

# GENEL BİLGİLER VE PETROLÜN KÖKENİ

Jeoloji Mühendisi;bilimsel yöntemlerle kazandığı birtakım bilgileri sentez yaparak ekonomik miktarda petrol ve doğal gaz bulmaya çalışır.Ekonomik miktarda petrol ve doğal gaz bulabilmesi içinde değişik bilgilere ve yöntemlere ihtiyacı vardır. Kendisine rehberlik edebilecek özel bilim alanları aşağıda verilmiştir.

## Jeoloji Mühendisinin Bilmesi Gereken Önemli Konular

* Fizik	* Fiziksel	* Mineroloji	* Jeokimya
* Jeofizik	Jeoloji	* Petroloji	* Matematik
* Termodinamik	* Tarihsel	* Sedimantoloji	* Tasarı
* Mühendislik	Jeoloji	* Kimya	Geometri
Jeolojisi	* Yapısal	* Petrografi	* Fizikokimya
* Akışkanlar	Jeoloji	* Sedimanter	* Fotojeoloji
Mekanığı	* Tektonik	Petrografi	
	* Paleontoloji	* Yer altı	
	* Stratigrafi	Harita Alımı	
	* Yerüstü		
	Harita Alımı		

- İşte bu konularda edineceği bilgiler ve yapacağı sentezler ile ekonomik miktarda petrol ve doğal gaz bulma onun esas görevi olmalıdır.
- Petrol; petra=kaya oleum=yağ yani taş yağı anlamına gelir.Kimyasal olarak petrol;hidrokarbon (HC) hidrojen ve karbondan oluşan bir bileşiktir.Yabancı madde olarak az miktarda azot,kükürt,oksijen,su ve mineralleri içerir.
- Ham petrolün sıvı hidrokarbonlardan oluşmuş yağsı bir görünümü vardır.Petrol gazını suni gazdan ayırt etmek için tabii gaz, doğal gaz ve yer gazı terimleri kullanılır.
- Petrol yarı katı ve katı halde ağır HC'lerden oluşmuşda olabilir.Bunlara asfalt, katran, zift,albertit, gilsonit veya grahamit gibi adlar verilmiştir.Hidrokarbon; petrolün herhangi bir şekli için petrol yerine kullanılan bir başka genel terimdir.

# PETROLÜN KÖKENİ

- Petrolün kökeni hakkındaki ilk teoriler basit hidrokarbonların inorganik kimyasal reaksiyonlarına dayanan sentezlerle yapılmıştır. Daha sonraları ayrıntılı incelemelere devam edilmiştir. Özellikle organik jeokimyasal incelemelerde kullanılan modern cihazların geliştirilmesiyle petrolü oluşturan elemanların ayrıntılı incelemeleri mümkün olmuştur. Bunların başında kromatogram adı verilen cihazlar vardır. Bu aletler yardımıyla hidrokarbonların ayrıntılı özellikleri belirlenmeye çalışılır. Buna rağmen ham petrol üreten reaksiyonlar kesin olarak bilinmemektedir.
- Bitki ve hayvanlardaki bütün canlı maddeler, genellikle protein, karbonhidrat, lipit ve lignin maddelerinden yapılmıştır. Bunlardan lipit yağı asitleri, hidrokarbona dönüşümü sağlayan en etkin maddedir. Burada bakterilerin dekarboksilasyonu ile oksijen bileşenleri dışarı çıkartılır ve geride parafinik bir hidrokarbon kalır. Anaerobik (havasız ortam) bir ortamda yağ asitlerinden oksijenin çıkması daha kolay olmaktadır. Anaerobik ortamın kanıtı olarak, ham petrolde oksijenin varlığında bozulabilecek bileşenlerin bulunması ve tabii gazda hidrojen sülfüre sık sık rastlanması gösterilebilir.



