

AÇIK OCAK İŞLETMELERİ İÇİN MADEN
KAPATMA SÜRECİ VE ÖRNEK
UYGULAMALAR
Volkan PUSA
Yüksek Lisans Tezi
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
Haziran-2008

AÇIK OCAK İŞLETMELERİ İÇİN MADEN KAPATMA SÜRECİ VE
ÖRNEK UYGULAMALAR

Volkan PUSA

Dumlupınar Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca

Maden Mühendisliği Anabilim Dalında

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Necmettin ÇETİN

Haziran-2008

KABUL ve ONAY SAYFASI

Volkan PUSA'nın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı "Açık Ocak İşletmeleri İçin Maden Kapatma Süreci ve Örnek Uygulamalar" başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

...../...../2008

Üye : Prof. Dr. Birol ELEVİLİ



Üye : Yrd. Doç. Dr. Necmettin ÇETİN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Veli UZ

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../.... Gün ve Sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Sabri ÖZYURT

Fen bilimleri Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Yoğun uğraşlar sonucunda ortaya çıkan bu tez çalışması boyunca desteğini benden esirgemeyen, bilgi birikimiyle yol göstererek, çalışmamın başarıyla sonuçlanmasını sağlayan değerli danışmanım sayın Yrd. Doç. Dr. Necmettin ÇETİN'e şükranlarımı sunarım.

Ayrıca çalışmalarım sırasında özellikle saha uygulamaları konusunda desteğini gördüğüm GLİ Maden Mühendislerinden Halil ÜNLÜ'ye, MATEL Hammadde Sanayi den sayın Eser DOĞRU'ya, kaynak temini konusunda yanımda olan değerli Maden Mühendisleri Odası çalışanlarına, çalışmalarımda desteği olan herkese teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Son olarak bu günlere gelmemi sağlayan, en kötü günlerimde dahi benden maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, hayatımın her aşamasında yanımda olan aileme şükranlarımı sunarım.

AÇIK OCAK İŞLETMELERİ İÇİN MADEN KAPATMA SÜRECİ VE ÖRNEK UYGULAMALAR

Volkan PUSA

Maden Mühendisliği, Yüksek Lisans Tezi, 2008

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Necmettin ÇETİN

ÖZET

Madencilik faaliyetlerine bağlı olarak çalışılan bölgenin ekolojik ve topoğrafik özelliklerinin tahrip edilmesi, gerek sektörel, gerekse çevresel bakımdan çok büyük bir problem oluşturmaktadır. Bu çalışma, yer altı kaynaklarımızın ekonomik biçimde işletilirken, doğa tahribatının asgari düzeyde tutulabileceğinin, hatta madencilik faaliyetleri nedeniyle değişen doğal yapının eskisinden çok daha verimli ve çok daha zengin biçimde tekrar doğaya kazandırılabileceğini gösterebilmek amacıyla yapılmıştır.

Dünya’da ve ülkemizde madencilik denince akla ilk gelen soru, doğa tahribatının ne derece büyük olacağı ve buna bağlı olarak ileride yaşanabilecek çevresel problemler olmaktadır. Özellikle ülkemizde madencilik kültürünün fazlaca gelişmemiş olması nedeniyle, konuya çok daha önyargılı biçimde bakılmaktadır. Bu durum çoğunlukla sivil toplum örgütleri ve yerel halkı madenciler ile karşı karşıya getirmekte ve bazen ülke ekonomisi açısından çok büyük değer taşıyan madenlerimizin işletilememesi bile söz konusu olabilmektedir.

Ülkemiz yeraltı kaynakları açısından oldukça zengin mineral potansiyeline sahiptir. Yeraltı kaynaklarımızın işletilebilmesi, hem ülke hem de çalışılan yörenin kalkınması açısından çok önemlidir. Bu sebeple madencilik faaliyetlerinin neden olduğu çevresel tahribatın bertaraf edilmesi ve yeraltı kaynaklarımızın değerlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca madenler, ülkemizin refah seviyesinin artmasında da önemli bir role sahiptir.

Konu ile ilgili bilimsel araştırmalar devam etmektedir ve bu araştırmayı destekler niteliktedir.

Anahtar Kelimeler: Açık Ocak İşletmeciliği, Madencilik ve Çevre, Madenlerin Kapatılması, Reklamasyon, Yeniden Kazanım.

MINE CLOSURE PROCESS FOR OPEN PIT MINE OPERATIONS AND MODEL PRACTICES

Volkan PUSA

Mining Engineering, Master Thesis, 2008

Thesis Advisor: Assist. Assoc. Prof. Necmettin ÇETİN

ABSTRACT

Damage to the ecological and topographical characteristics of a region where the work is performed due to mining activities constitutes a very grave problem in both sectorial and environmental sense. This study was conducted to demonstrate that damage to the environment can be kept at minimum while our underground resources are economically operated, furthermore, that the natural texture which has changed on account of mining activities can be recovered for the nature in a way that is much more efficient and much richer than before.

The first question that comes to mind talking about mining in the world and in our country is how big the damage to nature shall be and the extent of environmental problems that can potentially emerge in the future because of that. Especially in our country, the issue is handled in a much more prejudiced manner since the mining culture is not very sophisticated. This situation creates an opposition between non-governmental societies, local people on the one hand side and miners on the other hand side; sometimes it may even bring about failures to operate our mines that are utterly valuable for the economy of the country.

Our country has a quite rich mineral potential with respect to the underground resources. The ability to operate our underground resources is of great significance with respect to the development of not only the country but also the region where the work is performed. For that reason, it is necessary to dismiss the environmental damage caused by mining activities and to make use of our underground resources. Furthermore, the mines have an important role in elevating the prosperity level of our country.

The scientific studies about the subject are underway and they support this study.

Keywords: Closure of Mines, Mining and Environment, Open Pit Operation, Reclamation, Re-cultivation.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. MADEN KANUNU AÇISINDAN OCAKLARIN KAPATILMASI VE RUHSATLARIN TERK EDİLMESİ.....	2
2.1. Arama Ruhsatlı Sahaların Terk Edilmesi :.....	5
2.2. Sahanın İşletmeye Alınması :.....	7
2.3. İşletme İzninin Alınması :.....	8
2.3.1. Gayri sıhhi müessese izni (GSM) :.....	12
2.3.2. Çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) :.....	12
2.3.3. Mülkiyet izni :.....	21
2.4. İşletme Ruhsatlı Sahanın Terk Edilmesi ve Ruhsatın Hükümden Düşmesi :.....	24
3. MADENCİLİĞİN ÇEVRESEL ETKİLERİ :.....	25
3.1. Arazi Yüzeyi Etkileri.....	26
3.1.1. Topoğrafya :.....	26
3.1.2. Toprak :.....	27
3.1.3. Erozyon :.....	27
3.1.4. Kütle Kaybı :.....	29
3.2. Hidrolojik Etkiler.....	30
3.2.1. Ocak alanlarının bozulması ve tortu :.....	30
3.2.2. Yerüstü su kalitesi – kimyasal etkileri :.....	30
3.2.3. Yüzey su miktarı :.....	33

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	<u>Sayfa</u>
3.2.4. Yeraltı su kalitesi :	37
3.2.5. Yeraltı suyu miktarı :	39
3.3. Bitki Örtüsü ve Vahşi Yaşam Etkileri :	42
3.4. Toplumsal Etkiler :	43
4. MADENLERİN KAPATILMASI VE YENİDEN KAZANIM ÇALIŞMALARI :..	44
4.1. Planlama :	45
4.1.1. Arazi kullanım planlama çalışmaları :	45
4.1.2. İyi planlama, yeniden kazanım maliyetlerini azaltır :	52
4.2. Yeniden Düzenleme ve Arazinin Şekillendirilmesi :	54
4.2.1. Sahanın stabilizasyonu :	54
4.2.2. Erozyon kontrolü :	63
4.2.3. Atıklar ve atıkların ıslah edilmesi :	65
4.2.4. Su yollarının ıslah edilmesi :	67
4.3. İyileştirme – Biyolojik Kazanım :	69
4.3.1. Toprakların kullanımı :	70
4.3.2. Maden sahalarında bitkilendirme :	80
4.4. İzleme ve Bakım :	91
4.5. İşletilmesi Sona Ermiş Ocakların Kullanım Alanları :	92
4.5.1. Tarımsal amaçlı kullanım :	92
4.5.2. Orman amaçlı kullanım :	92
4.5.3. Ocak çukurunun göl olarak düzenlenmesi :	93
4.5.4. Bina inşa edilmesi yerleşim ve endüstriyel kullanım :	93
4.5.5. Doğal Parklar :	96
4.5.6. Çöp (Moloz) Sahası Olarak Kullanım :	96

İÇİNDEKİLER (Devamı)

	<u>Sayfa</u>
4.5.7. Hayvancılık Yapılması :.....	97
5. AÇIK OCAK YENİDEN KAZANIMI ÜZERİNE ÖRNEK UYGULAMALAR ...	98
5.1. Dünyadaki Mevzuat ve Örnek Uygulamalar :.....	98
5.1.1. İngiltere :	98
5.1.2. Amerika Birleşik Devletleri :	99
5.1.3. Almanya :	107
5.1.4. Kanada :	114
5.2. Türkiye’den Örnek Yeniden Kazanım Uygulamaları :	120
5.2.1. Garp Linyitleri İşletmesi Yeniden Kazanım Çalışmaları :.....	120
5.2.2. Değirmisaz Kömür Havzası Yeniden Kazanım Çalışmaları :	128
5.2.3. MATEL Hammadde San. ve Tic. A.Ş. Yeniden Kazanım Çalışmaları :	130
5.2.4. Aydın Linyit A.Ş. Yeniden Kazanım Çalışmaları :	132
6. Sonuç ve Öneriler.....	135
6.1. Sonuçlar.....	135
6.2. Öneriler.....	136

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Madencilik Faaliyetleri İş-Akış Planı	3
2.2. Maden Kanunu 7. Maddesince Alınması Gereken İzinler ve Yeniden Kazanım İle İlişkisi.....	11
2.3. ÇED Yönetmeliği Uygulama Prosedürü (Ek-1 Prosedürü) [5].....	16
2.4. ÇED Yönetmeliği Uygulama Prosedürü (Ek-2 Prosedürü) [5].....	17
3.1. AMD Oluşumun şematik gösterimi	32
3.2. Madencilik faaliyetleri nedeniyle etkilenen yeraltı suyu akış sistemi.....	40
4.1. Arazi kullanım planlama modeli	47
4.2. Makro ve mikro düzeyde arazi kullanım planı	48
4.3. Maden-arazi kullanım planlaması	49
4.4. Dolgu malzemesi ile payanda oluşturmak	56
4.5. Karşıt ağırlık koyarak stabiliteyi sağlama.....	56
4.6. Mekanik yolla stabilize edilmiş şev	57
4.7. Destekleme elemanları+Yakalama Tekniğinin Kullanıldığı Şev Kesiti	59
4.8. Yüzeyle direkt yerleştirmenin yapıldığı tipik bir dragline operasyonu.....	60
4.9. Döküm alanındaki dozer operasyonları	61
4.10. Drenaj kanalında bir riprapp uygulaması (Boyer Madeni, ABD).....	69
4.11. Toprak tabakasının horizonları	72
4.12. Sugarite Kanyonu Kömür Madeni Yeniden Kazanım Projesi-New Mexico	84
4.13. Orman amaçlı arazi kullanımı	92
4.14. Nihai ocak çukurunun göl olarak dizaynı.	93
4.15. Yeniden Kazanımdan sonra amfitiyatro haline getirilmiş maden ocağı.	95
4.16. Havaalanı olarak reklame edilmiş açık maden ocağı – (Kentucky ABD)	96
5.1. Taff Bargoed Milli Parkı	99
5.2. OSM Birimleri ve Personel Sayıları	100
5.3. OSM Bütçesi Harcamalarının Dağılımı	101
5.4. Yeniden Kazanım çalışmaları (Doğu Tenesse – ABD)	102
5.5. Linyit ocağı dragline operasyonu (Teksas - ABD)	103
5.6. Linyit Ocağı Dekapaj Malzemesi (Teksas - ABD).	103

ŞEKİLLER DİZİNİ (Devamı)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
5.7. Madencilik sonrası ortaya çıkan dikşevler (Teksas - ABD)	104
5.8. İslah edilmiş şevler (Teksas - ABD)	104
5.9. Hydro-seeding (Sulu Gübreleme) uygulaması (Teksas - ABD)	105
5.10. İslah edilmiş maden sahası (Teksas - ABD)	105
5.11. İslah edilmiş çiftlik sahası (Teksas - ABD)	106
5.12. İslah edilmiş dik şevler sahası (Teksas - ABD)	106
5.13. Açık ocak linyit işletmesi	109
5.14. Kapatılan açık ocak	109
5.15. Açık ocağın göle çevrilmesi	110
5.16. Açık maden ocağı şev duraylılığı	111
5.17. Kütle aktarmayla şev meyili azaltılması	111
5.18. Yeraltı suyu ve yer tabakalarının kontominasyonu	113
5.19. Batı Virjinya kömür madeni yeniden kazanım çalışmaları	116
5.20. AMD toplama gölü (Kanada)	119
5.21. AMD Hendeği (Kanada)	119
5.22. 12 nolu ağaçlandırma sahası	122
5.23. 10 nolu ağaçlandırma sahası	122
5.24. 6 nolu saha (madenci ormanı) bir görünüm	125
5.25. Doğal tohumlama yoluyla oluşan ağaçlar (12 no lu saha)	126
5.26. 12 nolu ağaçlandırma sahasında ki tür kirliliği yaratan alyantus bitkileri	127
5.27. 12 nolu ağaçlandırma sahası ve eski ocak çukurları	127
5.28. Çalışma esnasında ve ıslah sonrası sahadan bir görünüş (Değirmisaz)	128
5.29. Fıstık çamları ve eski üretim basamaklarının üzerindeki mahlepler	129
5.30. Mahsül vererek ekonomik fayda sağlayan fıstık çamları ve nihai ocak çukuruna dolan yeraltı suları sayesinde oluşan, içerisinde balık yetiştirilen göl manzarası	130
5.31. İstanbul-Şile İR-1294 ruhsat no lu maden sahası	130
5.32. Karakiraz eski maden ocağı ağaçlandırma sahası	131
5.33. Üretime yatmış Gemlik çeşidine ait tesis	133
5.34. Şaraplık bağ alanı	133

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Maden Ruhsat Süreleri, Grupları ve Limitleri	4
2.2. ÇED Yönetmeliği Ek-1 Listesi	14
2.3. ÇED Yönetmeliği Ek-2 Listesi	15
3.1. Asit maden drenajı açısından önem taşıyan başlıca sülfürlü mineraller.	31
4.1. Kömür üretimi ve hazırlanmasından kaynaklanan çevresel kontrol maliyeti	53
4.2. Araziye göre tohumlama yöntemleri.....	89
5.1. Ağaçlandırılan bölgeler ve dikilen ağaç cinsleri (Tunçbilek)	123
5.2. Ağaçlandırılan sahalarda yapılan işler ve maliyetleri (Tunçbilek).....	124

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltma</u>	<u>Açıklama</u>
MİGEM	Maden İşleri Genel Müdürlüğü
A.B.D.	Amerika Birleşik Devletleri
GSM	Gayri Sıhhi Müessese
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirmesi
AMD	Asit Maden Drenajı
AOC	Approximate Original Contouring
Kw	Kilowatt
Hp	Horse Power (Beygir Gücü)
OSM	Office of Surface Mining
SML	Surface Mining Law
AMRF	Abandoned Mine Reclamation Fund
AML	After Mining Land
EARP	Enviromental Assesment Review Process
LMBV	Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft
T.K.İ.	Türkiye Kömür İşletmeleri
G.L.İ.	Garp Linyitleri İşletmesi

1. GİRİŞ

Açık Ocak İşletmeleri İçin Maden Kapatma Süreci ve Örnek Uygulamalar çalışması, madencilik çalışmaları nedeniyle tahrip edilen doğanın, eskisinden çok daha verimli ve zenginleştirilmiş olarak doğal hayata yeniden kazandırılabilceğinin anlaşılabilmesi amacıyla yapılmıştır.

Bu çalışma dört ana başlıktan oluşmaktadır. İlk olarak ülkemizde konu ile ilgili olarak halen yürürlükteki kanun ve yönetmelikler ele alınarak, konuya hukuki açıdan bakılmıştır. İkinci bölümde, sorunun kaynağına inebilmek amacıyla madenciliğin neden olduğu çevresel sorunlar irdelenmiş ve çalışılan bölgenin doğal yaşamı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Daha sonraki bölümde ise oluşan çevresel sorunların nasıl bertaraf edilebileceğine değinilerek, ideal bir yeniden kazanım çalışmasının nasıl olması gerektiği ve bunun aşamaları anlatılmıştır. Son bölüm olan örnek uygulamalar bölümünde de gerek ülkemizden gerekse dünyadan, yapılan yeniden kazanım çalışmaları anlatılmış, bu çalışmalar neticesinde de madencilik yapılan sahaların eskisinden çok daha verimli hale getirilebildiği anlatılmıştır.

Çok geniş bir literatür taraması, kanun ve yönetmelikler, yasal mevzuat ile ilgili olarak çalışan kamu görevlileri, yeniden kazanım ve rekültivasyon çalışmalarını hayata geçiren kamu görevlileri ve doğa gönüllüleri ile bu konuda hazırlanmış Bitirme ve Yüksek Lisans tezleri kaynak olarak kullanılarak bu çalışma ortaya konmuştur.

Ülkemizde yeni çıkarılan kanunlar ile konuya olan hassasiyetin artışı, ancak uygulama prosedürlerinde zaman zaman yetersizliklerin meydana geldiği gözlemlenmektedir. Ayrıca konuya ilişkin olarak daha fazla bilimsel çalışmalar yapılmalıdır. Farklı meslek gruplarından uzmanların ekip halinde çalışması neticesinde yeni çözüm önerilerinin sunulabileceği ve özellikle yurt dışındaki uygulamalar göz önünde bulundurularak madencilik faaliyetleri nedeniyle tahrip edilen doğanın daha verimli hale getirilerek terk edilebileceği gözlemlenmiştir.

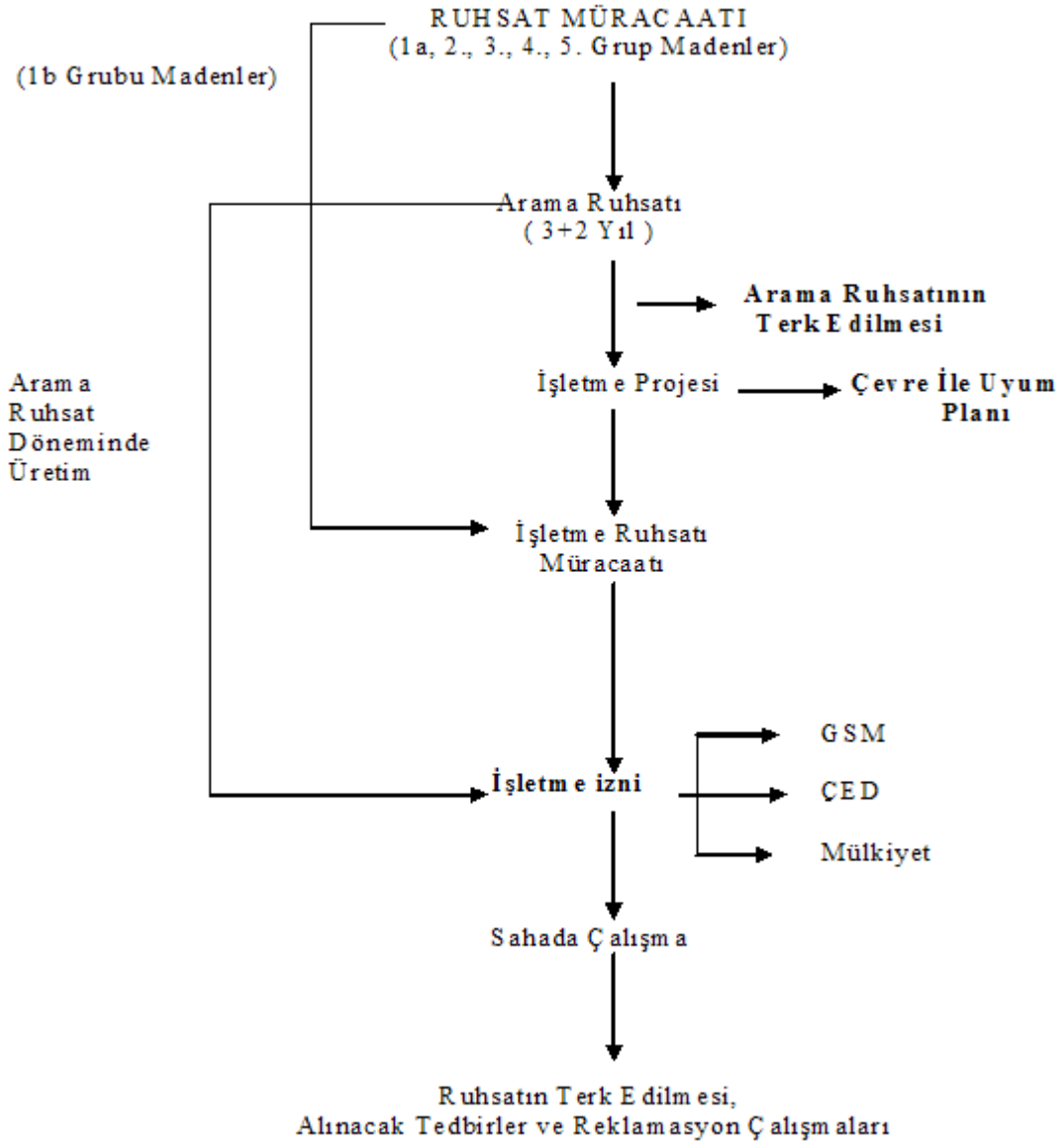
2. MADEN KANUNU AÇISINDAN OCAKLARIN KAPATILMASI VE RUHSATLARIN TERK EDİLMESİ

Madenlerin kapatılması aşamasında, maden sahasında yapılan çalışmalar kadar önemli olan diğer bir konuda, bu dönemde geçen hukuki süreçtir. Her ülke kendi maden veya çevre kanunları çerçevesinde konuyu ele almaktadır. Esasında kapatılma aşamasında üzerinde durulması gereken en önemli konu, tahrip edilen maden sahasının doğaya tekrar kazanımı olduğu için, çevre ve maden kanunlarının kombine çalışması çok daha verimli olmaktadır.

Madencilik faaliyetleri sırasında ya da sonrasında gerek doğal çevre gerekse yerel topluluklar üzerinde olumsuz etkiler de söz konusudur. Bu etkileri ortadan kaldırmaya ya da en aza indirmeye yönelik önlemlerin (ayrı çevre yasaları ile özel olarak düzenlenmiyorsa) maden kanunları ile ortaya konulması gerekmektedir. 1980’li yıllardan bu yana maden kanunlarında çevre ya da yerel toplulukları korumaya yönelik düzenlemelerin giderek artmakta olduğu gözlenmektedir [1].

Nitekim gelişmişlik düzeyi çok yüksek ve de madencilik geçmişi olan Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada gibi ülkelerde konuya bu şekilde yaklaşılmaktadır. Adı geçen bu ülkelerde, maden sahasının işletmeye açılmasından kapanmasına kadar, çalışılan bölgeye yapmış olduğu her türlü etki tek tek analiz edilerek, alınabilecek önlemler peşinen hesap edilmektedir. Bu sayede hem yeraltı kaynaklarını optimum düzeyde kazanıp, hem de çevresel problemleri minimal düzeyde tutmaktadırlar. Bu ülkelerde ki maden kapatılma sürecine kanuni bakış, ileriki bölümlerde daha detaylı olarak ele alınacaktır.

Madencilik kültürüne sahip olan ülkeler konuya bu şekilde bakmaktayken, maalesef ülkemizde bu konuya pek de önem verilmemektedir. 5.Haziran.2004 yılında 5177 sayılı yasa yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Daha sonra ise 3.Şubat.2005 tarihinde 25716 sayı ile 5177 sayılı kanunun uygulama yönetmeliği resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Böylece ülkemizde şu anda kullanılmakta olan ‘5177 Sayılı Kanunla Değişik 3213 Sayılı Maden Kanunu ve Uygulama Yönetmeliği’ son şeklini almıştır. Adı geçen kanunda yukarıda anlatılanlara paralel olarak, madenlerin kapatılma sürecine değinilmiştir. Kanun, bir maden ocağının kapatılma şeklini net olarak tarif etmiştir. Ancak kanuna göre, bir maden sahası açılmaya başlamadan önce verilen taahhütler ve alınacak izinlerden dolayı verilen taahhütler çok daha büyük yer tutmaktadır. Bu nedenle bir maden arama ruhsatının alımından, işletme ruhsatına geçilmesi ve ruhsatın terkine kadar geçen kanuni süreci burada incelemek faydalı olacaktır.



