

PETROL JEOLojİSİNİN SEDİMANTOLOJİK VE STRATİGRAFİK UNSURLARI

YAZARLAR

Dr. Muhittin ŞENALP

Mahir KAYA

Prof. Dr. Sema TETİKER



© Copyright 2025

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Yayınevi A.Ş. 'ye aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN	Sayfa ve Kapak Tasarımı
978-625-375-596-6	Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı	Yayıncı Sertifika No
Petrol Jeolojisinin Sedimentolojik ve Stratigrafik Unsurları	47518
Yazarlar	Baskı ve Cilt
Muhittin ŞENALP	Vadi Matbaacılık
ORCID iD: 0000-0003-2144-0091	Bisac Code
Mahir KAYA	SCI031000
ORCID iD: 0009-0006-0743-5789	DOI
Sema TETİKER	10.37609/akya.3770
ORCID iD: 0000-0001-5158-7364	

Yayın Koordinatörü
Yasin DİLMEN

Kütüphane Kimlik Kartı
Şenalp, Muhittin ...[ve başkaları].
Petrol Jeolojisinin Sedimentolojik ve Stratigrafik Unsurları / Muhittin Şenalp, Mahir Kaya, Sema Tetiker.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2025.
541 s. : şekil. ; 195x275 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253755966

GENEL DAĞITIM
Akademisyen Yayınevi A.Ş.

Halk Sokak 5 / A Yenışehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖNSÖZ

Dünya üzerinde petrol ve doğal gaz rezervlerinin hızlı bir şekilde azalmaya başlamasıyla birlikte önceleri araması ve üretimi zor olarak düşünülen bazı önemli sedimanter havzalar özellikle son 20 yılda birdenbire önem kazanmıştır. Belirli bölgelerdeki sedimanter havzaların genişlikleri, tektonik oluşumları ve içerdikleri sedimanter istiflerin gerçek kalınlıkları ve litofasiyes özellikleri incelenmeye başlanmıştır. Havza içindeki kumtaşı ve karbonat kayalar istif stratigrafisinin ortaya çıkmasıyla birlikte yürütülen ayrıntılı sedimanter havza çalışmaları ve 3D sismik kayıtlar yardımıyla özellikle Jeofizik verilerin kalitelerinin günden güne iyileşmesi 3D sismik kayıtlarının sanki yer altı yapılarının fotoğraflarını çekmiş gibi güzel görünmesi hem yapıların ve hem de mevcut bölgesel aşınma yüzeylerinin çok daha rahat bir şekilde görülmesini sağlamış ve kuyular arasındaki korelasyonlar hem kolay anlaşılmış ve hem de daha gerçekçi olmuştur.

Sedimanter havza tanımı, içerdikleri istiflerin sedimantolojik (petrolün kaynak kaya ve rezervuar kaya tipleri) ve stratigrafik özellikleri (tektonik ve buzul kökenli aşınma yüzlerinin tespiti) hiç kuşkusuz hidrokarbon arama faaliyetlerinin en önemli ve birinci sırada yer alan unsurlarıdır. Çökelme havzasının oluşum işlemleri ve içerdikleri sedimanter istiflerin kalınlığı, yayılım genişliği yanal ve yöndeki diğer istiflerle olan stratigrafik ve tektonik ilişkileri petrol aramalarının her döneminde ve üretim sürecinde rezervuar morfolojilerinin ortaya çıkması yönünden çok önemli temel bilgiler oluşturur (Şenalp vd., 2018; Şenalp ve Tetiker, 2020, 2021; Şenalp, 2024). Bu nedenle bizler, petrol jeoloğu olarak hidrokarbon aramalarında ilk yapacağımız en önemli görevimizin havza içinde bulunan sedimanter istifleri sedimantolojik ve stratigrafik yönlerden ayrıntılı olarak incelemek, yorumlamak ve jeofizik veriler yardımıyla havzanın tüm tektonik evrimini ortaya çıkarmaktır. Sedimanter kayaların çökelme ortamları, litofasiyes özellikleri yanal ve düşey yöndeki fasiyes değişiklikleri anlaşıldıktan sonra, petrolün oluşumunu, kaynak kayadan rezervuar kayaya olan göçünü ve geçiririz örtü kayası tarafından stratigrafik veya yapısal kapanlarda kapanlanmasını ortaya çıkarmak suretiyle amacımıza ulaşabiliriz.

İstif stratigrafisinin tüm temel unsurlarını (formasyon sınırlarının özellikleri, tektonik ve buzul kökenli aşınma yüzeyleri veya deniz seviyesinin en yüksek seviyede olduğu Maksimum Taşkın Yüzeyleri, MFs) uygulayarak çökelme havzasının oluşumunu, çökelme ortamının tipini deniz seviyesinin tektonik olaylarla ve periyodik olarak dalgalanma süreçlerini ortaya çıkarabiliriz. İstif içindeki sedimanter kayaların (genellikle pelajik şeyl) içerdikleri planktonik kökenli organik madde miktarını, kumtaşı ve kireçtaşı gibi, en yaygın kayaların rezervuar ve kaynak kaya özelliklerini bu kayaların yanal ve düşey yöndeki fasiyes değişimlerini sondaj aşamasından önce bilmemiz gerekir (Şenalp ve Tetiker, 2023; Şenalp, 2024a; Şenalp, 2024b). 1,5 metre uzunluğundaki Jacop çubuğu ile ölçülen sedimantolojik kesitlerden alınan kaynak kaya fasiyesi özelliğine sahip siyah renkli pelajik şeyl fasiyesinin organik madde miktarı, farklı ortamlarda (buzul, flüvyal, delta ve denizaltı yelpazeleri) ortamlarında çökelmiş rezervuar kumtaşı ve sıg ve sıcak deniz kireçtaşı istiflerinden örnekler alınmıştır. Alınan bu el örnekleri üzerinde de gözeneklilik ve geçiririzlik özelliklerini içeren geniş

kapsamlı petrografik (yapı ve doku), mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin analizinin yapılması gerekir.

Petrol ve doğal gazı duyulan gereksinim günden güne hızlı bir şekilde artmış önceleri ekonomik olmadıkları düşünülen Paleozoyik istifleri Türkiye dahil Arap Levhası üzerinde yer alan pek çok ülkede son derecede önem kazanmıştır. Bunun en önemli nedenlerden biri Geç Ordovisiyen zamanında (445 milyon yıl önce) ortaya çıkan Gondwana buzullaşmasının etkilerinin çok iyi anlaşılmış olmasıdır. Buzullaşma sonrası derin kazılmış buzul vadilerinin çöktüğü buzul-flüvyal rezervuar kumtaşları ile bunların üzerine transgresif olarak gelen Erken Silüryen (444 milyon yıl önce) istifinin tabanında çökelmiş organik madde yönünden zengin kaynak kaya şeyl fasiyeslerinin ilişkileri sedimantolojik yönden çok iyi anlaşılmıştır. Bu bilgilerin ışığı altında petrol ve gazın yukarıdan aşağı doğru göçebileceği arama ve üretim kuyularında kanıtlanmış ve yeni ufuklar açılmıştır.

Farklı ortamlarda çökelmiş kırıntılı ve karbonat kayaçlar ile evaporitler petrol ve doğal gaz oluşumu için hem önemli bir potansiyel kaynak kaya, gözenekli ve geçirimli rezervuar kaya ve hem de bu hidrokarbonların rezervuarları içinde kapanmalarını sağlayan geçirimsiz bir örtü kayası oluştururlar. Bu gerçek, başta organik madde yönünden zengin şeyl (hot shale), kumtaşları, karbonatlar ve evaporit gibi her farklı türden sedimanter kayacın hidrokarbonların oluşumunda ve depolanmasında aynı derecede önemli rol oynadıklarını ortaya koyar. Bu farklı türden sedimanter kayaçlar derin deniz yelpazesi ortamından karasal ortama kadar değişen alanlarda çöktikleri için yerküremizde var olan tüm ortamlar bu kitapta aynı derecede ve ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Her tür sedimanter kayacın çökmesini sağlayan tektonik olaylar (örneğin deniz seviyesinin alçalıp yükselmesi, havza tabanının çökmesi) ve buzullaşmadan sıcak ve kurak çöl koşullarına kadar değişen iklim koşullarının araştırılıp etkilerinin ortaya çıkarılması kaçınılmaz bir gerçektir. Her sedimanter ortamın içindeki çökme koşulları, su derinliği, kıyı çizgisinin şekli, dalga ve kıyı boyu akıntılarının çökel taşıma ve aşındırma gücü değişik olduğu için bu ortamlarda çökelen aynı türden kumtaşının her tür rezervuar özellikleri (gözeneklilik ve geçirimsizlik) çok farklıdır. Bu farklılıkların hidrokarbon aramalarına başlamadan önce çok iyi bilinmesi gerekir. Nehirlerin egemen olduğu delta ortamında çökelen nehir-ağız kum barlarının özellikleri bu deltanın iki yanında çökelen plaj kumlarından çok farklı rezervuar özellikleri gösterir. Aynı bir akarsu sistemi içinde yer alan örgülü nehir siteminin çöktüğü örgülü kumtaşı fasiyesi ile menderesli nehrin çöktüğü nokta barı kumtaşı fasiyeslerinin kalınlıkları, kumtaşı/sheyl oranları, kumtaşlarının tabakalanma kalınlıkları, tane boyu ve boylanmaları çok farklıdır. Bu farklı türden özellikler kumtaşının rezervuar özelliklerine ve hidrokarbonların kapanmasına ve sonuçta üretim kapasitelerine son derece etkiler.

Son zamanlarda hidrokarbon oluşumundaki olumlu etkileri çok iyi anlaşılan buzul çökme ortamları ayrıntılı araştırmalara konu olmuştur. Gondwana kıtası üzerinde yeralan ülkelerde tüm Paleozoyik istifleri içinde üretim yapılan petrol ve gazın kaynak kayası bölgesel Erken Silüryen (Rhuddanian, 444 MYÖ) transgresyonu'nun tabanında çökelmiş organik madde yönünden zengin şeyl fasiyesidir. Bu şeyl fasiyesi (hot shale) Geç Ordovisiyen (Hirnantian, 445 MYÖ) Gondwana buzullaşmasının erimesi sonucu gelişen transgresif denizin buzul topografyası üzerindeki

çukur alanlarda çökelmiştir. Buzulların hızlı erimesine bağlı olarak deniz transgresyonu hızlı gelişmiş ve yamalar şeklindeki çöküntü alanlarında oksijensiz ortamda organik madde yönünden zengin potansiyel kaynak kayası oluşturmuştur. Bu model günümüzde tüm Gondwana ülkeleri üzerinde çok iyi anlaşılmıştır. Yapılan ayrıntılı çökeltme modeli çalışmaları sonucu, özellikle Paleozoyik istiflerde açılan kuyularda buzullaşmayı takip eden hızlı deniz transgresyonunun tabanında çökelmiş organik madde yönünden zengin (yaklaşık 14% TOC) şeyl fasiyesinin çok üretken kaynak kayası olduğu hiç kuşkuyla yer bırakmadığı anlaşılmıştır. Böylece, tüm Paleozoik istiflerinde açılan kuyulardaki başarı oranı önemli derecede artmıştır.

