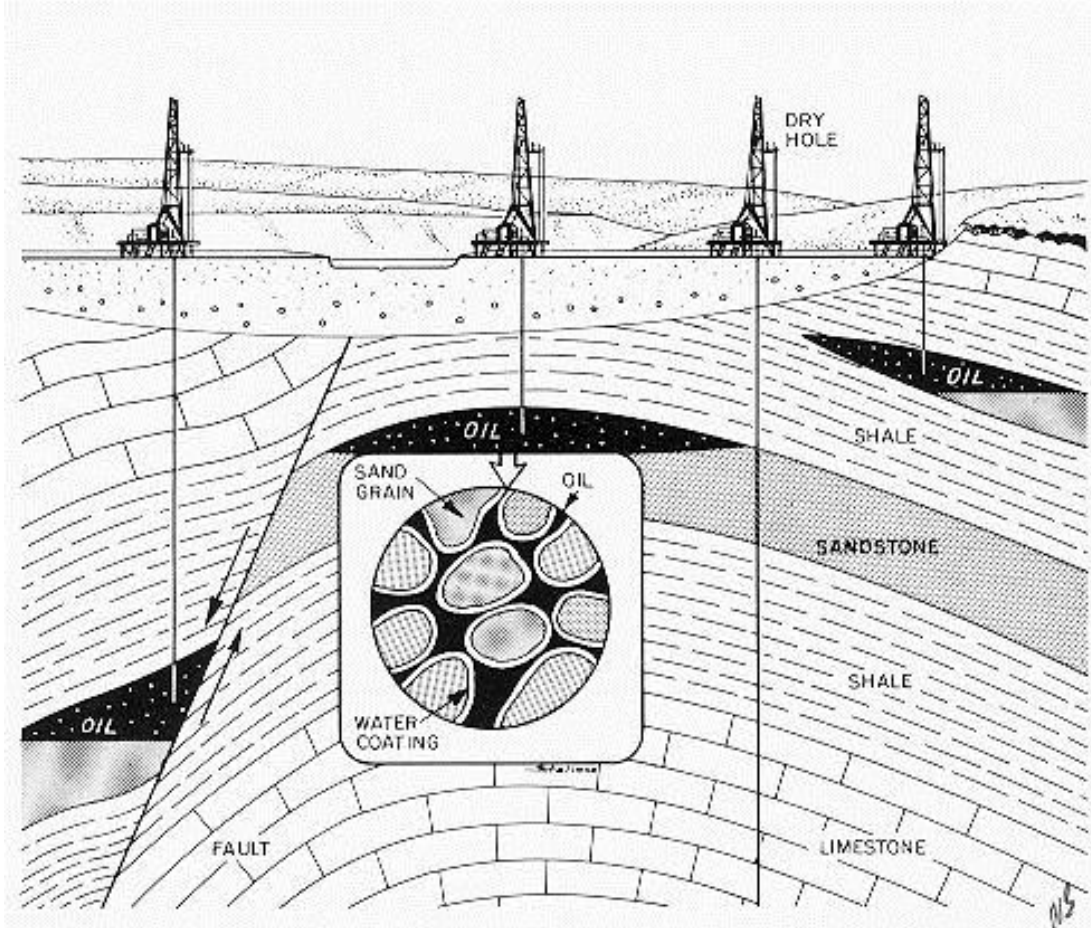


JEM 358 YAKITLAR JEOLJİSİ DERS NOTU



PETROL KAPANLARI

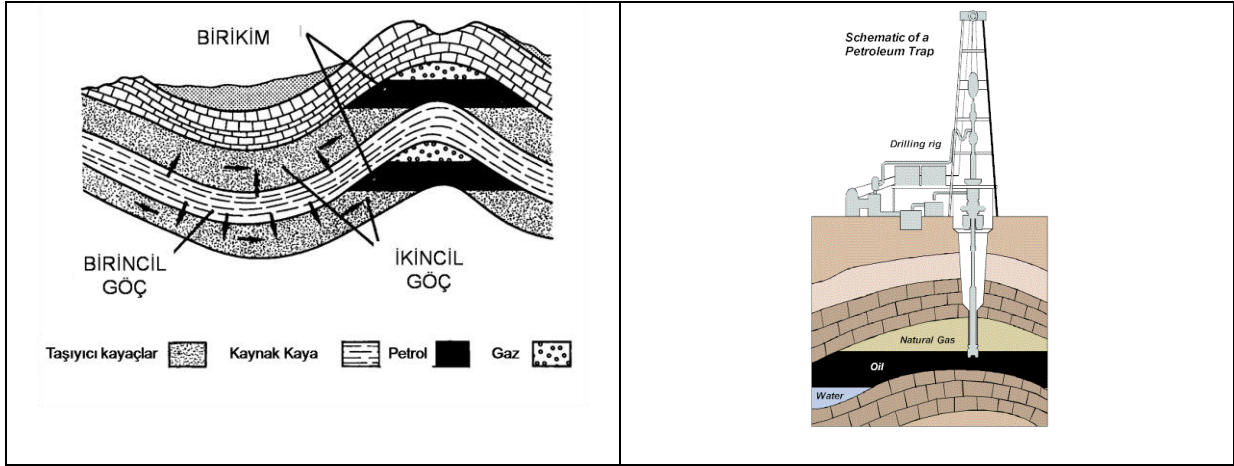
Doç. Dr. Turhan AYYILDIZ

2015

1

KAPANLAR

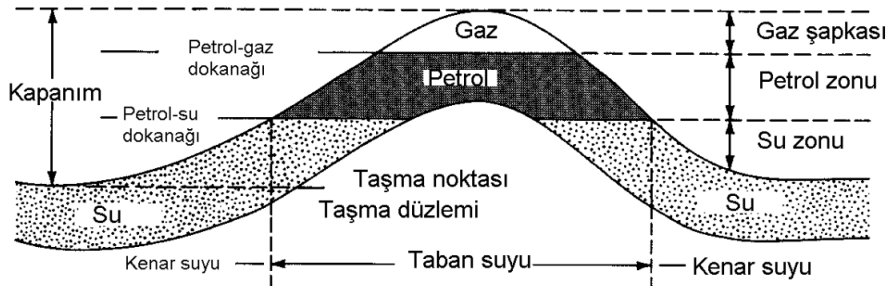
Sedimanter bir ortamda, kaynak kaya özelliğine sahip bir birimde oluşmaya ve birikmeye başlayan HC zerreciklerinin birincil ve ikincil göç ile hareket etmeye zorlanıp son olarak yerleştiği yere **kapan** denir. En basit kapan aşağıdaki şekillerde görüldüğü gibi bir antiklinaldir (Şekil 1a, b). Bir petrol kapanında örtü kaya mutlaka bulunmalıdır. Kaynak kaya fasiyesi kapan bünyesinde bulunabilir veya kapan haricinde olabilir. Kapan oluşumunda etkili olan iki kuvvetten biri hidrostatik basınç (yapısal kapan oluşumuna etki ederler) diğeri ise kılcal basınçtır (stratigrafi kapanlarının oluşumuna etki eden).



Şekil 1a, b

KAPANLA İLGİLİ TERİMLER

- Taşma noktası (spill point): Kapan içerisinde petrolün bulunabileceği en alt nokta (Şekil 2)
- Kapanım (closure): Taşma düzlemi ile tepe noktası arasındaki düşey mesafe
- Rezerv (pay): Kapan içerisinde üretim yapılan rezervuar
- Toplam rezerv (gross pay): Rezervuarın tepe noktasından petrol-su dokanağına kadar olan rezerv
- Net rezerv: Petrolün üretildiği seviyelerin toplam kalınlığı
- Petrol-su dokanağı (OWC=Oil Water Contact): Petrolün üretilebileceği en derin düzey



Şekil 2. İdeal bir kapan gelişimi ve bileşenleri (Inteq 1999)

KAPANLARIN SINIFLAMASI

I- YAPISAL KAPANLAR

- Kıvrım kapanları
 - Kompresyonel kapanlar
 - Kompaksiyonel kapanlar
- Fay kapanları