Şekil 2.1. Madencilik Faaliyetleri İş-Akış Planı

5177 Sayılı Kanunla Değişik 3213 Sayılı Maden Kanununa göre, maden ruhsatları beş grup, altı farklı alan büyüklüğü ve iki temel süreye ayrılmıştır [2].

Çizelge 2. 1. Maden Ruhsat Süreleri, Grupları ve Limitleri

RUHSAT GRUBU		RUHSAT SÜRESİ	RUHSAT ALAN LİMİTLERİ
I. grup maden ruhsatları	a grubu	5 yıl	10 hektar
	b grubu	10 yıl	50 hektar
II. grup maden ruhsatları		Arama : 3 yıl İşletme :10 yıl	100 hektar
III. grup maden ruhsatları		Arama : 3 yıl İşletme : 10 yıl	500 hektar
IV. grup maden ruhsatları		Arama : 3+2 yıl İşletme : 10 yıl	2000 hektar
V. grup maden ruhsatları		Arama : 3 yıl İşletme : 5 yıl	1000 hektar

5177 Sayılı Kanunla Değişik 3213 Sayılı Maden Kanununa göre, 1(a) grubu ruhsat müracaatları İl Özel İdarelerine, 1(b), 2, 3, 4 ve 5. grup ruhsat ya da sertifika müracaatları Maden İşleri Genel Müdürlüğüne (MİGEM) yapılır. Ruhsat müracaatları, ilk müracaat harcı yatırılarak, Maden Kanun Uygulama Yönetmeliğinin 9, 10 ve 11. maddeleri dikkate alınarak yapılır. Ruhsat alınmak istenilen alan 15 gün süre ile müracaat sahibi adına rezerve edilir. Müracaat sahibi Maden Kanununun 11. maddesindeki evraklar ve arama ruhsat harcı ile arama ruhsat teminatını yatırarak arama ruhsatı almaya hak kazanır.

5177 Sayılı Kanunla Değişik 3213 Sayılı Maden Kanunu Uygulama Yönetmeliğine göre 1(a) grubu madenler 5 yıl, 2, 3, 5. grup madenlere 3 yıl, 4. grup madenlere ise 3+2 yıl süre

ile arama ruhsatı verilir. 1(b) grubu madenlerde ise arama ruhsatı yoktur. Bu gruptaki madenlere doğrudan işletme ruhsatı verilir.

Ruhsat sahipleri, istedikleri zaman ya da yasal süre (arama ruhsat süresi bitişine kadar) sonunda işletme ruhsat müracaatında bulunurlar. İşletme ruhsat aşamasına geçmek istemeyen arama ruhsat sahipleri, Maden Kanununun 32. maddesine göre terk talebinde bulunabilirler.

Ruhsatın hükümden düşmesi ve alınacak tedbirler:

Madde 32.- Ruhsat sahibi sahasında gerekli emniyet tedbirlerini almak ve sahanın son durumunu gösterir imalât haritası ve maden jeoloji haritasını Genel Müdürlüğe vermek suretiyle terk talebinde bulunabilir.

Herhangi bir nedenle hükümden düşmüş ruhsatın sahibi de gerekli emniyet tedbirlerini almak ve sahanın son durumunu gösterir teknik belgeleri Genel Müdürlüğe vermek zorundadır.

Ruhsat sahibi yukarıda belirtilen tedbirleri en geç altı ay içerisinde almak ve işletme faaliyetinde bulunulan alanı işletme projesi doğrultusunda çevreye uyumlu hale getirmek zorundadır.

Mücbir sebepler dışında bu süre içerisinde yukarıdaki tedbirleri almayan ruhsat sahibine üç aylık ek bir süre verilir. Verilen bu sürede de gerekli tedbirler alınmamış ise bu tedbirler valilik tarafından yerine getirilir. Valilik tarafından yapılan masraflar ruhsat teminatından karşılanır. Teminatın yeterli olmaması durumunda yapılan masraflar 6183 sayılı Kanuna göre tahsil edilir [3].

2.1. Arama Ruhsatlı Sahaların Terk Edilmesi :

Maden Kanunu Uygulama Yönetmeliğinin 73. maddesine göre arama ruhsat süresi içinde ruhsat sahibi arazi üzerinde herhangi bir tahribatta bulunmamış, araziyi bakir halde bırakmış ise, bir maden mühendisi tarafından hazırlanan ve sahada herhangi bir madencilik faaliyeti olmadığını belirten ‘Terk Raporu’ nu Maden İşleri Genel Müdürlüğüne vermesi yeterlidir. Maden İşleri Genel Müdürlüğü, verilen terk raporunun değerlendirilmesi ve ruhsata

ait yıllık harç borcunun bulunmaması durumunda, terk talebini kabul eder ve ruhsat hükümden düşer.

Yine 73. maddeye göre arama ruhsat süresi içerisinde galeri, yarma, ocak ağız açımı gibi madencilik faaliyetlerinde bulunulmuş, ancak uygun cevher ve ekonomik rezerv tespit edilemediği için terk talebinde bulunulan sahalarda, terk raporu ile birlikte, sahanın son durumunu gösterir imalat haritası ve jeoloji haritası Maden İşleri Genel Müdürlüğüne sunulur. Maden İşleri Genel Müdürlüğü, terk talebi için tetkikte bulunur. Yapılan tetkikte, sahada emniyet tedbirleri alınmamış, arazi yüzeyi eski haline getirilmemişse, gerekenlerin yapılması hususunda ruhsat sahibini uyarır. Bu uyarı neticesinde gerekli hükümleri yerine getirmeyen ruhsat sahibinin yerine, ruhsatın bulunduğu şehrin valiliği gerekli tedbirleri alır. Alınan tedbirler için yapılan masraflar, ruhsat teminatından karşılanır. Teminatın masrafları karşılamaması durumunda ise '6183 Sayılı Amme Alacakları Kanunu' na göre işlem yapılarak, oluşan masrafların tahsilatı ruhsat sahibinden yapılır.

Maden Kanunu'nun 17. maddesine göre; arama döneminde teknolojik araştırma, geliştirme, pilot çalışmalar ve pazar araştırmaları yapmak üzere arama faaliyet raporu ile birlikte müracaat eden ruhsat sahibine, Maden İşleri Genel Müdürlüğü tarafından görünür rezervin %10'una kadar maden üretim ve satış izni verilebilir. Ancak satış izni alınabilmesi için Maden Kanunu'nun 7. maddesinde belirtilen Gayri Sıhhi Müessese (GSM), Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) ve mülkiyet izinlerinin alınması gerekmektedir. İzinler ile ilgili detaylar işletme izni kısmında verilecektir. Eğer arama ruhsat döneminde, ruhsat sahibi Maden Kanununun 7. maddesinde adı geçen izinleri alıp, Kanunun 17. maddesindeki üretim hakkını kullanır ancak işletme ruhsat dönemine geçmek istemezse, yine ruhsatını terk etmek için Maden Kanunu Uygulama Yönetmeliğinin 73. maddesindeki tedbirleri almak zorundadır.

Ruhsatın hükümden düşmesi ve alınacak tedbirler

Madde 73 – Arama ruhsat süresi içinde sahanın terk edilmesi halinde, sahada faaliyette bulunulmamış ise ruhsat sahibi sahada alınacak bir önlem olmadığını Genel Müdürlüğe bildirmek zorundadır. Genel Müdürlük bu dilekçeye dayalı olarak terk talebini değerlendirir.

Üretime yönelik faaliyette bulunulmuş arama ruhsatı veya işletme ruhsatı sahibi;

a) Sahanın teknik nezaretçisi veya maden mühendisi tarafından hazırlanmış, işletme projesi ile verilen çevre ile uyum projesinin uygulanıp uygulanmadığını ve ruhsat alanında can ve mal güvenliği ile ilgili alınan önlemleri, çalışılan her bölge için alınan emniyet tedbirlerini içeren rapor,

b) Sahanın son durumunu gösterir imalat haritası ve jeoloji mühendisi tarafından hazırlanmış maden jeoloji haritası,

ile Genel Müdürlüğe terk talebinde bulunabilir. Genel Müdürlük bu rapora dayalı olarak terk talebini değerlendirir.

Genel Müdürlükçe terk talebi ile ilgili işlemler yapılmadan, saha yerinde de tetkik edilebilir.

Yapılacak tetkikte, can ve mal güvenliği ile ilgili tedbirlerin alınmadığının tespit edilmesi halinde; ruhsat sahibine, alınması gerekli önlemler bildirilerek altı aylık bir süre verilir. Mücbir sebepler dışında bu süre içerisinde yukarıdaki önlemleri almayan ruhsat sahibine üç aylık ek bir süre verilir. Bu süre sonunda da ruhsat sahibinin gerekli önlemleri alıp almadığı gerektiğinde yerinde tekrar tetkik edilebilir. Gerekli tedbirlerin alınmaması durumunda ruhsatın bulunduğu ilin valiliğine bilgi verilir. Gerekli tedbirler valilik tarafından yerine getirilir. Masraflar ruhsat teminatından karşılanır. Yapılan masrafların ruhsat sahibince ödenmemesi durumunda 6183 sayılı Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanuna göre işlem yapılır. Tahsil edilen bedel il özel idaresinin hesabına yatırılır.

Herhangi bir nedenle hükümden düşmüş ruhsatın sahibi de, gerekli emniyet tedbirlerini almak zorundadır. Gerekli emniyet tedbirlerinin alınmaması durumunda, can ve mal emniyeti ile ilgili kazalardan dolayı ruhsat sahibinin sorumluluğu devam eder.

Terk işlemleri ile ilgili olarak ruhsat sahibinin yasal sorumluluğunu yerine getirmemesi, ruhsatın iptali veya ihale edilmesi ile ilgili işlemleri geciktirmez [4].

2.2. Sahanın İşletmeye Alınması :

Ruhsat sahibi, Maden Kanunu Uygulama Yönetmeliği Ek-Form 6' ya uygun formatta düzenlenmiş işletme projesi, sahanın jeolojik ve rezerv bilgilerini içeren arama faaliyet raporu, jeolojik harita, işletme ruhsat talep harcı, işletme ruhsat harcı, işletme ruhsat teminatını yatırarak

tüm belgeleri Maden İşleri Genel Müdürlüğüne teslim ederler. İşletme projesi formatı Ek-Form 6'ya göre 4.7 numaralı başlık, madencilik yapılacak alanın faaliyet sonrası durumunu gösterir çizimler ve detay bilgilerin verileceği bölümdür.

4.7 Çevre ile Uyum Planı

Açıklama: Faaliyet sonrası sahada restorasyon planının uygulanmasıyla ilgili yapılacak işlemleri gösterir çizimler ve açıklamaları verilecektir.

Tesiste kimyasallar kullanılacak ise, kimyasal içeren atıklarının bertaraf edilmesi ile ilgili olarak kullanılacak yöntem ve teknolojiler hakkında detaylı bilgi verilecektir. [4].

Ruhsat sahibinin Maden İşleri Genel Müdürlüğüne sunmuş olduğu işletme projesinin 4. bölümü, 4.7. maddesi olan çevre ile uyum planında, faaliyet sonrası sahada restorasyon planı uygulanmasıyla ilgili yapılacak işlemleri gösterir çizimler ve açıklamalar bulunur. Ruhsat sahibi, faaliyet sonrası yapacağı her türlü ıslah işlemlerini, işletme projesi ve ekleri ile taahhüt etmiş olur. Ruhsat sahibi, işletme faaliyetinin sona ermesi durumunda işletme projesinde taahhüt ettiği çevre ile uyum planını hayata geçirmekle yükümlüdür.

2.3. İşletme İzninin Alınması :

İşletme projesi, Maden İşleri Genel Müdürlüğü tarafından uygun bulunan sahalarda işletme ruhsatı almaya hak kazanır. Fakat ruhsat sahibi işletme ruhsatı ile üretim yapamaz. Üretim yapabilmesi için Maden Kanununun 7. maddesinde belirtilen izinleri almış olmalıdır. Maden Kanununda adı geçen 7. madde izinleri; Gayri Sıhhi Müessese (GSM), Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) ve mülkiyet izinleridir. Maden Kanununun 7. maddesi;

Madencilik faaliyetlerinde izinler:

Madde 7- Orman, muhafaza ormanı, ağaçlandırma alanları, kara avcılığı alanları, özel koruma bölgeleri, milli parklar, tabiat parkları, tabiat anıtı, tabiatı koruma alanı, tarım, mera, sit alanları, su havzaları, kıyı alanları ve sahil şeritleri, karasuları, turizm bölgeleri, alanları ve merkezleri ile kültür ve turizm koruma ve gelişim bölgeleri, askerî yasak bölgeler ve imar alanları ile mücavir alanlarda madencilik faaliyetlerinin çevresel etki değerlendirmesi, gayri

sıhhi müesseseler ile ilgili hususlar dahil hangi esaslara göre yürütüleceği ilgili bakanlıkların görüşü alınarak Bakanlar Kurulu tarafından çıkarılacak bir yönetmelikle belirlenir.

İlgili bakanlıkların mevzuatı gereği yapacakları inceleme ve denetimlerde; ruhsat alanlarında bu yönetmelik esaslarına uygun çalışılmadığının tespiti halinde, mevzuat çerçevesinde yapılacak işlemler Genel Müdürlüğe bildirilir. Çevre ve insan sağlığına zarar verdiği tespit edilen madencilik faaliyetleri gerekli önlemler alınıncaya kadar durdurulur.

Çevresel etki değerlendirmesi işlemleri Çevre ve Orman Bakanlığı tarafından, diğer izinlere ilişkin işlemler de ilgili bakanlıklar ve diğer kamu kurum ve kuruluşlarınca çevresel etki değerlendirmesi sürecinde en geç üç ay içinde bitirilir. Bakanlık ve diğer bakanlıkların mevzuatının gerektirdiği maddi yükümlülükler ruhsat sahibi tarafından karşılanır.

İmar alanları içinde kalan madencilik faaliyetleri, ilgili yerel merciden izin alınarak yapılır. Ruhsat alındıktan sonra imar alanları içine alınan maden sahalarına bu hüküm uygulanmaz.

Kamu hizmeti veya umumun yararına ayrılmış yerlere ve bu tür tesislere 60 metre mesafe dahilinde madencilik faaliyetleri Bakanlığın, binalara 60 metre, özel mülkiyete konu araziye 20 metre mesafe dahilinde ise mülk sahibinin iznine bağlıdır. Bu mesafeler, ihtiyaç halinde madencilik faaliyetlerinin boyutu, emniyet tedbirleri ve arazinin yapısı dikkate alınarak Bakanlıkça artırılabilir. Mesafeler yatay olarak hesaplanır.

Maden arama faaliyetleri, bu Kanunda sayılanlar dışında herhangi bir izne tâbi değildir. İşletme faaliyetleri ise, bu Kanuna göre Bakanlıkça çıkarılacak yönetmeliğe göre yürütülür.

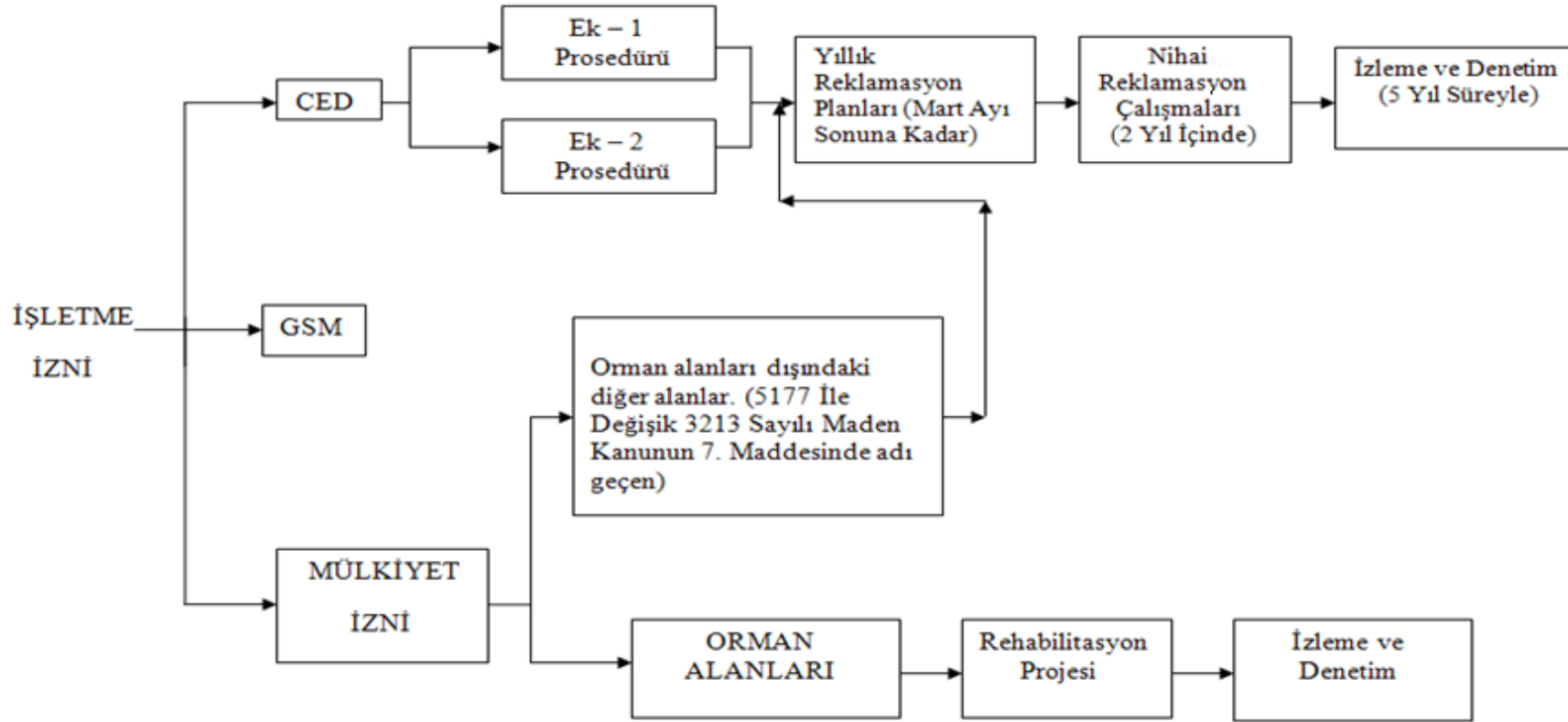
Maden işletme faaliyeti ile Devlet ve il yolları, havaalanı, liman ve baraj gibi kamu yatırımlarının birbirlerini engellemesi, kamu kurum ve kuruluşlarının uygulamalarından dolayı maden işletme faaliyetinin yapılamaz hale gelmesi, kamu ve özel yatırım için başka alternatif alanların bulunamaması durumunda, madencilik faaliyeti ve yatırımla ilgili karar, Başbakanlık Müsteşarı başkanlığında oluşturulacak bir kurul tarafından verilir.

Kurulun teşkili, çalışma usulü, karar alma şekli ve diğer hususlar Bakanlıkça çıkarılacak yönetmelikle düzenlenir.

Kamu yatırımları nedeniyle kurul kararı ile faaliyeti kısıtlanan maden işletmecisinin yatırım giderleri lehine karar verilen tarafça tazmin edilir.

Madencilik faaliyetleri ve/veya bu faaliyetlere bağlı tesisler için verilmiş izinler, ruhsat hukuku devam ettiği sürece geçerlidir.

Bu madde hükümlerine aykırı faaliyette bulunulduğunun tespiti halinde, ruhsat teminatı irad kaydedilerek bu alandaki faaliyet durdurulur. Beş yıl içinde üç kez bu maddenin ihlâli halinde teminatın tamamı irad kaydedilerek ruhsat iptal edilir [3].



Şekil 2.2. Maden Kanunu 7. Maddesine Göre Alınması Gereken İzinler ve Yeniden Kazanım İle İlişkisi

2.3.1. Gayri sıhhi müessese izni (GSM) :

Madencilik Faaliyetleri İzin Yönetmeliğinin 14. bölümünün ilgili maddeleri gereğince alınan Gayri Sıhhi Müessese ruhsatıdır. Belediye mücavir alan sınırları içinde kalan madencilik faaliyetleri için belediyelerden, bu alanlar dışında ise İl Özel İdarelerinden alınır. İşletme faaliyeti sona erece kadar geçerlidir. GSM maden ocakları için kapatılma ve doğaya geri kazanım gibi konularda herhangi bir yaptırımda veya taahhütte bulunmamaktadır.

2.3.2. Çevresel etki değerlendirmesi (ÇED) :

ÇED'in amacı, ekonomik ve sosyal gelişmeyi önlemeden, çevre değerlerini ekonomik politikalar karşısında korumak, planlanan bir faaliyetin yol açabileceği bütün olumsuz çevresel etkilerinin önceden tespit edilip gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktır. Madencilik projelerinde çalışmanın doğası gereği yapıldığı yerin ekolojik dengesini bozduğu için ÇED kapsamına giren projelerdir. ÇED yönetmeliği kapsamına giren projelerin, işletme öncesi, işletme sırası ve işletme sonrası dönemde izlenmesi ve denetlenmesi gerekmektedir. ÇED kapsamına göre madencilik projelerinin olası çevresel etkilerine karşı alınacak tedbirler;

- Katı Atıklar
- Sıvı Atıklar
- Hava Emisyonları
- Gürültü ve Vibrasyon
- Doğaya Geri Kazanım

- Ocak Sahasının Doğaya Uygun Hale Getirilmesi

- Şev Stabilitesi
- Basamak Yükseklikleri
- Bitkisel Toprağın Serilmesi
- Bitkilendirme

- Tesis ve Ünitelerin Sökülmesi ve Arazi Temizleme
- Yolların Bakımı
- İlgili İdareye Teslim ve Terk

Ruhsat sahibi maden sahasında üretim yapabilmek için Maden Kanununun 7. maddesinde de belirtildiği gibi ÇED izni kapsamında, madencilik faaliyetleri sırasında

oluşabilecek her türlü olumsuz etkenleri ortadan kaldırmayı veya en aza indirmeyi hazırladığı proje tanıtım dosyasında taahhüt eder. Faaliyet sırasında denetim ve izleme ‘İl Çevre ve Orman Bakanlığına’ aittir. Faaliyet sonrası doğaya yeniden kazandırma işlemlerinin denetim ve izlenmesi ise Maden Kanununun 32. maddesine göre Maden İşleri Genel Müdürlüğü ve bağlı bulunulan İl Valiliklerine aittir.

Madencilik faaliyetlerinin hemen hemen tamamı için ÇED gerekli değildir belgesi alınmaktadır. Fakat çok küçük bir ihtimal de olsa, maden ocakları içinde zaman zaman ÇED gereklidir kararı da çıkabilmektedir.

Türkiye’de ÇED kapsamına giren projeler iki gruba ayrılmıştır.

Birinci grupta kirleticilik vasfı yüksek projeler yer almakta olup, Yönetmeliğin Ek-1 listesinde yer alan bu tür faaliyetler için ÇED Raporu hazırlanması gerekmektedir.

İkinci grupta ise çevresel etkileri Ek-1 listesinde yer alan projelere göre daha az olan ve klasik önlemlerle etkilerinin minimize edebileceği projeler yer almakta olup, bu projeler için ise projenin tamamlandığı (kapasite, kullanılan teknoloji, oluşacak atık miktarları ve nasıl bertaraf edileceğinin planlandığı, proje alanına ilişkin çevresel özelliklerin verildiği) Proje Tanıtım Dosyası hazırlanması gerekmektedir. Bu dosya bakanlıkça değerlendirilip proje için ÇED raporunun hazırlanmasına gerek olup olmadığı anlamına gelen ÇED Gereklidir veya ÇED Gereklidir Değildir kararı verilmektedir.

Madencilik faaliyetleri de kirleticilik vasfına göre, ÇED Yönetmeliğinin Ek-1 Listesinin 25. maddesi (Çizelge 2.2) ile Ek-2 Listesinin 35., 36., 37., 38., maddeleri kapsamında değerlendirilmiştir. (Çizelge 2.3) [5].