Çökeltme ortamındaki kaynak kaya, rezervuar kaya ve örtü kaya oluşumlarının ortam içinde görülen deniz seviyesinin dalgalanmalarıyla çok yakından ilişkilidir. Bu nedenle türlü kaya birimleri arasındaki dokanakk ilişkileri (aşınma yüzeyi, konkordan, dereceli geçişli) mutlaka anlaşılmalıdır. Şenalp ve Al-Duaiji (2001b), Şenalp (2006a) ve Şenalp vd. (2018), Arap Levhası üzerinde çökelmiş Paleozoyik istifleri üzerinde yaptıkları stratigrafik ve sedimantolojik çalışmalar çok iyi kaliteli rezervuar kumtaşlarının buzul kökenli aşınma yüzeyleri üzerine doğrudan çökelmiş örgülü nehir deltası kumları (braid delta) olduğu gerçeğini ortaya koymuştur. Buna ilave olarak karasal ortamlarda çökelmiş nehir veya yüksek açılı çapraz tabakalanma gösteren eoliyen kumtaşlarının çok hafif dereceden çimentolanma geçirdikleri ve bu nedenle de taneler arasındaki gözenekliliğin iyi korunduğunu göstermiştir. Kıyı çizgisinin sürekli olarak açık denize doğru ilerlemesi sonucu ortaya çıkan delta veya plaj regresif istiflerinin en üst kısımlarında daha sık ve daha hareketli su ortamında çökelmiş kumtaşları hem Paleozoyik ve hem de Kretase istiflerinde önemli rezervuar fasiyesi oluştururlar. Sık deniz ortamında çökelen bu kumtaşlarının deniz suyu içinde yaygın olarak bulunan CaCO_3 tarafından çimentolanma olasılığı fazladır. Bunun en güzel örneği Siluriyen yaşlı Kaş Formasyonudur.

Bu kitapta her bir kırıntılı çökeltme ortamına ve ortam içindeki çökeltme koşullarına, farklı fasiyeslerin kendi aralarındaki yanıl ve düşey ilişkilerine, potansiyel kaynak kaya ve rezervuar kaya oluşumlarına aynı derecede önem verilmiş ve fasiyeslerin bu özellikleri arama kuyularından kaydedilmiş gerçek kuyu logları üzerinde gösterilmiş ve veriler kuyular arası korelasyonlarda kullanılmıştır. Kırıntılı kayaçların genel özellikleri ve çökeltme ortamlarının yorumlanmasında kullanılan parametreler kısaca anlatılmış, çökeltme ortamları en güncel verilerin ışığı altında tüm ayrıntıları ile ele alınmış ve bu farklı çökeltme ortamlarından üretim yapan ülkelerin formasyonlarından kısaca bahsedilmiştir.

Türkiye Petrolleri bünyesinde oluşturulan Paleozoik projesi kapsamında Güneydoğu Anadolu'da yapılan arazi gezileri sırasında farklı çökeltme ortamlarını temsil eden formasyonlardan ölçülen sedimantolojik kesitler, onların çökeltme ortamları ve hidrokarbon potansiyelleri kısaca anlatılmıştır. Çökeltme ortamlarına ait arazi resimlerini mümkün olduğu kadar Türkiye'den derlenmeye çalışmıştır.

Özellikle son yıllarda ülkemizde üretim alanında yapılan çalışmalar kapsamında Güneydoğu Anadolu bölgesinde Şırnak ili sınırlarında yer alan Gabar Petrol Sahaları, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) tarafından Eylül 2021'de gerçekleştirilen ilk keşif kuyusu ile ortaya çıkarılmıştır. Bu keşif, Türkiye'nin kara alanlarında son yıllarda yapılan en büyük hidrokarbon

keşifi olma özelliğini taşımaktadır. Keşfin ardından geçen yaklaşık dört yıllık süre zarfında sahada kesintisiz üretim yapılmaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (ETKB) resmî açıklamalarına göre, 2024 yılı sonunda günlük üretim 70.000 varil düzeyine ulaşmış, 2025 itibarıyla ise bu rakam 81.000 varil/gün seviyesine yükselmiştir. Sahadaki kuyu geliştirme ve yeni sondaj programlarının tamamlanmasıyla birlikte üretim kapasitesinin arttırılması hedeflenmektedir. Gabar Sahaları, yüksek kaliteli (yüksek API gravitesine sahip) hafif petrol üretimiyle dikkat çekmekte ve Türkiye'nin toplam ham petrol arzının yaklaşık %8'ini karşılamaktadır. Rezervuar özellikleri açısından çok zonlu üretim imkânı sunan sahalar, kalın rezervuar istifleri ve yüksek geçirgenlik değerleri ile Türkiye'deki en verimli kara petrol sahaları olma özelliği taşımaktadır. Dünya üzerindeki birçok petrol sahasından seçilen önemli bilgileri içeren ve Petrol jeolojisi konusunda uzman üç yazarın birlikte hazırladığı bu özgün akademik kitabın jeoloji bilimine gönül vermiş tüm okuyucularımıza yararlı olacağına inanıyoruz.

TEŞEKKÜR VE KATKI BELİRTME

Bu kitabın konusunu oluşturan yüzey ve yeraltı hidrokarbon arama ve üretim konuları Dr. Muhittin Şenalp'in 1965 yılları ile 1981 arasında Türkiye'de Erzurum (Pasinler, Tekman, Hınıs), Kars (İğdır, Tuzluca), Çorum-Sungurlu ve Haymana-Polatlı bölgelerinde Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) bünyesinde yürütülmüştür. Bu bölgelerin petrol potansiyelini konu alan hem şirket raporları ve hem de MTA'nın kendi bülteninde, Yeryuvarı ve İnsan Yerbilimleri dergisinde yayınlanmıştır.

1975 yılında Amerikan Glomar Challenger derin deniz sondaj gemisiyle Karadeniz'de açılan üç derin deniz sondaj kuyusundan alınan karot ve her bir metre aralıklarla alınan örneklerin petrografik, sedimantolojik ve palinolojik çalışmaların sonuçları uluslararası dergilerde yayınlanmıştır.

İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği ve daha sonra Imperial College of Londra'da sürdürdüğüm master ve doktora eğitimi süresinde MTA'nın burslu öğrencisi olmak mutluluğuna eriştim. Bu kitap yayını önemli bir fırsat olarak değerlendirip zamanın genel müdürü sayın Doç. Dr. Sadrettin Alpan, Temel Araştırmalar Dairesi başkanı sayın Esen Arpat beylere teşekkür ediyorum. Imperial College'daki eğitimimi yönlendiren Dr. Graham Evans ve Dr. Douglas Shearman'a sonsuz teşekkürler.

1981-2009 yılları arasında Suudi Arabistan'ın Suudi Aramco Şirketinde uzman petrol jeoloğu olarak çalıştığım uzun bir süre boyunca tüm Arabistan Levhasını ve Basra Körfezi içindeki Dünya'nın en büyük offshore sahalarını içermektedir. Ben bu bölgelerde açılan her yaştaki karbonat ve kırıntılı kayalardan oluşan formasyonları hem arazide ve hem de kuyulardan alınan karotlar üzerinde çok ayrıntılı olarak çalışma fırsatı buldum. Bu süre boyunca Aramco Petrol Şirketi'nin ortaklarından olan Exxon, Chevron, Mobil ve Texaco şirketleriyle ve onların sedimantologlarıyla yakın ilişkiler içinde rezervuar jeolojisi projelerini geliştirdik. 1985 yılına kadar Arap Formasyonu olarak tanımlanan karbonat istifleri, Kretase ve Tersiyer yaşlı kumtaşı ve şeyl ağırlıklı kırıntılı kayaların çökelme ortamları, istif stratigrafisi, litofasiyes ve rezervuar özellikleri üzerine yoğun laboratuvar çalışmaları yaparak bu sedimanter istiflerin hidrokarbon potansiyellerini ortaya çıkarmak yönünde olumlu katkılar yaptım.

Suudi Hükümeti'nin olumlu bir kararı ile tüm ülkenin hidrokarbon potansiyelini ortaya çıkarmak görevini ve sorumluluğunu Suudi Aramco Şirketi'ne vermiştir ve Amerikan şirketleriyle olan ortaklık anlaşmasını sonlandırmış ve bu şirketlere sadece danışmanlık görevi vermiştir. 1985 yılından sonra tüm Suudi Arabistan bölgesinin jeolojik, jeofizik paleotektonik ve paleontolojik çalışmaları eğitim amaçlı yapıldığı için özellikle Paleozoik istiflerinin istif stratigrafisi sedimantolojisi ve petrol sistemleri benim önderliğini yaptığım grup tarafından çok ayrıntılı olarak ortaya çıkarılmıştır. Bu araştırmaların verdiği olumlu bilgilere dayanarak Baş Şehir Riyad'ın 220 km

güneyinde Hawtah yerleşim alanında 1985 yılında Hawtah-1 kuyusunda bol miktarda doğal gaz ve hafifi petrol kaynakları keşfedilmiştir. Yaklaşık 40 metre yüksekliğe ulaşan bu dev alev bir haftalık bir süre boyunca aynı yüksekliğini koruyarak son derece güzel bir manzara oluşturmuştur. Hawtah-1 kuyusundan alınan sürekli karotlar ve el numuneleri ek Merkezi Suudi Arabistan'ın Al-Qasim bölgesinde çok iyi korunmuş Paleozoic istifleri ile karşılaştırılmıştır. Karotların en tabanında bulunan siyah renkli organik madde kapsamı yüksek şeyller Erken Siluriyen (444 Myö) yaşlı Qalibah Formasyonu'nun Qusaiba Üyesini temsil eder. Bu fasiyes içinde oluşan petrol ve gaz üste doğru karasal ortamda çökelmiş Orta ve Üst Permiyen yaşlı Unayzah Rezervuarı'nın flüvyal ve eoliyen kumtaşları içine göçmüştür.

Bu istifin tabanını teşkil eden Pre-Unayzah diskordansı (aşınma yüzeyi) sonucu Permiyen yaşlı çok gözenekli ve henüz çimentolanmamış karasal kökenli rezervuar kumtaşları doğrudan doğruya Erken Siluriyen yaşlı kaynak kaya şeyl fasiyesi üzerinde doğrudan çökelmiş olarak oturur. Bu yakın ilişki nedeniyle oluşan petrol ve gaz kısa bir mesafe göç ederek rezervuar içinde kapanlanmıştır. Hawtah-1 kuyusundan sonra Ghinah ve Hazmiyah bölgelerinde açılan daha derin kuyularda büyük bir şans eseri Erken Siluriyen yaşlı kaynak kaya şeyl fasiyesinin uyumlu olarak Geç Ordovisiyen (445 Myö) yaşlı Sarah Formasyonu olarak tanımlanan buzul-flüvyal kumtaşları üzerinde transgresif olarak ilerleyerek transgresif istifler oluşturmuştur. Bu çok yakın fasiyes ilişkisi sonucu, buzul-flüvyal kumtaşlarının üzerindeki potansiyel kaynak kaya şeyl fasiyesi içinde ortaya çıkan hidrokarbonlar, basınç farkından ve kumtaşlarının sahip olduğu gözeneklilik nedeniyle bu alttaki rezervuar kumtaşlarının içine göçerek çok farklı bir rezervuar fasiyesi oluşturmuştur. İlk defa Dr. Muhittin Şenalp tarafından gözlemlenen bu çok farklı petrol göçünü Sarah Rezervuarı olarak tanımlanmıştır (Şenalp ve Al-Laboun, 2000; Şenalp ve Al-Duaiji, 2001).

Suudi Aramco Şirketi'nin öncülük ettiği organize ettikleri konferanslar ve tüm Arap Levhasını kapsayan arazi gezileri yardımıyla Suudi Arabistan, Oman, Qatar, Kuveyt ve Birleşik Arap Emirlikleri arasında bölgesel korelasyonlar sağlanmıştır. Dr. Muhittin Şenalp, Suudi Aramco'nun temsilcisi olarak, bu bölgesel çalışmalarda önemli bir liderlik görevi üstlendim. Bu bölgesel çalışmaların ve kuyulardan alınan karotların ve kuyu loglarının incelenmesinden stratigrafik ve sedimantolojik bilgileri İngilizce olarak Saudi Aramco ve GeoArabia Bültenlerinde yayınlandı (Şenalp ve Al-Laboun, 2000; Şenalp ve Al-Duaiji, 2001).

Bana 30 yıl boyunca yaptığım başarılı çalışmalardan güven duyan ve tüm Arap Levhası'nın stratigrafik ve sedimantolojik özelliklerini anlamaya ve bu bilgileri Türkiye'ye uygulama imkânı sağlayan Saudi Aramco'nun tüm yönetimine ve uzun süre birlikte çalıştığım Prof. Dr. Abdülaziz Al-Laboun, Abdülaziz Al-Duaiji ve tüm Aramco personeline teşekkürlerimi arz ediyorum.

