

# PETROL KAYNAK KAYASI VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

## PETROL JEOLJİSİ

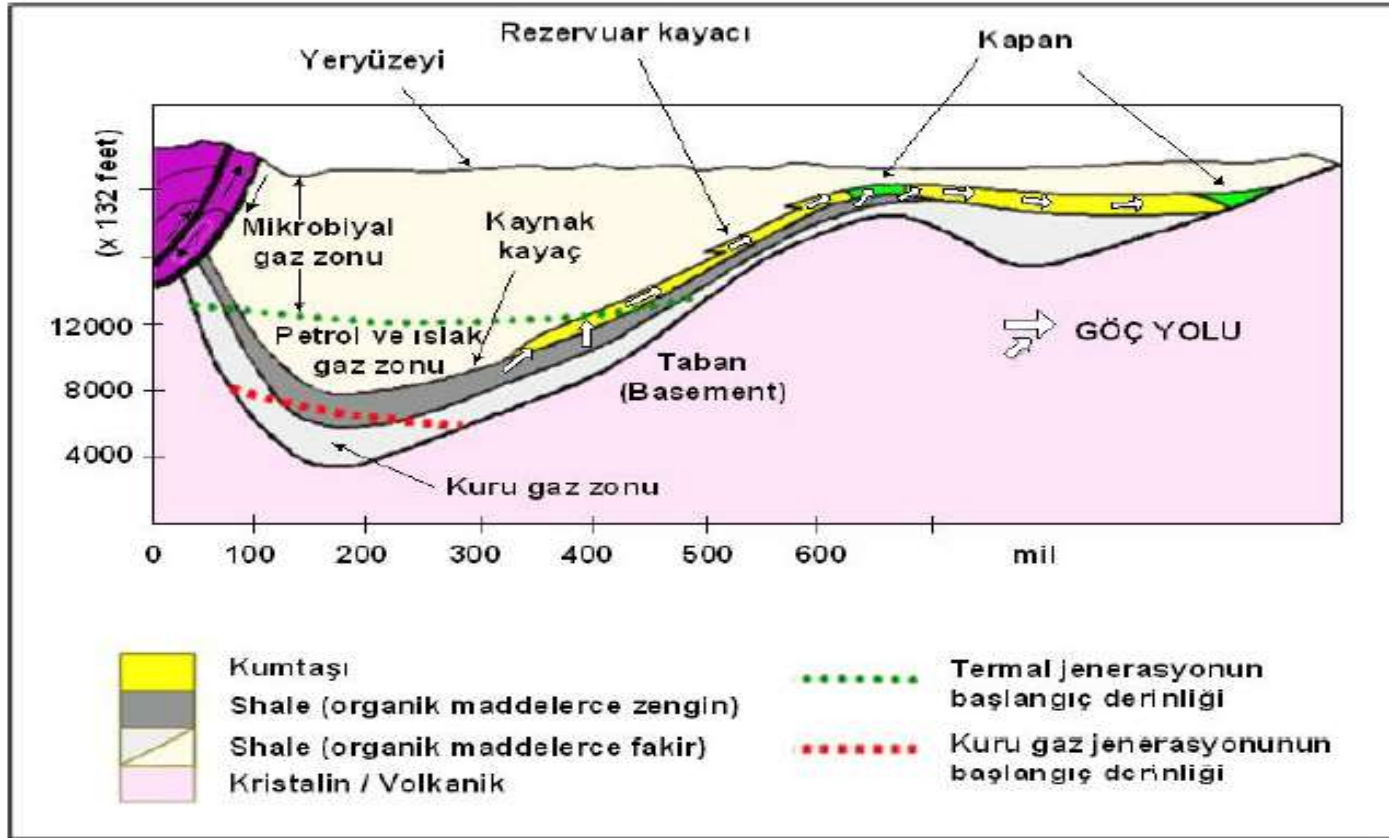
# PETROL SİSTEMİ

Petrol kökeninden petrol oluşumuna kadar geçen bütün jeolojik zaman sürecinden sonra petrol sistemini oluşturmak gerekir. Toplam petrol sistemi keşfedilmiş ve keşfedilmemiş hidrokarbon yataklarından olan her tür hidrokarbon sızıntıları ve birikintilerinin incelenmesini kapsar. Bunlar aktif kaynak kayalarla ilişkilidir. Birbirinden bağımsız temel elementler ( kaynak kayalar, rezervuar kayalar, seal kayalar ve overburden kayalar ) ve temel prosesleri inceler. Sistemle hidrokarbon birikintilerinin kaynakla olan ilişkisi incelenerek halen ve gelecekte izleyecekleri göç yolları belirlenir. Bu gaz sızıntıları iki şekilde oluşabilir:

**Termojenik Gazlar:** içerdikleri ağır gaz oranı (C) % 2' den fazla olan gazlardır.

**Biyojenik ( bakteriyal gazlar):** hidrokarbon gazları içerisinde % 2' den az karbon oranı içerirler. Kuyularda gaz sızıntısının termojenik kökenli olduğunu bilmek gazın daha derinlerden geldiğini gösterir veya basenin efektif bir petrol sistemine sahip olup olmadığına ışık tutar.

# PETROL SİSTEMİ



Şekil-1 de bir petrol sisteminin profili; kaynak ve rezervuar kayaçlar, kapanlar ve göç yolları

# PETROL SİSTEMİ

Petrol sistemi en basit şekliyle tanımlanırsa; bir jeneratif petrol kaynak kayacı bunun kapanlarda tutulması arasındaki genetik ilişkiyi tanımlar. Petrol sistemi aşağıda belirtilen dört temel proseslerle ilişkilidir:

- 1 Jenerasyon (Kerojenin olgunlaşması ile Hidrokarbon oluşumu)
- 2 Göç (Migrasyon)
- 3 Birikme (Akümülyasyon)
- 4 Kapanlanma

# PETROL SİSTEMİNİN TEMEL PROSESLERİ

## TEMEL PROSESLERİ

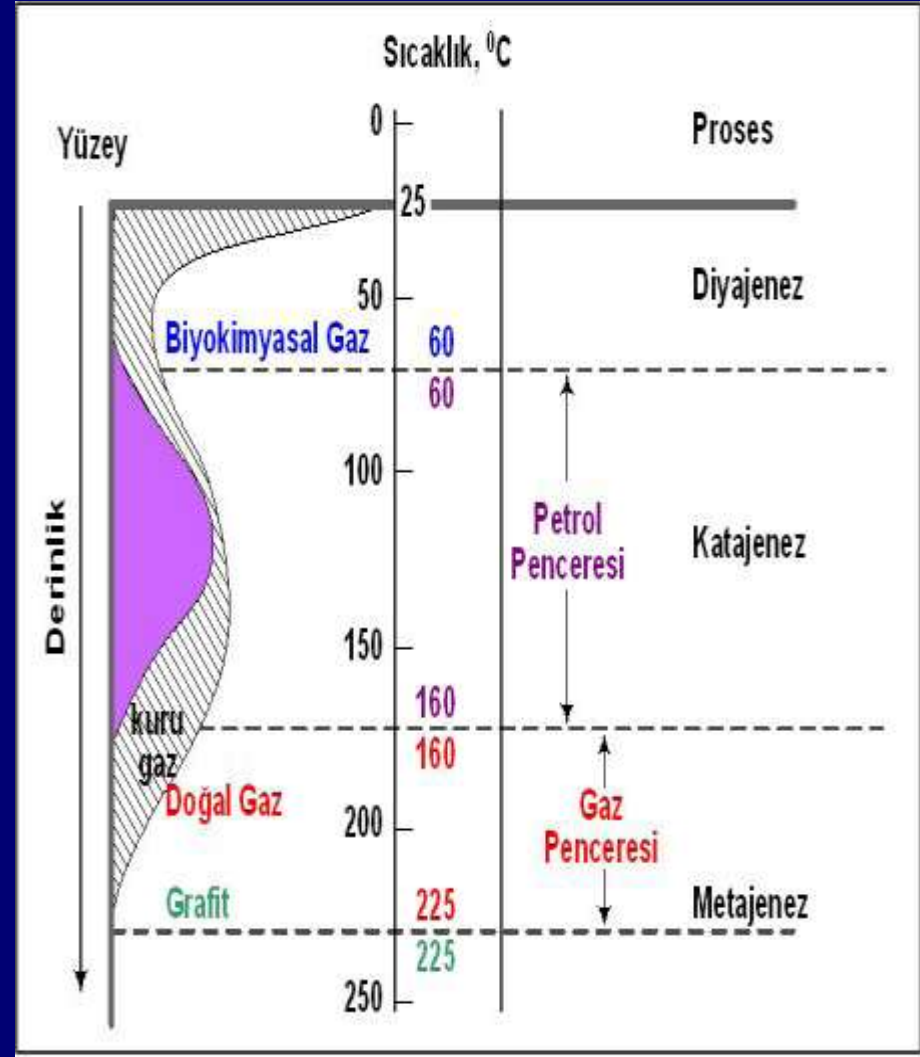
- 1. Jenerasyon:** kaynak kayaçların, organik maddelerin hidrokarbonlara dönüşmesi için yeterli olan sıcaklık ve basınç rejimine kadar gömülmesi olayına denir.
- 2. Göç (migrasyon):** Hidrokarbonların kaynak kayaçtan bir kapana doğru göç etmesi olayına denir.
- 3. Birikme (akümülasyon):** Bir kapan içine giren hidrokarbonlar hacminin, kapan sızıntısından daha büyük miktarlarda olmasıyla birikme meydana gelir.
- 4. Kapanlanma (veya korunma ve zamanlama):** Korunma, hidrokarbonların rezervuarda kalması, biyodegradasyona uğramaması ve suyla çekilerek kapandan kaçmaması; zamanlama ise hidrokarbonların göçünden önce ve göçü sırasında kapanın şekillenmiş olmasıdır.

Şekil-2 de jenerasyon prosesinde derinlik-zaman ilişkisi

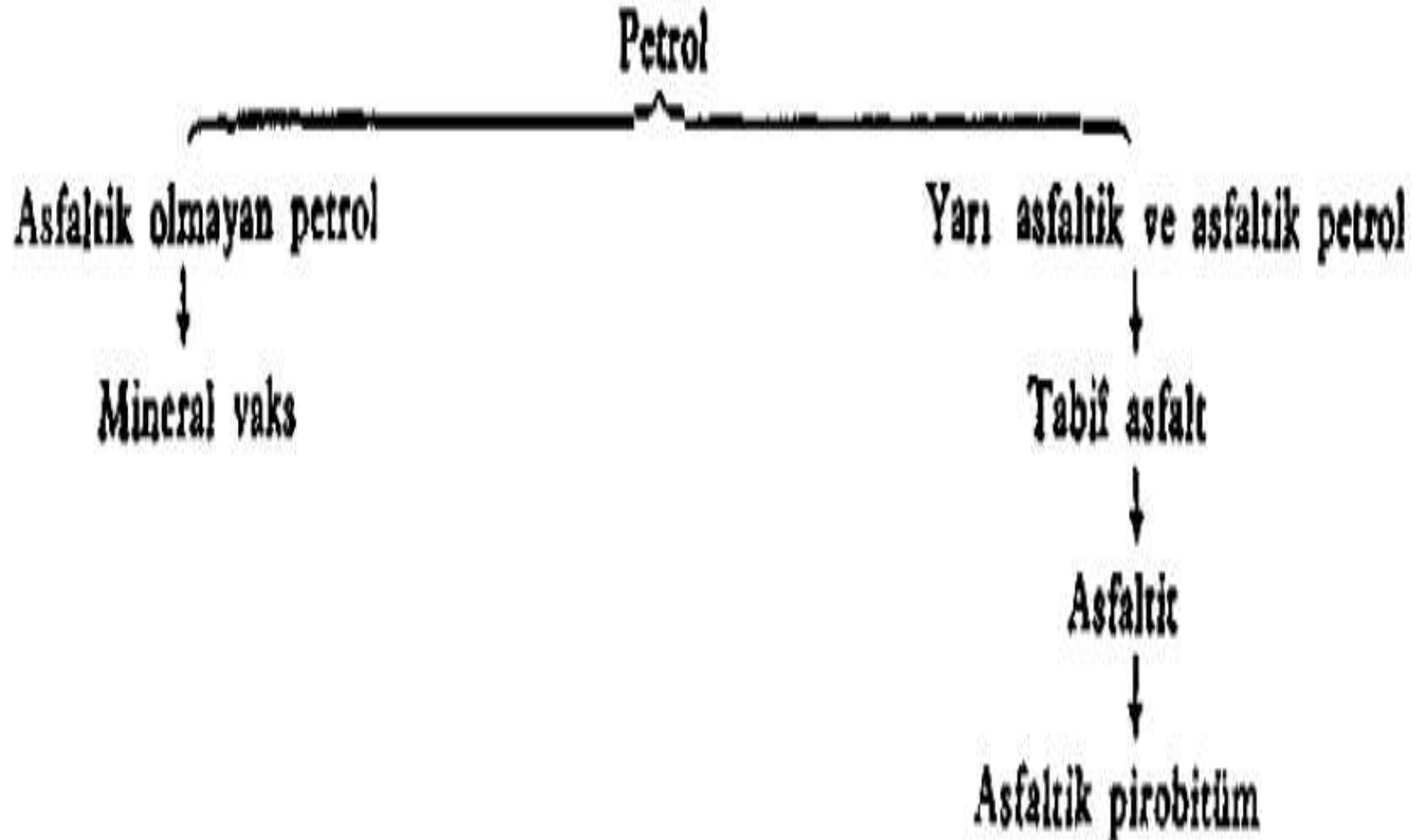
Organik madde yer altında gömülmeye başladığında dönüşüm reaksiyonları da başlar. Bu reaksiyonlar:

Organik madde → Kerojen + Bitum  
(yan ürün)

Kerojen + Bitum → Petrol şeklinde gerçekleşir.



# PETROLÜN ARTIKLARI



# PETROL ARTIKLARI

Asfaltik maddeler; petrolün doğal artıklarıdır. Başka bir deyişle tektonik hareketler sonucu kendi yatağından ayrılarak çevredeki yarık ve çatlaklarda yerleşmesinin sonucu oluşan maddelerdir. Bunlar herhangi bir mineral madde ile birleşmiş veya kimyasal değişikliğe uğramış olabilir.

Asfaltik maddeler; petrolün metamorfoz denilen değişikliğe uğraması ile meydana gelir. Bu değişimde ısı, basınç gibi faktörler etkili olmuştur. **Petrolün maruz kaldığı metamorfozun ilerleyiş derecesine bağlı olarak şekil-2 de değişik karakterdeki asfaltik maddeler gösterilmektedir.** Bu şekilde petrolün önce yumuşak tabii asfaltlara, daha sonra asfaltitlere ve en son aşama olan asfaltik pirobitümlere kadar değişir. Bu değişme basamaklar şeklinde devam eder.



# PETROL ARTIKLARI

- 1.Tabii asfaltlar:** Koyu renkli, değişik sertlikte, nispeten uçucu olmayan esas itibariyle hidrokarbonlardan oluşan, oksijenli bileşikleri ve kristalleşen parafinleri ihtiva etmeyen veya çok az ihtiva eden ısıtılınca çözülebilen, karbon sülfürde büyük oranda çözünen maddedir.
- 2.Asfaltitler:** Koyu renkli, nispeten sert ve uçucu olmayan katı maddelerdir. Esas itibariyle hidrokarbonlardan oluşan oksijenli bileşikleri ve kristalleşen parafinleri ihtiva etmezler veya çok az ihtiva ederler. Isıtılınca çok zor çözünebilirler, bu yüzden erime noktaları çok yüksektir.(120-135°C) Karbon sülfürde de çok kolay çözünebilirler.
- 3.Asfaltik pirobitümler:** Asfaltik ile asfaltik pirobitümleri ayıran en önemli özellik ısı etkisi ile eriyebilme ve karbon sülfürde çözünebilme özelliğidir.Buna göre asfaltitler ısı etkisinde eriyebilir ve karbon sülfürde çözünebilirken, asfaltik pirobitümler ısıtılınca erimez ve karbon sülfürde çok az çözünebilir.Örneğin asfaltik pirobitüm olan vurtzilit %5-10 oranında iken, asfaltit olan gilsonit ve glance(zift) ise % 97-100 arasında çözünebilirler.

# PETROLÜN KAYNAK KAYASI

Şekil-3 de petrollü bir kaynak kaya şeyli görülmektedir. Genel bir tanım olarak, **ideal bir kaynak kayanın ince dokulu, koyu renkli, pirit ve organik maddece zengin planktonik bir faunaya sahip olması gerekir.** Anakaya, ince taneli sedimanlardan oluşmaktadır. Buna göre killi sedimanlar (**kil, marn ve şeyli**) ve **mikritik kireçtaşları gözenekliliği çok düşük olduğu için petrol anakayası olarak düşünülebilir.** Bu kayalar içinde biriken ve toplanan organik maddeler petrolün ana bileşenini oluşturur.

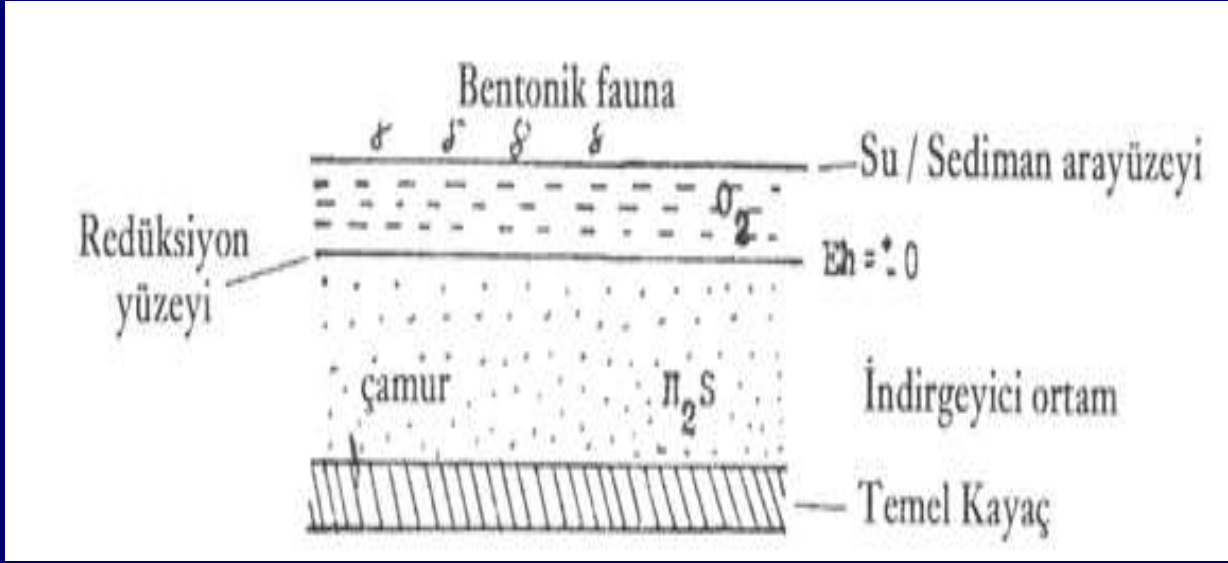


# PETROLÜN KAYNAK KAYASI

Şekil-4 petrollü bir karot örneği görülmektedir. Anakaya yerin derinliklerinden sondaj yapılarak silindirik şekilde karot örnekleri çıkarılarak belirlenir. Karot, yer altında bulunan formasyonlar hakkında bilgi edinmek üzere geliştirilen özel delici uçlar yardımı ile sondaj yapılırken doğal formasyondan kesilerek alınan numunedir.