Çizelge 2.2. ÇED Yönetmeliği Ek-1 Listesi [5]

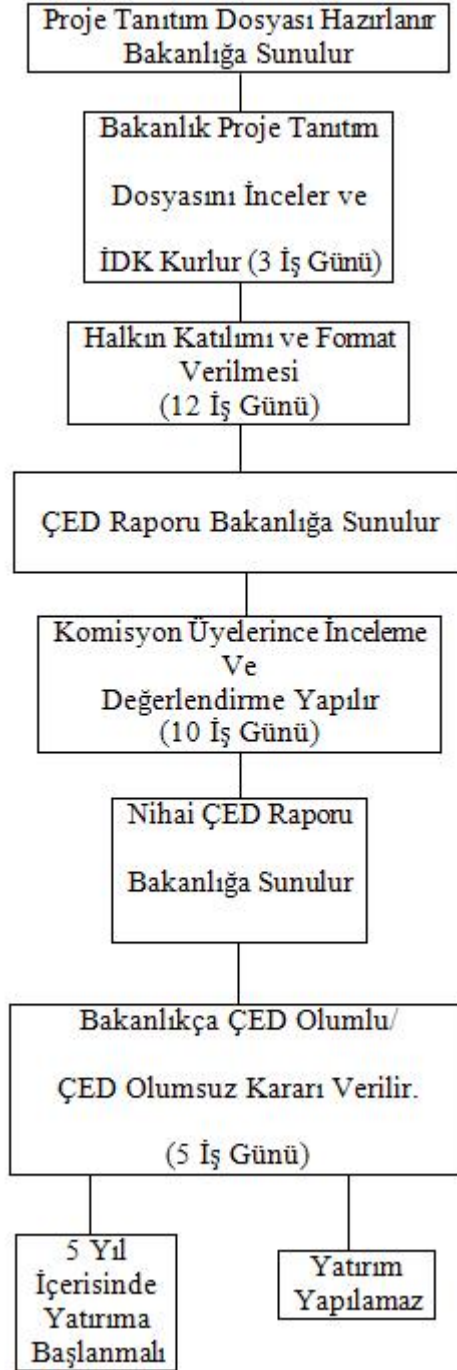
Ek-1 Listesi Madencilik Faaliyetleri

25- Madencilik projeleri. Ruhsat hukuku ve aşamasına bakılmaksızın;

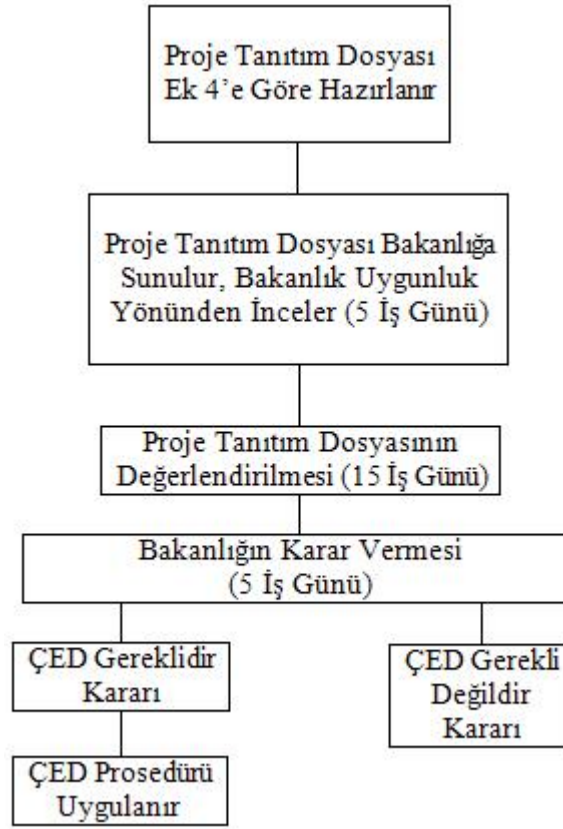
- a)** 25 hektar ve üzeri çalışma alanında (kazı ve döküm alan toplamı olarak) açık işletmeler,
- b)** 150 hektarı aşan (kazı ve döküm alanı toplam olarak) çalışma alanında açık işletme yöntemi ile kömür çıkarılması,
- c)** 4/6/1985 tarihli ve 3213 sayılı Maden Kanununun değişik 2. maddesinde yer alan 1. ve 2. grup madenlerin her türlü işlemde geçirilmesi (kırma,eleme,öğütme,yıkama vb.) projelerinden 100.000 m³/yıl ve üzeri kapasitede olanlar.
(16/12/2004 tarih ve 25672 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanan değişiklik ile)

Çizelge 2.3. ÇED Yönetmeliği Ek-2 Listesi [5]

Ek-2 Listesi Madencilik Faaliyetleri
<p>35- Madencilik projeleri: Ruhsat hukuku ve aşamasına bakılmaksızın;</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Her türlü madenin çıkarılması (Ek-1 de yer almayanlar) b) 5.000m³/yıl ve üzeri kapasiteli blok ve parça mermer, dekoratif amaçlı taşların çıkartılması, işlenmesi ve yıllık 100.000m² ve üzeri kapasiteli mermer kesme, işleme ve sayalama tesisleri. c) 1.000.000 m³/yıl ve üzerinde metan gazının çıkartılması ve depolanması d) Karbondioksit ve diğer gazların çıkartıldığı, depolandığı veya işlendiği 10.000 ton/yıl ve üzeri kapasiteli tesisler. e) Maden Kanununu değişik 2. maddesinde yer alan 1. ve 2. grup madenlerin her türlü işleme sokulması (kırma,eleme,öğütme,yıkama vb.) (25.000 m³/yıl ve üzeri) f) 50.000 ton/yıl ve üzeri tuzun çıkarılması ve/veya her türlü tuz işleme tesisleri. g) Cevher hazırlama veya zenginleştirme tesisleri (Ek-1 de yer almayanlar), (16/12/2004 tarih ve 25672 sayılı Resmi Gazte’de yayımlanan değişiklik ile)
<p>36. Madde-Klinker öğütme tesisleri</p>
<p>37-Kömür işleme tesisleri</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Havagazı ve kok fabrikaları, b) Kömür briketleme tesisleri, c) Kömür yıkama tesisleri,
<p>38-Petrokok, kömür, ve diğer katı yakıtların depolama, sınıflama ve ambalajlama tesisleri (perakende satış birimleri hariç)</p>



Şekil 2.3. ÇED Yönetmeliği Uygulama Prosedürü (Ek-1 Prosedürü) [5]



Şekil 2.4. ÇED Yönetmeliği Uygulama Prosedürü (Ek-2 Prosedürü) [5]

Kısaca ÇED prosedürü uygulama yönetmeliği ve hangi madencilik projelerine ÇED prosedürü uygulandığı bu şekildedir. Ancak daha önce de bahsettiğimiz gibi, Çevre ve Orman Bakanlığı veya İl Müdürlüklerince verilmekte olan ÇED kararları, genel olarak çalışmanın yapıldığı dönemdeki çevresel zararın minimize edilmesini amaçlamaktaydı. Fakat faaliyetin çevresel etkilerini anlatan proje tanıtım dosyaları, madenin ömrü tükendikten sonra kapatılmasıyla ilgili olarak kesin hükümler içermemekteydi. Madenin çalışma hayatı boyunca, faaliyetleri denetleyerek verilen taahütlerin yerine getirilip getirilmediğini kontrol eden Çevre ve Orman Bakanlığı, madenin kapatılması aşamasında aktif olarak rol almamakta ve tüm sorumluluğu Maden İşleri Genel Müdürlüğü ile dolaylı olarak o ilin valiliğine bırakmaktaydı.

Ancak yapılan çalışma ve gözlemler neticesinde edinilen tecrübeler, Çevre Kanunu'nun konuyu daha detaylı olarak ele alması gerekliliğini göstermiştir. Böylece Çevre ve Orman

Bakanlığı, 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanununun Ek 1 inci maddesinin birinci fıkrasının (b) bendine dayanılarak, 14 Aralık 2007 tarih ve 26730 sayılı Resmi Gazete de yayımlanan ‘Madencilik Faaliyetleri İle Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliğini yürürlüğe sokmuştur. Bu yönetmeliğin kapsamı;

MADDE 2 – (1) Bu Yönetmelik, orman sayılan alanlar dışındaki maden işletmeleri kazı faaliyetleri ile bozulan alanlar, araziye bırakılmış olan dekapaj atık ve artıklarının çevreye olabilecek olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi ve bozulan arazinin doğaya yeniden kazandırılması çalışmaları ile ilgili idari, hukuki ve teknik esasları kapsar [6].

maddesiyle belirtilmektedir.

Adı geçen yönetmelik çerçevesinde yapılacak olan doğaya yeniden kazandırma planı formatı ise şu şekildedir;

Doğaya yeniden kazandırma planı formatı :

(1) Faaliyet Öncesi Mevcut Durum: Maden sahasının bulunduğu bölgenin; flora-fauna, toprak özellikleri, topografyası, jeolojik durumu, hidrolojik ve hidrojeolojik özellikleri, sosyo ekonomik durumu, meteorolojik özellikleri gibi verilerin bir çatı altına toplanarak, sahanın işletmeye açılmadan önce ki bakir halinin detaylarıyla ortaya konmasını istemektedir. Bu sayede ileride yapılacak olan her türlü iyileştirme çalışmasında, maden sahasının ilk durumuna en yakın şekilde rehabilite edilmesi sağlanabilecektir.

(2) Sağlık ve Güvenlik: Sahanın madencilik faaliyetleri esnasında ki durumu ve çevresel etkilerinin ortaya konması istenmektedir. Maden sahasındaki çalışmaların neticesinde ortaya çıkan atıklar ve bu atıkların biriktirildiği atık barajlarının çevresel etkileri, dekapaj yığınları ve açığa çıkan şevlerin durum ve stabiliteleri, oluşacak tasman etkileri ve gerek tesis gerekse çevredeki diğer binalara olan etkilerinin belirlenmesi istenmektedir.

(3) Faaliyet Sahasının Yeniden Düzenlenmesi: Çevresel etkilerin belirlenerek sıralanmasından sonra ise, üçüncü bölümde bu çevresel etkilerin en aza indirgenerek ıslah çalışmalarının nasıl yapılacağı hakkında bilgi verir. Bitkisel toprağın korunması,

oluşturulan üretim ve kazı boşluklarının doldurularak topografyanın eski haline en yakın şekle getirilmesi, çalışma alanının suyla doldurulması düşünülüyorsa bu suların kontrolü ve ortaya çıkabilecek zehirli bileşiklerin bertaraf edilmesi ve sahanın habitat oluşumuna uygun olarak bırakılması gibi işlemler hakkında bilgi verilir.

(4) Arazinin Duraylılığının Sağlanması: Şev stabilitesinin korunmasına yönelik olarak şev duraylılığı ve erozyon kontrolü, asitli maden suyunun drenajı ve zararlı maddelerin arıtma çalışmalarını içeren kimyasal duraylılık ile biyolojik iyileştirme çalışmalarının anlatıldığı biyolojik duraylılık anlatılmaktadır.

(5) Toprak, Su ve Hava Yönetimi: Atık suyun arıtılması, yüzey sularının korunması, atık barajlarının yönetimi, doğal su akıntılarının düzenlenmesi, yüzey sularının kirliliğe karşı korunması, katı,sıvı ve gaz atıkların bertaraf edilmesi gibi çalışmalar detaylandırılmaktadır.

(6) Peyzaj Çalışmaları: Estetik görünümün, halkın yerleşim bölgelerine ve doğal alanlara etkisinin belirlenmesi.

(7) Faaliyet Sahalarının İyileştirilmesi: Bozulan tüm alanların geleceğe dönük planlama çerçevesinde yeniden bitkilendirilmesi anlatılmaktadır. Arazinin bitkilendirme için hazırlanması, tohum ekimi, fidan dikilmesi, fidelerin yetiştirilmesi, malçlama, gübreleme ve zararlı ot kontrolü gibi başlıkların detaylandırılması gerekmektedir.

(8) Faaliyet Alanlarının Kapatılması ve Terk Edilmesi: Kirlenmiş alanların temizlenmesi, binaların yıkımı, ekipmanların sökülerek taşınması, atıkların bertarafı ve çalışma sırasında kullanılan yol, boru hattı, depolama alanı gibi alt yapı sağlayıcılarının kaldırılmasını içermektedir.

(9) İzleme ve Denetim: Faaliyet alanında toprak, su, hava ve diğer alanlarda meydana gelebilecek kirliliklerin ölçümü için program hazırlanır. Bu program çerçevesinde

ölçümlerin kimin tarafından, hangi ekipmanlarla ve ne sıklıkla yapılacağına karar verilir. Son olarak yapılan ölçümlerin sınır değerler ile karşılaştırılarak raporlanması aşamalarını kapsar.

(10) Diğer Hususlar: Doğaya yeniden kazandırılmış arazilerin kullanımı için öneriler ve bu arazilerin gelecekte kullanım amacına uygun olarak satışı yahut paylaşılması gibi hususları içerir.

(11) Doğaya Yeniden Kazandırma Planı Uygulama Takvimi: Doğaya Yeniden Kazandırma Planı çerçevesinde yapılacak çalışmalar için uygulama takvimi hazırlanması [7].

Yeni yayınlanmış olan bu yönetmeliğe göre, doğaya yeniden kazandırma planı, ÇED izni kapsamında, proje tanıtım dosyası eki olarak, Yönetmelik ekinde yer alan Ek-I Doğaya Yeniden Kazandırma Planını ve bu planı aynen uygulayacağını gösterir noter tasdikli taahhüdü ilgili idari mercilere sunmak ve projelerini verilen kararlara göre gerçekleştirmekle yükümlüdürler. Yönetmelik sadece yeni açılacak olan maden ocakları haricinde, şu anda çalışmakta olan ocakları da kapsamaktadır ve çalışan ocakların sahiplerinden de en geç bir yıl içerisinde doğaya yeniden kazandırma planı hazırlamalarını istemektedir.

Maden ruhsat sahipleri doğaya yeniden kazandırma planı çerçevesinde, belirlemiş oldukları takvime uygun olarak, çalıştıkları saha da konuya ilişkin yapılan tüm çalışmalarını her yıl Mart ayı sonuna kadar rapor halinde bağlı buldukları İl Çevre ve Orman Müdürlüklerine rapor etmek zorundadırlar. Buna bağlı olarak tüm izleme ve denetim faaliyetleri, İl Çevre ve Orman Müdürlükleri tarafından gerçekleştirilecektir.

Madencilik faaliyetlerinin tamamıyla sona ermesi ve sahanın terk edilmesi aşamasında ise, maden ruhsat sahibi hazırlattığı doğaya yeniden kazandırma planına bağlı olarak, İl Çevre ve Orman Müdürlüklerinin gözetimi altında, en geç iki yıl içerisinde tüm restorasyon çalışmalarını bitirmekle yükümlüdür. Tüm restorasyon çalışmalarının bitmesini takip eden beş yıl içerisinde ise İl Çevre ve Orman Müdürlüğü sahayı düzenli olarak denetlemek ve oluşan olumsuzlukların giderilmesi için ruhsat sahibini uyarmakla yükümlüdür. Bu beş yıl içerisinde saha da restorasyon açısından herhangi bir olumsuzlukla karşılaşılmaması ve arazinin yeniden

doğayla özdeş olarak yenilediğinin gözlemlenmesi halinde sahanın terki tamamıyla gerçekleşmiş sayılacaktır.

Daha önceden konunun sorumluluğu tamamıyla Maden İşleri Genel Müdürlüğüne bırakılmışken, bu yönetmelik ile Çevre ve Orman Bakanlığı da izleme ve denetim mekanizması olarak gereken sorumluluğu üzerine almıştır. Yapılan restorasyon çalışmaları sırasında ruhsat sahibi ile İl Çevre ve Orman Müdürlüğü arasında ihtilaf oluşması durumunda ise, 2872 sayılı Çevre Kanununa göre gereken yaptırımlar ruhsat sahibine uygulanır.

2.3.3. Mülkiyet izni :

Orman, muhafaza ormanı, ağaçlandırma alanları, kara avcılığı alanları, özel koruma bölgeleri, milli parklar, tabiat parkları, tabiat anıtı, tabiat koruma alanı, tarım, mera, sit alanları, su havzaları, kıyı alanları ve sahil şeritleri, karasuları, turizm bölgeleri, alanları ve merkezleri ile kültür ve turizm koruma ve gelişim bölgeleri, askeri yasak bölgeler ve imar alanları ile mücavir alanlarda madencilik faaliyetlerinin yapılabilmesi için bu alanları denetleyen ilgili kamu kurum ve kuruluşlarından mülkiyet izninin alınması gerekmektedir. Mülkiyet izni alınabilmesi için, ruhsat sahasının bulunduğu alandaki hukukun ilgili kurum ve kuruluşlara gerekli evraklar (ruhsat fotokopisi, vaziyet planı, uygun ölçekli topografik harita ile başvuru kurumun istediği diğer belgeler) teslim edilerek faaliyet sonuna kadar arazi tahsisinin yapılması sağlanır.

Örneğin; madencilik faaliyeti yapılacak alan özel mülkiyette ise saha arazi sahibinden kiralama veya satın alma yoluyla, maden ruhsatı sahibine geçebilir. Ancak maden ruhsatı sahibi ile arazi sahibi arasında herhangi bir anlaşmazlık çıkması durumunda, maden ruhsatı sahibi kamulaştırma talebinde bulunabilir. Böyle bir durumda, sahadaki madenin ekonomikliği, ülke ekonomisine katkısı, sağlayacağı istihdam gibi durumlar incelenerek kamulaştırma talebine yanıt verilir. Bu tarz, özel mülkiyetteki sahalarda yapılan çalışmalar sonrasındaki yeniden kazanım işlemlerinin tümü Maden Kanunu kapsamında, Maden İşleri Genel Müdürlüğü denetiminde ruhsat sahibi tarafından yapılır.

Mera vasıflı arazilerde yapılacak madencilik çalışmaları için ise Maden İşleri Genel Müdürlüğüne mera vasfının kaldırılması için başvuruda bulunulur. Maden İşleri Genel Müdürlüğünün yaptığı yerinde tetkikler sonucunda sahada madencilik faaliyeti yapılabilir raporu ile Tarım İl Müdürlüklerine, mera vasfının kaldırılması için başvurulur. Tarım İl Müdürlüğü de, yapılan müracaat doğrultusunda, çalışılmak istenen arazinin büyüklüğü ile orantılı olarak, ödenmesi gereken ot bedelini belirler. Bu aşamadan sonra ruhsat sahibi belirlenen ot bedelini öder ve Tarım İl Müdürlüğü de sahanın hazine adına tescilini sağlayarak

gereken çalışma iznini verir. Sahada, madencilik faaliyetlerinin sona ermesi durumunda ruhsat sahibi, sahayı yeşillendirmeye uygun hale getirmekle yükümlüdür.

Sit alanlarında yapılacak madencilik faaliyetleri için ise; Bölge Doğa ve Tabiat Varlıklarını Koruma Kuruluna mülkiyet izni için müracaatta bulunulur. Koruma Kurulunun yerinde yapacağı tetkiklerle mülkiyet iznine karar verilir. Değerlendirme sonucunda, ruhsatlı saha I. Derece sit alanında ise herhangi bir madencilik faaliyetine izin verilmez. II. ve III. derece sit alanlarında ise Koruma Kurulunun belirlediği esaslara göre madencilik faaliyetlerine izin verilir.

Orman arazilerinde yapılacak madencilik işlemleri için ise ruhsatın bulunduğu ilin Orman İşletme Müdürlüklerine başvurulur. Yapılan denetlemeler sonucunda belirlenen ağaçlandırma bedeli, arazi tahsis bedeli ve teminat, çalışmaya başlamadan önce maden ruhsat sahibinden tahsil edilir. Madencilik faaliyetleri sonunda ise maden ruhsat sahibi sahayı ağaçlandırmaya uygun biçimde bırakmakla yükümlüdür. Aksi bir durumun tespiti halinde ise arazinin düzenlenmesi işlemi Maden Kanunu Uygulama Yönetmeliğinin 32. ve 73. maddelerine göre Valilik tarafından yapılarak gereken bedel ruhsat sahibinden tahsil edilir. Bu aşamadan sonra ise İl Orman İşletme Müdürlüğü tarafından maden ruhsat sahibinden peşin olarak tahsil edilen bedeller ile ağaçlandırma yapılır denmekteydi.

Orman Genel Müdürlüğü'nün, 04.01.2008 tarih, B.18.1.OGM.0.07.04.230/190 sayılı talimatları ile orman vasıflı sahalarda yapılacak olan madencilik faaliyetleri için izin alma aşamasında verilen evraklara ek olarak, rehabilitasyon projesi istenmektedir. Daha önceden orman vasıflı sahalarda yapılan madencilik faaliyetleri sırasında ve sonrasında edinilen tecrübeler göstermiştir ki, ruhsat sahiplerinden tahsil edilen paralar ile yapılan rehabilitasyon çalışmaları, ülkemizin orman varlığını korumak konusunda yetersiz kalmıştır. Bu nedenle Orman Genel Müdürlüğü yayınladığı talimat ile illerde bulunan Orman İşletme Müdürlüklerine yeni sorumluluklar yükleyerek, orman vasıflı sahalarda maden işletme ve altyapı izni isteyen maden ruhsat sahiplerinden rehabilitasyon planı istemektedir. Orman Genel Müdürlüğü'nün 06.02.2008 tarihinde konuyla ilişkin olarak yayınladığı proje formatına aşağıdaki şekildedir.

Orman alanlarında maden işletme faaliyetleri için rehabilitasyon projesi

Bölüm – 1

Ruhsatın ili, ilçesi, numarası ve maden cinsi gibi ruhsat bilgileri.

Bölüm – 2

Faaliyet öncesi mevcut durum hakkında genel bilgiler. İşletme izin alanı koordinatları, çalışılacak saha ve çevresinin faaliyet öncesi durumu, bitki örtüsü durumu ile uygun ölçekli krokileri.

Bölüm – 3

Faaliyet aşamasında durum. Faaliyete başlamadan önce üst toprağın (bitkisel toprak) nasıl sıyrılacağı ve muhafaza edileceği. İzin alanında yapılacak üretim şekli hakkında bilgi ve detayları (açık işletmelerde basamak yükseklik, genişlik ve şev açıları)

Bölüm – 4

İşletme faaliyeti sonrası sahanın rehabilitasyonu. Açık işletme metoduyla çalışılan alanlarda oluşan boşlukların nasıl doldurulacağı, üst toprağın serilme şekli, işletme alanına dolan suların durumu ya da nasıl biriktirileceği, şev stabilitesinin sağlanması hakkında bilgiler verilmesi. Rehabilitasyon sonrası arazinin ağaçlandırmaya uygun halde bırakılması, madencilik çalışmaları sonrası sahanın durumunu gösterir uygun ölçekli çizimlerin verilmesi [6].

Maden ruhsat sahibi izin alırken vereceği yukarıdaki rehabilitasyon planı ile sahanın doğaya geri dönüşümüne ne derece katkılar yapacağını garantisini vermektedir. Ancak adı geçen talimatnameye göre bu taahhütler yeterli olmamaktadır. Sahada madencilik faaliyetlerinin sona ermesiyle birlikte İl Orman İşletme Müdürlükleri gereken denetlemeleri yaparak verilen planlara ne denli uyulduğunu yerinde gözlemleyecektir. Herhangi bir eksiklik gözlemlenmesi neticesinde, hem ruhsat sahibi hem de çevre de faaliyet gösteren diğer maden ruhsat sahipleri ile yardımlaşarak sahaların rehabilitasyonu tamamlanacaktır.

Orman Genel Müdürlüğü çıkarmış olduğu bu talimatname ile, gerek madencilik gerekse ormancılık faaliyetlerinin sürdürülebilir bir şekilde yürütülebilmesi için, bir yandan ormanlık alanları madencilik faaliyetlerine açarken, diğer yandan da daha önce madencilik faaliyetleri nedeniyle doğal yapısını kaybetmiş orman alanlarının rehabilite edilmek suretiyle doğal yapısına kavuşturulmasını temel prensip olarak edindiğini açıklamaktadır.

2.4. İşletme Ruhsatlı Sahanın Terk Edilmesi ve Ruhsatın Hükümden Düşmesi :

İşletme ruhsatı ve işletme izninin alınmasını takiben, gerekli emniyet tedbirleri ve çevresel etki değerlendirmesi duyarlılığı dikkate alınarak yürütülen madencilik faaliyetlerinin sonlandırılması, Maden Kanununun 32. ve 73. maddelerine göre yapılmaktadır.

Yani daha önce ‘İşletme Projesi’ formatında bahsedildiği gibi, sahada can ve mal güvenliğini tehdit edici herhangi bir unsur bulunmadığının rapor ve çizimlerle ispat edilmesi gerekmektedir. Maden İşleri Genel Müdürlüğü bu beyanlar çerçevesinde yapacağı yerinde tetkiklerle verilen bilgilerin doğruluğunu kontrol eder. Eğer beyanlara uygun olarak saha bırakılmışsa, terk talebi kabul edilerek, sahanın terki gerçekleşmiş olur.

