



MADENCİLİKTE ÇEVRE YÖNETİMİ



Prof. Dr. Seyfi KULAKSIZ

AFYON 2012

DOĞAL TAŞ (MERMER) MADENCİLİK İŞLETME YÖNTEMLERİ

Prof. Dr. Seyfi KULAKSIZ

1. Doğal Taş (Mermer) Madencilik Yöntemlerinin Sınıflandırılması ve Doğal Taş İşletmeciliğinde (Mermercilikte) Jeomorfoloji

Herhangi bir sınıflama yapılırken temel alınan koşullar dikkate alınmalıdır. Dolayısıyla farklı koşullara göre değişik sınıflamalar ortaya konabilir. Doğal taş madencilik yöntemleri topografik durum, iklim, ekonomi, çevre, üretim tekniği koşullarına göre sınıflandırılırlar. Bu sınıflandırmaların dışında diğer kıstaslarına göre yapılan sınıflamalar da mevcuttur.

A) Çevre koşullarına göre doğal taş maden işletmeciliği:

- a- Açık ocak doğal taş madenciligi
- b- Yeraltı doğal taş madenciligi

olarak başlıca iki gruba ayrılır.

Açık ocak doğal taş madenciliginde tüm kazı ve blok doğal taş üretim faaliyetleri açık alan ve havada, doğal ortamda yapılır. Yeraltı doğal taş madenciliginde ise tüm madencilik üretim işlemleri yeraltında, kısmen doğal koşullar dışında gerçekleştirilir.

B) Blok çıkarmada kesme işleminin sürekliliğine göre;

- a- Kesikli doğal taş üretim yöntemleri
- b- Sürekli (kesintisiz) doğal taş üretim yöntemleri

Kesikli üretim yönteminde ana kayaçtan doğal taş blok kesiminde kesim işlemlerinde kesiklikler bulunur. Örneğin; üçlü kama yönteminde veya delme-patlatma ile blok üretiminde işlemler arasında zaman aralıkları bulunurken, sürekli kesimde kesme zaman aralıkları bulunmaz. Sürekli kesme yöntemine örnekler ise; elmas telli kesme, kollu kesicilerlekesme ve bantlı kesicilerle kesme yöntemleri verilebilir.

C) Doğal taş blok kesim/üretim teknolojilerine göre sınıflama ise;

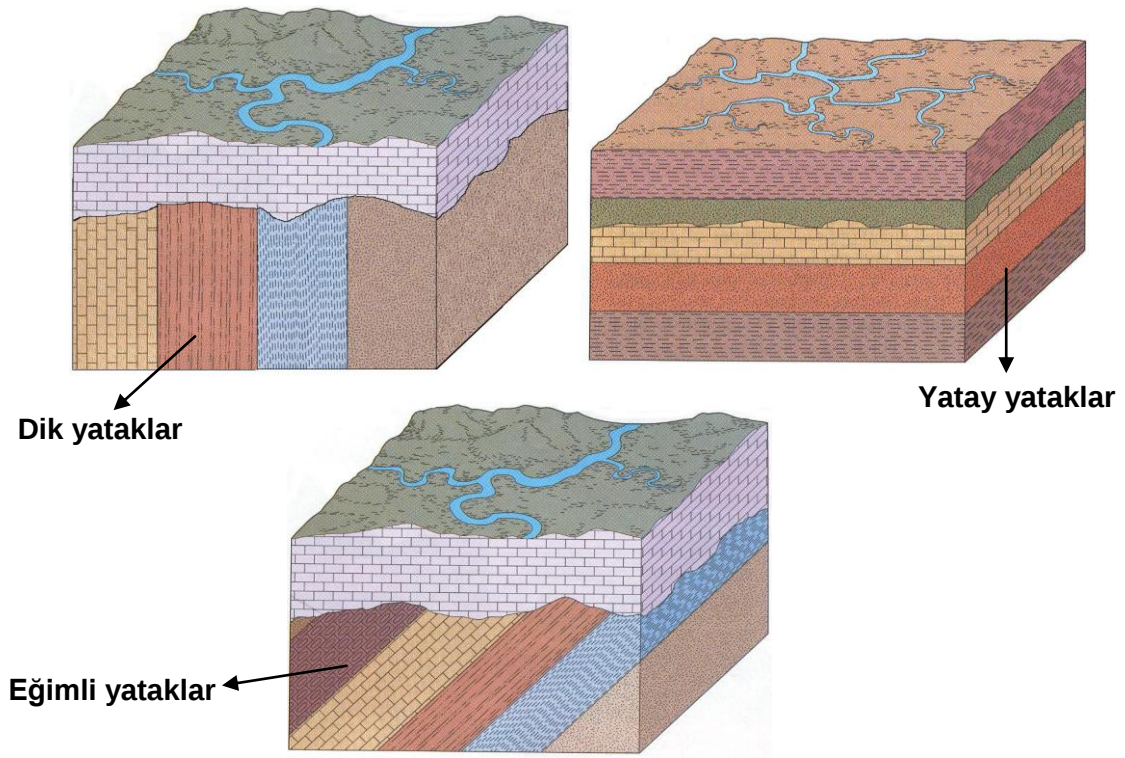
- 1- Çelik halatlı kesim makinasıyla kesim/üretim yöntemi
- 2- Elmas telli kesim makinasıyla kesim/üretim yöntemi
- 3- Dairesel testerele kesim makinasıyla kesim/üretim yöntemi
- 4- Alev jeti ekipmanı ile blok kesim/üretim yöntemi
- 5- Su jeti ekipmanı ile blok kesim/üretim yöntemi
- 6- Zincirli/bantlı kollu kesme makinalarıyla kesim/üretim yöntemi
- 7- Delik delme makinalarıyla (sondaj) kesim/üretim yöntemi
- 8- Diğer yöntemler ve/veya bu yöntemlerin birlikte kullanıldığı blok kesme yöntemleri

D) Jeomorfolojik (jeolojik ve topografik yapı) konuma göre;

- 1- Ova tipi doğal taş madenciliği
- 2- Yamaç/sırt tipi doğal taş madenciliği
- 3- Doruk/tepe tipi doğal taş madenciliği

Burada açık ocak doğal taş madenciliği sistemi içinde mermer yatağının geometrisi (en, boy, derinlik) masif, tabakalı ya da yapraklanmalı durumuna ve topografik koşullara bağlı olarak değişik açık ocak doğal taş üretim yöntemleri uygulanabilmektedir. **Açık ocak işletme yöntemleri ile doğal taş blok üretimi yapılacak doğal taş yatakları;**

- a- Dik yataklar,
- b- Yatay veya yataya yakın konumlu yataklar,
- c- Eğimli yataklar şeklinde masif, tabakalı (katmanlı) ve damar tipli olarak bulunurlar (Şekil 1).



Şekil 1.Sedimanter/metamorfik doğal taş yataklarının şematik blok diyagram ve kesit görünüşleri

Doğal taş (mermer) yatakları bulunduğu jeomorfolojide konumları nedeniyle,

- a- Ova,
- b- Doruk/tepe,
- c- Yamaç/sırt,
- d- Vadi yamaç/tabanlarında yer alırlar.

3. Açık Ocak Doğal Taş Madenciliği

Açık ocak doğal taş madenciliği de buna bağlı olarak, yukarıda belirlenen morfolojik yapılara göre adlandırılmaktadır. Açık ocak işletme yöntemlerinde basamak teşkiline göre de sınıflamaları aşağıda verilmektedir.

a- Ova tipi doğal taş ocakları işletmeciliği

1. Tek kademeli

2. Çok kademeli
3. Kazan tipi ocaklar

b- Doruk tipi doğal taş ocak işletmeciliği

1. Tek kademeli
2. Çok kademeli

c- Yamaç tipi doğal taş ocak işletmeciliği

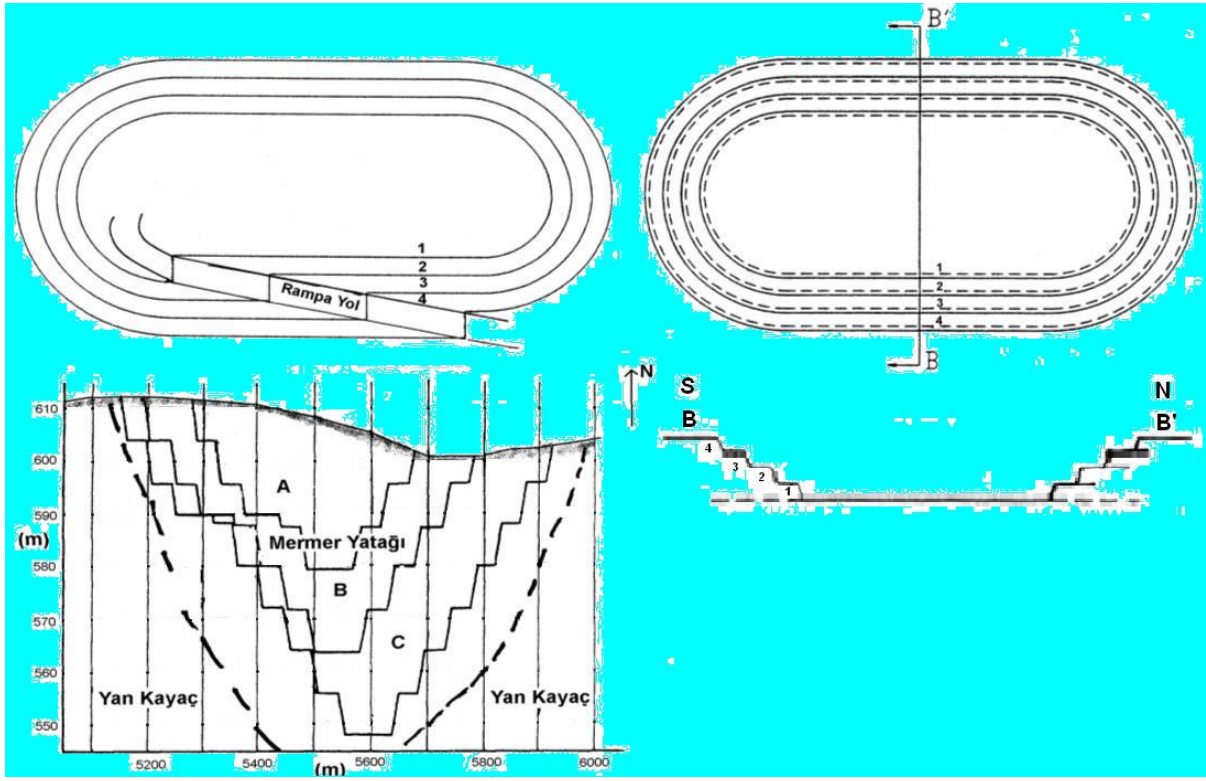
1. Tek kademeli
2. Çok kademeli

Burada yer alan yöntemlerin birbirlerine geçişleri olabilir. Yamaç tipi bir açık doğal taş ocağı üretim sonucu, ova tipi bir doğal taş ocağına dönüşebilir (Şekil 2).

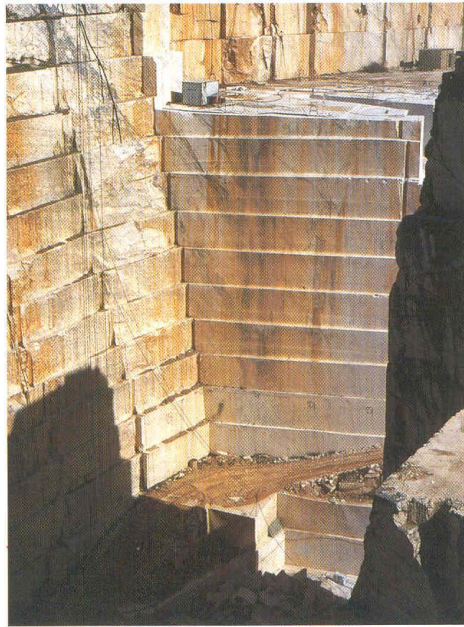


Şekil 2. Yamaç tipi bir doğal taş ocağının üretim sonucu ova tipine dönüşmesi

Açık ocak doğal taş işletmeciliğinin her türünde; tek veya çok kademeli mermer üretimi yapılabilmekte yada geometrik şekli itibariyle eliptik açık-rampasız veya sadece açık kademeli şeklinde üretim gerçekleştirilebilmektedir (Şekil 3,4 ve 6 -a,b).



Şekil 3. Ova tipi çok basamaklı doğal taş açık ocak işletmesi harita ve kesit görünüşleri

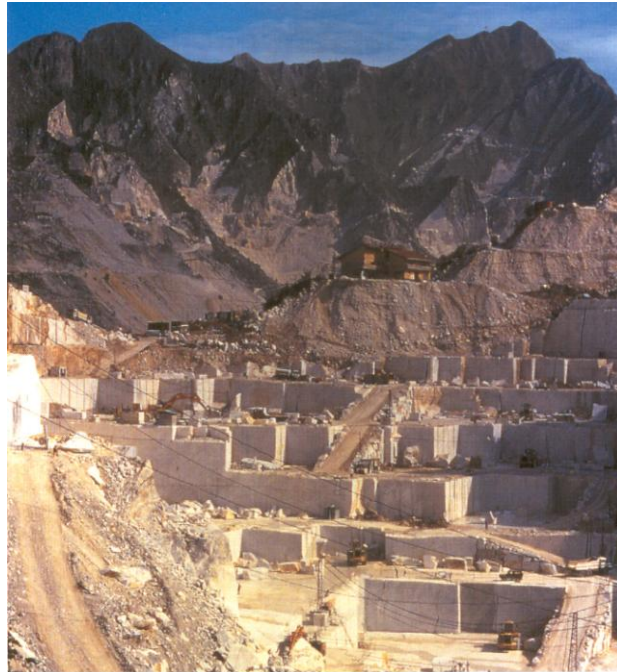


Şekil 4. Kazan tipli açık ocak doğal taş işletmesi

Eğer doğal taş yatağı dorukta (tepe) yer alıyorsa üretim teknolojisine bağlı olarak tek-çift kademeli, eliptik kapalı, eliptik açık şeklinde yapılabilir (Şekil 5, 6-a,b). Dorukta bulunan doğal taş yatağı, doruğun masa (tabular), yayvan, dik yapısına göre de uygulanacak üretim yöntemleri değişik olacaktır.



Şekil 5. Tek kademeli açık doğal taş ocağı (Toprak Mermer, Diyarbakır)



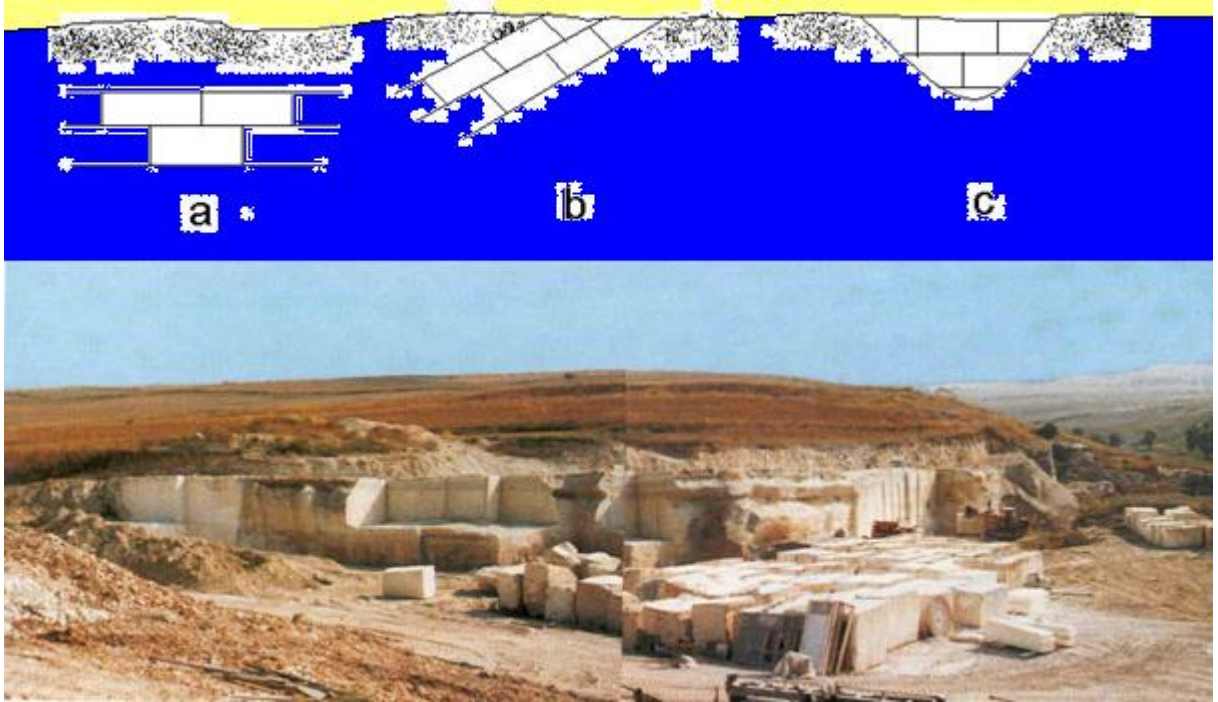
Şekil 6-a. Çok kademeli bir açık doğal taş ocağı



Şekil 6-b. Çok kademeli açık doğal taş ocağı (Sicilya, İtalya)

3.1. Ova Tipi Açık Ocak Doğal Taş İşletme Yöntemleri

Bu özellikteki doğal taş yatakları genellikle topografik seviyenin altında yer alır ve doğal taş işletmecilik faaliyetleri de bu seviyenin altında yürütülür (Şekil 7. ve 8).



Şekil 7. Ova tipi doğal taş yataklarına şematik (a,b,c) ve fotografik örnekler



Şekil 8. Ova tipi açık-rampasız doğal taş yatağı (Emmioğlu Mermer)

Bu tip doğal taş işletmelerinde gerek yağışlardan kaynaklanan sular, gerekse de yeraltı suyu maliyeti artırıcı faktör olarak ortaya çıkar. Diğer yönden kesilerek çıkarılan doğal taş blokları ya doğrudan vinçler yada yapılacak rampa düzeneğiyle yapılan yollar ile yapılacaktır.

Doğal taş yatağının dalımlı veya yataya yakın olması durumunda doğal taş ocağında iki şekilde işletme yapılacaktır:

- a- **Çukur şekilli (Kazan tipli) rampasız doğal taş açık ocak işletmesi:** Bu tip ocaklar rampasız ulaşım yolu bulunmayan dik veya yan dik basamaklarla çevrili ocak geometrisine sahiptirler. Burada gerek çıkan pasalar, gerek doğal taş blokları ancak vinç sistemi ile taşınabilir. Diğer yönden, ocak içi suların (drenaj) çıkarılması pompalar ile yapılabilir. Çalışanların ocak içine inışı ve çıkışı merdivenler ile yapılmaktadır. Derinliklerin artması bu sistemi zamanla kullanılmaz duruma getirebilir (Şekil 4).