II- DİYAPİRİK KAPANLAR

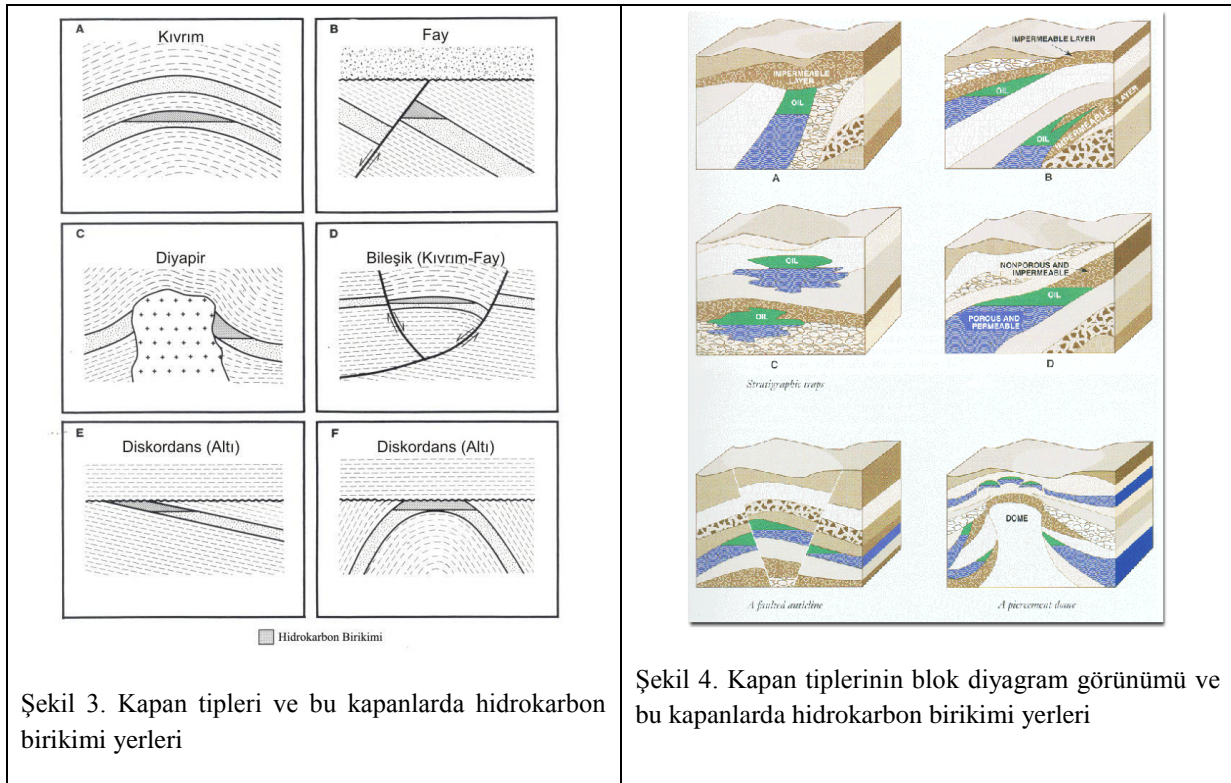
- Tuz domları
- Çamur domları

III- STRATİGRAFİK KAPANLAR

IV- HİDRODİNAMİK KAPANLAR

V- BİRLEŞİK KAPANLAR

Kapan tiplerine ait bazı örnekler Şekil 3 ve 4' de verilmiştir.



Şekil 3. Kapan tipleri ve bu kapanlarda hidrokarbon birikimi yerleri

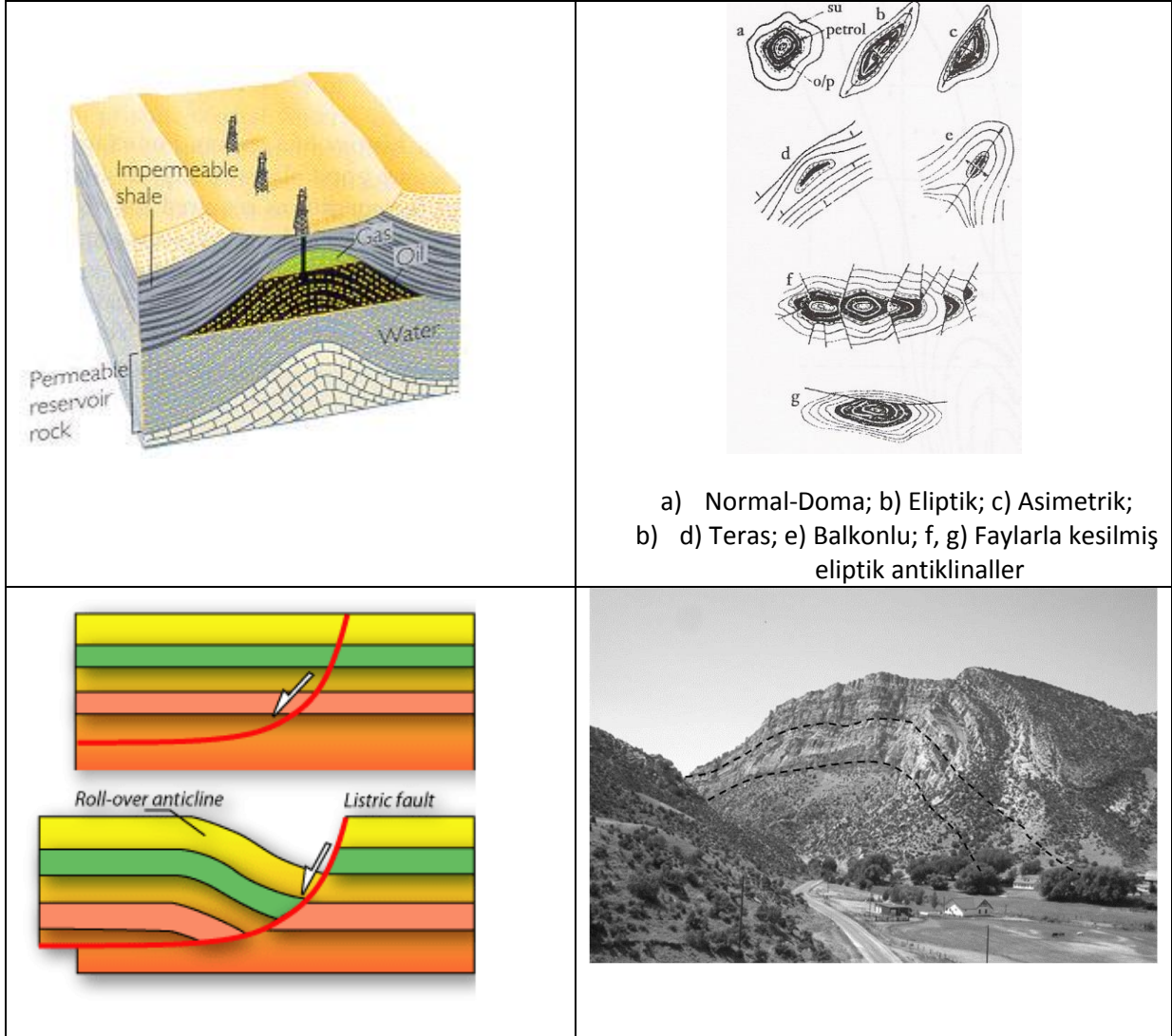
Şekil 4. Kapan tiplerinin blok diyagram görünümü ve bu kapanlarda hidrokarbon birikimi yerleri

I- YAPISAL KAPANLAR-KIVRIM KAPANLARI KOMPRESYONEL KAPANLAR: ANTİKLİNAL-DOMA

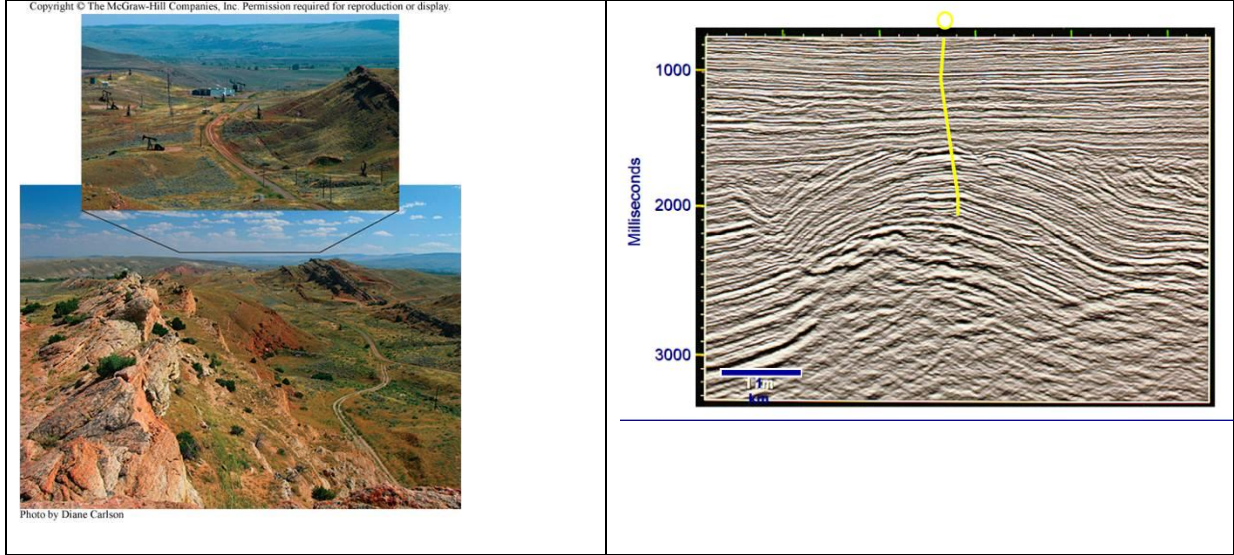
- Genellikle dağ kuşakları içinde veya yakınında bulunurlar. En iyi örnekleri İran'daki Zagros kuşağında bulunur. Bu kuşağın devamı da Güneydoğu Toroslar'da yer alır.

Antiklinal yapılar simetrik olduğu gibi asimetrikte olabilirler (Şekil. 5, 6). Kısa eliptik veya yuvarlak yükselimele dome ismi verilirler. Bu yapılar, genellikle jeolojik olarak az veya duraylı bölgelerde, kıvrımlı dağ kuşaklarının uzağında gözlenirler (Şekil.5). Kapanlanmanın yeri, formasyon suyunun akış yönü, hidrostatik ve hidrodinamik kuvvetlerin durumlarıyla kontrol edilmektedir.