- Deniz suyunda, derinlik veya dolaşım yokluğu ile oksijensiz koşullara erişilebilir. Bu duruma örnek olarak Karadeniz verilebilir. Petrol, çoğunlukla sıvı okelme koşullarını yansıtan ortamlarda oksijenin eksikliği veya yokluğu ile bayatlamış sularda biriken sedimanlar içinde oluşur.
- Anaerobik ortamın varlığı için basit olarak özellikle sülfürlerin(pirit), siyah veya koyu renkli sedimanların bulunuşu gösterilebilir. Eğer deniz dibi oker veya sedimantasyon hızlı olursa, bakterilerle indirgenmiş yağ asidi ürünlerini içeren sedimanlar birikmeye başlar.Burada ham petrol ürünlerinin ne olacağı kesin olarak bilinmemektedir. Belki de bu proto-petrol diğer organik bileşenlere katılarak, kil ve şeylerde ki organik maddenin %90'nını oluşturan kerojeni meydana getirirler.
- Bütün şeyl ve karbonatlar, bünyelerinde dağılmış 3 tip organik madde içerirler;
  - \* zlebilir sıvı hidrokarbonlar
  - \* zlebilir asfalt
  - \* zlemeyen organik madde(kerojen)

# MODERN ORGANİK JEOKİMYA ANALİZ YÖNTEMLERİ

- Organik maddelerin türü, bileşimi, miktarı, olgunluğu, çökelme ortamı ve gelişimi aşağıdaki modern organik jeokimyasal yöntemler yardımıyla incelenebilmektedir.
- Piroliz
- Gaz kromatografisi
- Sütun kromatografisi
- Kütle spektrometresi
- İzotop analizleri
- Optik yöntemler
- Gaz-kütle spektrometresi



# İNORGANİK KÖKEN TEORİLERİ

- Bu teorilerin dayanakları inorganik gereçten başlayarak laboratuvarında metan,etan ve benzen gibi hidrokarbonların üretilmesine dayanmaktadır. Petrolde bulunan birçok HC bileşenleri organik kökenlidir. Çok seyrek olmak şartıyla petrol nadiren volkanizma ürünleri ile birlikte bulunabilir. Bu durumlarda petrolün daha derindeki tortul istiflerle ilgili olduğu sonucuna varılmıştır.
- Denizel organik maddelerde %7-10 H, petrolerde ise %11-15 H bulunur.Arada küçük bir fark vardır. Tortullarda serbest H'nin bulunmasında olagan değildir.Volkanlarda ise çok H vardır. Bu belki de aşırı ısınmış su buharından ileri gelir.
- Kayaçlardan kurtulan hidrojen organik maddeye girebilir ve birleşerek hidrojenleşmeyi meydana getirebilir. Bu hidrojenleşme yer küresi içinde türemiş olayların veya bakteri etkinliğinin sonucudur. Eğer petrol kozmik kökenli olsaydı yer yuvarlağında daha bitevil dağılır ve eski kayaçlar içinde bulunurdu.

# ORGANİK KÖKEN TEORİSİ

- Proto-petrolün organik olduğuna dair üç kriter vardır.
  1. Organik madde sedimanter kütleler içinde büyük miktarlarda bulunur.Bitki ve hayvan kalıntılarında karbon ve hidrojen oranı yüksektir.Bakteri etkinliğiyle de karbon ve hidrojen gelişmektedir.
  2. Çoğu ham petrolde porfirin pigmenti bulunur ve hemen hepsinde bulunan azot az çok organik kökeni belirtir. Bir çökeltide var olan organik maddenin miktarını belirlemede azot veya karbon içeriğinden yararlanılır.
  3. Polarize ışığın,polarize düzlemini döndüren gücü çoğu petrolerin bir özelliğidir.Bu özellik inorganik maddelerde görülmez.Optik etkinlik organik maddedeki kolesterolün varlığıyla olur.Bu madde hem hayvan hem de bitkilerde bulunur.Bu nedenlerle de petrolün kökeninin organik olduğu kabul edilmektedir.