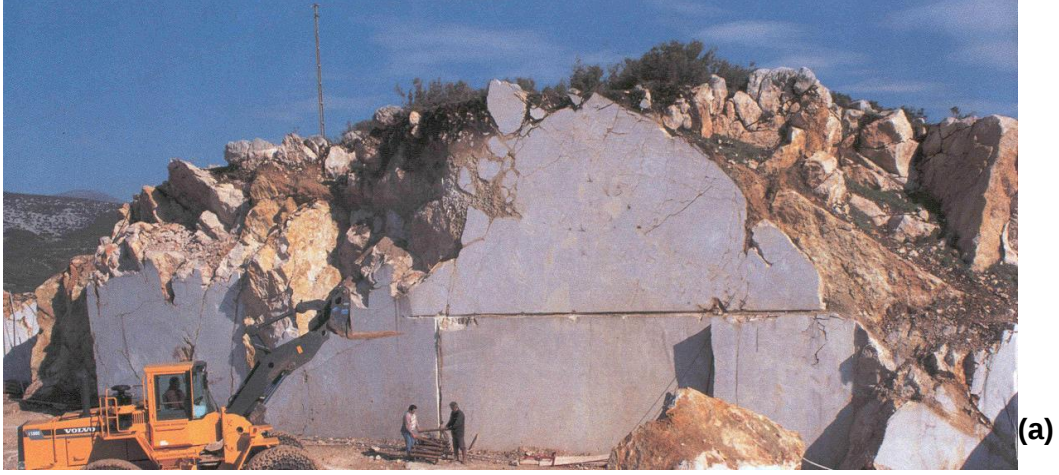
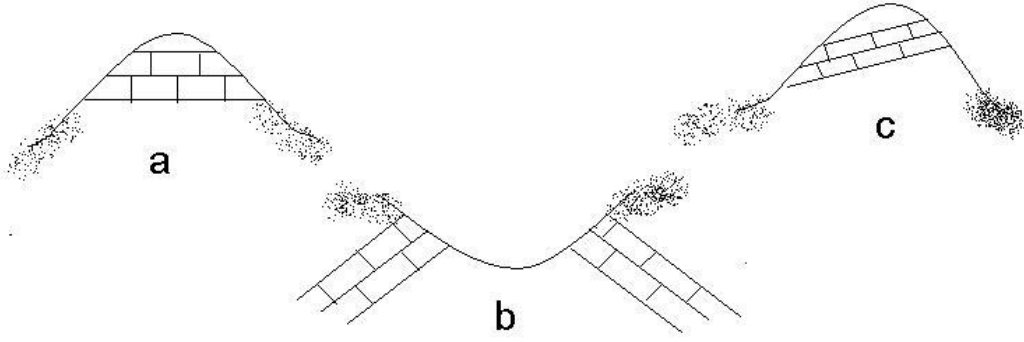
- b- **Çukur şekilli (Kazan tipli) rampa yol sistemli doğal taş açık ocak işletmesi:** Bu tip doğal taş üretim metodunda ulaşım, basamaklar arasında ve yüzeyle oluşturulan rampalı yollar ile sağlanmaktadır (Şekil 9). Ulaşımda ve nakliyede kamyon ve loder gibi araçlarla yapılır.



Şekil 9. Çukur şekilli rampa yol sistemli açık ocak doğal taş işletmesi (Koçak Mermer)

3.2. Yamaç Tipi Doğal Taş Ocakları

Eğer doğal taş yatakları dağların, tepelerinyamaç kısımlarında, dağ sırtlarında veya vadi yamaçlarında yer alıyorsa üretim teknolojisine bağlı olarak uygulanacak doğal taş işletme metotlarına bu ad verilmektedir (Şekil 10).



Şekil 10. Tepe (a) ve yamaç (b) tipi doğal taş yataklarına örnekler (Finike)

Bu tip işletme metotlarında su problemi az olmakla beraber ulaşım yollarının açılması ve bu yolların uzun olması maliyeti artırıcı faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Diğer yandan doğal taş yatağının topografik yükseltisi doğal taş yatağının dalımı ve iklim koşulları problem yaratabilir (sıcaklık ve yükselti farklılıkları, kar yağışları v.b).

3.3. Tepe/Doruk Tipi Açık Ocak Doğal Taş İşletme Yöntemleri

Doğal taş yatağının dağın doruklarında (tepelerde) yer alması veya dağın yamaçlarında yer almasına göre üç farklı yöntem uygulanabilir.

- a- Doğal taş açık ocakları şeklinde (Şekil 11)
- b- Tepe (doruk) açık ocakları şeklinde (Şekil 12)
- c- Yamaç açık ocakları şeklinde (Şekil 13)



Şekil 11. Tepe tipi açık ocak doğal taş işletmesi (Muğla)



Şekil 12. Tepe (doruk) tipi açık ocak doğal taş işletmesi



Şekil 13. Yamaç tipi açık ocak doğal taş işletmesi (Muğla)

Doğal taş blok üretim yöntemlerinin diğer bir sınıflamaları ise daha çok blok kesim teknolojilerine bağlı yöntem ile teknolojilerin aynı adla anılması şeklindedir.

4. Açık Ocak Doğal Taş İşletme Tasarımında Etken Faktörler

Bir açık ocak doğal taş madenciliğinin yeraltı ocak işletmelerine göre birçok üstünlükleri vardır. Bu üstünlükler; işçi sağlığı ve iş emniyeti, seçimli üretim olanağı sunması, üretimde verimlilik ve kapasite kullanımı esnek bir işletme olanağı sağlamasıdır. Bunun yanında diğer avantajları ise;

1. Düşük yatırım maliyeti, mekanizasyon sınırlı olup karmaşık bir yapısı yoktur.
2. Çok küçük doğal taş yatakları için de uygun olup, sınırlı bir ölçekteki doğal taş yatakları içinde uygulanabilir.
3. Üretim metotları ve teknolojiler kolayca uygulanabilir fakat çalışanların ve blokların ocaktan kaldırılması nadiren sorun yaratabilir.
4. Açık doğal taş ocaklarında basamaklar genelde duraylılık problemi yaratmaz.
5. Seçimli üretim imkanı sağlamakla beraber bazen sorunlar yaratabilir.
6. Emniyet ve sağlık açısından daha avantajlıdır.

Açık ocak doğal taş işletmeciliğinin dezavantajları ise;

1. Derinlik sınırlıdır (90 – 300 metre).
2. Üretim verimi düşüktür.
3. Üretim maliyeti yüksektir.
4. Üretim yüzdesi düşüktür.
5. Uygulanan teknolojilerin durumuna göre kalifiye işçi gerekebilir.
6. Esnek olmayan bir üretim yapısı mevcuttur.
7. Yöntemin tabiatı dolayısıyla ileri bir mekanizasyon için uygun olmayabilir.
8. Patlatma olmadığından yüksek maliyetli ve komplike üretimdir.
9. Aşırı artık çıkabilir şeklinde özetlenebilir.

Diğer taraftan;

Doğal taş blok üretim yöntem ve teknolojileri aşağıda verilen Çizelge 1 de görüleceği üzere bazen üretim teknolojileri ile yöntemler aynı adı alabilmektedir.

	Yöntem	Teknoloji	Antik Dönem (Teknoloji)
Delik Delme ile Blok Ayırma	Delik Delme + Kama	Darbeli/dönmeli deliciler + kamalar	Delme İşlemi-Keski(Murç), Balyoz(Varyoz), Madırğa, Küskü(Manivela-leviye)
	Delik delme ile doğrudan kesim	Darbeli/dönmeli deliciler	
	Delik delme + patlayıcı madde	Darbeli/dönmeli deliciler	Delik delme veya Yuva açma, Ağaç kamalar (Sulama ile genişleme)
	Delik delme + mekanik ve hidrolik gerdimme düzeneği + genişleyen kimyasallar	Darbeli/dönmeli deliciler + hidrolik ve mekanik kırkolar, hava yastıkları, genişleyen kimyasallar (çimento)	Külünk, Taşçı kazması (Madenci kazması), Taşçı baltası, Balyoz-külünk
Testere-Tel Kesme ile Blok Ayırma	Tel kesme ile kesim	Çelik halatlı kesiciler + elmas telli kesiciler + delik delme makinaları	Sagalossos
	Dairesel testere ile kesim	Dairesel testereler	Hıttler
	Zincirli kollu kesici ile kesim	Zincirli kollu kesici makinası	
	Alev jeti ile kesim	Alev jeti ile düzenecek ekipmanları	
	Su jeti ile kesim	Su jeti ekipman ve makinaları	

Çizelge 1 Doğal taş Üretim Yöntemleri Ve Teknolojileri

Bu üretim yöntemlerinin resimsel bir gösterimi Şekil 14 de verilmektedir. Üretim yöntemleri ile birlikte kullanılan teknoloji kısmen burada özetlenmektedir.

5. Açık Ocak Doğal Taş İşletme Evreleri

Doğal taş Malzemesinin Kendine has özellikleri	Renk Doku Damar yapısı Çatlaklar Süreksizlik düzlemleri Fiziko Mekanik Özellikler
Ocakta blok üretiminde işletme İşlemleri	Etkileri -Blok taş üretim teknolojisi seçimi -Blok üretim teknolojisi yöntemleri seçimi -Ocak ve basamak tasarımı -Blok geometrisi -Sarf malzemesi tüketimi
Blok işletmeciliği ve Nakliyat	- Kesme verimliliği

	-İşletme verimliliği Ekipman seçimi ve tesis makine seçimi - Yüzey işleme yöntemi ve süreçleri - sarf malzemesi ve testereler, soketler, matkap uçları, kablolar, aperişifler, parlatma ve cilalama ekipmanları, matkaplar v.b.
Doğal Taş kullanımı	Zemin ve duvar uygulamaları Sabitleme sistemleri

Çizelge 2 Doğaltaş üretim evreleri ve etken parametreler

Özellikle mermer kullanım ve pazarlama için olmaz ise olmazlar :

Kimyasallara karşı dayanımı

Atmosferik koşullardan etkilenmemesi

Yangına karşı dayanım

Hava geçirgenliği

Akustik ses yalıtım özelliği

Isı yalıtımı

Isı değişimine karşı direnç

Saplama ve dübelleme yük taşıma kapasitesi

Kayma özelliği

Su geçirgenliği

Bakım ve onarım verimliliği

Anti statik özelliği

Process özellikleri

Sertlik

Dilinimleme

Delik delme

Kesme

Yüzey işleme parlatma ve cilalama

Sanatsal işleme verimliliği

Genel olarak alt yapısı tamamlanmış ve örtü kütlesi temizlenmiş doğal taş maden işletmeciliğinde ana kütleden blok kesim için takip edilecek evreler şunlardır;



Şekil 14 Modern teknolojiler ve doğaltaş blok üretimleri

A- Üretim Öncesi Hazırlık – Kanal Açma (Yarma-Oluk)

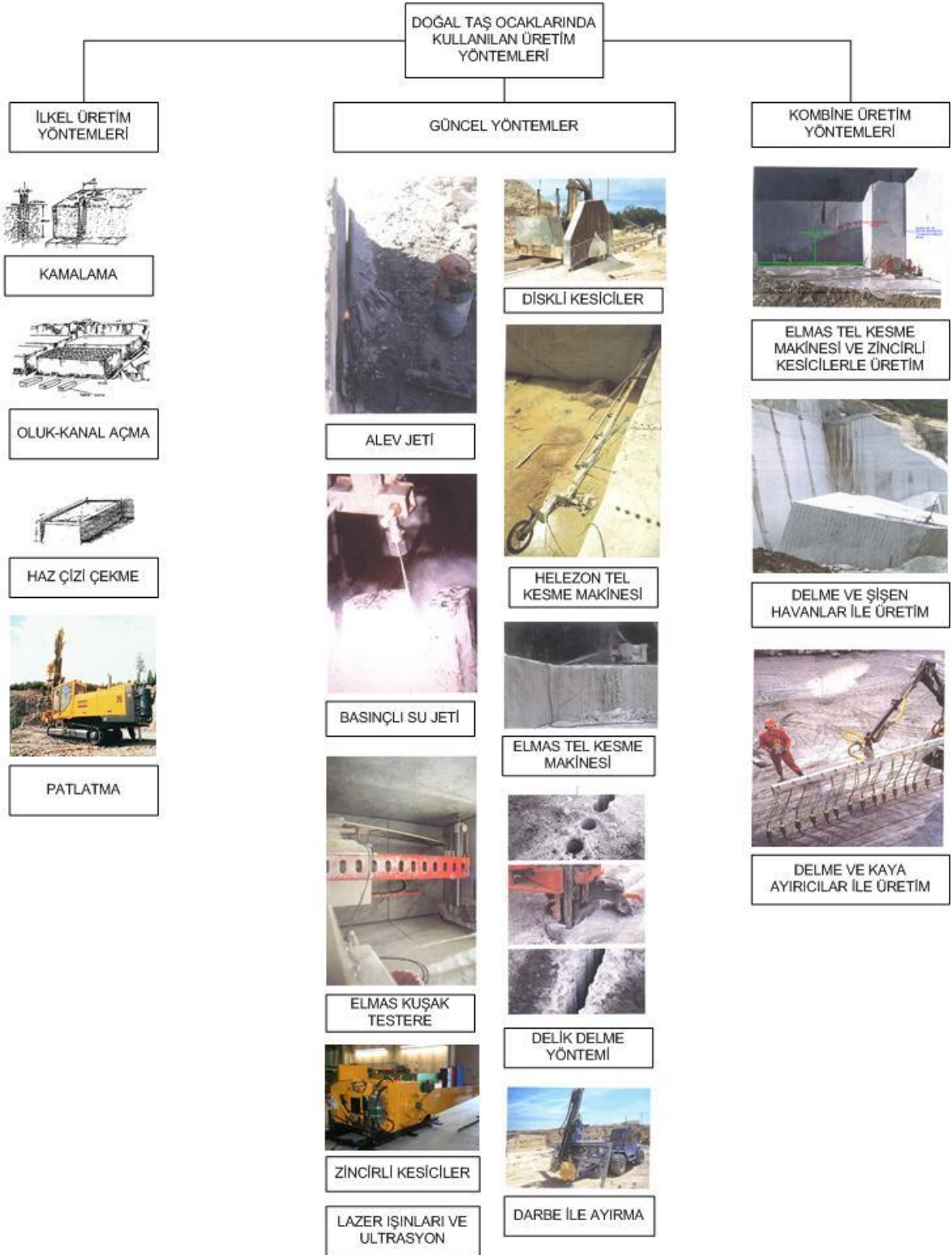
B- Doğal Taş Bloğun Ana Kütlede Ayrılması:Değişik kesme makinaları ve/veya delme yöntemi ile kesim, kama ve yapraklar ile çatlatıp ayırma, çok zayıf patlayıcılar, hidrolik krikolar ile yapılabilir. Duruma göre yardımcı makinalar da kullanılabilir.

C- Doğal Taş Bloklarının Devrilmesi/Ötelenmesi: Hidrolik krikolar, havalı yastıklar, ters kepçe, loder ve dozerlerle ötelenme

D- Blokların Kaldırma/Yükleme İşlemi: Değişik tipte vinçler (kule veya gezer vinçler) değişik güçte loderler veya çelik halatlı yükleyici taşıyıcı kamyonlar

E- Nakliye İşlemi: Ocaktan nakliye tren, kamyon ve duruma göre rulolu konveyörler ile yapılabilir.

Bunların şematik resimsel bir görünümü Şekil 15’de verilmiştir.



Şekil 15. Doğal taş ocaklarında kullanılan üretim yöntemleri (Hanecioğlu,???)

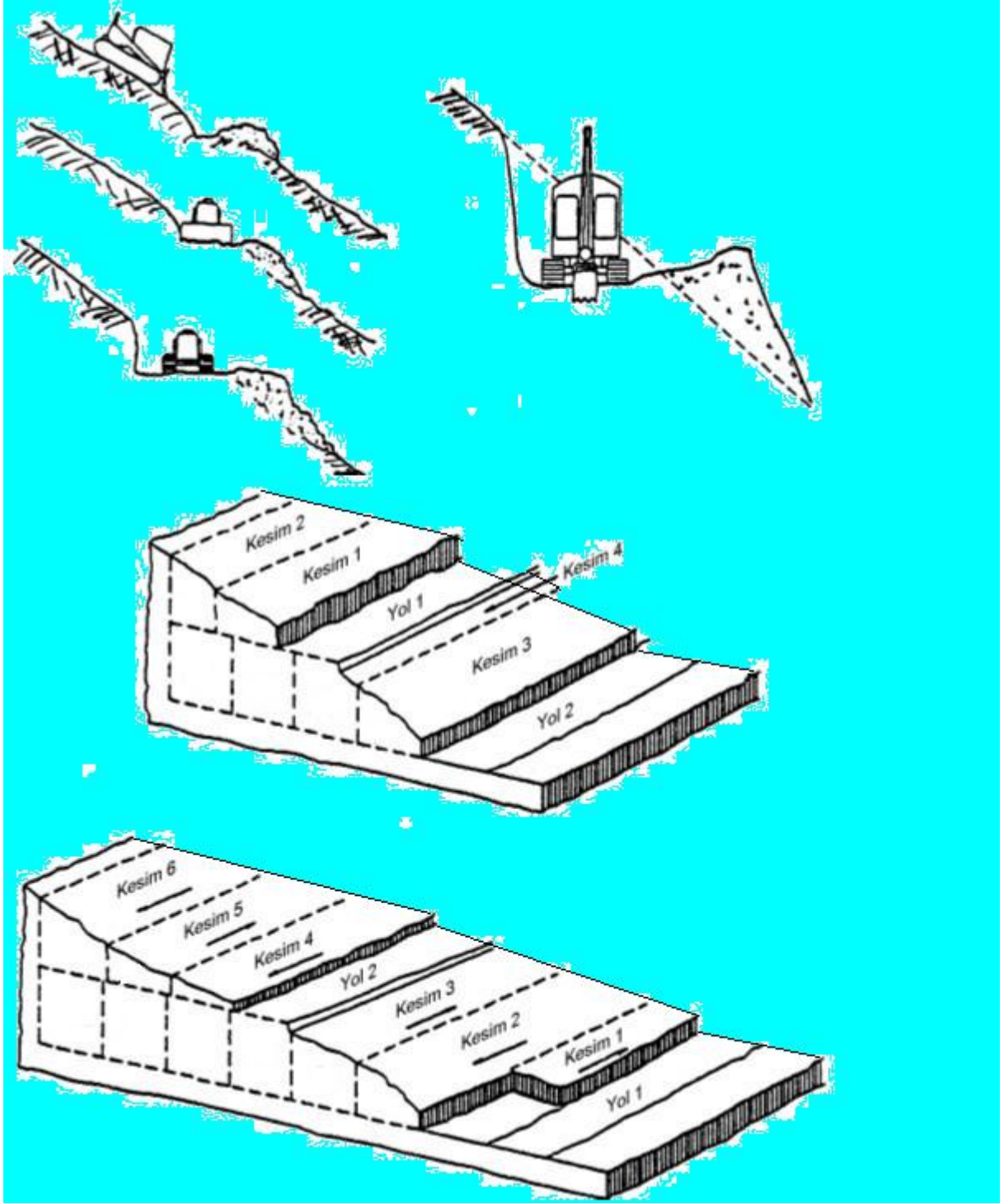
5.1. Açık Ocak Doğal Taş Kesim/Üretim Öncesi Planlama ve Hazırlık Aşaması

Her planlamada olduğu gibi doğal taş üretim planlamasında ana hedef ortaya konmalıdır. Bu hedefe ulaşabilmek için ana strateji belirlenmeli bunun için izlenecek yöntemler, politikalar ve uygulamalar sıkı takip edilmelidir. Değişen koşullara göre alternatifler devreye sokulmalıdır.

