

# KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE DENİZALTI ÇALIŞMALARI

Alan E. DARLOW(\*) - Çeviri: M. Emin HOŞGİT(\*\*)

## ÖZET

*Bu çalışmada, denizaltı kömür depozitlerinin araştırılması, değerlendirilmesi ve işletilmesi ile ilgili güncel problemlere işaret edilerek konu tartışılmaya gayret edilmiştir.*

*Ayrıca, gelecekte deniz, göl ve nehirler altında yer alan doğal zenginliklerin işletilmesinde maden mühendisine yardımcı olabilecek gelişmeler ortaya konulmuştur.*

## SUMMARY

*The Author has, therefore, attempted to indicate and discuss the current problems of exploration, evaluation and the exploitation of undersea coal deposits and finally, developments are discussed that could in future, assist the Mining Engineer in working of this mineral wealth.*

(\*)B.Sc. C. Eng. F.I.Min. E.

(\*\*) Maden Yük Müh., EKİ- ZONGULDAK

## 1. GİRİŞ

Dünyamızda, deniz,göl ve nehirler altında yer alan çok sayıda yatak vardır. Suyun kolayca yayılma durumu, maden mühendisine, ocak çalışmalarının felaketle sonuçlanan su baskınlarına uğraması ve pahalıya malolan su gelirleri ihtimali hakkında hatırlatıcı bir rol oynar. Aynı derecede tehlikeli olan durum, ocak çalışmalarının üstünde yer alan ve görünmeyen yeraltı su depolarının varlığıdır. Islak koşullarda yapılan madencilik çalışmalarının güçlüğü asırlardan beri bilinmekte olup, güçlü tulumbalarn geliştirilmesinden sonra kuru koşullarda çalışma olanaklı olabilmıştır. Günümüzdeki modern tulumbalar büyük miktarlardaki suyun üstesinden gelebilmekte, herne kadar pahalıya mal olsada bu açıdan ocak emniyetini sağlamaktadır. Islak koşulların neden olduğu rahatsız edibi ortam yeterli pompalamayla bile azaltılamamaktadır. Henüz kolaylıkla işletilebilir kömür rezervlerinin tüketilmesi sırasında bile, maden mühendislerinin dikkati deniz altındaki bilinen ve bilinmeyen rezervlere yöneltilmelidir.

Günümüzde işletilen denizaltı kömür yataklarının tümünün karadaki yatakların uzantısı olduğunu söylemenin uygun olacağı inancındayım. Geçmişteki kömür yatakları, plânlanmış araştırmalardan ziyade, genellikle petrol sondajlarının bir sonucu olarak şans eseri bulunmuşlardır. Bunlardan çoğu kıydan oldukça uzak mesafelerde olup kendi içlerinde sorunlu görünmektedir. Bununla birlikte bu gibi yatakların bulunması maden mühendisini, bugünün yöntemleri ile çalışabilecek daha elverişli yatakların araştırılması ya da kıydan çok uzaktaki yatakları işletebilecek teknikleri geliştirme yolunda teşvik etmelidir.

Bu nedenle yazar, denizaltı kömür yataklarının araştırılması, değerlendirilmesi ve işletilmesi ile ilgili güncel problemleri işaret etmeye ve tartışmaya gayret etmiş ve son olarak gelecekte bu mineral zenginliklerinin işletilmesinde maden mühendisine yardımcı olabilecek gelişmeler ortaya konulmuştur.

## 2 ARAMA

Kıydan uzak mesafelerdeki petrol ve doğal gaz sondajları başlayana kadar, varlığı bilinen denizaltı kömür sahaları, kara kökenli kömür sahalarının uzantıları olup bunların bulunması genellikle ocak çalışmalarının bilinmeyene doğru süregelmesi şeklinde olmuştur. Günümüzde bunun dehşeti alınan risklerde ifade edilebilir, fakat birkaç yıl öncesine kadar bunun dışında bir yol olmadığı dagözönünde bulundurulmalıdır. Maden kaynaklarının çoğunluğunun gerek yer, gerek deniz altında olsun bu şekilde hazırlandığı bir gerçektir. Eğer günümüzde, varolan teknolojiler ile denizaltı yatak çalışmalarının, karadaki yatakların çalışmalarının bir devamı olacağı kabul edilirse arama problemleri daha az zorluk arzedecektir. Ya dikey olarak bir gemiden ya da yatay olarak damar içinden hızla arama sondajları yapmak olanaklıdır. Bununla birlikte, denizin çok daha açıklarındaki kömür yataklarının varlığı ihtimali ile okyanus altında saklı kömür sahalarına karşı kayıtsız kalınmamalıdır. Çünkü bunlar gelecekte muhtemelen, dünyanın artan enerji talebini ve kimyasal hammadde gereksinimini karşılayacaktır.

Böylece deniz altındaki kömürün araştırılması iki ana guruba ayrılabilir. Bunlardan ilki bilinen yatakların devamını saptamak, ikincisi yeni yatakları araştırmak olmaktadır.

## 2.1. Kara Kökenli Yatakların Uzantıları

İlk grupta plânlanan sondaj programı İngiltere'nin kuzeydoğu sahillerinin açığında, bu sahadaki ocakların bugünkü işletme sınırlarının ötesinde fakat hâlâ ekonomik boyutlarda uygulanmaktadır. Sığ sularda yapılan sondaj maliyetleri bile oldukça yüksek olup karadakilere yaklaşık üç katına eşdeğer olmaktadır. Aynı zamanda hava koşulları, sondajın yapılıp yapılmaması, hangi mevsimde yapılması, hangi koşullarda terkedilmesi hususunda önemli rol oynar. Bu gibi faktörler karada yapılan sondajı nadiren etkilerler. Denizden yapılan sondajın bir problemi de sondaj deliğinin kapatılmasıdır. Sondaj deliği en az çevre tabakalarının gününe eşdeğer bir standartla doldurulup kapatılmadıkça, ilerideki ocak çalışmaları için tehlikeli bir durum arzedecektir. Denizden yapılmış bir sondajda, iklim koşullarının sondaj deliğinin tamamlanmadan terkedilmesi ne neden olabileceği durumlarda, delik yerinin sonradan saptanması, burguların delikten çıkarılması ve deliğin kapatılmasını sağlayacak önlemler önceden alınmalıdır. Bu sorunlar nedeniyle sondaj yoğunluğu büyük ölçüde karadakilere azdır. Bu nedenle sondaj deliğinden alınan bilgi çok ayrıntılı olmalıdır. Kesilen kömür damarından yalnız karotlar almak yeterli olmamakta, aşağılara kadar uzanan tabakaların özellikleri de incelenmelidir. Arama sondajları yaparken, mevcut tüm jeofizik tekniklerini kullanarak maksimum bilgileri elde etmek gereklidir.