- İran'da petrol üreten birim Alt Miyosen yaşlı Asmari kireçtaşıdır. Bu kireçtaşları çok yaygın çatlak gözenekliliği içerir. Bu kapan kuşağı petrol açısından çok zengindir. İran'daki 16 kapanda 500 milyon varil rezerv vardır. Mescid-I Süleyman sahasında tek bir kuyu 50 milyon varil ham petrol vermiştir. Bazı antiklinaller 60 km uzunluk, 10-15 km genişliğe sahiptir.

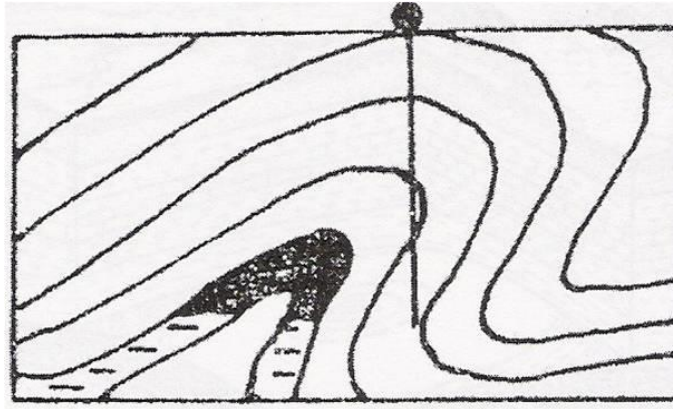


a) Normal-Doma; b) Eliptik; c) Asimetrik;
b) d) Teras; e) Balkonlu; f, g) Faylarla kesilmiş eliptik antiklinaller



Şekil 5 a) Simetrik bir antiklinal kapan, b) Farklı tiplerde gelişebilecek antiklinal kapan tipleri c) Roll-over antiklinal oluşumunu gösterir şematik şekil, d) GD Bighorn Havzasında (Wyoming, US. Dag Nummedal) Chabot Antiklinali, e) Wyoming’ de Landers petrol sahasında aşınmış bir antiklinal kapanı, f) Antiklinal yapının sismik kesit görünümü

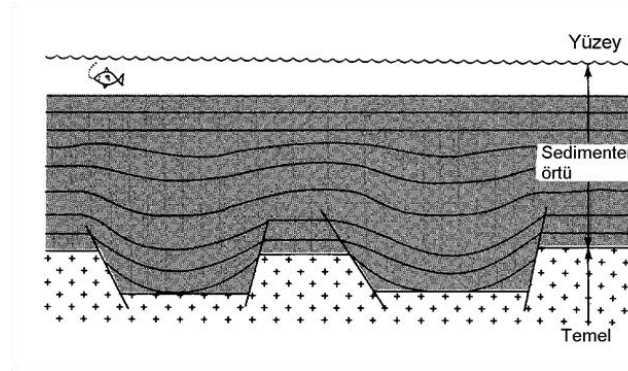
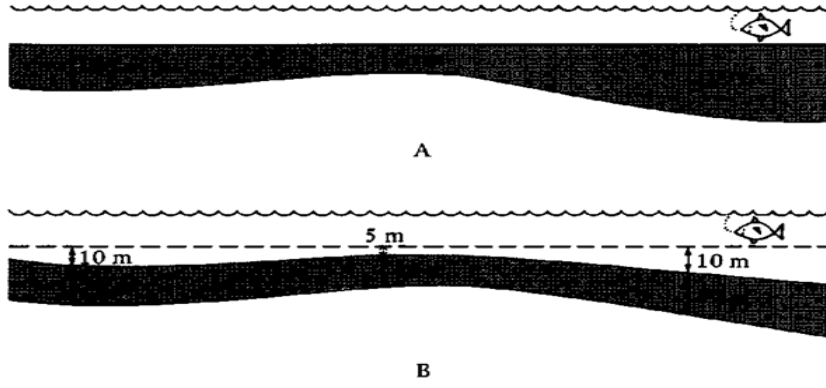
Yapısal kapanlarda kapanlanmanın yeri, formasyon suyunun akış yönü, hidrostatik ve hidrodinamik kuvvetlerin yönü ile denetlenmektedir. Asimetrik bir antiklinalde yüzeyde görülen yapısal yükselim, düşey yönde farklı yerlerde olur, bu da yeraltındaki petrol kapanlanmasına etki etmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Asimetrik bir antiklinalde petrol birikimin yeri

KOMPAKSİYONEL ANTİKLİNALLER

Düzensiz taban topoğrafyasına bağlı olarak gelişen ve daha sonra kompaksiyonun (sıkışma) da yardımı ile gelişen yalancı antiklinallerdir (Şekil 7 a, b). Taban topoğrafyası tektonik veya erozyona bağlı olarak düzensizlik kazanabilir.

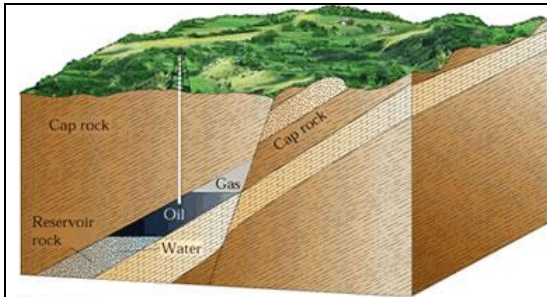


Şekil 7 a, b) Düzensiz taban topoğrafyası ve buna bağlı olarak gelişen yalancı antiklinal yapılar

FAYLARLA İLGİLİ KAPANLAR

(Normal, Ters, Bindirme ve Doğrultu Atımlı Fay)

- Tüm faylar kapan oluşturmaz. Fayın kapan oluşturması için geçirimsiz bir süreksizlik oluşturması gerekir (Şekil. 8-9).



B. Fault trap

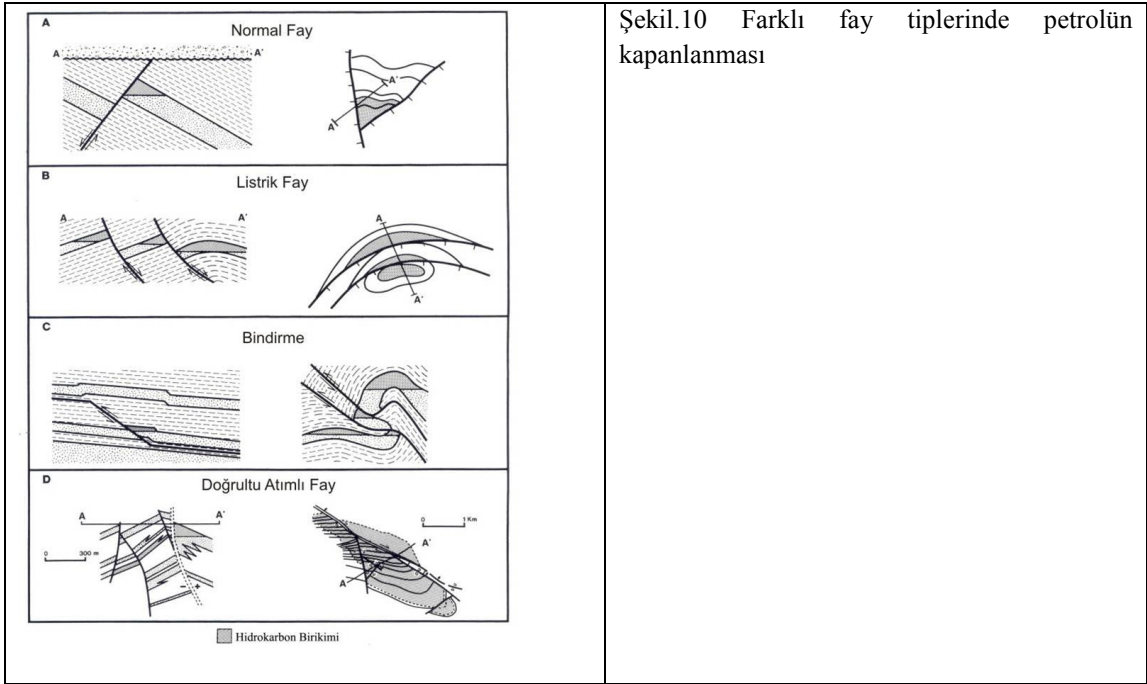
Şekil. 8 Faylı bir kapanın blok diyagram görünümü



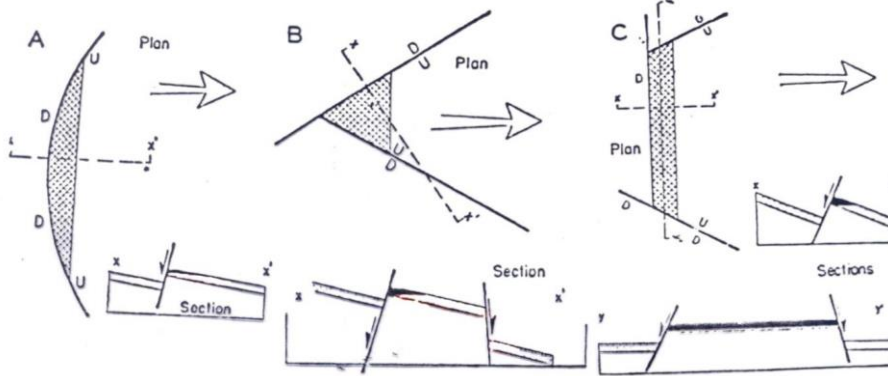
Şekil. 9 Yemişliçay Grubu içerisinde gelişmiş olan normal fay (Ereğli-Zonguldak)

- Fayın atımı rezervuar kalınlığından az ise kapan oluşturması güçtür.
- Kırılgan birimler içerisinde gelişen faylar kapan oluşturmayabilir. Plastik litolojilerde görülen faylar geçirimsiz olabilirler.