Üretim öncesi hazırlık evresinde ocakta kullanılacak iş makinalarının, üretilebilecek doğal taş miktarı ve doğal taşın mekanik özelliklerine göre uygun kesme makinalarının seçimi yapılmalıdır.

Doğal taş yatağının jeolojik yapısı, topografik koşullar ve tasarlanan teknolojik yöntemlere ve örtü kütlelerinin özelliklerine göre delme-patlatma ve/veya örtünün sıyrılması şeklinde kazı gerçekleştirilir (Şekil 16). Delme –patlatma ile örtünün gevşetilmesinde yada kazılmasında ana doğal taş yatağı zarar görmemelidir.

Planlamanın bu aşamasında ileriki yıllarda ocak gelişimi kademe kademe belirlenmeli ve doğal taş üretim olanakları yaratılmalıdır (Şekil 16). Üretim planlaması günlük, haftalık, aylık ve yıllık olarak kısa yada uzun dönem olarak belirlenmelidir.



Şekil 16. Doğal taş üretimi öncesi yamaçta kademelerin oluşturulması ve yol yapımı

Açık ocak doğal taş madenciliğinde birinci amaç ticari anlamda öngörülen hacim, boyut ve albenide doğal taş bloğunun kesilerek üretilmesidir. Bu üretim ise tasarlanan metotlara göre olmalıdır.

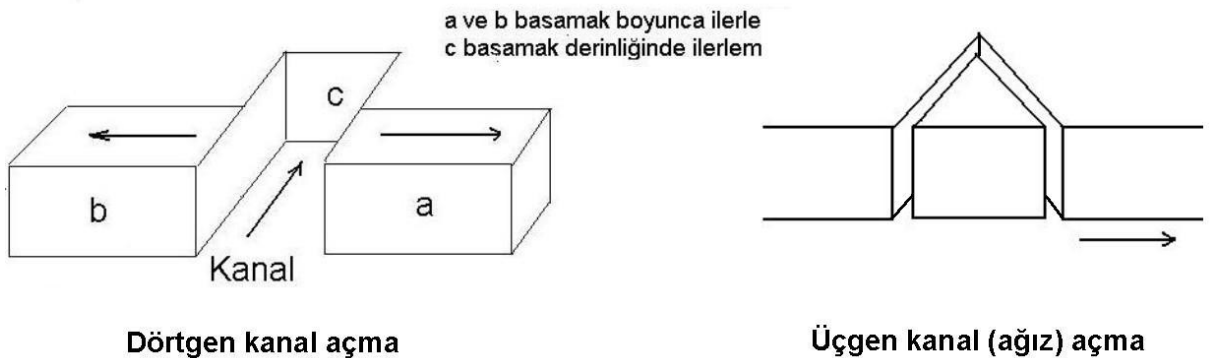
Bir doğal taş ocağının açılması ve blok üretiminin yapılması örtü kütlesinin olup, olmadığına doğal taş yatağının coğrafi konumuna, jeolojik yapısına üretim teknolojisine bağlı olarak

Üretim safları farklılık gösterir. Diğer taraftan ocak geometrisi de plan üretim metodu da değişik şekillerde gelişecektir. Bunlara rağmen örtü kütlesinin kaldırılmasından sonra ilk etap da kanal/cep açılması veya topografik koşullara göre üretim basamaklarının kazı/kesimler sonucunda meydana getirilmesidir. Doğal taş yatağının özelliklerine göre teşkil edilecek basamakla boyutları ile birlikte panoların teşkil edilmesi ilk safhayı oluşturur. İlk retim öncesi hazırlık safhasında teşkil edilecek basamakların en az  yüzeyini serbest hale getirmek gerekir (şekil 17).



şekil 17. Doğal taş ocağında ilk üretim öncesi hazırlık çalışmaları (gen kanal açma)
(Kırşehir- Kaman)

Eğer doğal taş yatağı ova tipinde ise bunun içinde, kanal/cep açma işlemleri ile kesilecek bloğun  yüzeyi serbest hale getirilir (şekil 18 ve 19).

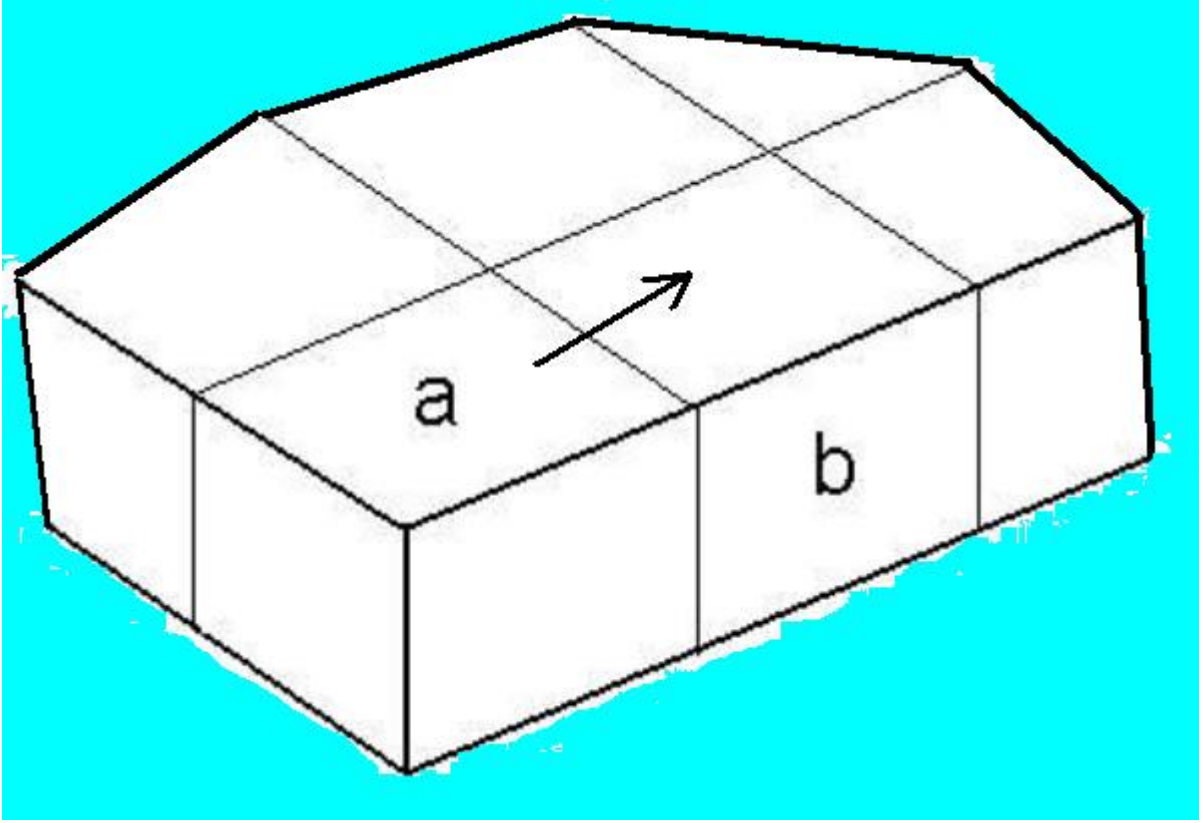


Şekil 18. İlk ocak blok kesiminde serbest yüzey elde edilmesi



Şekil 19. Üçgen ve dörtgen kanal (ağız) açma

Yamaç veya doruk tipi doğal taş yataklarında durum ova tipi doğal taş yatağına göre daha kolay olup, topografik durum nedeniyle düzensiz bir yapı da olsa en az iki boyutta serbest yüzey bulunabilir. Dolayısıyla ilk basamağın meydana getirilmesi daha kolaydır. İlk kesim dikey yönlerde yapılacak yatay kesimle birlikte dik üçgen piramit ağız açımını gerçekleştirecektir. Yamaç ve doruk topografyasına bağlı olarak ilerleme a veya b yönünde (Şekil 20) kesimlerle ilk basamak tabanı ve yüksekliği meydana getirilir.



Şekil 20. Tek yönlü tek basamaklı ilerleme

Burada üretim basamak yükseklikleri doğal taş yatağının kalınlığına bağlı olarak tek veya çok kademeli olarak yapılır. Ana kayaçtan bu kesimler sonucu üç yüzey serbest hale getirilen doğal taş yatağından belli boyutlar ve şekilde kesimler ile üretim basamaklarla ilk kademe teşkil edilir.

5.2. Topografik ve Jeolojik Koşullara Göre İlk Ocak Açılma Yerinin Seçimi

Doğal taş işletmeciliğinin temel hedefi istenilen boyutlar ile hacimde ve istenilen yönlü kesimler yapmaktır. Yamaç tipi bir doğal taş yatağında ilk kesim yeri ve yüzeyinin seçilmesinde:

1. Kesilecek bloklar belli bir hacim ve boyut ve istenilen albeniyi sağlamalı
2. Tek yönlü ve çok yönlü ilerleme ile kesim
3. Tek ve çok kademeli doğal taş ocak üretim metodu
4. Doğal taş blok üretim teknolojileri
5. Topografik koşullar
6. Jeolojik koşullar
7. Örtü durumu

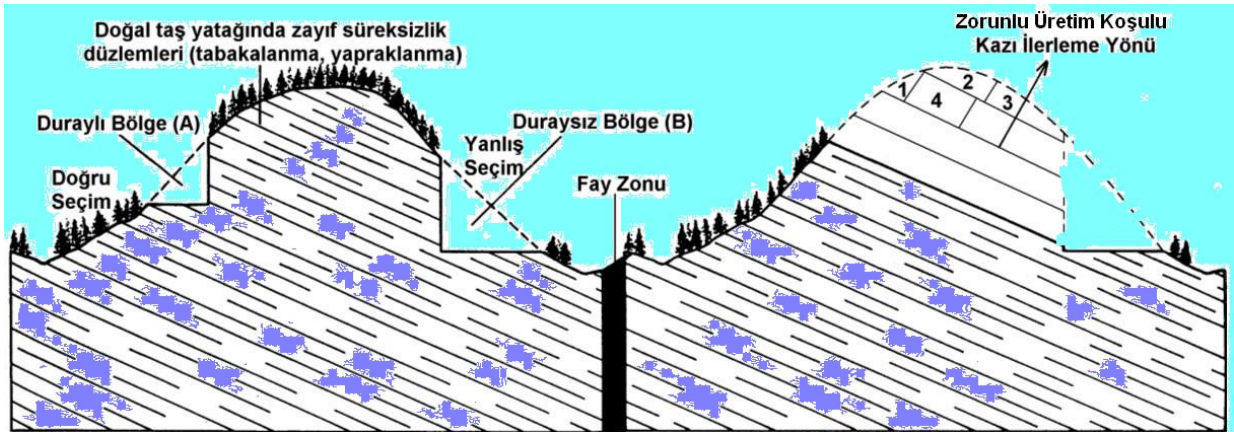
8. Ekonomi

vb. faktörleri değerlendirilerek yapılmalıdır.

Ocakta doğal taş blok üretimi için blok ana kayaç kesilerek/gevşetilerek koparılması, makina-teçhizatların ve aletlerin tek tek veya birlikte kullanılmasıyla yapılmaktadır.

Ocak üretim planlaması ve uygulamasında etken faktörlerden bazıları aşağıda verilmektedir.

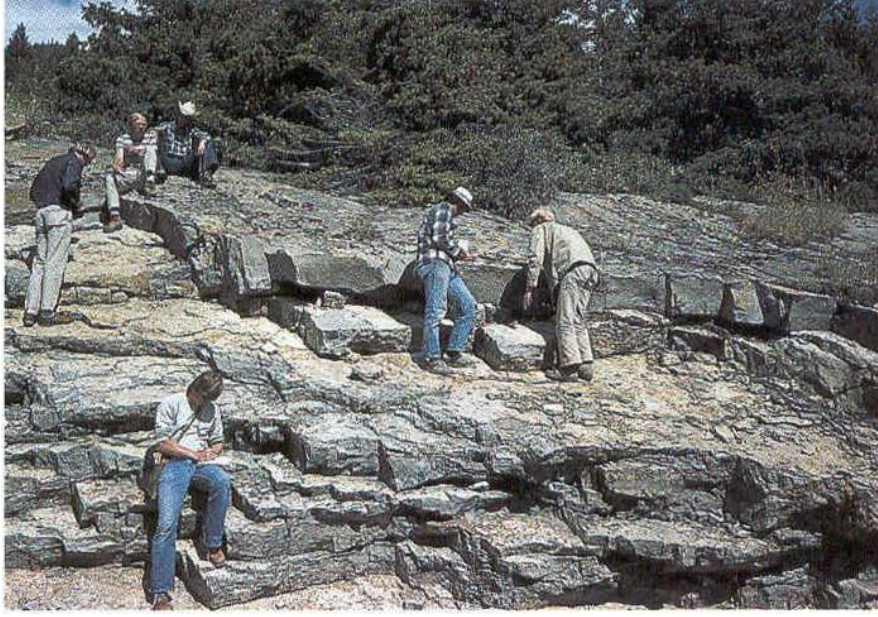
Yapısal Jeoloji Elemanları: Bu konusedimanter karbonatlı ve metamorfik doğal taş maden işletmeciliğinde, tabakalanma düzlemi (çökeltme) ve yapraklanma bugünkü topografik ortam konumları, basamak yükseklikleri, genişlikleri, açık ocak şev açıları bakımından önemlidir. Bunlara bir örnek Şekil 21’de verilmiştir. Tepe ve yamaçta açılan bir doğal taş yatağında tabakalanma ve yapraklanma konumu belirli ise, blok üretimlerine daima tabaka eğimine ters yönde yapılmalı veya doruktan başlayarak aynı tabaka düzleminin doğrultusu boyunca kesim/üretim gerçekleştirilmelidir. Böylece düzlemsel blok kaymalar önlenerek iş ve işyeri güvenliği (insan, makina vb.) sağlanacaktır.



Şekil 21. Bir tepe tipi süreksizlik düzlemlili doğal taş yatağında duraylı ve duraysız bölgeler, Doğru blok kesim alan seçimi ve ilerleme yönü (şematik kesit görünümü)

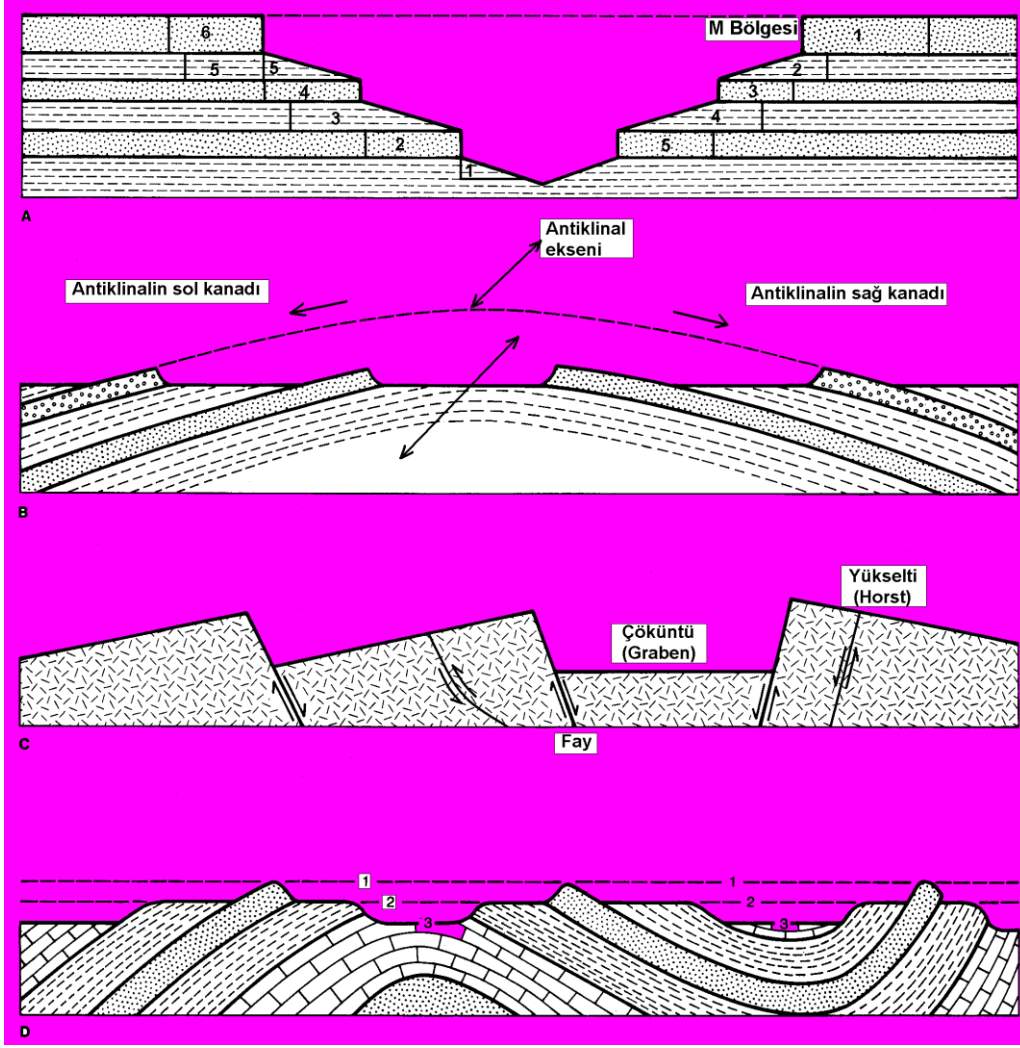
Şekil 21’de doğru ve yanlış kesim alanları seçimi ile zorunlu durumlarda kesimin A bölgesinden değil de (yol, blok verimi, doğal taşın albenisi vb.) B bölgesinden yapılması istenildiğinde kazı üretimine ya doruktan başlayarak tabana kademeli inilmesinin gerektiği veya doruktan başlayarak tabana veya tabaka doğrultusu boyunca basamaklar kurulmasının gerektiği gösterilmektedir. Bununla ilgili diğer bir şematik gösterim Şekil 22-a ve b’de verilmektedir.

G kayaç serisinin A bölgesinde üretim yapılması halinde her zaman kayaç serisi eğim derecesine bağlı olarak kayma riski vardır. B bölgesinde ise üstten kazı/blok üretimi yapılırken X alanındaki blok kayması hazır hale gelecektir. Çünkü sistemi destekleyen topuk alındığından eski kayma düzlemi harekete geçecektir. Buna benzer alanlarda, doğal taş blok üretimi kesimi daima en üstten başlanarak tabana inilmelidir. Tabandan başlamak, hele birimin eğim derecesinin 45° üstünde olması halinde kaymanın gelişmesi kaçınılmazdır. Eğimli bir senklinal kanadında doğal olarak oluşan kırılmalar ve kaymalar Şekil 24'de gösterilmiştir. Blok üretimi burada doğal süreksizlikleri takip etmelidir.