Ancak yapılan beyanlarda eksiklik yahut yanlışlık olması durumunda, maden ruhsat sahibi uyarılarak gereken önlemleri alması için 6 aylık bir ek süre verilir. Bu süre içerisinde de gereken önlemler alınmamışsa, ruhsatın bağlı bulunduğu ilin valiliği tarafından gereken önlemler alınarak, yapılan masraflar maden ruhsat sahibinin teminatından karşılanır.

Ancak 2008 yılı itibariyle özellikle Çevre ve Orman Bakanlığının yapmış olduğu yeni yasal düzenlemelerle konuya olan hassasiyet daha da artmıştır. Madencilik yapılan sahaların çevresel açıdan denetlenmesi ve terk edilmesi gibi hususlarda Maden İşleri Genel Müdürlüğünün yükü hafifletilmiştir. İşletme izni aşamasında detaylı olarak açıklandığı gibi sahanın mülkiyet durumuna göre, Çevre İl Müdürlükleri ile İl Orman İşletme Müdürlüklerinin yetki ve sorumluluk alanları artırılarak, maden işletme izni devam ederken yerinde tetkik ve denetlemelerle konu daha detaylı ve sağlıklı bir biçimde ele alınabilecektir.

3. MADENCİLİĞİN ÇEVRESEL ETKİLERİ:

Bir açık ocak yeniden kazanım projesinin yürütülmesi için öncelikle, genel anlamda açık işletmelerin doğuracağı çevresel etkileri ortaya koyarak, ona göre üretim ve sonraki safhalarda karşılaşılabilecek koşulları incelemek ve bu etkilere karşı önceden hazırlıklı olmak gerekmektedir. Açık ocak madenciliği tarafından öncelikle, toprağı koruyucu fonksiyonu olan bitki örtüsü tahrip edilir ve böylece bölgedeki doğal madde çevrimi ve besin zinciri bozulmuş olur. Açık ocağın yer aldığı sahanın ve çoğunlukla komşu sahaların da su dengeleri, özellikle yeraltı ve yer üstü suları açısından az veya çok etkilenir. Maden yatağının işletilmesi sırasında su problemi yaşanmaması açısından drene edilmesi, çoğu zaman yöredeki göl ve göletlerin kurumasına veya su seviyelerinin düşmesine yol açar. Akarsu ve derelerin yataklarının değiştirilmesiyle ve ayrıca nihai ocak çukurunun doldurulmasıyla da, yüzey suyu dengesine önemli oranda müdahale edimli olur. Yeraltı su tablasının drenaj yoluyla düşürülmesiyle, komşu sahalardaki ve hatta en düşük üretim kotunun altındaki yeraltı suyu dengesi bozulur. Bu bozulma, farklı yeraltı suyu tabakaları arasındaki su alışverişinin kesilmesine veya yeraltı su akımlarının yön ve hızlarının değişmesine, ayrıca arazinin eski durumuna dönmesinde zorluklara yol açar. Ayrıca düşük gözenekliliğe sahip toprakların bulunduğu yörelerde karşılaşılabilecek diğer bir sorun, yüksek kuraklık tehlikesidir. Arazinin, madencilik faaliyeti sonrasında yapılan ıslah çalışmalarıyla eski haline dönmesini güçleştiren en önemli olgulardan biri, yeraltı su seviyesindeki değişmedir [8].

Çöp içeren dekapaj ile temas veya zehirli yahut zararlı maddeler içeren örtü tabakaları için yanlış seçilen döküm sahaları, yer altı sularının kirlenmesine veya asidite ve sertliklerinin değişmesine neden olur.

Bunlardan başka, çok uzun bir sürede oluşmuş yüzey şekilleri tahrip edilmekte, ayrıca jeolojik tabakalanmalar ve zemin profili kazılıp karıştırılmakta ve yepyeni bir jeomorfoloji oluşturulmaktadır. Sayılan tüm bu faktörler, ekolojik dengenin yeniden oluşturulmasında zorluk yaratan etkenlerdir.

3.1. Arazi Yüzeyi Etkileri

3.1.1. Topoğrafya :

Madencilik, yeraltı kaynaklarının çıkarılmasını hedef alan bir çalışması olması nedeniyle, çalışma esnasında kullanılan metodlar topoğrafyada büyük değişimlere yol açmaktadır. Tüm madencilik işlemleri, çalışılan alanın jeolojik yapısı, cevher özellikleri, yatağın derinliği, topoğrafyanın yüzey özellikleri ve kullanılan metoda bağlı olarak topoğrafyanın değişimine neden olmaktadır. Madencilik öncesi topoğrafyadaki bit çok yüzey özellikleri, madencilik sırasında sağlanamaz. Peyzajın çeşitliliği ve görselliği kaybolur. Çalışılan alana has bu yöresel özellikler, hem estetik hem de bölgenin flora ve faunası için çok önemlidir. Böyle alanların tasfiye edilmesi, vahşi hayat alanlarının azalmasına ve etkilenen alanlardaki özel bitki türlerinin kaybolmasındaki en önemli faktördür.

Açık ocak madenciliğinde, pasa ve katı atıkların ortaya çıkması ile bunların biriktirilmesi sonucunda, topoğrafyaya farklı özellikler kazandırılır. Örneğin en son halini almış bir kömür ocağını yeniden doldurarak eski yükseltilere ulaşılabilmesi genellikle mümkün olmaz. Bu nedenle dik eğimlerin azaltılarak alanın havza veya çukur olacak şekilde yeniden düzenlenmesi sağlanabilir.

Pasa veya katı atık harmanları da çalışma esnasında dik eğimleri olan höyükler şeklinde biriktirilir. Bu alanlar eğimlerin dikliğinden veya malzemenin gevşek yapısından dolayı, erozyona yahut heyelana uğrayabilir. Çok büyük boyutlu olmamak kaydıyla bu yığınlarla zaman zaman dolgu işlemleri yapılsa da yüksek taşıma maliyeti nedeniyle, genellikle madencilik sonrası topoğrafyada bırakılırlar. Bu yığınların üzerine düşecek yağışlarda ileride gevşek olan malzemenin arasına daha fazla sızarak, kütle kaybına ve eğimlerin aşağı kısımlarını etkileyebilecek elementleri içeren sızıntı oluşumunu artırır. Bu kütle kaybı ve akış, sabit akıntı kanalları oluşana kadar devam eder. Ancak sabit akıntı kanallarının oluşumu, genellikle yüzyıllar boyunca doğal koşullar altında çevreyle etkileşim sonucu oluşmuştur. Bu kanallar, genellikle dip kayalar ve diğer doğal koşullarla dengelenmiştir. Bu dengeler, madencilik işlemleri süresince çoğunlukla bozulur ve dengesiz bir hale dönüşebilen gevşek malzeme ile yer değiştirir. Yeniden düzenlenmiş alanlardaki sabit akıntı kanallarının yapımı masraflı ve zor bir iştir. Maden sahalarının yeniden düzenlenmesi çoğu zaman madencilik öncesi koşulları sağlayan alanlar oluşturur. Bunlar erozyonu ve kütle kaybını azaltan eğimli alan çeşitlilikleridir. Fakat arazideki bir noktadan diğerine değişen malzeme sıklığının sebep olduğu değişken çökelmeler, yüzey topoğrafyasında ciddi bozulmalara sebep olur. Bu değişken çökelmenin miktarı yeniden düzenleme işlemlerinde kullanılan araçlara bağlıdır.

3.1.2. Toprak :

Toprağın doğal olarak oluşması, ana madde, iklim özellikleri, biota, topoğrafya ve zaman gibi pedojenik işlemlerin etkisinde uzun zamanda gerçekleşir. Belirli bir toprağın biyolojik ve kimyasal yapısı, o toprağın belirli bir arazide hangi pedojenik işlemlerin etkisinde olduğunu gösterir. Toprak profilinde makro ve mikro boşlukların dağılımını ve oluşumunu pedojeni tayin eder. Boşluk büyüklüğü dağılımı, su tutma kapasitesi ve çözeltilerin topraktaki hareketi üzerindeki doğrudan etkisi nedeniyle bitkilerin yetişmesi için gerekli su ve besinlerin sağlanmasında büyük önem taşır. Toprak bir kez bozulunca, bu özelliklerde kaybolur ve sistem madencilikten önceki halinden farklılık gösterir. Toprak yapısının yeniden sağlanması süreci, arazinin değişik kısımlarındaki iklim koşullarına ve toprağın karakterine bağlıdır. Fakat yapının bozulmadan önceki halini alması onlarca ya da yüzlerce yıl sürebilir.

Üst toprak çok uzun süre saklanırsa bozulabilir. Uzun süre saklanan toprakta, doğal döngüyü sağlayan mikroorganizmalardan sınırlı miktarda barındırılabilir. Stoklanan toprağın yerleştirilmesi, beraberinde sıkışma problemini getirir. Yeterli derecede sıkıştırılmamış toprak, alacağı yağışların etkisiyle gevşeyerek kayabilir. Bu da dengesiz bir arazi yapısına ve bitkisel gelişme için uygunsuz bir ortama yol açar.

Madencilik işlemleri toprak kaynakları üzerinde bazen olumlu etkilere de yol açabilir. Bir çok maden alanındaki toprağın, demir oluşumları içermesi yapısal olarak verimliliği sınırlandırır. Madencilik işlemleri ile bu maddelerin kaldırılması ve iyi kalitede toprağın getirilmesiyle verimlilik artar. Aslında asit ve sert alt tabakaya sahip olan birincil tarım toprağını oluşturan bir çok toprak, madencilikten kaynaklanan indirgenmiş üst örtüden meydana gelmiştir.

3.1.3. Erozyon :

Erozyon, yar kabuğunun gevşeme veya çözünme ile bir yerden başka bir yere taşınması işlemi ya da işlemler grubu olarak tanımlanır. Madencilik, yeraltındaki minerallerin çıkarılması işlemi olduğu için yeryüzünün doğal yapısını bozmaktadır. Bu bozulma neticesinde oluşan dik eğimler ve bitki örtüsü kaybı ile gevşeyen yan kayaçlar ve dekapaj malzemesi, erozyon oluşumuna neden olur.

3.1.3.1. Erozyonun sebepleri :

Erozyon, doğal veya suni sebeplerden dolayı oluşabilir. Madencilik, stabil haldeki topoğrafyaya zarar verdiği için suni sebepler içerisinde. Aynı şekilde bitki örtüsüne zarar veren, onu güçsüzleştiren ya da eğimleri dikleştiren herhangi bir olay, selleri ve erozyonu artırır.

❖ **KontROLSÜZ SU AKIŞI :**

Madencilik faaliyetleri nedeniyle bir çok zaman akarsu yataklarının yönü değiştirilir. Topoğrafyanın bozulması ile yağışlar neticesinde gelen su da çalışma alanlarına doğru dolma eğilimindedir. Bitki örtüsünün ortadan kaldırılması ile oluşum dengesi bozulan toprak da bu kontrolsüz akıştan etkilenerek stabilitesini kaybeder. Tüm bu etkiler sonucunda toprağın yapısına bağlı olarak çözünme veya taşınma yolu ile erozyon oluşumu meydana gelir.

❖ **Bitki örtüsü eksikliği :**

Bitki örtüsü özellikle yüzey akışlarının kontrolünde çok önemli bir role sahiptir. Bitki örtüsü, daha iyi ve daha kalın bir toprak örtüsü sağlayarak ve yağmur damlalarının yeryüzü üzerindeki etkisini kırarak sızma oranını artırır. Bunun neticesinde kontrolsüz su akışı etkisi ortadan kalkmış ve toprağın stabilitesi sağlanmış olur.

❖ **Dik eğimler :**

Maden sahalarında oluşan ve erozyon tehlikesi olan dik eğimler; yollar, dekapaj ve atık yığınlarıdır.

Erozyon, yollar için çok önemli bir malzeme hareketi değildir. Yollar genellikle tamamen dip kayadan oluştuğu için, çoğunlukla gözlenen parça hareketleri kayaların yuvarlanması ya da kütle kaybı şeklindedir.

Maden sahalarındaki dekapaj yığınları, mekanik olarak taşınmış ve erozyonal kuvvetlere karşı hassas ayrık parçalardan oluşur. Bu yığınların, bitki örtüsü korunmasından muaf kalmaları neticesinde, zaten az sıkışmış ve yüksek gözenekli kaya parçalarından

oluşmaları sebebiyle, bünyelerine suyu çok çabuk çekerler. Bunun neticesinde ağırlaşan ve doyunluğa ulaşan yığınlar, stabilitelelerini kaybederler.

Madencilik prosesleri neticesinde oluşan atık yığınları, genellikle cevher hazırlama işlemleri ile ortaya çıkan bloklardan, bulamaç şeklinde boşaltılan küçük tanelere kadar değişen boyutlardaki parçalardan oluşabilirler. Dik eğimlerdeki ince katı atıklardan özellikle şist ve kil ciddi erozyona maruz kalır.

3.1.4. Kütle Kaybı :

Kütle kaybı, arazi yüzeyinin yerçekimi etkisiyle alçalması ya da kaybıdır. Kütle kaybı, toprak kayması gibi yavaş hareketler ile heyelan, kaya yuvarlanması gibi hızlı hareketleri kapsar [9]. Kütle hareketinin doğası, genellikle toprak ve kaya taneleri arasındaki etkileşime ve malzemenin nem oranına bağlıdır.

Madencilik alanındaki kütle atıkları genellikle toprağın ilerlemesi, kayma ve tasman olarak sınıflandırılmıştır. Kütle kayıplarının daha genel olarak oluşumu ise üst kesme yığınlarıdır. Doğal toprağın kütle kayıplarının nedeni, genellikle temel ve yanal desteklerin kazıyla kaldırılması ve nem oranındaki artış veya ilave malzemenin yüküyle aşırı yüklenmesidir.

Terk edilmiş ocaklarda, maden ve proses atığı setlerinde en görünür ve zararlı kütle kaybı türü, toprak kaymasıdır. Atık setlerinde oluşan bu kaymaların nedeni, yüzeye etkiyen yatay kuvvetlerdir. Bu yatay kuvvet, atık maddenin yatay mukavemetini yüzeyde ve yüzeyin altında aşarsa, atık seti yatay olarak çöker.

Kütle kaybının nedenleri :

Maden ve proses atık yığınlarındaki kütle kayıplarının başlıca etkenleri şunlardır :

- Madde özelliklerindeki değişim. – Maddenin, hava, bozulma, donma ve sismik olaylara bağlı olarak zayıflaması.

- Nem oranındaki artış. – Su, ağırlığı artırır, iç gözenek basıncını etkiler ve kil minerallerinin kohezyonunu azaltır.
- Aşırı yüklenme. – Nem oranındaki yükselme, ilave atık veya dolgu yüklenmesi ve yapısal ilavelere bağlı yüklemelerden kaynaklanır.
- Temel ve yanal desteklerin kaldırılması. – Setin tabanındaki maddenin erozyon veya kazıyla kaldırılması ve madencilikle yüzey altı desteğinin kaldırılması.
- Sismik olaylar. – Deprem ve patlama sonucu oluşan yer hareketi, madenin iç sürtünmesini azaltır veya kütleli yerinden çıkarır.

3.2. Hidrolojik Etkiler

3.2.1. Ocak alanlarının bozulması ve tortu :

Madencilik faaliyetine geçilmeden önce akarsular, akıntı ile tortu taşınması arasında bir yarı denge ile çalışırlar. Bir akarsu, kanal kesiti ve eğimi yıldan yıla nispeten değişmemiş kalırsa kararlıdır. Bir havzaya uygulanan herhangi bir değişiklik, ister doğal ister insan tarafından yapılmış olsun, o havzanın kararlılığına etki eder. Akarsu yatağından madencilik yapmak, su temini amacıyla akarsudan faydalanılması ve buna bağlı olarak debinin azalması, akıntı yönünün ve kanalın eğiminin değiştirilmesi gibi müdahaleler havzanın kararlılığını yakından etkiler. Bu etkiler neticesinde, kanalda tortu birikimi artarak, kanalın dolmasına neden olabilir. Tam tersi olarak kanaldan madencilik yapılması da, mevcut tortu miktarının azalmasına, yatağın seviyesinin düşmesine ve kararlılığının bozulmasına sebep olur.

Bir akarsu yatağında tortu birikimi, akarsuyun dibinde yaşayan mikroorganizmaların boğulması ve balıkların yiyeceksiz kalması anlamına gelir. Aynı zamanda dibe çöken organik tortu maddelerde, çürümelerinden dolayı oksijen tüketirler ve oksijen kıtlığına yol açarlar. Suda asılı kalan tortu maddeler sivri ve aşındırıcı özellikte ise balıklara zarar verebilir, suyun bulanmasına yol açar ve ışığı geçirmemesinden dolayı, algler gibi suda yaşayan ve fotosentez yapan canlıların yaşamsal faaliyetlerini sonlandırabilirler.

3.2.2. Yerüstü su kalitesi – kimyasal etkileri :

Yerüstü sularının madencilik ve atıklarından etkilenme yolları arasında,

1. Atık suyun dışa verilmesi veya taşması.

2. Yağmur suları veya eriyik karların oluşturduğu akıntılar.
3. Harmanların topuğundan drenaj.
4. Etkilenmiş yer altı sularının akarsulara verilmesi

ana maddeler olarak sayılabilir.

Asitli maden suyunun drenajı (AMD) :

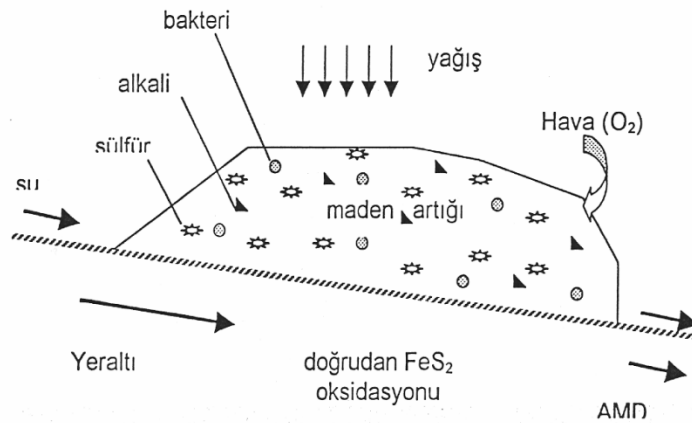
Asit maden drenajı, sülfürlü mineraller içeren, kömür, baz metal, uranyum ve değerli metal madenlerinde sık görülen bir oluşumdur. Oluşumun kaynağı ise kayaç yığınları, atık barajına terk edilen proses atıkları, pirit konsantresi stokları, açık ve kapalı maden işletmeleridir. Asit maden drenajı, bu alanlarda meydana gelen sızıntılara ve yüzey drenajlarına bağlı olarak gelişir.

Bazı kaynaklarda asit maden drenajı, (acid mine drainage – AMD), diğer bazılarında da asit kaya drenajı (acid rock drainage - ARD) şeklinde isimlendirilen bu doğal olay, yukarıda ifade edildiği üzere, bünyesinde sülfürlü mineralleri bulunduran madenlerde görülen bir çevre problemidir. Bilindiği gibi sülfürlü mineraller ve özellikle pirit, metalik maden yataklarında oldukça yaygın rastlanan bir mineraldir.

Çizelge 3.1. Asit maden drenajı açısından önem taşıyan başlıca sülfürlü mineraller.

Mineral	Bileşim	Mineral	Bileşim
Arsenopirit	$FeS_2.FeAs$	Markasit	$Fe_{11}S_{12}$
Bornit	$CuFeS_4$	Millerit	NiS
Kalkozin	Cu_2S	Molibdenit	MoS_2
Kalkopirit	$CuFeS_2$	Pirit	FeS_2
Kovellit	CuS	Pirotin	FeS
Galena	PbS	Sfalerit	ZnS

Asit maden drenajı oluşumunun başlangıç adımında, bir sülfürlü mineralin su ve hava (oksijen) etkisine maruz kalması gereklidir. Çizelge 3.1. den de görüleceği üzere, bir çok mineral AMD oluşumuna katkı yapar. Ancak, genellikle oluşumun gerçekleşmesi açısından tetikleyici olan bir demir sülfür mineralidir (çoğunlukla pirit, bazen pirotin veya markasit). Sülfürlü minerallerin su ve hava ile teması sonucunda oksidasyona uğramasıyla nihai tepkime ürünü olarak sülfirik asit (H_2SO_4) meydana gelir. Böylelikle, ortamdaki sular asit karakter kazanır ve pH seviyesi düşer. Bu olay kısaca AMD olarak bilinir. (Şekil 3.1)



Şekil 3.1 Oluşumun şematik gösterimi

Asit karakterli maden sularının olumsuz özellikleri yalnızca düşük pH değerleri ile sınırlı değildir. Aynı zamanda, cevher mineralizasyonuna bağlı yüksek metal konsantrasyonu, yüksek oranda çözülmüş katı ve organik madde eksikliği ile karakterize olurlar. Metal konsantrasyonundaki aşırılığın sonucu olarak toksiktirler. Yine, metal konsantrasyonu ve çözülmüş katı içeriğinin sonucu itibariyle sedimentasyon proseslerinin gelişmesine neden olurlar.

Asit maden drenajının çevresel etkilerinin neler olduğunu incelemek konuyu anlamak açısından daha faydalı olacaktır. Buna göre, sülfürlerin oksidasyonu sonucunda asidik özellik kazanan çözeltilerin pH'ı 5'in altındadır. Bünyesinde çözülmüş metal ve ağır metalleri taşır. Yüksek oranda çözülmüş katı madde içerir ve organik madde eksikliğiyle karakterize olur. Yüzeysel akıntıları, yağmur suları ve süzülme yoluyla taşınarak nehirlere, göllere ve yeraltı su sistemlerine karışır.

Görünüşte sadece su kirliliğine neden olan bir problem izlenimi vermektedir. Ancak, tek yönlü bir kirlenici değil, aksine nehir ekosistemlerinde hem doğrudan hem dolaylı olarak sayısız soruna yol açan, ekonomik sonuçları şaşırtıcı derecede büyük bir sorundur.

Asit maden drenajının etkileri kimyasal, fiziksel, biyolojik ve ekolojiktir. Burada dört temel faktör rol oynar; asidite, tuzlanma, metal oksiditesi ve sedimantasyon prosesleri. Kısaca ifade etmek gerekirse, nehir ekosistemlerinde besin zinciri değişime uğrar, basitleşir, türler yok olur ve ekolojik stabilite zayıflar.

Asidite arttığında, suyun bikarbonat tampon kapasitesi çöker, zincirleme gelişmeler yaşanmaya başlanır. Bilindiği gibi, düşük pH, yüksek hidrojen iyonu konsantrasyonu anlamına gelir. Bu koşullar ortaya çıktığında organizmaların asit-baz dengesi olumsuz etkilenir, metabolik bozukluklar görülür. Enzim sistemleri pasifize olur. Bitkilerin solunumu ve köklerin mineral tuzları ile suyu alması güçleşir. Suda yaşayan balıklar, mikroorganizmalar ve diğer canlılar asiditeden önemli ölçüde etkilenirler. Hassas türler kaybolurlar.

Asidite artışının bir başka sonucu jeokimyasal değişimle ilgilidir. Minerallerin asit ortamda bozulmalarına bağlı olarak alıcı ortama metal salınımı gerçekleşir. Artan metal konsantrasyonu da suda metal toksisitesine sahip olur.

Asit karakterli sular nehirlerle karıştığında veya suları asidik nehir başka bir nehirle karıştığında pH yükselir veya bazı metallerin farklı komplekslere dönüşerek presipite olacağı koşullar meydana gelir. Bu gibi durumlarda, suda çözülmüş ağır metallerin çökmesiyle belli ölçüde toksik sediman tabakası oluşur. Habitat kayıpları, tür çeşitliliğinde azalmanın yanı sıra bitkilerin eliminasyonu ve üretkenlikte azalma etkileri izlenir. Zincirleme olarak bitkilerle beslenen türlerde yok olduğundan besin zinciri basitleşir [10].

3.2.3. Yüzey su miktarı :

Madencilik su kaynaklarına olan potansiyel etkilerinin azaltılması için hidrolojik sistem yaklaşımının benimsenmesi önemlidir. Etkiler, madencilik sahasının hem alan hem de zaman olarak dışına taşabilir. Hidrolojik sistem yaklaşımı yerüstü ile yer altı su disiplinlerini, bunların arasındaki etkileşimleri ve diğer suyu ilgilendiren etmenleri (iklim, topoğrafya, toprak yapısı ve jeoloji gibi) birleştirir. Sistemin hidrolojik neden-sonuçlar ile olası etkiler ve iyileştirme çalışmalarına bakışı hem yöresel hem de bölgeseldir.