# PETROLÜN KAYNAK KAYASI



Şekil-5 te Petrolün ana kayasında biriken organik maddelerin oksijensiz ortamda çökmesi gerekir. S bakterileri etkisiyle bozunması ve  $H_2S$  etkisiyle olgunlaşması gerekir. Daha sonra petrol olduğu yerde kalmaz, gözenekli ortamlara doğru hareket eder. Bunun sonucunda petrol yatakları oluşur. Petrol yatakları uzun jeolojik zamanlar boyunca çökmeye meyilli ve kalın sedimanların biriktiği ortamlarda gerçekleşir.

# KAYNAK KAYAYA ETKİYEN KRİTERLER

1. Organik madde ve toplam organik madde miktarı
2. Hidrokarbon miktarı
3. Hafif hidrokarbon varlığı

# KAYNAK KAYAYA ETKİYEN KRİTERLER

## 1. Organik madde ve toplam organik karbon miktarı( TOM VE TOC):

Bir kayadaki organik madde miktarı ve cinsi, anakaya potansiyeli hakkında fikir verir. Bütün tortul kayalardaki organik madde kaya kütlelerinin ortalama % 2' sini teşkil eder. Hapsedilmiş ham petrol miktarı ise ortalama % 1,25. 10(-6) civarındadır. Bu demektir ki; % 2'lik organik maddeden bu kadar petrol oluşabilir. A.B.D' de yapılan bir incelemeye göre şeyllerdeki organik madde miktarı % 5' e kadar çıkabilmektedir. Rusya' da yapılan bir araştırmaya göre Rus platformunda Devoniyen yaşlı şeyllerde % 2,25 organik madde belirlenmiştir. Bu nedenle, şeylli ana kayalarda organik madde için % 1 ve organik karbon için ise % 0.5 değerlerini en düşük limit olarak belirlemiştir.



# KAYNAK KAYAYI ETKİYEN KRİTERLER

Şekil-7 de genel hidrokarbon oluşumu gösterilmektedir. Bunun için organik maddenin, kayanın yaşına bağlı olarak belirli bir minimum sıcaklığa kadar ısınması gerektiğine inanılmaktadır. Eğer ekstrak edilen normal parafinler tek sayı çoğunluğu gösterirlerse kayanın kafi derecede ısınmadığı sonucuna varılır.



# KAYNAK KAYAYA ETKİYEN KRİTERLER

**2.Hidrokarbon miktarı:** Hunt ve meinert(1954) çalışmaları neticesinde şu sonuca varmışlardır.

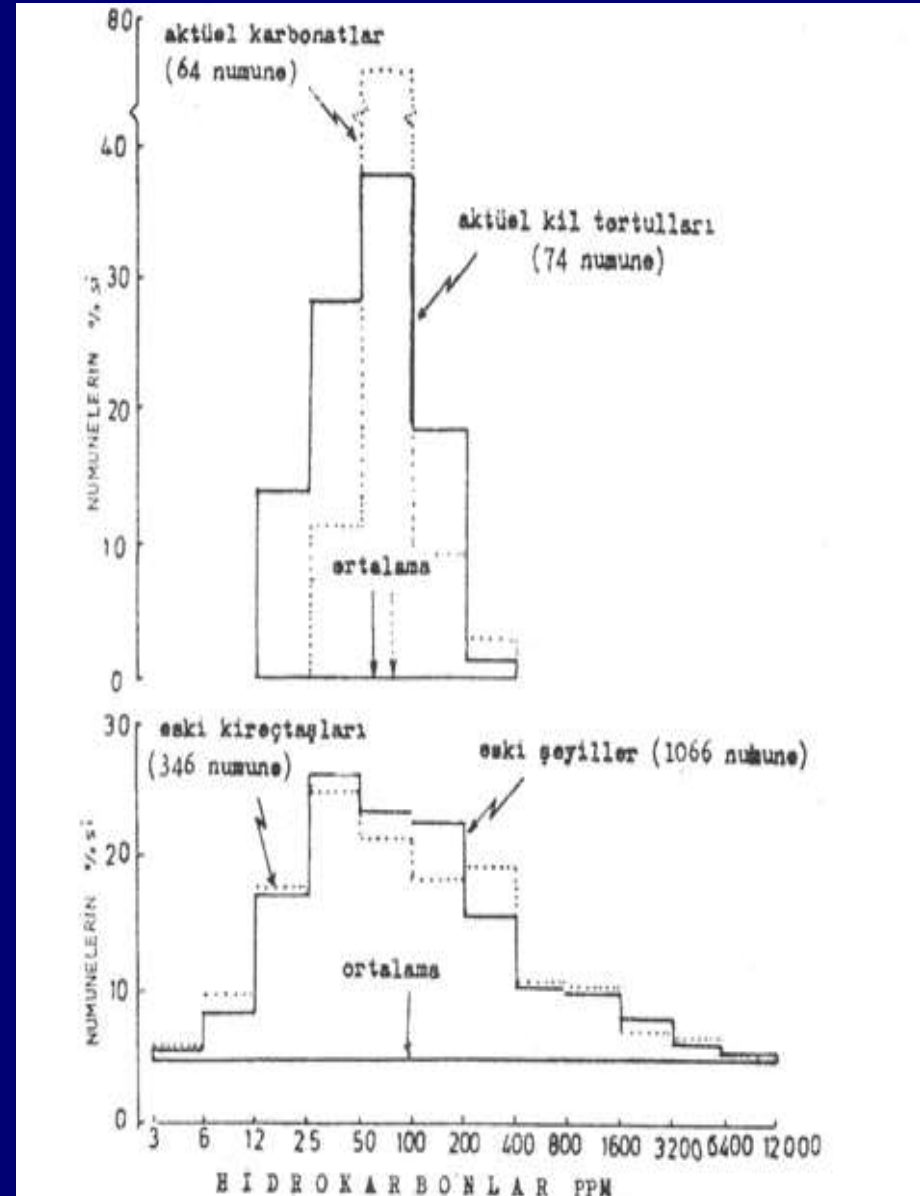
- Ağırlığına göre, 130 ppm den fazla hidrokarbona sahip şeyler iyi,
- Ağırlığına göre 40 ppm den az hidrokarbona sahip şeyler kötü kaynak kaya şeklinde yorumlamışlardır.

Fakat Philipi' in 1957 yılında yaptığı çalışma sonucu 500 ppm den fazla hidrokarbon ihtiva eden sedimanların iyi bir ana kaya, 500 ppm den az ihtiva edenlerinde ekonomik olmayan ana kaya potansiyeline sahip olacağı görüşündedir.



# KAYNAK KAYAYA ETKİYEN KRİTERLER

Şekil-8 de Gehman hem eski hem de aktüel kireçtaşı ve şeyllerde yaptığı analizlerde alınabilir hidrokarbon ortalama miktarının birbirine yakın 100 ppm civarında olduğu sonucuna varmıştır.



# KAYNAK KAYAYA ETKİYEN KRİTERLER

## 3.Hafif Hidrokarbonlar:

İdeal bir ana kaya için üçüncü kriter de hafif hidrokarbonların (örneğin benzen  $C_6 H_6$ ) varlığıdır.

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Şekil-10 da petrolü bir karot örneği

- Organik maddenin tipi
- Organik maddenin miktarı
- Organik maddenin olgunluk derecesi
- Organik petrografik analizler
- Organik jeokimyasal analizler
- Kaynak kaya değerlendirmesinde
- Önemli parametrelerdir.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

**1.Organik maddenin tipi:** odunumsu organik madde ekseriyetle gaz oluşturur. Bunun yanında odunumsu olmayan organik madde, siyah ve bitki kalıntılı ise petrol ve gaz oluşturur. Alglerden oluşan organik madde ise, genellikle petrol oluşturur.

**2.Organik maddenin miktarı:** tüm organik karbon miktarı(TOC); kayanın organik maddece zenginliğinin bir ölçüsüdür.

Karbon tercih indisi(KTI); normal parafinlerin tek-çift karbon sayısına oranıdır. Genç olgunlaşmamış kaynak kayalarda değer yüksek, ham petrol de ise 1' e yakındır. KTI değeri bire yakın kayaç ise iyi bir kaynak kaya olabilir.

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## 3.Organik Maddenin olgunluk derecesi;

Karbon serisi kerojen ısıtıldığında kömürleşir ve sonunda grafitte dönüşür. Fosil polen tanelerinin (Palinomorf) koyulaşma dereceleri (SCI parametresi) ölçülür. Bu oluşum kaynak kayanın olgunluğu hakkında bilgi verir.

Kil minerallerinin billurlaşması; illit kil minerali yeniden billurlaşırsa bu organik metamorfizmanın son safhasını gösterir.

Olgunlaşma indisi

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Şekil-11 de hidrokarbon oluşumu gösterilmektedir. Kömür taneciklerinde de yer alan vitrinit maseralinin yansıtma değerlerinin R % ölçülmeside de ile kaynak kayanın olgunluk safhası bulunabilir. Petrol oluşumu vitrinit yansıma değerinin 0,5 ile 1,2 veya 1,3 arasında değişmektedir.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## 4. Organik petrografik analizler:

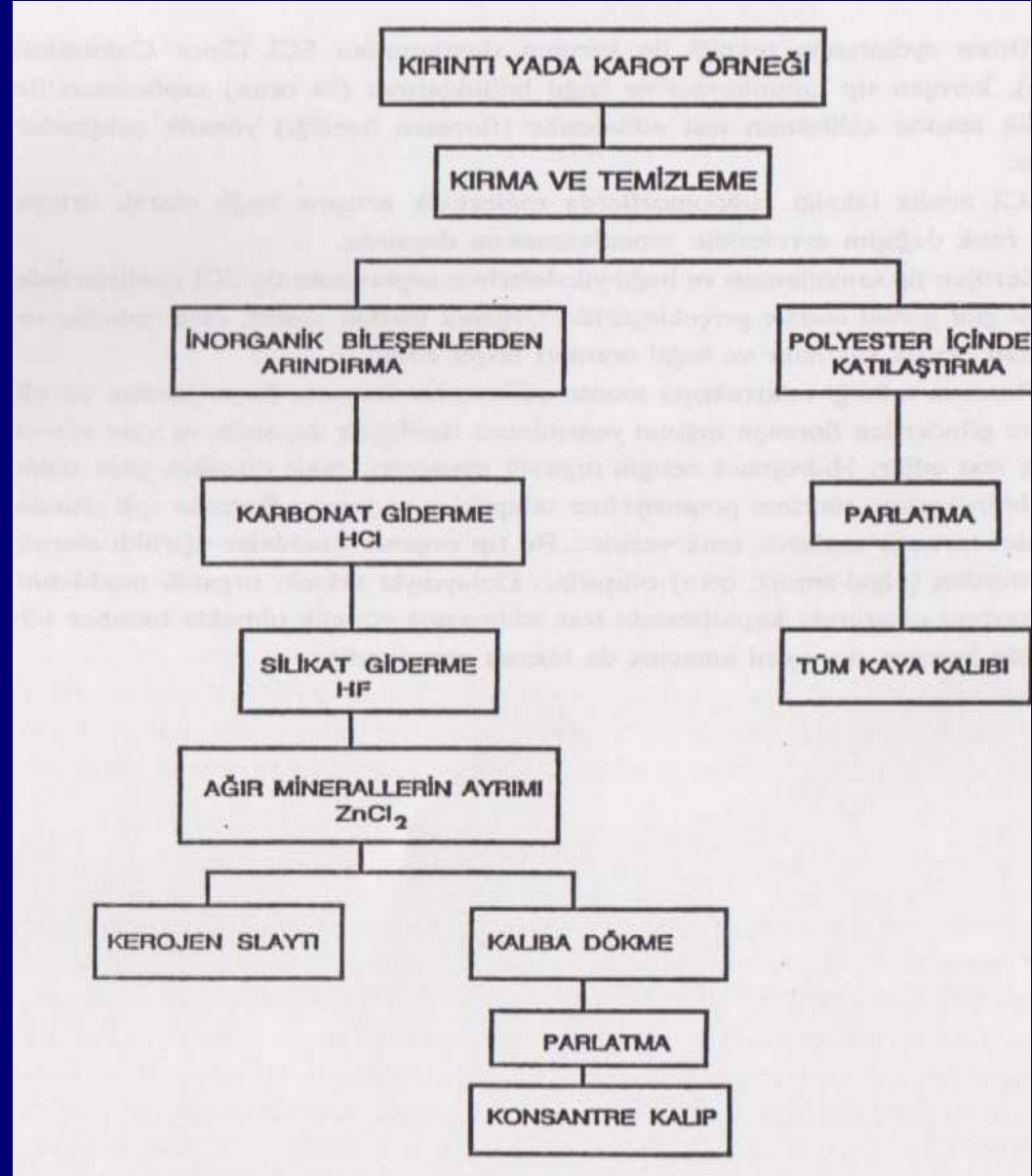
- Üstten aydınlatma yöntemi
- Vitrinit ölçümü
- Maseral ölçümü
- Altan aydınlatma yöntemi
- SCI( Spor Renk İndisi) ölçümü
- Flüoresans yöntemi



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## 1. Organik petrografik analizler

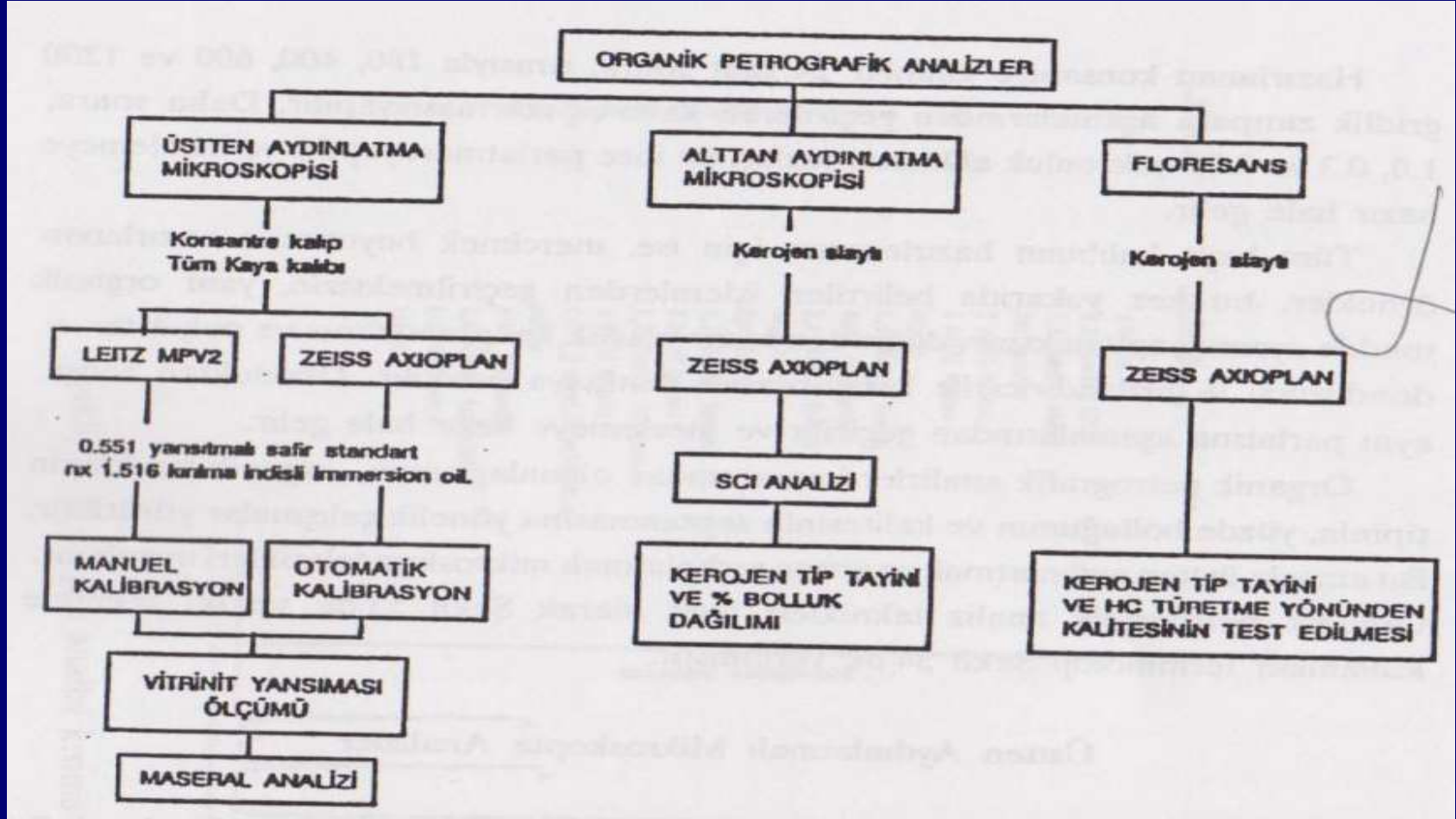
Şekil-12 de organik petrografik analizler için uygulanan akım şeması





# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Şekil-13 Organik Petrografik Analiz Teknikleri



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## ORGANİK PETROGRAFİK ANALİZLERDE NUMUNE HAZIRLAMA

Kırma ve temizleme işleminde laboratuvara gelen kırıntı yada karot örnekleri şeyl için 25-30 gr, karbonatlı kayalar için gr kadar alınarak mercimek boyutunda olacak şekilde kırılır ve analiz için metal parçacıkları, petrol bulaşığı, saman vs. gibi maddelerde temizlenir.

İnorganik bileşenlerinden ayırma işleminde iki aşamalı asitleme yapılır:

1. HCl asit ile karbonatların giderilmesi
2. HF asit ile silikatların giderilmesi.

Karbonat ve silikatlarından ayrılan örnek ağır minerallerin ayırımı için özgül ağırlığı 2-2,5 arasında olan  $ZnCl_2$  çözeltisi ile karıştırılarak cam tübe alınır ve 3000 devirde 2 dk. Santrifüj edilir. Bu işlemde sonra organik madde tüm inorganik bileşenlerinden ayrılmıştır.

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## ORGANİK PETROGRAFİK ANALİZLERDE NUMUNE HAZIRLAMA

Ayrılan organik madde önce alkol sonra da su ile yıkanarak temizlenir ve yarısı lama dökülür.Kalan yarısı da konsantre kalıp hazırlamak için ayrılır.Lam, ısıtıcı tablada 1 damla “cellosize“ eklenerek yaklaşık 2 saat süre ile kurumaya bırakılır.Kuruduktan sonra “ elvacite“ çözültisi ile lamel yapıştırılarak üzeri kapatılır ve 12 saat daha ısıtıcı tablada bırakılır.Bu sürenin sonunda slayt temizlenir, kodlanır ve incelenmeye hazır hale getirilir.Kalıp için organik madde örneği 50 °C deki fırında kurumaya bırakılır.Hazırlanan kalıplar 1, 0.3 ve 0.05 mikronluk alümina tozları ile ince parlatması yapılır ve incelemeye hazır hale gelir.