Bundan sonra ortaya çıkacak soru, sondaj delikleri arasındaki tabakanın sürekliliğinin saptanması şeklinde olmaktadır. Sondaj deliği, çapı muhtemelen 100 mm. den az bir silindire ilgili bilgileri temin etmektedir. Damar kıvrımlarını, eğim koordinatları haricinde işaret etmemekte, doğrudan içinden geçmedikçe (bu durumda da boyutların tayin etme koşulu yoktur) yılanma ya da fay gibi durumları göstermemektedir. Herbir sondaj deliği yalnız tek bir coğrafi noktayla ilgili bilgileri sağlamaktadır. Bu nedenle bu coğrafi noktaların herbirinin sismik araştırma ile uygunluğu saptanmalıdır.

Sismik ölçme ve bunun yorumlanmasındaki bilim son yıllarda tahminlerin çok ötesinde bir gelişme göstermiştir. Fakat sismik çizgilerin ilgili bulunduğu sondaj deliklerinden elde edilen bilgilerin mümkün olduğunca kullanılması gerekli olmaktadır. Ayrıntılı ses ölçüleri alınarak doğru hızların uygulanması sağlanmalıdır. Jeolojik yapının üç boyutlu görünümünü elde etmede kullanılmak üzere tabaka litolojisi için karotlar incelenmelidir. Tek bir sismik ölçü yapmak yeterli değildir, deniz tabanını ve örtü tabakalarının derinliklerini doğru olarak saptamak için ilkiyle aynı anda ikinci bir sismik ölçü daha yapılmalıdır. Tabakalaşmamış yatakların kalınlıklarının ihmal edildiği yerlerde hatalı yorumların ortaya çıktığı hakkında yeterli kanıt bulunmaktadır.

Bu nedenle sondaj delikleri ile bağlantılı olarak ve elde edilen ilgili diğer tüm jeolojik bilgileri kullanarak sismik çizgilerle yapının bir görünümünü ortaya çıkarmak mümkündür. Bundan sonra yeterli bilgiler maden mühendisine iletilerek onun daha önceden saptanan güçlükleri yenmek için yeterli esneklikle ocak çalışmalarını plânlaması sağlanabilir.

## 2.2. Bağımsız Kıyı Ötesi Yatakları

Şimdiye kadar ki araştırma programları, bilinen kömür yataklarının uzantıları için olmuştur. Bilinmeyen yataklar ne olacaktır? İşletme coğrafyası bilinmedikçe, kıyı ötesindeki kömürü çıkarmak için geliştirilmesi lâzım gelen yöntemlerin tartışmasını yapmak anlamsız olacaktır.

Herhangi bir kara parçasının deniz altında kalan kısmının, keşif bir sondaj programı ya da sismik yöntemlerle incelenmesi son derece pahalı olduğundan diğer arama yöntemleri gerekli olabilir.

Petrol ve doğal gaz araştırmaları "dom" gibi karakteristik jeolojik yapılar üzerinde odaklanmıştır, bu nedenle kömür araştırmalarının merkezini de havuz ya da tekne şeklindeki karakteristik jeolojik yapıların incelenmesi oluşturmaktadır. Bu oldukça temel yapılar saha üzerinde uçarak yapılan manyetik ve gravite ölçüleriyle tayin edilebilir. Havuz şeklinde görülen böyle bir yapı saptandıktan sonra, bunun kömür öncesi mi yoksa kömür sonrası bir yaşa sahip olduğu yargılaması yapılmalıdır. Kömür içeren bir oluşumun varlığının ihtimal dahilinde olduğu kararına varıldıktan sonraki adım, kömürün varlığını pozitif olarak ortaya koyacak, muhtemelen havuzun varsayılan merkezinden yapılacak olan sondajdır. Kömür tabakası ortaya çıkarıldıktan sonra sondaj ve sismik araştırma programları uygulanabilir. Sismik program yalnız, yatağı işletmek için teknoloji varsa uygulanmalıdır. Bununla birlikte, böyle bir yatağın varlığı, büyüklük ve yayılımı bilinmese de rezervlere erişmek ve işletmek için tekniklerin geliştirilmesini teşvik edecektir.

### 3. DEĞERLENDİRME

#### 3.1. Belirli Sorunlar

Denizaltı kömür yataklarının işletilmesini plânlamada karşılaşılan başlıca sorunlar şöyle guruplanabilir:

- (I) Mevcut bilgilerin azlığı,
- (II) Yatağın, giriş noktasına olan yakınlığı,
- (III) Ocağın su baskınına olan duyarlılığı

Daha önce görüldüğü gibi, var olan jeolojik bilgiler içerik bakımından sınırlı olacaktır, denizaltı yataklarındaki bilgi eksikliği jeolojik kara kökenli olanlardan daha fazla olacaktır. Ocağın çalışma ömrü boyunca daha stratejik hazırlık programının yürütülmesi olanaklıdır, bu faktör projeyi yapan mühendis tarafından mutlaka gözönüne alınmalıdır. Kazı çalışmalarının önünden gidecek şekilde, damar içi sondajları ya da damar içi sismik araştırma teknikleri kullanarak damar içi araştırma sondajları yapılmalıdır.

Geçmişte, denizaltı yatakları kara kökenli bir giriş noktasından değerlendirilmiştir fakat gelecekteki gelişme genelde, bir giriş noktasından denize doğru gittikçe artan uzaklıkta olabilir. Giriş noktasını yatağın coğrafi merkezinden tanzim etmenin genellikle olanaklı olmadığı açık bir gerçektir.

Denizaltı kömür yataklarını işleten İngiliz ocakları giriş noktasından 8 km'ye varan uzaklıklara erişmiştir. Bu gibi yatakları bugünkü yöntemlerle işletmedeki sınırın 12 km. dolayında olduğu tahmin edilmektedir. Bu uzaklıklar aşıldığında, yeterli çalışma ortamı sağlamada, işçilerin çalışma sahalarna taşınmalarında ve ocağın gerekli tahkimat servislerini devam ettirmedeki güçlükler süratle artmaktadır.