Şekil 24. Doğal eğimli bir yüzey kayacında kırılmalar ve kopmalar

Diğer yönden genelleştirilerek verilen dört ana jeolojik yapıda ocak açımı ve tasarımı şematik olarak Şekil 25'de verilmiştir.



Şekil 25. Değişik topografik kesit ve jeolojik yapılarda ideal ilk ocak ağı açma konumları

Buradaki Şekil 25-A'da yatay ve yataya yakın bir doğal taş yatağında ocak ağı açılmasında bir vadi durumu var ise vadi tabanından başlayarak tepeye doğru üretim basamak tasarımı yapılabileceği gibi yüzeyden tabana doğru da blok üretim basamakları teşkil edilebilir. Böyle bir durumda çatlak sistemlerinin eğim-doğrultuları ve kayaç dayanımları devrilme ve kama türü kaymalara açıktır. Bu tip blok kesimlerinde üsten başlayarak tabana inilmesi büyük avantajlara sahiptir (M Bölgesi sırası ile 1,2,3,4,5 basamak teşkili).

Şematik kesit 25-B'de ise aşınmış bir antiklinal yapısında, antiklinal eksenini boyunca veya eksenin merkezinde sağ veya sol kanada doğru mermer ocak açılması ideal yapıyı gösterir. Oklar ocak ağı açılımı ilerleme yönleri göstermektedir.

Horst-Graben yapısındaki faylanmış bölgelerde, antitetik ve sentitetik faylanma zonları devrilme, kayma türü tehlikelere açıktır. Mümkün ise doğal taş üretim ocakları horstlarda (yükselti) açılmalıdır.

Antiklinal ve senklinal yapısının bir arada olduğu yapılar da ise tercihen antiklinal kanatlarının tepe kısımlarından veya senklinal eksenini tepe kısmından üretim planlaması yapılması birçok yararlar sağlayacaktır.

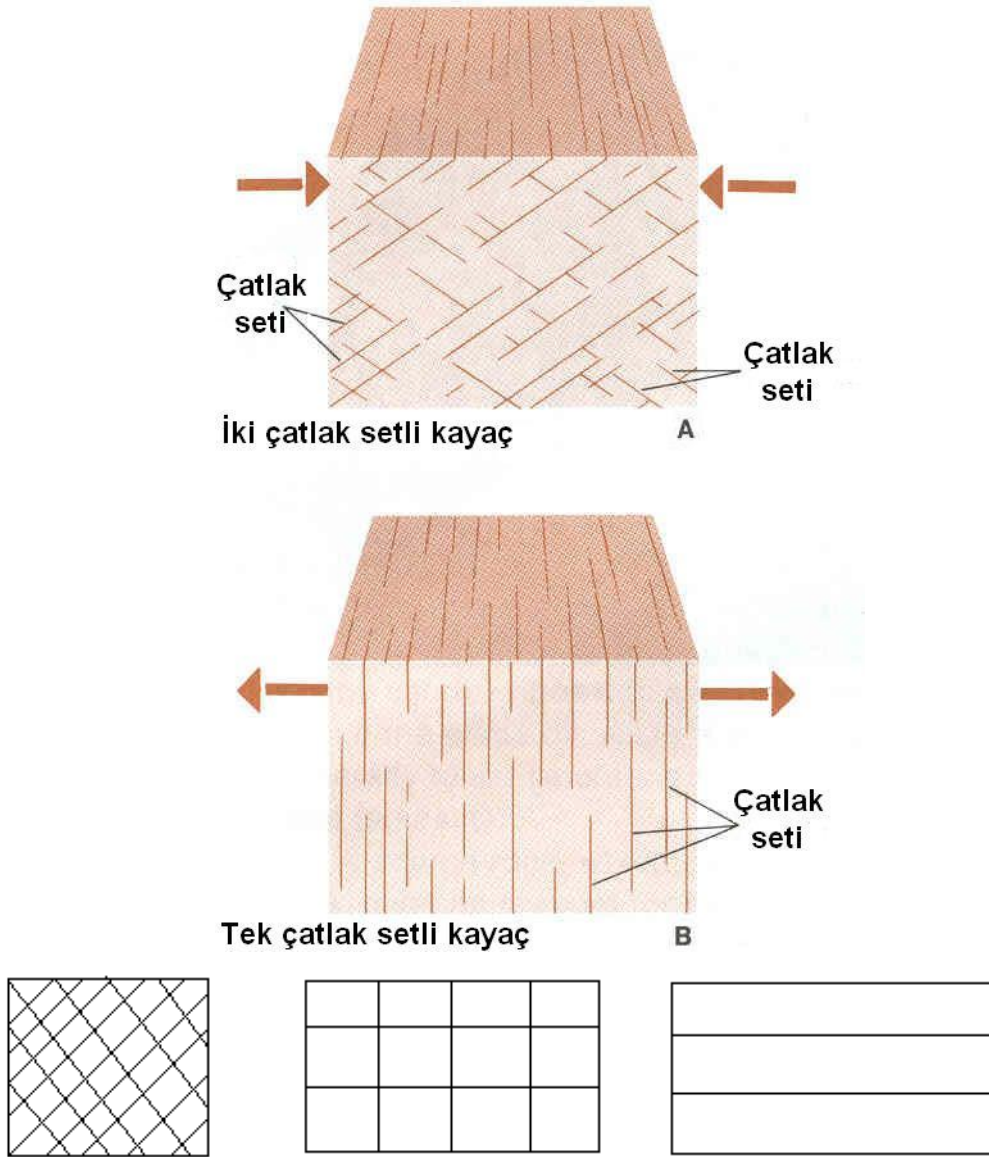
Devrik yapıllı kıvrımlarda ise devrik yapının üstünde yer alan kanadından başlayarak kazı planlanmalıdır.

Çatlaklar içeren yatay tabakalı yada masif kayaçlarda, blok üretiminde çatlakların doğrultuları boyunca doğal taş blok kesimi gerçekleştirilerek kesme verimi artırılabilir. Plaka/levha üretiminde ise buna dik yönde kesim gerçekleştirilmelidir. Yoksa plaka/levha kesiminde kavlak atmaları kıvrılmalar sonucu dalgalı yapıda yüzeyler gelişecektir. Aynı durum foliasyonlu (yapraklı yapı), akma dokulu veya sistematik dalgalı yazıt (stilolitik) yapıllı kayaçlar içinde geçerlidir (Şekil 26).



Şekil 26. Deformasyon geçirmiş dalgalı yazıtlı (stilolitik) sparitleşmiş mikritik kireçtaşı

Eğer doğal taş çatlak seti birden fazla ise çatlakların bağlayıcı bir sağlam malzeme ile dolgulu olması durumuna, kayaç dayanımına ve kayaç oluşturacak desenli yapı (albeni) durumuna göre blok üretimi gerçekleştirilmelidir (Şekil 27). Oluşacak desenler, Şekil 27’te şematik olarak gösterilen şekilde veya bunların karışımı şeklinde olacaktır.



Şekil 27. Tek ve iki çatlak setli kayacın şematik görünümü ve kesime göre oluşabilecek desenler

Foliasyonları (yapraklı yapıda) dik veya dik tabakalı doğal taş yataklarında topografik konumda göz önünde tutularak blok kesimleri tabaka doğrultusuna paralel yüzeyler tercih edilerek kesme verimliliği artırılabilir.

Üretim öncesi hazırlık evresinde diğer önemli bir husus da ocak genel şev açısıdır. Yatay ve/veya masif doğal taş yataklarında sığ derinliklerde bu bir sorun olmaz iken yatağın eğimli konumu üretim aşamasında ve ilerlemelerde basamak kayma ve devrilmelere neden olabilir. Bunun için jeolojik ve jeomekanik verilere göre açık ocak genel şev açısı belirlenmelidir.

Bununla ilgili geniş bilgiler kaya ve zemin mekaniği kitaplarında geniş olarak verilmektedir. Şev açıları her doğal taş açık ocak maden işletmesine göre değişiklik gösterdiği gibi aynı ocağın farklı yerlerinde ve yönlerinde de olabilir.

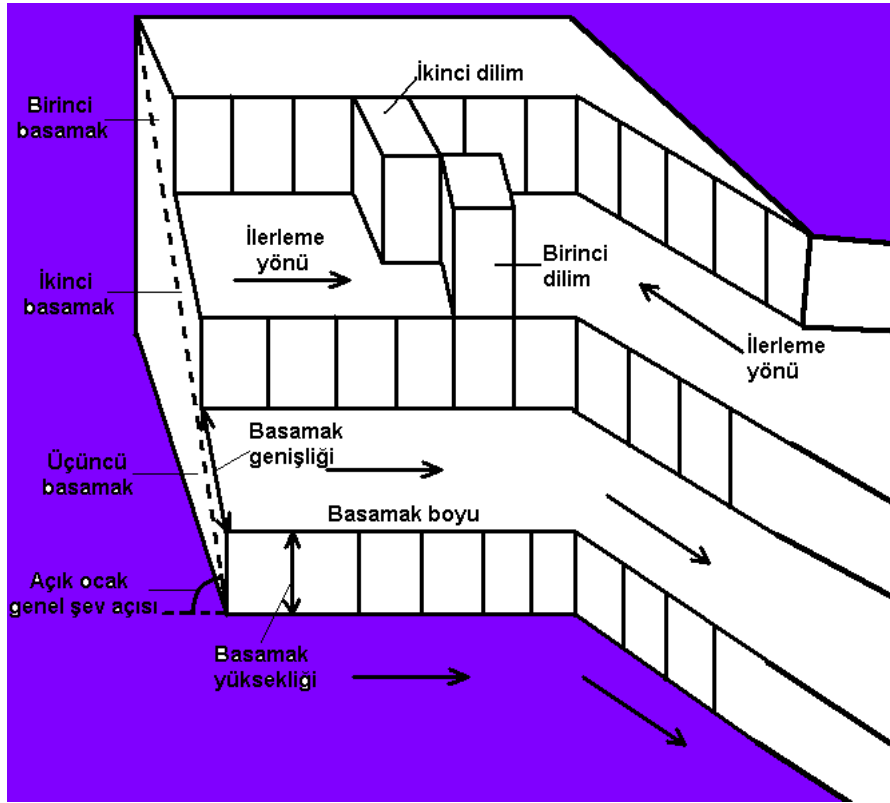
5.3. Basamak Boyutları

Bir doğal taş yatağında teşkil edilecek kademe/basamak sayısı ile basamakların yükseklikleri, uzunlukları ve genişlikleri (Şekil 28-a,b) birçok etmene bağlıdır. Bunlardan bazıları ise:

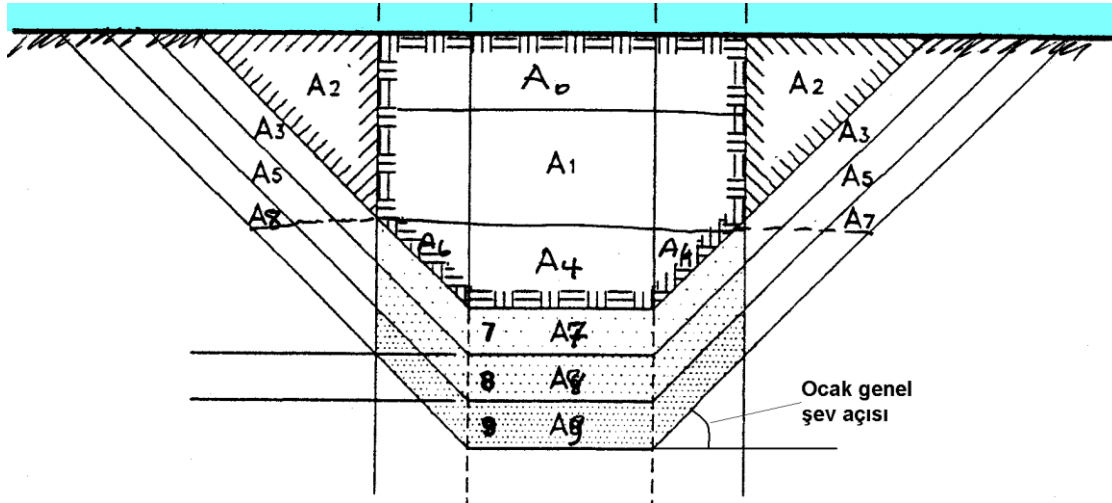
1. Oluşturulacak dilim sayısı
2. Uygulanacak basamak türü (dik-dar,eğimli-dar)
3. Blok kesim/üretim makinalarının boyutları ve buna bağlı olarak makina-ekipmanın oturma-çalışma alan ihtiyacı
4. Yardımcı iş makinalarından hidrolik kepçeli yükleyiciler (Loder, ters kepçeli ekskavatör/yer kazar, dozer, greyder)
5. Blok nakliye sistem ve makinaları
6. Üretim sisteminde, yükleme-nakliyede kule vinçlerin yer alıp, almaması
7. Blok kesilecek ana kayaçtaki makro ve mikro yapı ve dokular (Tabakalanma, yapraklanma, akma dokusu, diğer çizgisel elemanlar, faylar ve kıvrıklı yapılar)
8. Basamak duraylılıkları
9. Ana kayaçtan kesilecek doğal taş blok boyutları
10. Topografik koşullar
11. Doğal taş yatağının kayaç cinsi

Yukarıda sayılan etmenlerin bazıları doğal taş yatağının süreksizlik yapısı ve masiflik durumuna göre değişecek ve/veya ihtiyaç duyulmayacaktır.

Örtü kütlelerinin çoğu az veya hiç olmadığı bir veya iki kademeli basamak sistemi ile blok üretiminin yapılacağı doğal taş yataklarında yayvan, dik-geniş basamaklar tercih edilebilirler. Sedimanter kökenli karbonatlı yataklarda, oluşumundan kaynaklanan bazı zorluklar nedeniyle bu tür yataklarda basamaklar sorun olmaz iken çok kademeli/dilimli açık ocak işletmelerinde basamak boyutlarında sorunlar artabilir.



Şekil 28-a. Açık ocak genel şev açısı, basamak ile ilgili tanımlar şematik blok görünümü (ölçeksiz)



Şekil 28-b. Açık ocak genel şev açısı ve basamakların kesit görünümü ve üretim evreleri (A_0 - A_9)

Yamaç/sırt tipi veya doruk/tepe türü doğal taş yataklarında çok kademeli bir blok kesim/üretimi durumunda, basamak tasarımı;

a- Basmaklar yamaç/sırt tabanından başlayarak yükselerek (Şekil 29)

b- Yamaç-doruk tepesinden başlayarak tabana doğru (inilerek) alçalarak teşkil edilecektir. (Şekil 30)

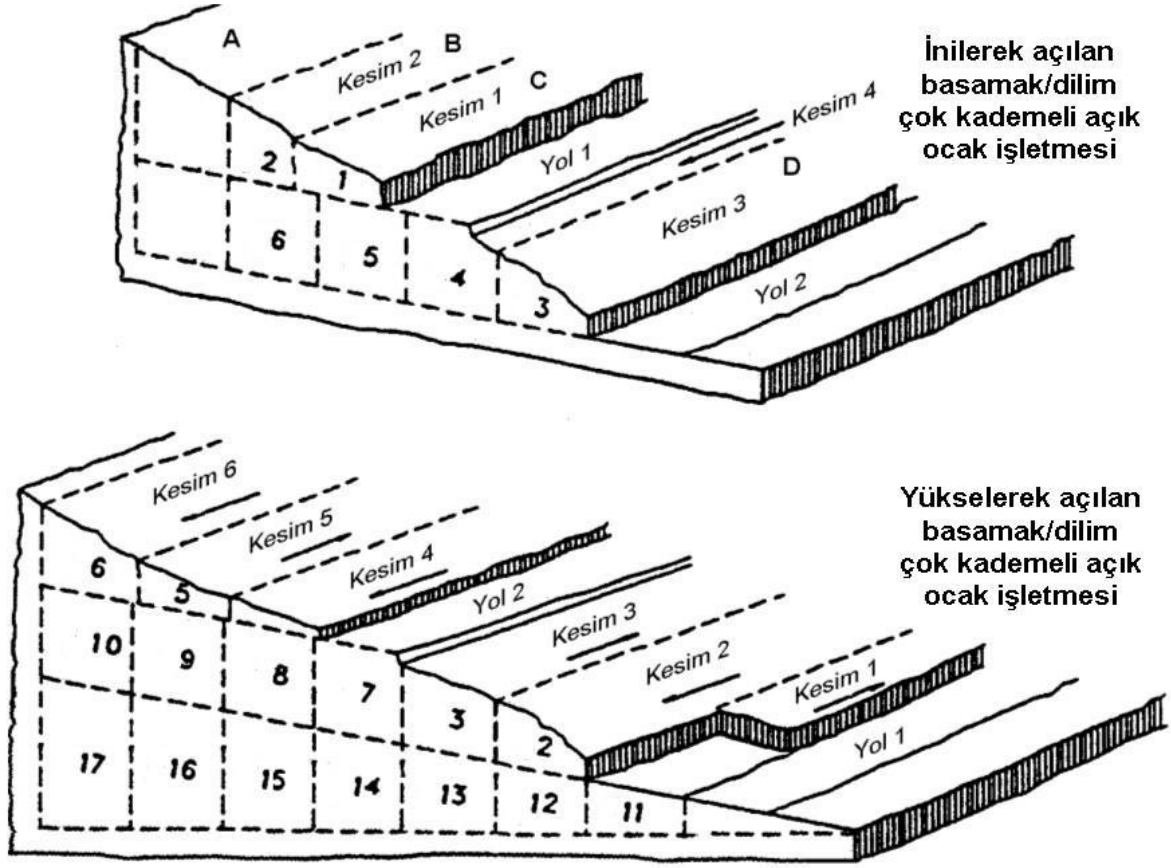


Şekil 29. Yamaç/sırt tabanından başlayarak yükselerek oluşturulan basamaklar



Şekil 30. Yamaç-doruk tepesinden başlayarak tabana doğru oluşturulan basamaklar
Ova tipi doğaltaş açık ocak işletmelerinde morfolojik yapıdan dolayı basamaklar inilerek kademeler oluşturulacaktır.

Yamaç/doruk türü açık ocak doğal taş maden işletmeciliğinde bu iki tür basamak teşkilinde basamak tasarım etmenlerinin yanısıra örtü kütlesi ile yatırım-işletme sermayesi miktarı, kısa ve uzun vadeli üretimler, miktarları da etken rol oynayacaktır (Şekil 31).



Şekil 31. Yükselerek veya inilerek gerçekleştirilecek dilim/basamak-kademeler

Basamakların genişliklerinin fazla olması hem açık ocak genel şev açısını düşük olmasını hem de aynı basamakta farklı yönlerde kesim işlemi yapılmasını sağlayacaktır. Dolayısıyla basamakta birden çok kesme dilimi oluşturulabilir. Basamak yükseklikleri genelde 3-10 metre arasında değişmektedir (Şekil 32-a).

Basamaklar meyilli şekilde yatağın geometrisi ve tektonik yapıya bağlı olarak yapılabilir. Çok kademeli bir açık ocak doğal taş işletmesinde basamak genişlikleri ise dilim adedine bağlı olarak 6-30 metre arasında değişebilir. Dilim, aynı kademe/basamakta kesim yapılacak bloğun boyutlarına uygun tek kesimde alınması veya blokların daha küçük boyutlara ayrılması için kullanılmıştır. Dolayısıyla bir kademe veya basamakta birkaç tane dilim teşkil edilebilir (Şekil 32-b, c).



