşakları ve kıtaların kayma du-

rumları ile ilgili yeni bulgular getirilmiştir. Bu konuda Güneydoğu Anadolu bölgesi Silüriyen akritarkları ile ilgili çalışmalar, bölgenin Silüriyen'deki konumuna açıklık getirirken aynı zamanda İspanya, Tunus, Libya ile denestirmelerin yapılabilmesini sağlamıştır (Erkmen, 1978; Erkmen ve Bozdoğan, 1979).

SONUÇ

Uygulamalı palinoloji;

- çökellerin yaşının bulunmasında,
- resif ve kıyıya yakın çökellerin belirlenmesi ve kıyı çizgilerinin çizilmesi gibi ortamsal çalışmalarda,
- havzaların beslenme yönlerinin bulunmasında,
- ayrıntılı palinostratigrafik denestirmelerde,
- eski enlemlerin bulunması ve kıtaların kayma durumlarının belirlenmesinde,
- organik olgunlaşmanın saptanması ile çökellerin ana kaya olma olasılıklarının ve petrol potansiyellerinin belirlenmesinde,
- aşınma, fay gibi yapısal olayların ve bu olaylar sonucunda yitirilen stratigrafik kesitlerin olası kalınlıklarının bulunmasında,

etkin bir şekilde kullanılmaktadır.

YARARLANILAN BELGELER

- Cramer, F.H., 1970. Middle Silurian continental movement estimated from phytoplankton facies transgression: *Earth Planet. Sci. Lett.*, 10, 87-93.
- Cramer, F.H., 1971. Position of the North Florida Lower Paleozoic block in Silurian time. *Phytoplankton evidence: J. Geophys. Res.*, 76, 4754-4757.
- Cramer, F.U. ve Diez, M.d.C.R., 1974. Silurian acritarchs; distribution and trends: *Rev. Paleobot. Palynol.*, 18, 137-154.
- Cramer, F.H. ve Diez, M.d.C.R., 1976. Palynology Suggests hydrocarbon mobilization in Ordovician of Kasba Tadmá Basin, Morocco: *Geol. Rundsch.* Bd. 65, 288-290.
- Dow, W.G., 1977. Kerogen studies and geological interpretations: *J. Geochem. Explor.*, 7, 79-99.
- Erdtman, G., 1969, *Handbook of Palynology*: Hafner Publ. Co., New York, 486.
- Erkmen, U., 1978, Güneydoğu Anadolu bölgesi Bedinan Formasyonunun Silüriyen akritark biofasiyesi ve paleocoğrafik yorumu - Türkiye Dördüncü Petrol Kongresi (Basımda)
- Erkmen, U. ve Bozdoğan, N. 1979. Acritarchs from the Dadaş Formation in Southeast Turkey. (basımda).
- Evans, C.R. ve Staplin, F.L., 1971, Regional facies of Organic metamorphism: *Geochemical Exploration (1970) ed. Boyle, R.W. ve J.I. McGerrigle, Can. Inst. Min. Metallurgy, Spec. Vol. II, 517-520.*
- Staplin, F.L., 1961, Reef-controlled distribution of Devonian micropalankton in Alberta: *Paleontology*, 4, 392-424.
- Staplin, F.L., 1969, Sedimentary organic matter, organic metamorphism, and oil and gas occurrence: *Bull. Can. Pet. Geol.*, 17, 1, 47-66.
- Vozzhennikova, T.F., 1965, Introduction to the Study of fossil peridiniid algae: (İngilizce çevirisi: *Nat. Lend. Lib., Boston spa. Yorkshire.* 1-233.
- Wilson, L.R., 1971, Palynological techniques in deep-basin stratigraphy: *Shale Shaker.* 2, 124-139.