### 3.2. Havalandırma

Elverişli çalışma ortamının sağlanması yalnız yeterli miktarda hava temini ile bitmez. Hava; su buharı, toz, metan ve diğer gazlar gibi çeşitli kirleticileri içermemelidir. Aynı zamanda serin olmalıdır. Bu faktörler bütün ocaklarda, değişen oranlarda var iken denizaltı ocaklarındaki havalandırma devrelerinin en büyük bölümü bu faktörlerin etkilerinin gözönünde bulundurulmasını büyük ölçüde gerektirecektir.

Bir ocak geliştikçe hava akımına karşı olan direnç de gittikçe artarak ana pervane-nin sağladığı makul bir basıncın yeterli miktardaki havayı dolaştırmasının güçleştiği düzeye kadar erişir. Bu nedenle hava akımı, ya üzerindeki enerjiyi artırarak ya da havalandırma devresi içindeki stratejik noktalara booster pervaneleri yerleştirilerek sağlanır. Yüksek dirençli bir havalandırma devresi içindeki bu gibi aşırı miktardaki araçlar büyük ölçüde enerji tüketimine yol açar. Buna bağlı olarak devrenin direncinin azaltıcı seçim daha akılcı olup ilk olarak bu gözönüne alınmalıdır. Buna normal olarak pürüzsüz bir şekilde kaplanmış yollar ve kuyular gibi sürfasa yapılmış çok stratejik havayolu bağlantıları ile erişilebilir.

Karadaki bir ocak durumunda böyle bir kuyunun yeri, ocağın gelecekteki gelişimi ile yerüstü tesislerinin uyumluluğu esasına göre seçilir. Ek bir kuyu kazmanın masrafı, çalışabilir rezervlerin değerine karşı dengeli olmalıdır.

Bir denizaltı yatağı durumunda stratejik bir konumdaki havalandırma kuyusu hususu, daha büyük ekonomik ve teknik problemler arzedecektir. Kuyu kazısının yapılabileceği insan yapısı bir adamın teşekkülü ya da bir deniz platformu, herbirinin oldukça pahalıya malolacağı birçok faktörlere bağlı olacaktır. Böyle bir projenin teknik açıdan geçerliliği varsayıldığında, çok pahalı jeoteknik araştırmaların sınırlı içeriklerine bağlı olmak yeni yataklarla ilgili olarak oluşan jeolojik tereddüt, ileri sürülen kuyuyu kabul edilemeyecek seviyede bir ekonomik risk durumuna sokacaktır. Bu nedenle bir denizaltı ocağının hazırlık aşamasında, büyük kesitli bol miktarda havalandırma yolları sürmek gereklidir. Buradaki büyük kesitli kelimesinden amaç 40 m<sup>2</sup> civarı olmaktadır.

### 3.3. Taşıma

Herhangi bir ocak plânlamasında gözönünde bulundurulması gereken ana konu, işyerindeki kullanılabilir çalışma zamanıdır. Bu yalnız üretimin başlangıç yıllarında değil aynı zamanda ocak geliştikçe de geçerlidir. Üretim yeri ile kuyu arasındaki uzaklığın artması, işçilerin emniyetle ve süratle taşınması açısından gittikçe artan sorunlar doğurur.

Daha şimdiden bazı ocak taşıma sistemleri, saatte 35 km'yi aşan süratlerde çalışmakta ve çalışma ortamının gerektirdiği emniyet sınırlarına yaklaşmaktadır. Ocağın sahasını genişletmek için, taşıma sorunları, daha stratejik bir şekilde seçilmiş giriş noktaları ile hafifletilebilir. Bir denizaltı yatağı durumunda insan ya da malzeme nakli yapılacak şekilde donatılmış bir kuyu, yalnız havalandırma amacıyla kullanılacak bir kuyudan çok daha fazla teknik ve mali sorun arzedecektir. Bundan başka işçileri kuyu başına taşımak da ayrı bir sorun olacaktır.

### 3.4. Diğer Servisler

Şurası anlaşılmalıdır ki, denizaltı yataklarının işletilmesinde çok uzun uzaklıklar söz konusu ise bu tüm ocak servislerini de etkileyecek ve bu servislerin kuruluşu, bakımı ve çalıştırılmasını sağlamadaki teknik sınırlamalardan ziyade daha yüksek maliyetler açısından pahalı yapacaktır.

Teknik açıdan, kömür üretimi üzerinde olumsuz bir etki yaratmadan malzeme ve minerallerin taşınması işinde bir uzaklık sınırı yoktur. Bu, ayrıntılı bir plânlama, programlama ve zamanlamanın bir fonksiyonudur.

Aynı şekilde, metan drenaj tesisi kurmadaki en büyük sınırlayıcı etken ekonomik yöndür. Ancak, telemetre sistemleri hernekadar şu anda çözüm sağlıyorsa da, uzak mesafeler, ocağın uzaktan kontrolü konusunda teknik sorunlar yaratabilir.

Ocak sularının dışarı atılması için sağlanan tulumba tesislerinin masrafı çok katlı olarak artmaktadır. Uzak mesafelere ek olarak, bazı çalışma yerlerinin yoğun su baskınlarına karşı korumak için tulumba ve boru hatlarının yamsıra yeterli miktarlardaki suyu tutacak ihavuzlar yapmak denizaltı işyerlerinde akılcı bir uygulamadır.

### 3.5. Su Geliri Tehlikesi

Deniz tabanı altında yer alan kömür yataklarını işletmedeki üçüncü ana sorun, deniz suyunun ocak çalışma yerlerine girişinin önlenmesidir.

Suyun ocaklara istenmeyen girişi, birkaç asırdan beri kabul edilmiş bir sorundur. Günümüzde, İngiliz ocaklarında, kazılan her ton kömür için dışarıya 2.4 ton su pompalanmaktadır. İngiltere'deki ocaklar arasında en fazla pompalama yükü olan ocak, her ton kömür başına 13 ton su tekabül eden Kent yöresindeki Tilmanstone ocağıdır. Ancak bu, karadaki ocaklarla ilgili bir durumdur. Denizaltı yataklarını çalışırken ortaya çıkabilecek su sorunu daha büyük ölçüde ilgi gerektirmekte ve kömürü işletme yöntemi üzerine ağırlığını koymaktadır.