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## Üstten aydınlatmalı mikroskop:

Ölçümlerden önce yansıması 0.551 olan safir standart kullanılarak kalibrasyon yapılır. Kalibrasyon ve ölçüm işlemleri kırılma indisi 1.516 olan immersion oil kullanılarak yapılır. Çalışmalarda kullanılan teknik, vitrinit grubu maserallerin ısı/derinlik artışına bağlı olarak artan oranlarda ışığı yansıtması özelliğine dayanılır. Örnek üzerine gönderilen ışık demeti, olgunlaşma düzeyinin bir fonksiyonu olarak değişik oranlarda yansıtılır. Şekil-14 üstten aydınlatmalı mikroskop( mta)





# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Üstten aydınlatmalı mikroskop:  
Şekil-15 de renk ölçüm cihazı ve kalibrasyon aleti gösterilmektedir. Yansımanın oranı mikroskoba bağlı elektronik sistemden dijital olarak okunur. Aynı bir örnekte yansımanın lipitten vitrinite ve son olarak da intertinite doğru artar. Liptinit grubu maseraller en düşük yansıtmaya sahip, koyu renkli morfolojileri ile ayırtlanabilirler. Vitrinitler gri tonlarda, köşeli-yarı köşeli şekilli ve ortaç yansıtmaya sahip maserallerdir. İnterit grubu ise parlak sarımsı ve yüksek yansıtmalıdır.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## Alttan aydınlatmalı mikroskop:

Şekil-16 da alttan aydınlatmalı mikroskop gösterilmektedir. Bu teknik ile kerojen slaytlarından SCI (Spor Renk İndisi), kerojen tip tanımlaması ve bağıl bolluklarının % oran olarak saptanması ile organik maddenin kalitesinin test edilmesine ( floresans özelliği) yönelik çalışmalar yapılır.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Şekil-17 de kerojen tiplerinin alttan ve üstten aydınlatmalı teknikler ile genel sınıflamasında kullanılan terminoloji

ORTAM	ALTAN AYDINLATMA MİKROSKOPİSİ	ÜSTTEN AYDINLATMA MİKROSKOPİSİ		GENEL SINIFLAMA
SUCUL	ALGAL	LİPTİNİT	ALGİNİT	TİP I
	AMORF		EKSİNİT	
KARASAL	OTSU		SPORİNİT	TİP II
	ODUNSU		VİTRİNİT	TİP III
	KÖMÜRSÜ		İNERTİNİT	TİP IV

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

**Vitrinit yansıması analizi:** vitrinit grubu maserallerin gömülme artışına bağlı olarak artan oranlarda ışığı yansıtması özelliğine dayanır. Işık yansımasının artma sebebi vitrinit maseralinin ısı artışına paralel olarak aromatik yapılarının artması ve düzenlenmesi ile bağlantılıdır. Olgunlaşma analizleri için her 100 metrede bir örnek alınması gerekir.

Vitrinit yansıması değerlerinin temsil ettiği olgunlaşma aralıkları aşağıda sunulmuştur.

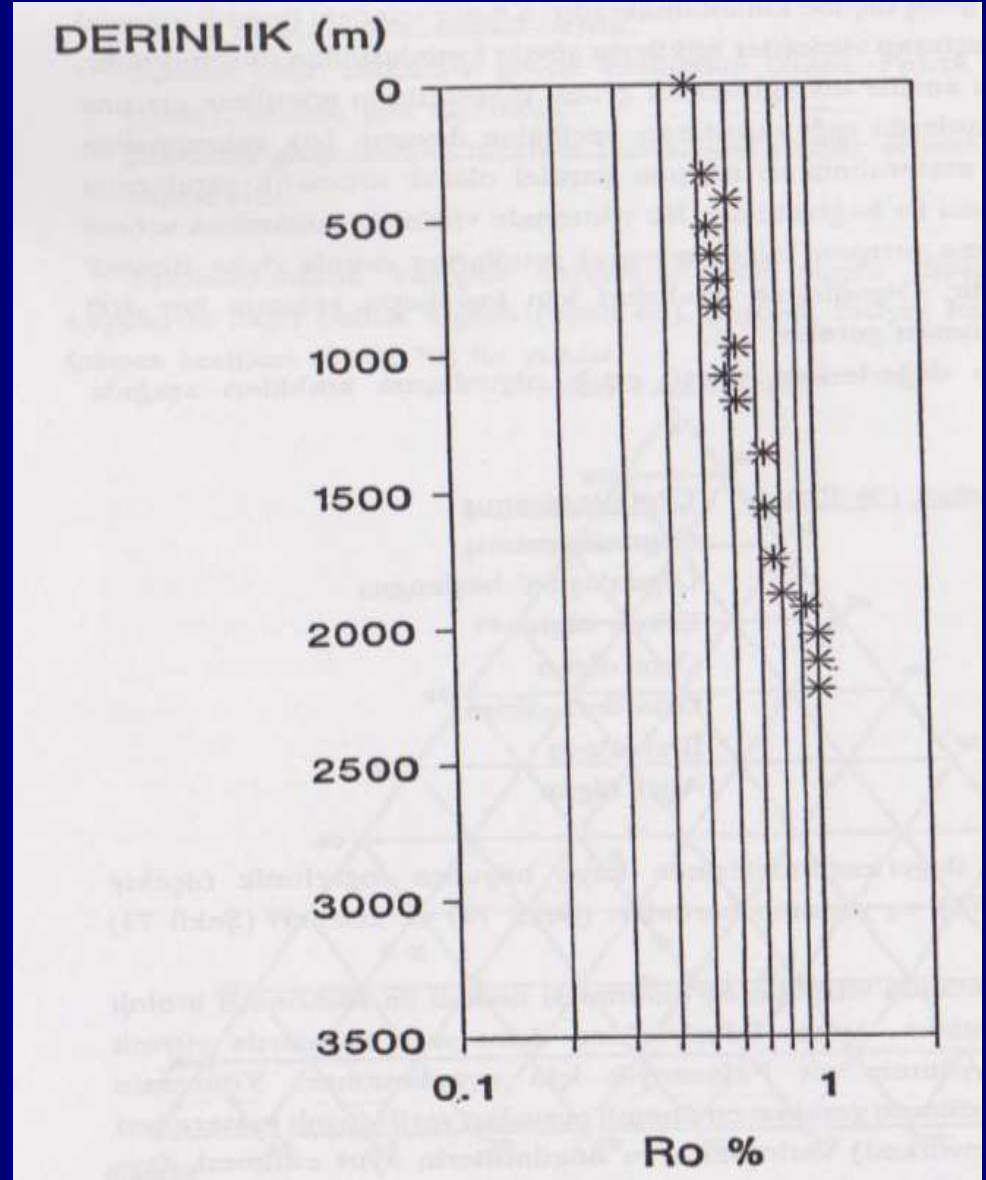
vitrinit yansıması	Olgunlaşma özelliği
< 0.45	olgunlaşmamış
0.45-0.5	olgunlaşma başlangıcı
0.5-0.6	Erken olgun
0.6-0.7	Orta olgun
0.7-1	Orta-ileri olgun
1-1.2	İleri olgun
> 1.2	Aşırı olgunlaşmış



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## Vitrinit yansıması analizi:

Şekil- 18 de Boyabat-3 kuyusu( Karadeniz) vitrinit yansıması değişimi gösterilmektedir. Şekilde ki yıldızlar vitrinit yansımasının yüzde olarak belirtisidir.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

SCI (Spor Renk İndisi)

**Analizi:** Bitkilerin üreme hücrelerini oluşturan spor ve polenlerin renginin ısıya duyarlı olması yöntemin temelini oluşturur.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## SCI( Spor Renk İndisi) Analizi:

Doğal renkleri açık sarı olan bu organik maddeler artan ısı karşısında turuncu, kırmızı, kahverengi ve siyah renklere sahip olurlar.Sarı ile siyah arasında değişen renk tonları 10' luk bir skalada tanımlanmaktadır. Bu renkler ve karşılık gelen olgunlaşma seviyeleri aşağıda sunulmuştur:

SCI	RENK	OLGUNLAŞMASI
2-3	Sarı	Olgunlaşmamış
4	Koyu Sarı	Olgunlaşmamış
5	Sarı-Turuncu	Olgunlaşma Başlangıcı
6	Turuncu	Olgun
6.5	Turuncu-Kırmızı	Orta Olgun
7	Açık Kahve	İler Olgun
7.5-8	Kahve-Koyu Kahve	Aşırı Olgun
9-10	Koyu Kahve-Siyah	Aşırı Olgun

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

SCI (Spor Renk İndisi)

**Analizi:** Şekil-21 de gösterilen HCl asit ile karbonatlar giderilir. Şekil-22 de çeker ocak sistemi ile ortamdaki asit buharı çekilir.





# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

**SCI( Spor Renk İndisi) Analizi:**  
Şekil-23 de gösterilen santrifirüj aletine HCl asit konur.Daha sonra Şekil-24 de gösterilen çinko klorür asit ile ağır mineraller çöktürülür.Çöktükten sonra üstteki hafif organik kısım pipetle çekilir.Çekilen bu numune temiz bir cam tüpe konulur ve arkasından alkolle yıkanır.Daha sonra mikroskoba bakılarak renk uygunluğu varsa lamellere dökülür.Renk uygunluğu çok koyu ise asitle rengi açılmaya çalışılır.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## SCI( Spor Renk İndisi) Analizi:

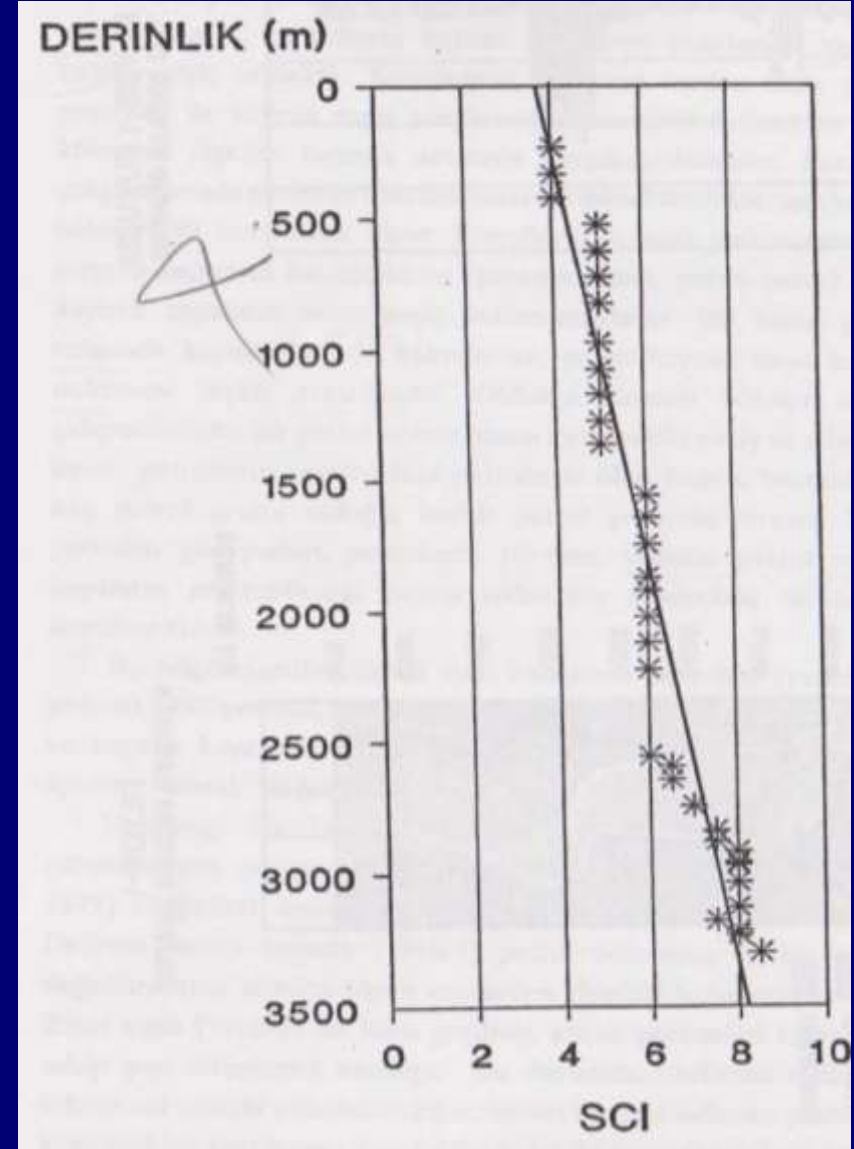
Şekil-25 de gösterilen ocak sisteminin üzerine hazırlanmış slaytlar konulur. Daha sonra şekil-26 da gösterilen vitrinit kaplara konulur. Bunun nedeni ise vitrinit yansıması ile organik maddenin tipine bakılır. Şekilde gösterilen deliklere organik malzeme epoksi ile birlikte konulur. Bu delikler sertleşmiş plastikler olmalıdır.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## SCI( Spor Renk İndisi) Analizi:

Şekil-27 Karadeniz Bölgesi Boyabat-4 Kuyusuna ait SCI değişim grafiğidir. Kısacası: SCI analiz tekniği palinomorflarda ısı/derinlik artışına bağlı olarak ortaya çıkan renk değişim evrelerinin tanımlanmasına dayalıdır.



PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ

ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER

1. **Piroliz analizi( Rock Eval analizi):** kaynak kayalardaki organik maddenin tür ve evriminin belirlenmesini sağlar.Bu analiz ile numuneler özel bir ısı programı altında, oksijensiz bir ortamda piroliz yapılmaktadır.( tissot ve Welte, 1978) Bu analizde ısıtılan organik maddeden çıkan hidrokarbonlar saptanır ve S1, S2 pikleri olarak kayıt edilir.

S1: bu piki kaya içerisindeki serbest hidrokarbonları

S2: bu pik ise kerojenin parçalanmasından ortaya çıkan hidrokarbonları temsil etmektedir.Bu işlem sırasında ayrıca S2 pikinin maksimum sıcaklığı olan Tmax değeri de ölçülür.

S3: deney esnasında çıkan CO2 miktarı

S1 +S2: Jenetik potansiyel (Toplam Hidrokarbon miktarı)

HI: Hidrojen İndeksi

OI: Oksijen indeksi

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER

Piroliz analizinde kullanılan simgeler verildikten sonra organik maddenin türü ve evrimi hakkında yorum yapabilmek için aşağıdaki formüllerden yararlanılır:

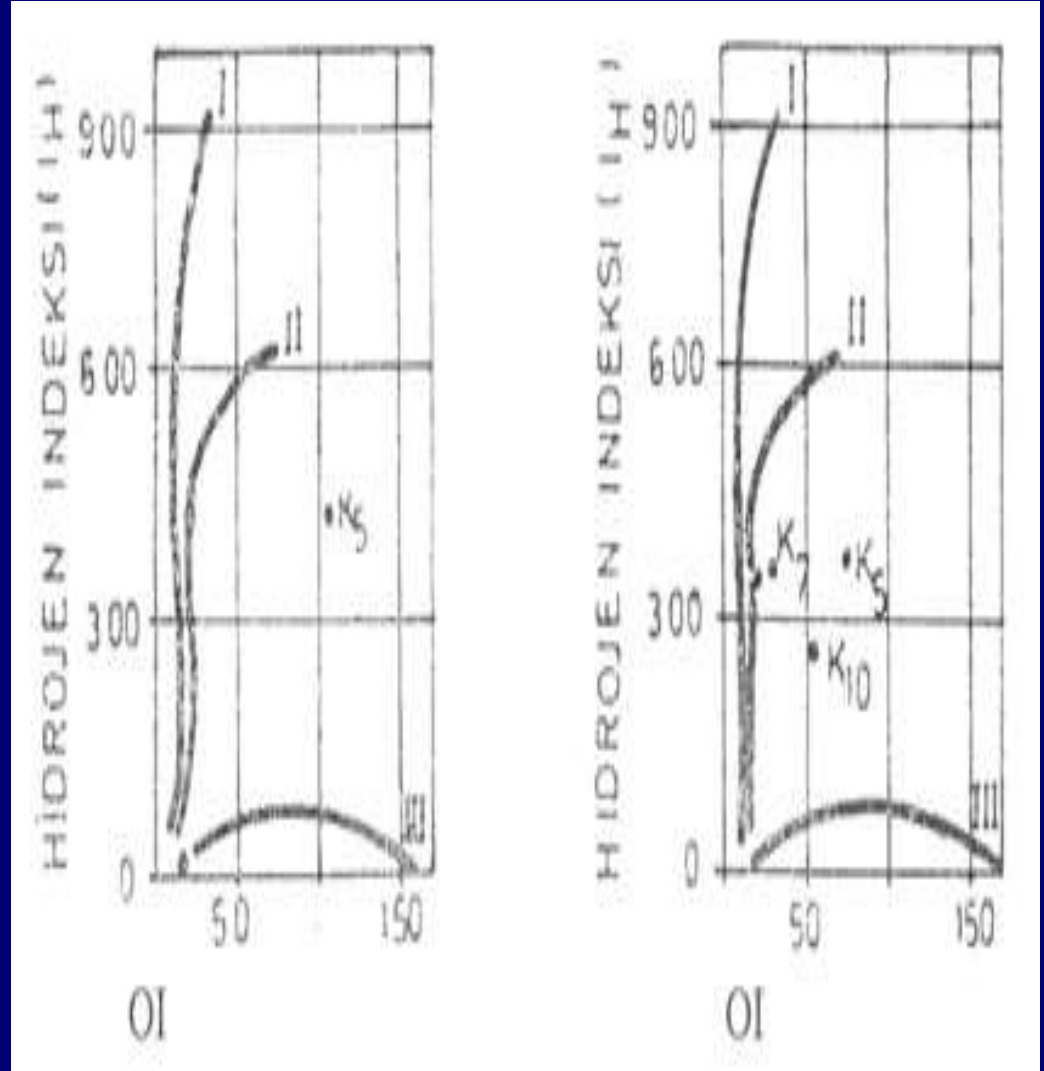
Hidrojen İndeksi (HI):  $S2/TOC(C_{org})\%$

Oksijen İndeksi(OI) :  $S3/TOC( C_{org})\%$

Üretim İndeksi :  $S1/S1+S2$

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

**Piroliz analizi:** Şekil-28 (van krevelen diyagramları) kerojen tipleri ve hidrojen – oksijen indeksleri gösterilmiştir. Kaynak kayanın tipinin belirlenmesinde kerojen tiplerinin önemi çok büyüktür. Bunların kökenleri farklıdır. Bu kerojen tiplerine göre petrol ve gaz oluşturma potansiyellerine göre kaynak kaya değerlendirilir.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## Piroliz analizi:

Bu analizinde S1 değeri, jenetik potansiyelin derhal hidrokarbonlara dönüşebilen miktarlarını, S2 ise jenetik potansiyelin kerojenin ısısal kırılması sonucu ortaya çıkan hidrokarbon miktarını gösterir.

Jenetik Potansiyel: ( S1 + S2) bir ton kaynak kayada kilogram hidrokarbon cinsinden ifadesine kaynak kaya potansiyeli denir. Bir kaynak kayanın jenetik potansiyeli denir. Bir kaynak kayanın jenetik potansiyeli Welte ve Tissot(1978) a şöyledir:

$S1+S2 < 2$  kg/ton; petrol anakaysı olamaz, nadiren doğal gaz kaynak kayasıdır.