2009 yılı sonunda Suudi Aramco Şirketi'nden emekli olduktan sonra bu ülkede kazandığı hidrokarbon arama ve yöntemlerini Türkiye'nin farklı bölgelerinde uygulamaya çalıştım. Özellikle hidrokarbon potansiyellerinin yüksek olduğu ve petrol sızıntıları ile bu görüşümü güçlendiren bölgeleri araştırmaya başladım. Öncelikle istif stratigrafisi, çökeltme ortamları ve hem karbonat ve hem de kırıntılı kayalar içeren ve iyi korunmuş istiflere öncelik verdim ve ilk önce Akdeniz Bölgesi'nde Isparta-Antalya ve Manavgat yerleşim alanlarında sürdürdüm. Arabistan, Mısır ve diğer Ortadoğu ülkelerinin büyük bir kısmında hidrokarbon üretiminin yapıldığı Tersiyer (Akitaniyen

ve Burdigaliyen) yaşlı formasyonların Isparta Çayı boyunca Isparta-Antalya arasında iyi korunmuş ve kolayca erişilebilen istifler sunmaktadır. Akitanien yaşlı karbonat istifleri ve onun üzerine gelen Burdigaliyen yaşlı denizaltı Isparta Çay Formasyonu olarak tanımlanmıştır. Bu yaşındaki Gondwana istifleri Prof. Dr. Fuzuli Yağmurlu ve Dr. Murat Şentürk ile inceleyerek sedimantolojik kesitler ölçtük. Bu akademisyenlere teşekkür ediyorum.

Uzun bir süre Arap Levhası'nın Güneydoğu Anadolu bölgesindeki uzantısını görmek ve dalma-batma (subduction) zonunun (Diyarbakır) özelliklerini anlamak için özellikle Derik (Mardin), Diyarbakır (Hazro, Lice ve Sason), Adıyaman (Tut. Gerger) bölgelerindeki Paleozoyik onun altındaki Kambriyen öncesi temel kayaçlarını (Derik Formasyonu) inceleme fırsatını buldum. Burada temsil edilen tüm Paleozoyik istifleri Suudi Arabistan'ın kuzeyini (Al-Qasim, Tayma-Tabuk) temsil eden istiflerle tümüyle aynı özellikleri göstermektedir. Bunun en kanıtlayıcı örneği Geç Ordovisiyen (445 Myö) yaşlı Gondwana buzul çökellerinin Bedinan köyü çevresinde buzul vadileri içinde (Yurteri Formasyonu) tüm özellikleriyle temsil edilmiş olmasıdır. Söz konusu olan bu buzul kökenli istif (granit blokları içeren gerçek buzul çökelleri, buzul-flüvyal kumtaşları) üzerine transgresif olarak gelen Erken Siluriyen (444 Myö) organik madde yönünden zengin şeyl fasiyesi Hazro ilçesinin Dadaş köyü civarında mostra verir ve Dadaş Formasyonu'nun tabanını oluşturur. Söz konusu olan bu açık deniz ortamında çökelmiş pelajik şeyl fasiyesi tüm Arap Levhası üzerinde çökelmiş aynı yaş ve aynı fasiyes özelliklerine sahip ve tüm Paleozoyik rezervuarlarına çok üretken kaynak kaya fasiyesi oluşturan daha önce söz konusu ettiğimiz Qusaiba Üyesine karşılık gelir. Aynı şekilde Dadaş Formasyonu'nun Paleozoyik istifleri içinde temsil edilmiş olması bu bölgenin hidrokarbon potansiyelini son derecede artırmıştır. Örneğin Bahar ve Derindere kuyularında üretilen petrolün ana kayası bu şeyl fasiyesi, rezervuar kaya fasiyesi ise hem Dadaş Formasyonu'nun en üstündeki delta dağıtım kanallarının ağız kısımlarında çökelmiş kumtaşı barları (Hazro Kumtaşı) ve hem de istifin altındaki Yurteri Formasyonu olarak tanımlanan buzul-flüvyal (glacio-fluvial) kumtaşı fasiyesleridir. İlk aşamada arazi gezileri olarak planlanmış bu çalışmalar daha sonra Türkiye Petrolleri Anonim dairesi bünyesinde Paleozoyik Projesi olarak ele alınmış ve yukarıda adı geçen bölgelerde ayrıntılı istif stratigrafik ve sedimantolojik çalışmalar yürütülmüş ve 1,5 m uzunluğundaki Jacob çubuğu ile kesitler ölçülmüş, örnekler alınmış ve laboratuvarda petrografik çalışmalar yürütülmüştür. Benim danışmanlık yaptığım iki yıl süre boyunca hem araziden ve hem de yer altı çalışmalarından elde ettiğim bilgiler üretim kuyularına taşınmış, kuyu logları yardımıyla gerekli bilgiler toplanmış ve bölgesel korelasyonlar inşa edilmiştir. Tüm bu çalışmaların ortaya çıkardığı stratigrafik ve sedimantolojik bilgiler ve daha önce Arap Levhası üzerinde yapılan çalışmalardan elde edilen bilgiler birlikte Paleozoyik İstiflerinin Stratigrafisi, Sedimantolojisi ve Hidrokarbon Potansiyelleri başlıklı 398 sayfa bir kitapta İngilizce olarak yayınlanmış ve TMMOB, Jeoloji Mühendisleri Odası tarafından satışa sunulmuştur.

İki yıl boyunca Mardin, Diyarbakır, Siirt, Gazi Antep ve Adıyaman bölgelerinde arazi çalışmalarında çok deneyimli, bilinç düzeyi yüksek bir jeolog ve jeofizikçi grubu ile uygun bir şekilde çalışma fırsatı buldum. Bu projeler içinde birlikte çalıştığımız Türkiye Petrolleri'nin tüm değerli jeolog, jeofizikçi, paleontologlarına teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Arazide sürekli olarak beraber bulunduğumuz Sayın İsmail Bahtiyar, Halil Şeker, Fatih Ayyıldız, Mahmut Utmanoğlu,

Umut Işıkalp, Elif Uz, Arzu Aktosun, Damla Altıntaş, Emre Avcıoğlu. Tuğba Dinç ve Osman Er arkadaşlarıma yaptıkları iş birliği ve çok faydalı bilimsel katkılarından dolayı teşekkür ederim. Bu kitabın kapak tasarımında gösterdiği yaratıcı katkılar ve özverili çalışmalarıyla eserin kimliğine görsel bir değer kazandıran Damla Altıntaş'a teşekkür ederim. Tüm yaşam sürecinde benimle İngiltere, Suudi Arabistan ve Türkiye de beraber olduğum aile fertleri sevgili eşim Gülfer, oğlum Murat, kızım Sinem, damadım Scott, torunlarım Ramzi ve Melisa'ya teşekkürü bir borç bilirim. Yaşımın ilerlemiş olması nedeniyle karşılaştığım sağlık sorunlarına son derecede yardımcı olan uzman kardiyoloji doktoru Zehra Küçük Tepe ve uzman diş doktoru Sevgi Erdoğan'a sonsuz teşekkürler ederim.

Dr. Muhittin Şenalp

İÇİNDEKİLER

Teşekkür ve Katkı Belirtme.....	vii
Giriş.....	1
BÖLÜM 1 Petrol Jeolojisi ve Temel Kavramları	11
1.1. Giriş.....	11
1.2. Petrol Jeolojisinin Tarihçesi ve Evrimi.....	12
1.3. Petrol Jeolojisinin Temel Unsurları	14
BÖLÜM 2 Sedimentoloji ve Stratigrafi Bilim Dalları	17
2.1. Sedimentoloji Bilim Dalı	17
2.1.1. Sedimentolojinin Önemi.....	17
2.1.2. Sedimanter İşlemler.....	19
2.1.3. Sedimanter Ortamlar ve Fasiyesler	20
2.1.4. Çökelme Ortamı ve Fasiyeslerin Spektrumu	21
2.1.5. Sedimentoloji Biliminin Uygulanma Yöntemleri	21
2.1.6. Sedimanter Havza Analizi.....	23
2.1.7 Sedimanter (Tortul) Havza Modellemesi.....	23
2.2. Stratigrafi Bilim Dalı	24
2.2.1. Stratigrafi Sözcüğünün Tanımı.....	24
2.2.2. Stratigrafi Biliminin Tarihsel Gelişimi.....	26
2.2.3. Stratigrafi Biliminin Önemi.....	29
2.2.4. Stratigrafinin Temel İlkeleri.....	31
2.2.5. Stratigrafi Biliminin Önemli Uygulama Alanları	32
2.2.5.1. Litostratigrafi.....	32
2.2.5.2. Biyostratigrafi.....	33
2.2.5.3. Kronostratigrafi.....	33
BÖLÜM 3 Litoloji ve Sedimanter Fasiyes Kavramları.....	35
3.1. Genel Özellikleri	35
3.2. Litoloji ve Fasiyes Kavramları	39
3.2.1. Litoloji.....	39
3.2.2. Fasiyes Kavram	39
3.2.3. Fasiyes Analizi.....	40
3.2.4. Fasiyes Birliktelikleri	41
3.2.5. Fasiyes İstiflenmesi	42
3.3. Sedimanter Fasiyes Kavramı	42
3.3.1. Genel Özellikleri.....	42
3.3.2. Fasiyes İlişkileri.....	47
3.4. Walther Yasası ve Düşey Fasiyes Değişimleri.....	49

3.5. Fasiyeler Arasındaki Dokanak İlişkileri	54
3.5.1. Fasiyeler ve Ortamlar	55
3.6. Eski Çökelme Ortamlarının Yorumlanması	55
BÖLÜM 4 İstif Stratigrafisi Bilim Dalı.....	57
4.1. Çökelme İstifi Tanımı	57
4.2. İstif Stratigrafisinin Tarihsel Gelişimi	58
4.3. İstif Stratigrafisinin Tanımı ve Önemli Yüzeyleri.....	59
4.4. Veri Entegrasyonu.....	64
4.5. İstif Stratigrafisinde Kullanılan Temel Sözcükler	64
4.6. İstif Stratigrafisinin Temel Bileşenleri	68
4.6.1. Östasi	69
4.6.2. Çökel Yerleşim Alanı.....	70
4.6.3. Taban Seviyesi (Base level).....	71
4.7. Deniz Seviyesi Değişimleri	76
4.7.1. Deniz seviyesi değişiminin temel nedenleri.....	76
4.7.2. Jeolojik Zamana Göre Deniz Seviyesi.....	77
4.8. Taban-Seviyesi Döngüsünde Ortaya Çıkan Olaylar	80
4.9. Deniz Transgresyonu ve Regresyonu Döngüleri.....	83
4.9.1. Dalga Tabanı.....	85
4.9.2. Nispi deniz seviyesi.....	87
4.10. Deniz Transgresyonu.....	88
4.10.1. Tanımlama	88
4.11. Deniz Regresyonu.....	90
4.11.1. Tanımlama.....	90
4.11.2. Transgresyon ve regresyon fasiyesleri	91
4.11.3. Fasiyes Özellikleri.....	91
4.12. İstif Stratigrafisinin Önemli Yüzeyleri	93
4.12.1. Tanımlama	93
4.13. İstif Stratigrafi Bağlamında, Nispi Deniz Seviyesine (Taban Seviyesi) Göre Regresyon ve Transgresyon Aşamaları.....	96
4.13.1. Deniz Erozyonunun Gerileyen Yüzeyi.....	96
4.13.2. Taban Seviyesi Düşüşünün Başlangıcı ve Zorunlu Gerileme Yüzeyinin Oluşumu	96
4.13.3. Zorunlu Regresyonun Taban Yüzeyi.....	97
4.13.4. Zorunlu Gerilemenin Sonu ve Normal Gerilemenin Başlangıcı.....	98
4.13.5. Gerilemenin (Regresyonun) sonu ve transgresyonun başlangıcı	99
4.13.6. Transgresyonun Sonu ve Normal Gerilemenin (Regresyon) Yeniden Başlangıcı.	100
4.14. İstif Stratigrafisinin Sınırları	100
4.14.1. Tanımlama.....	100
4.14.2. Uyumsuzluk veya Aşınma Yüzeyleri	101
4.14.3. Açısal Uyumsuzluk	103
4.14.4. Diskonformiti	104
4.14.5. Parakonformiti.....	105
4.14.6. Nonkonformiti.....	105