Buradaki en önemli özellik, işletme çalışmalarının yaratacağı tasmanın deniz tabanındaki tabakaların geçirgenliği üzerindeki etkisidir. İngiliz Kömür İşletmeleri (NCB) tarafından uygulanan kural, deniz tabanında oluşacak çekme gerilmesinin 0.01'i (10 mm/m) aşmasına meydan vermeyecek kalınlıktaki ve derinlikteki damarların çalışması olmaktadır. Bu hem ilk hem de birbiri ardına çalışan damarları kapsamına alır. Tüm çalışmaların toplu etkileri de dikkate alınmaktadır.

Deniz tabanında yaratılan çekme gerilmesinin büyüklüğü yalnız kazılan damarın kalınlık ve hangi derinlikte olduğuna değil aynı zamanda işletme yöntemine de bağlıdır.

Çatlama dolayısı ile oluşan geçirgenliğe ek olarak karbonifer tabaka, kalker ve gre gibi deniz tabanında mostra verebilecek, doğa) olarak geçirgen olan oluşumlar ihtiva edebilir. Fay şeklinde ya da dyk ve siller gibi volkanik oluşumlar halinde geçmişteki jeolojik hareketlerin sonucu olarak meydana gelenler, özellikle işletme çalışmaları ile dengeleri bozulduğunda, ocak çalışma sahalarına deniz suyunun ani baskınına olanak sağlarlar.

Jeolojik verilerin, su gibi bu depoları ya da kanallarının muhtemelen var olduğunu işaret ettiği yerlerde, bunların kesin yerlerinin saptanması için her çabanın gösterilmesi gereklidir. Ocak çalışmaları planlanırken bunların varlığı hesaba katılmalı ve çalışma yerleri ile muhtemelen problem saha arasında yeterli bir emniyet payına müsaade edilmelidir.

Yukarıda sözü edilen koşullar ışığında, Özellikle deniz tabanı altında yeralan ocak çalışmalarını tehdit edecek su gelirleri problemlerinin iki guruba ayırabileceği ifade edilebilir.

Bunlardan ilki ani su baskınları ile ilgilidir ve su baskınları, volkanik bir oluşum gibi beklenmeyen bir kanal ya da fay düzleminde bir geçite rastlanması ya da deniz tabanına çok yakın çalışılarak kabul edilebilir sınırların dışına çıkılması sonucu oluşabilir. Çalışma yerlerinin su baskınına uğraması yalnız can kaybına neden olmayıp, rezervlerin steril durumda kalması, hatta ocağın sürekli kapanması ile sonuçlanabilir, örneğin, kuzey Galler'deki Mostya ocağında 1883 yılında deniz tabanına çok yakın çalışılmış ve ocak bir daha tekrar açılmasına olanak olmayacak şekilde yalnız birkaç saat içinde tamamen sular içinde kalmıştır. Tüm ülkelerdeki yasalar, çalışma yerleri ile deniz tabanı arasında kalan örtü tabakasının kalınlığını belirliyerek, buna uyulmasını sağlamalıdır. Tabakalaşmamış birikintilerin altında yer alan sağlam deniz tabanının güvenilir bir araştırması da gerekmektedir.

v

Yasaların gerektirdiğini yapma, çalışma yeri ile deniz tabanı arasındaki tabakanın kırılmayacağını garanti edemeyeceği muhakkaktır, örtü tabakasının kalınlığı için en son kararı verecek ve sorumluluğu yüklenecek kişi, jeolog ve jeofizikçinin önerilerini alan yine maden mühendisidir.

İkinci gurup tabaka içindeki suyla ilgilidir. Yeterli miktarda olduğunda, aynen karadaki ocaklarda rastlanan sorunları yaratır. Limit durumları ele alındığında tavan ve taban tabakalarında bozulmaya, kabul edilemeyecek çevre sorunlarına, aşırı pompalama giderlerine ve genel su baskınlarına neden olabilir. Denizaltı ocağı durumunda bu tabaka suyu, denizle bağlantısı olan bir yeraltı su deposu tarafından beslenebilir. Fakat pratikte, birçok denizaltı ocağı karadaki eşdeğerlerinden daha kurudur. Bunun için ortaya sürülen nedenlerden biri, deniz tabanının geçirgen olmayan ince taneli mil çamuru ile kaplanmış olmasıdır. Bunun gerçekten rolü olabilir, fakat daha gerçekçi bir neden, önleyici önlemlerle örtü tabakası geçirgenliğinin büyük ölçüde artmasının önlenmesidir. Bu gerçek, karadaki ocaklarda büyük ölçüde ihmal edilmektedir.

## 4. İŞLETME

### 4.1. Mevcut Yöntemler

Arama Çalışmaları kömür işletmeciliği için ümit verici olduğunda ve değerlendirme çalışmaları geçerli ve ihtimal dahilinde sonuçlar verdiğinde daha önce ifade edildiği gibi denizaltı çalışmalarına özgü sorunları gözönüne alarak, emniyetli, verimli ve kârlı bir işletme yöntemi seçilmelidir.

Uygun kalınlık ve eğimdeki kömür damarlarını işletmek için var olan başlıca yöntemler şunlardır:

- (i) Oda ve topuk-topuklar alınır ya da alınmaz,
- v (ü) Uzun ayak - ilerletilmeli ya da dönümlü.

Daha kalın ya da daha dik damarların genellikle belirli durumlarda uygulanan yöntemleri (tumba yöntemlerinin çeşitleri ya da hidrolik rample) gerektireceği gözönünde bulundurulmalıdır. Yöntem seçimi kolay değildir. Geçmişte, hernekadar daha cüretkar ikinci bir çalışma yapıyor idiyse de tavan tabakalarını sağlam tutmak için oda ve topuk sistemi hemen hemen tüm dünyada uygulanmaktaydı, özellikle kömürün tamamının alındığı uzun ayak çalışması ele alındığında, buna kıyasla oda topuk yöntemindeki üretim yüzdesinin çok düşük olacağı bilinmelidir.