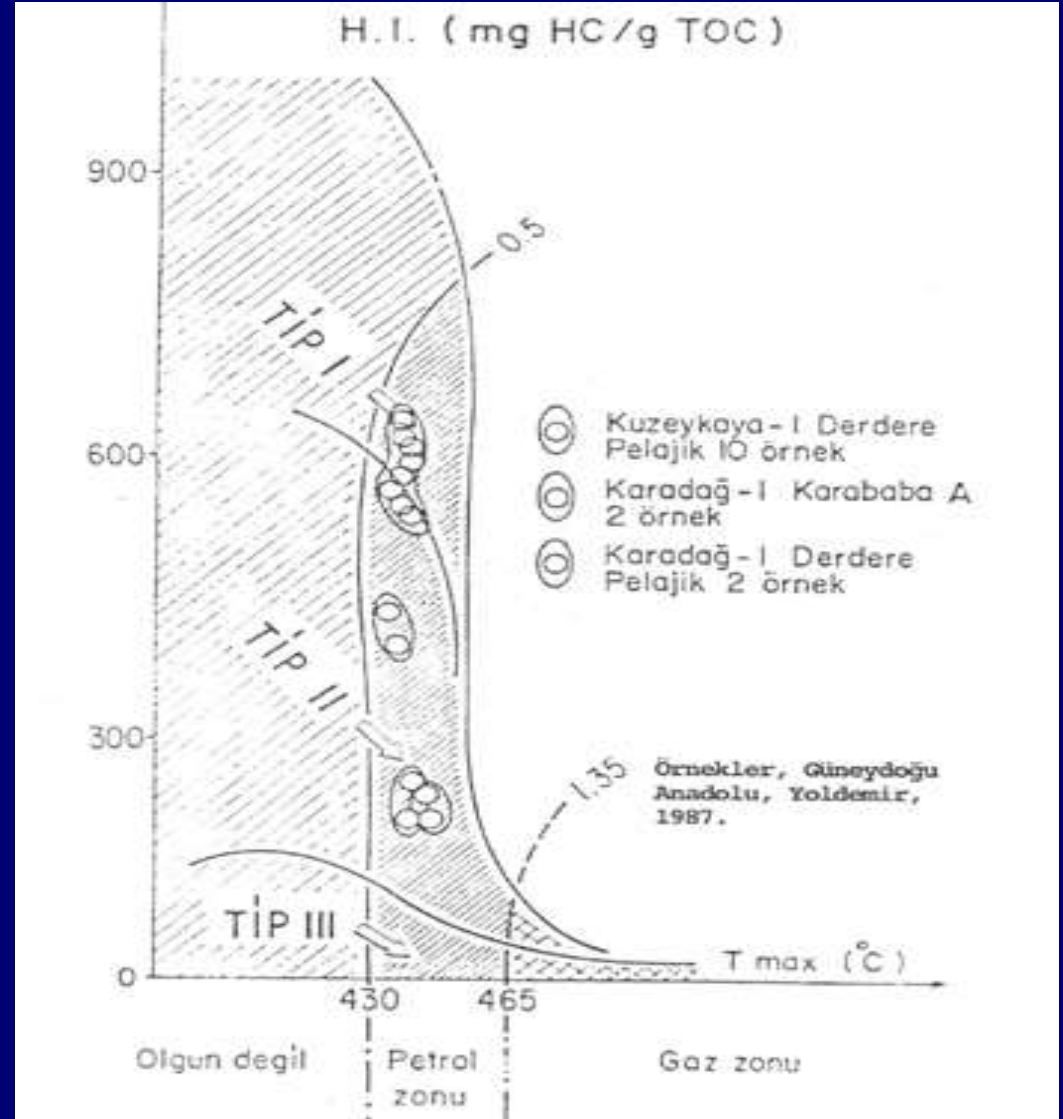
$S1+S2 > 6$  kg/ton: iyi derecede potansiyele sahip kaynak kaya.

$S1+S2 = 2-6$  kg/ton: orta derecede potansiyele sahip kaynak kaya

# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLEMSİ

## Piroliz analizi:

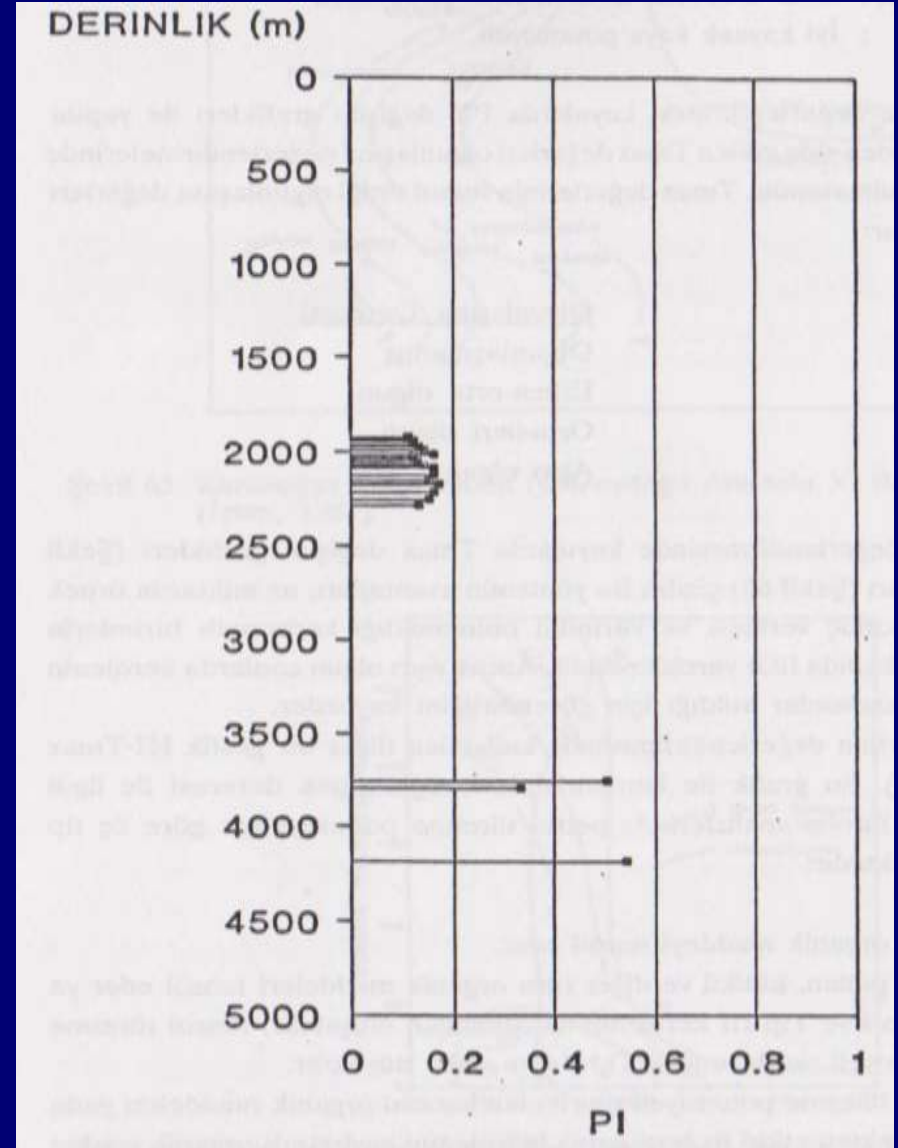
Şekil-30 da T<sub>max</sub> ve hidrojen indeksi ilişkisi ile olgunlaşma dereceleri gösterilmektedir.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## Piroliz analizi yorumu:

Şekil-31 de Filyos-1 kuyusu(Batı Karadeniz) PI değişim garfı gösterilmektedir. Üretim indeksi(PI) değeri kayanın içinde hazır halde bulunan sıvı hidrokarbon oranını göstermektedir. PI değeri, kayanın olgunlaşması ile birlikte artar.



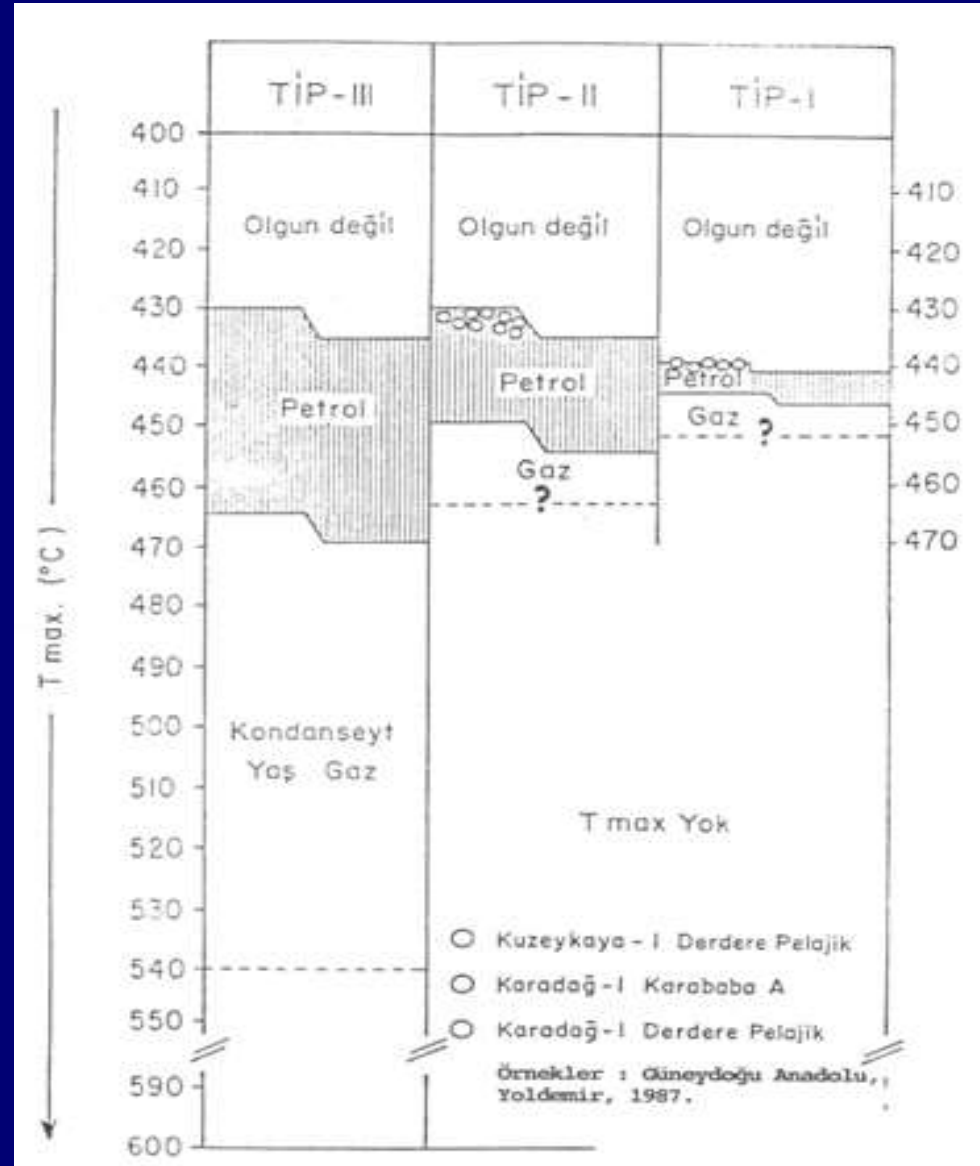


# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

## Piroliz Analizinin Yorumu:

Şekil-32 Organik madde tipleri ve hidrokarbon oluşumunun sıcaklıkla ilişkisi verilmektedir. Bundan yola çıkarak Tmax verileri elde edilir ve olgunlaşma kriterleri bulunur.

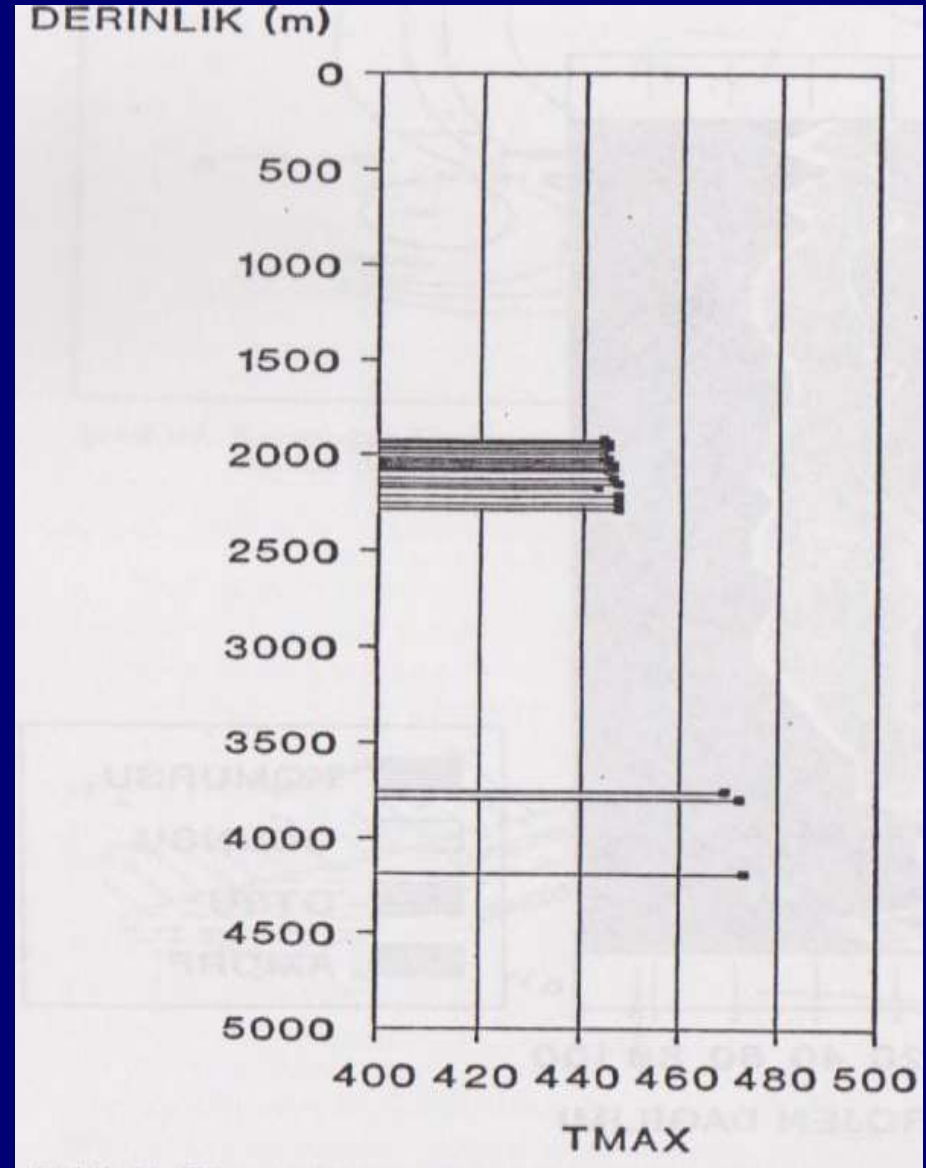
Tmax	Olgunlaşma
<435	Olgunlaşmamış
435-445	Olgun-orta olgun
445-460	Orta-ileri olgun
>460	Aşırı olgun



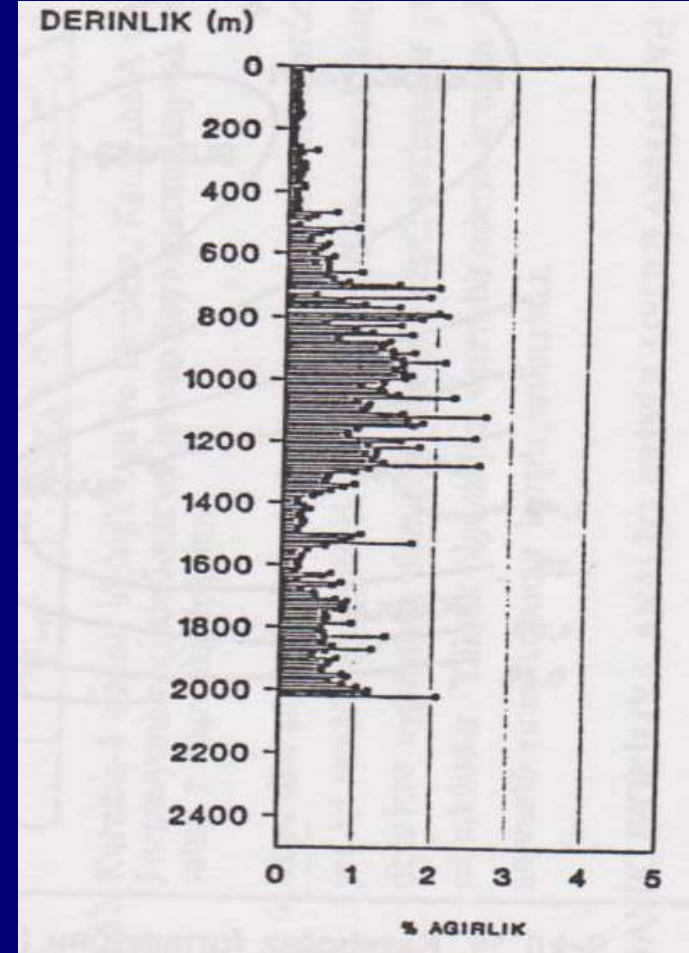
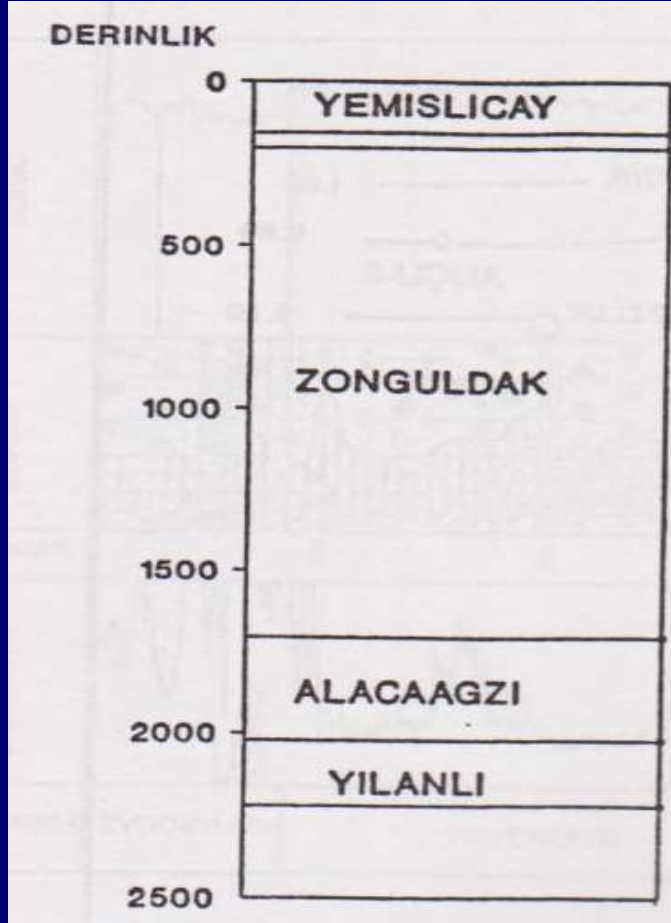
# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

**Piroliz analizinin yorumu:**

Şekil-33 de Filyos-1 kuyusu Tmax değişim grafiği gösterilmektedir. Bu yöntemin avantajları; az miktarda örnek ile kısa zamanda sonuç vermesi ve vitrinitin bulunmadığı karbonatlı birimlerin olgunluk seviyesi hakkında fikir verilebilmektedir. Ancak aşırı olgun zonlarda kerojenin içindeki tüm hidrokarbonlar atıldığı için güvenilirliğini kaybeder.