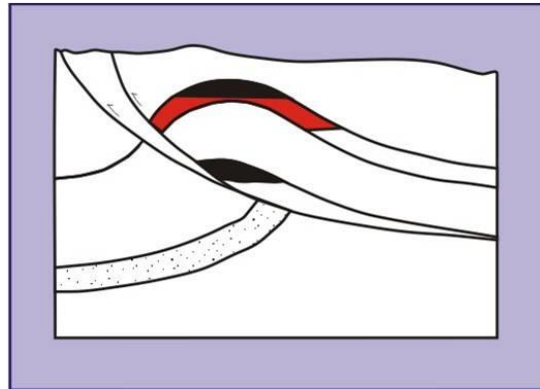
- Taşlaşmamış kum ve şeyller içerisinde gelişen faylar geçirimsizdir.
- Fayların kontrolündeki kapanlarda, birikimler çoğunlukla fayın yükselen bloğunda bulunmaktadır (Şekil.10-13).



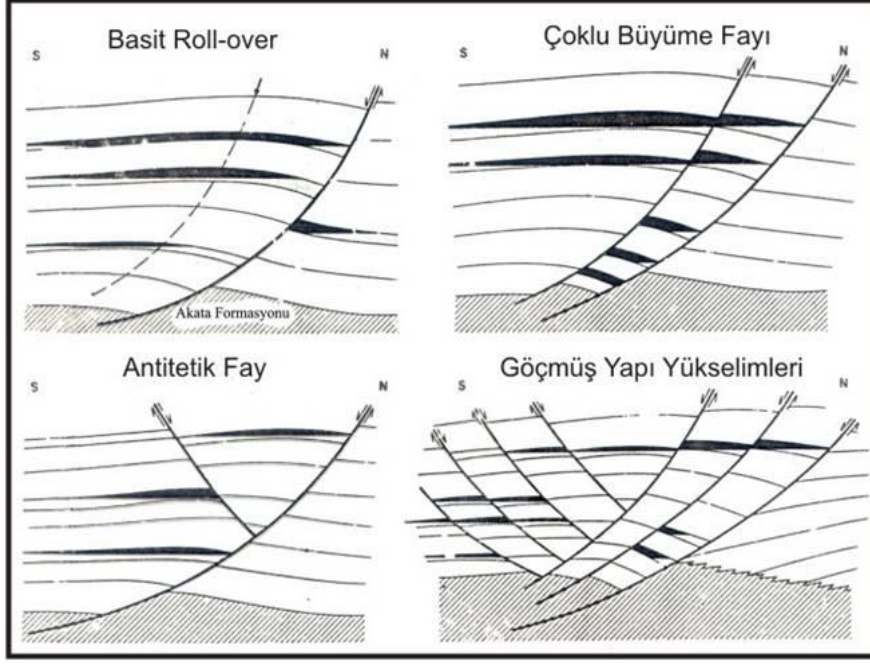
Şekil.10 Farklı fay tiplerinde petrolün kapanlanması



Şekil.11 Normal faylı kapan oluşumları (Loverson, 1958)



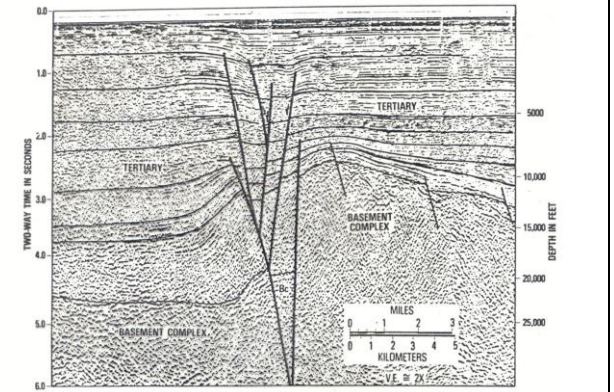
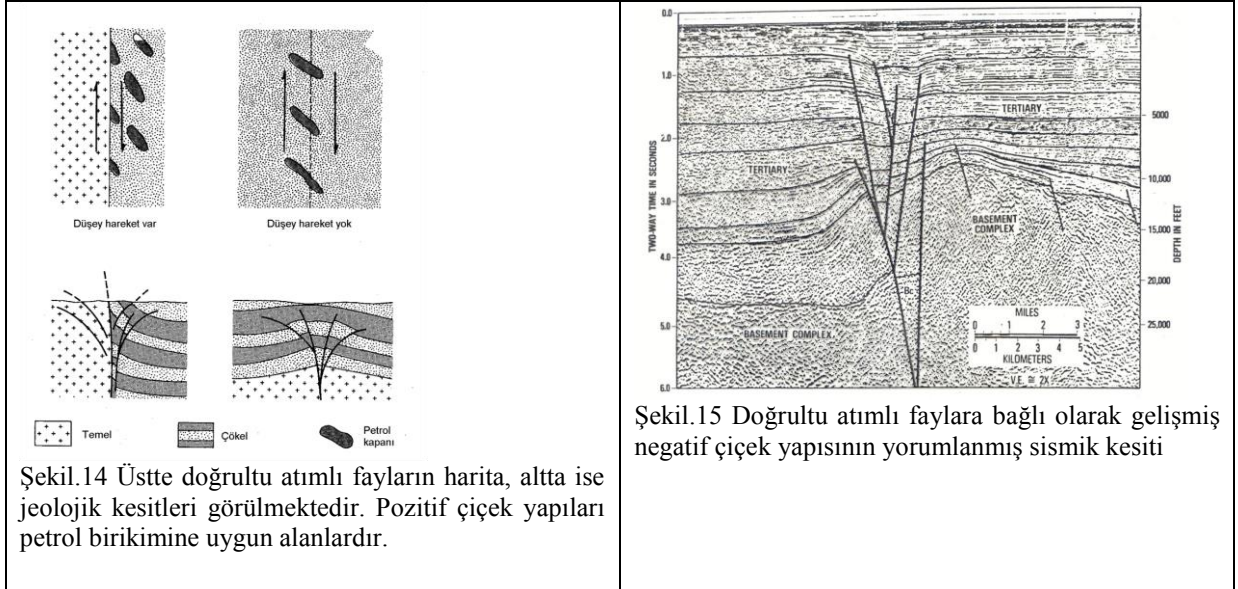
Şekil. 12 Bindirme Kapanındaki Gaz ve Petrol Birikimleri



Şekil.13 Roll-over antiklinali ve büyüme fayına bağlı olarak gelişen kapanlar

DOĞRULTU ATIMLI FAY KAPANLARI

Doğrultu atımlı fay zonlarında gelişen pozitif ve negatif çiçek yapıları petrol jeolojisi açısından değerlendirilmektedir. Pozitif çiçek yapıları petrol birikimlerinin olduğu kapan alanları olduğundan önemlidir (Şekil.14, 15).

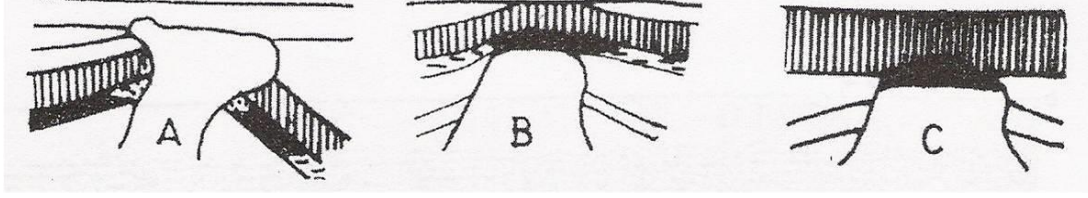


Şekil.15 Doğrultu atımlı faylara bağlı olarak gelişmiş negatif çiçek yapısının yorumlanmış sismik kesiti

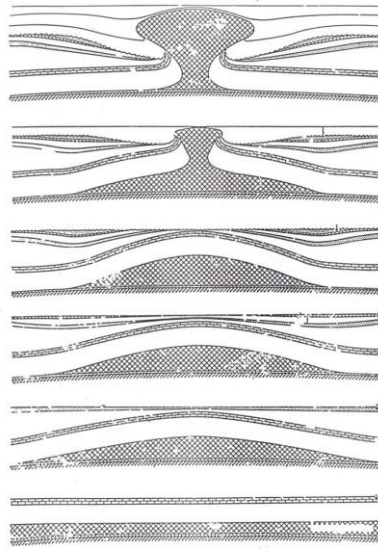
2-DİYAPİRİK KAPANLAR

Tuz domları, petrol jeolojisinde petrol kapanlanmasına uygun alanlar olması açısından önem arz etmektedir (Şekil.16). Oluşumu, derinlerdeki tuzlu katmanların aşırı yük altında belirli bir süre sonra plastik hale gelmesi sonucu (yoğunluk farkı nedeniyle), üzerindeki katmanları

yukarı doğru itmesi ve bir süre sonra delerek içine girmesi sonucu oluşmaktadır (Şekil.17). Diyapirik kapanların en iyi örnekleri Meksika körfezi çevresinde, İran ve Kuzey Denizi çevresinde görülür. Bu tür diyapirlerde çok değişik kapan çeşitleri gelişebilir. Bazı örnekler aşağıdaki şekilde verilmiştir.