4.15. Uygunluk ve Bağlantılı Uygunluk Yüzeyleri.....	106
4.16. Maksimum Regressive Yüzey (Transgresif Yüzey)	108
4.17. Maksimum Deniz Taşkın Yüzeyi (Maximum Flooding Surface)	108
4.18. Geçit Yüzeyi (Ravinement surface)	109
4.19. Karasal ve Denizaltı Ortamının Uyumsuzluk Yüzeyleri	110
4.20. İstif Stratigrafisinin Ekonomik Yönden Önemi	116
BÖLÜM 5 Paraistifler ve Paraistif Takımları.....	117
5.1. Tanımlama.....	117
5.2. Deniz Taşkın Yüzeyleri (Marine Flooding Surfaces)	120
5.3. Paraistiflerin Kökeni ve Ölçeği	125
5.4. Paraistifler içindeki Yatay ve Düşey Fasiyes İlişkileri.....	125
5.5. Paraistif sınırları.....	127
5.6. Karbonat Çökellerinin İstif Stratigrafisi.....	128
5.7. Paraistif Takımları ve İstiflenme Modelleri	130
5.7.1. Sedimanter fasiyeslerin deniz yönünde ilerlemesi.....	130
5.7.2. Sedimanter fasiyeslerin düşey yönde yükselimi.....	132
5.7.3. Sedimanter fasiyeslerin gerilemesi.....	135
5.8. Paraistif Modellerine Örnekler.....	137
BÖLÜM 6 Çökeltme Sistemleri ve Sistem Yolları	141
6.1. Tanımlama.....	141
6.2. İstif stratigrafisi	142
6.3. Bir Sedimanter Sistemin Tortul Fasiyesleri	144
6.3.1. Çökeltme sistemlerini, çökeltme fasiyeslerini ve stratigrafik mimarisini kontrol eden bazı faktörler: Burada hem allojenik hem de otijenik süreçler önemli olacaktır.	146
6.4. Sistem Yolları ve Genetik Olarak Bağlantılı Çökel Sistemleri	147
6.4.1. Yüksek Seviye Sistemleri Yolu (HST)	148
6.4.2. Zorunlu Regresyonun Taban Yüzeyi (BSFR).....	149
6.4.3. Düşme Aşaması Sistemleri Yolu (FSST)	149
6.4.4. İstif Sınırı (SB).....	150
6.4.5. Alçak Seviye Sistemleri Yolu (LST)	150
6.4.6. Transgresif Yüzey (TS).....	151
6.4.7. Gerileyen (Regresif) Sistemleri Yolu.....	151
6.4.8. Maksimum taşkın yüzeyi (MFS)	152
6.5. İstif Stratigrafisinin Karbonat Kayaçları İçindeki Önemi	154
BÖLÜM 7 Sedimanter Kayaçlar ve Sınıflandırılmaları.....	159
7.1. Giriş	159
7.2. Sedimanter Kayaçların Sınıflandırılması.....	160
7.2.1. Giriş.....	160
7.2.2. Kırıntılı Kayaçlar.....	161
7.2.3. Karbonat Kayaçları	162
7.2.4. Evaporitler	162

7.2.5. Organik-Madde Yönünden Zengin Sedimanter Çökeller.....	163
7.3. Sedimanter Kayaçların Mineralojik Bileşimleri.....	163
7.3.1. Giriş.....	163
BÖLÜM 8 Kırıntılı Sedimanter Kayaçlar.....	165
8.1 Genel Özellikleri	165
8.2. Sedimanter Kayaçların Dokusal Özellikleri	166
8.2.1. Genel Özellikleri.....	166
8.2.2. Tane Boyu.....	166
8.2.3. Tane Şekli veya Yuvarlaklık	167
8.2.4. Tanelerin Biçimi veya Küreselliği.....	167
8.2.5. Tane Yönelimi	167
8.2.6. Dokusal Olgunluk veya Boylanma.....	167
8.3. Kırıntılı Kayaçların Sınıflandırılması	168
8.3.1. Çakıltası	169
BÖLÜM 9 Kumtaşları ve Sınıflandırılması	173
9.1 Genel Özellikleri	173
9.2. Kumtaşlarının Sınıflandırılması.....	173
9.2.1. Arkoz ve Feldispatik Kumtaşları.....	175
9.2.2. Litik Arenitler.....	177
9.2.3. Grovaklar ve Vakeler	177
9.2.4. Kuvars Arenitler (Ortokuvarsitler).....	179
9.2.5. Yeşil Kumtaşları.....	181
BÖLÜM 10 Sedimanter Kayaçlar, Çökelme Ortamları ve Hidrokarbon Potansiyelleri.....	183
10.1. Genel Özellikleri	183
10.2. Çökelme Ortamlarının Sınıflandırılması.....	189
10.3. Kumtaşı Rezervuarları.....	190
10.4. Karbonat Rezervuarları.....	191
10.5. Şeyl Kaynak Kayaşı.....	192
10.6. Önemli Çökelme İşlemleri	193
10.7. Çökellerin Taşınması	194
BÖLÜM 11 Sedimanter Havzalar ve	
Petrol Sistemleri.....	195
11.1. Temel Kavramlar ve Terimler	195
11.2. Kabuk ve Litosfer Dinamiği	199
11.3. Havza Yapısı, Tektonik ve Stratigrafi.....	201
11.4. Stratigrafik İstiflerin Değişkenliği.....	203
11.4.1. Tektonik Olarak Aktif Havzalardaki Diziler	203
11.4.2. Tortul Havza Kavramları	206
11.5. Tortul Havzaların Sınıflandırılması	207
11.5.1. Yaygın Olarak Tanımlanan Havza Sınıflandırılması	207
11.5.1.1. Açılım Havzaları (Rift Basins).....	208
11.5.1.2. Pasif Kenar (Divergent Passive Margin) Sedimanter Havzalar	209

11.5.1.3. Önülke Sedimanter Havzaları (Foreland Basins).....	210
11.5.1.4. Yay Arkası (Back-Arc) Sedimanter Havzalar	210
11.5.1.5. Ön Yay (Forearc) Sedimanter Havzalar	210
11.5.1.6. Okyanus Hendeği (Oceanic Trench) Sedimanter Havzalar	211
11.5.1.7. Çekme-Ayırma (Pull-Apart) Sedimanter Havzalar.....	211
11.5.1.8. Kratonik (Cratonic) Sedimanter Havzalar	212
11.6. Sedimanter Ortamlar ve Hidrokarbon Potansiyelleri.....	212
11.6.1. Çökeltme Ortamının Tanımı ve Özellikleri	212
11.6.2. Sedimentolojinin Uygulanma Yöntemleri.....	213
BÖLÜM 12 Tortul Havzaların Petrol Yönünden Önemi.....	215
12.1. Genel Bilgiler	215
12.2. Sedimanter Havza Modeli Çalışmaları.....	216
12.2.1. Petrol Jeologunun Önemli Görevleri	216
12.2.2. Yüzey Jeolojisi Çalışması	217
12.3. Yeraltı Jeolojisinin Tanımı ve Rolü.....	218
12.3.1. Yeraltı Jeolojisi Çalışması.....	218
12.3.2. Yeraltı Jeolojik Veri Kaynakları	219
12.3.3. Korelasyon	219
12.3.4. Litogenetik Birimlerin Korelasyonu.....	219
12.3.5. Biyostratigrafik Birimlerin Korelasyonu	220
12.4. Yeraltı Jeolojik Verilerin Yorumlanması ve Sunumu	220
12.4.1. Korelasyon Tabloları ve Grafikleri.....	220
12.4.2. Referans Tabakalar (Marker Beds)	221
12.5. Yeraltı Haritaları	221
12.5.1. Yapı Kontur Haritaları.....	222
12.5.2. İzopak (Eşit Kalınlık) Haritaları	224
12.6. Fasiyes Haritaları.....	225
12.7. Litofasiyes Haritaları	226
12.7.1. Tek Bileşenli Litofasiyes Haritaları	226
12.8. Yeraltı Araştırma Yöntemleri.....	227
12.8.1. Çamur Kütüğü (Mud log).....	227
12.8.2. Kaya Kesintileri (Rock cuttings)	227
12.8.3. Karot Örnekleri.....	227
12.9. Sismik Araştırmalar	228
12.10. Karada Sismik Yansıma Araştırması	229
12.11. Denizde Sismik Yansıma Araştırması.....	230
BÖLÜM 13 Kuyu Logları.....	233
13.1. Kablolu Log (Wireline Logging)	233
13.2. Kuyu Loglarının Tarihçesi (History)	234
13.3. Elektrik Logları (Electrical logs).....	236
13.3.1. Rezistivite Logu (Resistivity Log)	236
13.3.2. Sondaj Görüntüleme	236

13.4. Gözeneklilik Logları (Porosity Logs)	237
13.4.1. Yoğunluk Logları (Density Logs)	237
13.4.2. Nötron Gözenekliliği (Neutron Porosity).....	237
13.4.3. Sonik Gözeneklilik (Sonic Porosity).....	238
13.5. Litoloji Logları	238
13.5.1. Gamma Işını (Gamma Ray).....	238
13.5.2. Kendiliğinden Potansiyel (Spontaneous Potential).....	238
13.6. Çeşitli Kuyu Logları	238
13.6.1. Kalper Logu (Caliper Log).....	238
13.6.2. Nükleer Manyetik Rezonans Logu	239
13.6.3. Spektral akustik Log (Spectral acoustic log).....	239
13.6.4. Korozyon Kuyu Logu (Corrosion well logging).....	239
13.7. Sondaj Sırasında Loga Kaydetme (Logging While Drilling)	239
13.8. Bellek Logu (Memory log)	240
13.9. Karot Alma (Coring).....	241
13.10. Çamur Logları (Mud Logging).....	241
13.11. Kuyu Loglarının İstif Stratigrafisine Olan Katkıları	241
BÖLÜM 14 Gözeneklilik ve Geçirimsizlik	247
14.1. Giriş	247
14.2. Gözeneklilik	248
14.2.1. Toplam Gözeneklilik.....	249
14.3. Etkin Gözeneklilik (Effective Porosity).....	249
14.4. Etkisiz veya Kapalı Gözeneklilik	250
14.5. Gözenek Tipleri (Porosity Types).....	250
14.6. Karbonat Kayaçları İçindeki Gözenek Sistemleri	251
14.6.1. Giriş	251
14.6.2. Birincil Gözeneklilik	254
14.6.3. İkincil Gözeneklilik	255
14.7. Karbonat Kayaçları İçindeki Gözenek Tipleri	256
14.7.1. Giriş.....	256
14.7.2. Doku Seçici Gözeneklilik	258
14.7.3. Doku Seçici Olmayan Gözeneklilik	259
14.7.4. Doku Seçici veya Değil	259
14.7.5. Taneler-arası Gözeneklilik.....	261
14.7.6. Tane-içi Gözeneklilik	262
14.7.7. Kristaller Arası Gözeneklilik.....	263
14.7.8. Kalıp Gözenekliliği	263
14.7.9. Kovuk Gözenekliliği.....	265
14.7.10. Kırılma veya Çatlak Gözenekliliği.....	265
14.7.11. Gözlü Gözeneklilik.....	266
14.7.12. Büyüme Çerçevesi Gözenekliliği.....	266
14.7.13. Kanal Gözenekliliği.....	266
14.7.14. Breş Gözenekliliği (Breccia Porosity).....	266