# PETROLÜN KAYNAK KAYA OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ



Şekil-34 de Amasra-1 kuyusunun formasyon sınırları gösterilirken,şekil- 35 de TOC değişim grafiği gösterilmektedir.

# OLGUNLAŞMA

Olgunlaşma, iki safhada incelenir:

1.GENÇ( Nafta veya Asfalt tabanlı)

2.OLGUN(Parafin Tabanlı)

**1.GENÇ( Nafta veya Asfalt Tabanlı):** Yüksek molekül ve düşük API ağırlıklı, düşük N ve C oranı, yüksek sülfür ve oksijen miktarı vardır. API değeri (Amerikan Petroleum Insitut) bir ağırlık ölçeğidir. API' nın yüksek değerleri, yoğunluğun düşük değerlerine karşı gelir. API' nın düşük değerleri de yoğunluğun yüksek olduğunu gösterir. Buna benzer Avrupa' da başka bir ölçek kullanılır.Bu bouma derecesidir.Her iki ölçekte özgül ağırlıkla ilişkilidir.

**2.OLGUN(Parafin Tabanlı):** Hafif moleküllerce zengindir. Sedimanlar içinde dağılmış organik madde artan ısı ve basınç etkisiyle bileşimde değişikliklere maruz kalır.Buna göre olgun ve organik metamorfizma safhaları ayırt edilmiştir. Bu ayırt edilen safhalarda artan derinlik, sıcaklık ve basıncın rolü büyüktür.Bu koşullara göre de organik maddenin davranışları farklı olmuştur ve çeşitli safhalarda hidrokarbonlar şekil-7 de gösterilmiştir.

# OLGUNLAŞMA

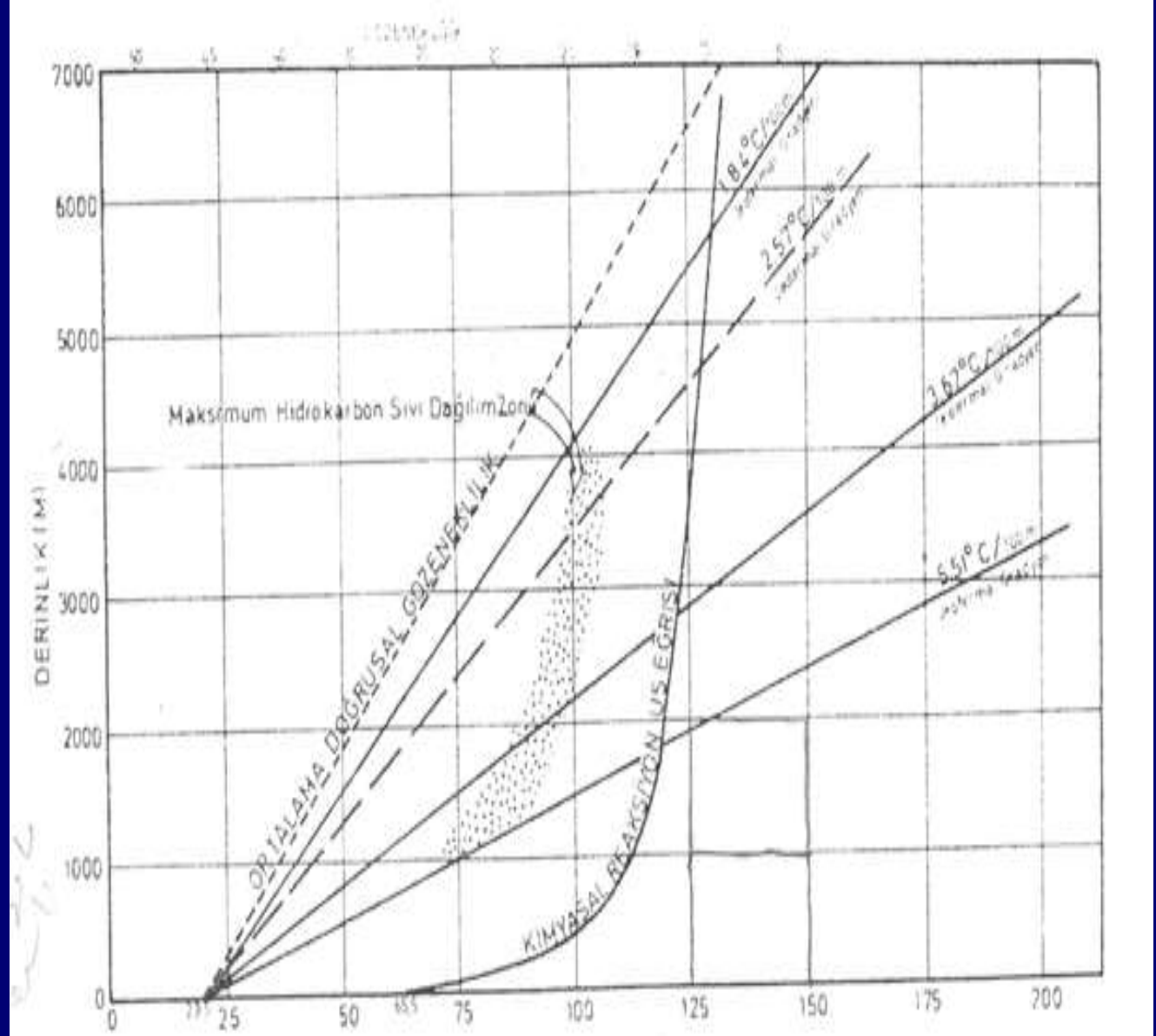
Isının olgunlaŐmadaki etkisi, hidrokarbon oluŐumunda hidrokarbonlardaki n-parafinlerin dağılmasıyla ham petrol ve ana kayadaki farklılaŐmayı gosterir. Bazı araştırmacılar bunun üzerine birŐok araştırmalar yapmıŐtır;

**Jeotermal Gradyan;** ısısal enerji, dűnyanın merkezinden yűzeye doğru kayaların özelliklerine bağlı olarak ısı akımına dűnŐür. Bu derinlikle ısıнын artışını gosterir. Jeotermal Gradyan 33 m de yer ısısının bir 0C artmasıdır.



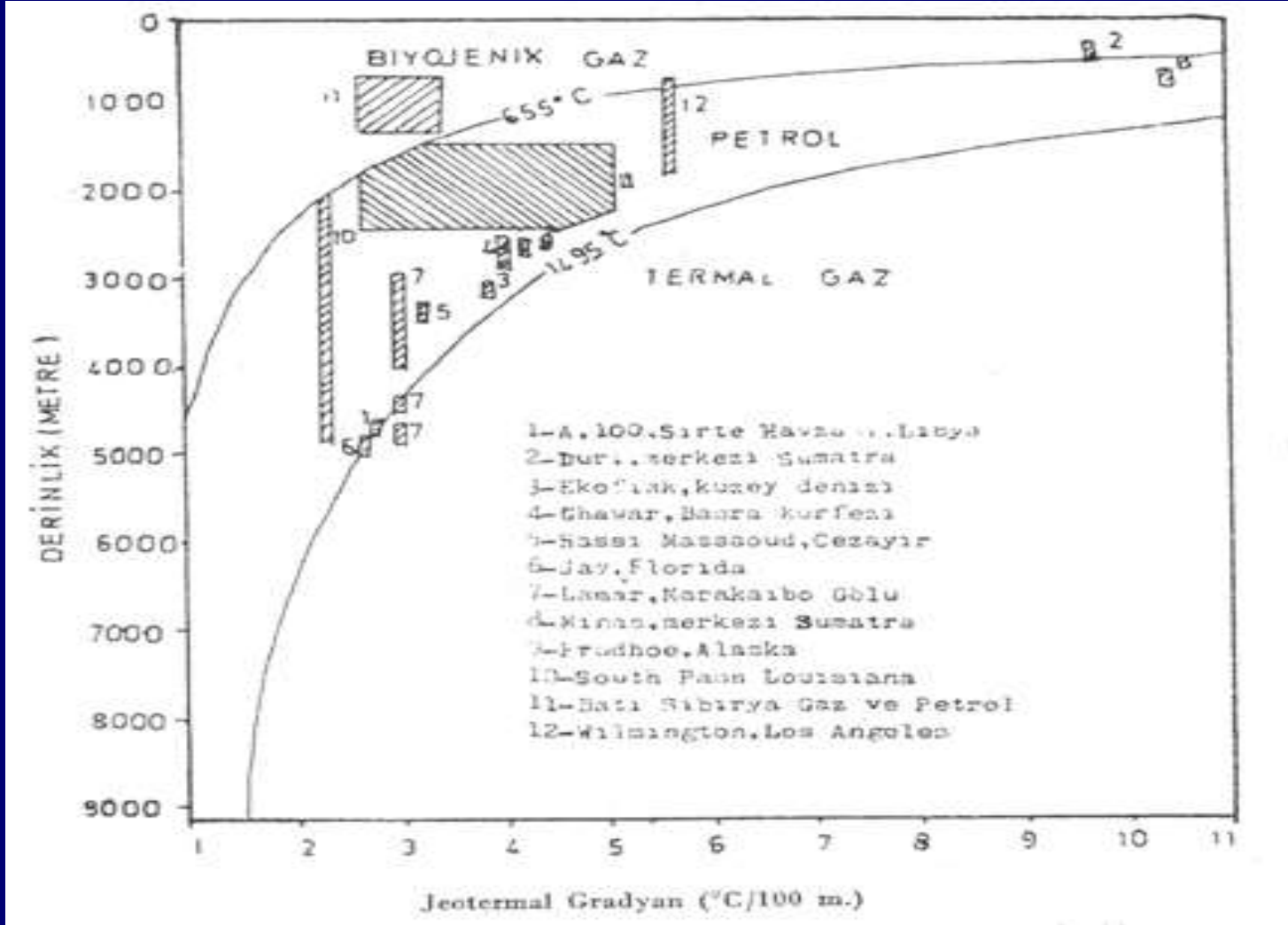
# OLGUNLAŞMA

Şekil-37 de bir petrol kaynak kayası içinde organik maddenin derinlik / jeotermal gradyan ilişkileri ve petrol oluşumu da belirlenmiştir.





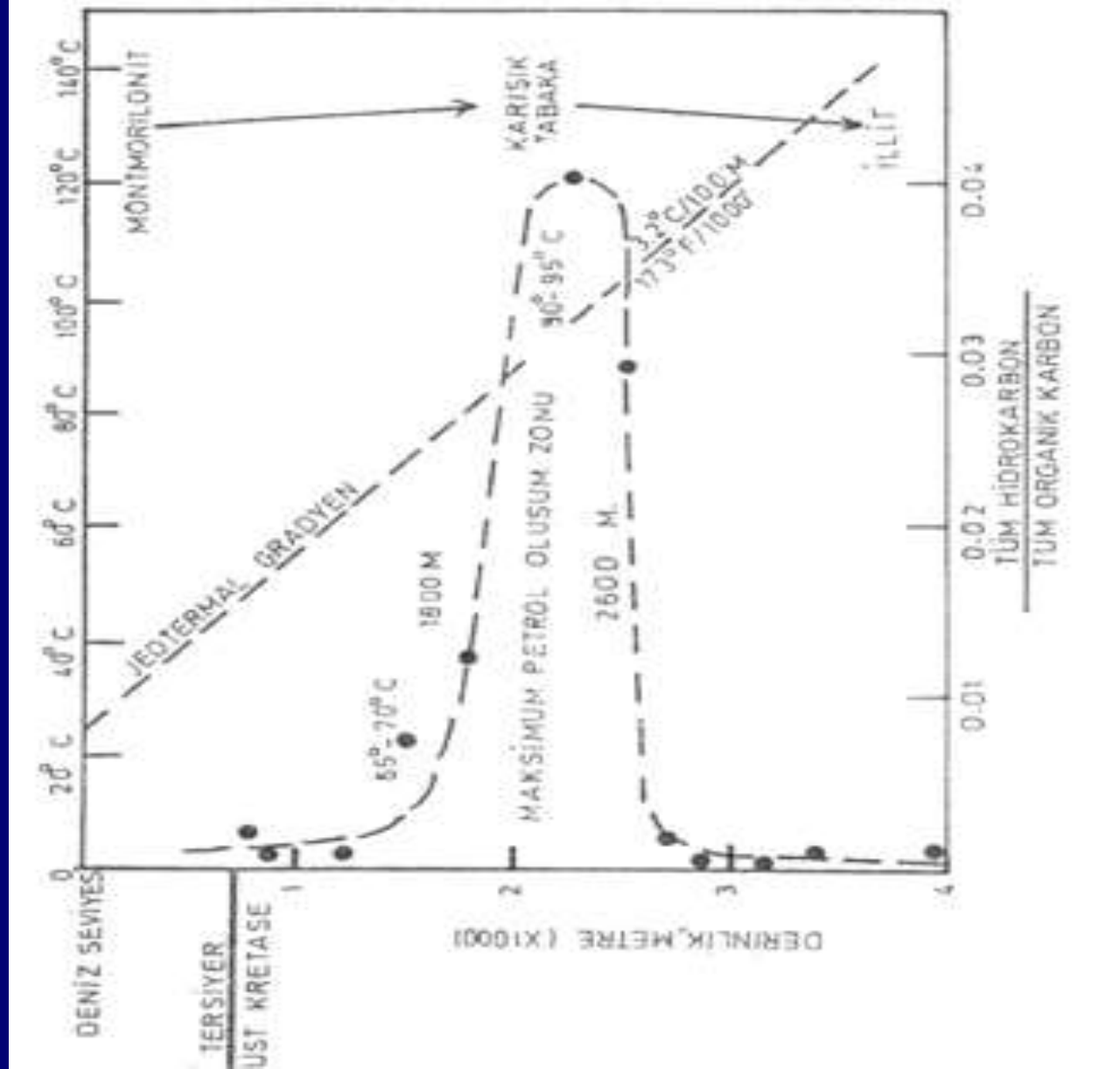
# OLGUNLAŞMA



Şekil-38 de sıvı penceresi kavramı gösterilmektedir.( Pusey, 1973) Genel olarak petrol oluşumunun  $65^{\circ}\text{C}$  den  $149^{\circ}\text{C}$ ' e kadar devam ettiği görülür.

# OLGUNLAŞMA

Şekil-39 da petrol oluşumu- Kamerun Batı Afrika Tersiyer ve üst Kretase Davla Havzası



# KAYNAK KAYANIN JEOKİMYASAL KOŞULLARI

Petrol kaynak kayasının hangi ortamlarda çökeldiğini anlayabilmek için bir takım analizlere ihtiyaç vardır. Bu analizlere göre çökeltme ortamının indirgeyici, zayıf asidik, nötr veya alkali olduğu belirlenebilir. Bunun için o ortamın kimyasal denge koşullarını ve minerallerle olan ilişkisini anlamak gerekir. Kimyasal dengeler ve mineral duraylılığına etkili olan faktörler ise sıcaklık, basınç ile ortamın redoks potansiyeli ve asidlik derecesidir.

**Redoks potansiyeli**, redüksiyon ve oksidasyon potansiyeli anlamına gelir. Bu potansiyel bir ortamda indirgeyici veya oksitleyici koşulları tayin eder.

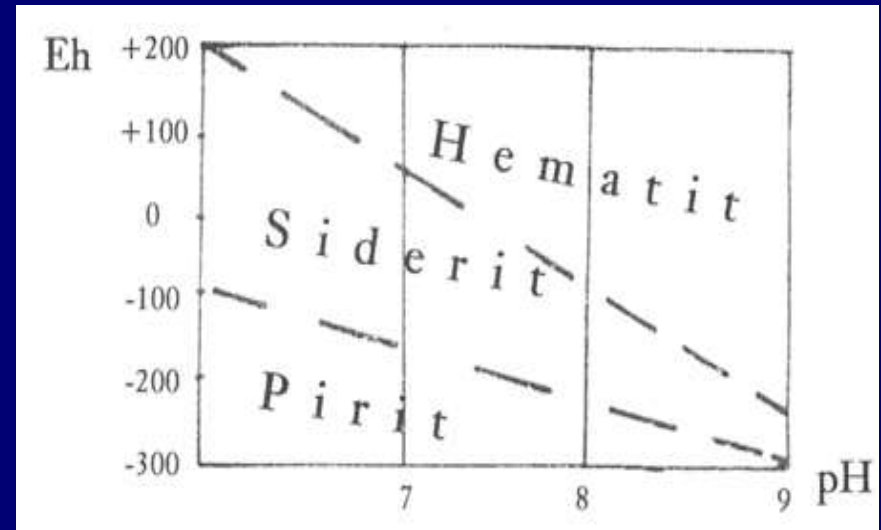
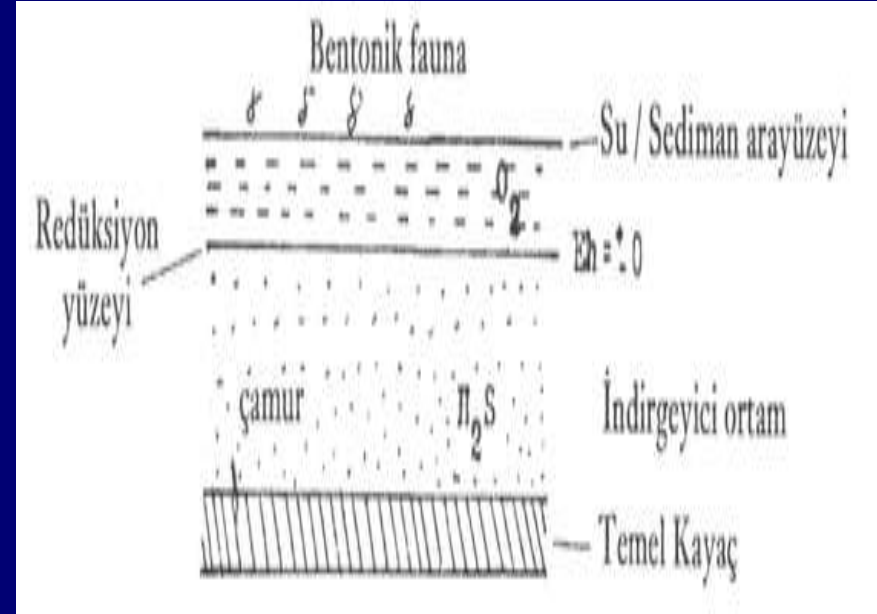
Negatif redoks potansiyeli (Eh<sup>-</sup>): indirgeyici ortamı

Pozitif redoks potansiyeli (Eh<sup>+</sup>) : oksitleyici ortamı gösterir.