- Bütün şeylerle, karbonatlarda genel olarak 3 tip organik madde belirlenmiştir. Bunlar;
- \* Erir sıvı hidrokarbonlar
- \* Erir asfalt
- \* Erimeyen kerojen
- Eriyebilen petrol hidrokarbonlardan başka organik madde içinde pek çok erimeyen HC bileşikleri, asfalt ve karmaşık organik maddeler vardır. Bunlardan bazıları bakteri etkisi, ısı, basınç veya kataliz etkisi ile petrol HC'larına dönüşmüş olabilir. Karmaşık yapılı erimeyen organik maddeler kerojeni oluştururlar. Çoğu canlı organizmalar hidrokarbon bileşikleri, yağ asitleri vb. bileşikleri kapsarlar. Bunların hepside şeyl ve karbonat kayalarda az bir değişiklik veya değişmeksizin doğrudan doğruya sedimanlar içerisine karışmışlardır.



## Hazne kayalarda bulunan petrolün organik madde ile karşılaştırılması aşağıda verilmiştir

Sediman içinde organik madde(%)		Ham petrol içinde organik madde(%)	
Karbon	57-71	Karbon	83-87
Hidrojen	5-10	Hidrojen	11-15
Oksijen	5-20	Oksijen	nadir-4
Nitrojen	4-6	Nitrojen	nadir-4
Kükürt	-	Kükürt	nadir-4

# KEROJEN

- Totullarda çözülemeyen karmaşık organik maddeler kerojeni oluştururlar.
- Hazne kaya olmayan sedimanlarda rastlanan %85-95 arasında bir değere ulaşan organik madde çoğu zaman kerojendir. Kerojen olağan organik çözücülerde erimeyen katı bir pirobitümdür. Parçalanması için ısı gereklidir. Element haline göre kerojen karbon, hidrojen ve oksijen ile az oranda azot ve kükürten yapılmıştır.
- Kerojen bakterilerle değiştirilmiş, bitki ve hayvan kalıntılarında meydana gelmiş ve organik çözücülerde ve asitlerde çözülmeyen ve tortullar içinde dağınık halde bulunan koyu renkli bir maddedir. Köken olarak 3 tip kerojen mevcuttur. Kerojenin tipinin belirlenmesinde Rock-eval analizleri ve modern organik jeokimyasal analizler yapılır.



• Bugünkü geliştirilmiş teknik ve laboratuvar teknikleriyle artık petrolün organik kökenli olduğunu vurgulayan birkaç önemli husus şunlardır.

1. Petrol organik kökenden oluşmuştur.
2. Petrolün köken materyali organik bileşikler olup, genelliklede suda yaşayan küçük yaratıklardır. Bunlar küçük miktarlarda hidrokarbonlarla indirgenmiş bileşimler, fakat çoğunluklada oksitli bileşikler ihtiva ederler.
3. Sedimanlarda oksitlenmiş bileşiklerin indirgenmesi, mikrobiyolojik olaylar nedeniyle öncelik taşır.
4. Hafif alifatik hidrokarbonlar(metan,etan,propan,bütan,pentan vb.) ham petrolün ayırtman kesiridirler. Proteinler önemlidirler. Belkide alifatik HC lerin kaynağını açıklayacak yeterliliktedirler. Proteinleri oluşturan çoğu aminoasitlerin bilinen tepkimeleri bütün gerekli alifatik izomerleri verebilirler.
5. Ortaç ve ağır alifatik, naftanik ve aromatik hidrokarbonlar hem çökellerde hemde ham petrolde bulunurlar. Bunların bazılarının bitkilerle hayvanların lipid bileşiminden oluştukları ve duraylılıkları sayesinde jeolojik zaman süresince az değişikliğe uğradıkları ileri sürülmektedir.