#### 4.2. Kritik Dizayn Faktörleri

Burada, üzerinde durulacak en önemli kriter çalışmaların deniz tabanı üzerindeki etkileri olmaktadır. Meydana gelecek tasmanın miktarı değil, tabakanın kırılmasını etkileyen gerilmeler önemlidir. Ocak çalışmalarının neden olduğu çekme gerilmeleri kritik seviyenin altında tutulmalıdır. Bu seviye İngiltere'de, daha önce ifade edildiği gibi 10 mm/m olmakta ve dünyanın birçok ülkelerinde bu rakam kabul edilmektedir. Bir ocak çalışması üzerindeki bu gibi gerilmelerin boy utları, temel olarak bu çalışmanın etli boyu ve yüksekliğine bağlı olmaktadır. Ancak, çalışmaları, deniz tabanındaki gerilmeleri kontrol edecek şekilde birbirine yakın dizayn etmek mümkündür. Bu karadaki ocaklarda yapılmış gözlemlere dayanarak geçmiş tarihlerde geliştirilmiş bir yöntemdir.

Gözönünde bulundurulacak diğer ana faktörler: İlk olarak aktiflerle (doğrudan denizden" beslenebilir) ilgili olarak örtü tabakasının tipi, ikincisi yüzey gerilmelerinde önemli birikimlere neden olan jeolojik özellikler (örneğin fay düzlemleri) ve kil gibi geçirgen olmayan bir tabaka oluşturup yukarıdaki birikimleri kamufle edebilen plastik, geçirgen olmayan deniz dibi yataklarıdır,

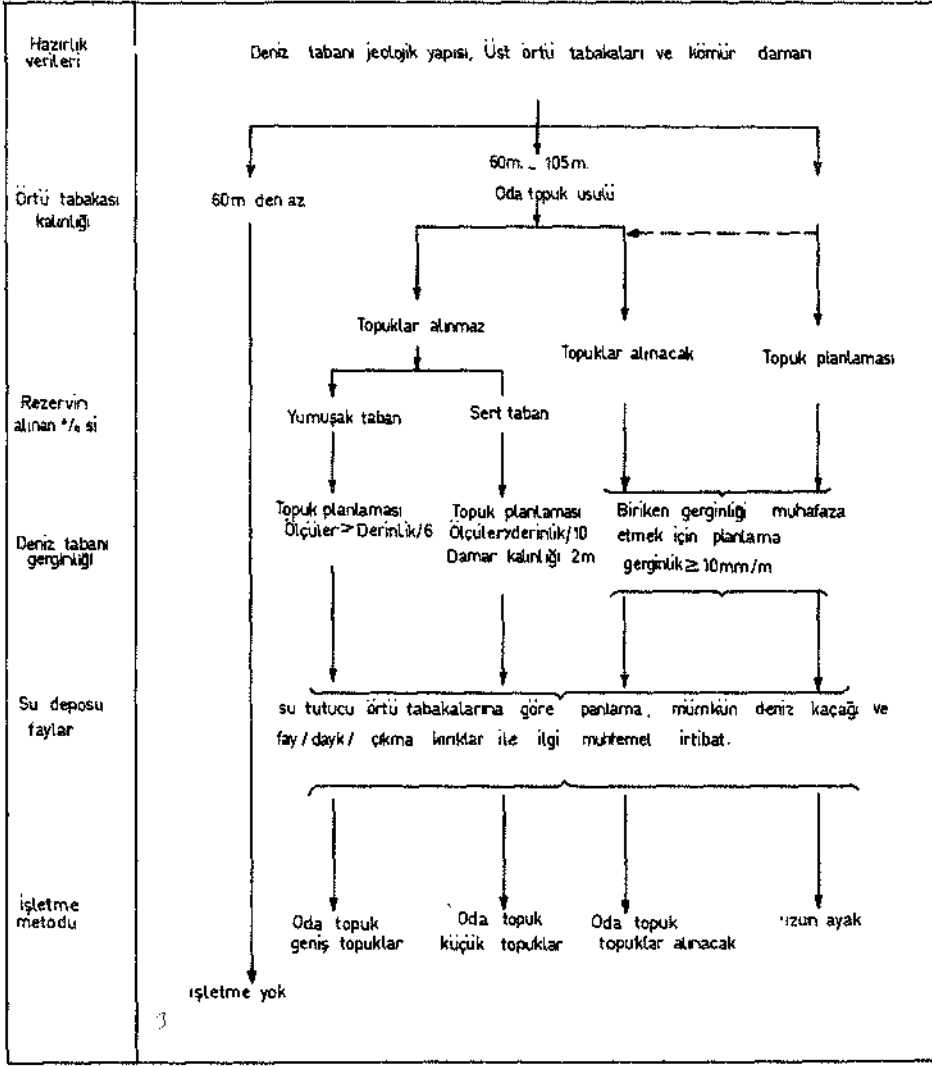
#### 4.3. Yöntemin Seçimi

İngiltere Kömür İşletmeleri, denizaltı çalışmaları ile ilgili işletme yöntemlerini belirten "Denizaltında Çalışma" adı altında NCB PI/1968/8 referansı ile yararlı bir doküman hazırlamıştır (Şekil. 1). Bu doküman, deniz tabanı altındaki 60 m.den daha az derinliklerde çalışmaya müsaade edilmediğini göstermektedir. 60 ile 105 m. arasındaki derinliklerde yalnız oda ve topuk çalışmasına müsaade edilirken 105 m. nin üzerinde uzun ayağa izin verilmektedir. Şuna dikkat edilmelidir ki 300 m.yi aşan derinliklerde normal olarak oda ve topuk sistemi zaten düşünülmemektedir, çünkü tabaka basıncı güçlükler arzietmekte, oda ve kavşakları korumak zor olmaktadır.

#### 4.4. Oda ve Topuk

Oda ve topuk sisteminin kullanıldığı yerlerde, daha sonraları topukların alınmasıyla ilgili karar, deniz tabanındaki gerilmelerin 10 mm/m'den daha düşük değerlerde muhafaza edilip edilemeyeceği durumuna bağlıdır. Topukların bırakıldığı yerlerde, oda





Not. Derinlik = Deniz tabanı ile damar arasındaki mesafe + Deniz derinliğinin yarısı

Şekil : 1 İngilterede denizaltı çalışma yönteminin seçimi

boyutları 6 m. ile sınırlanmakta ve topuk boyutları ise sert tabanları için 1/10 x derinlik'ten, ıslak olduğu zaman yumuşayan tabanlar için 1/6 x derinliğe doğru azalmakta ve temel olarak tabanın tipine ve damar kalınlığına bağlı olmaktadır.