Şekil 32-a. Bir doğal taş ocağında basamak yüksekliklerinin görünümü (BUCAK PORTSAN A.Ş.)



Şekil 32-b. Basamaktaki dilim görünümüleri (BUCAK PORTSAN A.Ş.)



Şekil 32-c. Farklı yönlerde kesimler yapılabilen bir doğal taş ocağı (A bölgesi basamaktaki dilim kesmeler)(DEMMER A.Ş.)

Diğer yönden, tabakalanma/yapraklanma düzlemlerinde eğim olması halinde blok zayıatını azaltmak için basamak/kademelerin aynaları eğimli olabilir (Şekil 32-d)

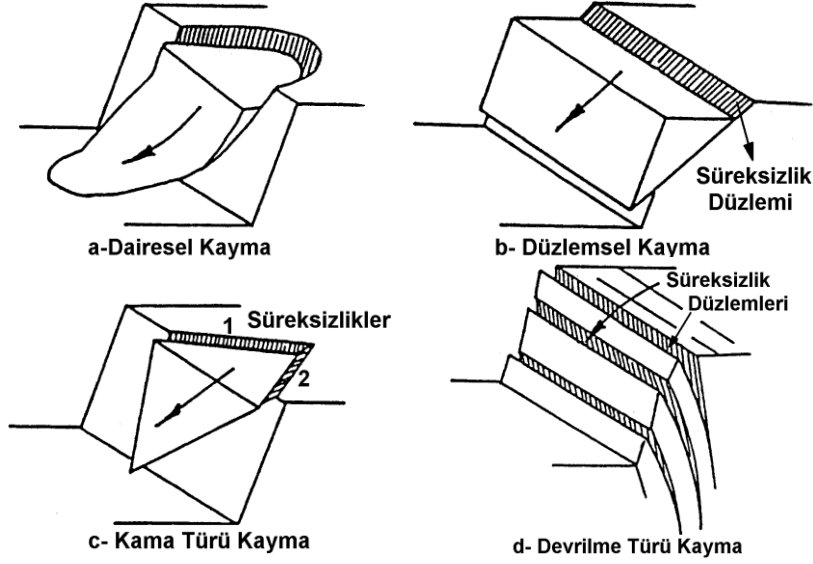


Şekil 32-d. Eğimli basamak/kademe aynaları

5.4. Doğal Taş (Mermer) Açık Ocak İşletmelerinde Şev ve Basamak Duraysızlıkları

Doğada kayaçların ve/veya toprak zeminin serbest olan eğimli yüzeylerine yamaç, yapay olarak kazılarak ve doldurularak meydana getirilen eğimli yüzeylere de şev adı verilmektedir.

Kazı sonucu ve/veya toprak-kaya dolgu sonucu, meydana getirilen yüzeyin bozulmadan, çökmeden, verilen şeklini ve yerini korumasına şev duraylılığı (stabilitesi) adı verilir. Bir şev yüzeyinin arkasında bulunan makaslama ve/veya yer çekimi kuvvetinin etkisi ile şev önündeki boşluğa doğru hareketi şev duraysızlığı olarak tanımlanır (Şekil 33-a,b,c ve d).



Şekil 33. Bir doğal taş (mermer) ocağında süreksizliklere bağlı kayma türleri ve devrilmeleri

a) Doğada Kayma Sonucu Oluşan Duraysızlık (Heyelan): Denge durumundaki yapıda, geometri değişim sonucu kuvvetler sisteminin bozulması heyelana neden olmaktadır. Bu kaymaların oluşumunda şevler konulan kriterlere göre değişik şekillerde sınıflandırılabilir.

1- Açıldıkları ortam malzemelerine göre,

- a- Zemin şevleri (Toprak)
- b- Kaya Şevleri (Kaya Kütlesi)

2- Mühendislik amaçlarına göre,

- c- Kazı şevleri (Açık ocak işletmeleri, sulama kanalları, kara ve demiryolları v.b)
- d- Dolgu şevleri (Dolgu baraj ve gölet gövdeleri, kara ve demiryolu dolguları)
- e- Açık ocaklarda dekapaj (kayaç, toprak harmanı) harmanları, atık depolama harmanları

3- Duraylılıklarına göre (zamana bağlı, bağımsız)

- a. Duraylı Şevler
- b. Duraysız Şevler

4- Şev geometrisi ve açılara göre,

- a. Dik şevler
- b. Eğimli şevler

- c. V, kare, dikdörtgen kesitli şevler

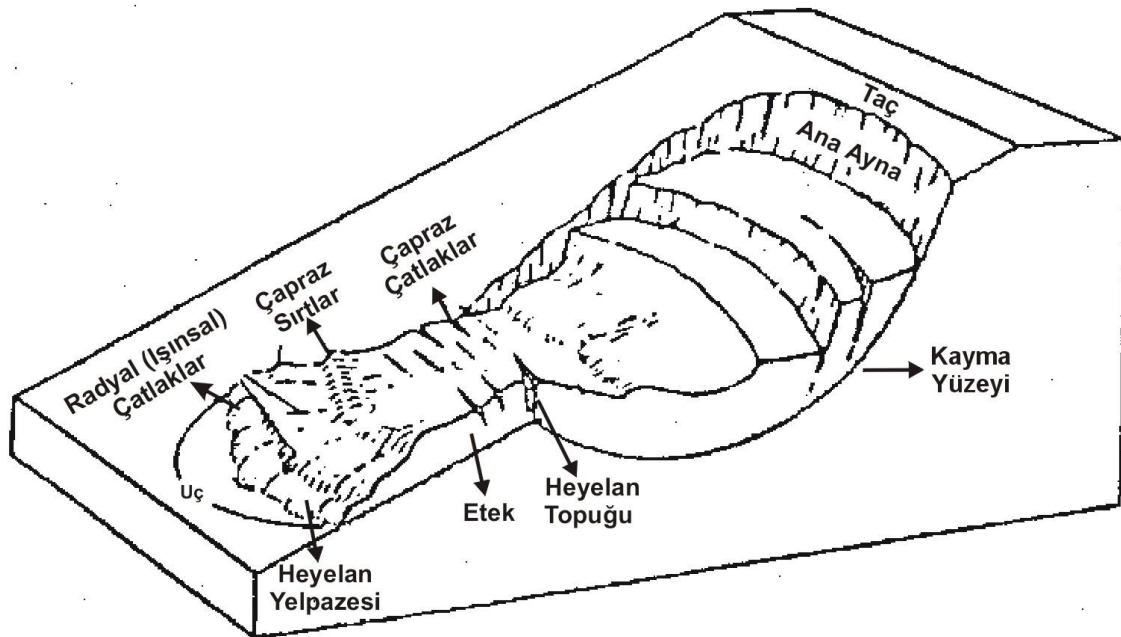
5.4.1. Şev Duraylılığına Etki Eden Faktörler

Şev ya da yamaçlardaki kütlelerin duraylılıklarına etki eden faktörlerin en önemlileri;

- Litolojik özellik
- Bileşim (Mineralojik, petrografik ve kimyasal özellikler)
- Jeolojik yapı
- Yapısal özellikler
- Fiziksel özellikler (bozunma derecesi, yoğunluk, su içeriği v.b.)
- Yeraltı suyu durumu, varsa gözenek suyu basıncı
- Etken dış kuvvetlerin değişimi (Sismik aktivite-patlatma, zamana bağlı gerilim değişimleri, morfoloji, yapılan kazılar).
- Şev eğim derecesinin artması ve iklim koşulları
- Şeve dıştan yük yükleme veya şev topuğunun alınması

5.4.2. Şev Duraysızlıkları Sonucu Oluşan Kaymalar

Duraysızlık sonucu oluşan bir dairesel veya düzlemsel kayma da kayma zonu (bölgesi) içinde kayan ve ana kütlede aşağıdaki terimler kullanılmaktadır (Şekil 39).



Şekil 34. Bir heyelanın elemanları

Şev Hareketlerinin Sınıflandırılması

Olası şev duraysızlığını önlemek ve duraysızlık nedenini ve alınacak önlemleri belirlemede şev hareketinin geometrisini bilmek önemlidir. Bu konuda değişik araştırmacıların sınıflandırmaları bulunmakla beraber, Brawner (1982) mühendislik sınıflaması sadeleştirilerek aşağıda sunulmuştur (Çizelge 3).

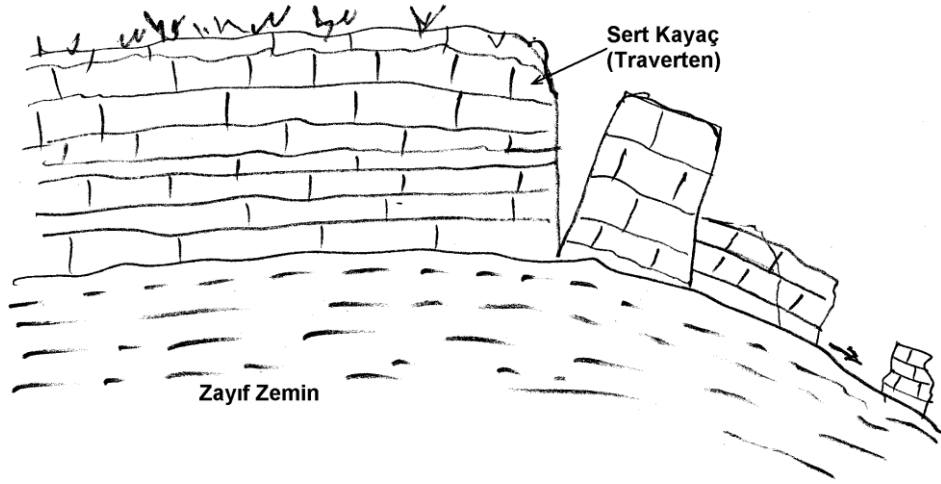
Çizelge 3. Şev mühendislik sınıflaması (Ulusay,2001)

Duraysızlık Türü		Malzeme Türü	
		Toprak Zeminler	Ana kaya
A) Düşme		Zemin / Moloz Düşmesi	Kaya Düşmesi
B) Devrilme		Zemin / Moloz Devrilmesi	Kaya Devrilmesi
C) Kayma	a) Dairesel	Zeminde Dairesel Kayma	Kayada Dairesel Kayma
	b) Ötelenmeli	Zeminde ve Molozda ötelenme	Kaya ötelenmesi
	c) Kama türü		Kayada kama türü kayma
	d) Düzlemsel		Kayada dairese kayma
D) Yanal yayılma		Zeminde ve Molozda	Kaya yayılması
F) Akma		Zemin ve Moloz akması (krip)	Kaya akması (krip)
G) Karmaşık kaymalar		İkili veya çoklu gelişen duraysızlıklar	

Düşme Türü Duraysızlıklar:

Bu tip duraysızlıklarda zemin (az pekişmiş toprak) ve kayalarda dik ve derin şevlerde yamaçlarda yerçekiminin etkisi ile olur. Bu olayın gelişmesinde süreç,

- Farklı bozunma,
- Çatlaklı homojen kaya da donma,
- Çatlaklı kaya da gözenek suyu basıncı,
- Eklemlili bir kayada, tabanda söküm veya aşınma sonucu düşme, şeklinde gelişir (Şekil 35)

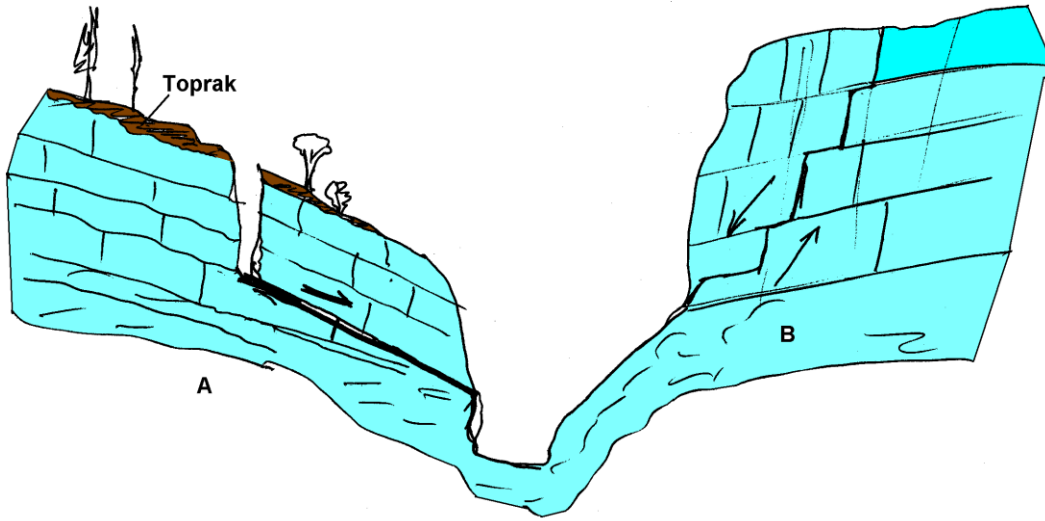


Şekil 35. Zayıf zemin üstünde yer alan tabakalı/bantlı karbonatlı kayalarda zemine bağlı olarak devrilme ve öteleme

Özellikle örtü şeklinde tepe ve doruklarda yer alan doğal taş ocaklarında bu durum görülebilir.

Devrilme Türü Duraysızlıklar:

Genel de eğimi şevin tersi yönde olan süreksizlikler bölünmüş yapraklı (foliasyon), devrik tabakalı-kıvrımlı tabakalar kolonsu yapıya sahip süreksizlikler içeren kayalarda yer çekimi etkisiyle şev boşluğuna devrilmesi ile gerçekleşir (Şekil 35 ve 36).



Şekil 36. Düzlemsel (A) ve çatlak sistemlerine bağlı gelişen dairesel (B) kayma

5.4.3. Şev Duraylılık Analizleri

Şev duraylılıklarının analizi elde edilecek verilere ve kayma türüne göre:

- Kinematik analiz yöntemi
- Analitik analiz yöntemleri
- Nümerik analiz yöntemleri
- Melez analiz yöntemleri'dir. Bunların kısaca tanımlamaları aşağıda verilmiştir.

Kinematik Analiz Yöntemi:

Bu yöntem, şev duraylılığının en az bir süreksizlik düzlemi ile birlikte kazı sonucu oluşan yüzeyiyle ilişkinin araştırılması esasına dayanır, ve duraysızlığın bunlar tarafından kontrol edildiği kabul edilir. Kinematik analiz yöntemi detay duraylılık analize geçmeden önce yapılabilen pratik bir yöntemdir.

Şev Duraylılığında Kullanılan Değerlendirme Analiz Yöntemleri

Bu yöntemler genelde soruna değişik kriterlerden yaklaşımları içerir. Bu yöntemlerde duraysızlık modeline bağlı olarak, kayan kütlelerin duraysızlık analizleri yapılır. Bunlar ise :

- Limit Denge Analiz Yöntemi (Deterministik yaklaşım)
- Deformasyon Analizleri (Nümerik Analiz)
- Varsayımlara Dayalı Analiz Yöntemleri

4. Geriye Dönelik Analiz Yöntemi'dir.

Bu analiz yöntemlerinin detayları Hoek & Bray (1991)'de verilmektedir.

Şevlerde Araştırma, Alet Yerleştirme Ve İzleme Yöntemleri

1. Araştırma Yöntemlerinin Amaçları, Aşamaları ve Planlama

Potansiyel bir şev duraysızlığı tehlikesinin söz konusu olduğu sahalarda yapılan inceleme ve araştırmalarının başlıca amaçları: duraylılık analizleri için gerekli tüm verileri toplamak, duraysızlık riskini değerlendirmek, şevin yeniden tasarımını yapmak ve gerekiyorsa, duraysızlığı giderici iyileştirici önlemlerin alınmasını sağlamaktadır. İnceleme ve araştırma aşamaları; büro çalışmaları, saha çalışmaları, jeoteknik laboratuvar deneyleri, verilerin değerlendirilmesi, analiz ve sunumundan oluşur. Bu aşamaların kapsamı ana hatlarıyla aşağıda sunulmuştur.

Büro Çalışması

Büro çalışmaları temelde elde bulunan mevcut önceki çalışmalar, projelendirme ve uygulamasını kapsar. Bunlar;

- a) Bölgesel jeoloji ve jeomorfoloji, mevcut yayınların, haritaların ve raporların değerlendirilmesi şeklinde olmalı ve yapılan analizlerdeki sonuçlar ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılmalıdır.
- b) Saha ile ilgili mevcut verilerin (yeraltı koşulları, malzemenin türü, yayılımı, derinliği, dayanımı, yapısal özellikler, yeraltısuyu koşulları) amaca bakmaksızın, saha ile ilgili önceden yapılmış çalışmaların tümünden yararlanılır. Burada öncelikle jeofizik verileri ile yeni sondaj verileri elde edilerek değerlendirilmelidir.
- c) Kayma gelişimi varsa, kayma sınırındaki koşullarla ilgili gözlemlerden yararlanılır. Kayma öncesi ve sonrası durumu gösteren harita, ya da planlar hazırlanır ve bunlar duraysızlığın mekanizması hakkında bilgi verir.
- d) Hava fotoğraflarından,
 - i) Kaya ve toprak zemin türleri ayırtlanması ve dağılımlarının,
 - ii) Başlıca yapısal özelliklerin,
 - iii) Duraysızlıkların başlıca özelliklerin,
 - iv) Farklı zamanlarda çekilmiş görüntülerden hareketin gelişimi ve mekanizmasının,

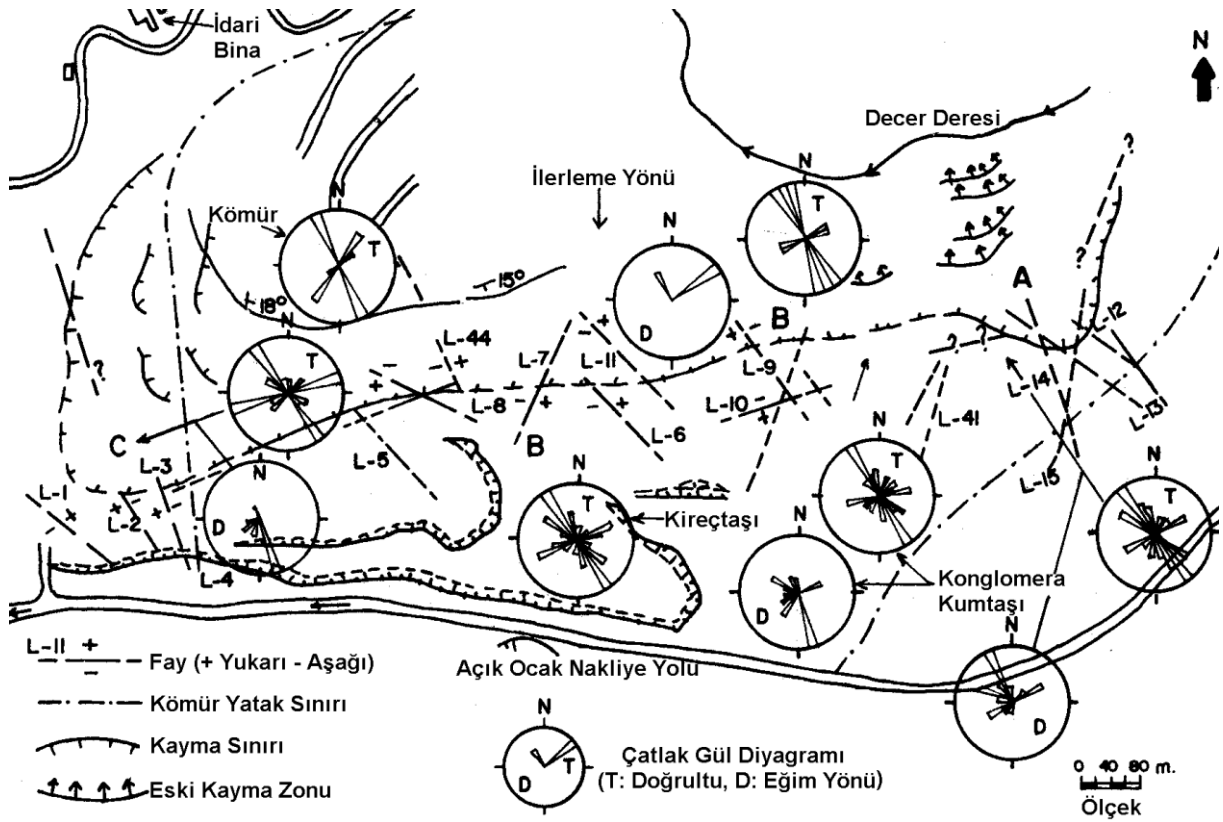
belirlenmesi gibi amaçlar doğrultusunda yararlanılır.

e) Sahanın detay gözlenmesi

Jeoteknik Saha İncelemeleri

a) *Topografik ölçümler ve harita alımı:* Şev duraysızlığın özelliklerinin, konumunun ve yayılımının belirlenebilmesi için plan ve haritalara gereksinim duyulur (Örneğin; konturlarda hareket nedeniyle bazı küçük değişimler belirlenerek yorumlanması). Orta ölçekli (fazla geniş olmayan) alanlarda 1/2000, ayrıntıların işlenmesi için ise 1/500 ölçekli haritalar kullanılır. Ayrıca bu aşamada şev kesitleri (profilleri) de hazırlanır.