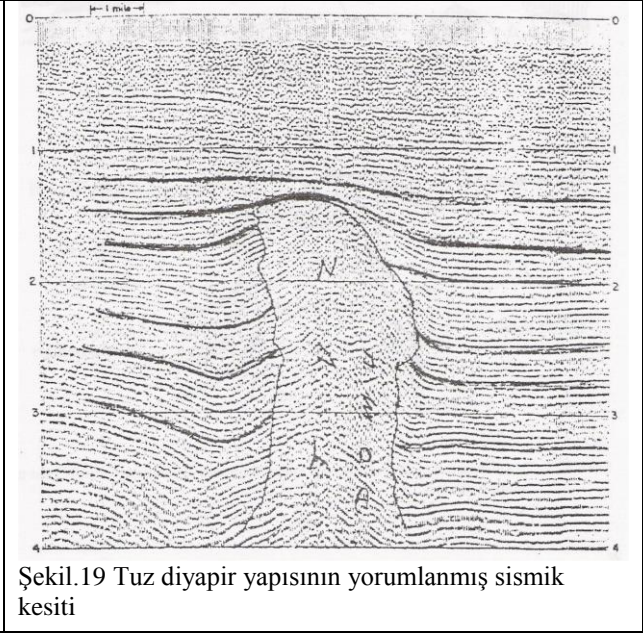
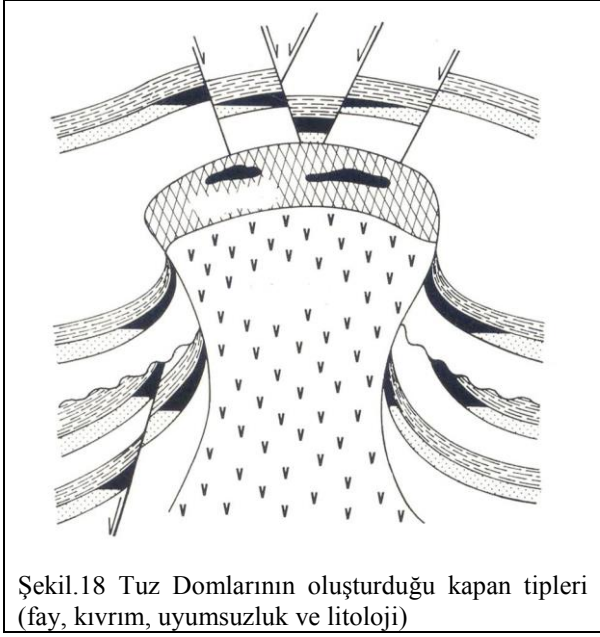


Şekil. 16 Tuz domlarının farklı petrol kapanı türleri



Şekil.17 Bir Tuz Diyapirinin Gelişim Evreleri

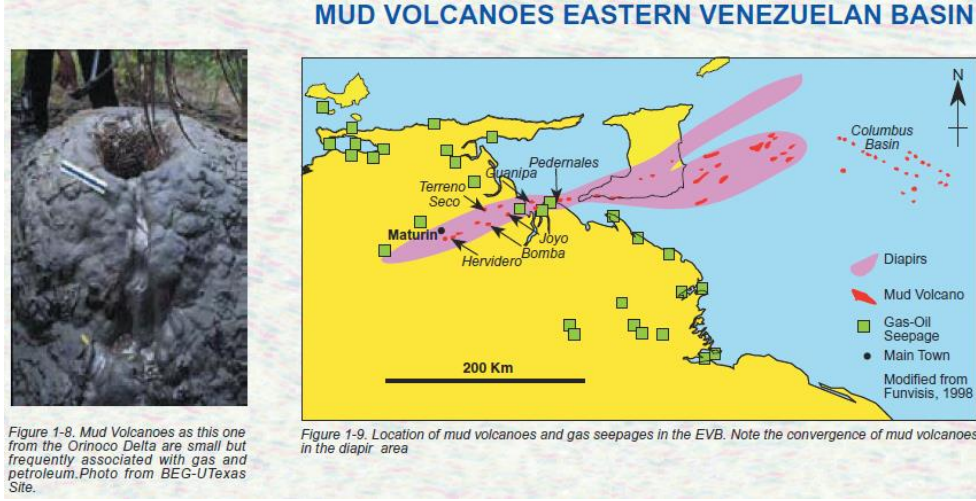
Tuz kütlelerinin yukarı doğru hareketi süresince uyumsuzluklar, kıvrımlar ve faylar oluşabilir. Ayrıca, tuz kütlelerinin üzerinde jips, kireçtaşı ve dolomitten oluşan “takke” kayalar” yer almaktadır. Bu alanlarda da birikimler olabilmektedir (Şekil 18). Sismik kesitlerde tuz diyapirleri çevre kayalara oranla çok iyi gözlenmektedir (Şekil. 19).



Çamur domları, volkanik ya da petrol kökenli gazlar tarafından oluşturulan, genellikle koni şekilli çamur ve kaya yığılması şeklinde tanımlanır (Şekil.20).

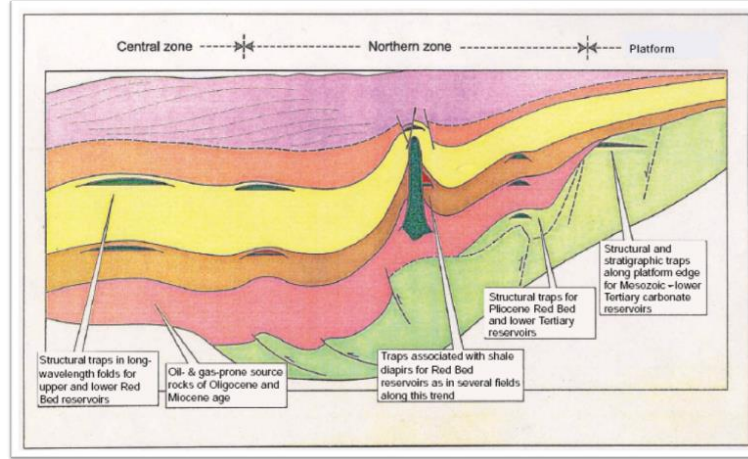
- Değişik mekanizmalarla sıvılaşarak harekete geçen şeyl ya da tuz katmanlarının diyapirleşmesi ve yüzeye ulaşmasıyla oluşan çamur volkanlarına çoğu kez sıvı ya da gaz halindeki hidrokarbonlar da eşlik eder.
- Petrol-gaz yatakları ile kökensel ilişkisi 1910 yılında kanıtlanmıştır.
- Dünyadaki 700 çamur volkanından 300' ü Azerbaycan'dadır (Şekil.20).
- Azerbaycan'da her sene, 3-5 çamur volkan püskürmesi gerçekleşir. 2001'deki olayda, 15 m' ye yükseğe çamur fıskırmıştır.





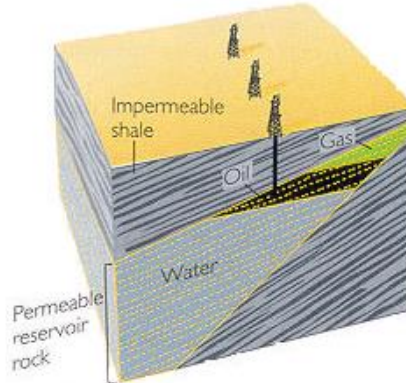
Şekil 20b Doğu Vebezüella' daki çamur volkanları etrafında gaz / petrol sızıntıları arasındaki ilişki

Şeyl diyapirlerine bağlı olarak gelişen kapanlarda görülmektedir. Bunlara ait bir örnek aşağıda verilmiştir (Şekil 21).