#### 4.5. Uzun Ayak

Eğer uzun ayak yöntemi kullanılacaksa birkaç faktör gözönünde bulundurulmalıdır:

- (i) jeolojik düzensizlikler hakkındaki sınırlı bilgiler,
- (ii) Beklenmeyen büyük miktarlardaki su gelirlerinin riski ve etkisi,
- (iii) İster bilinen, ister beklenmeyen miktarlarda olsun, suyun olumsuz etkisi (örneğin, anormal derece çok miktarda su, çürütme etkisi, tabaka bozulması).
- (iv) Nizamname gereksinimi olan 10 mm/m'lik deniz taban gerilmelerinin aşılmaması.

Bu faktörlerin gözönüne alınması, uzun ayak yöntemi ve planlaması ile bağlantılı olabilecek aşağıdaki birkaç önemli özelliği ortaya koymaktadır:

Hazırlık lağımaları ile rezervlerin bloklara ayrılması, su basmalarını önlemek için çalışmaların önünde gidecek önleyici tedbir olarak damar içi sondajlarının kullanımı.

Olumsuz jeolojik özelliklerin çalışma başlamadan önce bilinmesi için panoların belirlenmesi.

Mümkün olan yerlerde meyil yukarı çalışarak suyun arından yaklaşmasının sağlanması.

Topuk sayısının minimum seviyeye indirmek ve böylece deniz tabanındaki gerilmeleri azaltıp daha düzenli bir hale getirmek için kömürün tamamının çalışılmasının sağlanması.

Bu özellikler ya taban yollarını iki sefer kullanan "bloklanmış tam dönümlü" sistemle ya da bir bloğun iç tarafındaki panoların önce çalışıldığı Z dönümlü sistemle bağlantılı olabilir. Bu özelliklerin tümü Şekil 2'de gösterilmektedir.

Kendi içlerinde faydalı kurallar oldukları halde, bu gibi geniş genellemelerin tehlikeleri bilinmekte ve derinlik, tabaka tipi ve belirlenmiş jeolojik özelliklerin varlığı gibi faktörler işletme yöntemi ve bunun planlanmasının kesin ayrıntılarını etkilemektedir.

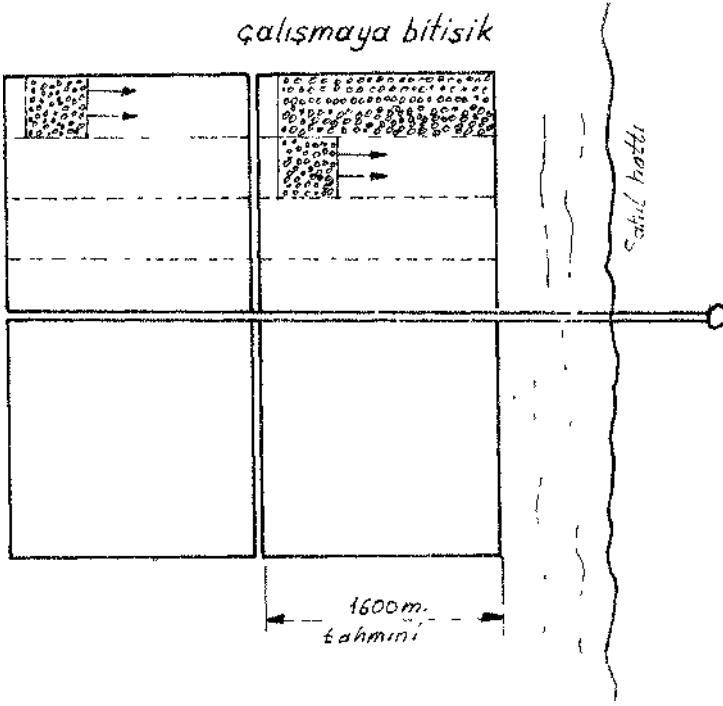
Örneğin.

- (a) Artan derinlik ve tabakanın zayıflığı, yolların süratle sürülmesi ve bakımın engelliyerek muhtemelen ilerletimli çalışmayı gerektirirler.
- (b) Kömürün cinsi muhtemel gaz gelirine, kendiliğinden yanmaya tesir ederek havalandırma gereksinimlerini ve çalışma yöntemlerini etkileyecektir.
- (c) Yüksek tabaka ısıları, yüksek nem ve makinalar tarafından üretilen ısıların tümü havalandırma gereksinimlerini etkileyecektir.

#### 4.6. Birden Fazla Damarlarda Çalışma

Birden fazla damarın çalışılması söz konusu olan yerlerde denizaltı uzun ayak yön-