# ORGANİK MADDELER

- Organik maddeler denizel bitki ve hayvanlardan türeyebileceği gibi karasal canlı kökenlilerde olabilmektedir. Denizel kökenli organik amorf maddeler genellikle alglerden oluşurlar. Karasal kökenliler ise genellikle otsu ve ağaçsı bitkilerden türemektedir. Çökeltme havzalarına havza dışından taşınan yada havza içinde bulunan organik maddeler, diğer sedimanlarla birlikte çökmeye başlar. Bu organik maddeler sedimanlar içinde gömülünceye kadar çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal olaylardan etkilenirler. Bunlardan en önemlisi bakteri etkisi ile gelişen biyokimyasal parçalanmadır. Sediman kalınlığı 10 metreyi geçtiğinde bakteri etkisi azalırken sıcaklık daha etkili olmaya başlar. Kayaçlar içinde bulunan organik maddelerden organik çözücülerde çözülebilenlere bitüm, çözülemeyenlere kerojen denir. Petrol hidrokarbonları genel olarak kerojen moleküllerinin ısı etkisi ile parçalanması sonucu oluşmaktadır.



## Kerojenler genel olarak kimyasal özelliklerine göre üç ana bölümde incelenmektedir.

- **1. tip kerojen;** Özellikle denizel kökenli basit yapılı yosunlardan türemişlerdir. Bu tür kerojenlerin ısı etkisinin artışı ile bünyelerindeki H/C oranı yükselir.
- **2.tip kerojen;** Butür kerojen genellikle denizel ve karasal kökenli organik maddelerin birlikte bulunduğu yerlerde oluşmaktadır. Kimyasal yapısındaki aromatikler tip 1 kerojene göre daha fazladır. Moleküler yapısında H/C oranı düşük, O/C oranı yüksektir. Bu nedenle petrol oluşturma yeteneği 1. tip kerojene göre daha azdır.
- **3.tip kerojen;** Bu tür kerojenler karasal kökenli organik maddelerden türemiştir. Özellikle yüksek karasal bitkilerin yapısında aromatik bileşiklerin çoğunlukta olması nedeni ile gaz oluşumu için daha uygundur.

• Kerojenler mikroskobik özelliklerine göre de iki bölümde incelenmektedir.

1. **Amorf kerojen:** Yosunlardan türemiş, belirgin bir dış yapısı olmayan, içsel rengi sarı veya turuncu organik maddelerdir. Amorf kerojenlerden önemli ölçüde sıvı hidrokarbon türeyebilmektedir. Bu tür kerojenlerin genel olarak 1.tip kerojenin eşdeğeri olduğu kabul edilebilir.
2. **Hümik kerojen:** Başlıca selüloz, lignin ve hidrokarbonlardan türemiş belirgin bir dış yapıya sahip özellikle karasal bitki kökenli olan bu tür kerojenlerin petrol türetme yeteneği zayıf olup gaz oluşumu için önemlidir. Genel olarak 3. tip kerojenin eşdeğeri.

Kerojenin bu tanımlamaları daha çok petrolün kökeni ile ilgili olarak yapılmıştır. Bilindiği gibi kömürün petrografik incelemeleri çok daha öncelere uzanmaktadır. Kömür petrografisinde, kayaları oluşturan minerallere eşdeğer olan kömürün mikroskobik bileşenlerine *maseral* adı verilmektedir.



- Maseraller fiziksel, kimyasal ve optik özelliklerine göre 3 ana gruba ayrılmaktadırlar.

Maseral Grubu	Maseral
Vitrinit	Tellinit Kollinit Vitrodetrinit
Liptinit(eksinit)	Sporinit Kütinit Resinit Alginit Liptodetrinit
İnertinitdetrinit	Mikrinit Makrinit Semifüsinit Füsinit İnerto