A) Taşmalar :

Bir su kaynağından taşmayı etkileyen faktörler iki grupta toplanabilir; iklimsel ve fizyografik etkenle iklimsel faktörler, öncelikle çeşitli form ve şekildeki çökeltme, buharlaşma ve havalanmayı kapsar. Bu faktörler tipik olarak iklimle bağlantılı gerçekleşen mevsimsel değişimlerdir. Fizyografik faktörler temel olarak su kaynağının boyutu ve şekli, toplama şevleri, çukur birikimleri, toprak nem durumu ve tipi, geçirgenlik kapasitesi ile bitki örtüsünü kapsar. Madencilik faaliyetleri taşmayı kontrol eden fizyografik faktörleri ciddi biçimde etkileyebilir.

Madencilik faaliyetinin ilk aşamalarında tipik olarak bitki örtüsünün kaldırılması, üst toprağın kazılıp stoklanması, üst örtünün ve taşın dekapajı ile yol inşaatları yer alır. Bu faaliyetler aşağıdaki mekanizmalar yüzünden lokal taşmada önemli miktardaki artmalara neden olabilir;

- Yol yapımıyla artan geçirgen olmayan yüzeyle ve yeraltındaki enine akımların kesilmesi.
- Toprağa nüfuz eden su miktarının ve nem tutma kapasitesinin sıkışmayla azalması.
- Bitki örtüsünün kalkmasıyla, yağmur ve kar sularının toprak tarafından emiliminin azalması.
- Buharlaşma ve havalanmadaki azalma nedeniyle topraktaki nem düzeyinin artması.

Madenin gelişimi arttıkça, ocaklardan yapılan su tahliyesi çalışmalarının ortaya çıkaracağı yüksek miktardaki suyun taşmalara katkısı, doğal akışa göre çok fazladır. Madencilik faaliyetleri sırasında yapılan su tahliyesi çalışmalarındaki pompalama, saniyede yüzlerce metreküp mertebelerindedir. Bu faaliyetlerin çoğunda pompalanan su, saniyede birkaç metreküplük akış hızı olan akarsulara ya da birkaç metreküpü kaldırabilecek kanallara verilir. Böylece akım rejimleri değişen akarsuların neden olduğu taşma ve seller meydana gelir.

B) Tüketim :

Madencilik faaliyetlerinin her çeşidinde su kullanımıyla karşılaşılmaktadır. Cevher zenginleştirme prosesleri ve ocaklarda yapılan pek çok işlem için gereken su, yeraltındaki veya çevredeki su kaynaklarından temin edilir. Bu kaynaklardan alınan sular, yeraltı su seviyesini ve akarsu rejimlerini büyük ölçüde etkiler. Bu etki neticesinde alt kotlardaki tarım alanları veya diğer su kullanıcılarının toprakları zarar görebilir.

C) Yönlendirme :

Üst kotlardaki suyun toplanması veya mevcut bir su kaynağının yönünün değiştirilmesi için, ocak çevresinde yönlendirme ya da bloke etme çalışmaları yapılır. Tipik olarak bu çalışmaların yer üstü su oluşumlarına, erozyonu kontrole, tabakalaşmaya ve maden birimlerinin suyla etkileşimlerine olumlu bir etkisi vardır.

Bazı aşamalarda madencilik faaliyetleri topoğrafya değişimi, yüzey bozulması ve sızmalardan ötürü taşmaların artmasına sebep olur. Bu taşmaları kontrol altına alabilmek için kanallar, taşma kanalları ve engelleyici yapılar inşa edilir. Bu yapılar en üst seviyedeki (doruk) akışı ile madencilik faaliyetleri esnasında oluşan çamuru taşıyabilecek şekilde boyutlandırılmalı ve doğru yönde konumlandırılmalıdır.

Kanalların doğrultu ayarlamalarının iyi olmaması, geçiş bölgelerinde güçlendirme yapılmaması, erozyon ve yapısal bozukluklara yol açabilir. Böyle durumlarda, yapıların sürüklenmesi muhtemeldir. Bu tip ihmallerin sonucunda, üst toprağın cevher hazırlama havuzları içine sürüklenmesi gibi olaylar meydana gelmiştir.

D) Su basması :

Madenciliğin, hidrolojik sistemler üzerindeki potansiyel etkilerinden bir diğeri de su basmasına olan etkisidir. Madenciliğin bir havzadaki su baskınlarına etkisi çok az olabileceği gibi, havzanın baskın karakteristik özelliklerini de önemli ölçülerde değiştirebilir. Aynı madencilik bileşenleri, yerlerine, dizaynlarına ve yapısal kapasiteleriyle örtüşümlerine olduğu kadar, hava durumuna da bağlı olarak yararlı veya zararlı durumlar gösterebilir. Örneğin, fazla yağış sızdırcılığına sahip, ıslah edilmiş alanlar, alt kotlardaki su basmasını azaltabilir ama yararlı düşük veya orta şiddetteki akıntıları da azaltabilir.

Uzak su kaynaklarında (membra), rüzgar ve kar erimesi olayları olabilir. Bunun neticesinde oluşan taşmalar, yerel maden tesislerinin arkasındaki setlerde toplanabilir. Eğer bu setler, su tutma amaçlı tasarlanmışsa ya da su tutma kapasiteleri aşırsa, taşma ve su baskınları, alt kotlarda yok edici su baskını dalgalarına yol açabilir.

Madencilik faaliyetleri basamaklı topografya, çökelme havuzları ve kuyuları, delikli yapıdaki atık ve stok yığınları sayesinde su baskını risklerini azaltabilir. Bu durum özellikle, havzanın ve potansiyel hidrolojik etkilerin projelendirme aşamasında yeterli düzeyde risk analizlerinin gerçekleştirilmesiyle mümkün olabilir. Tipik olarak, göz önünde tutulması gerekenler, su tahliye sisteminin boyutlarıyla, tabakalanma kontrol sistemleri, kanal ve baskın havuzlarına su tacizlerinin önlenmesi ile atık yığınlarının ve döküm alanlarının dayanıklı, su tahliyesine yardımcı olacak şekilde yapılandırılmasıdır. Orta düzeyde ıslah gayretleri bile, su basmasının potansiyel etkilerini azaltabilir.

E) Su tahliyesi :

Madencilik çalışmalarının sürekliliği ve dayanıklılığı için, maden operatörleri yer üstü ocaklarından, yeraltı çalışma alanlarından ve atık ünitelerinde su tahliyesi işlemini sık sık uygulamalıdır. Bu işlemde hem yer üstü hem yeraltı su kaynakları etkilenebilir. Yer üstü sularındaki etkilenmelerin neticesinde, yeryüzünde tasman, etkilenmiş kaynaklar, alüvyon vadisi tabanlarında ve havzalardaki değişimler ile boşaltımdan dolayı su kalitesindeki etkiler meydana gelir.

Açık veya kapalı ocak su tahliye işlemleri, alüvyon vadisi tabanlarıyla, havzalardaki hidrolojik rejimi önemli ölçüde etkileyebilir. Bu tip alanlardan su tahliyesi, tarımsal üretkenlik, vahşi yaşam habitatları ve diğer fonksiyonların büyük ölçüde zarar görmesine neden olur.

Sonuç olarak, madenciliğin potansiyel etkilerinin yerüstü sularına olan etkisi değişik şekillerde ve ciddiyet derecelerinde gerçekleşebilir. Madenciliğin neticelerinin tahmin ve yönetimi hidrolojiye, alt ve üst kot faktörlerini hesaba katan, bir sistem yaklaşımını gerektirir. Bunun gerçekleşmesi, iklim ve havza karakteristiklerinin araziye özel, yöresel veya bölgesel olarak anlaşılmasını kapsar.

3.2.4. Yeraltı su kalitesi :

Madencilik, yeraltı su akış yollarını ve jeokimyasal çevreyi değiştirebileceğinden ötürü yeraltı su kalitesine tesir edebilir. Madencilik, kaya ünitelerinin geçirgenliğini arttırabilir, yeni kaya yüzeyleri oluşturabilir veya daha önce bağlantısı olmayan üniteler arasında su akışına ya da yüzey ve yeraltı arasında bir akışa sebep olabilir. Sonuç olarak, kurulmuş jeokimyasal sistemde karışıklığa neden olarak kaya erimesi veya çökmesi reaksiyonlarıyla yeraltı su kalitesine etkiyebilir.

A) Değişime uğramış yeni su akış yolları :

Madencilik, kayaları çıkararak yeni su akış yolları yaratabilir veya mevcut olanları değişime uğratabilir. Yeni su akış yollarının etkileri, suyun kimyasal yapısına bağlıdır. Eğer giren suyla, girdiği yerdeki kimyasal farklılıklar az ise, bunun yeraltı su kalitesine etkisi az olur. Açık ocak madenciliği çukur bir bölge yaratarak, yüzeyden taşan suların yeraltındakilere karışmasını ve yeraltı suyunun yüzeye çıkmasını sağlayabilir. Yüzey suları, yeraltı sularına göre daha fazla oksijen ihtiva eder ve daha az çözünmüş madde toplamına sahip olabilir. Bu su yeraltına girdiğinde kaya üniteleriyle denge halinde olmadığından kaya üniteleri dengeyi kurmak için çözünebilir veya çökebilir. Bu durum ocak içerisinde veya pasa döküm alanlarında kayma ve göçüklere sebebiyet verebilir.

B) Hidrolojik sistemdeki değişimler :

Madencilik faaliyetleri sebebiyle pasif akış yollarında değişimler meydana gelmektedir. Bu duruma ek olarak yapılan su tahliyesi işlemleriyle aktif akış yollarında da değişimler oluşabilir. Bu sayede, bir bölgeden başka bir bölgeye alınan yani ortam değiştiren su, dengede olmayan su ve kaya ünitelerinin bir araya gelmesine neden olur. Bu durumun sonucunda, dengeye ulaşabilmek için kayalarda çözülme veya çözümler ile buna bağlı çökelmeler oluşabilir.

C) Suya maruz kalan yüzeylerde artış :

Suya maruz kalan bölgelerdeki artış, su ile kaya parçaları arasındaki etkileşim için yeni ve geniş alanlar sağlar. Yeni yüzeyler, daha çok patlatma ve cevher üretimi esnasında oluşur. Bu sayede parça boyutu küçüldükçe suyla etkileşime girecek yüzey alanı da artar. Mesela, açılan tünellerde de yer altı sularının sızıntılarına maruz kalacak yeni yüzeyler yaratılmasına rağmen, döküm harmanı ve atık yığınlarıyla karşılaştırıldığında oluşan yeni yüzey alanı küçüktür. Artan kaya yüzey alanları, su-kaya etkileşimini katlar ve böylece çözünme oranlarıyla beraber suyun yükünü de artırarak kalitesinde değişimlere neden olur.

D) Materyallerin oksitlenmesi :

Madencilik, suya maruz kalan yeni alanlar yaratmasının yanında, oksijene maruz kalan yeni alanlar da ortaya çıkarır. Eğer ortamda pirit gibi reaktif mineraller mevcutsa, oksitlenme ve asitleşme oluşarak, pH düzeyinin düşmesine ve suda çözünebilir metallerin yüklenmesinin artışı gibi durumlar meydana gelebilir.

E) Solüsyon madenciliği :

Solüsyon madenciliği, üretim sırasında kimyasalların kullanılması ve pompalama işlemlerinden dolayı bölgesel hidrolojik değişimlere, akış yollarındaki değişimlerden dolayı da yeraltı su kalitesini etki eder. Solüsyon madenciliği, cevherin bulunduğu tabakaya hedef minerali çözen çözeltiler yollanarak cevher çıkarılması metodudur.

Tektaş'ta ki uranyum madenciliği sırasında kullanılan kimyasalların (kuvvetli asit veya bazik çözeltiler), yeraltı su kalitesine etkileri çok büyük olmuştur. Diğer bir kimyasal amonyum bikarbonat kullanımı, yeraltı suyunun amonyakla kirlenmesiyle sonuçlanmıştır. Bu tip kirlenmelerin önüne amonyum bikarbonat yerine sodyum bikarbonat veya çözülmüş karbondioksit kullanımıyla geçilmiştir.

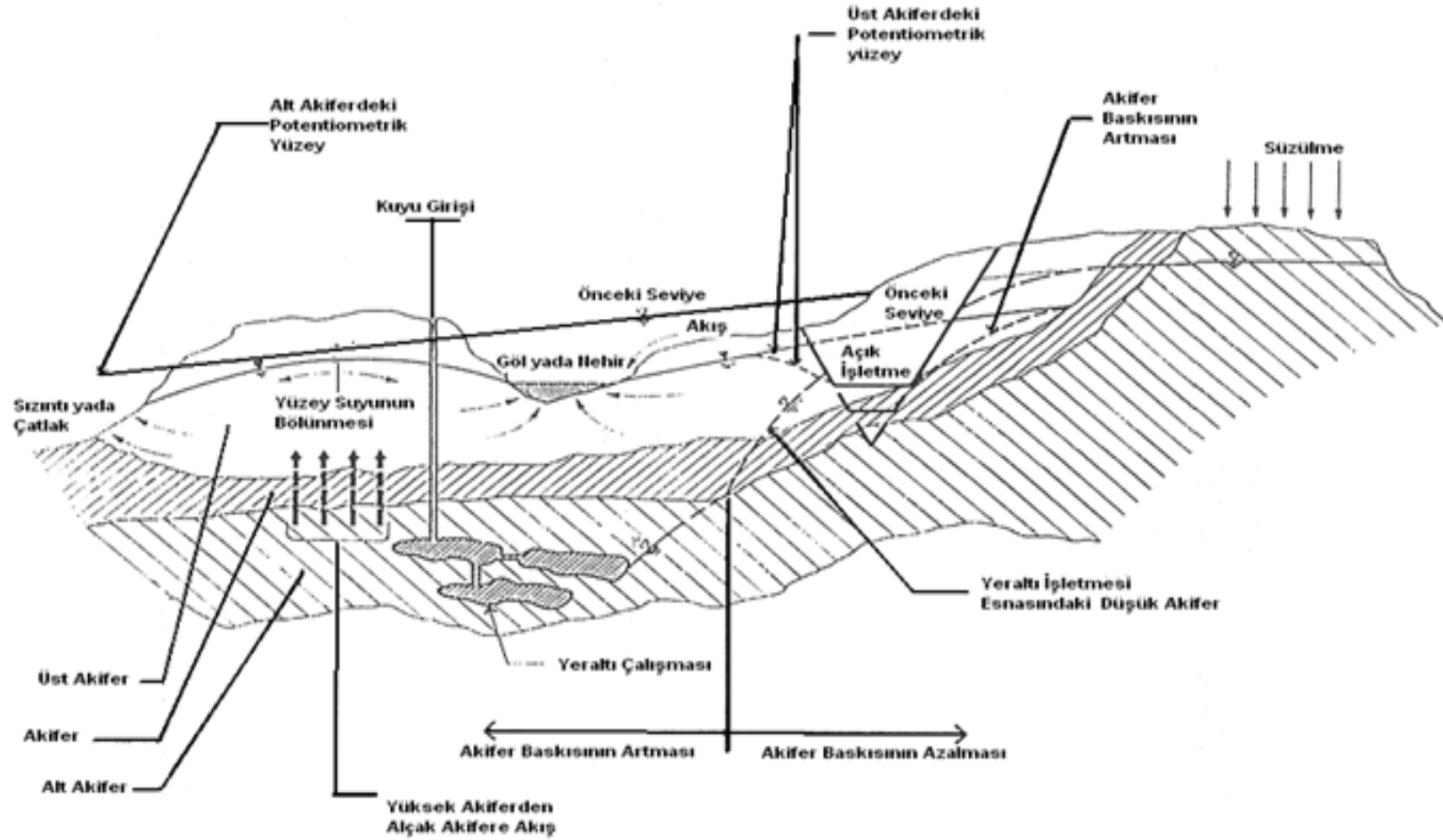
F) Atıklar ve atık havuzları :

Atıkların tanecik boyutu küçük, pirit gibi reaktiflerden oluşmasından ötürü, atık liç kimyasalı oluşur. Piritin oksitlenmesiyle asidik, metalce zengin bir liç kimyasalı oluşur ve kurak bölgelerde bu buharlaşabileceği gibi, geçirgenlik ve çökeltme durumları müsait alanlarda, yer üstü ve yeraltı sularına karışabilir. Atık havuzlarının yeraltı su kalitesine etkileri, atık materyalin ve alt tabakaların jeokimyasıyla geçirgenliğe bağlıdır. Eğer atıklar, geçirgenliği kendisinden az olan toprak üstüne yerleştirilir veya altlarına tahliye sistemleri kurulursa, süzülen atık liç kimyasalı en düşük dirence sahip yolu izler ve yeraltı sularına karışmaz.

3.2.5. Yeraltı suyu miktarı :

Madencilik çalışmaları nedeniyle derin kazılar yapılarak su tablasının altına inilmesi, yeraltı suyunun ortaya çıkarak çalışma alanına dolmasına neden olur. Bu nedenle yapılan drenaj çalışmaları, akifer tüketimine ve böylece yeraltı suyunun azalmasına sebep olur. Ayrıca sondaj delikleri ve kuyularda yeraltı suyunun azalmasına neden olur.

Yeraltı su sistemlerinin temel özellikleri, olası maden özelliklerine ilave edilerek şekil 3.2'de gösterilmiştir. Bu şekil, madenciliğin yeraltı su kaynaklarını nasıl etkilediğini göstermekte ve suyun, çevre-yaşayan organizmalar-çevre, biyokimyasal döngüsünü basit bir şekilde anlatmaktadır.



Şekil 3.2. Madencilik faaliyetleri nedeniyle etkilenen yeraltı suyu akış sistemi

Yeraltı su sistemleri yeniden dolma ve boşalma alanlarından oluşur. Yeniden dolun, yağışlar, yerüstü suları ve akifer arası akışlardan meydana gelir. Akifere yeryüzünde dolun, yüksek topoğrafyalarda olur. Akiferden boşaltım akarsulara, ırmaklara, göllere, kaynaklara, akiferarası akışa ve madencilik işlemlerinden süzölen suya akış halinde oluşabilir. Akiferin başından sonuna kadar, yeraltı su hareketinin hızı, hidrolik basınç, gözeneklilik ve geçirgenlik gibi akifer özellikleri tarafından kontrol edilir.

Doymuş zemine bir kazı yapıldığında, çalışma koşullarını kuru ve güvenli bir şekilde muhafaza etmek için ortamdaki su arındırılmalıdır. Pompalama hidrolik değişim oluşturur ve madene akışa sebep olur ve de yeraltı su seviyelerini azaltır. (Şekil 3.2) Yeraltı su seviyelerinin sapma miktarı ve saptığı uzaklıkları etkileyen bir çok faktör vardır. Statik su seviyesi hakkında madencilik derinliği, kanalın gücü olarak düşünülebilir. Genelde maden ne kadar derin olursa, su seviyeleri o kadar düşer. Madenin konumu da su seviyelerinin sapacağı uzaklığı etkiler. Su seviyelerinin madenden ne kadar uzağa sapacağı ve su tablası çöküntüsünün ne kadar çabuk yayılacağını, geçirebilirlik ve depolama gibi maden oluşumları etkiler. Geçirebilirlik özelliği az olan oluşumlar, akiferde derin bozulmalara yol açar ve su tablası alçalması kısa bir mesafe içinde yükselir. Fakat, yüksek geçirebilirlik özelliğine sahip akiferlerde, yeraltı su sapsması daha az olur ama daha geniş bir alana yayılır. Açıklandığı gibi, madencilik yeraltı su miktarının terk edilmiş su yataklarını birleştirip birbirlerinden su alıp vermelerine izin vererek etkiler.

Yeraltı suyunun azalması, madencilik faaliyetlerinin en çabuk etkisi olarak görünse de, çevreye etki eden ve aynı oranda önemli olan uzun süreli başka etkileri de vardır. Çökelme yeraltı madenciliğinden dolayı oluşur. Yeraltı su dolun hızlarındaki değişim, akiferlerin statik konuma geçmelerindeki zamanı ve dereceyi etkiler.

3.2.5.1. Açık ocak çalışmaları :

Açık ocak madenleri kısıtlı derinlikteki kazılar nedeniyle, genelde sınırlandırılmış yeraltı su koşulları yerine daha çok sınırlandırılmış suyla karşı karşıya gelir. Bu durumda yeraltı su kaynağı, öncelikle akiferin boşluklarındaki kaçaqlardan oluşan depo ve daha sonra dolun alanlarından gelen sudur.

Sınırlandırılmamış akiferdeki su tablası alçalması, madenden genellikle 1 – 3 mil uzaklıkta gerçekleşir. Açık ocak madenciliği ile su seviyeleri düşürülen, yüze yakın akiferin beslediği kaynaklar, sızıntılar ve kısa süreli drenajlarla kuruyabilir. Su seviyesinin alçalması, ayrıca akıntının azalmasına ya da ters yönde akmasına sebebiyet verebilir.

Bazı maden yatakları, formasyonlarına göre geçirgenliklerini yükseltebilirler. Maden işlemleri, bu su hacmini yüksek geçirgenlikle hızlı oranda boşaltabilir ve daha sonra yerel formasyon tutarlı olarak daha az geçirgen oranda su üretebilir [11].

3.3. Bitki Örtüsü ve Vahşi Yaşam Etkileri :

Yapılan her türlü madencilik aktivitesi neticesinde, çalışılan bölge çok büyük zarar görür. Bu zararların başında da bölgenin bitki örtüsünün ortadan kalkması ve vahşi yaşamının sona ermesi gelmektedir.

Dekapaj kaldırılması ve cevher üretimi gibi tüm kazı işlemleri, toprağa direkt müdahaleyi gerektirdiği için, bitki örtüsünü tamamen ortadan kaldırmaktadır. Ayrıca dekapaj sahaları, zenginleştirme tesislerinin inşası ve yol yapım çalışmaları da doğal yapıyı bozan diğer doğal yapıyı bozan diğer faktörlerdir. Madencilik aktiviteleri ile ortaya çıkan toz da, kaynağında bastırılmadığı takdirde, çevreye yayılıp zarar görmemiş bitkilerin üzerine yapışarak, üretkenliklerini azaltır. Çalışmalar esnasında gereken su ihtiyacının karşılanması amacıyla yapılan sondaj çalışmaları ve çevredeki akarsulardan su temini de, yeraltı su seviyesini düşürür. Bunun sonucunda toprağın üretkenliği azalır ve pek çok bitki türü zarar görür.

Madencilik çalışmaları sebebiyle yapılan tüm kazı ve döküm işlemleri bitki örtüsünün yanında, bu bölgeleri yaşam alanı olarak kullanan hayvan türlerine de zarar verir. Doğal yapının tamamen ortadan kalkmasıyla yörede yaşayan hayvan türlerinin yuvaları bozulur ve gıdasız kalırlar. Ayrıca çevredeki akarsu yataklarından yapılan madencilik faaliyetleri de akarsuların kararlılığını bozmakta ve suda yaşayan canlı türleri içinde tehdit oluşturmaktadır. Erozyon ve heyelan gibi toprak hareketleri sonucu akarsularda tortu birikimine neden olacak olaylarda, balıkların ve suda yaşayan algler gibi mikroorganizmaların yaşamı için büyük tehdit oluşturmaktadır.

Sonuç olarak, madencilik faaliyetleri için yapılan kazı çalışmaları, bitki örtüsünü ortadan kaldırmakta ve vahşi yaşama etki etmektedir. Tüm bu olaylar, tür çeşitliliğinde azalma, bitkilerin eliminasyonu, üretkenlikte azalma ve zincirleme olarak bitkilerle beslenen türlerinde yok olmasıyla sonuçlanır.

3.4. Toplumsal Etkiler :

Madencilğin çalışılan bölgeye yapmış olduğu en büyük etkilerden birisi de, bölgenin görsel özelliklerini bozmasıdır. Görülebilir kaynak etkilerinin sonuçlarının değerlendirilmesi iki ayrı düşünce üzerine hitap etmektedir. Birincisi peyzajın nasıl etkileneceği, ikincisi bu etkilerin gözlemci tarafından nasıl idrak edileceğidir. Madencilik aktiviteleri, geçici süreli arazi kullanımını gerektirdiği için, yörenin doğallığını neredeyse tamamen değiştirir. Çalışılan alan, zenginleştirme tesisleri, stok sahaları ve yolların kapladığı arazi düşünüldüğünde, ne kadar büyük bir alanın bozulduğu daha iyi anlaşılabilir.