**Ortamın Asidlik Derecesi:** bir ortamın asidlik veya alkalik derecesini belirtir. Bu asitlik derecesi pH ile ölçülür. Ortamdaki hidrojen iyonlarının konsantrasyonunu pH değeri gösterir. Ph değeri 7 ' den fazla ise alkali bir ortamı, 7 ' den az ise asidik bir ortamı gösterir.

# KAYNAK KAYANIN JEOKİMYASAL KOŞULLARI

Şekil-40 da bir petrol kaynak kayasının oluştuğu ortamın redoks potansiyelinin negatif ve pH değerinin de 5.5 ten daha yüksek olması gerekir. Ayrıca Krumbein ve Garrel'in yaptığı deneyler ile hematit, siderit ve piritin duraylılık alanları şekil-41 de gösterilmiştir. Normal koşullarda pirit ve biraz da siderit kaynak kaya oluşumu için uygun koşullar olarak gösterilir.



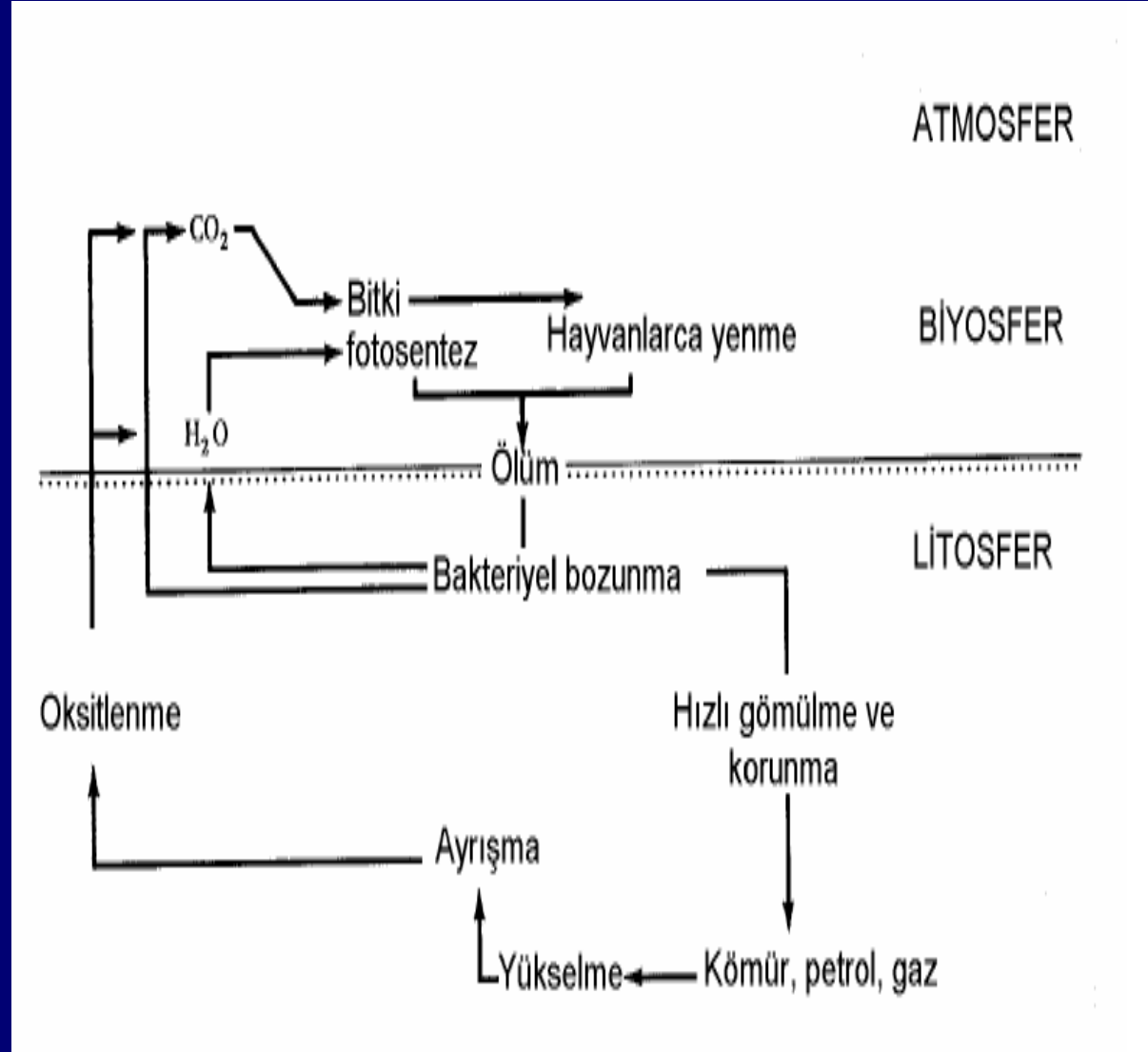
# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

Petrol örnekleri



# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

Şekil-44 doğadaki karbon döngüsü gösterilmiştir. Biyolojik aktivite organik maddeyi değiştirerek petrolün oluşumunu başlatmış olur.





# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

Şekil-44' e göre denizdeki canlılar öldükten sonra büyük bir kısmı diğer canlılara yem olur ya da dibe çökerek bakterilerin etkisinde kalır. Dipte sular oksijence zengin ise; organik maddeler oksitlenip su ile karbondioksite dönüşürler. Oksitlenmeden su dibine ulaşan ve üzerleri çökellerle örtülen organik maddeler ise gömülmeye başlar. Gömülen organik madde giderek artan basınç ve sıcaklık etkisi altına girerek indirgeyici ortamda bulunmakla beraber diyajenetik olayların ilk gelişmeye başlamasıyla petrol ve petrole benzeyen bileşenlere dönüşmeye başlarlar. Bu dönüşüme başlamadan önce üç önemli safha geçirirler. Bunlar;

1. Diyajenez

2. Katajenez

3. Metajenez

# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

**1.Diyajenez:** organik madde içindeki oksijenin eksilmesi veya yok edilmesidir.Bu sırada hidrojen-karbon oranı ise önemli değişime uğramamaktadır.İlk basamak olan diyajenez, mikrobiyal aktivite sayesinde biyolojik moleküllerin ilk kez daha küçük moleküllere dönüştüğü bir süreçtir. Bu olaylar sonrasında organik maddeden metan, karbondioksit ve su açığa çıkartılarak organik madde kerojen adı verilen çok atomlu bağlarla birbirine bağlanmış kondanse benzen halkalarından oluşan bir makro moleküler karmaşık hidrokarbona dönüşür.Gömülme devam ettikçe daha derinde, daha fazla sıcaklık ve basınç altında katajenez gelişir.

**2.Katajenez:** petrol ve doğal gaz oluşumu için kerojenin ısısal bozunmasıdır. Tortullaşmanın sürmesiyle bunların daha derine inmesi, kerojenin diğer petrol ürünlerine dönüşmesini sağlar. Organik malzemenin miktarına ve türüne bağlı olarak 760 ve 4480 m arası derinliklerde, 65°C ve 150°C arasındaki sıcaklıklarda sıvı petrol oluşumu başlar.

# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

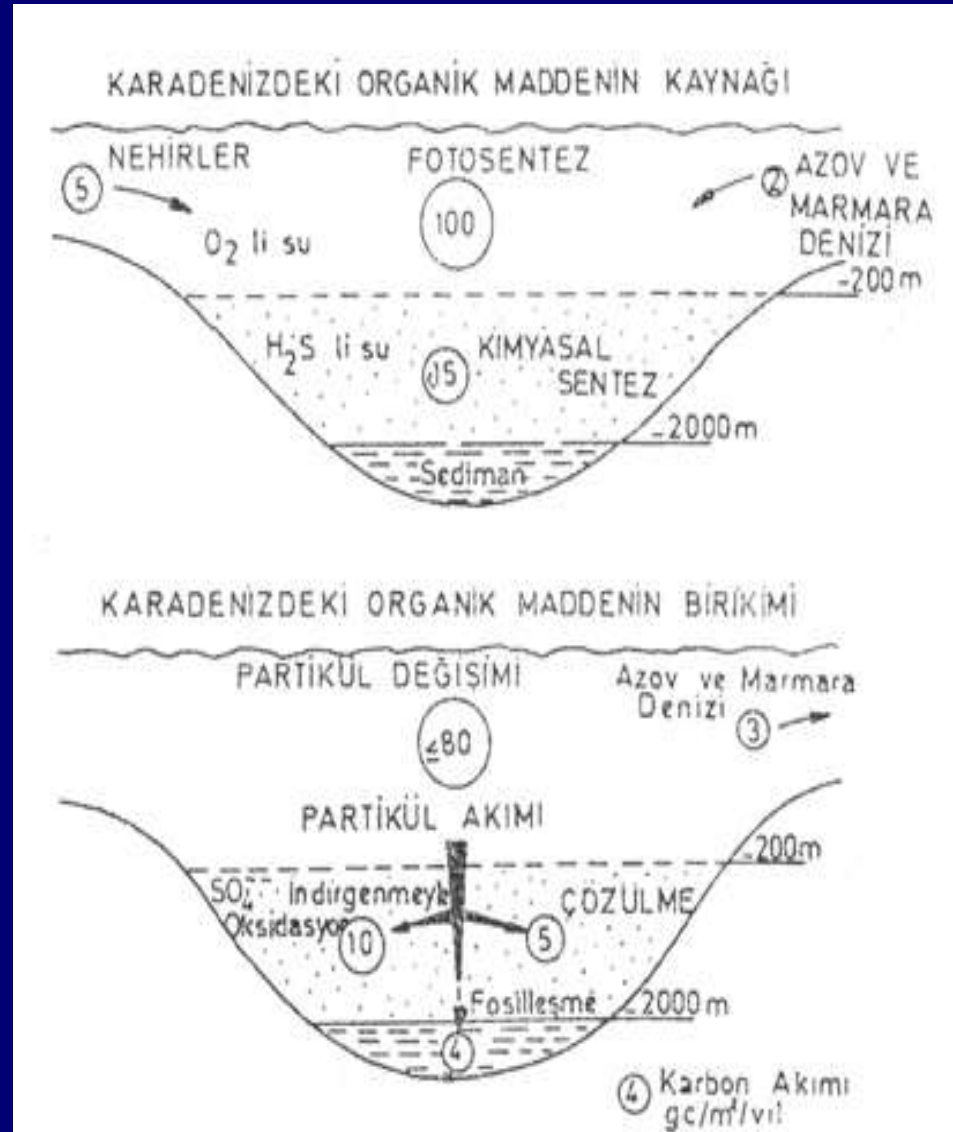
Katajenez evresinde maksimum petrol oluşum derinliği 200 ile 2900 metredir. Bunun altında doğal gaz oluşumu başlar. Katajenez esnasında kerojenden önce petrol, daha sonra doğal gaz ayrılır. Bu olay ile kerojendeki hidrojen / karbon oranı düşerken, oksijen / karbon oranında önemli bir değişme olmaz.

**3. Metajenez:** bu evrede kerojenden son hidrokarbonlarda atılır ki bu genellikle metandır. H / C oranı giderek azalır, sonuçta sadece karbon kalır ve bu da grafit oluşturur.

Milyonlarca yıl süren bu çökme ve yığılma olayı tüm çökel malzemenin kalınlığının artmasına neden olur. Ancak, artan kalınlıkla birlikte çökellerin tabana uyguladıkları ağırlıkta artar. Önce çökelen ve altta kalan kayaç bileşenleri sürekli artan ağırlık etkisi altında sıkılaşmaya ve birbirine tutunmaya başlarlar.

# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

Şekil-45 de Karadeniz’deki organik maddenin petrole dönüşümü gösterilmektedir. Karadeniz havzasının dip tarafları oksijensiz bir ortamı oluşturmakla beraber üst taraflara doğru hidrodinamik etkenler görülmektedir. Üst taraftan alt tarafa doğru organik maddenin çökelişi söz konusudur.



# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

1. Isı ve basınç

2. Bakteri etkisi

3. Radyoaktif bombalama

4. Kataliz etkisi

5. Jeolojik zaman süresi, bu beş faktör organik maddenin petrole dönüşmesini etkiler.

# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

1. **Isı ve Basınç etkisi:** organik maddenin ısısal parçalanmaya uğramasıyla kerojen adı verilen ve hidrokarbonu oluşturan en küçük madde ortaya çıkar. Kerojenli şeylerin ve kaynak kayadaki katı organik maddeler( pirobitüm) sıvı ve gaz haldeki hidrokarbonlara ayrılabilmesi için 350-400°C' lik ısı gerekmektedir.



# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

**2.Bakteri etkisi:** bazı bakteriler anaerobik ortamda, bazıları ise aerobik ortamlarda yaşayabilir. Aerobik ortam serbest oksijenin varlığı anlamına gelirken, anaerobik ortam organizma tarafından serbest bırakılan H<sub>2</sub>S'li ortam anlamına gelir.

Bakteri etkinliği ile mayalanma prosesi sonucu her türlü organik maddenin az oksijensiz ortamda bozulması ve çüremesi önlenerek metan gazının çıkması gerçekleşir ve bu şekilde petrol hidrokarbonları oluşur.

Bakteriler, bazı organik maddelerin oksijenini alırlar, azot kapsamını arttırarak kükürtü açığa çıkarırlar ve H<sub>2</sub>S' in oluşmasını sağlarlar.

Bakterilerin serbest bıraktığı karbonik asit ve organik asitler karbonatları eriterek gözenekli ortamları oluştururlar. Böylelikle petrolün birincil olarak göçmesi sağlanmış olur. Bakterilerin çıkardığı karbondioksit ağırlığı azaltmak suretiyle petrolün hareketine yardımcı olur. Yerli bakterilerin oluşturduğu CO<sub>2</sub> bir gaz basıncı doğurur ve bu da petrolü harekete geçirebilir.

# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

Harekete geçen petrolde, bazı koşullarda uzun zincirli alifatik ve parafinik bileşikler aromatik ve naftanik bileşiklerden daha kolay oksitlenirler.

Petrol fraksiyonlarının bakterilerle etkileştirilip biyolojik bozunmanında meydana geldiği araştırmacılar tarafından kanıtlanmıştır. 4 farklı petrol numunesi ile bakterilerin 4 haftalık etkileşimi sonunda yapılan kimyasal analizlerde, petrol fraksiyonların yapısında, özellikle n-parafinler de bozunma yüzdesinin daha fazla olduğu bulunmuştur. Böylece petrol yapısındaki bu değişim, petrolün viskozitesi, yoğunluk ve kırılma indisini etkilemektedir. Yani n- parafinlerdeki bozunma yüzdesi daha fazla iken, petrolün viskozitesi, yoğunluk ve kırılma indisi azalmaktadır. Petrol fraksiyonları ise halkalı( aromatik, naftanik) ve halkalı olmayan ( n-alkan, izoalkan, n-alken, izoalken, alkin) karmaşık organik karışımlardır.

# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

**3.Radyoaktif Bombalama:** yer yuvalağında radyoaktif elemntlerin yaygın bulunuşu, radyoaktif bombalama ile olan kimyasal tepkimelerde açığa çıkan ısı kaynağı organik maddenin petrole dönüşmesini etkiler

**4. Kataliz tepkimesi:** organik katalizcilere enzim denir. Petrolde bazı katalizciler bileşenler halindedir.

1. Ham petrol de olefinlerin (alkenler) genel olarak bulunmayışı

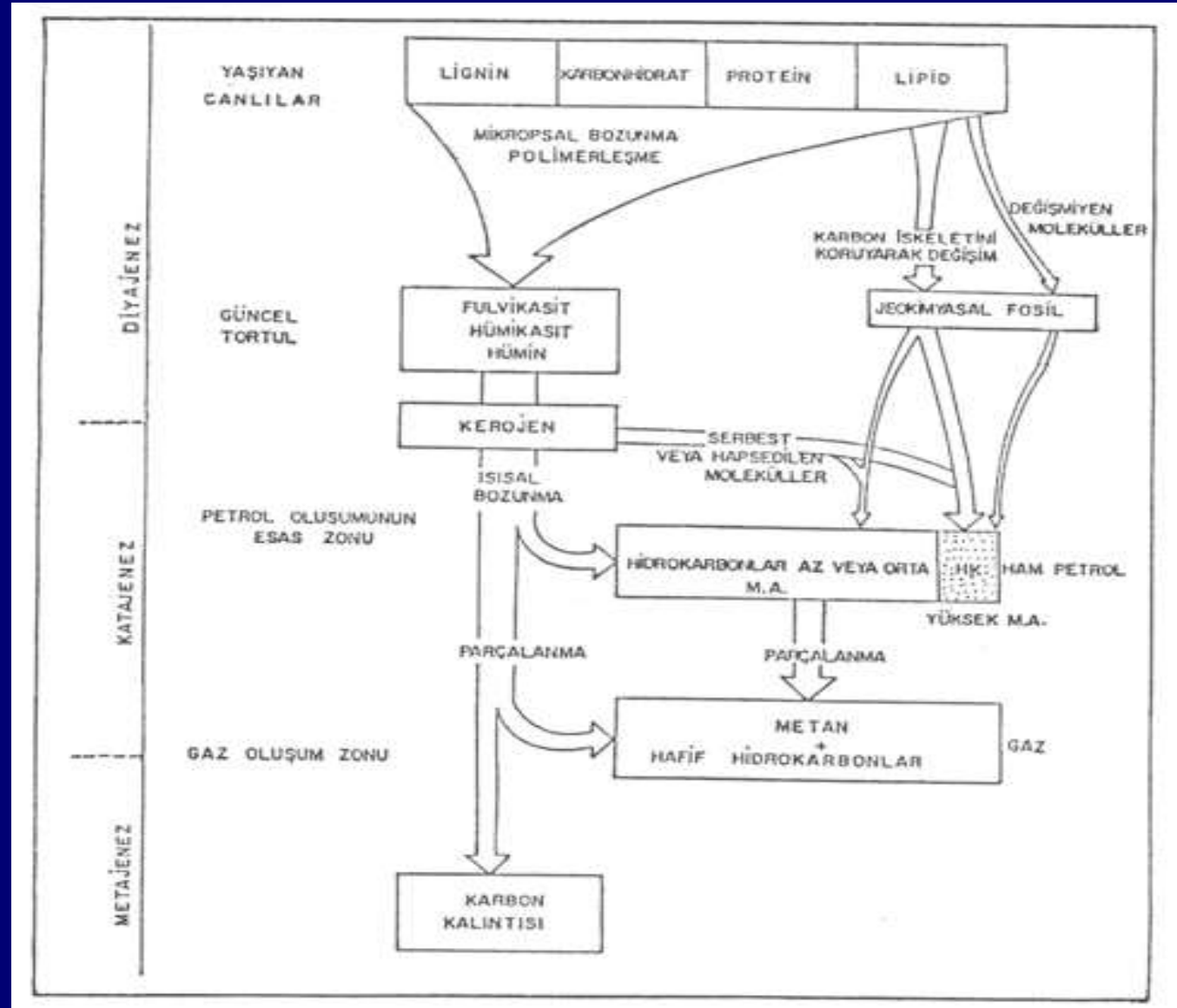
2. Ham petrolde aromatiklerin( benzen) genel olarak bulunuşu

Ham petrolde olefinler, ısısız parçalanma ile parafinlere dönüşür.