## Maseral gruplarının özellikleri aşağıda sunulmuştur:

- **Vitrinit grubu:** Genel olarak, yüksek karasal bitkilerin hücre duvarlarını oluşturan lignin ve selülozlardan türemiştir. Kimyasal yapılarında alifatik gruplar tarafından çevrelenmiş aromatik çekirdekler ana çatıyı oluşturur. Aromatik yapının artması ile gelişen kristal yapıdan ötürü vitrinitlerin mikroskopta ışığı yansıtma derecesi düzenli olarak artar.
- **Liptinit grubu:** Spor, kütin, reçine ve balmumu ile karbonhidratların bakteri etkisine uğramış kısımlarından oluşmaktadır. Aromatik bileşiklerin az olmasından ötürü ısı etkisi ile kimyasal bağlarda kopma fazla olur. Mikroskopta ışığı en az yansıtan gruptur.
- **İnertinit grubu:** Biyokimyasal süreçlerde parçalanmış ve yeniden depolanmış bitki kalıntılarında oluşur. Bakteri etkisi ve jeokimyasal süreçlerle alifatik bağlar kopar ve aromatik yapılar çoğalır. Mikroskopta ışığı yansıtma dereceleri çok yüksektir.



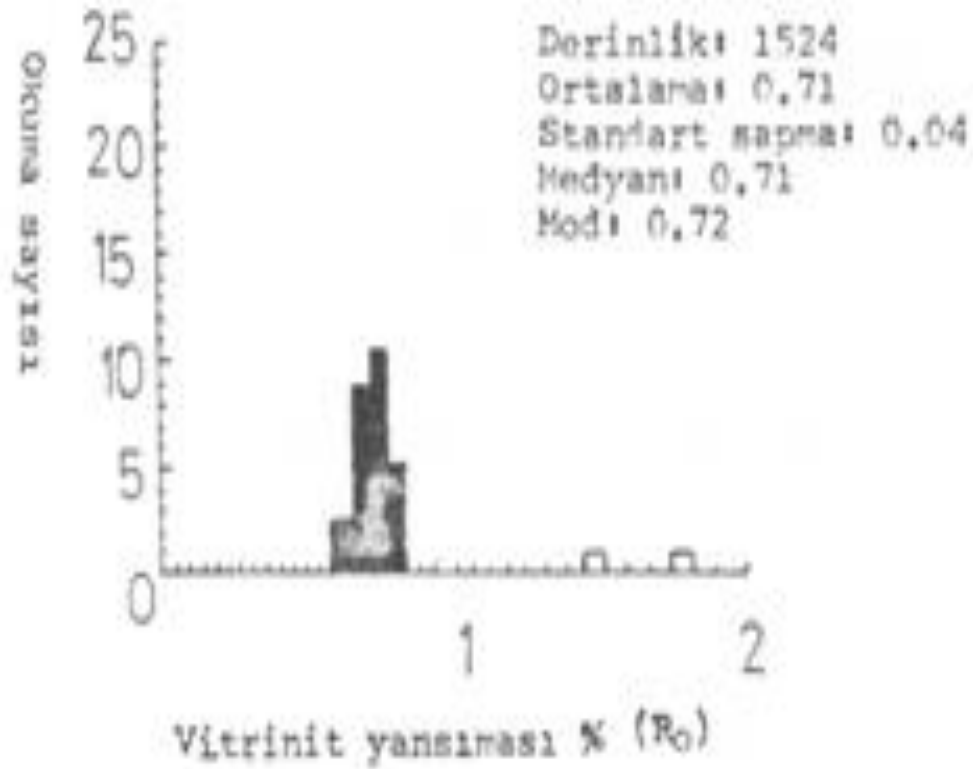
# ORGANİK MADDEİNİN OLGUNLAŞMASI

- Diğer sedimanlarla birlikte çökelen organik maddeler sıcaklık, basınç ve zaman etkenleri altında diyajenez ve metajenez gibi çeşitli başkalaşım evreleri geçirirler. Bu başkalaşım evrelerinde gelişen koşullar organik maddelerin fiziksel ve kimyasal yapısının ortama uyacak şekilde değiştirirler. Organik maddelerin yapısındaki uzun moleküllerin sıcaklık etkisi ile parçalanarak daha küçük boyutlu petrol ve gaz moleküllerinin oluşumuna *organik olgunlaşma* denir.