Madencilik çalışmaları sonunda arazi, eski haline döndürülemeyecek derecede bozulmaya uğrar. Bu nedenle yapılacak yeniden kazanım çalışmalarıyla, bozulan alanın çevreyle gerek bitki örtüsü gerek topoğrafik bakımdan uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Böylece yeniden kazanım çalışmaları başarıya ulaşacak ve çalışmalar esnasında oluşan görüntü kirliliği de bertaraf edilerek, yöre halkına ve toprak sahiplerine mülkleri en iyi şekilde teslim edilebilecektir.

4. MADENLERİN KAPATILMASI VE YENİDEN KAZANIM ÇALIŞMALARI:

Madenlerin kapatılması aşamasında itina ile üzerinde durulması gereken konu kuşkusuz yeniden kazanımdır (reklamasyon). Çünkü daha önceki bölümlerde de anlatıldığı gibi, maden işletmesi çalışma dönemi boyunca, bulunduğu bölgenin ekolojik dengesine çok büyük müdahaleler de bulunmaktadır. Gerek doğayı tahrip ederek bitkisel ve doğal yaşamı sona erdirmesi, gerekse de çıkardığı atıklar, o bölgenin tüm döngüsel özelliklerini neredeyse bitme noktasına getirmektedir. Ayrıca kontrolsüz olarak terk edilen dik şevler ve ocak çukurları da görsel bozukluğun yanında güvenlik açısından da büyük tehlikeler arz etmektedir. Anlatılan tüm bu nedenlerden dolayı, yeniden kazanımın ne olduğu, ideal bir yeniden kazanımın nasıl yapılabileceği ve önemine değinmek faydalı olacaktır.

Madencilik faaliyetleri nedeniyle bozulan arazilerin ıslah edilmesi anlamına gelen reklamasyon, İngilizceye 'Rehabilitasyon', Almancaya ise 'Rekültivasyon' olarak çevrilmiştir. Reklamasyon anlam olarak bir çok farklı terimi içine almakta ve bununla birlikte restorasyon anlamına da gelmektedir. Bir diğer manası da kazılan toprağın tekrar düzenlenmesi ve eski topoğrafyanın oluşturulması manasına da gelir. Reklamasyon, yalnızca arazinin ıslah edilmesini değil, erozyon ve sedimantasyon kontrolünü de ele alarak, arazinin eskisinden daha sağlam bir hale getirilmesini de kapsamaktadır. Bu nedenlerden dolayı yeniden kazanım, madencilik işlemleri ile eş zamanlı ilerleyen entegre bir dizi işlemi kapsamaktadır [12, 13]

Mevcut sosyoekonomik şartlar ne olursa olsun, madencilik alanlarının korunması ve ıslahı dört ana basamak halinde gerçekleştirilir.

1. Madencilik sonrası alan kullanım planlaması
2. Alan kullanım planlaması doğrultusunda yeniden düzenleme (kazı, döküm, su rejimi kontrolü, üst örtünün ayrı olarak kazılıp serilmesi)
3. İyileştirme (biyolojik ıslah)
4. İzleme ve bakım

4.1. Planlama :

Madencilik faaliyetleri nedeniyle bozulan arazilerin ıslah çalışmalarında en önemli nokta, çalışılan alanın madencilik sonrası hangi amaçla kullanılacağına belirlenmesidir. Bu nedenle madencilik faaliyetlerine başlanmadan önce, madencilik sonrası arazi kullanım planlama çalışmalarının yapılması çok önemlidir. İyi bir planlama sayesinde yeniden kazanım maliyetleri minimize edilebilir ve arazinin doğal dengesine en yakın ekolojik şartların sağlanması mümkün olur.

4.1.1. Arazi kullanım planlama çalışmaları :

İyileştirme çalışmalarının planlanmasından önce, madenciliğin neden olduğu veya olacağı arazi bozulmaları dikkatle incelenmelidir. Bu amaçla bölgede topoğrafik, jeolojik, hidrojeolojik, klimatolojik, biyolojik, sosyolojik ve toprak araştırmaları ile alan kullanım planlaması yapılmalıdır. Alan kullanım planlaması, bir alanın değişik faktörler yönünden irdelenip, önerilen kullanımlara uygunluğunun araştırılmasıdır. Her alan için uygun bir kullanım ve her kullanım için uygun bir alan bulunabileceği ilkesinin çift taraflı işletilip, geliştirilmesine bağlı olarak sağlayacak planlamalar dizisidir. Bu tip planlamalar çevre değerlerini koruyarak ya da zararları minimuma indirerek kaynaklardan optimum düzeyde yararlanmayı sağlar.

Genel bir kullanım planlamasında süreç, sorunun tanımlanmasıyla başlayarak, analiz – değerlendirme – sentez yardımıyla çerçeve plan, master plan ve tasarım aşamalarından geçer. Ancak açık ocak madenciliği sonrası alan kullanım planlamasından oldukça farklıdır. Herhangi bir planlama çalışmasında mevcut doğal ve kültürel değerler dikkate alınır, analiz edilir. Açık ocak madenciliği sonrası yapılacak alan kullanım planlaması ‘Yeniden Yaratmak’ tır. Ayrıca, açık ocak işletmelerinin planlanmasında karşılaşılan en önemli sorun, çevreye yapılan olumsuz etkiyi en aza indirirken en fazla üretimi sağlamak ve çalışmaların yasalara uygun olmasını temin etmektir.

Madenciliğin tüm safhalarını da içine alan planlamanın basamakları özetle aşağıda verilmiştir.

- Madencilik öncesi koşulların envanterinin çıkarılması.
- Etkilenecek birimlerin ihtiyaç ve isteklerini karşılayacak şekilde arazinin işletme sonrası gereksinimlerinin belirlenmesi ve bu konuda karar verilmesi.

- En uygun çözüme ulaşmak için alternatif işletme ve yeniden düzenleme-iyileştirme ile ilgili tüm planların analizi.
- Teknik, sosyal ve ekonomik koşullara uyumlu, kabul edilebilir entegre işletme, yeniden düzenleme, iyileştirme ve buna esas olacak alan kullanım planlarının geliştirilmesi.

Yeniden kazanım konusu, üretim planlaması ve ülkesel ya da yöresel kanunlara uygun olarak farklı meslek dallarından konunun uzmanları tarafından ele alınmalıdır. Ramani ve Sveigard (1983), tüm maden planlama safhası (alan kullanım planlaması ve diğer tüm planlamalar dahil olmak üzere) ve her safhanın uzmanlık alanlarını belirlemiştir. Buna göre; maden mühendisi, alan kullanım plancısı (şehir bölge plancısı – peyzaj mimarı – mimar), ziraat mühendisi, çevre mühendisi, ekolog, biyolog, coğrafyacı, kartograf, inşaat mühendisi, hukukçu, mali müşavir, jeolog, hidrojeolog, arkeolog, sosyolog, ekonomist yer alabilecek mesleklerdir.

Planlama aşamasında ise, çalışılacak yörenin fiziksel ya da topoğrafik özelliklerinin belirlenmesi ve yöre halkının beklentilerinin karşılanması gibi konular üzerinde durulur. Böylece daha önce oluşturulan çerçeve planın işlerliği daha iyi görülebilir. Burada esas olan, bölgenin eski topoğrafik özelliklerine ne kadar yaklaşabileceği veya peyzaj özellikleri dikkate alınarak yöre halkının beklentilerinin karşılanıp karşılanamayacağıdır.

❖ **Simca Mining-Pensilvanya örnek arazi kullanım planlaması :**

Bu maden, bulunduğu alanın tipik özelliklerini göstermektedir ve üç yıllık kısa bir operasyon hayatı vardır. Ama arazinin büyük kısmı daha önceki yüzey ve yeraltı işlemleri yüzünden zarar görmüştür. Tüm alan özel mülkiyette ve altı ayrı arazi sahibine aittir. Arazinin üzerinde orman alanı, açık alan, bozulmuş alan ve ıslah edilmemiş alanlar bulunmaktadır. Bu alandaki topraklar göreceli olarak ince yapılı ve dik eğimler oluşturacak şekilde yığılmıştır. Daha önceki madencilik işlemleri, üst toprağın neredeyse tamamen yok olmasıyla sonuçlanmıştır. Bu alandaki toprak özellikleri ve arazi yapısı çiftlik alanı olarak tanımlanmış ancak çiftlik alanı standartları dışında tutulmuştur. Bunun nedeni daha önceki basamaklama veya tarımsal aktivitenin azlığıdır. Tarım, bu alanda önemli bir rol üstlenmemekle beraber, toprak limitlerinin dışında, bir de kısa (maki) bitki yetiştirme sezonu vardır.

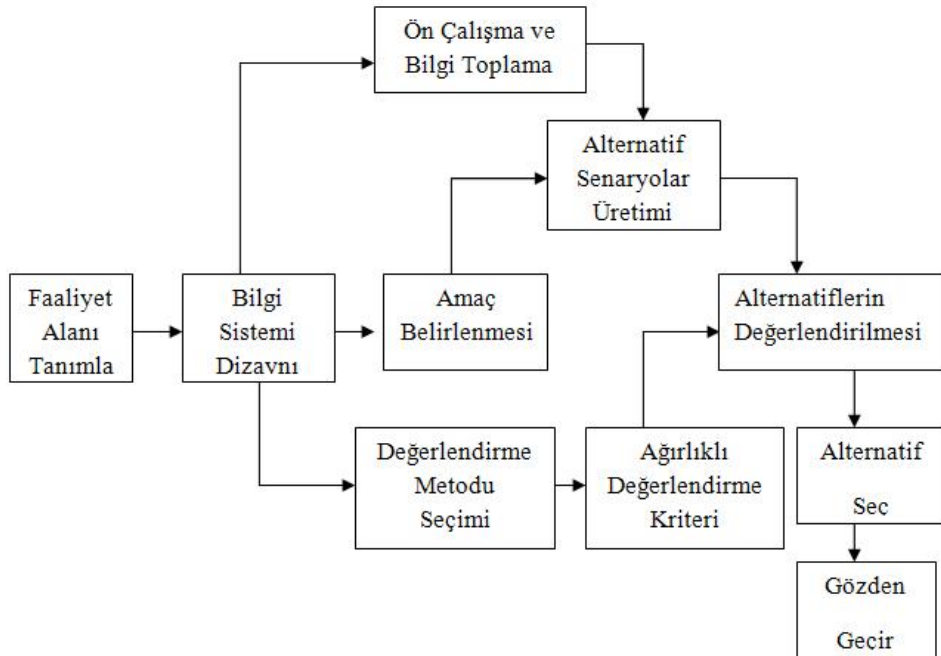
Nüfusun % 29 unun kentsel alanda yaşadığı ve geri kalan % 71 in kırsal alanda yaşadığı tahmin edilmektedir. Nüfus yoğunluğu 1 mil² de 70 kişidir. Spingola madeninin bulunduğu alandaki nüfus yoğunluğu 1 mil² de 25 kişidir. Ana taşıma arterlerine uzaklık, kamu hizmetleri, iş alanları, alışveriş alanları ve ulaşım terminalleri, arazi belirlemede önemli bir rol

oyunmaktadır. Bu maden uzak bir kırsal alanda bulunmakta ve sadece iki şeritli bir yolla ulaşılabilir. Yüksek yoğunluklu bir arazi kullanımı ulaşım zorluğu yüzünden engellenmiş durumdadır.

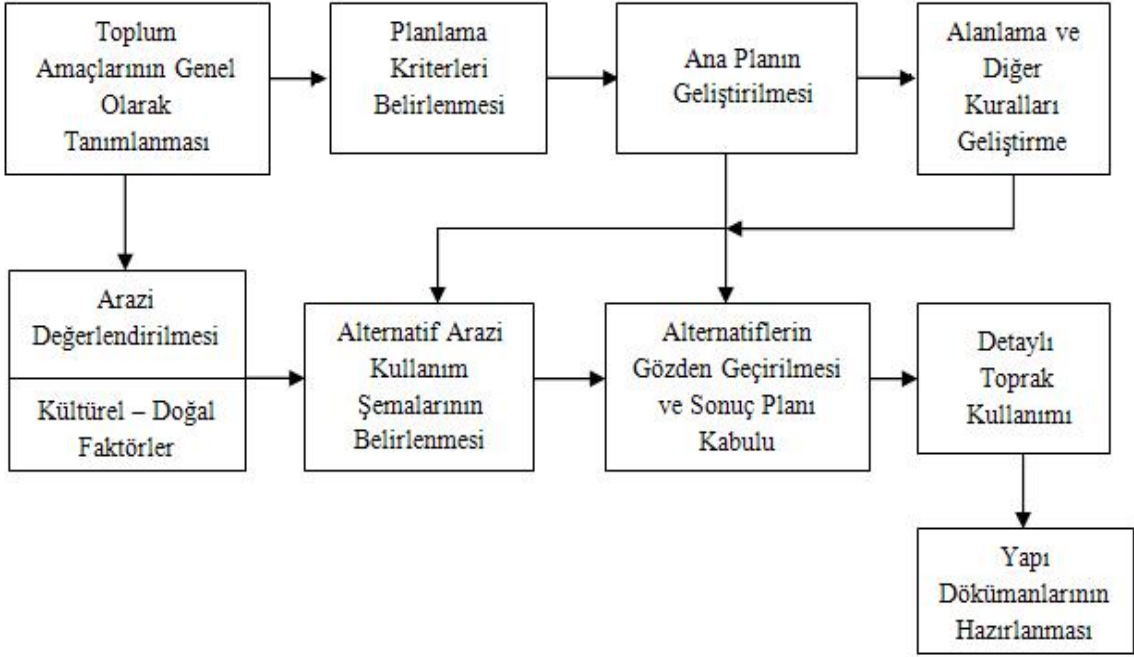
Birinci arazi kullanma planlama acentası ‘Clearfield County Plannig Comission’ Jordan İlçesi bir planlama kuruluna veya yeniden arazi kullanım kurallarına sahip değildi. Genel arazi kullanma amaçları bu yüzden federal komisyon tarafından belirlenmektedir.

Maden şirketi bu saha için arazi mülkiyetine sahip değildir. Arazi planlama işlemi sahiplik göz önüne alınmadan üç plan oluşturmak üzere uygulanmış ve bir planda geçerli sahiplik kalıplarına göre oluşturulmuştur.

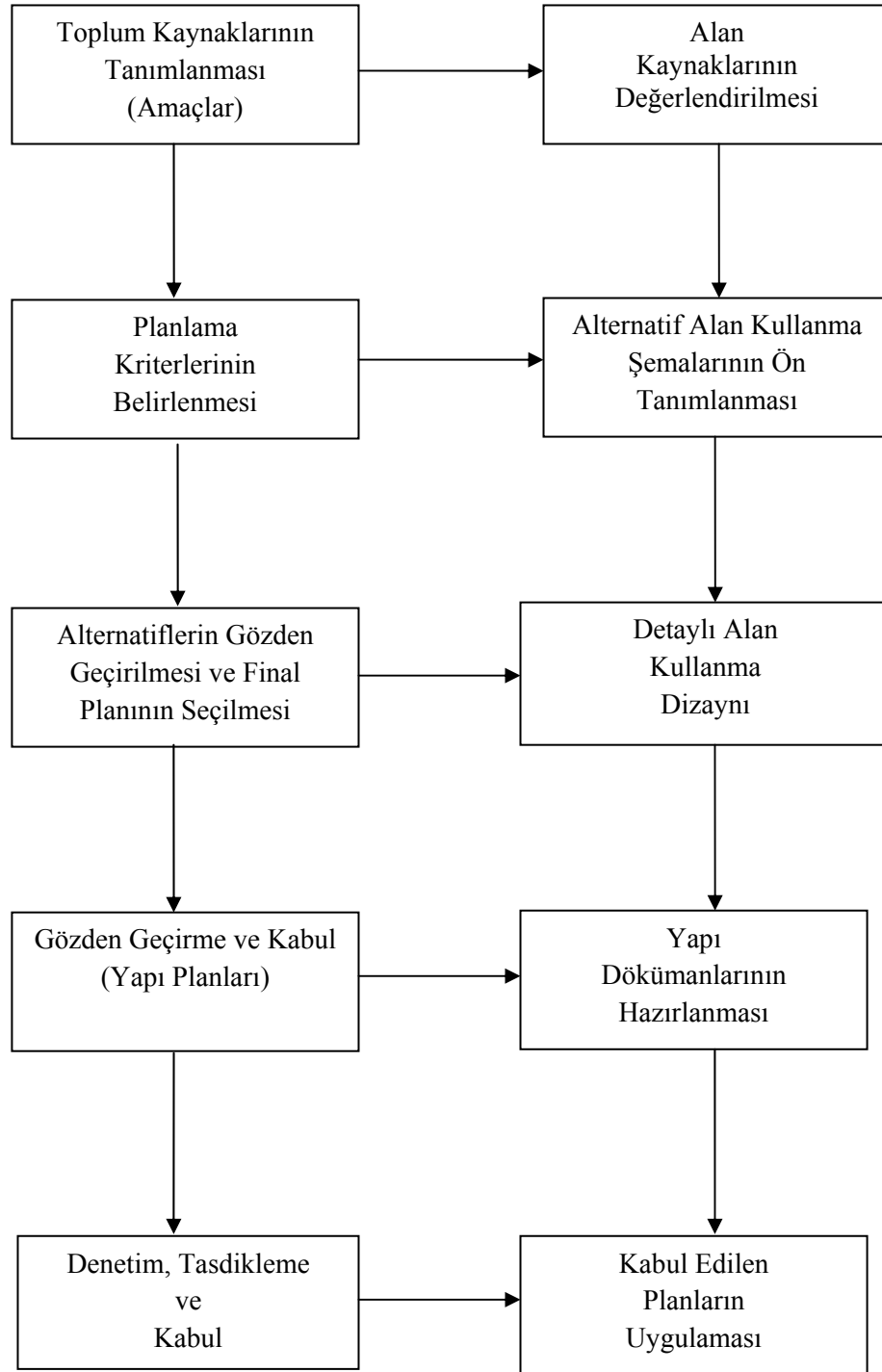
Arazi kullanma planlaması makro ve mikro düzey olmak üzere iki düzeyde yapılabilir. Makro düzey, tüm arazinin geniş çaplı kullanımı üzerine yapılır. Makro düzey, ki genelde alan planlaması olarak geçer ve performans standartlarına uygun bir alan planı oluşturmayı amaçlar. Makro düzey de bir planlama, genellikle kamu plancıları tarafından yapılırken, mikro düzey planlama özel sektör tarafından yapılır. Alan kullanma planlamasının genel prosedürü şekil 4.1 de, kullanılmış alanın planlama işlemleri ise şekil 4.2 ve 4.3 de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Arazi kullanım planlama modeli (Littleton, CO: Society of Mining Metallurgy and Exploration – 1983)



Şekil 4.2. Makro ve mikro düzeyde arazi kullanım planı (Littleton, CO: Society of Mining Metallurgy and Exploration – 1983)



Şekil 4.3. Maden-arazi kullanım planlaması (Littleton, CO: Society of Mining Metallurgy and Exploration – 1983)

İki planlama içinde uygulanan işlemler aynıdır ama harcanacak enerji seviyesi çok değişken olabilir. Geniş (makro) planlama, site (mikro) planlamasından önce yapılır. Ama mikro planlama hiç makro planlama yapılmamış yerlerde de uygulanabilir. Bir madencilik şirketi, yeniden kazanım ve arazi kullanımının faaliyet alanını belirledikten sonra değişik madencilik operasyonları için bu plan değişmez. Faaliyet alanı, planlama sonucunda ortaya çıkacak sonucu, yani nihai dizaynı (final design) ve planlama işleminin organizasyon yapısını içerir. Yerel amaçlar kamusal planlar tarafından belirlenir. Maden planları, yerel planlarla birlikte hareket eder, böylece madencilik sonrası arazi kullanım planı, arazinin genel planıyla uyumlu olur. Yerel amaçların sağlanmasının yanında maden şirketi başka amaçlarda güdebilir (alanın değerini artırmak vb.).

Arazinin yeniden düzenlenmesi ve iyileştirilmesi, maden sahasının işletme bitiminden sonraki kullanıma hazırlanması için işletme öncesi, sırasında ve sonrasında yapılması gereken planlamalar ve uygulamaları kapsar. Yeniden düzenleme ve iyileştirmede başlıca amaç madencilik faaliyetleri nedeni ile bozulan sahaları en azından eski ekonomik ve ekolojik değerine kavuşturmak veya daha da geliştirmektir.

Arazi kullanma planının önceki fazları, ekonomik olarak uygulanabilir madencilik sonrası alternatiflerini düşük yoğunluklu kullanımlarla sınırlandırmıştır (mera ve vahşi hayat ortamı). Bilgi toplama ve ön çalışma safhasında görülmüştür ki Spingola 1 Nolu madeni yeniden kazanımı için, 1,7 km. lik alan açık alan olarak bırakılacaktır.

Arazi kullanma alternatiflerinin ana özellikleri şöyle özetlenebilir:

Alternatif 1.A) Rekreasyon gelişmesi – 0,2 km² kamp alanı, 1 km² orman alanı, 0,5 km² açık alan. (Açık alan doğal yaşam alanı olarak düşünülmüştür)

Alternatif 1.B) İkamete elverişli alan – Orman ve açık alanlar doğal yaşama ayrılmış olarak birleştirilmiştir. 40470 m² lik alan inşaaya ayrılmış ve bu araziler ulaşım elverişli hale getirilmiştir.

Alternatif 1.C) Yeni toplum ikamet alanları – İkamet amaçlı 100 yeni evin yapılması. 0,4 km² lik alan yeni yapılaşmaya uygun biçimde açık alan olarak bırakılmıştır.

Alternatif 1.D) Sürmekte olan arazi sahipliği kullanım planı – Temel olarak arazinin yeniden bitkilendirilmesi ve açık alanlar oluşturulması amaçlanmıştır. Bitkilendirme ve doğal yaşam açısından yararların dışında en az iki inşaa sitesi de oluşturulabilir.

Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Her alternatif, ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan değerlendirilir. Ekonomik ve çevresel açılardan nicel değerlendirmeler gerçekleştirilir ve her alternatif kendine özgü sosyal anlamlar taşır.

1-) Ekonomik Değerlendirme :

Her bir toprak kullanım planı üzerine ıslah edilmiş alanın değeri belirlenir. Her plan için birim fiyat, deneyimli emlakçılar tarafından belirlenir.

Alternatif 1.A ve 1.C piyasa şartları nedeniyle uygulanamaz. Alternatif 1.B alan sahipliğinin engellenmesi olmadığı varsayılarak ekonomik açıdan seçilmelidir. Alternatif 1.D daha önceki alan sahipliğinin sınırlaması olabileceğini de göz önüne almıştır.

2-) Çevresel Değerlendirme :

Çevresel açıdan en kabul edilebilir alternatif 1.D dir. Çünkü madencilik öncesi şartlardan en az değişimi içermektedir. Alternatif 1.B de az bir değişim önermesine rağmen, bina temellerinin stabilite sorunu oluşabilir. Alternatif 1.A nın da negatif etkilerinin az görülmesine rağmen erozyon riskini artırabilir. Alternatif 1.C ise yapısal gelişim nedeniyle en yüksek negatif çevresel etkiye sahiptir.

3-) Sosyal Etki Değerlendirmesi :

Alternatif 1.A ilçenin amaçlarıyla uyumludur. Çünkü açık alan rekreasyon alanları sunmaktadır. Bu seçeneğin sosyal açıdan negatif etkilerini çevredeki ilçeler görecektir ve bu etkiler genelde ekonomik dezavantajlar olacaktır.

Alternatif 1.B de kırsal alan yaşamı açısından yerel istekle uyumlu olacaktır. Eğer evler uygun olarak dizayn edilirse, estetik açıdan tatmin edici olacak ve hiç bir sosyal negatif etkisi olmayacaktır.

Alternatif 1.C sosyal açıdan en büyük etkiyi yaratacaktır. Yaşam alanlarındaki artış, okul, sağlık merkezi, polis ve yangın koruması gerektirecektir.

Alternatif 1.D de çok az sosyal etkide bulunacaktır. Çünkü var olan sosyal şartları değiştirmeyecektir.

Seçilen Alternatif

Ekonomik açıdan alternatif 1.B, alan sahiyiyeti göz önüne alınmadan yapılmış üç alternatifin en iyisidir. Hesaplanmış arazi değeri alternatif 1.A ve 1.C için hesaplandığı kadar yüksek olmasa da yerel emlak piyasası açısından bu değerlere ulaşmak zaten imkansız görünmektedir. Alternatif 1.D göz ardı edildiğinde alternatif 1.B çevresel açıdan da en kabul edilebilir seçenektir. Son olarak, sosyal açıdan da alternatif 1.B'nin herhangi bir negatif etkisi yoktur.