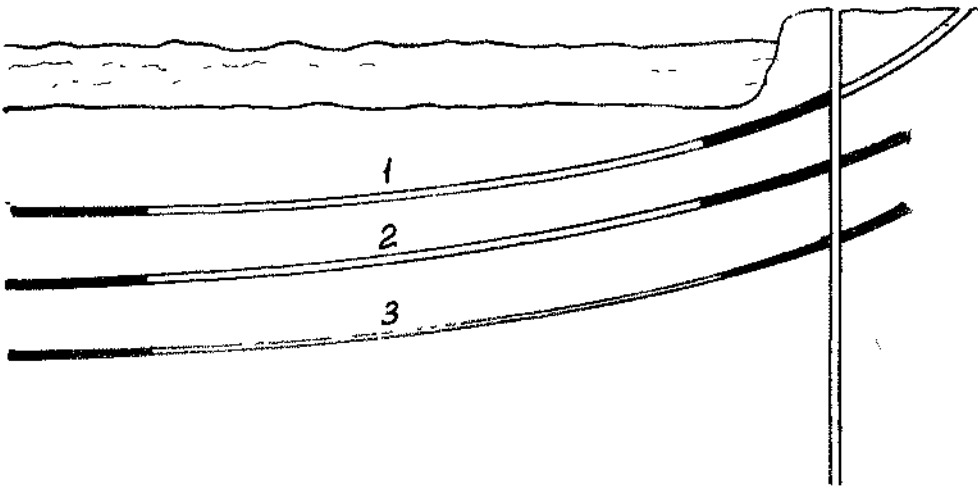
Geri dönüşü  
çalışmaya bitişik



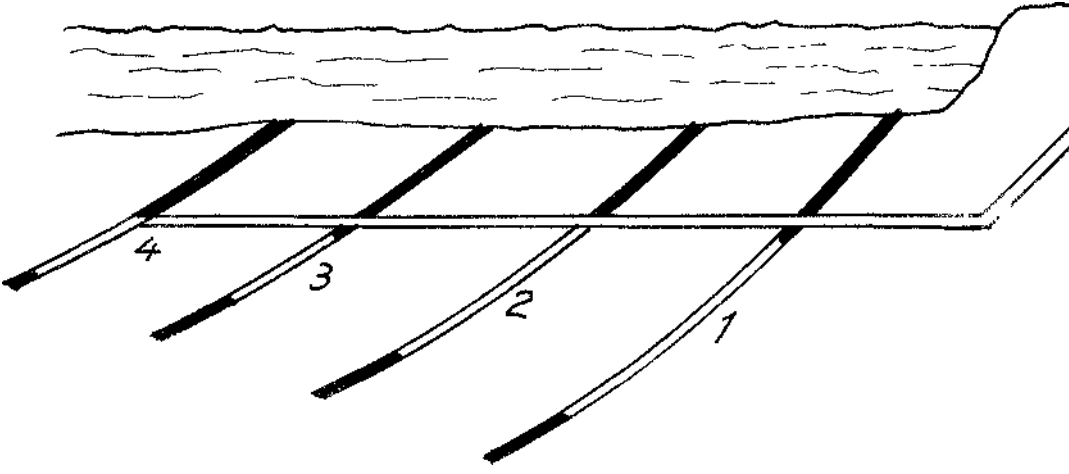
Şekil: 2- Denizaltı rezervinin bloklar halinde alınması

temi ve planlanması daha da etkilenecektir. Kara kökenli işletme yönteminde olduğu gibi, birbiri ardına sıralanan damarlar üzerindeki gerilme birikimlerini ve kırılma problemlerini önlemek için damarların yukarıdan aşağıya doğru çalışılmasının (Şekil 3) planlanması normal bir beklenti olacaktır. Destek amacıyla bırakılan topuklar birbiri üzerine gelebilir ya da gelmeyebilir, fakat bunların birbirine göre büyüklük ve konumları, oluşan deniz tabanı gerilmeleri sınırlı olacak şekilde olmalıdır. Bununla birlikte bütün madencilik sahalarında olduğu gibi, herhangi bir bölgedeki hakim koşullar bu bölgeyi kendine özgü yapabilir. Örneğin, deniz tabanı gerilmelerinin birikimi önlemek için damarların aşağıdan yukarıya doğru (Şekil 4) çalışılmasını gerektiren koşullar olabilir. Ancak, bu durumda bile dizaynı, yüksek gerilim birikimlerinin, hem deniz tabanı hem de birbiri ardına gelen damarlarda oluşmasını önleyecek şekilde yapılabilir.

Böylece, yeterli deniz tabanı profil bilgilerinin varlığı varsayıldığında, kömürün emniyetli ve verimli bir şekilde çıkarılmasını sağlayacak tam mekanize ve kârlı sistemleri içeren bir yöntemin seçimi yapılabilir. Havalandırma, taşıma ve güç temini bu gibi çalışmaların kıyıda uzaklığını sınırlamaktadır. Üretimin bu sınırlar ötesinde devamını sağlamak için daha fazla araştırma yapmak gerekmektedir.



Şekil : 3- Damarların yukarıdan aşağıya çalışılması



Şekil: 4- Damarların aşağıdan yukarı çalışılması

## 5. GELECEK İÇİN DÜŞÜNCELER

Uzaktaki kömür yataklarının işletilmesi yıllardan beri bilim adamları ve mühendisler için sorun olmuştur. Geleceğe bakıldığı, karadan 120 km. uzaktaki kömür yatakları gözönüne getirildiğinde Dr. Joseph Gibson (eski NCB bilim üyesi) ve Kömür Araştırma ve Tesisten Dr. John Whiteheard aşağıdaki birkaç yöntem sayesinde üretimin olanaklı olabileceğini öne sürmüşlerdir:

- (i) 1300 m. yi aşan derinliklerde personel için, gelişmiş hayat-kurtarıcı sistem ve hava soğutucular gerektirecek otomatik sistemler.
- (ii) Uzaktan kumandalı mekanik yöntemler - Londra Queen Mary Kolejinden Prof. Thringin savunduğu; hidrolik kömür nakil sistemleri ile dekteklenen kömür kazıcıları ya da diğer bir ifade ile uzaktan bir insanın vereceği talimatlara göre kazı yapan robotlar.
- (iii) Geleneksel insangücü ile yapılan kazılarda yüksek basınçlı su kullanarak yapılan hidrolik kazı (yalnız bol miktarda su var olduğu zaman caziptir) ya da dikey bir sondaj deliğinin dibinde dönen suyla - kazı tekniği.
- (iv) Kısmi rafine edilmiş ürün elde etme avantajına sahip olan, yerinde kimyasal dönüşüm tekniği. Bu gibi kimyasal dönüşümler şu yollarla elde edilebilir.

- a) Yerinde gaz haline getirme,
- b) Tamamen gaz haline getirmenin amaçlanmadığı, eritme,
- c) Tam yanma,
- d) Halihazırda laboratuvarında kazılmış kömür üzerinde gerçekleştirilen, damar içindeki kömürü kimyasal çözümler ile eritmek.
- e) Kimyasal kırma - amonyak ve sıvı metanoi kullanarak kömürün küçük parçalara kırılmasını sağlamak.
- f) Mikro organizmaların kullanılması. Bu organizmalar organik madde olarak kömürle meslenmekte olup oksijen potasyum ve kalsiyum gibi ek besleyiciler de verilmelidir. Bu gibi organizmaların çoğunun yerin derinliklerinde var olan yüksek ısı ve basınçta bulunabileceği düşünülmüştür.

A. Chuter ayakta çalışan işçilerin 50 yıl içinde, bugün atla çekilen vagonun ortadan kaybolması gibi ortadan kalkacağını öne sürmektedir. Bunlar muhtemelen 50 - 100 yıl ilerisi içindir.