Jeolojik haritalar başlıca; litoloji, jeolojik yapı ve yapısal elemanların yönelimleri ile bozunma gibi özellikler hakkında bilgi veren görsel dokümanlardır. Şev hareketinin, yayılımının ve olası duraysızlık mekanizmasının belirlenmesi, ayrıca yeraltı incelemelerinin planlanması açısından mühendislik jeolojisi haritasına da gereksinim duyulabilir. Mühendislik jeolojisi haritaları; yeraltı koşulları ile ilgili bir temelin oluşturulması ve tasarım mühendislerinin dikkate alınmasında yarar görülen başlıca faktörlerin değerlendirilmesine katkı sağlamak amacıyla hazırlanır. (Şekil 37)



Şekil 37. Bir mühendislik jeolojisi haritası (Kulaksız vd., 1991)

b) *Gözlem ve deney çukurları:* Bu çukurlar, doğrudan veri toplama, örnek alma, bazı durumlarda kayma zonları ile ilgili doğrudan gözlem ve yerinde (in-situ) deney yapma amaçları ile açılır. Bunların genişliği 4 m civarında olup, su tablasının altında inilmemesine dikkat edilmelidir. Çukurlarda yapılan gözlem, deney örnekleme çalışmalarının kesit üzerinde gösterilmesi, tercih edilen bir değerlendirmedir ve buna deney çukuru logu adı verilir.

c) *Sondaj ve jeoteknik loglama:* Yeraltı koşullarının incelenmesinde kullanılan en yaygın yöntem olup, yerinde deney yapma olanağını, laboratuvar deneyleri için örnek alımını ve yeraltı suyunun ve basınçlarının izlenmesini sağlar.

d) *Örnek alımı:* Örnekleme işlemi; sondajlarda, deney çukurlarında, aynalarda ve kayma yüzeylerinden yapılır. Sınıflama ve indeks deneyleri için, torba, kavanoz ve SPT örneği şeklinde örselenmiş örnekler alınır. Örselenmemiş örnekler ise, ince çeperli tüpler ve kesici kalıplar ile ya da blok örnekler şeklinde alınır ve birim hacim ağırlık ve dayanım deneylerinde kullanılır.

e) *Yerinde (in-situ) deneyler:* Bu tür deneyler, ölçek etkisi ve örselenme olgusu nedeniyle sondaj veya deney çukurlarında yapılan deneyler olup, bunların türlerine ve şevlerin duraylılığındaki kullanım amaçlarına aşağıda kısaca değinilmiştir.

i) Sınıflama ve tanımlama deneyleri: Bu çalışmalarda aşağı deneylerden yararlanılır. Bu deneylerin tanımları ve yapılışı detay olarak kaya-zemin mekaniği kitaplarında detaylı olarak yer almaktadır.

- 1) Kanatlı Kesici Deneyi
- 2) Standart Penetrasyon Deneyi (SPT)
- 3) Konik Penetrasyon Deneyi (CPT)

ii) Dayanım deneyleri:

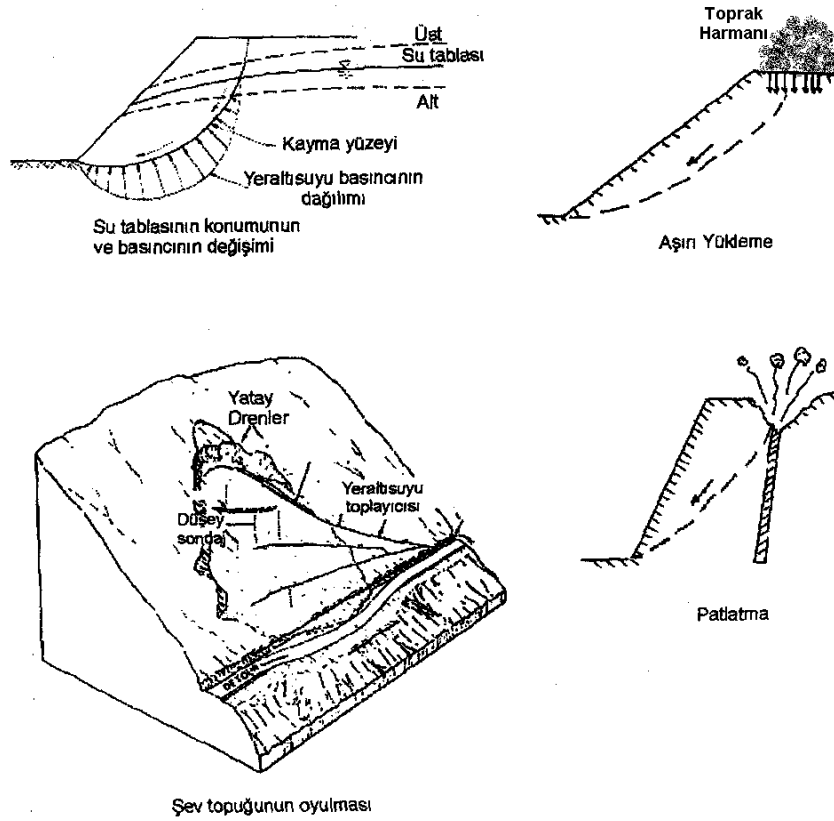
- 1) Kanatlı kesici deneyi (drenajsız makaslama dayanımı Su'nun belirlenmesi)
- 2) Yerinde makaslama deneyi: Süreksizliklerin veya yenilme yüzeyinin makaslama dayanımının tayini amacıyla yapılan, maliyeti oldukça yüksek ve uzun zaman alan bir deneydir.

iii) Sondaj kuyusunda geçirgenlik deneyleri:

- 1) Toprak zeminlerde düşen ve sabit seviyeli deneyler yapılır.
- 2) Eklemlili kaya kütlelerinde Peker deneyi (basıncılı su veya Lugeon deneyi) yapılır.

5.4.4. Şevlerde İzleme Çalışmalarının Önemi ve Yeri

Doğada şevler değişik nedenlerle duraysızlığa uğrayabilmektedir. Bunlar; doğadaki değişimlerden (yeraltı suyu seviyesindeki ve basıncındaki değişimler, yer sarsıntıları ve erozyon veya insanoğlunun yarattığı kazılardan (şev topuğunun oyulması, aşırı yükleme, eksik ve hatalı tasarım, bitki örtüsünün yok edilmesi, yapay sarsıntılar-patlatma) kaynaklanan nedenlerdir (Şekil 43).



Şekil 38. Şevlerde duraysızlığa neden olan başlıca faktörler

Şevlerde Emniyet Faktörü

Şev duraylılığı analizlerinde yaygın olarak kullanılan limit denge yöntemleriyle, kaymaya karşı koruyucu kuvvetlerin kaymaya neden olan kuvvetlere oranı şeklinde ifade edilen boyutsuz bir güvenlik katsayısı (F) hesaplanmaktadır. Eğer, $F \leq 1$ olması durumunda ise şev duraysız ve $F > 1$ ise şev duraylı olarak kabul edilir. Ancak, $F > 1$ olması durumunda şevin hangi derecede duraylı olabileceği bazı hallerde tam olarak kestirilememektedir. Ayrıca şev

duraylılığı analizlerinin sonuçları ve alınabilecek iyileştirici önlemlerin belirlenmesi, aşağıdaki hususlara karşı oldukça duyarlıdır.

- a) Arazi ve laboratuvar deneylerinin elde edilen veriler,
- b) Kayan kütlelerin geometrisi (kayma yüzeyinin şekli ve duraysızlık modeli);
- c) Yeraltı suyu tablasının konumunda ve su basıncındaki değişimler,
- d) Zamana bağlı olarak, kayma sırasında kaya veya toprak zemin kütlelerinin bazı jeomekanik özelliklerinde değişimler.

Bu nedenlerden dolayı karşılaşılabilecek bazı belirsizliklerin en aza indirilmesi açısından, şev duraylılığı analizleri yerinde yapılan ölçüm ve gözlemlerle de desteklenmektedir. Bu kapsamda yapılan gözlem ve ölçümlere genel anlamda izleme adı verilir. Jeoteknik anlamda izleme, kaya ve toprak zemin kütlelerinin üzerinde, ya da içinde inşa edilen mühendislik yapılarındaki deformasyon, yeraltı suyu basınçları vb. gibi etkilerin gözle ve cihazlarla izlenmesi ve kontrolü amacıyla yapılan çalışmaları kapsar. Gözle izleme, hızlı bir yöntem olmakla birlikte, gözler sayısal değerler sağlayamaz, büyük hareketlere neden olabilecek küçük olayları önceden haber veremez ve yeraltını göremez. Ancak gözle yapılan izleme ve gözlemler, ayrıntılı aletsel izleme çalışmaları için ilk uyarı niteliğindeki çalışmalardır.

İzleme Çalışmalarının Başlıca Fonksiyonları

İzleme çalışmalarının başlıca fonksiyonları, tipik örneklerle aşağıda verilmiştir.

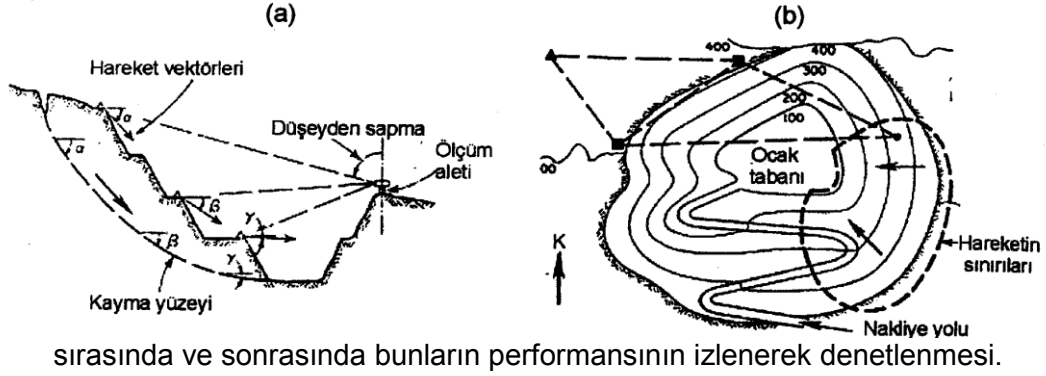
- 1) Mühendislik projelerine başlamadan önce çevredeki doğal değişimlerin kaydedilmesi
- 2) Tasarım aşamasında kullanılan verilerin ve yapılan yaklaşımların denetimi.
- 3) İnşaat aşamasında güvenliğin sağlanması
- 4) Duraylılığı arttırıcı ve iyileştirici yöntemlerin uygulanması sırasında gerekli denetimin yapılması

Ocak Şev Emniyeti İçin İzleme ve Teknikleri

Şevlerde yapılan hareket izleme çalışmalarının amaçları aşağıda verilmiştir.

- 1) Kayma yüzeyinin derinliğinin, konumunun ve şeklinin belirlenmesi ile kayan kütle içinde yatay veya düşey yönlerde gelişen hareketlerin saptanması (Şekil 39-a)
- 2) Duraysızlığın saptanması (Şekil 39-b)
- 3) Kayma hızının belirlenerek, olası can ve mal kayıplarının önlenmesi amacıyla erken uyarı sistemlerinin kurulması

4) Şev duraylılığı arttırmaya yönelik değişik iyileştirme yöntemlerinin uygulanması

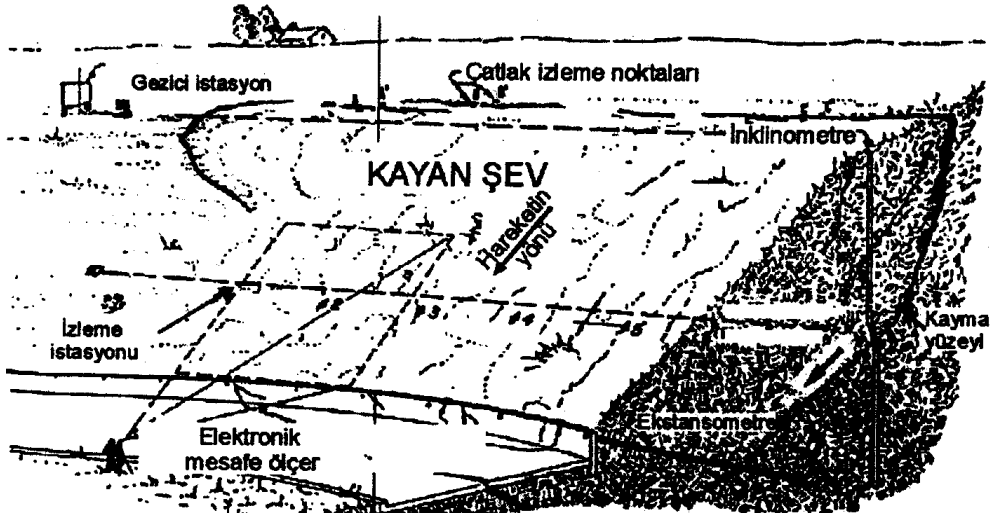


Şekil 39. Şevlerde hareket izleme (a) ve hareketin yayılımı (b)

Hareket izleme çalışmalarının başlıca hedefleri ve belirlenen parametreler:

- a) Hareketle ilgili bilgiler: Hareketin miktarı, yönü, hızı, hareket hızındaki değişimler ve kritik noktalardaki yer değiştirmeler
- b) Duraysızlık mekanizması: Kayma yüzeyinin şekli ve derinliği
- c) Duraysızlığın yayılımı ve kayan kütlenin hacmi.

Şevlerde hareketin izlenmesi amacıyla kullanılan teknikler Şekil 40'de verilmiştir.



Şekil 40. Şevlerde hareket izleme amacıyla kullanılan başlıca teknikler

Şevlerde Hareket İzleme Teknikleri

- 1) Geleneksel topografik ölçümler
- 2) Elektronik mesafeölçerlerin kullanılması

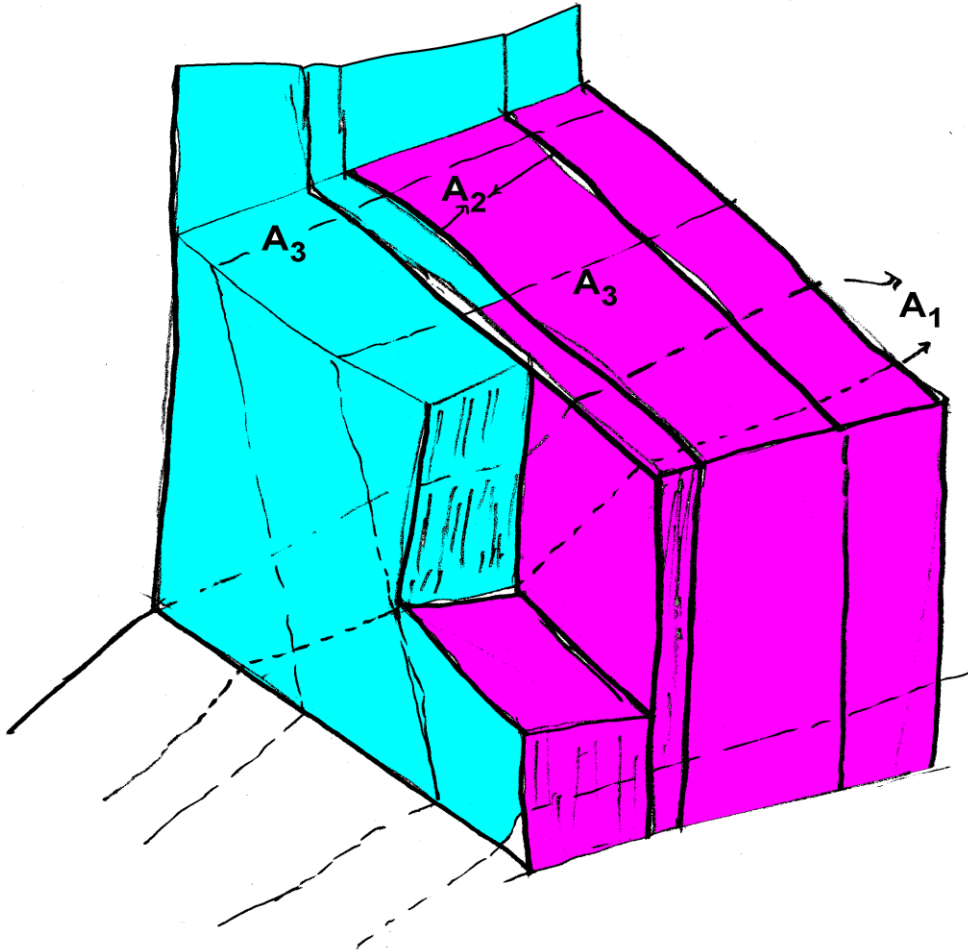
- 3) Fotogrametrik yöntem
- 4) Gerilim çatlağı ve eklemlerde açılma miktarlarının ölçülmesi
- 5) Yüzeye yerleştirilen ekstansometreler

5.4.5. Çatlak Setlerine Sahip Bir Doğal Taş Ocağında Blok Kesim ve Öncelikleri

Doğaltaş açık ocak işletmeciliğinde sıkça görülebilecek kazı sonucunda çatlak setlerine bağlı kaymalar kama türü, düzlemsel ve çatlak setleri ile oluşabilecek dairesel kaymalar ve devrilmelerdir.