Şekil.21 Güney Hazar Gölü çevresinde tespit edilen şeyl diyapirleri Kuzey zonda görülmektedir

3-STRATİGRAFİK KAPANLAR



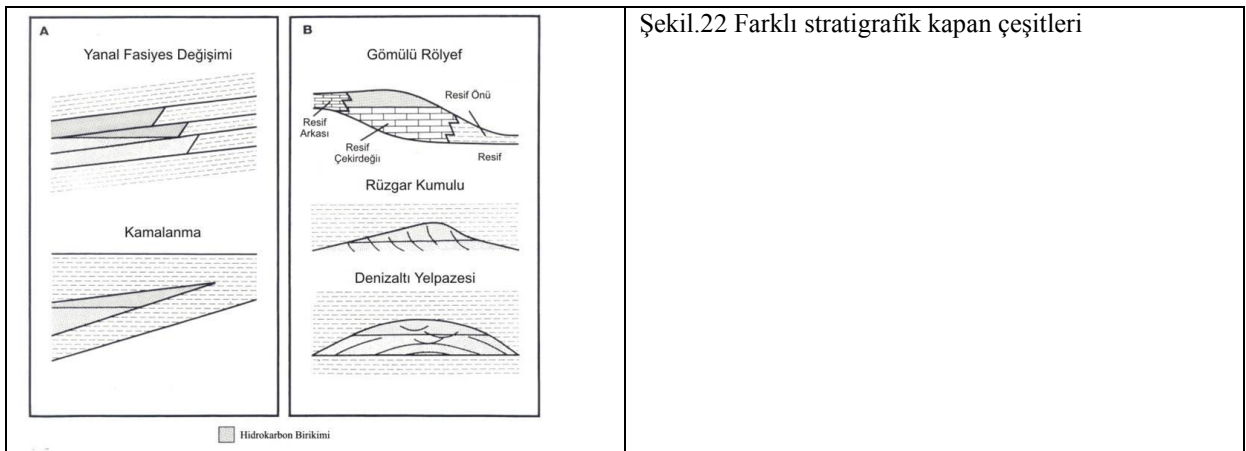
Litolojik değişim ve uyumsuzluklar nedeniyle oluşan kapanlardır (Şekil.22). Yeraltında belirlenmeleri güçtür, fasiyes haritaları ve bazıları sismik kesitler yardımıyla belirlenebilirler. Bunlar:

1- Litolojik değişimle ilgili stratigrafik kapanlar

- Çökeltme kökenli
 - Kama tipi kapanlar
 - Kanal kapanları
 - Set adası kapanları
 - Resif kapanları
- Diyajenetik kökenli

2- Uyumsuzlukla ilgili stratigrafik kapanlar

- Uyumsuzluk üstü kapanlar
 - Aşmalı (düzlemsel geometrili) kapanlar
 - Kanal veya gömülü vadi kapanları
- Uyumsuzluk altı kapanlar



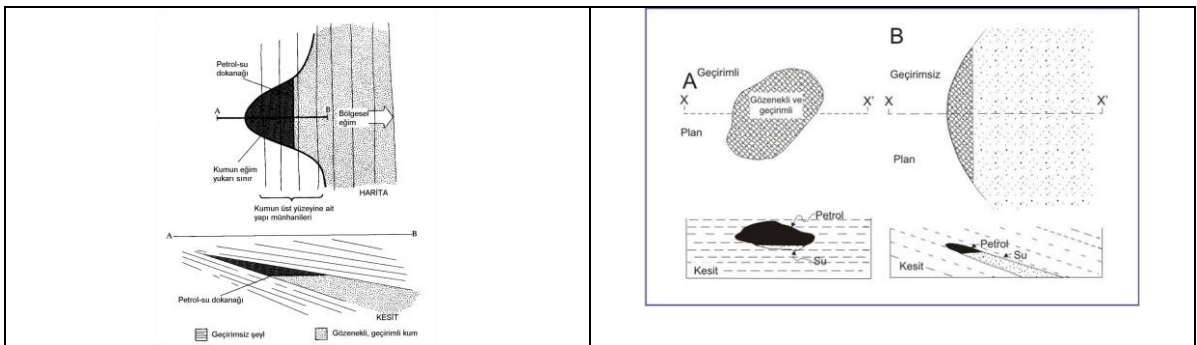
Şekil.22 Farklı stratigrafik kapan çeşitleri

1- LİTOLOJİK DEĞİŞİMLE İLGİLİ STRATİGRAFİK KAPANLAR

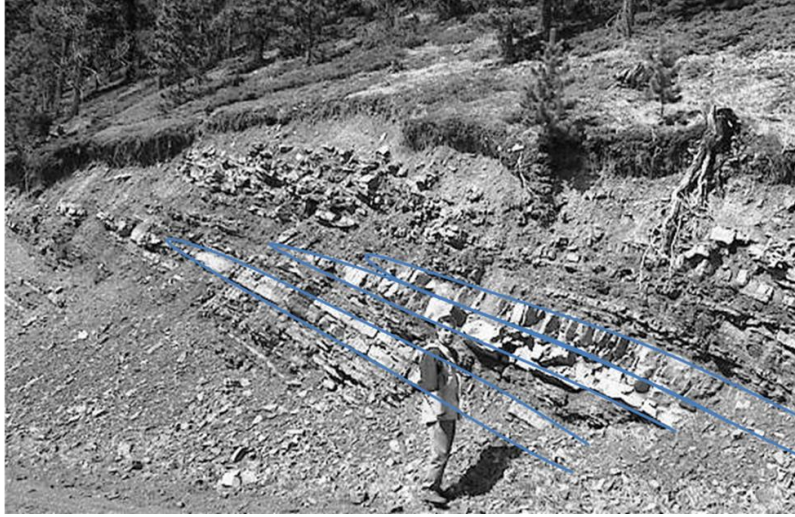
A- ÇÖKELME KÖKENLİ KAPANLAR

Kayacın çökeltmesi ve diyajenezi süresince gelişmektedirler.

- **KAMA (Pinch out) veya MERCEK TİPİ:** Yanal yönde litoloji değişimi ile gelişen kapanlardır. Amerika Wyoming'de bu tür kapanlardan 200 milyon varil petrol alınmıştır (Şekil.23a,b, 24).

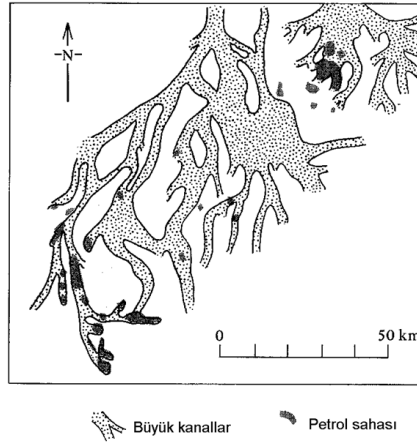


Şekil.23 a Geçirimsizliğin düzensiz olarak son bulması ile gelişen kama tipi stratigrafik kapan b) Mercek ve Kamalanmaya Bağlı Gelişmiş Stratigrafik Kapanların Kesit ve Harita Örnekleri



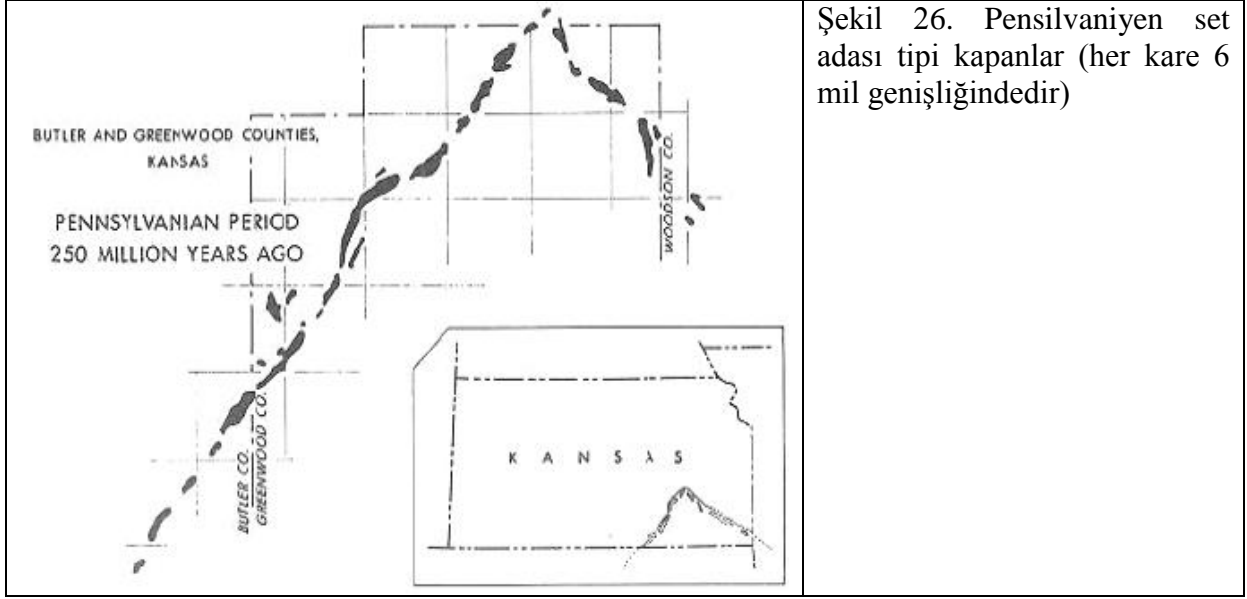
Şekil 24. Jura lagünel washover fans, Moose Mountain, Front Reage, Kanada

- **KANAL TİPİ:** Şeyl, çamurtaşı gibi geçirimsiz birimler içerisine yerleşmiş alüvyal ya da delta kanalları bu tip kapanları oluşturur (Şekil.25). Amerika’ da Kayalık Dağların doğu yamaçlarında, Alberta-Montana arasında güzel örnekleri vardır.