14.7.15. Delgi Gözenekliliği.....	267
14.7.16. Oyu Gözenekliliği.....	267
14.7.17. Mağara Gözenekliliği.....	267
14.7.18. Kuruma Gözenekliliği.....	267
14.8. Geçirimsilik (Permeability).....	268
BÖLÜM 15 Kumtaşı Rezervuar Kayaçları	273
15.1 Genel Özellikleri.....	273
15.2. Kumtaşı Rezervuarlarının Çökelme Ortamları.....	274
15.3. Buzul Kökenli Hidrokarbon Rezervuarları	276
15.3.1. Giriş	276
15.3.2. Buzul Kökenli Rezervuar Kumtaşı Örnekleri	277
15.4. Eoliyen Kumtaşlarının Hidrokarbon Potansiyeli	280
15.4.1. Kum Tepeleri	280
15.4.2. Eoliyen Kumtaşlarının Rezervuar Özellikleri	281
15.5. Nehir Kumtaşlarının Hidrokarbon Potansiyeli.....	283
15.5.1. Giriş	283
15.5.2. Örgülü Nehir Kumtaşlarının Hidrokarbon Potansiyeli.....	284
15.5.2.1. Giriş.....	284
15.5.2.2. Örgülü Nehir Kumtaşlarının Rezervuar Özellikleri.....	285
15.5.3. Menderesli Nehir Kumtaşlarının Hidrokarbon Potansiyeli	288
15.5.3.1. Nokta Barı Kumtaşlarının Rezervuar Özellikleri	290
15.5.4. Kıyı Ovası ve Sığ Deniz Çökelme Ortamları	291
15.5.4.1. Genel Özellikleri.....	291
15.5.5. Nehir Deltalarının Hidrokarbon Potansiyeli.....	294
15.5.5.1. Genel Özellikleri.....	294
15.5.5.2. Delta Çökelme Ortam Modeli	297
15.5.5.3. Deltaların Ekonomik Yönden Önemi	298
15.5.5.4. Deltaların Hidrokarbon Potansiyelleri	300
15.5.6. Kıyı Düzlüğü ve Bariyer Adası Sistemi.....	306
15.5.6.1. Genel Özellikleri.....	306
15.5.6.2. Bariyer Adası Sisteminin Ortak Bileşenleri.....	307
15.5.6.2.1. Bariyer Adaları.....	308
15.5.6.2.2. Plaj Ortamı.....	312
15.5.6.2.3. Kıyı Şeridi Eoliyen Kum Dünleri.....	315
15.5.6.2.4. Lagün Ortamı	316
15.5.6.3. Sığ Deniz Ortamının Hidrokarbon Potansiyelleri	317
15.5.7. Derin Deniz Ortamının Hidrokarbon Potansiyeli.....	321
15.5.7.1 Genel Özellikleri	321
15.5.7.2. Kıta Sahanalığı.....	323
15.5.7.3. Kıta Eşiği	323
15.5.7.4. Kıta Yamacı	323
15.5.7.5. Kıta Yükselimi.....	323
15.5.7.6. Derin Deniz.....	323

15.5.8. Denizaltı Yelpezeleri ve Derin Deniz Kanalları.....	324
15.5.8.1. Genel Özellikleri	324
15.5.8.2. Türbiditlerin Fasiyes Modelleri	329
15.5.8.2.1. Genel Özellikleri	329
15.5.8.2.2. Yakınsak Türbiditle.....	330
15.5.8.2.3. Ortaç Türbiditler	331
15.5.8.2.4. Iraksak Türbiditler	332
15.5.8.2.5. Kanal-Dolgusu Fasiyesi.....	333
15.5.9. Denizaltı Yelpazesi Çökme Modelleri	334
15.5.10. Denizaltı Yelpezelerinin Hidrokarbon Potansiyeli	336
BÖLÜM 16 Karbonat Rezervuar Kayaçları.....	341
16.1 Genel Özellikleri	341
16.2. Karbonat Kayaçlarının Geometrik Özellikleri.....	342
16.3. Diyajenezin Karbonat Kayaçları İçindeki Önemi.....	344
16.4. Başlıca Karbonat Mineralleri	345
16.5. Karbonat Kayaçlarının Çökme Ortamları ve Rezervuar Özellikleri	346
16.5.1. Genel Özellikleri.....	346
16.5.2. Platform İçi Peritidal (Gelgit Düzlüğü) Ortamı	350
16.5.3. Sığ Şelf İçi Karbonat Kum Sıglikları	352
16.5.4. Platform (Şelf) Kenarı Karbonat Çökmesi	354
16.5.6.Stromatolitik Karbonat Kayaçları,.....	359
16.5.7. Kıta Yamacı ve Derin Deniz Havzası	362
16.5.8. Karbonat Kayaçlarının Rezervuar Özellikleri	365
16.5.8.1. Erken Diyajenez Etkileri.....	365
16.5.8.2. Geç Diyajenez ve Kayaç Dokusu.....	366
16.5.9. Karbonat Kayaçlarının Rezervuar Fasiyesleri.....	366
16.6. Karbonat Rezervuarlarının Yerlerinin Belirlenmesi.....	370
BÖLÜM 17 Evaporitik Kayaçlar, Çökme Ortamları ve Hidrokarbon Potansiyelleri	373
17.1. Genel Özellikleri.....	373
17.2. Evaporit Çökme Ortamları	376
17.3. Denizel Olmayan Evaporit Çökme Ortamları	378
17.4. Kıtasal Sabkha (Playa) Evaporit Çökme Ortamı.....	379
17.5. Playa (Kıtasal Sabkha) Ortamında Evaporitlerin Dağılımı.....	381
17.6. Sığ Deniz (Kıyasal Sabkha) Evaporit Çökme Ortamı	384
17.6.1. Giriş.....	384
17.6.2. Abu Dhabi Sabkhası (Birleşik Arap Emirliği)	386
17.6.2.1. Genel Özellikleri.....	386
17.6.3. Kıyasal Sabkha Çökme Ortam Modeli.....	389
17.6.4. Sabkha Ortamının Hidrokarbon Yönünden Önemi	393
17.6.4.1. Giriş	393
17.7. Denizel Evaporitler	396
17.7.1. Genel Özellikleri.....	396

17.7.2. Sığ Deniz Evaporit Çökelme Ortamı.....	398
17.7.3. Kıyusal Lagün Ortamı.....	398
17.7.4. Derin Denizel Evaporitik Havzaları.....	402
BÖLÜM 18 Petrol Jeolojisinin Genel Özellikleri.....	409
18.1 Giriş.....	409
18.2. Petrolün Tarihçesi	412
18.3. Petrolün Kimyasal Bileşimi	414
18.4. Petrolün Kökeni	418
18.5. Petrolün Oluşumu	421
18.6. Petrolün Oluşum Süreci	421
BÖLÜM 19 Petrol Sistemleri ve Petrol Jeolojisinin Unsurları.....	423
19.1. Petrol Sistemi Tanımı	423
19.2. Petrol Jeolojisinin Unsurları	423
19.2.1. Kaynak Kaya.....	424
19.2.2. Rezervuar Kayası.....	424
19.2.3. Kapak Kayası veya Örtü Kayası	424
19.2.4. Petrol ve Gaz Kapanı	425
19.2.5. Olgunlaşma (Maturation).....	425
19.2.6. Petrol ve Gazın Göçmesi (Migration).....	426
19.2.7. Petrol Sistemlerinin Tanımlanması	427
19.2.8. Petrol Sisteminin Haritalanması	427
19.2.9. Petrol Sisteminin Pratik Uygulamaları.....	427
19.3. Petrolün Kökeni ve Oluşumu	428
19.3.1. Petrolün Kökeni.....	428
19.3.2. Petrolün kökeni hipotezinin tarihsel arka planı	428
19.4. Geleneksel Petrol Sistemleri Kavramları	428
19.4.1. Çökelme Havzasının Oluşumu ve Gelişimi	430
19.4.2. Petrol Jeolojisinin Sedimentolojik ve Stratigrafik Unsurları	430
19.4.3. Petrol Aramalarında Sedimentolojinin Önemi	431
19.4.4. Petrol Aramalarında Stratigrafinin Önemi.....	431
19.4.5. Petrol Aramalarında Yapısal Jeoloji ve Tektonik Olayların Önemi.....	432
19.4.6. Belirlenen Sondaj Lokasyonunun Değerlendirmesi.....	433
19.5. Petrolün Abiojenetik Kökeni.....	433
19.5.1. Biyojenez	434
19.5.2. Petrolün Kökeni Hipotezleri	434
19.6. Petrolün Kaynağı Olan Kerojen Nedir	435
19.6.1. Genel Özellikleri.....	435
19.6.2. Kerojenin Kimyasal Bileşimi	436
19.6.3. Kerojen Oluşumu	436
19.6.4. Kerojenin Olgunlaşmasını Etkileyen Faktörler.....	437
19.6.5. Kerojen Tipleri	440
19.6.5.1. Tip I Alg (Sapropelik).....	441

19.6.5.2. Tip II Planktonik	441
19.6.5.3. Tip III Hümik	442
19.6.5.4. Tip IV Kerojen	442
19.7. Organik Maddenin Petrole Dönüşümü	443
19.7.1. Diyajenez Etkisi	444
19.7.2. Katajenez (Parçalanma)	446
19.7.3. Metajenez	446
BÖLÜM 20 Hidrokarbonların Birikimi ve Kapanlanması	449
20.1. Giriş	449
20.2. Kaynak Kayası (Source Rock)	449
20.3. Rezervuar Kayası (Reservoir Rock)	451
20.4. Petrol ve Gaz Rezervuarları	452
20.5. Örtü Kayası (Cap rock)	455
20.6. Petrol ve Gaz Kapanları	456
20.6.1. Genel Özellikleri	456
20.6.2. Yapısal Kapanlar (Structural traps)	459
20.6.2.1. Antiklinal (Kıvrımlı) Kapanları	459
20.6.2.2. Fay Kapanları	461
20.6.2.3. Tuz Kubbesi (Tuz Domu) Kapanları	464
20.6.3. Stratigrafik Kapanlar	467
20.6.3.1. Birincil Stratigrafik Kapanlar	468
20.6.3.2. İkincil Stratigrafik Kapanlar	469
20.6.3.3. Hidrodinamik Kapanlar	470
BÖLÜM 21 Petrol Sistemi	473
21.1. Giriş	473
21.2. Bir Petrol Sisteminin Tanımlanması	473
21.3. Elementler ve Süreçler	474
21.4. Petrol Sisteminin Araştırılması	475
21.5. Rezervuar Kayaçları	475
21.5.1. Giriş	475
21.5.2. Rezervuar Kayaçlarının Türleri	477
21.5.2.1. Kumtaşı Rezervuarlar Kayaları	477
21.5.2.2. Karbonat Rezervuar Kayaları	478
BÖLÜM 22 Geleneksel ve Geleneksel Olmayan Petrol	483
22.1. Genel Özellikleri	483
22.2. Petrol ve Doğal Gaz	483
22.3. Petrolün Ana Kayası Geleneksel Petrol Şeyli	485
22.3.1. Petrollü Şeyl (Oil Shale)	486
22.4. Konvensiyonel Petrol ve Doğal Gaz	490
22.5. Konvensiyonel Olmayan Petrol ve Doğal Gaz	490
22.6. Geleneksel ve Geleneksel Olmayan Petrol Kaynakları	491

22.6.1. Fosil Yakıtlar	492
22.6.2. Konvansiyonel Petrol.....	492
22.6.3. Konvansiyonel Doğal Gaz (Metan)	494
22.7. Geleneksel Kaynak Potansiyeli.....	494
22.8. Petrol ve Doğal Gaz Tanımı	496
22.9. Geleneksel Petrol Sistemleri	497
22.10. Konvansiyonel Petrol ve Doğal Gaz	497
22.11. Konvansiyonel Olmayan Petrol ve Doğal Gaz.....	497
22.12. Petrollü Kumlar (Oil sand).....	498
22.13. Geleneksel Olmayan Petrol Kaynakları	499
22.13.1. Genel Özellikleri	499
22.13.2. Sıkı Petrol (Tight oil)	502
22.14. Petrollü Şeyl veya Kaya Gazı (Oil Şeyl).....	502
22.14.1. Bitüm.....	504
22.15. Kaynak Kayası ve Rezervuar Kayası Olarak Kömür.....	505
Kaynaklar.....	509
Yazarların Özgeçmişi.....	515