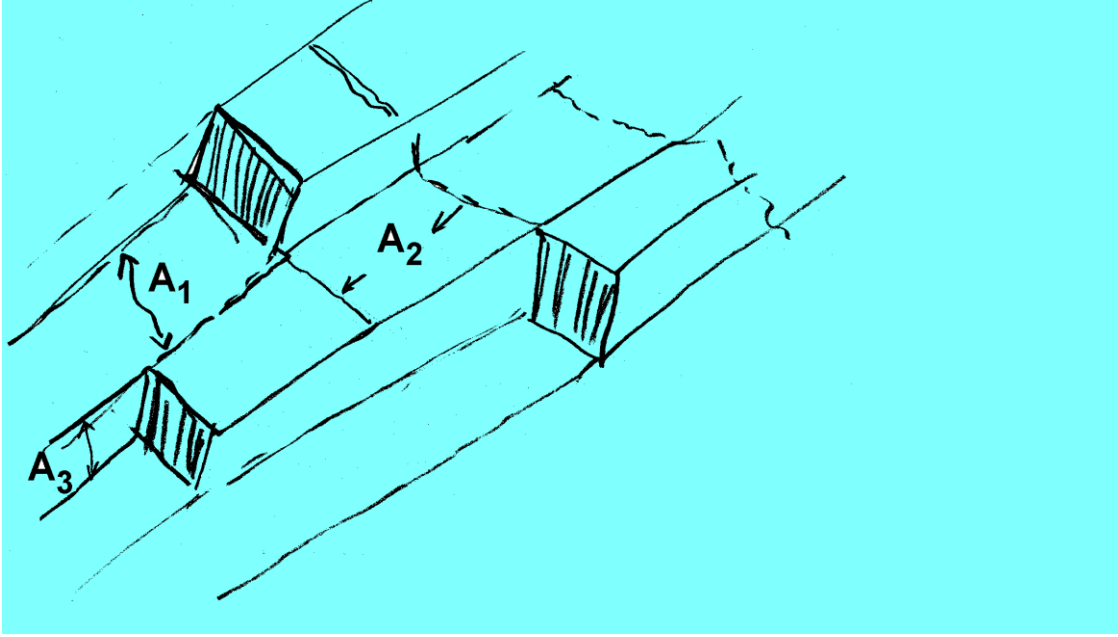
Devrilme ve kama türü kaymaları önlemek için çatlak sistem setleri bulunan bir doğaltaş işletmeciliğinde kesim ve öncelikleri Şekil 41,42, 43 ve 44'de verilmiştir.

Her bir doğaltaş açık ocak işletmesinde çatlakların konumu ve kazı-blok kesme yönleri değişiklik göstereceğinden, bunların analizleri ocak verileri doğrultusunda değerlendirilecektir.

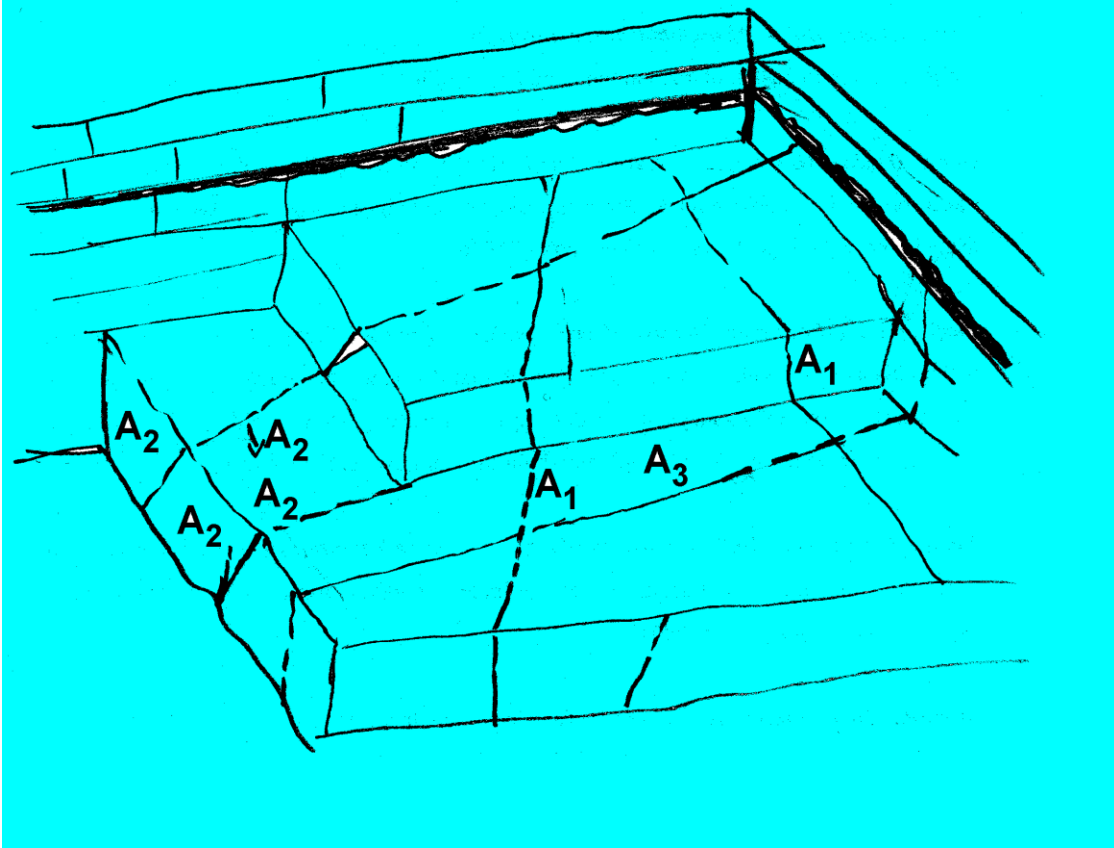


Şekil 41. Üç çatlak setine sahip bir ocakta, blok kesim öncelik yönleri öncelikle A_2 , daha

sonra A_1 ve A_3 (eğer çatlaklar zayıf dolgulu değil ise). Burada çatlak aralıkları (sıklık derecesi) önemli bir kriter olup, blok boyutlarını ve üretim verimliliğini etkileyecektir.



Şekil 42. Düzgün üç çatlak setli bir doğal taş ocağında kesimler sistematik düzlemleri takip etmeli



Şekil 43. Üç çatlak setli bir doğal taşta takip edilecek kesimler. (A_2 öncelikle daha sonra A_1

ve A₃ olmalıdır)



Şekil 44. Süreksizliklerin göz önüne alınmadığı bir ocak işletmesi örneği

Böyle bir işletmede doğal taş blok üretimi yüksek zayıatlarda (% 80-90) olacaktır. Bu konumda blok kesim/üretimi değiştirilmeli, dik basamak yerine eğimli basamak şeklinde üretim yapılmalıdır.

5.4.6. Silikat İçeren Doğal Taş Yataklarında Basamak/Kademe Tasarımı

Damar tipi dışındaki magmatik kökenli doğal taş yatakları genelde masif ve geniş alanları kapsadığından karbonat türü yataklara göre hazırlık ve üretim planlaması da farklılıklar gösterir.

Sert taş türü bu mermerlerde üretim doğrudan kullanılan iş makinalarına bağlıdır. Dolayısıyla basamak yükseklikleri teknolojilere bağlı olarak 20-30 metreye kadar çıkabilir. Basamak genişlikleri de aynı şekilde 10-50 metre arasında değişim göstermektedir.

Magmatik ve sert masif yataklarda üretim, bozunma sonucu oluşan büyük çuval yapılı 50-100 m³'lük bloklardan yapılabildiği gibi, geniş hacimli patlatmayla ön çatlatma yapılarak sonra dilimlere ayrılma şeklinde de üretim gerçekleştirilebilir.

Masif kütlerde diğerk bir üretim yöntemi de büyük boyutlu basamaklarda (dik-geniş) yatay, dikey dilimleme veya meyilli dilimlemeler yapılarak da üretim gerçekleştirilebilir.

Patlatma yönteminde ise iki değişik üretim yöntemi uygulanmaktadır:

- a- Kesim yapılacak büyük blok, tabanına patlayıcılar yerleştirilerek taban kesmesi, üste ise çok az patlayıcı veya hidrolik kamalar kullanılarak kesim gerçekleştirilir.
- b- Klasik küçük boyutlu üretimde ise sadece zayıf patlayıcılar kullanılır.

2. Doğal Taş Madenciliği ve Çevresel Etki

Maden bulunmadan madencilik yapılamayacağına göre, madencilik sektöründe yatırım ve üretim güvencesi sağlayacak koşullar mutlaka gözden geçirilmelidir. Ne saf demir, bakır nede çil çil altın külçeler halinde yerden çıkmıyor, adeta iğne ile kuyu kazılıyor. Tonlarca kayacın öğütölüp işlenmesinden 1 gr altın üretildiğinin çoğumuz farkında bile değiliz. Yerin altını kazınca otomobil, bilgisayar veya fotoğraf makinesi çıkmıyor. Gerekli maddelerin yerkağıından madencilikle çıkardığımızı, bir otomobil için 5 ton madenin çıkarılıp işlenmesi gerektiğini kaç kişi biliyor.

Enerji başta olmak üzere, sanayimizin hammaddeye olan ihtiyacı her yıl artarak devam etmektedir. Sanayinin dışa bağımlılığının azaltılması için maden aramalarının teşvik edilmesi, yatırımların cazip hale getirilmesi, kişi başına düşen maden tüketiminin 3–4 kat artırılması gerekir. ABD–21 ton/yıl, Türkiye 5 ton/yıl. Öte yandan petrol ve ürünleri ile doğal gaza yılda 30 milyar dolar, işlenmemiş altına 5, kömüre 1,5 milyar ve demire 250 milyon dolar ödeyen ülkemizin kendi kaynaklarına yönelmesi kaçınılmazdır. Sanayinin gittikçe artan hammadde ve ara mal ithalatı dikkate alındığında, maden arama ve üretim alanına sermaye çekecek çözüm yollarının bulunmasının ne kadar önemli olduğunu ortaya koyuyor

Önemli olan maden ve endüstriyel hammaddelerin bulunduğu ortamdan ekonomiye kazandırmak için çıkarırken en az topografik yapı bozulması ile gerçekleştirmek maden sahasının doğaya yeniden kazandırmak ve uyumlu hale getirmek temel görev olmalıdır

1. **Bu gün yer üstünde yer alan, flora ve fauna, madencilik faaliyetleri sonucunda zamana bağılı olarak yeniden yapılandırılması mümkündür.**
2. **Arazinin madencilik amacıyla sadece geçici olarak kullanılması söz konusu olup, aynı arazinin gelecekte başka kullanımları için tekrar uygun hale getirilmesi mümkündür ve böyle anlaşılmalıdır.**
3. **Madencilik faaliyeti ancak bulunduğu alanda yapılması şarttır. Başka bir alanda yapılamamasıdır.**
4. **Tabii ki arazinin madencilik öncesi orijinal verimliliğine yakın ve eşdeğer hale getirileceğinin iyi anlatılması ve anlaşılmasıdır. Bu bağlamda, bir maden ocağının işletilmesinde düzensiz ve belli bir planlaması olmayan geleneksel alışkanlıklardan vazgeçilerek, farklı bilim dalları arasındaki işbirliği ile disiplinler arası tetkik, inceleme ve planlaması/ uygulaması yapılan saha olmalıdır. Bu disiplinler arası çalışma da, bir maden yatağının üretim planlaması da temel olarak maden mühendisliğinin görevi ise de, buna ekonomist, istatistikçi, pazarlamacı da hedef seçimi, Pazar araştırması, satış, maden stratejisi açısından katkı koymalıdır.**

Madencilik yapan/yapacak olan kişi-kuruluşların maden işletme yapmak için maden yeri seçme şansı yoktur. Çünkü maden ve endüstriyel hammadde oluşumunda insanoğlunun bir etki ve katkısı olmadığı gibi, bulunduğu ortam, dağ silsileleri, orman ve tarım alanları, ovalar, yerleşim alanları yakını veya içi, turistik alanlar, tabii veya yapay kültür varlıklarının altında olabilir. Örneğin Fransa’ da büyük bir alçı taşı ocağı Paris’ e 15 km. mesafede dir. Ancak ve ancak bulunduğu yerden çıkarmak için madencilik burada icra edilmek zorundadır.

Orman alanlarında maden işletmeciliği yapılabilmesi, Orman Bakanlığından izin alınarak toprak bedeli, meşere bedeli, arazi tahsis bedeli, ağaçlandırma bedeli, var ise orman yolu kullanma bedeli ve teminatlarını önceden ödenmesiyle mümkündür. Ayrıca her yıl tahsis bedelini ödemek ile yükümlüdür. Diğer taraftan madencilik faaliyetleri sonucu araziye düzenleyerek orman idaresine teslim etmek zorundadır. Burada alınan nakit bedeller teminat olarak alınması durumunda, madencililiğin daha da teşvik göreceği aşıkrdır.

Burada iki önemli noktayı da vurgulamakta yarar vardır. Ocak genel açısı, teknik olarak, şev duraylılığı, emniyet-ekonomi açısından sınırlandırılır. Bundan dolayı da üretim sonraki son ocak genel durumunun değerlendirilmesi maden sahasının yeniden yapılandırılmasında, ekonomik ve emniyet kriterleri birlikte mütalaa edilerek projeler değerlendirilmelidir. **Katı kuralcı yönetmelikler madencilik sektörüne zarar verir. Burada önemli olan husus dışa döküm ile ie döküm harmanlarının planlamasının iyi organize edilmesi gerekir.**

A) MEDENİLEşME VE SANAYİLEşMEDE MADENCİLİK VE ÇEVRE

Tüm Dünyada sanayinin en temel ve köklü kaynağı tümüyle madencilileğe bağlıdır. Sanayinin olmaz ise olmazı olup, ülkelerinde temel kalkınmasında ana girdi hammaddesidir ve gelecekte de önemini büyüyerek sürdürecektir.

Madencilik, yer kabuğunda saklı bir umut olup devamlı keşfedilmeyi beklemekte, uygarlıkta gün geçtikçe yeni ufuklar açarak önemli bir katkı sağlamaya devam etmektedir. Bu çerçevede madencilik-gelişme-sanayileşme-evre ilişkisi aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

İnsanoğlu yaşamı kolaylaştırmak ve refahı arttırmak, gelişmek, kalkınmak için madenleri üretmeye, işlemeye devam ediyor. Günümüzde yeraltı kaynakları madensel hammaddeler sanayinin ana girdileridir. Batının gelişmiş endüstri toplumları bu kaynakları en iyi değerlendirebilen toplumlar oldular.

Madenlerin retimi, paylaştırılması ve tüketimi dn olduğu gibi bu günde devletlerin hayatında karşılıklı çıkarların, çatışmaların ve savaşların nedeni olmayı sürdürmektedir. Madencilik sanayiye gerekli doğal hammaddeyi sağlamanın bir ekonomik değer yaratmanın g koşullarda gerçekleştirilmesidir.

Maden yataklarının uzun ve risklerle dolu arama dönemleri zor doğa koşullarında gerçekleştirilen üretim faaliyetleri ve çıkarılan madenlerin zenginleştirilmesi işlemleri bu sürecin zorlu duraklarıdır. Madencilik faaliyetlerinin evre faktörü ve bu konudaki duyarlılıkları göz ardı ederek yürütülmesi içinde bulunduğumuz yüzyılda artık mümkün değildir. Madenciler kömürü, petrol, doğalgazı keşfedip işlemeselerdi bu gün hangi doğal çevreden, yeşilden ağaçtan, ormandan bahsedebilecektik. Yeryüzündeki yaşayan 6,5 milyar insan ve milyonlarca sanayi tesisi ısınma, enerji ihtiyaını zaman içinde nasıl karşıladı.

Bu gün üzerinde yaşadığımız doğal çevrenin ağacın, ormanın hiç değilse ayakta kalmış varlığını madenlere borçlu olduğunu unutmadan ve çevreye duyarlı bir üretimden yana bir ilişkiyi sürdürmek durumundayız. Madencilikğin ülke kalkınmasındaki önemi yadsınamaz. Dünyanın gelişmiş sanayi toplumlarının deneyimleri ve sonuçları bunun en güzel kanıtıdır. Geçmişte ABD, Avrupa ve Japonya'nın gerçekleştirdiğini bu gün Çin gerçekleştirmektedir. Gelişmek ve kalkınmak için bizde madencilik yapmak ve doğal hammadde kaynaklarımızı en iyi şekilde değerlendirmek zorundayız. Maden potansiyelimizin farkında mıyız? Üzerinde yaşadığımız zeminin altında ne kadar demir, altın, kömür, petrol olduğunu bulabilmemiz için öncelikle maden arama çalışmalarının desteklenmesi kaçınılmazdır. Dünyada madencilikğin aranması için milyarlarca dolar sermaye harcanırken bizde tüm harcamalar 40–50 milyon doları geçmez.

Ulaştığımız madencilik derinliği ortalama 120 m, oysa yer kabuğunun daha derinlerinde pek çok yeni maden yatakları bulunmayı beklemektedir. Ülkemizin her yerinde maden yatağı yok, mevcut bilgilere göre ülke yüzölçümünün 10000 de 5 inde maden var.

İstediğin yerde otomobil veya televizyon fabrikası kurabilirsin ama madencilik yapamazsın. Zira madencilik bulunduğu yerde yapılmak zorundadır. Yer kabuğunun altında pek çok zenginlik keşfedilmeyi bekliyor. Hayatın her alanında olduğu gibi madencilikte de teknolojinin pay ve katkısı yadsınamaz.

Ülkemiz altın ithalatın yılda 5 milyar dolar ödüyor. 6500 ton altın rezervimiz olmasına karşılık üretimimiz 10 ton bile değil. Yaklaşık 14 milyar ton linyit rezervimiz var yıllık kömür üretimimiz 85 milyon ton civarında. Bor rezervinin %70 ülkemizde deterjan seramik ve cam ağırlıklı kullanılıyor, yakın gelecekte borun yerini başka maden alabilir. Dolayısı ile bu gün kullanamazsak yarın gerek kalmayabilir.

Özetle bu günkü sanayi sektörleri insan yaşam kalitesinin temelleri olup, bunlar ile ilgili bazı sektörler aşağıdaki şekilde verilebilir.

*Demir-Çelik Endüstrisi – buna bağlı otomotiv Endüstrisi

*Çimento – Seramik – Tuğla Endüstrisi

*Kağıt Sanayi

*Cam Sanayi

*Agrega (Kırmataş)-Beton

*Kimya Endüstrisi (Gübre, Boya, İlaç Sanayi)

*Metalurji Endüstrisi

*Plastik Sanayi

*Enerji Sektörü ve bunların ürettiği tüm eşya ve malzemelerin hammaddesi, madenlerdir. (Şekil 45)



Şekil 45 Madencilik sektörüne dayalı sanayileşme-gelişme ve teknoloji ilişkilerinden örnekler.