## 6. BUGÜNKÜ GEREKSİNİMLER

Bu hayallerden bazılarının gerçek olması için beklemekle kalmamalıyız. Bugünün gerçek sorunlarını incelenip, bugünkü ya da çok yakınımızdaki teknikler ile ne yapabileceğimizi saptamalıyız. Daha önce ifade edildiği gibi bugünün denizaltı işletme sorunları, topografya ve yerüstü yapılarının gözönüne alınmasının lâzım gittiği kara kökenli yeraltı madencilikinden çok farklı değildir. Gerçekte, yerleşim sahalarının altında çalışıldığı zaman, yapılan ağır hasardan korumak için denizaltı çalışmalarında müsaade edildiği gibi, binaların altındaki yerüstü gerilimlerin azaltmak gerekli olmaktadır.

Giriş ve uzaklık sorunları her zaman var olup, eğer uzak yataklar başarı ile işletilmek isteniyorsa, bunlar ivedi sorunlar olarak addedilmelidir. Uzaklık ve zamanla ilgili bazı rakamlar alındığında sorunlar ortaya çıkmaktadır. İngiltere'de bir çalışma günü yaklaşık 7.25 saattir ve bunun ortalama % 72.9'u çalışma zamanı olarak kullanılabilir. Bu nedenle bu esasa dayanarak yolculuk zamanını vardiyanın uzunluğuna göre ayarlamak olanaklıdır.

Gidiş--Geliş Yolculuk	Yolculuk + Yemek Paydosu	Makina Kullanım Zamanı	Vardiya Dakika	Zamanı Saat	
60	90	242	332	5.32	
90	110	296	406	6.46	
88	118	317	435	7.15	
100	130	350	480	8.00	
120	150	403	553	9.13	
140	170	457	627	10.27	
160	190	511	701	11.41	
180	210	565	775	12.55	
200	230	619	849	14.09	Ulusal Ortalama NCB

maninin hâlâ % 72.9'unun kullanımı olanaklı olabilecektir. 40 saatlik bir çalışma haftası ele alındığında bu, haftada 3 vardiyaya karşılık olacaktır. Bunu herhangi bir ekibin haftada 3 gün olsada kabul edeceği bir an bile düşünülemez. Bu aşın örnek, vardiya saatini artırıp haftalık vardiya sayısını azaltarak ek bir yolculuk zamanının kullanıma sunulabileceğini ve böylece işçilerin daha uzak işyerlerine yolculuk edebileceğini ortaya koymaktadır. Bu düşüncenin ne kadar ileri götürülebileceği duruma göre değişecektir, fakat bir ekibi günde 9 1/2 saatlik, işyerine gidiş ve gelişin herbiri için bir saat ayrılan, haftada 4 iş gününe razı etmek olanaklı olabilir.

Böylece, işçiler için iş günü düzenini tekrar düzenlemek mesafe için olan çözümlerden bir tanesi olmaktadır. Bu kolay bir iş değildir, örneğin işyerine gitmek için bir saat veriliyorsa bu işçiyi ne kadar uzağa götürebilir - eğer yürüyorsa yalnız 3 km. mesafeye, takat ortalama hızı saatte 50 km. • ise 5u km. öteye. Bu nedenle örnek verilen durum dikkatimizi ikinci çözüm üzerine yöneltmektedir. İkinci çözüm ise insan taşınmasının hızıdır. Eğer çalışma düzenindeki herhangi bir değişikliğe karşı büyük bir direniş olursa, İngiltere için, tek yön yolculuk zamanı 44 dakika içine sığdırılmalıdır. Aşağıda, değişik ortalama hızlarda 44 dakika içinde alınacak uzaklıklar verilmektedir.

Hız Km/saat	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
Mesafe Km	7	11	15	18	22	25	29	33	36	40	44	48

Bugünkü durumda, iyi yapılmış tünellerde gereği gibi hakimi yapılmış demiryolu üzerinde 65 km/saat hızla çalışan trenler vardır. Eğer bunun maksimum hız olduğu kabul edilirse ortalama 40 km/s hız yapan bir demiryolu sistemi dizayn etmek, mühendis yaratıcılığının ötesinde bir iş olmayacağı gibi bu sistemi kabul edecek bir ocak planlamak da maden mühendisi için olağan üstü bir iş olmayacaktır. Böylece teorik olarak ocağın iç tarafına doğru var olan yolculuk zamanı ile 29 km. gidilebilecektir.

Bu önemli husus, İngiltere'de Point of Ayr ocağındaki denizaltı çalışmalarına değirirken B. Hampshire ve P. Jackson tarafından bir bildiriye vurgulanmış ve şöyle denilmiştir. "İlımlı tahminlerin 24 milyon ton gösterdiği rezervlerin hazırlığına başlamanın ve zaman kısıtlı ise insanoğlunun bunu işletmesinin pek anlamı yoktur."

Denizaltı işletmeciliğinin sınırları ötesine uzayacak hazırlık çalışması kolay değildir - ortada birçok sorun vardır:

- (i) Dik mey illet, lineer motorlar, lâstik tekerlekler ya da diğer araçlarla aşılacaktır,
- (ii) Taşır dengesi, daima geniş raylar arası açıklığı ve demiryolu bakımı gerektirecektir,
- (iii) Yolun denge durumunun araştırılması gerekecektir.
- (iv) Yüksek hızdaki trafiğin havalandırma akımı üzerindeki etkisinin uyumlu olması sağlanacaktır.

Bu dört sorunun çözümlenmesi, kara madenciliği içinde büyük yararlar sağlayacaktır.

Bunların çözümleri, denizde büyük suni adalar inşa etmeyi ya da platformlar kurmayı ve muhtemelen ocağın işçilerini buralarda çalıştırmayı önleyecektir. Bununla birlikte suni ada ve platformların kendilerine göre rolleri vardır, çevresel sorunları çözmek açısından havalandırma kuyuları için temel teşkil ederler.

Günümüzde 2-3 m. çapında kuyular delmek olanaklıdır. Bunlar da var olan denizaltı çalışmalarının genişleyen kısımları için gerekli ek havalandırmayı sağlarlar. Alternatif olarak, tamamen havalandırma amacı ile, ocaktan deniz yüzeyinin üzerine kadar uzanan ve deniz tabanına tespit edilen uygun bir yapı tarafından desteklenen bir çeşit tahkimat dizayn etmek mühendis kabiliyetinin ötesinde birşey midir?.

Robotların geliştirilmesi ve kimyasal çözüm, uzak gelecekte de olsa ihtiyaç dahilindedir. Ancak, günümüzde bizler yaşamak zorundayız ve inanıyorum ki bize bunu sağlayacak teknikler bugünkü durumda vardır.