KAYNAKLAR



- Aguilera, R. (1987). *Geologic aspects*. In E. A. Beaumont & N. H. Foster (Eds.), *Reservoirs I: Properties* (pp. 260–305). AAPG Treatise of Petroleum Geology Reprint Series No. 3.
- Ahr, W. M. (2008). *Geology of carbonate reservoirs*. John Wiley & Sons.
- Ahışhalı, M. A. (2013). Kaya gazı: Dünya enerji düzenine etkileri ve Türkiye potansiyeli. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE* (Master's thesis).
- Alsharhan, A. S., & Kendall, C. G. S. C. (2003). Holocene coastal carbonates and evaporites of the southern Arabian Gulf and their ancient analogues. *Earth-Science Reviews*, 61(3–4), 191–243. [https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(02\)00110-1](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(02)00110-1)
- Aksoy, D., Büyüktoku, A. G., Geçer, A., Aktosun, A., (2022). Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri, Uygulama ve Araştırma Merkezi, 43 (3), 212-238, 1095003.
- Asquith, G. B. (1985). *Handbook of log evaluation techniques for carbonate reservoirs*. American Association of Petroleum Geologists.
- Asquith, G. B., & Gibson, C. R. (1982). *Basic well log analysis for geologists*. AAPG Methods in Exploration Series No. 3.
- Bellani, J., Verma, H. K., Khatri, D., Makwana, D., & Shah, M. (2021). Shale gas: A step toward sustainable energy future. *Petroleum Exploration and Production Technology*, 11, 2127–2141. <https://doi.org/10.1007/s13202-020-01076-1>
- Boggs, S. Jr. (1991). *Principles of sedimentology and stratigraphy* (4th ed.). Macmillan Publishing.
- Boggs, S. Jr. (2009). *Petrology of sedimentary rocks*. Cambridge University Press.
- Bouma, A. H. (1962). *Sedimentology of some flysch deposits: A graphic approach to facies interpretation*. Elsevier.
- Bozdoğan N., Karabulut A., Erten T., İztan H., Çubukçu A. ve Korucu M., (1994). G.D. Anadolu Diyarbakır Bölgesi Paleozoyik Birimlerinin Stratigrafisi ve Petrol Potansiyeli. Türkiye 10. Petrol Kongresi Jeoloji Bildirileri:
- Butler, R. W. H. (1982). The terminology of structures in thrust belts. *Journal of Structural Geology*, 4(3), 239–245. [https://doi.org/10.1016/0191-8141\(82\)90011-6](https://doi.org/10.1016/0191-8141(82)90011-6)
- Cafaro, D. C., & Grossmann, I. E. (2014). Strategic planning, design, and development of the shale gas supply chain network. *AIChE Journal*, 60(6), 2122–2142.
- Catuneanu, O. (2001). Flexural partitioning of the Late Archaean Witwatersrand foreland system, South Africa. *Sedimentary Geology*, 141–142, 95–112.
- Catuneanu, O. (2006). *Principles of sequence stratigraphy*. Elsevier.
- Catuneanu, O., Abreu, V., Bhattacharya, J. P., Blum, M. D., Dalrymple, R. W., Eriksson, P. G., ... & Winker, C. D. (2009). Towards the standardization of sequence stratigraphy. *Earth-Science Reviews*, 92, 1–33.
- Catuneanu, O., & Sweet, A. R. (2010). Sequence stratigraphy: Common ground after three decades of development. *First Break*, 28, 21–34.
- Çetinkaya, C., Yılmaz, E., Türkmen, Ö., M., Alper, M., Z., (2013). Germik Sahası Garzan Formasyonu'nun 3 Boyutlu Fasiyes Modellemesi IPETGAS Konferans Bildirisi
- Chen, D., & Tucker, M. E. (2003). The Frasnian–Famennian mass extinction: Insights from high-resolution sequence stratigraphy and cyclostratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 193, 87–111.
- Choquette, P. W., & Pray, L. C. (1970). Geologic nomenclature and classification of porosity in sedimentary carbonates. *AAPG Bulletin*, 54, 207–250.
- Covault, J. A. (2010). Submarine fans at all sea-level stands: Tectono-morphologic and climatic controls on terrigenous sediment delivery to the deep sea. *Geology*, 38(10), 939–942. <https://doi.org/10.1130/G31081.1>
- Covault, J. A. (2011). Submarine fans and canyon-channel systems: A review of processes, products, and models. *Nature Education Knowledge*, 3(10), 4.

- Curtis, R. L., Evans, G., & Wilson, A. A. (1963). Association of dolomite and anhydrite in the recent sediments of the Persian Gulf. *Nature*, 197, 679–680.
- Demaison, G. J., & Moore, G. T. (1980). Anoxic environments and oil source bed genesis. *AAPG Bulletin*, 64, 1179–1209.
- Dott, R. H. Jr. (2003). *Evolution of the Earth* (7th ed.). McGraw-Hill.
- Emery, D., & Myers, K. J. (1996). *Sequence stratigraphy*. Blackwell Publishing.
- Embry, A. F. (2001). The six surfaces of sequence stratigraphy. *AAPG Hedberg Conference*.
- Embry, A. F. (2002). Tectonic and eustatic signals in the sequence stratigraphy of the Upper Devonian Canadaway Group, New York State: Discussion. *AAPG Bulletin*, 86(4). <https://doi.org/10.1306/61EED-B84-173E-11D7-8645000102C1865D>
- Eren, H. (2020). Gözenek ve gözenek tipleri. *Gümüşhane Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 28(1), 83–87. <https://doi.org/10.31796/ogummf.632083>
- Erik, M., & Koşaroğlu, S. (2016). Tarihsel süreç boyunca değişen petrol fiyatları; kaya gazı etkisi ve bazı öngörüler. *Cumhuriyet Üniversitesi İİBF Dergisi*, 17(2), 119–143.
- Erik, M. (2016). Paleoenvironment characteristics and hydrocarbon potential of the Lower Miocene bituminous shales in Sivas Basin (Central Anatolia, Turkey). *Arabian Journal of Geosciences*, 9(1), 18.
- Evans, D. M. (1966). The Denver area earthquakes and the Rocky Mountain Arsenal disposal well. *The Mountain Geologist*, 3, 23–26.
- Evans, G. (1967). *Geology of the Tulk's Hill area, central Newfoundland*. Memorial University of Newfoundland.
- Folk, R. L. (1954). The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *The Journal of Geology*, 62(4), 344–359. <https://doi.org/10.1086/626171>
- Galloway, W. E. (1975). Process framework for describing the morphologic and stratigraphic evolution of deltaic depositional systems. In *Deltas: Models for Exploration* (pp. 87–98). Houston Geological Society.
- Galloway, W. E., & Hobday, D. K. (1996). *Terrigenous clastic depositional systems: Applications to fossil fuel and groundwater resources* (2nd ed.). Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1017/S0016756897326983>
- Glennie, K. W. (1970). Desert sedimentary environments. In *Developments in Sedimentology* (Vol. 14, pp. 57–73, 121–136). Elsevier.
- Görmüş, M. (2012). *Sedimentoloji ve stratigrafi ilkeleri*. Ankara Üniversitesi Yayını.
- Hardie, L. A. (2013). Developing measurement facilities for carbon capture and storage. *Measurement and Control*, 46(2), 41–46. <https://doi.org/10.1177/002029401304600203>
- Helvacı, C. (2002). Evaporit jeolojisi ve Türkiye borat yatakları. *MTA Dergisi*, Ankara.
- Hunt, D., & Tucker, M. E. (1992). Standard parasequences and the forced regressive wedge system tract: Deposition during base level fall. *Sedimentary Geology*, 81, 1–9. [http://dx.doi.org/10.1016/0037-0738\(92\)90052-S](http://dx.doi.org/10.1016/0037-0738(92)90052-S)
- James, N. P., & Choquette, P. W. (1984). Diagenesis 9. Limestones—The meteoric diagenetic environment. *Geoscience Canada*, 11(4), 161–194.
- James, N. P., & Kendall, A. C. (1992). Introduction to carbonate and evaporite facies models. In R. G. Walker & N. P. James (Eds.), *Facies models: Response to sea level change* (pp. 265–276). Geological Association of Canada.
- Janjuhah, H. T., Shehata, W. M., Al-Ali, M. A., & Maqsood, T. (2021). Biostratigraphy, depositional and diagenetic processes in carbonate rocks from southern Lebanon: Impact on porosity and permeability. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 95(5), 1668–1683. <https://doi.org/10.1111/1755-6724.14695>
- Johannes Wendebourg, Nind, T., Roy, M., & Bacqué, J. (2018). Hydrodynamics and hydrocarbon trapping: Concepts, pitfalls and insights from case studies. *Marine and Petroleum Geology*, 96, 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2018.05.015>
- Karagöl, T. E., & Kavaz, İ. (2017). Dünyada ve Türkiye’de yenilenebilir enerji. *SETA Analiz Dergisi*, 4(197), 5–32.
- Kavak, O., 2007. Hazro Bölgesinin Kömür Potansiyeli ve Hidrokarbon Özellikleri. 16th International Petroleum and Natural Gas Congress and Exhibition of Turkey, May, 2007. Organizations: TAPG.
- Kendall, A. C. (1979). Subaqueous evaporites. In R. G. Walker (Ed.), *Facies Models* (pp. 159–174). Geoscience Canada.
- Kendall, C., & Caldwell, E. A. (1998). Fundamentals of isotope geochemistry. In C. Kendall & J. J. McDonnell (Eds.), *Isotope tracers in catchment hydrology* (pp. 51–86). Elsevier.