Madencilik pek çok sektöre doğrudan hammadde/girdi sağlayan lokomotif bir sektördür. Madencilik olmaz ise bu resimde görülen sanayi ürünlerinin hiçbiri de olmaz. Dolayısıyla medeniyetleşme durur.

Bunların üretilmemesi durumunda, ülke ilave ithalat ile karşı karşıya kalınacağını ve bu sektörde çalışan yüzbinlerce kişinin istihdamını engelleyeceğini ülke ekonomisi iki yönlü kayba uğrayacaktır.

Madencilik sektöründe yalnız madenciler çalışmaz, değişik iş makineleri operatörü, Nakliyat sektörü, Şöfor, Elektrikçi, Tamirci, Motorcu, Ahçı vb. değişik mesleklerden insan bulunmaktadır.

B) İNSANLIK ve ÇEVRE

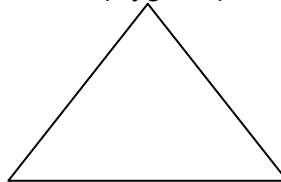
İnsan yaşamının bulunduğu doğa her türlü nebatat ve hayvan türlerinin ekosistem dengesinin bulunduğu bir ortamdır. Dolayısıyla çevrede, insan merkezde yer almaktadır. İnsanın temel ihtiyaçları bu doğal ortamdan temin edilmektedir. Bu doğal denge bozulduğunda, ekosistem dengesi bozulur ve ekolojik sorunlar ortaya çıkar.

İnsan yaşamı için gerekli beslenme, barınma, yaşam kalitesi gibi yaşamsal faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için ÇEVRE ile barışık yaşaması şarttır.

İnsanın barınma, ulaşım, ısınma gibi yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi ve medeniyetin gelişmesi için MADENCİLİK gereklidir.

İnsanın beslenme yaşamsal faaliyeti de ÇEVRE'ye bağlıdır (Bitki-Hayvan). Madencilik faaliyetlerinin herhangi bir nedenle durması insan yaşamının gelişim ve ilerlemesinin sonu olabilir. **Bu nedenle MADENCİLİK VE ÇEVRE birbirlerine tercih edilmemesi gereken iki ana unsurdur. Bu iki temel öge EŞİT DEĞERDE ve uyum içinde çalışmak zorundadır. Birinin diğerine tercih edilmesi insan yaşam sisteminin çöküşü olur.**

İnsanlık (Uygarlık)



Bu üçgenin ayakta durması bu temel öğelere bağlıdır ve bu dengenin sağlanması insanla ilgilidir.

C) MADENCİLİĞİN ÇEVRE BİLİNCİ İLE YAPILMASI

İnsan olmadığı takdirde çevre vahşi bir tabiattır. Bu tabiatta, koşullara göre bazı bitki türlerinin belli alanlarda yaşama hakkı yoktur. Örneğin çam ormanlarının altında otsu bitkilerin yetişmesi mümkün değildir. Madencilik mi Çevre mi tercihi hiçbir zaman birbirine tercih edilme durumuna getirilmesi söz konusu yapılmamalıdır. Doğaya kazandırma ile pekala maden sahaları yeniden yapılandırılarak gerçekleştirilmektedir. Burada önemli olan doğaya yeniden kazandırmada çevre bilincinin akıllı olarak kullanılmasıdır. Özel konumları nedeniyle bazı sahalarda madencilik kısmen sınırlandırılabilir. Bu ise bilimsel olarak ilgili tarafların görüşlerinin ortak paydada birleşmesi ile gerçekleştirilir. Dolayısıyla insanlık-çevre-madencilik birbirinden ayrılmaz parçalar olup bir bütündür. Bir bütünün parçalanması ile diğer elemanlar ayakta duramaz.

Bir doğal taş ocağı üretim planlaması tasarımında etken faktörler aynı zamanda çevreyi de ilgilendirir;

A– Doğal ve Jeolojik Faktörler

B– Sosyo–Ekonomik Faktörler

C– Teknolojik Faktörler

A– Doğal ve Jeolojik Faktörler

1. Topografya ve bulunduğu ortam, iklim koşulları
2. Doğal taş yatağının boyutları, şekli ve konumu
3. Jeolojik Faktörler (Mineralojisi, petrografik yapısı, doğal taşın kökeni, su geliri, yapısal jeoloji elemanları vb.)
4. Doğal taşın jeomekanik özellikleri (Dayanımları, aşındırıcılık ve aşındırma özellikleri, kimyasal ve fiziksel özellikleri vb.)

B– Sosyo – Ekonomik Faktörler

1. Yerel insan kaynakları, davranışları ve kalifiye eleman temini
2. Yerel yönetim ve halk ile karşılıklı ilişkiler
3. Çevre koruma (Su, hava, atıklar v.b)
4. Kapital ve pazarlama
5. Diğer yasa, yönetmelik, tüzüklerin yatırımlara katkısı veya sınırlamaları
6. Enerji temini ve ulaşım





Şekil 46 Düzensiz bir mermer ocağı

C– Teknolojik Faktörler ve Metotlar

1. Doğal taş üretim metotları
2. Doğal taş ocak üretim makinaları
3. Doğal taş ocak üretim yardımcı iş makinaları

Sorunsuz veya sınırlı riskli bir blok doğal taş üretimi için yukarıda üç ana temel konuda özetlenen her bir faktör tek tek irdelenerek doğal taş ocak planlaması yapılması gerekir. Yukarıda verilen faktörlerin kısaca aşağıda açıklanmasında yarar vardır.

A– Doğal ve Jeolojik Faktörler

A-1. Topografik Koşullar

Bir doğal taş yatağının bulunduğu topografik koşulu, o doğal taş yatağının:

- a) Açık veya kapalı işletme metodu ile yapılmasına
- b) Üretim tipi olarak tek kademeli veya çok kademeli kapalı/açık eliptik
- c) Kademeli/kademesiz yatak boyunca kuşaklama tipinde üretim planlamasının etkisi

- d) Yol ve alt yapı gereksinimlerinin sağlanması
- e) Yıllık çalışma gün sayısına, buna bağlı olarak doğal taş (mermer) üretim miktarı ve planlamasına etkisi
- f) Ortam ve iklim koşulları

A-2. Doğal Taş Yatağının Boyutları, Şekli ve Konumu

Bir doğal taş yatağının masif ve/veya tabakalı-yapraklanmalı durumu yatağın boyutlarını (derinlik, en ve boy) planlamada hem üretim metodu seçimine hem de üretim makinaları seçimine etki edecektir. Diğer yönden boyutları itibariyle rezerv durumu da planlamada etken rol oynayacaktır.

A-3. Jeolojik Faktörler

Tabakalanma/yapraklanma, kıvrımlar mevcut çatlakların yoğunluğu, yönleri, aralıkları, sıklıkları, faylanmalar ve diğer süreksizlikler hem üretim teknolojisini hem de verimliliği buna bağlı olarak maliyetleri ve satışları etkileyecektir.

Doğal taş yatağının mineralojisi, petrografisi, makro ve mikro büyüklükte yapılar ve dokusal durumu önemli etkenlerdir. (Şekil 48, 49, 50 ,51)



Şekil 48 Yapısal jeoloji elemanlarından yararlanılarak uygun kesme makinesi meçimi ve blok üretimi



Şekil 49 Jeolojik detay incelemesiz bir granit mermer ocak açılması (Kaman)



Şekil 50 Terk edilmiş bir granit ocağından diğer bir görünüm



Şekil 51 Yapısal jeoloji etüdü yapılmamış bir granit ocağı ve aynı zamanda teknoloji seçimi hatalı seçilmesi sonucu teknoloji değiştirmesi (Kulaksız, 2000)

Diğer yönden doğal taşın mineralojik, petrografik ve kimyasal bileşenlerinin özellikleri yapı ve doku özellikleri tane boyu ile birlikte matriksi de kesilebilirliği, parlatılabilirliği etkileyecek, buna göre kesme, parlatma makina ve teçhizatı seçilecektir.

A-4. Doğal Taşın Jeomekanik Özellikleri

Bunları da iki grupta toplayabiliriz.

Fiziksel Özellikler: Doğal taşın yoğunluğu, gözenekliliği, dona karşı dayanımı ve su emmesi kesme makinaları ile birlikte parlatma ve kullanım alanları seçiminde etkili olacaktır. Diğer yönden aşındırma ve aşındırıcılık özellikleri de kesme/parlatma ve doğal taşın kullanım yerleri seçiminde önemli faktörlerdendir.

Ocak planlaması klasik basamak yükseklik ve genişlik değerleri tamamen doğal taşın morfolojik yapısı, yataktaki jeolojik yapılar, renk ve desen dokusuna göre tasarlanmaktadır.

Burada önemli olan yukarıda belirtilen süreksizliklerin (özellikle çatlak sistemleri, tabakalanma ve faylanma) kademelerle kama veya düzlemsel kaymalara neden olabilirler.

Mekanik Özellikler: Doğal taşın tek eksenli basma, çekme, burkulma, eğilme, aşınma dayanımları vb. özellikleridir. Bu özellikler de makine-teçhizat seçiminde motor güçlerini, kesme testerelerini, aşındırma-parlatma malzemelerini etkileyecektir.

B– Sosyo – Ekonomik Faktörler

B-1.Sosyal Yapı

Bir doğal taş ocağının işletilmesinde yöreden kalifiye insan temini diğer destek hizmetleri ve sosyal altyapı sisteminin kurulmasına ihtiyaç göstermeyecektir. Örneğin; konut, barınma, okul, çevre düzenlemesi, sağlık gibi.

Diğer taraftan yerel insanın yanlış bilgilendirme sonucu çevre problemleri ileri sürülerek insanlık için gerekli hammadde kaynaklarının işletilmesi ve milli ekonomiye kazandırılması da önemli bir faktör olarak bugünkü planlamada karşımıza çıkmaktadır. Farklı siyasi tercihler de yatırımları engelleyebilir.

B-2. Yerel Yönetimler

Yerel yönetimler ile ilişkiler tüm dünyada madencilik sektörü için yeni bir olgu meydana getirmektedir. Bu bağlamda ortak işbirliği ile yöreye ve insanlara daha faydalı bir ortam yarattığı saptanmıştır. Yerel yönetimlerle işbirliği doğal kaynakların daha iyi kullanılma olanakları sağlayabilir.

B-3. Çevre Koruma

Bir maden, doğal taş, hammadde işletmecisi bir çevreciden daha çok çevreci olmalıdır. Üretim planlaması için de kesinlikle çevre koruma planlaması ve uygulaması bulunmalı ve bunun için bir maliyet hesaplaması ile birlikte uygulamada da tüm dokümanlar, veriler arşivlenmelidir. Topografik olarak görünüm çirkinliği yeniden düzenlenme ile ortadan kaldırılmalıdır. Diğer yönden çevresel etki ve ocak artık değerlendirmelere örnekler (Şekil 46, 47, 53, 54)



Şekil 47 Hiçbir koruma engeli olmayan mermer işleme tesisinde kalsit çamur ve bataklığa saplanan çevre insanı

B-4. Yatırım Kapitali ve Pazarlama

Teknolojik faktörler üretim kadar önemli olan ürettiğini pazarlayabilme ve buna göre de yatırım ve kapital yönlendirilmelidir. Büyük yatırımlar öncesi pilot üretimle pazar denenmeli daha sonra yatırım ve makina parkının kurulmasında fayda vardır. Bunun için de taşeron yolu veya makina kiralama yöntemi uygunluğu araştırılmalıdır.

B-5. Yasal Durum

Yatırım yapılacak doğal taş sahasının özellikleri nedeniyle yasal kısıtlamaların olup olmadığı araştırılmalıdır. Her doğal kaynağın kendine has özellikleri olup buna göre ilgili yönetmelikler güncelleştirilmelidir.

B-6. Enerji Kaynakları ve Ulaşım

Bir doğal taş işletmesinde özellikle enerji temel girdilerden bir tanesi olup açılacak doğal taş ocağına yakınlığı önemli bir parametredir. Eğer bu kaynaklar yakın değil ise suyun taşınması ve elektriğin üretilmesi gerekecektir.

Gerek malzemenin nakli gerek ise üretilen doğal taşın taşınması için yolların yapılması ile birlikte ana ulaşım yollarına yakınlığı önemli bir etkidir. Diğer taraftan ulusal ve uluslararası nakliyat için ana limanlara ve istasyonlara yakınlık da pazarlamayı etkileyecektir.

C– Teknolojik Faktörler

Burada özellikle doğal taş blok kesimi için uygun yöntemin ve buna bağlı olarak uygun blok kesim makinalarının tespiti ve uygulaması önemlidir. Bu konuyla ilgili faktörler ve yöntemler ileriki konularda geniş olarak verilmektedir.

Burada çok kaba bir şekilde çevre korumaya yönelik mermer artıklarının iki değerlendirmesini Şekil 53 ve 54 'de güzel bir örnek olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 54 Atık düzensiz bloklarının değerlendirilmesine bir örnek. Küp taş kesimi.







Şekil 54 Artık taşların istinat duvarları, erozyon kontrolleri, yamaç şevleri, köprü ayak kontrolleri, dere ve akarsu mecrası ıslahlarında kullanımı

DEĞİNİLEN KAYNAKLAR

Arioğlu, E. ve Biron, C., 1980, Madenlerde Tahkimat İşleri ve Tasarımı, Birsen Yayınevi, İstanbul, 777 s.

Bayarı, C. S., 1991, Aşağı Zamantı Havzası (Aladağlar) Karst Hidrojeolojisi İncelemesi, Doktora Tezi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 164 s.

Bekişoğlu, K.A., 1959, Maden İşletmeciliği, Cilt I, II, III, Etibank.

Bise, C.J. ve Stefanko, R., 1982, CoalMiningTechnology, SMME, New York

Brawner, C.O. (Editor), 1972, GeotechnicalPracticeforStabilityIn Open PitMining, New York, 274 p.

Brawner, C.O.(Editor), 1982, Stability of SurfaceMining, Vol. 3, 872 p.

Bureau of Mines, 1981, Mine WasteDisposal, Technology Transfer Workshop, Denver, Colo., 70 p.

Carr, D.D, 1994, IndustrialMineralsandRocks, SMME Littleton, Colarado, Volume I and II

Coates, D. F., 1981, RockMechanicsPrinciplesChapter 8 - Rockdynamics. Energy, MinesandResourcesCanada, Monograph., 874 p.

Crawford, J.T.; Hustrulid, W.A. (Editors), 1979, Open Pit Mine Planning and Design, AmericanInstitute of Mining, MetallurgicalandPetroleumEngineers, Inc., New York, 367 p.

Erguvanlı, K., 1973, Mühendislik Jeolojisi, İstanbul, 552 s.

Erguvanlı, K., 1994, Eski ve Yeni Taş Çıkarma ve İşleme Yöntemleri, Türkiye'de Mermer, Sayı:33, s. 25-28.

Hanecioğlu B. 2006, Pilot Model Elmas Telli Kesme Makinesinde Bazı Makine Parametrelerinin İncelenmesi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara

- Harben, P.W., 1995, TheIndustrialHandyBook, IndustrialMineralsDivision Metal Bulletin, PLC London, 773p.
- Hartman, H.L., 1987, IntroductoryMiningEngineering, John Wiley&Sons, NewYork, 683 p.
- Hoek, E., Bray, J.W., 1991, Kaya Şev Stabilitesi, 354 s., Çevirenler: Paşamehmetoğlu, G.A., Özgenoğlu, A., Karpuz, C.)
- Hoek, E., Brown, E.T., 1981, Underground Excavation İn Rock, TheInstitution of MiningandMetallurgy, London, 527p.
- Hustrulid, W.A, 1982, Underground MiningMethodsHandbook, Society of MiningEngineers of AIMMEP Inc. NewYork, 1727 p.
- Hustrulid, W.A, Kuchta, M, 1988, Open Pit Mine Planning, C.1, 636 p.
- Hustrulid, W.A, 1999, BlastingPrinciplesfor Open PitMining, Vol1-2, A.A Balkema Rotterdam, 1013 p.
- ISRM, 1992, AsianregionalSymposium on RockSlopes, Oxford&IBH Publishing Co. Pvt., Ltd., 484 p.
- İleri, S., 1988, Tarih Öncesi Anadolu Mermercileri, Mermer Dergisi, No:20
- İzbırak, R., 1969, Sistematik Jeomorfoloji, Ankara, 331 s.
- Jeremic, 1992, GroundMechanicIn Hard Rocks, Balkema, Rotterdam, 537 s.
- Karaca, Z., 2001, Mermer İşletmeciliği, Dokuz Eylül Üniversitesi Torbalı Meslek Yüksekokulu
- Kulaksız, S. , Demirbugan, A., 1988, Göynük (Bolu) Linyit Yatağının Duraylılık Analizi, Türkiye 6. Kömür Kongresi, s. 547-554
- Kulaksız, S., 1989, BLİ Göynük Açık Ocak İşletmesi Bilgisayarla Şev Analizi, Isparta Müh. Haftası Sempozyumu

- Kulaksız, S., 1989, BLİ Himmetoğlu Açık Ocak Şev Analizi, Türkiye Mad. Bil. Teknik Kongresi, s. 121-135
- Kulaksız, S., 1991, Maden İşletmeye Giriş, Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, Teksir No:9, Ankara, 201 s.
- Kulaksız, S.; Görmüş, S.; Şahbaz, A.; Şentürk, A., 1991, Keles (Bursa, M.L.İ.) Açık Ocak Linyit İşletmesinde Yapısal Eleman Şev Duraylılığı İncelemesi, 2.Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, s.299-312
- Kulaksız, S.; Aksoy, H., 1991, Çan (Çanakkale) Açık Ocak İşletmesi Heyelan Analizi, Türkiye 1. Ulusal Heyelan Sempozyumu, Trabzon, s. 177-190
- Kulaksız, S., Özgenoğlu, A., Paşamehmetoğlu, G., 1992, Slopefailuresassociatedwithsoftlayers, A casestudy, AsianSymposium on RockSlopesProceedings, pp. 445-451
- Kulaksız, S., Özgenoğlu, A., 1993, Slopestabilityproblemwithassociatedwithgeologicalstructures in Can Lignite Mine, AssesmentandPrevention of FailurePhenomena in RockEngineering, pp. 567-572
- Kulaksız, S., Şentürk, A., 1994, TKİ bazı linyit işletmelerinde şev duraysızlıkları-heyelanları, S. Ü. Mühendislik Haftası Sempozyumu
- Kulaksız, S.; Ulusay, R.; Ünver, B. (Editörler), 1996, 3. Ulusal Kaya Mekaniği Sempozyumu, 310.s
- Özgenoğlu, A., 1986, Kömür Açık Ocaklarında Şev Duraylılığı, TKİ-ODTÜ Seminer No:5, 119 s.
- Sodenberg, A., 1959, Elements of LongRange Open Pit Planning, MiningCongressJournalAp., pp. 54-58.
- Şentürk, A., 1996, Mermer Endüstrisinde Gelişmelere Bir Bakış, Mermer Teknolojisi, SDÜ Mermer Araştırma Grubu, Isparta, s. 1-8.
- Ulusay, R. 2001, Uygulamalı Jeoteknik Bilgileri JMO Yayınları No:38, Ankara