Katalizör görevi ve yardımını gören maddeler de vardır. **Bunlar killer ve benzenler(aromatikler)dir. Killer hazne kayada katalizör olarak hizmet ederler.** Denizel organik maddelerde bulunmayan fakat hümik asitte bulunan benzenler ise 80°C e aşağıda katalizör yardımını ile parafinlerden başlayarak gelişebilirler.

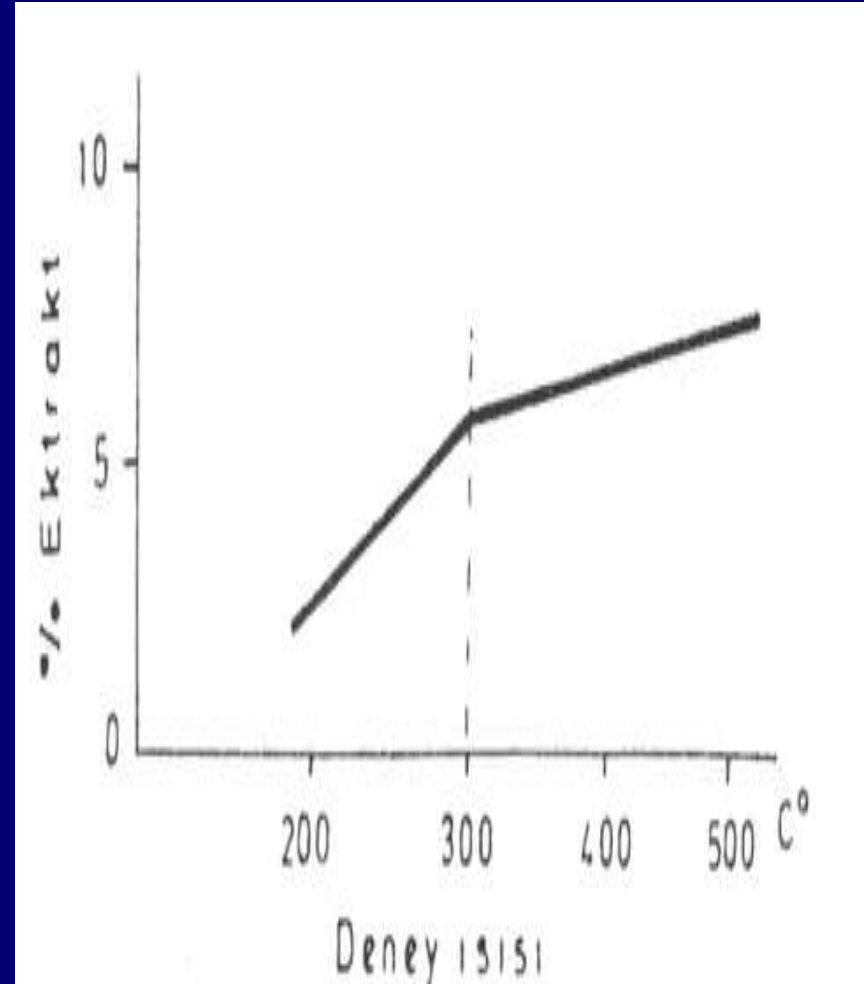
# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

Şekil-46  
organik  
maddeden  
hidrokarbon  
oluşumu



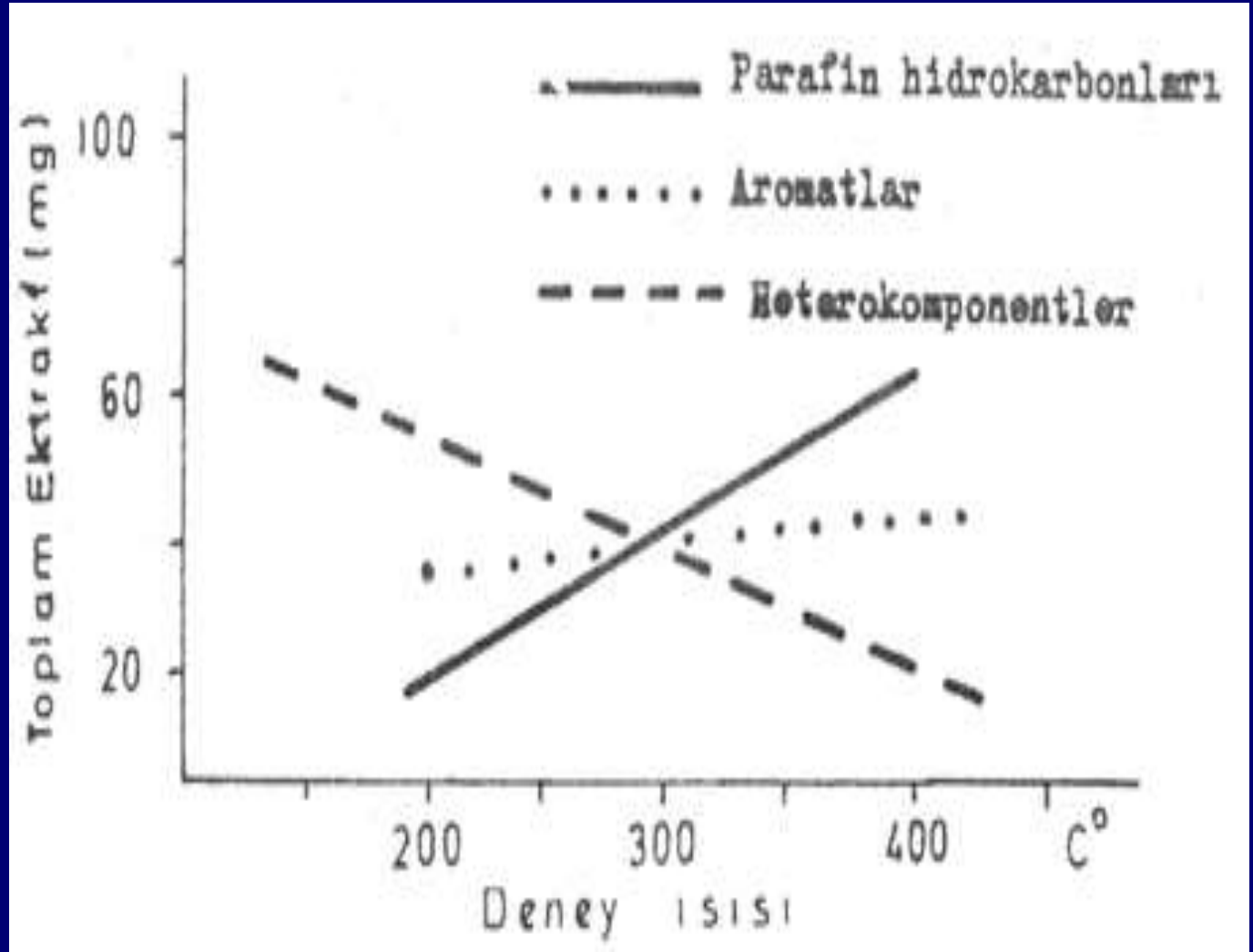
# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

Şekil-49 da şeylerde ısı ve ekstrakt ilişkisi gösterilmektedir. Bu ilişki kerojenin ısınsal parçalanması ile elde edilir. Bu ilişki petrolü şistler üzerinde Almanya' da gerçekleşmiştir. Eosen yaşlı petrolü şeylerde yapılan bu deney sonuçları şekilde özetlenmiştir.



# ORGANİK MADDENİN PETROLE DÖNÜŞÜMÜ

Şekil-50  
Ekstrasyondaki  
Hidrokarbon  
ilişkileri





# ANALİZ YÖNTEMLERİ VE YORUMU

Petrolün karakterizasyonunda en önemli veri mol kütlesi ve kaynama noktalarıdır. Mol kütlesi kromatografik özellikler kullanılarak bulunabilir. Bunlar; GC-MS, Simülasyonlu Gaz Kromatografik yöntemi kullanılarak kaynama noktası 750°C' ye kadar olan petrolün destilasyonunu yapmak mümkündür.

Karmaşık hidrokarbon karışımlarında fonksiyonel grupları tanımlamada FT-IR, NMR gibi yöntemler kullanılırken, çok boyutlu kromatografik tekniklerden GC-GC, GC-MS, amaca uygun tercih edilen programlardır.

# ANALİZ YÖNTEMLERİ VE YORUMU

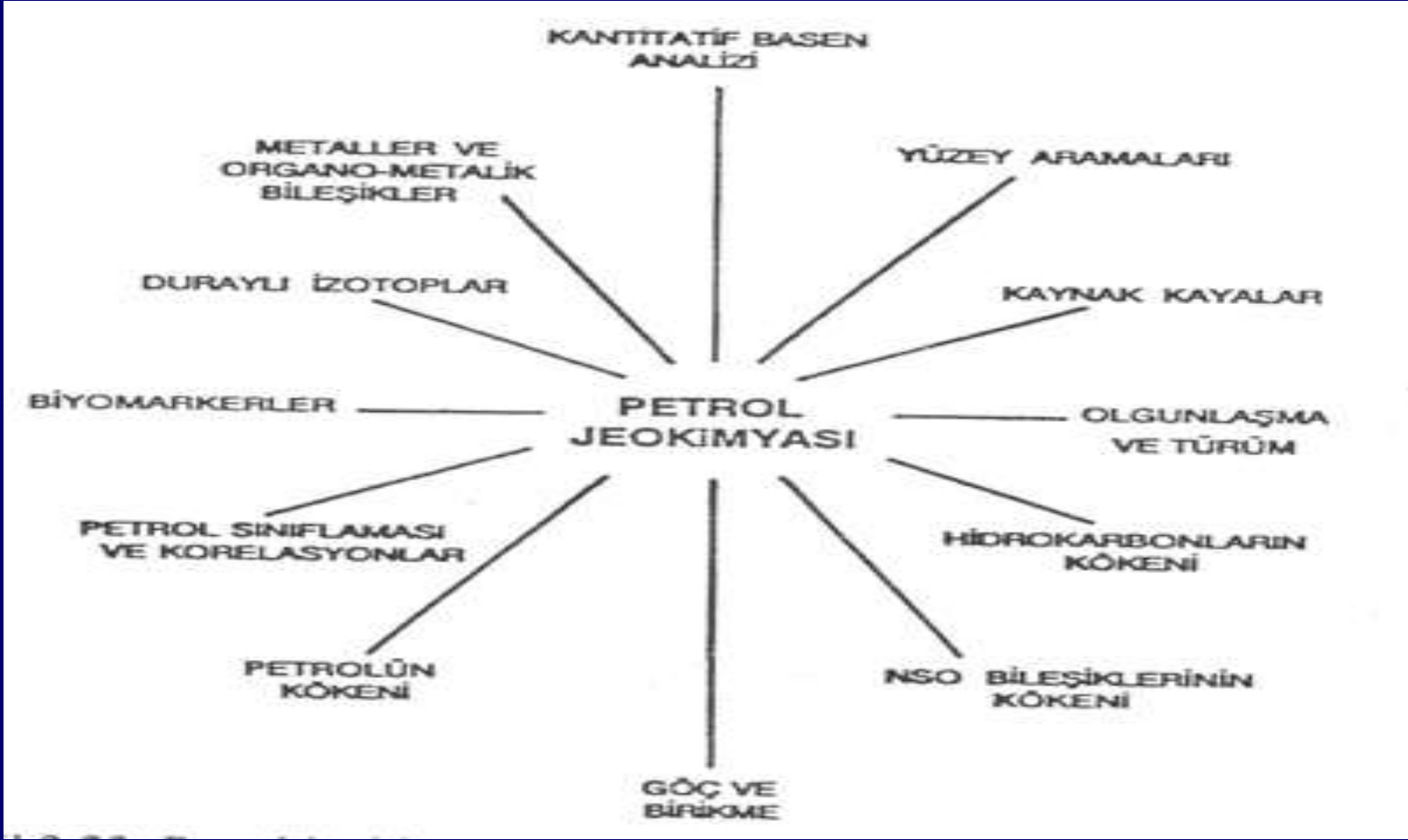
Hidrokarbonlarda, çift bağlı bileşiklerin tayininde ya da aromatik karbon atomlarının sayısını belirlemede C ve H NMR spektroskopisi yöntemi kullanılmaktadır. Nafta( C5-C10) tayinlerinde GC(ASTM D-5443) ve MS (ASTM D-2789) kullanılır.

Ağır petrol karışımlarının ve katı fosil yakıtlarının analizinde SOXHLET EKSTRAKSİTONU yöntemleri kullanılarak, polar ve apolar organikler olarak örnekler iki gruba ayrılır.

**Organik jeokimyanın amaçları şunlardır;**

1. Petrol türünü ve göçme ilkelerini sistematik bir şekilde kullanarak, havzada bulunan yapılarda petrol bulunup bulunmadığının saptanmasını kolaylaştırmak
2. Havzanın petrol potansiyelini değerlendirerek gereksiz sondaj açılmasını ve diğer çalışmalarını engellemek
3. Yeni arama hedeflerinin belirlenmesine yardımcı olmak

# ANALİZ YÖNTEMLERİ VE YORUMU

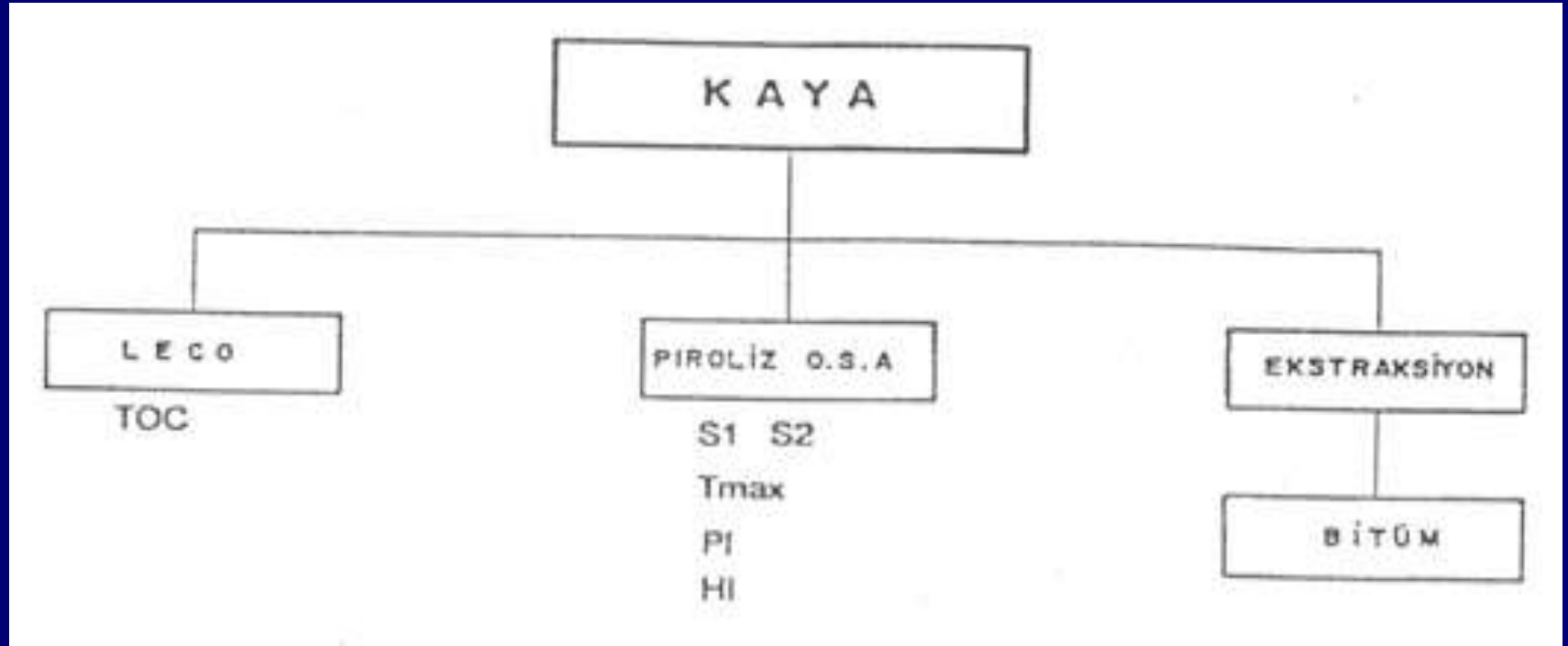


Şekil-53 petrol jeokimyasının çalışma konuları

# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER

- 1.Kaynak kaya analizleri
- 2.Petrol ve Bitüm analizleri
- 3.Gaz analizleri

## 1.KAYNAK KAYA ANALİZLERİ



# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER

## 2.PETROL VE BİTÜM ANALİZLERİ

- İnce Tabaka Kromatografi Analizi
- Gaz Kromatografi Analizi
- Kolon kromatografi Analizi
- Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometre(GC-MS) Analizi

# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER

**1.İnce Tabaka Kromatografi Analizi:** bu analiz tekniğinin amacı petrol ve bitüm örnekleri içindeki hidrokarbon gruplarını yüzde olarak tespit etmektir. Bu gruplar doymuş hidrokarbonlar, aromatikler ve hetero bileşikler denilen polarlardır.

Petrol veya bitüm örneği 20 mg/ml konsantrasyonda hazırlanarak silika jel ile kaplanmış rod denilen ince kolonlara enjekte edilir.Burada silika jel tutucu bir faz olup, hidrokarbon gruplarının bu faz üzerinde uygun çözücüler kullanılarak taşınması sonucunda ayrışması sağlanır. Rodlar üzerinde bu ayrışma sağlandıktan sonra Frame Iatroscan cihazına yerleştirilerek FID dedektörde bu grupların yüzdeleri tespit edilir.