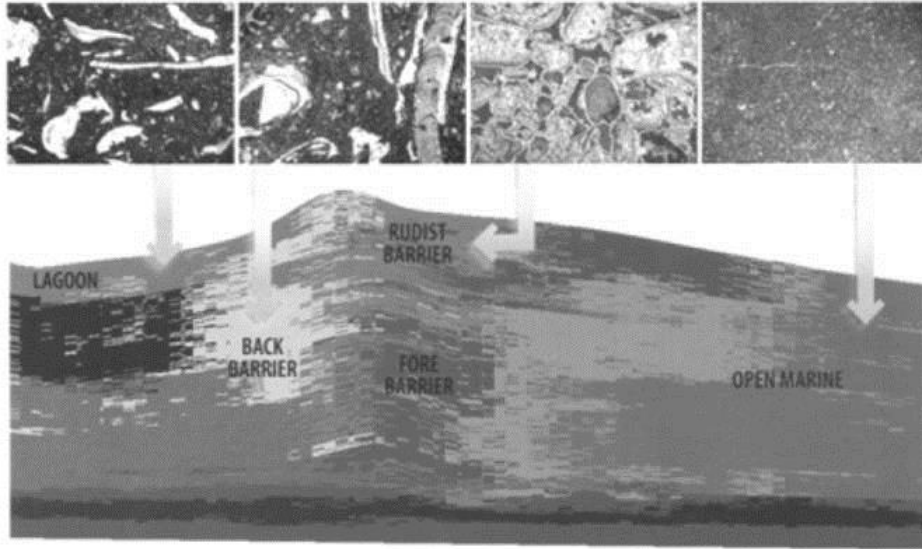
Şekil.25 Oklahoma’da Booch deltasının haritası, delta kanalları stratigrafik kapan olarak gelişmiştir

- **SET ADASI TİPİ:** Denizel veya lagüner şeyller içerisinde gelişen iyi boylanmalı set adası kumları bu tip kapanları oluştururlar. New Mexico’deki Bisti petrol sahasındaki set adası kumları 65 km boyunda 7 km genişliğinde bir kapan şeklindedir.



- **RESİF TİPİ:** Resif kayaları hazne kaya, resif önü ve arkasındaki şeyller ise kaynak kaya oluştururlar. Transgresyonla üzeri örtülürse resifler iyi bir kapan olabilir. Hem birincil gözenek hem de diyajenez sonucu gelişmiş zengin ikincil gözeneğe sahiptirler. Bu tipe iyi örnekler Meksika Körfezi – Golden Lane, Libya-Sirte havzasında, Basra körfezinde ve Trakya havzasında bulunur (Soğucak fm.).

Aşağıdaki şekilde platform resif kapanının enine kesiti ve bu alanlara ait mikrofasiyes resimleri görülmektedir.



Suudi Aramco broşüründen alınmıştır

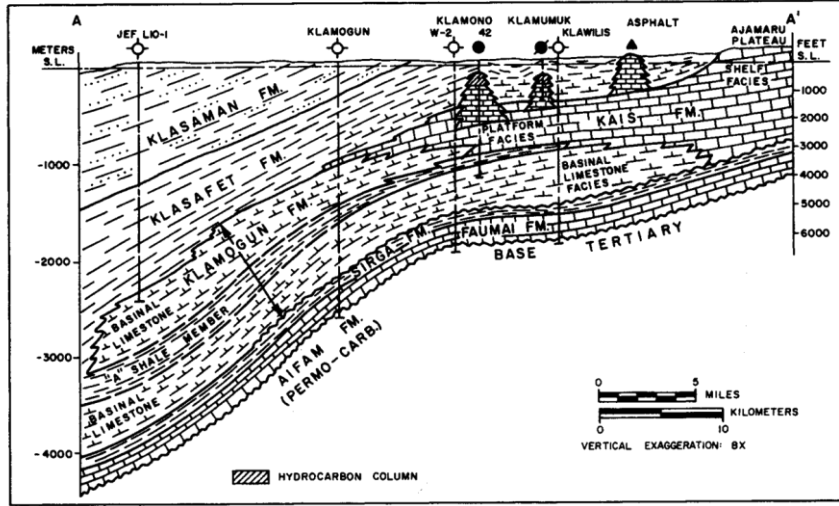
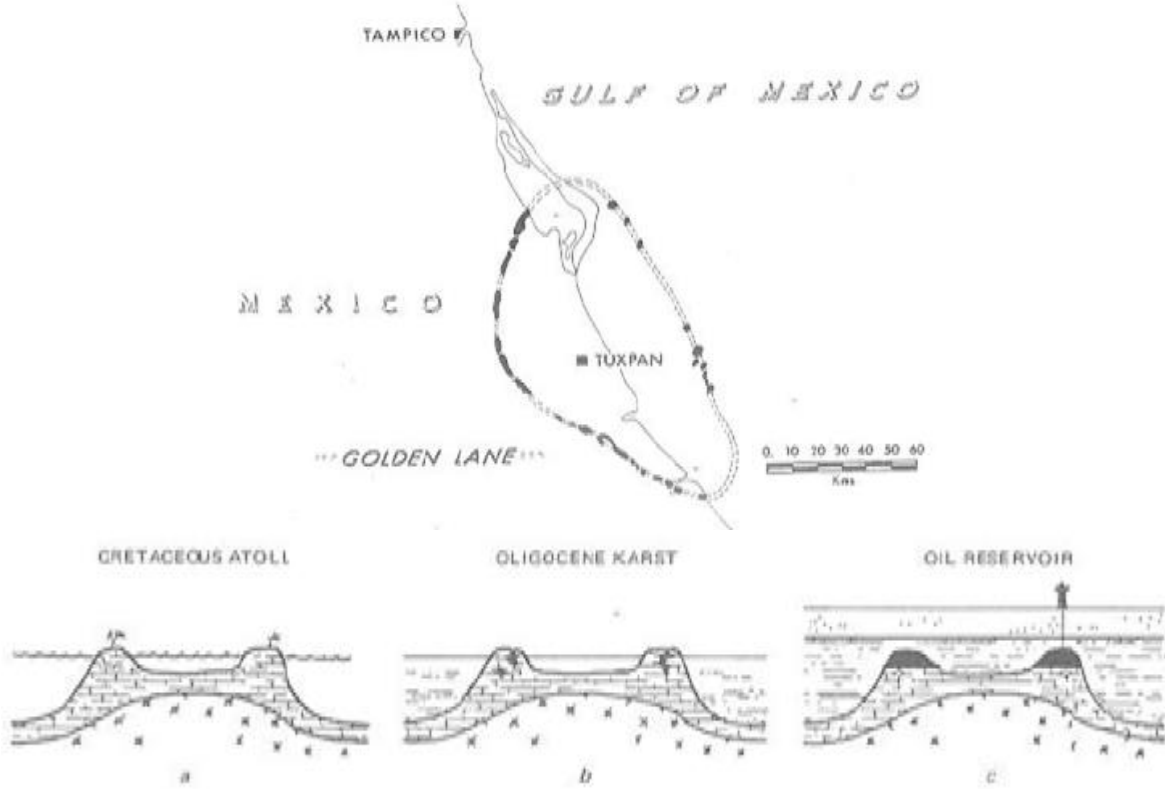


Fig. 169. Cross-section of reef production, Indonesia. From Vincelette and Soeparjadi, 1976. Permission to publish by AAPG. See Figure 165.

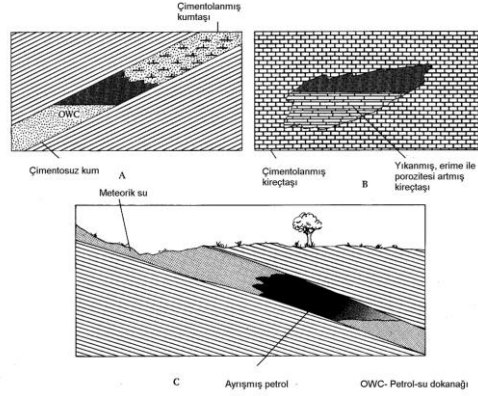


Meksika Körfezinde Kretase süresince oluşan atol daha sonra gömülmüştür. Oligosen zamanında yüzeyleyen atol üzerindeki sedimanlar erozyona uğrayarak karst etkisi altına girmiş, bunun sonucunda çözülmüş ve gözeneklilik-geçirgenlik artmıştır.

DİYAJENETİK KÖKENLİ KAPANLAR: Hazne kayanın farklı bölümlerinde meydana gelen diyajenetik gelişimler kapan oluşumuna neden olabilir. Diyajenez etkisiyle, gözeneklilik ve geçirgenlikteki değişimler en önemli etkindir.

- Diyajenez esnasında çimentolanma gözenekliliği azaltırken (Şekil. 28a), erime artırmaktadır (Şekil.28 b).

- Bunun yanı sıra petrolün yüzeye yakın yerlerde bakteriyel olarak ayrışması ve tarlaşması (katı zifte dönüşme) sonucunda da diyajenetik kapanlar oluşur (Şekil. 29c).
- Sonel (1993) çalışmasında Trakya Havzasında Yeniköy formasyonu olarak adlandırdığı birimde diyajenetik kapan oluşumlarını belirtmektedir.