## ORGANİK OLGUNLAŞMA ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN MİKROSKOBİK YÖNTEMLER

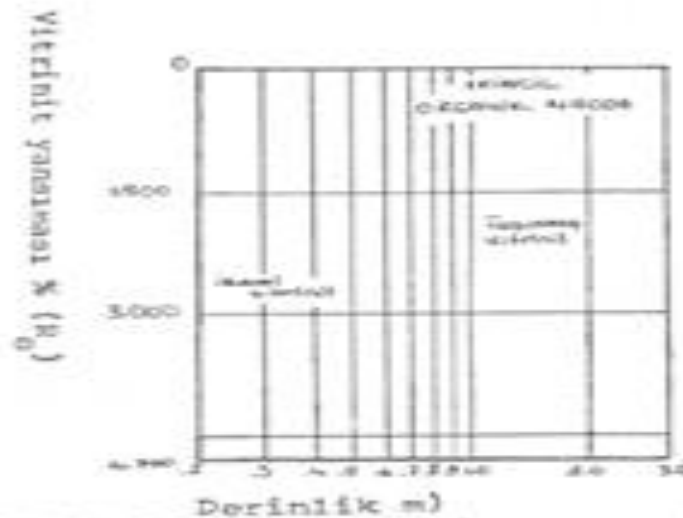
- **Vitrinit Yansıtması Yöntemi:** Yıllardır kömür tabaklarının jeotermal tarihçesini belirlemek amacı ile kullanılan vitrinit yansıtması yöntemi, günümüzde hidrokarbon arama çalışmalarında da geniş ölçüde uygulanmaktadır. Vitrinit yansıtması ölçümleri üstten aydınlatmalı mikroskoplarda zenginleştirilmiş organik maddeden hazırlanan parlatılmış kesitlerle yapılır. Mikroskopta kesite gönderilen ışık ile yansıyan ışık arasındaki oran otomatik olarak saptanmaktadır. Vitrinitlerin yansıtma derecelerinin ölçümü sırasında çalışmacının becerisi sonuçların doğruluğunu önemli ölçüde etkiler. Bunun nedeni mikroskopta çok farklı yansıtma derecelerine sahip olan bazı maserallerin çoğunlukla vitrinit ile karıştırılabilmesidir. Parlak kesitten en az 50 yansıtma değeri ölçümü kişisel hataları belirli oranda azaltmaktadır.





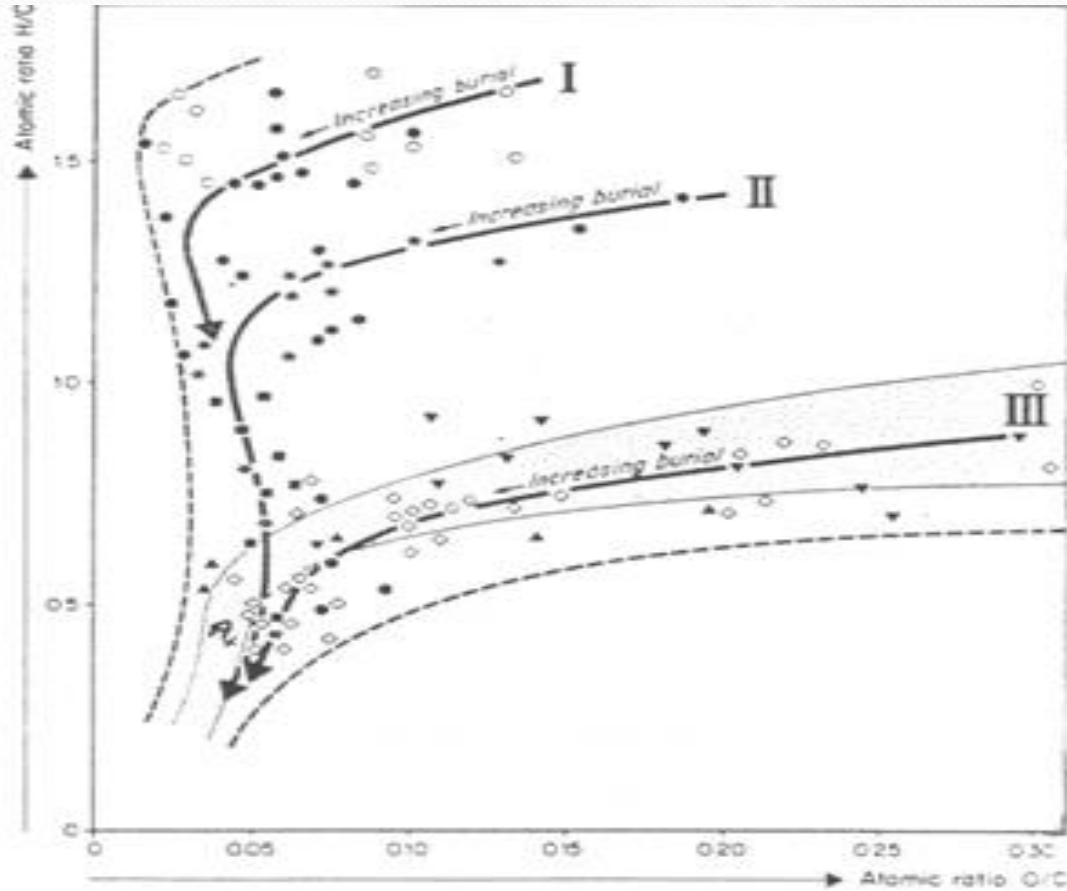
Şekil 1.1 : Vitrinit yansımasi değerlerinin ölçülmesi