Örnek arazi kullanım planlamasından da görüldüğü üzere, rekreasyon uygulanacak alan için farklı alternatifler düşünebilmek çok önemlidir. Bu sayede gerek ekonomik gerekse çevresel açıdan alternatifler irdelenerek, sahadan optimum verimi elde edebilmemiz kolaylaşacaktır. Nitekim anlatılan Pensilvanya da ki arazi kullanımında 1.B seçeneğinin en uygun seçenek olarak görülmesi de bu görüşü doğrulamaktadır. 1.B kombine bir arazi kullanımı olup, hem doğal hayatı korumakta hem de ikamete elverişli alanlar sağlayarak, ekonomik gelir eldesine de imkan vermektedir. Bu sayede elde edilen gelir, yeniden kazanım maliyetlerinin düşmesini de sağlamakta ve diğer terk edilecek maden sahaları için de iyi bir örnek oluşturmaktadır. Madencilik şirketleri, özellikle çevre bilincinin yerleşmediği ülkelerde konuya duyarsız kalmaktadır. Ancak bu örnek, maliyetlerin düşmesini de sağladığından ilerisi için de umut verici projedir [14].

4.1.2. İyi planlama, yeniden kazanım maliyetlerini azaltır :

Madencilik çalışmalarından daha önce yapılan bir yeniden kazanım planlaması ile kazı miktarları minimize edilebilir. Böylece yeniden kazanım maliyetleri azaltılabileceği gibi, çevreye verilecek zararda azaltılabilecektir. Arazi şekillendirme çalışmaları (dolgu, kazı, düzeltme) yeniden kazanım maliyetinin %80 - %90'ını, bu maliyet de yıllık işletme giderlerinin yaklaşık %10'unu kapsamaktadır. Üretimin başında kazı operasyonları, materyali sadece bir kez taşımak şeklinde planlanmalıdır, çünkü madencilik sonunda yapılacak doldurma işlemi en pahalı yeniden kazanım tekniği olacaktır. Bunun için yapılması gereken, üretim esnasında maden mühendisi ve jeoloji mühendisi ile birlikte planlama yaparak, sahada mümkün olan en az kazı miktarı ile spesifik ve lokal stabilizasyonun sağlanmasıdır [15].

Çizelge 4.1. Kömür üretimi ve hazırlanmasından kaynaklanan çevresel kontrol maliyeti [16].

	Kontrolün Tipi	1982 Yılı Maliyeti (\$ US/TON)
Madencilik	Yüzey madenciliğinden geri kazanma	\$ 1 – 5
	Yeraltı madenciliğinde atık tanzimi	\$ 1 – 2
Cevher Hazırlama	Yıkama ve mekanik temizleme	\$ 1 - 4

Madencilik faaliyetleri ile araziye verilecek zararların başında, nakliye için gerekli yol girişlerinin açılması gelmektedir. Yol genişlik, eğim ve viraj yarıçapları madencilik operasyonları ile ortak kullanılacak nakliye araçları ve nakliyat için tesviyeyi en aza indirecek tarzda dizayn edilmelidir.

Gereğinden fazla malzemenin kaldırılması, yüzeye verilecek zararı da artıracaktır. Eğer proje sadece kazıyı veya malzemenin alınmasını içeriyorsa, arazideki malzemenin dikkatli biçimde alınması sadece nakliye masraflarını düşürmekle kalmayacak, aynı zamanda sonraki yeniden kazanım aşaması içinde yardımcı rol üstlenecektir [15].

4.2. Yeniden Düzenleme ve Arazinin Şekillendirilmesi :

Arazi şekillendirmedeki başlıca konular, emniyet ve erozyondur. Olası kaymaları engellemek için, maden sahasının arazi ıslah çalışmalarından önce stabil hale getirilmesi gerekmektedir. Arazi şekillendirme işlemlerinde göz önüne alınması gereken faktörler şunlar olmalıdır:

- Maden sahası ve civarının görsel niteliği
- Vahşi hayat habitatının yitmesi
- Kötüleşen su kalitesi
- Değişen drenaj şablonları [17].

4.2.1. Sahanın stabilizasyonu :

Stabilite problemlerini çözmek için, bir çok yöntem mevcut olup, bunlardan bazıları şunlardır:

- Geniş çaplı tesviye işlemleri
- Eğim değişikliği
- Zeminin stabilizasyonu

Mevcut olan kayma riski olasılığına, şiddetine, kaymayı tetikleyen mekanizmalara, kaymanın insan hayatına ve ekipmana vereceği zararlara göre stabilizasyon yöntemi seçilmelidir. Burada bahsi geçenlerden eğim değişikliği yöntemi, kazı ve doldurma (cut and fill) tekniğinin değişik varyasyonları olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir şevin stabilitesi şevin üst kısmının alınması ile artırılabilir veya şevin potansiyel kayma bölgeleri boyunca direnci artırılır (şev dibine malzeme dolgusu yaparak).

Zemin stabilizasyonu veya diğer adıyla zemin iyileştirme yöntemi ise, fiziksel ve kimyasal alterasyon yoluyla zeminin yük taşıma kapasitesinin artırılmasını içermektedir. Bu tekniklerden bazıları aşağıda belirtilmiştir:

- Zeminin desteklenmesi

- Betonlama
- Jeosentetik uygulaması
- Kimyasal işlem

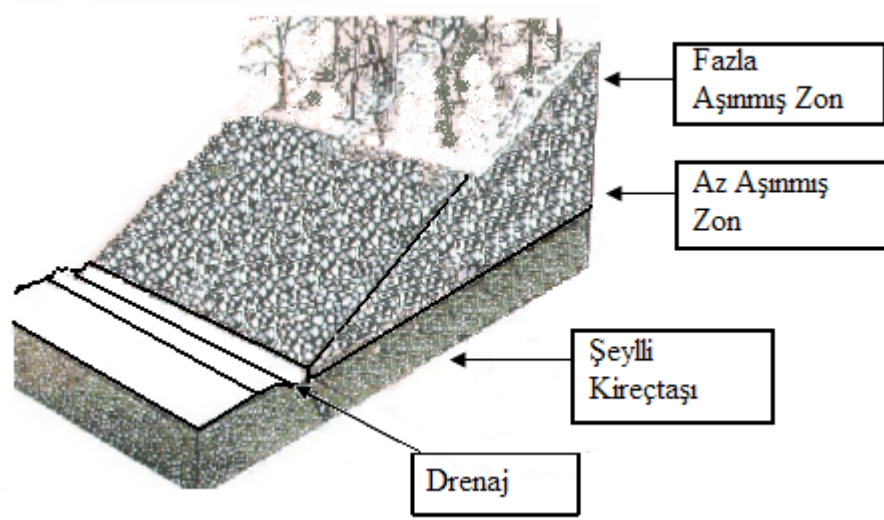
Bu iyileştirme çalışmaları ile zeminin mukavemet, sıkıştırılabilme, kohezyon ve bunların sonucunda da erozyona karşı dayanım özellikleri artar.

A) Şev stabilitesinin sağlanması :

Şev kaymalarının önlenmesi yöntemleri, genellikle kaymaya sebep olan kuvvetlerin bunlara karşı koyan sürtünme kuvvetleri ile yenilmesi esasına dayanmaktadır. Bu bölümde arazideki şevlerin duraylılığını sağlayacak spesifik ve özel bir takım stabilite yöntemleri tanıtılacaktır.

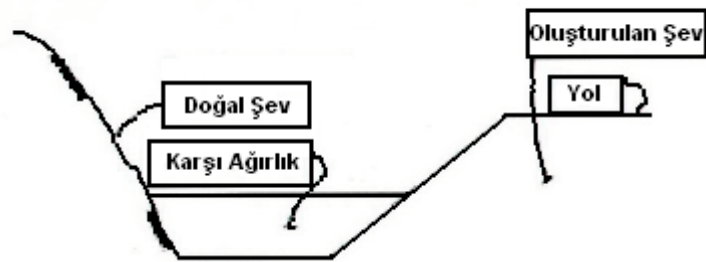
Bunlardan ilki, şevlerin ön kısımlarında payandalar oluşturma tekniğidir. Payandalar oluşturmak, bir şev kesitinde ortaya çıkan kesme kuvvetlerine karşı koymak ve bu kuvvetleri dengelemek için geliştirilmiş bir tekniktir. İstinat duvarı gibi işlev gören bu yapılar çoğunlukla mukavemeti artırılmış hazır beton dökme işlemi ile gerçekleştirilse de bazı hallerde taşlardan da yapılabilmektedir. Daha detaylı incelemek gerekirse payandalar şu uygulamalardan oluşabilmektedir;

Toprak ve Kaya Dolgusu : Bu seçenekte şekil 4.4 de ki gibi stabil olmayan şevlerin alt kısmında toprak ve kaya dolgu malzemesi ihtiva eden ölü bir karşı ağırlık konmaktadır. Bu program, şayet toprak ve taş temini sorun olmuyorsa diğer yöntemlere gerek bırakmayan en pratik yoldur.



Şekil 4.4. Dolgu malzemesi ile payanda oluşturmak

Karşıt Yığınlar Koymak : Bu, özellikle bir şevin tırnak kısmında ağırlık oluşturmak ve tırnağın altında kayma mukavemetini artırmak için kullanılmaktadır. Özellikle formasyonun yumuşak olduğu ve tırnak kısmına denk gelen killi kısımdaki kabarmalara karşı koymak için faydalıdır. Bu yığınlar ile özenli bir tasarım ve araştırma yapılmadığı takdirde yığın tarafından yapılan yükleme, direnç sağlamak yerine kesme kuvvetlerini artırabilmektedir. Bu yığınları kullanmanın en güvenilir yolu, şekil 4.5 de ki gibi doğal bir şev ile oluşturulan şev arasında bu malzemeyi sermektir.

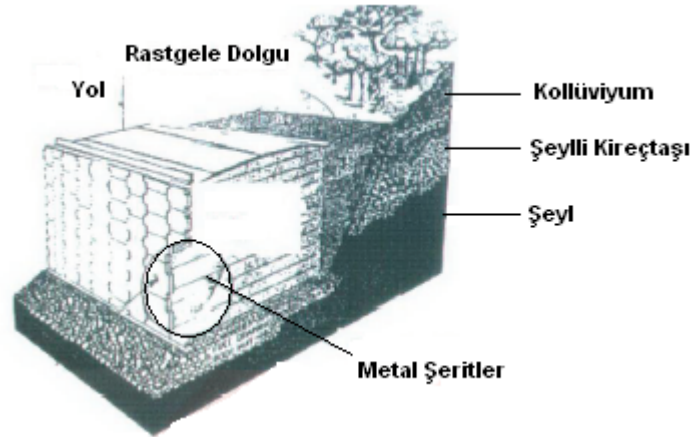


Şekil 4.5. Karşıt ağırlık koyarak stabiliteyi sağlama

Kayma Anahtarları : Bunlar kayalık/topraklık payandaya ilave destek sağlanması için sürülen hendeklerdir. Bu hendekler şevin tırnak kısmında sürülürken, aynı zamanda bunların

tırnak kısmının dayanımı negatif yönde etkilememesi istenir. Bu yöntem, özellikle kısmi olarak daha dayanımlı bir formasyonun üstündeki (şeyli-killi) tabakanın 0,5 – 1 m. altında uzanması durumunda verimli olmaktadır.

Mekanik Yolla Stabilize Edilmiş Bentler : Burada ise dolgu maddesi olarak kullanılacak malzeme, metalik çubuklar, tel örgüler ve jeosentetik tel ile ekstra şekilde desteklenmektedir. Bu yöntem çok yüksek ve kırıklı aynaların tahkimatında kullanılabilecek bir yöntemdir. Mekanik olarak stabilize edilmiş bentler, hem iç hem de dış stabiliteyi sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir. Bu metod kapsamında kullanılan dolgu maddesi granüler yapıda olmak zorundadır. Killi bölgelerde, mikalı zonlarda ve rezidüel toprak içeren yörelerde çok dikkat edilmelidir, çünkü bu tür formasyonlar sonbahar mevsiminde suya doymun hale geldiklerinde %70 oranında stabilite azalması göstermektedirler.



Şekil 4. 6. Mekanik yolla stabilize edilmiş şev

Pnösol (Tekerlek Toprağı) : Şev kütlelerinin nispeten daha yumuşak ve kırıntılı olduğu yerlerde pratik olarak uygulanabilmektedir. Bu yöntemde eski kamyon ve otomobil lastikleri yatay pozisyonda şev aynasına yerleştirilmekte ve üstleri teras haline getirilerek çimlendirilmektedir. Bu yöntem prensip olarak bir önceki yönteme benzemekle beraber metal veya ametal malzemeler yerine bu sefer lastikler kullanılmaktadır. Bu metod, özellikle Cezayir gibi mekanik erozyonun yoğun görüldüğü şevlerde sıklıkla uygulanmaktadır.

Duraysız Kütlenin Alınması : Saf kayalıkların hakim olduğu şevlerde alınan güvenlik önlemlerinden biridir. Bu işlem yeniden kazanım çalışmalarının yanında iş güvenliğinin sağlanması açısından da önemlidir. Bu çalışma basamaklar üzerinde birikmiş kayaların uzaklaştırılması, yüzeyin manuel olarak düzeltilmesi ve sarkan fazlalık bölümlerin patlayıcılar yardımıyla alınmasını içermektedir. Kayacın kırılması ve alınması normal olarak klasik kazı ekipmanı ile gerçekleştirilir.

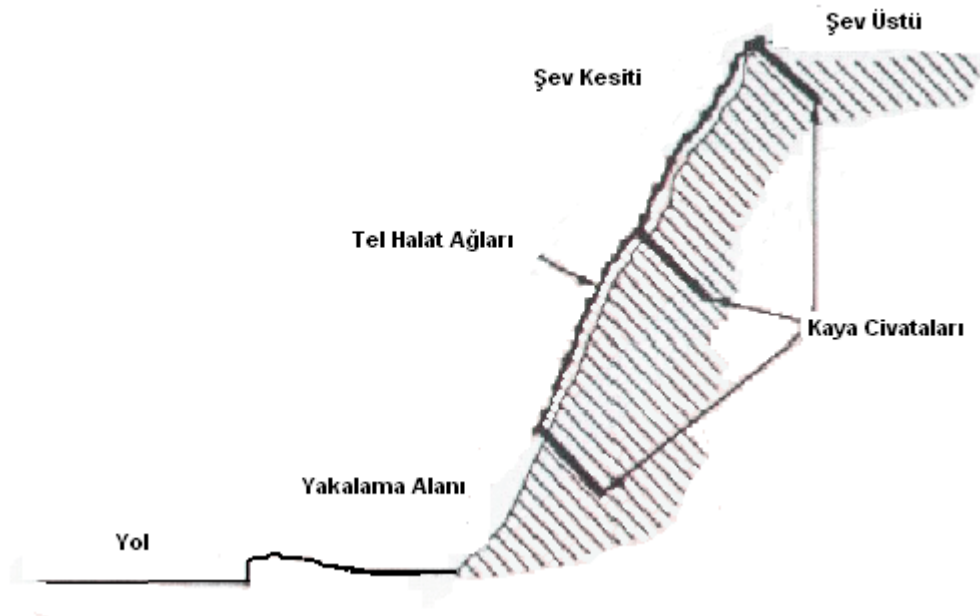
Yakalama İşlemi : Yapılan ıslah çalışmaları neticesinde oluşturulan şevler, herhangi bir uzaklaştırma ve takviye gerektirmeyen, ancak gelecekte gevşeyebilecek küçük kaya parçaları içermektedir. Bunun ötesinde, doğal gerilmeler arazide sürekli olarak bulunacağı için, rehabilitasyon teknikleri %100 başarılı olamayacaktır. Bu yüzden şevin altına yapılacak yakalama havzaları, basamaklar, hendekler, toprak yığınları, çelik bariyerler, ağlar, çitler ve beton duvarlar şeklinde inşa edilebilir. Burada inşa edilecek yakalama yapısını şevin eğimi ve yüksekliği tayin ederken, konumu ise yuvarlanan taşların izleyeceği yol belirlemektedir.

Şevin Düzleştirilmesi : Bir genelleme yapmak gerekirse, bir şev ne kadar düz ise o kadar duraylıdır. Bu yüzden şev eğimleri çeşitli ekipmanlar veya patlayıcılar ile düşürülmektedir. Burada görülebilecek sorunlar, patlatmaya nereden başlanacağına iyi karar verilmesi ve çıkan pasanın tekrar nakliyesidir. Şevin düzleştirilmesi şu iki teknikle gerçekleştirilebilir:

- Backfill Yöntemi : Burada temel prensip, dik duran şevin önüne dışarıdan getirilen pasa veya molozun yığılmasıyla şev açısının ve şev yüksekliğinin düşürülmesidir. Bu yöntem özellikle dragline ile üretim yapan büyük çaptaki ocaklarda kullanılmakta olan bir yöntemdir. yeniden kazanım çalışmaları, dragline'in çalışma prensiplerine uygun olarak iç döküm alanlarının yaratılması neticesinde, üretim ile eş zamanlı olarak yürütülür.
- Infill Yöntemi : Infill yönteminde yüksek olan şevlerin tepe (zirve) noktaları kısmi olarak patlatılmaktadır. Patlamış yığın, halihazırda var olan şevin önüne daha az bir açıyla düzeltilerek serilmiş olur. Bu sistem ise daha az patlayıcı madde gerektirmesi ve nakliye maliyeti yaratmamasından dolayı oldukça yüksek şevlerde (25 m. den yüksek şevler) kullanılabilir bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Şev Takviyesi : Kullanılacak ekstra destek elemanları eklemler boyunca oluşan harekete karşı koyarlar ve bu yolla blok gevşemesini ve düşmesini engellemiş olurlar. Eğer gerilmeli civatalar kullanılırsa ayna üzerindeki gerilme dağılımı değişecek ve zıt yönde basınç kuvvetleri doğurarak kaya kütesinin mukavemetini artıracaktır. Burada kullanılan bazı elemanlar şunlardır:

- **Dübeller :** Dübeller, çoğunlukla önceden delinmiş olan deliklere epoksi reçine veya çimento ile sabitlenmiş çelik borulardan oluşmaktadır. Dübeller imalat açısından ön gerilmeli değildir. Bunun nedeni, kaya kütesi hareket ettikçe boruya zaten ek bir gerilme yüklenmesi ve hareketin önlenmesidir. Burada kullanılan borunun çapı 2,54 – 3,70 cm. arasındadır. Delik boyutları ise kullanılan harç malzemesinin türüne, borunun uzunluğuna, bilezik kullanılıp kullanılmayacağına ve kaya tipine bağlıdır.
- **Bağlamalar :** Prensipte olarak dübellere benzerler fakat boyları daha uzundur ve ön gerilmelidirler. Borular yerine bazen çelik halat da kullanılmaktadır. Bağlamanın ön gerilmeli olması, kayacı daha çok hapsedecek ve eklemler boyunca kayma dayanımını artıracaktır [18].

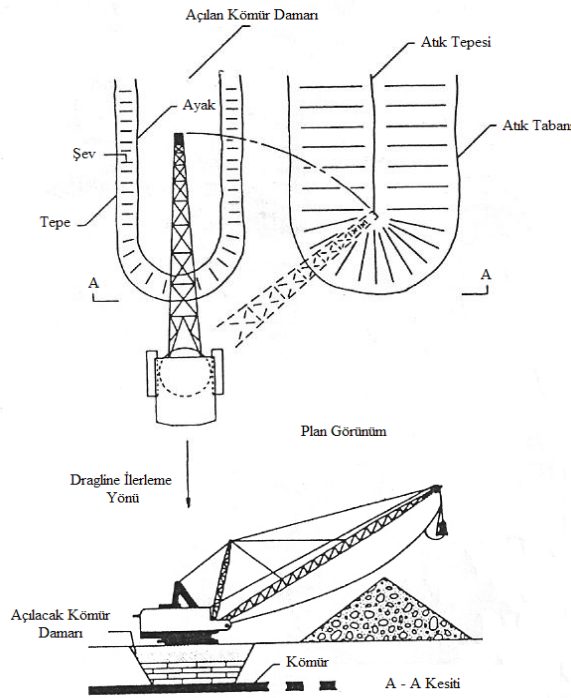


Şekil 4.7. Destekleme elemanları+Yakalama Tekniğinin Kullanıldığı Şev Kesiti

B) Ekipman çalışmaları :

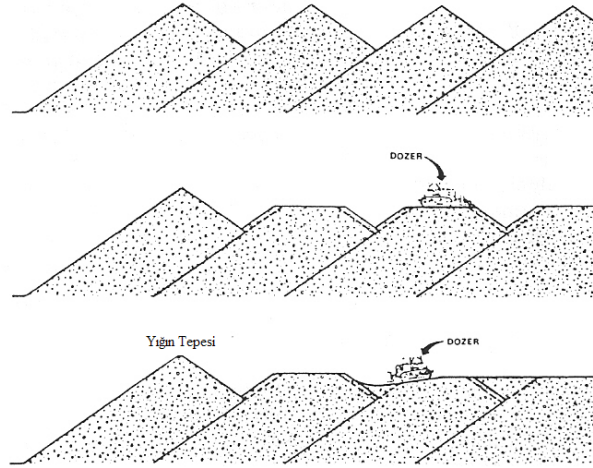
Madenlerde farklı üretim yöntemleri ile üretim yapılması ve her yöntemde farklı makine ekipman kombinasyonları kullanılması nedeniyle, yeniden kazanım işlemlerinde de farklı uygulamalar söz konusu olmaktadır. Üretimde kullanılan bu ekipmanlar sayesinde sahanın ve şevlerin stabilizasyonu sağlanmaktadır.

Daha önceki bölümlerde backfiling başlığı altında dragline operasyonları ile stabilite sağlama tekniğinden bahsedilmişti. Burada kazılan dekapaj malzemesi daha önceden üstü açılarak üretimi tamamlanmış olan boşluğa dökülmektedir. Böylece ayrıca döküm sahası olarak bir alan bozulmamakta, hem de nakliye masrafları azaltılarak neredeyse doğal bir yeniden kazanım oluşumu sağlanmaktadır.



Şekil 4.8. Çok derin olmayan ve yüzeye direkt yerleştirmenin yapıldığı tipik bir dragline operasyonu

Şekilden de görüldüğü üzere dragline, daha önceki üretim boşluğuna dekapaj malzemesini doldurarak yeni yığınlar oluşturmaktadır. Bu aşamadan sonra dragline ilerlemesi ve işini bitirmesiyle devreye dozerler girerek oluşan bu tepeleri aşağılara iterler.



Şekil 4.9. Döküm alanındaki dozer operasyonları

Tüm bu operasyonlar sırasında deneme yanılma yöntemiyle harcanan enerji miktarı belirlenir. Bu miktara bağlı olarak, dragline operasyonları kesim sırasında geliştirilebilir. Örneğin dekapaj tepe noktası ve vadi (üretim kazı alanı) arasındaki farklılıklar minimize edilebilir. Kesim genişliğine ek olarak değiştirilebilecek diğer bir parametrede dragline sallama açısıdır. Bu açı, dragline geri dolum yaparken optimize edilebilir. Sallanan açının ayarlanması neticesinde, yığınların tepe noktaları düşürülerek yükseklikleri azaltılabilir. Böylece dekapaj hacmi minimize edilebilir.

Bu çalışmalara ilaveten ekskavatör – kamyon operasyonları da en sık kullanılan reklamasyon ekipmanlarıdır. Burada önemli olan iyi bir reklamasyon planlaması ile dekapaj yığınlarının ileride döküm yapılacak alanlardan çok fazla uzakta biriktirilmemesidir. Burada da yeniden dolum yapılan alanlarda dozer operasyonları ile yığın tepeleri stabilize edilebilir. Ayrıca kepçeli dozere ek olarak, V bıçak takılan dozerlerde yığınların stabilizasyonunda kullanılırlar. Bu bıçak 287 Kw (385 hp)'lik dozerde ve zirve aşamasının birinci evresinde başarılıdır. Her sene oluşturulan zirve vadi yığınlarının stabilizasyonu için ideal ekipmanlardır. Bıçak yukarı-aşağı hareketi ile malzemeyi her iki tarafa dağıtarak yığınları bertaraf eder. Operasyon bıçağın genişlik hizasına gelinceye kadar devam eder. Daha sonra

bıçak çıkarılır, çünkü bu noktadan sonra daha fazla etkisi olmamaktadır. V bıçağın kullanım aralığı 3823 – 7646 m³/saat'tir.

Yığınların bertarafında kullanılan diğer bir önemli ekipmanda 14,6 m. lik açılı bıçaktır. Yığınların tepesinde hareket ettirilerek, vadi dibine doğru malzeme iteklenmesine imkan veren devamlı sıyırma operasyonlarında kullanılır. Bu bıçağın kullanım kapasitesi 4587 m³/saat'tir. Yığın aşılma maliyetini yaklaşık olarak %50 oranında düşürebilmektedir.