Şekil.28 a, b, c Farklı diyajenetik kapan gelişimleri

STRATİGRAFİK KAPANLARIN FASİYES ve ÇÖKELME ORTAMI İLE İLİŞKİSİ

Özellikle, kumtaşı hazne kayalarında oluşan stratigrafik kapanlar çökeltme ortamı ve fasiyeslerle ilişkili olarak gelişirler. Bu ortamların bilinmesi kapanın geometrisi, boyut ve yayılımı hakkında bilgi sağlar (Tablo-1).

ORTAM		KAPAN TIPI
Karasal	Eoliyen	Mercek, kama
	Flüviyal	Kanal
		Gömütlü vadi
Kıyı	Set adası Kıyı boyu seti	Prizmatik
	Delta	Kanal Delta ağzı seti Taşkın kanalı Diyapir Büyüme fayları
Derin denizel		Denizaltı yelpazeleri Denizaltı kanalı

Tablo-1 Çökeltme ortamı ve kapan tipi arasındaki ilişki (Inteq 1999)

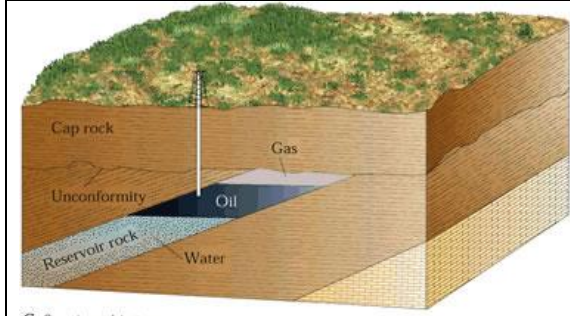
2- UYUMSUZLUKLA İLGİLİ STRATİGRAFİK KAPANLAR

Uyumsuzluk üstü, uyumsuzlukların altındaki kayalar karbonat ise bunlar aşınma döneminde karstlaşır ve ikincil gözeneklilik açısından zenginleşirler. Uyumsuzluğun üstündeki birimler geçirimsiz ise bu tip kapanlar gelişir (Şekil.29, 30). Güneydoğu Anadolu’ da Mardin kireçtaşı bu tipte kapanlara sahiptir.

Uyumsuzluk üstü, özellikle topografik olarak yontulmuş, peneplenleşmiş uyumsuzluk düzlemleri üstünde başlayan istiflerin tabanında alüviyal veya sığ denizel taban kırıntılıları bulunur.

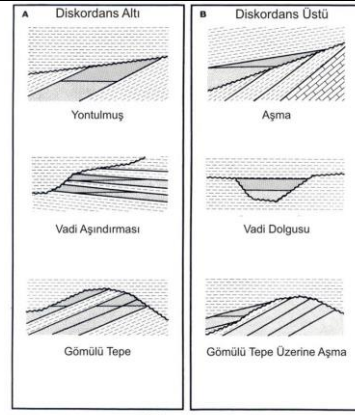
Uyumsuzluk düzlemi düzensiz ise, bu düzensizlikler akarsu çökelleri veya sığ denizel kumlarla dolar ve üzeri geçirimsiz çökellerle dolarsa bu tip kapanlar gelişir. Adana havzası bu tipe iyi bir örnektir.

Uyumsuzluk altındaki birim geçirimsiz ise ve taban kırıntılıları geçirimsiz birimlerle örtülürse düzlemsel geometri, aşmalı kapanlar oluşur.



C. Stratigraphic trap

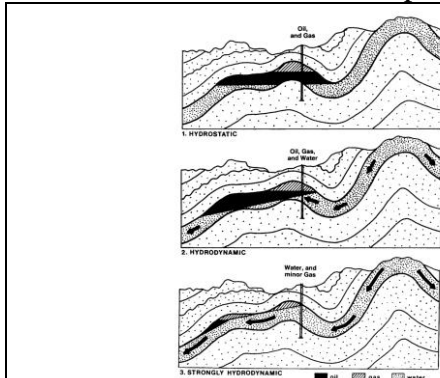
Şekil.29 Uyumsuzluk altındaki gelişmiş kapan blok diyagram görünümü



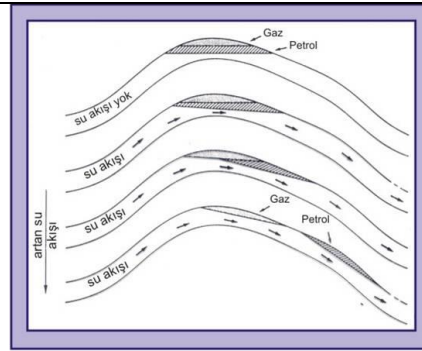
Şekil 30. Uyumsuzluk altı ve uyumsuzluk üstü tipi kapan oluşumları

4-HİDRODİNAMİK KAPANLAR

Göçmekte olan petrolün hidrodinamik olarak engellenmesi ile oluşan kapanlardır. Bir hazne kaya içerisinde akan su yukarı doğru çıkmakta olan hidrokarbon ile karşılaştığında, eğer su kuvveti hidrokarbonu yüzdürmeye sebep olan kuvvetten fazla ise petrolün yukarıya doğru olan hareketi durur ve burada petrol birikir (Şekil.32). Önülke havzalarında önemlidir.



Şekil 31. Hidrodinamik kapan gelişimi

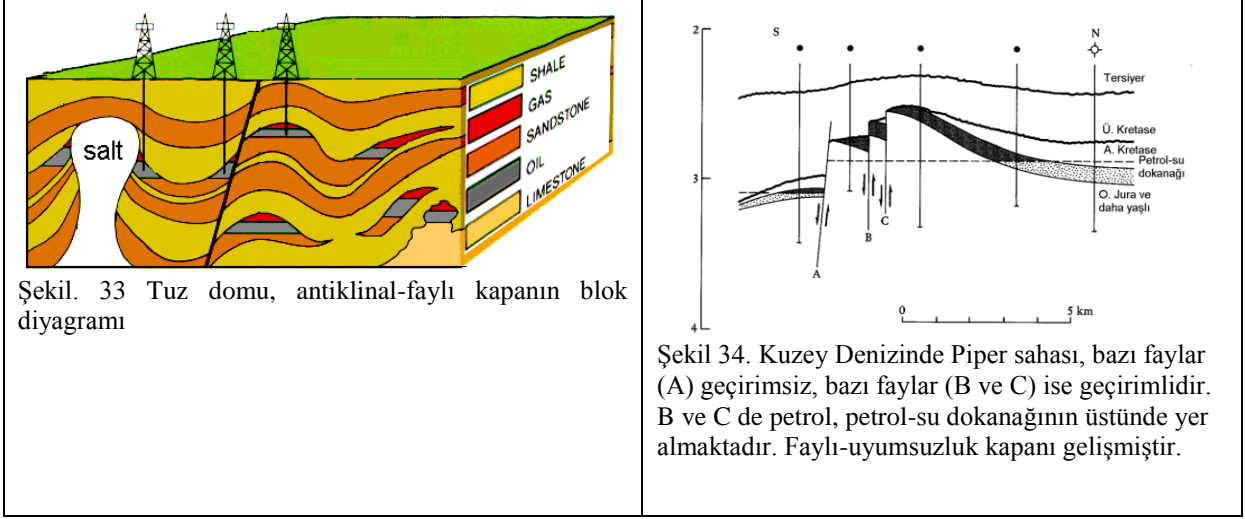


Şekil 32. Su akışına bağlı olarak petrol-su dokanağının eğimlenmesi

Hidrodinamik su hareketine bağlı olarak, düz olan petrol-su dokanağı eğik hale gelmektedir (Şekil. 32).

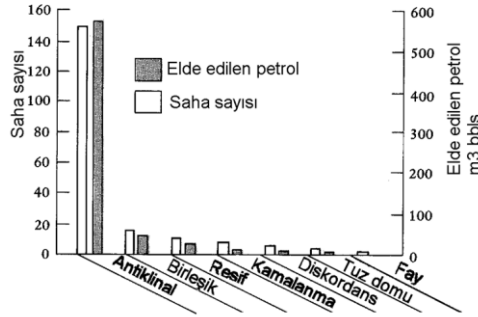
5-BİRLEŞİK KAPANLAR

Stratigrafik ve yapısal kapanların karışımı ile gelişen kapanlardır (Şekil. 33, 34). Çok değişik şekillerde olabilir. Dünyadaki çoğu kapanlar bu tiptedir.



DÜNYADA YAYGIN KAPAN TİPLERİ

Dünyadaki kapan tipleri istatistiksel olarak aşağıdaki çizelgede verilmiştir (Şekil.35). Ancak stratigrafik kapanların bulunma zorlukları ve henüz tespit edilmedikleri de bu çizelgenin değerlendirilmesi esnasında göz ardı edilmemelidir.



Şekil.35 Keşfedilmiş kapan tiplerinin istatistiksel oranları

KAYNAKLAR

Inteq, B.H., 1999. Petroleum Geology, Baker Hughes INTEQ Training & Development

<http://www.mpgpetroleum.com/fundamentals.html>

Hunt, John M., *Petroleum geochemistry and geology*, NY : , W. H. Freeman and Company, , 1996, 743 p.