- Kendall, C. (2003). Use of well logs for sequence stratigraphic interpretation of the subsurface. *USC Sequence Stratigraphy Web*. <http://strata.geol.sc.edu/index.html>
- Kendall, C. G. S. C. & Alsharhan, A. S. (2004). *Quaternary carbonate and evaporite sedimentary facies and their ancient analogues: A tribute to Douglas James Shearman*. Wiley-Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781444392326>
- Kerey, İ. E., & Erkal, T. (2014). *Sedimantoloji*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Kerr, D. R., Ye, L., Bahar, A., Kelkar, B. M., & Montgomery, S. (1999). Glenn Pool Field, Oklahoma: A case of improved production from a mature reservoir. *AAPG Bulletin*, 83(1), 1-18.
- Ketin İ., (1966). Güneydoğu Anadolu Kambriyen Teşekkülleri ve Bunların İran Kambriyenine İle Mukayesesi. MTA Enstitüsü Dergisi, 66: 65-87
- Kinsman, D. J. J. (1966). Geology of the Fáskrúðsfjörður area, Eastern Iceland.
- Kinsman, D. J. J. (1969). Models of formation, sedimentary associations and diagnostic features of shallow-water and supratidal evaporites.
- Krumbein, W. C. (1934). Size frequency distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, 4(2), 65-77.
- Krynine, P. D. (1950). Petrology, stratigraphy, and origin of the Triassic sedimentary rocks of Connecticut. *State Geological and Natural History Survey*.
- Li, C., An, Y., Fang, H., & Jiang, W. (2016). Development of sedimentary geology of petroliferous basins in China. *Petroleum Exploration and Development*, 43(4), 562-570.
- Lokier, S. W. (2013). Coastal sabkha preservation in the Arabian Gulf. *Geoheritage*, 5(1), 11-22. <https://doi.org/10.1007/s12371-012-0069-x>
- Lokier, S. W., Clarke, H., & Herrmann, S. (2018). Implications of sea-level rise in a modern carbonate ramp setting. *Geomorphology*, 304, 64-73. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2017.12.023>
- Loucks, R. G., Reed, R. M., Ruppel, S. C., & Jarvie, D. M. (2009). Morphology, genesis, and distribution of nanometer-scale pores in siliceous mudstones of the Mississippian Barnett Shale. *Journal of Sedimentary Research*, 79(12), 848-861.
- Lucia, F. J. (1983). Petrophysical parameters estimated from visual description of carbonate rocks: A field classification of carbonate pore space. *Journal of Petroleum Technology*, 35(3), 626-637.
- Lucia, F. J. (1995). Rock-fabric/petrophysical classification of carbonate pore space for reservoir characterization. *AAPG Bulletin*, 79(9), 1275-1300.
- Magoon, L. B., & Beaumont, E. A. (1999). *Treatise of Petroleum Geology/Handbook of Petroleum Geology: Exploring for Oil and Gas Traps*. Chapter 3: Petroleum Systems.
- McKenzie, D., Roberts, J. M., & Weiss, N. O. (1980). Sedimentary basin development in the Archaean. *Earth and Planetary Science Letters*, 48(1), 35-41. [https://doi.org/10.1016/0012-821X\(80\)90167-3](https://doi.org/10.1016/0012-821X(80)90167-3)
- Mendeleev, D. (1877). L'Origine du Petrole. *Revue Scientifique, 2e Ser., VIII*, 409-416.
- Menefee, D., Moe, L., Heath, J. E., & Mozley, P. S. (2020). Rapid mineral precipitation during shear fracturing of carbonate-rich shales. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(6). <https://doi.org/10.1029/2019JB018864>
- Meriç E., (1978), Güneydoğu Türkiye'de Sinan Formasyonu Alt Üyesi ve Besni Formasyonunun Fauna Özellikleri. TJK Bülteni, 21(2): 95-96
- Meriç E., Oktay, F.Y., Toker, V., Tanseli, İ., Duru, M., (1987). Adıyaman Yöresi Üst Kretase-Eosen İstifinin Sedi-manter Jeolojisi ve Biyostratigrafisi (Foraminifer, Nannoplankton, Ostracod). TJK bülteni, 30(2).
- Miall, A. D. (1977). Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: A summary. In A. D. Miall (Ed.), *Fluvial Sedimentology* (pp. 597-604). Geological Survey of Canada.
- Miall, A. D. (1978). Lithofacies types and vertical profile models in braided river deposits: A summary. In A. D. Miall (Ed.), *Fluvial Sedimentology*, Memoir 5 (pp. 597-604). Canadian Society of Petroleum Geologists.
- Miall, A. D. (1999). *Principles of Basin Analysis* (3rd ed.). Springer-Verlag.
- Miall, A. D., & Tyler, N. (Eds.). (1991). *Three-dimensional facies architecture of terrigenous clastic sediments and its implications for hydrocarbon discovery and recovery* (Vol. 3). Society for Sedimentary Geology.
- Miall, A. D. (2010). *The Geology of Stratigraphic Sequences*. Springer.
- Middleton, G. V. (1973). Johannes Walther's law of correlation of facies. *Geological Society of America Bulletin*, 84, 979-988. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1973\)84<979:JWLOT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1973)84<979:JWLOT>2.0.CO;2)
- Mitchum, R. M. Jr. (1985). Seismic stratigraphic expression of submarine fans. *AAPG Memoir*, 39, 117-136.

- Mitchum, R. M. Jr., Vail, P. R., & Thompson, S. III. (1977). Seismic stratigraphy and global changes of sea-level, Part 2: The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. In C. E. Payton (Ed.), *Seismic Stratigraphy: Applications to Hydrocarbon Exploration* (Vol. 26, pp. 53-62). American Association of Petroleum Geologists.
- Monod, O., Kozlu, H., Ghienne, J.-F., Günay, Y., Le Herisse, A., Paris, F. & Robardet, M., (2003). Late Ordovician glaciation in southern Turkey. *Terra Nova* 15, 249-257
- Muehlenbachs, K., & Krupnick, A. J. (2014). Shale gas development linked to traffic accidents in Pennsylvania. *Resources for the Future Discussion Paper*.
- Mulholland, J. W. (1998). Sequence stratigraphy: Basic elements, concepts, and terminology. *The Leading Edge*, 17(1), 37-40. <https://doi.org/10.1190/1.1437905>
- Natland, M. L., & Kuenen, P. H. (1951). Sedimentary history of the Ventura Basin, California, and the action of turbidity currents. In J. L. Hough (Ed.), *Turbidity Currents and the Transportation of Coarse Sediments to Deep Water*.
- Neal, J., & Abreu, V. (2009). Sequence stratigraphy hierarchy and the accommodation succession method. *Geology*, 37(9), 779-782. <https://doi.org/10.1130/G25722A.1>
- Özalp, S. (2018). Seismotectonic database of Turkey. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 16(8), 3277-3316. <https://doi.org/10.1007/s10518-016-9965-9>
- Payton, C. E. (Ed.). (1977). *Seismic Stratigraphy: Applications to Hydrocarbon Exploration* (Memoir 26). American Association of Petroleum Geologists.
- Perincek, D., (1979). The geology of HazroKorudag-Cungus-Maden-Ergani-Hezan-Elâzığ-Malatya area. *Geol. Soc. of Turkey*, Sept.1979, 33 p
- Perinçek D., (1980). Arabistan Kıtası Kuzeyindeki Tektonik Evrimin, Kıta Üzerinde Çökelen İstifteki Etkileri. Türkiye 5. Petrol Kongresi, Jeoloji-Jeofizik bildirileri
- Perinçek D., ve Özkaya, İ., (1981). Arabistan Levhası Kuzey Kenarı Tektonik Evrimi. *Yerbilimleri, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü Bülteni*, 8: 91-101
- Pettijohn, F. J. (1949). *Sedimentary Rocks*. Harper & Brothers.
- Pettingill, H. S., & Weimer, P. (2002). Global deep water exploration: Past, present and future frontiers. *The Leading Edge*, 21, 371-376.
- Pomar, L. (1991). Reef geometries, erosion surfaces and high-frequency sea-level changes, upper Miocene reef complex, Mallorca, Spain. *Sedimentology*, 38(3), 487-509.
- Pomar, L. (2001). Ecological control of sedimentary accommodation: Evolution from a carbonate ramp to rimmed shelf, Upper Miocene, Balearic Islands. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175, 249-272. [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(01\)00375-3](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(01)00375-3)
- Posamentier, H. W., & Allen, G. P. (1999). *Siliciclastic Sequence Stratigraphy: Concepts and Applications* (Vol. 7). SEPM. <https://doi.org/10.2110/csp.99.07>
- Posamentier, H. W., & Vail, P. R. (1988). Eustatic controls on clastic deposition II: Sequence and systems tract models. In C. K. Wilgus et al. (Eds.), *Sea Level Changes: An Integrated Approach* (Vol. 42, pp. 125-154). SEPM. <https://doi.org/10.2110/pec.88.01.0125>
- Posamentier, H. W., Erskine, R. D., & Mitchum, R. M. (1991). Models for submarine-fan deposition within a sequence-stratigraphic framework. In P. Weimer & M. H. Link (Eds.), *Seismic Facies and Sedimentary Processes of Submarine Fans and Turbidite Systems* (pp. 127-136). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4684-8276-8_6
- Posamentier, H. M., Jervey, M. T., & Vail, P. R. (1988). Eustatic controls on clastics deposition I: Conceptual framework. In C. K. Wilgus et al. (Eds.), *Sea Level Changes: An Integrated Approach* (Vol. 42, pp. 109-124). SEPM. <https://doi.org/10.2110/pec.88.01.0109>
- Reading, H. G. (Ed.). (1996). *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy* (3rd ed.). Blackwell Science.
- Reynolds, D. B., & Umekwe, M. P. (2019). Shale-oil development prospects: The role of shale-gas in developing shale-oil. *Energies*, 12(17). <https://doi.org/10.3390/en12173310>
- Robertson Handford, C., & Loucks, R. G. (1993). Carbonate depositional sequences and systems tracts—Responses of carbonate platforms to relative sea-level changes. In *Carbonate Sequence Stratigraphy: Recent Developments*

- and Applications (AAPG Memoir 57). <https://doi.org/10.1306/M57579>
- Shanmugam, G. (2006). *Deep-water processes and facies models: Implications for sandstone petroleum reservoirs*. Elsevier.
- Shearman, D. J. (1966). Origin of marine evaporites by diagenesis. *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy, Section B*, 75, 208–215.
- Shepard, F. P., & Dill, R. F. (1966). *Submarine Canyons and Other Sea Valleys*. Rand McNally.
- Siyako, M., (2006b). Trakya Bölgesi Litostratigrafi Birimleri (Tersiyer Bölümü). Stratigrafi Komitesi, Litostratigrafi Birimleri Serisi-2. MTA Genel Müdürlüğü yayını. 70 s
- Spence, G. H., & Tucker, M. E. (2007). A proposed integrated multi-signature model for peritidal cycles in carbonates. *Journal of Sedimentary Research*, 77(10), 797–808. <https://doi.org/10.2110/jsr.2007.080>
- Stewart, A. D. (1963). On certain slump structures in the Torridonian sandstones of Applocross. *Geological Magazine*, 100, 205–218. <https://doi.org/10.1017/S0016756800055151>
- Şenalp, M., (2006a). Stratigraphy and Sedimentology of the Paleozoic Successions in Saudi Arabia, (Volume 1). Upstream Ventures Department of Saudi Aramco.
- Şenalp, M., (2006b). Stratigraphy and Sedimentology of the Paleozoic Successions in Saudi Arabia, (Volume 2). Upstream Ventures Department of Saudi Aramco.
- Şenalp, M., (2016). Kızıldeniz'in Açılımı ve Midyan Havzası'nın Stratigrafik Evrimi (KB Suudi Arabistan. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 28(1), 29-58.
- Şenalp, M. & Al-Duaiji, A. A., (1995). Stratigraphy and Sedimentation of the Unayzah Reservoir Central Saudi Arabia. In M. I. Husseini (Ed.), Middle East Petroleum Geosciences Conference. GEO'94 Gulf Petrolink, Bahrain, 2, 837-847
- Şenalp, M. & Al-Duaiji, A. A. (2001a). Qasim Formation: Ordovician storm- and tide- dominated shallow marine siliciclastic sequences, Central Saudi Arabia. *GeoArabia*, 6, 233-268.
- Şenalp, M. & Al-Duaiji, A. A. (2001b). Sequence Stratigraphy of the Unayzah Reservoir in Central Saudi Arabia. *The Saudi Aramco Journal of Technology*, 20-43.
- Şenalp, M. & Al-Laboun, A. (2000). New Evidence on the Late Ordovician Glaciation In Central Saudi Arabia. *Saudi Aramco Journal of Technology*, 11- 40.
- Şenalp, M., Bahtiyar, I., Işıkalp, U., Uz, E. & Kaya, M. (2018). Sequence Stratigraphy and Sedimentology of the Paleozoic Successions on the Arabian Platform and Their Impact to Hydrocarbon Explorations in Southeast Turkey. Published by the Turkish Association of Petroleum Geologists, 396 p.
- Şenalp, M. & Tetiker, S. (2020). Sedimentology and Hydrocarbon Potentials of the Late Ordovician glacial deposits on the Arabian Platform and Southeastern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 29(3), 455-500.
- Şenalp, M., Tetiker, S. ve Şentürk, M. (2021). Güneydoğu Türkiye'deki Paleozoyik İstiflerinin Sekans Stratigrafisi, Sedimentolojisi ve Hidrokarbon Potansiyeli, Türkiye Jeoloji Bülteni, 64, 143-198.
- Şenalp, M. ve Tetiker, S. (2023). İstif Stratigrafisinin Temel Prensipleri, Sedimentoloji Bilimine Uygulanması ve Hidrokarbon Aramalarındaki Önemi, 252 Sayfa, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Şenalp M. ve Tetiker, S. (2024). Kırıntılı Kayaçlar, Çökelleme Ortamları ve Hidrokarbon Potansiyelleri ve Türkiye'den Örnekler. 426 Sayfa, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Şenalp, M. (2024a). Sedimanter Kayaçlar, Çökelleme Ortamları ve Hidrokarbon Potansiyelleri, 725 Sayfa TMMOB Jeoloji Mühendisleri Yayın No. 153
- Şenalp, M. (2024b). Petrol Jeolojisi ve Dev Petrol Sahalarından Örnekler, 572 Sayfa, Nobel Yayıncılık, Ankara.
- Tetiker, S. (2012). Mardin-Derik Yöresi Prekambriyen Yaşlı Volkanik-Volkanosedimanter Kayaçların Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal Özellikleri, Cumhuriyet Yerbilimleri Dergisi, 29/2, 87-106.
- Tetiker, S. (2014). Petrography and Geochemistry of Early Palaeozoic Clastic Rocks from the Southeast Anatolian Autochthonous Rocks in Mardin Area (Derik-Kızıltepe), Turkey. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 9/1, 149 – 162.
- Tetiker, S., Yalçın, H., Bozkaya, Ö. (2012a). Güneydoğu Anadolu Otoktonu-Doğu Bölümü (Mardin-Derik Bölgesi) Kayaçlarının Diyajenez/Metamorfizma Özelliklerinin İncelenmesi. TUBİTAK ARDEB Projesi, Proje No:110Y207, 178 s.
- Tetiker, S., Yalçın, H., Bozkaya, Ö. (2012b). Güneydoğu Anadolu Otoktonu Mardin (Derik-Kızıltepe) Yöresinde