# ORGANİK JEOKİMYASAL YÖNTEMLER

**2.Gaz Kromatografi Analizi:** bu analizde petrol ve bitüm örnekleri içerisindeki hidrokarbon bileşiklerinin genel olarak dağılımlarını görmek amacıyla yapılır. Elde edilen kromatogramlardaki pik dağılımları ve boylarına bakılarak organik maddenin tipi ve olgunlaşması hakkında bilgi sağlanır.Sıvı ve gaz örnekler analiz edilir. Bir gaz kromatografi cihazı üç ana bölümden oluşur:

1.Enjeksiyon bölümü

2. kolon

3.Dedektör

# ORGANİK JEOKİMYASAL YÖNTEMLER



Şekil-54 gaz kromatografisi-MS aleti

# ORGANİK JEOKİMYASAL YÖNTEMLER



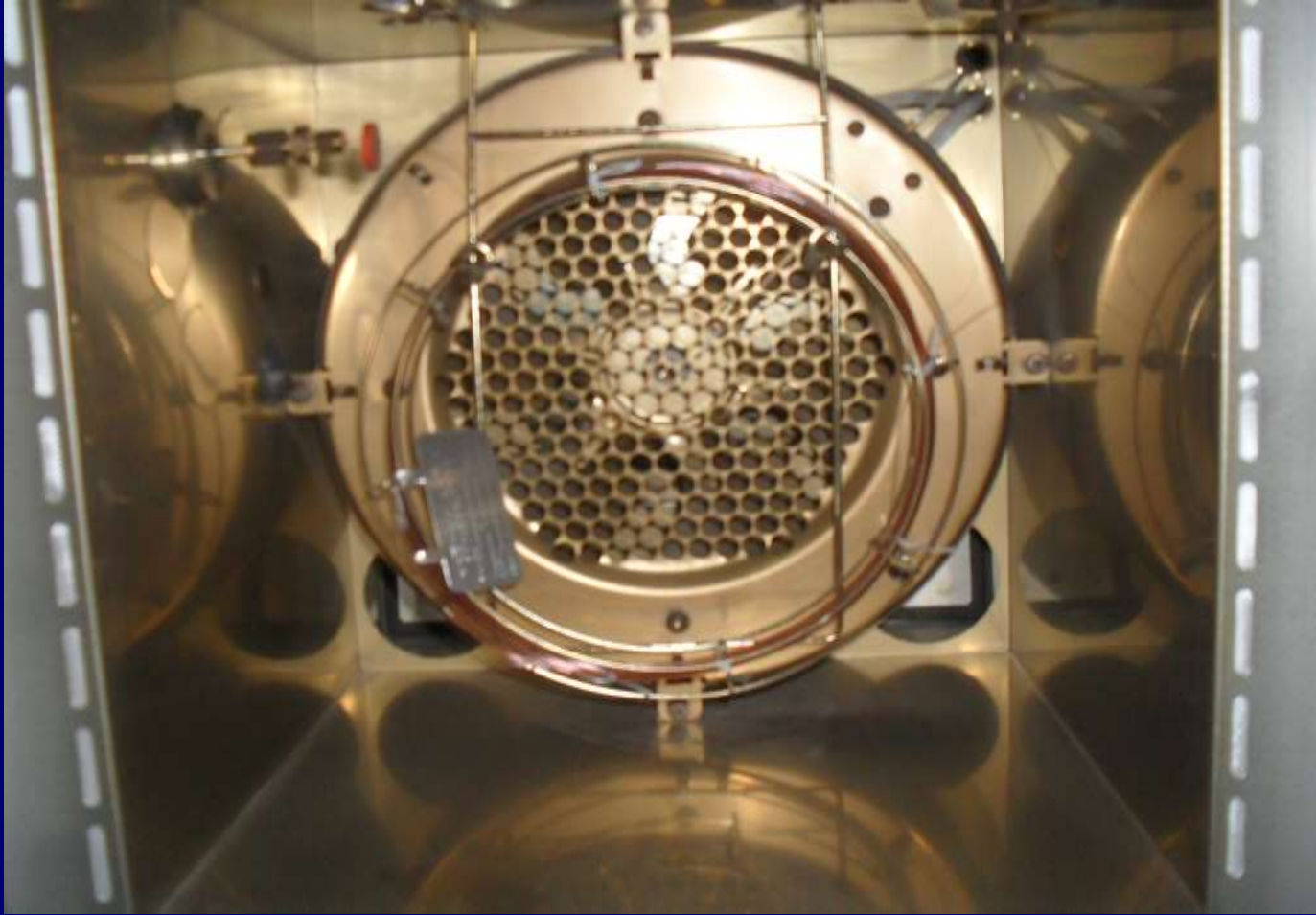
Şekil-55 enjeksiyon bölümü

# ORGANİK JEOKİMYASAL YÖNTEMLER



Şekil-56 enjeksiyon bölümü

# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER



Şekil-57 kolon bölümü



# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER

2. **Gaz Kromatografi Analizi:** belirli bir konsantrasyondaki örnekler, otosampler adı verilen sekiz tane bölgeden oluşmuş yere örnekler konularak, bir enjektörle enjeksiyon bölümünden cihaza enjekte edilir. 10 mikrolitre hacimde olan enjektörler sıvılar için kullanılır. Analizler de genellikle 1 mikrolitre kullanılır. Daha sonra analiz yöntemine göre çeşitli kolon tipleri vardır. Üstteki şekil-58 de varia kolon cihazı( cam) ve alttaki şekil-59 da promax kolon cihazı(metal) gösterilmektedir.





# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER

**2.Gaz Kromatografi Cihazı:** kolon kısmı bu cihazın önemli bir bölümüdür.Çünkü verilen petrol ve bitüm örnekleri içerisindeki bileşiklerin ayrışması kolon içinde olur. Kolona uygulanan sıcaklık programı kolona verilen örnek içerisindeki moleküllerin kaynama noktalarının farklı olmasından dolayı ayrılma sağlanır.Kolon tipini iyi seçmediğimiz takdirde piklerin üst üste gelmesi olumsuz bir sonuç yaratır.Üstteki şekil-60 da aletin çalışma koşullarının ayarlandığı kısım, alttaki şekil-61 eğer örnek çok az bir sıvı örneği ise, çeşitli çözücülerle karıştırılır, öyle örnekler otosamplara yerleştirilir.MS cihazı ise bu içine koyulan çözücülerini ayırmak için kullanılır.



# ORGANİK JEOKİMYASAL YÖNTEMLER

GC	Agilent 6890N Series Gas Chromatograph
1	Taşıyıcı gaz He; akış hızı: 7,7 ml/dakika
2	Enjektör Splitless Sıcaklık, 350°C Auto sample (1,0µl)
3	Kolon MXT-1 (60m.0,53mmID.0,25µm)
4	Sıcaklık programı 35°C $\xrightarrow{3^{\circ}\text{C} / \text{dak}}$ 350°C(60dakika)
5	Dedektör FID (360°C) Hava akış hızı: 300ml/dakika H <sub>2</sub> akış hızı: 30ml/dakika

Şekil-62 petrol oluşumu için GC' nin çalışma koşulları

# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER

**3.Kolon Kromatografi Analizi:** bu yöntemin kullanılmasındaki amaç, özütleme sonucu elde edilen bitüm ve petrol örneklerinden preparatif (hidrokarbon gruplarının ayrıştırılarak toplanması) olarak hidrokarbon gruplarının elde edilmesi ve GC-MS analizleri için örnek hazırlanmasıdır.Laboratuvarda üç aşamalı bir kolon kromatografi yöntemi uygulanır. Bu aşamalar ve her aşamada elde edilen gruplar şunlardır;

1. Alümina-silica gel kolon: doymuş hidrokarbonlar, aromatikler
2. Bakır kolon: aromatiklerin içindeki elementler kükürt uzaklaştırılır.
3. Alümina kolon: Mono, tri-aromatikler elde edilir.

**Özütleme:** kaya örnekleri içindeki serbest halde bulunan hidrokarbonları almak amacıyla yapılan analizdir.Öğütülerek toz haline geririlen şeyl örnekleri tartılarak özel ekstraksiyon krozelerine konur. Krozeler daha sonra, soksolet ekstraksiyon düzeneğine yerleştirilir. Diklorometan çözücüsü yardımıyla belirli bir ekstraksiyon zamanı süresince örnek içerisindeki bitümler, çözücü içerisinde toplanır.Daha sonra, çözücü azot gazı ile uçurularak, kayaktan özütlenen bitüm elde edilir.

# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER

**4.GC-MS Analizi:** şekil-63 MS cihazı gösterilmektedir.MS cihazı, bir interface ile GC cihazına bağlanmıştır.Bu cihazın amacı, petrol-petrol, petrol-kaynak kaya denestirmeleri ile organik maddenin olgunlaşma düzeyini belirleme çalışmalarına veri üretmektir. Moleküler baza dayanılarak üretilen parametreler oldukça güvenilir verilerdir.Bu cihazda sırasıyla alkan, alken, alkin şeklinde piklerde parçalanma görülür.En büyük pik toplam yapının molekül ağırlığıdır.Piklerin büyüklükleri karışımın miktarına bağlıdır.

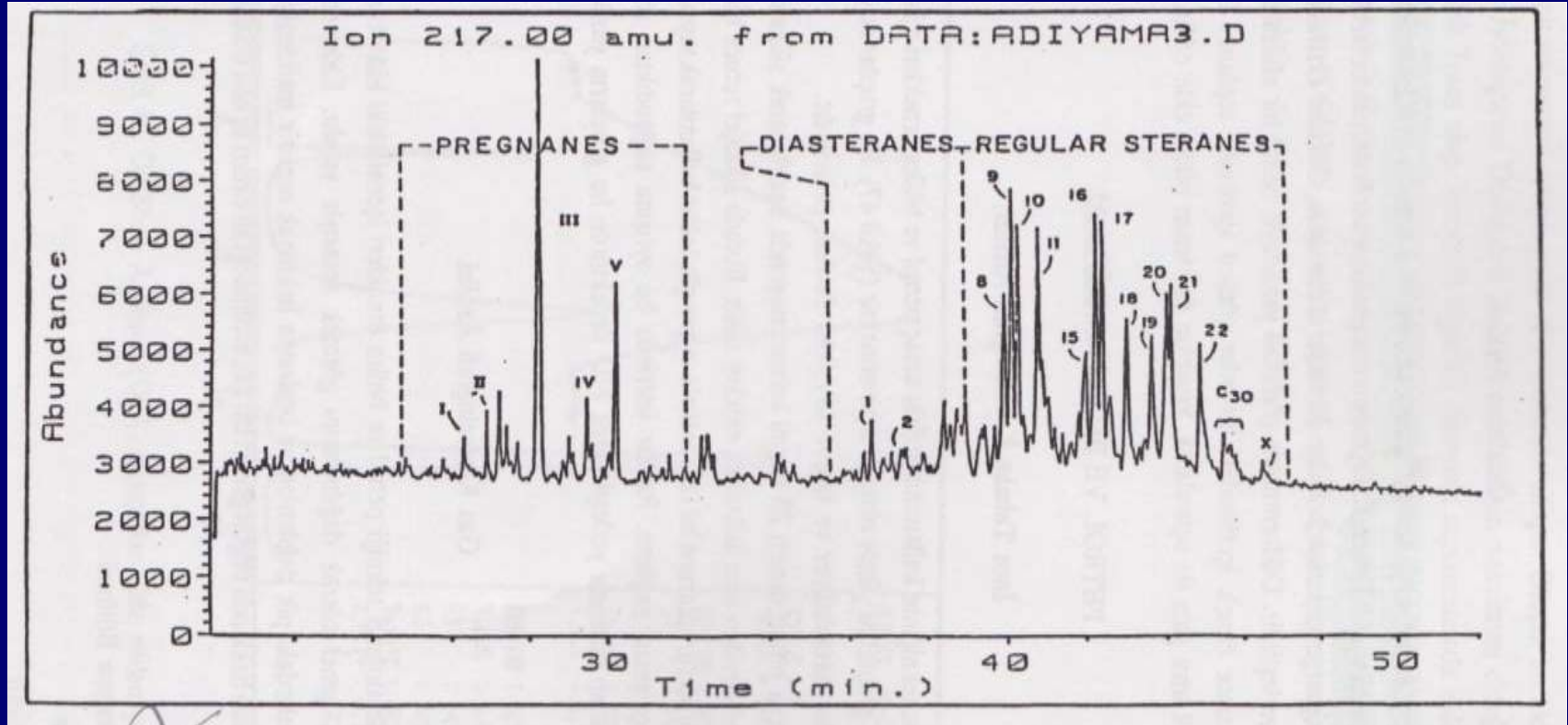


# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZ

**4.GC-MS Analizi:** bu analizin yapılışı, hazırlanan örnekler bir enjektör ile gaz kromatografisinin kolon bölümüne verilir. Örnek, daha önce anlatıldığı gibi kapiler kolon içerisinde bileşenlerine ayrılır. Ayrılan bileşenler kolon içinde helyum gazı ile taşınarak kütle spektrometrenin iyon oluşturma bölümüne gelirler ve bir filaman üzerine uygulanan akım sonucu oluşan elektron demeti ile bombardıman olurlar. Elektronlar kolondan gelen moleküllere çarparak iyonlar oluşmasına neden olur. Oluşan iyonları daha önceden bilgisayara girilen ilk verilerle seçmek mümkündür. İyon kaynağında iyonlaşma olduktan sonra iyonlar analizör bölümüne girerler. Analizör iyonların kütlelerine göre ayrıldığı bölümdür. Değişik tipte analizör sistemleri vardır. Kütlelerine göre ayrılan iyonlar electron multiplier tarafından sayılarak, bilgiler bilgisayara sinyaller halinde ulaşır ve toplam iyon kromatogramları elde edilir. Kromatogramdan istenilen iyon kromatogramlar tek tek de elde edilebilir.Şekil-64 te gösterilmektedir.



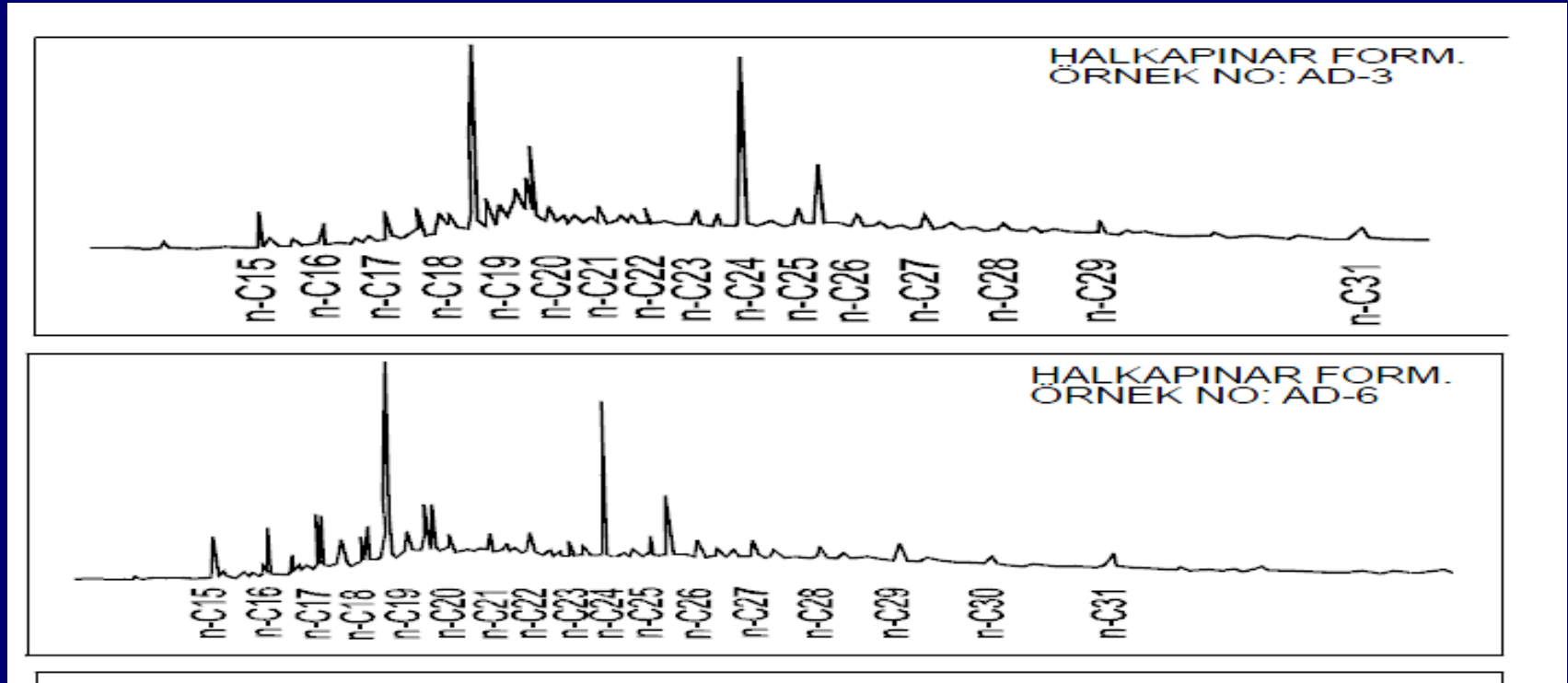
# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER



Şekil-64 te GC-MS cihazından elde edilen m/z 217 iyon fragmentogramı ve pik tanımlamaları gösterilmektedir. Örnek olarak, m/z 217 steranları, m/z 231 tri-aromatik steranları, m/z 253 ise mono-aromatik steranları olur.



# ORGANİK JEOKİMYASAL ANALİZLER



Şekil-65 te gaz kromatogramındaki hakim pikler normal alkanlardır. İzoprenoidlerden pristan (pr), n-C17 ile fitan (ph) da n-C18 ile çift pikler gibidir. Yüksek Pr / Ph oranı  $>1$  ise oksitleyici ortamı, düşük Pr / Ph oranı  $1 <$  ise indirgeyici ortamı belirtir.

# ORGANİK JEOKİMYASAL YÖNTEMLER

## GAZ ANALİZLERİ

1. **C1-C4 Gaz Analizi:** C1-C4 aralığında hidrokarbon gazları kantitatif olarak gaz kromatografi cihazında ölçülür.
2. **C4-C7 Gaz Analizi:** bu analiz sonucunda petrol ve kaynak kaya korelasyon çalışmalarında kullanılan parametreler elde edilir. C4-C7 aralığındaki 28 adet bileşiğin analizleri gaz kromatografi cihazında yapılır. Petrol ve kaya örneği içindeki bu aralıktaki 28 adet bileşiğin miktarları ppm olarak bulunur.(Şekil-70)

# KAYNAKLAR

Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi

[www.mikrobiyoloji.org/pdf/702030804.pdf](http://www.mikrobiyoloji.org/pdf/702030804.pdf) Yıl: 2003 Cilt: 01 Sayı: 08

Sayfa: 34- 49 Hikmet Katırcıoğlu- Nilüfer Aksöz Tek Hücre proteini

- **GÜNEYDOĐU TÜRKİYE'DEKİ ASFALTİK MADDELERİN ÖZELİKLERİ, METAMORFOZ DERECELERİ VE KLÂSİFİKASYON PROBLEMLERİ** Ferda Orhun, MTA Ankara
- **GAZ KROMATOĞRAFİSİ, TAŞIYICI GAZIN AKIŞ HIZININ TESİRLERİ ÜZERİNDE TECRÜBİ ARAŞTIRMALAR VE METODUN TÜRKİYE'DEKİ BAZI TABİİ GAZLARIN HİDROKARBON ANALİZLERİNE TATBİKİ,** Ferda Orhun, MTA Ankara
- **HAM PETROL FRAKSİYONLARININ BİYOLOJİK BOZUNMA SONRASIFİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN DEĞİŞİMİ** Ayşenur UYSAL Yüksek Lisans Tezi **KİMYA ANABİLİM DALI İSPARTA, 2006**

# KAYNAKLAR

- **HAM PETROLÜN KÖKENİ VE OLUŞUMU HAM PETROL** Ref. e makaleleri Petrol, Petrol Kimyası, Hampetrolde Petrokimyasallara, El Kitabı
- **MENGEN (BOLU) CİVARI BİTÜMLÜ ŞEYLLERİNİN HİDROKARBON POTANSİYELİ**, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, C. 17, S. 2, SS. 91-102, Y. 2004
- **SİLOPİ ASFALTİNİN YARI KESİKLİ REAKTÖRDE PİROLİZİ** Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der. J. Fac. Eng. Arch. Gazi Univ. Cilt 22, No 2, 307-313, 2007
- Ankara Üniversitesi ATEKLAB GC-MS cihazı görüntüleri D-Blok
- Türkiye petroleri araştırma merkezi Palinoloji laboratuvarı