- Histogramlarda taşınmış vitrinitlerin yüksek yansıtma değeri vermesinden ötürü düşük yansıtma değerlerinin otokton vitrinitlere ait olduğu kabul edilir. Daha sonra, histogramlardan elde edilen yansıtma derecesinin derinliğe göre değişimini incelemek amacıyla çalışılan kuyulara ait derinlik-yansıtma grafikleri çizilir. Bu grafik ve histogramları kullanarak taşınan iki kez olgunlaşma evresi geçiren ve faylanma veya metamorfizma gibi çeşitli ikincik ısı kaynaklarının etkisi altında kalan maddeler ayrılabilir. Kerojenin çökeltme ortamları, bileşimi ve olgunluk safhaları da belirlenebilmektedir.



Şekil 1.2 : Derinlik - Vitrinit yansıtması ilişkisi.





Şekil 1.3: Kerojenin çökeltme ortamları, bileşimi ve gelişme safhaları.

- Başlıca humik kömür yolları
- - - Kerojen sahası sınırları
- Başlıca kerojen tipleri gelişme yolları

Başlıca kerojen tipleri ve gelişme safhaları, tip 1,2 ve 3 en fazla rastlanır. Ara bileşimdeki kerojende mevcuttur. Kerojen bileşiminin gömülme ile gelişmesi 1,2 ve 3 safhalarında bir okla işaretlenmiştir.

- **Palinomorf Renk Değişim Yöntemi:** Palinomorf renk değişim yöntemi palinomorfların artan ısıya bağlı olarak renklerinin düzenli olarak değişimi esasına dayanmaktadır. Palinomorflardan spor, polen, akritark ve kitinozoa ile amorf kerojenler renk değişiminin ölçülmesi için en uygun organik madde türleridir. Olgunlaşma çalışmalarında bir tek palinomorf türü seçilerek ölçümlerin bunun üzerinde yapılmasına özen gösterilmelidir. Palinomorf renk değişim ölçümlerinde alttan aydınlatmalı mikroskoplarda palinolojik yöntemlerle hazırlanan preparatlar kullanılmaktadır.
- Ölçümler önceden hazırlanmış endeks renk cetvellerinin mikroskopta görülen palinomorf renkleri ile karşılaştırılması ile yapılır. Palinomorfların ilksel rengi sarı iken sıcaklık artışı ile turuncu, kahverengi ve giderek siyaha dönüşür. Bu renk değişimi ise hidrokarbon aramalarında petrol kaynak kaya içindeki organik maddenin olgunluk safhasını belirlemede kullanılır.