- Prekambriyen-Erken Paleozoyik Yaşlı Kayaçların Mineralojik ve Petrografik Özellikleri, Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 26/1, 23-47.
- Tetiker, S., Yalçın, H., & Bozkaya, Ö. (2015). Evidence of the diagenetic history of sediment composition in Precambrian-early Paleozoic rocks: a systematic study from the Southeast Anatolian Autochthon, Mardin (Derik-Kızıltepe), Turkey. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(12), 11261-11278.
- Tucker, G. E., & Bras, R. L. (1998). Hillslope processes, drainage density, and landscape morphology. *Water Resources Research*, 34(10), 2751-2764. <https://doi.org/10.1029/98WR01474>
- Tucker, M. E. (2001). *Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks* (3rd ed.). Blackwell.
- Tucker, M. E., & Wright, V. P. (1990). *Carbonate Sedimentology*. Blackwell Science.
- Tucker, G., & Hancock, G. (2010). Modelling landscape evolution. *Earth Surface Processes and Landforms*, 35, 28-50. <https://doi.org/10.1002/esp.1952>
- Udden, J. A. (1914). Mechanical composition of clastic sediments. *Geological Society of America Bulletin*, 25, 655-744. <https://doi.org/10.1130/GSAB-25-655>
- Van Wagoner, J. C., Mitchum, R. M., Campion, K. M., & Rahmanian, V. D. (1990). *Siliciclastic Sequence Stratigraphy in Well Logs, Cores, and Outcrops*. AAPG Methods in Exploration Series, No. 7.
- Van Wagoner, J. C., Posamentier, H. W., Mitchem, R. M., Vail, P. R., Sarg, J. F., Loutit, T. S., & Hardenbol, J. (1988). An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions. In C. K. Wilgus et al. (Eds.), *Sea Level Changes: An Integrated Approach* (SEPM Special Publication 42, pp. 39-45).
- Vail, P. R., & Todd, R. G. (1981). Northern North Sea Jurassic unconformities, chronostratigraphy and sea-level changes from seismic stratigraphy. In L. V. Illing & G. D. Hobson (Eds.), *Petroleum Geology of the Continental Shelf of North-West Europe* (pp. 216-235). Heyden and Son.
- Vail, P. R., Mitchum, R. M. Jr., Todd, R. G., Widmier, J. M., Thompson, S. III, Sangree, J. B., Bubba, J. N., & Hatlelid, W. G. (1977). Seismic stratigraphy and global changes of sea level. In C. E. Payton (Ed.), *Seismic Stratigraphy: Applications to Hydrocarbon Exploration* (AAPG Memoir 26, pp. 49-212).
- Walker, R. G. (1975). Generalized facies models for resedimented conglomerates of turbidite association. *Geological Society of America Bulletin*, 86, 737-748.
- Walker, R. G. (1990). Facies modelling and sequence stratigraphy. *Journal of Sedimentary Petrology*, 60, 777-786.
- Walker, R. G., & Cant, D. J. (1984). Sandy fluvial systems. In R. G. Walker (Ed.), *Facies Models* (2nd ed., pp. 71-89). Geological Association of Canada.
- Walker, R. G., & James, N. P. (1992). *Facies Models: Response to Sea Level Change*. Geological Association of Canada.
- Waples, D. W. (1981). *Organic Geochemistry for Exploration Geologists*. Springer Netherlands.
- Warren, J. K. (1999). *Evaporites: Their Evolution and Economics*. Blackwell Science.
- Weimer, P., & Buffler, R. T. (1992). Structural geology and evolution of the Mississippi Fan fold belt, deep Gulf of Mexico. *AAPG Bulletin*, 76(2), 225-243.
- Wentworth, C. K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology*, 30, 377-392. <https://doi.org/10.1086/622910>
- Williams, H., Turner, F. J., & Gilbert, C. M. (1954). *Petrography: An Introduction to the Study of Rocks in Thin Section*. W. H. Freeman.
- Wills, L. J. (1970). The Triassic succession in the central Midlands in its regional setting. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 126, 225.
- Zeid, A., & Lee, H. (2016). Unconventional shale gas development: Application of USA key success factors to other countries in international markets. Paper presented at the *Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference*, SPE-183443-MS. <https://doi.org/10.2118/183443-MS>

YAZARLARIN ÖZGEÇMİŞİ



Dr. Muhittin Şenalp

Dr. Muhittin Şenalp 1943 yılında Isparta'nın Atabey kazasında doğdu. Babası Postacı Ahmet Efendi, annesi ise Hacı Havvana olarak tüm Atabey halkı tarafından iyi bilinir. İlk ve orta öğrenimini bu ilçede, lise öğrenimini de Isparta'da tamamlamıştır. 1965 yılında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi'nin jeoloji bölümünden mezun olduktan sonra 1969 yılına kadar burslu öğrencisi olduğu Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü bünyesinde (MTA) arazi ve kuyu jeoloğu olarak görev yapmıştır. Şenalp, 1970 yılında yine MTA'nın burslu öğrencisi olarak Imperial College of Science and Technology, London Üniversitesi'nde petrol jeolojisi üzerine master (MSc) ve bunu takiben aynı üniversitede sedimantoloji üzerine doktora yapmış (PhD) ve bu çalışmasını 1974 yılında tamamlamıştır. 1975-1980 yılları arasında New York ve Cenevre'de yapılan Birleşmiş Milletler Üçüncü Deniz Hukuku Konferanslarında Türk Dışişleri Bakanlığına Kıta Sahaneliği ve Denizel Bilimsel Araştırmalar konularında danışmanlık görevi yapmıştır.

Dr. Muhittin Şenalp, 1981 yılında Suudi Arabistan'ın Aramco Petrol Şirketinde petrol, gaz arama ve üretim grubunda baş danışman olarak çalışmaya başlamıştır. 1986 yılında başkent Riyad'ın güneyindeki Hawtah sahasında ilk Paleozoyik petrol keşfinin ortaya çıkmasıyla birlikte çalışmalarının büyük bir kısmını tüm Paleozoyik formasyonlarının iistif stratigrafisi, sedimantolojisi ve özellikle de farklı ortamlarda çökelmiş kumtaşlarının rezervuar özellikleri üzerine yönlendirmiş ve uzun bir süre bu konulara odaklanarak sedimantolojik modeller geliştirmiştir. Bu görevine ek olarak Aramco jeologlarına Exploration School çerçevesi içinde sürekli eğitim programları gerçekleştirmiştir. Uluslararası konferanslarda ve sempozyumlarda sözlü ve poster sunumları yapmış ve tüm Suudi Arabistanı kapsayan arazi gezileri düzenlemiş ve bu görevini 2009 yılına kadar sürdürmüştür. Suudi Aramco şirketi ile derin gaz arama faaliyetlerinde ortaklık yapan çok farklı uluslararası şirketlere danışmanlık yapmıştır. 2009 yılında Suudi Aramco şirketinden emekli olan Muhittin Şenalp, 2013-2015 yılları arasında TPAO da danışmanlık görevi üstlenmiştir. Bu süreç içinde Güneydoğu Türkiye'nin Paleozoyik istiflerinin stratigrafik ve sedimantolojik özelliklerini



alışarak onların hidrokarbon potansiyelleri (hem kaynak kayası hem de rezervuar kayası) zerine modeller oluşturmuş özellikle Geç Ordovisiyen buzullaşmasının hidrokarbon oluşumları üzerine olan olumlu katkıları hakkında yeni görüşler ortaya sürmüştür. Bu modeller başarılı sonuçlar vermiş yeni Paleozoyik keşifleri yapılmıştır. Meslek yaşamı boyunca çok sayıda bilimsel yayınlar yapmış ve 5 farklı kitap içinde yayınlamıştır.



Mahir Kaya

Mahir Kaya, Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı'nda (TPAO) 10 yılı aşkın süredir görev yapan kıdemli bir petrol jeoloğudur. Uzmanlık alanları arasında kuyu operasyonları, stratigrafi, sedimentoloji, fasiyes analizi ve basen analizi bulunmaktadır. Çalışmaları özellikle klastik ve karbonat sistemlerin çökeltme ortamlarının analizi, kuyu loglarının ve saha verilerin entegrasyonu yoluyla hidrokarbon potansiyelinin değerlendirilmesi üzerine yoğunlaşmaktadır.

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yer alan Paleozoyik yaşlı birimlerde yürütülen arama projelerinde aktif rol almış; Gabar Petrol Sahaları'nın keşfi ve geliştirilmesinde kuyu ve saha operasyonları, stratigrafisi, rezervuar zonlaması ve üretim jeolojisine yönelik kritik katkılar sunmuştur. Söz konusu sahalar, Türkiye'nin kara alanlarındaki en önemli konvansiyonel hidrokarbon keşiflerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Yazar, Imperial College London'dan Petrol Jeolojisi alanında yüksek lisans derecesine sahiptir. Halen, Paleozoyik stratigrafisi ve küresel buzullaşma olaylarının sedimentolojik etkileri üzerine odaklanan doktora çalışmalarını sürdürmektedir. Akademik araştırma ile operasyonel saha uygulamaları arasında güçlü bir bağ kurarak, arama jeolojisine disiplinler arası katkı sağlamaktadır.



Prof. Dr. Sema Tetiker

Tetiker, Batman Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Madencilik ve Maden Çıkarma Teknolojisi bölümünde görev yapmaktadır. Lisans eğitimini Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden ikincilik derecesiyle tamamlamıştır. Aynı üniversitede yüksek lisans ve doktora eğitimini ikincilikle tamamlayarak 2010 yılında Batman Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nde Yrd. Doç. Dr. olarak göreve başlamıştır. 2018 yılında Doçent ve 2023 yılında Profesör unvanını almıştır. Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya ve petrol jeolojisi alanında ulusal ve uluslararası birçok makale ve kitap çalışmaları bulunmaktadır. 2004-2025 tarihleri içerisinde Kuzeybatı ve Orta Anadolu (Biga ve Armutlu yarımadası, Tokat, Sivas) ve Güneydoğu Anadolu'da (Hakkari, Şırnak, Van, Diyarbakır, Mardin, Siirt, Batman ve Hatay) TÜBİTAK ve üniversite projelerinde yürütücü olarak görev yaparak batı ve güneydoğu Anadolu'nun detaylı litolojik, mineralojik ve jeokimyasal olarak ayrıntılı incelenmesini sağlamıştır. Jeolojik saha/arazi çalışmaları kapsamında enerji ham madde kaynakları (petrol, doğalgaz ve joetermal) dahil fosfat, nadir toprak elementleri (REE), kil yatakları hakkında detaylı çalışmaları bulunmaktadır. Ayrıca enerji kaynakları, karbon sertifikası ve zemin etüdü alanlarında danışmanlık yapmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesinin petrol jeolojisi ve potansiyeli, nükleer enerji kaynakları ve nadir toprak elementlerine yönelik sonuçları içeren kitap ve makaleleri önemli çalışmaları arasında yer almaktadır.