Dozerler, bıçaklar ve skreyperler gibi özel ekipmanlarla yığınların sıyırılmasındaki ana amaç, yüzeyin düzeltilmesi ve tehlike yaratacak dik eğimlerin azaltılmasıdır. Böylece yüzeyin kompaktlığı (sıklığı) artmakta ve su sızmasını azaltmaktadır. Sonuç olarak da erozyon riski azalmakta ve zemin, yapılan bitkilendirme işlemlerinin büyüüp gelişmesine olanak sağlamaktadır. Böylece kalıcı bir stabilizasyon gerçekleşmiş olmaktadır [19].

C) Doğayla özdeş şevler yaratılmaya çalışılmalıdır :

Emniyet tedbirlerine körü körüne bağlı kalmak bazı yerlerde çok monoton ve peyzaj açısından doğal görünmeyen görüntülerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Örnekleme gerekirse; eşit aralıklarla oluşturulmuş teraslar ve simetrik olarak inşa edilmiş drenaj kanalları görsel açıdan oldukça sade, kesin çizgilerle birbirinden ayrılmış, pek de estetik ve doğal olmayan bir görünüm sergilemektedir. Bütün bunlara ek olarak, madencilik öncesinde bakir sahada bulunan bitki örtüsü sentetik olarak yaratılmış basamaklarda aynı çeşitlilikte gelişmeyebilir.

Bu nedenle izlenmesi gereken en iyi yol, mühendislik emniyet kuralları çerçevesinde, biraz da hayal gücü ve çeşitliliği kullanarak doğala yakın arazi şekilleri elde etmeye çalışmaktır. Doğala eş arazi şekilleri yaratmanın ABD'deki mevcut maden kanunu terminolojisindeki ismi 'Approximate Original Contouring' (AOC) olarak geçmektedir. bu zorunluluklar, farklı türdeki madenlerin üretiminin hepsi için olmasa da, en azından tesviye ve kaz-doldur yöntemleri için ortaktır.

4.2.2. Erozyon kontrolü :

Arazideki yeraltı su sistemlerinin ve yüzey aşınmalarının kontrolü, hiç bir zaman gözden kaçırılmamalıdır. Bunu yerine getirebilmek de, potansiyel olarak stabil gözükmeyen şevlerin içinde ve yakınında yer üstüne ve yeraltına konulacak drenaj cihazları ile mümkün olacaktır. Özellikle şev kayması gözüken bölgelerde drenaj konusu daha da önem kazanmaktadır. Yüzey ve yeraltı sularının akışının kontrol edilmesi, aynı zamanda erozyonu ve bölgedeki siltleşmeyi önlemede de büyük önem arz etmektedir. Düzgün bir şekilde dizayn edilmiş drenaj şablonu özet olarak şev stabilitesini korurken, aynı zamanda sahadaki erozyonu ve siltleşmeyi de önlemelidir [20].

Suyu şev üstünden, şev diplerinden ve potansiyel kayma alanlarından uzak tutmak için yüzey drenleri tasarlanmalıdır. Bu yolla stabil olmayan kütlenin içindeki ve yüzeyindeki süzülme ile erozyon azalmış olacaktır. Yüzey drenleri, şevlerin erozyon olasılığının kontrol altına alınmasında ve komşu dolgu şevlerinin drenajında kullanılan araçlardır. Daha önceden üretime başlanmış sahalarda suyu şevlerden başka yerlere yönlendirmek için drenaj kanallarının inşası gerekmektedir. Bu gibi durumlarda uygulanabilir tek drenaj kontrolü, suyu biriktirdikten sonra şev dibine kadar uzanan kanallar ve borular yardımıyla su akışına aynadan uzaklaşacak şekilde tekrar yön verilmesi şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

A) Erozyon - bitki örtüsü - şev arasındaki bağıntılar :

Madenlerde yeniden kazanım, kendi kendini sürdürebilir ekosistemlerin yaratılmasını tasvir etmektedir. Bu temel bileşenlerin herhangi birinde çıkacak duraysızlık veya denge bozukluğu, ekosistemin gelişimini sekteye uğratmaktadır. Yağıştan ötürü oluşan erozyon, rekültive edilmiş ve doğal ekosistemlerin gelişimini sınırlayan bir faktördür. Gerçekte erozyon, tanım olarak ekosistemlerin, besinlerin ve substratların bozunumu ile ekosistemin sömürülmesi ve bitkilere giden suyun azaltılması anlamına gelmektedir. Sonuç olarak ekolojik süksesyon ertelemeye maruz kalmaktadır.

Bitki toplulukları, yağmurun etkisinin bloke edilmesinde, evapotranspirasyonda, toprak yapısında makro gözenekler oluşumunda, infiltrasyonda ve akış rotasının belirlenmesinde anahtar rol oynarlar. Şev yüzeyinde ve yüzey altında meydana gelen hidrolojik prosesler ise

toprak sıkışması, toprak kabuklaşması, toprak yapısı ve kimyasal bileşimi kontrol altına almaktadır [21].

Toprak erozyon hızının şevin pozisyonuna bağlı olduğu bilinen bir gerçektir. Bunun nedeni, şev hidrolojisinin jeomorfoloji tarafından belirlenmesi ve sonuçta erozyon ve sedimentasyon proseslerinin şevin her yerinde farklı olmasıdır. Akdeniz iklim kuşağında topraklar ince olup, burada temel jeomorfolojik unsur yüzey akışıdır. Bunun dışında bir toprağın humus formu litolojiye bağlı olup, üstteki toprak horizonunun agrega stabilitesi ve sızma özellikleri humus formunun türüyle ilgilidir. Bunun anlamı sahadaki örtü toprağının erozyona karşı gösterdiği duraylılığın humus formuyla çok yakından ilgili olmasıdır.

Madencilik esnasında ormanların kesilmesi ile doğmuş olan arazilerde sadece üstteki mineralli zonda değil, aynı zamanda daha derindeki toprak horizonları için de ciddi erozyon tehlikesi söz konusudur. Bu durumda gündeme, alt toprağın agrega stabilitesi de gelmektedir. Bu stabiliteyi de humus, formu türü ile toprak malzemesinin kimyasal reaktivitesinin kombinasyonu belirlemektedir. *Mor* ve *mull* tipteki humuslarda daha düşük sızma özelliği görüldüğü için, bunlar erozyona daha açıktırlar. *Moder* tip humuslar ise yapısal olarak daha gözenekli oldukları için erozyona karşı daha az duyarlıdırlar [22].

B) Erozyon ve drenaj yapıları çalışır durumda olmalıdır :

Silt çitleri, drenaj boruları ve yeraltı su kanalları gibi yapıların periyodik olarak bakımlarının yapılması gerekmektedir. Bu yapılar tıkanabilir veya bükülebilir yapılardır. Bunlar korozyona uğrayabilir ve hatta kırılarak şeve yapısal zararlar vererek fazladan tesviye işlemi ve dolayısıyla masraf çıkarabilirler. Bilindiği üzere, her bir mühendislik yapısının uzun ömürlü olması ve efektif olarak kullanılabilmesi, spesifik bakım prosedürleri ortaya koymak ve uygulamakla mümkün olmaktadır. Bu yapılarda herhangi bir zarar veya bozulma görüldüğü takdirde, tüm bakım ve onarım işlemleri bir sonraki sonbahar-kış dönemine kalmadan bitirilmelidir. Kış aylarında oluşabilecek şiddetli fırtına ve yağıştan sonra da mutlaka ek tetkik ve incelemeler yapılmalıdır.

4.2.3. Atıklar ve atıkların ıslah edilmesi :

Bilindiği üzere atıklar, cevher zenginleştirme işlemleri esnasında geri kazanılamayan malzemelerdir. Atık malzemesi küçük boyutlarda olup, istenmeyen metal konsantrasyonları ve önemli miktarda su içermektedir. Maden atıkları genel olarak bulamaç halinde atık sahasına taşınmaktadır. Bu atıkları boşaltma yöntemi, direkt olarak istiflenmeyi gerektirmekte, bu da döküm sahasının yapısal stabilitesini etkileyecektir. Atıkların rekültive edilmesinde en sık karşılaşılan sorun, yüksek nem içeriği ve ince taneli malzemedeki ötürü doğan stabilite problemidir. Bu yığınların istenen stabilitede olmaması, üzerlerinde ağır makine-ekipmanın kullanılmasını kısıtlamaktadır. Atık yığınlarının stabilizasyonundaki ilk adımı bu nedenle susuzlandırma prosesi oluşturmaktır. Susuzlandırma uygulamaları, üst tabakaların uzunca bir süre kurutulmaya bırakılmasından daha aktif muamele yolları olan yeraltı drenler yerleştirilmesi, yatay drenler yerleştirilmesi veya dikey fitil şeklinde drenler konmasına dek geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Atık akıntılarının bir jel haline getirilerek işlem görmesi de bir başka stabilizasyon yöntemidir. Bu jel teknolojisi, atıkların ilk depolanmaya başlandığı sıralarda veya daha sonra atık havuzunda bir takım yapılar inşa etmek suretiyle yürütülmektedir. Atıkların toksik özelliği yeniden kazanımı daha komplike bir hale getirebilmekte, nötrleşme ve bir kaplama malzemesi yerleştirilmesi işlemlerini gerekli kılmaktadır. Bu kaplamanın amaçları, nemin süzülmesini, atıkların oksidasyonunu ve radon gazı kaçışını önlemektir. Islah esnasında atıklardan elde edilen çözeltilerin de kontrol altına alınması zorunludur. Bu çözeltiler ya basit şekliyle sadece toplamaya tabi tutulur, ya da bir takım kimyasal işlemlerden geçirilir.

A) Susuzlandırma :

Susuzlandırma işlemi, maliyetleri geniş bir zaman aralığına yayabilmek açısından operasyonların aktif olduğu dönemde yürütülmelidir. Atık suyu, dinlendirme havuzu içinde yer alan atıklardan ayrılan suların boşaltılmasından gelmektedir. Söz konusu suyu uzaklaştırmak için genellikle bir yüzer mavna kullanılır. Eğer operasyonun geniş zamana yayılabilmek lüksü varsa, o halde doğal olarak kurumaya bırakılır. Ancak, pasif bir metod olan güneşte kurutma yöntemi, atığın özelliklerine ve kalınlığına bağlı olarak pek de etkili bir yöntem olarak karşımıza çıkmamaktadır.

En sık kullanılan aktif susuzlandırma yöntemi ise, atık birikiminin içine dikey konumlu fitiller sokmaktır. Bu fitiller sayesinde katmanlar arasındaki çözeltiler aşağı doğru akışa geçmektedir. Bu fitillerden çok sayıda kullanmak, ‘baca drenaj etkisi’ nin oluşmasına olumlu yönde yardımcı olacaktır. Susuzlandırma sırasında atık birikintisinin üst kısmı hemen kururken alt kısımları ıslak kalabilmektedir. Atık yığınının tamamının kurummasının ardından üstünün kapatılarak, bu yığının tekrar bitkilendirilmesi için geçen sürede geçici olarak toz bastırma teknikleri devreye sokulmalıdır.

B) Atık yığınlarının örtülmesi :

Atık yığınlarının örtülmesinde özellikle madencilik operasyonlarından çıkarılan dekapaj malzemeleri ile yan taşlar kullanılmaktadır. Örtü malzemesinin serilmesinde farklı teknikler kullanılmaktadır. Ancak bu tekniklerin başında, sentetik astarlar üzerinde hareket eden bir paletli ters kepçe ekskavatörün kullanılarak malzemenin serilmesi gelmektedir. Bu malzemelerle rahat bir çalışma alanı yaratabilmek için, atıkların üst kısmına rampa veya hendekler inşa edilir.

Burada kullanılan başka bir yöntem ise, alanın çevresine bir bent şeklinde rampa yaparak alanı tecrit edilmiş bir bölge haline dönüştürmektir. Söz konusu bent, alanın susuzlandırılmasını iyi yönde etkilerken, aynı zamanda örtü malzemesinin döşenebileceği bir platform işlevi görmektedir. Daha sonra bu rampadan bir sonraki izolasyon bendini inşa etmek için platform olarak yararlanılmaktadır.

Atık malzemelerin bazıları, tekrar vejetasyon (doğal bitki örtüsü) için elverişli olabilmektedir. Söz konusu atıklar stabil hale geldikten sonra direkt olarak tohumlanabilir veya çok az oranlarda malç, biyokatılar ve gübre gibi organik maddeler ilave edilebilir. Örtme işleminden sonra, beklemek yerine yığının üst tabakalarını kirleticilerden arındırmak ve bu tabakaları nötrleştirmek için kimyasal muameleye tabi tutmak, daha düşük maliyetli olmaktadır. Kimyasal muamele için gerekli malzemeler ya madencilik operasyonu esnasında atık akıntısına verilebilir ya da üst kısımda istenen örtü malzemesi karışımını elde etmek için atık yerleştirmenin son safhalarında uygulanabilir.

C) Atıkların bitkilendirilmesi :

Toprak ve alt toprak tabakalarının kümülatif kalınlığı, eğer atık malzemesi bitki yetişmesine elvermiyorsa, tek başına bitki örtüsünü destekleyecek yeterlikte olmalıdır. Bu alt toprak tabakasının kalınlığı birkaç santimetreden 50-60 cm.'ye kadar değişkenlik gösterebilmektedir. Bu yüzden toprak tabakasının ince olduğu durumlarda bu tabakalara ilave olarak bir kaplama konstrüksiyonu zorunlu olabilmektedir.

Üzerine bitki yerleştirmesi olanağı olmayan atık malzemeler için nihai ıslahın öncesinde 1-2 yıl boyunca direkt olarak tohumların yapılması, üst yüzeyin susuzlandırılmasına, toz kontrolüne ve içindeki organik madde artışına yardımcı olacaktır. Yüzey sularını atıklardan saptırmak için, reklame edilmiş atık alanının nihai yüzeyi tekrar tesviye edilmelidir. Bitkilendirme çalışmasının başarıya ulaşması için, yüzey tohum ve nem absorpsiyonunu artırmak amacıyla pürüzlü ve bozuk hale getirilmelidir. Bitkilerin büyümeye başlamasına kadar geçen süre içinde çökmeden ötürü doğabilecek erozyonu, önleyici bir takım önlemler alınması gerekebilir. Bu önlemler, ilk büyüme mevsiminde malç veya yapıştırıcı madde eklemek şeklinde olabilmektedir [23].

4.2.4. Su yollarının ıslah edilmesi :

Burada gerçekleştirilmesi gereken en önemli nokta, drenaj sisteminin yatay ve düşey yönde mobil özelliğinin bulunmasıdır. Mevcut ve yaratılacak olan drenaj karakteristikleri, yanal ve düşey erozyonun oranını ve uzanımını etkileyecektir. Uygun olan yerlerde kazıdan önceki kanal karakteristiklerini yeniden belirlemek daha avantajlı olacaktır. Bunun mümkün olmadığı yerlerde ise üst akım ve alt akım kanalları, drenaj şablonlarının kotlarını belirlemede kullanılmalıdır. Früviyal (nehirsel) proseslerden haberdar olması gereken mühendis, önemli su kaynaklarına, komşu lokasyonlara, geçici ve daimi kanal ıslahı uygulamalıdır. Arazide planlama yapmadan önceki değerlendirilmesi gereken özellikler, boşalım karakteristikleri, kanal geometrisi ve akış morfolojisidir. Boşalım karakteristikleri, akışın süresini, frekansını ve şiddetini içermektedir. Bu karakteristikler iklim ve mevsim ile değişmektedir. Yüksek akış ve yüksek akış kanallarından oluşan drenaj sistemleri dizayn edilmeli veya akışın yönü, yüksek akış şartları altındaki düzlüklerden seçilmelidir. Ekstrem akış durumları mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Akışın günlük, geçici veya uzun süreli olduğuna bakılmamalıdır. Akış tipleri genelde akışın süresini ve frekansını şu şekilde etkilemektedir :

- Günlük akışlar çoğu zaman su tablasının üzerinde yer almaktadır. Bu akışlar suyu sadece yağış esnasında ve karların erimesi esnasında taşımaktadır.
- Geçici akışlar ise yılın belli bir bölümünde görülmektedir. Su tablası bu akışlar ile biraz yükselmektedir. Bahardaki boşalmalar veya yer altındaki su akışı bu akıma katkıda bulunmaktadır.
- Daimi akışlar yılın büyük bir bölümünde akmaktadır.

A) Drenaj ıslahı kriterleri :

Drenaj kanalları, dizayn kanalları, boşalım karakteristikleri, kanal geometrisi ve jeomorfolojiden edinilecek bilgilere göre şekillenecektir. yeniden kazanım esnasında arazi üzerinde akışı sağlayan drenaj ve arazi şekilleri geliştirilmelidir. Kanal düzenlemelerini yapabilmek için yatak malzemelerinin yeterli derinlikte ve genişlikte olan alanlara yerleştirilmesi gerekmektedir. Malzemenin tane boyutu ve dağılımı, kanalın eğimine ve planına uygun olmalıdır. Erozyon ve akıntı oluşma olasılığı, uygun olmayan arazi şekli ve dolgu malzemesinden kaynaklanmaktadır. Drenaj sistemini madencilik öncesinde gözlenen seviyelere çekmek, erozyon potansiyelini azaltacaktır.

Kısa ömürlü (geçici) drenaj kanallarının ıslahı, havzanın özelliklerine, topoğrafyaya, eğime, malzemeye ve sediment yüküne bağlı olan akış karakteristikleri ile saptanmaktadır. Üst havzadaki drenajın kanalı beslediği ve bitki örtüsünün iyi geliştiği yerlerde, standart bir riprap (taş karışım) kanalı veya gömülü kanal kullanılabilir. Drenaj kanalının aşırı miktarda kum içerdiği ve kısa süreli kullanılacağı durumlarda, kanal dizaynı, söz konusu şartları da yerine getirmek zorundadır. Yapılacak kanal düzeltmeleri, bunların yanındaki dik şevleri istinat duvarlarını ve diğer yapıları riske atmayacak şekilde yerine getirilmelidir. Su kenarında büyüyen bitkiler ve yumuşak biyomühendislik yapıları geçici kanalların dizaynında rol oynayan kriterlerdir. Bunlar yeterli miktarda nem içerdikleri için kanala yeterli stabilite katacaklardır. Daimi sistemler için ise havuz/set oranı kavis geometrisi ve kanal şekli büyük önem arz etmektedir. Geçici akıntılarda olduğu gibi bitki örtüsünün de katkısı vardır.

B) Kanallarda stabilite sağlama yöntemleri :

Riprap : Riprap farklı boyutlardaki taşlardan oluşan ve drenaj kanallarını stabilize etmede kullanılan özel bir karışımdır. Riprap, en çok geçici ve daimi akışlarda, bazen de kısa süreli akışlarda kullanılmaktadır. Rekültive edilmiş kanalın mobil özellikte olması, kumlu ve kolloidal

olmayan substrat içermesi durumunda riprapın etkinliği azalacaktır. Riprap malzemesinin, yoğun çatlaklardan yoksun, aşınmaya karşı dirençli olması gerekmektedir. Kullanılacak malzemenin çoğunlukla köşeli taş ocağı kayacı olması zorunludur. Her bir taş tanesinin genişliği, uzunluğunun en az 1/3'ü kadar olmalıdır ve bu amaç için yuvarlak akarsu taşları kullanılmamalıdır. Su ile temas ettiğinde kayaç çözünmemeli ve bozunmaya uğramamalıdır.



Şekil 4. 10. Drenaj kanalında bir riprap uygulaması (Boyer Madeni, ABD)

Gömülü Kanal : En sık olarak bitki gelişimine müsait kısa ömürlü kanallarda ve çevredeki alanlardan yoğun sediment akışı olmadığı alanlarda kullanılmaktadır. Rekülvite edilecek kanal mobil ve kumlu malzeme içeriyorsa, gömülü bir kanalın etkinliği düşecektir. Gömülü kanal inşası öncelikle riprap tipi bir kanal açılmasıyla başlar. Daha sonra bu kanal toprak ile kaplanıp bitkilendirilir. Burada da riprapta açıklanan problemlerin aynıları görülebilir, ancak daha ince taneler ripraptaki daha küçük boşlukları doldurarak stabiliteyi artırmaktadır.

Kaya Setleri : Kaya setleri tipik olarak kalıcı ve kesikli akıntılarda uygulanmakta olup, derinlik oluşturacağı için balıkçılıkta habitat çeşitliliğini artırmak amacıyla kullanılır. Bu setler aynı zamanda sediment tuzları kurmak ve akıntının yatağını yükseltmek için de kullanılmaktadır. Bu setler ile ilgili problemler, setler akıntıları doğru yönde taşımayacakları zaman ortaya çıkmaktadır. Setin yanlış yerleştirilmesi, suyun hızlanmasına ve erozyonu artırmasına sebep olacaktır [24].

4.3. İyileştirme – Biyolojik Kazanım :

İyileştirme faaliyetleri topoğrafik düzenlemesi tamamlanan sahalarda başlatılır ve bu sahalarda toprağın geliştirilmesi ve yeniden bitkilendirme işlerini içerir.

Döküm işlemlerinin tamamlanmasını ve üzerine üst örtünün serilmesi sonrası toprak planlanan işletme sonrası alan kullanımına hazırlanmalıdır. Burada amaç, daha önce örtü kazı sırasında selektif olarak alınıp döküm sahası üstüne serilen üst örtünün olası istenmeyen maddelerden arındırılması ve bitkilendirme başarısının yükseltilmesi yönünde gerekli iyileştirmelerin yapılmasıdır. Üst örtünün efektif olarak uygulanması kireç, gübre gibi toprağı iyileştirici özellikleri olan maddelerin daha az kullanılmasına neden olur.

Bitkilendirme çalışmaları işletmenin başlamasıyla laboratuardaki örnek döküm toprakları üzerinde deneme ekimleri ile başlar. En uygun türlerin seçilmesi için seralarda, farklı türde bitkilere bölgesel koşullar uygulanıp sonuçlar gözlemlenir.

Laboratuar çalışmaları süresince toprağın tuzluluğu, zehirli (toksik) madde içeriği, pH'ı ve mikrobiyolojik özellikleri analiz edilmeli, bunlara bağımlı kalınarak işletme sonrası alan kullanım alternatifleri ve toprağın tasarlanan alternatifine paralel olarak gerek duyduğu kireç, gübre vb. iyileştirme maddelerine ihtiyacı belirlenmelidir.

Kalıcı bitkilendirmeye başlamadan önce genellikle ön bitkilendirme uygulanmaktadır. Burada amaç;

- Erozyonun önlenmesi veya en aza indirgenmesi.
- Toprağı aşırı düşük/yüksek ısıdan korumak.
- Döküm toprağında yetersiz olan besleyici madde miktarını artırmak.
- Toprağın su tutma kapasitesini geliştirmektir.

Ön bitkilendirmeyi takip eden yıllarda toprağın, fiziksel, kimyasal ve biyolojik değişimi analiz edilerek, tasarlanan alternatif kullanımdaki kalıcı bitkilendirmeye geçilir.

4.3.1. Toprakların kullanımı :

A) Toprakların kurtarılması :

Toprak, yer kabuğunun konsolide olmamış örtüsüdür. Toprak, bitki gelişimini teşvik edici yönde mineral ve organik bileşiklerden oluşmaktadır. Üst toprak genellikle toprağın en bereketli kısmı olup, besin maddeleri, mikroorganizmalar, tohumlar ve bitki kökleri içermektedir. Toprakların kurtarılması ve yeniden kullanılması, yeniden kazanımın başarısını

artıracak yönde yerine getirilmesi gereken yasal bir zorunluluktur. Toprağın kurtarılması, stoklanması ve yeniden yerleştirilmesi, büyük ekipman ve çok zaman gerektirmektedir.

Toprak Kurtarımının Planlanması : Reklamasyon yapılan maden sahalarında edinilen tecrübelerle göre, tesviye işleminden sonra yaklaşık 30 cm. lik toprak serilmesi bitki gelişimini kuvvetlendirmektedir. Burada bitki köklerinin kazılmış örtü içine nüfuz edeceği düşünülürse, örtü tabakasının da en az 30 cm. kalınlığında hazırlanması zorunludur. Başka bir deyişle toplam bırakılacak derinlik 60 cm.'yi bulmaktadır. İşletmeci arazide 30 cm. derinliğinde toprak ararken, kayaç topraklarını göz ardı etmemelidir. Yeniden kazanımın amacı, çevredeki araziye taklit etmek olduğuna göre, saf toprak örtüsünün içine kaya ve taş parçaları da dahil edilmelidir. Bu kalınlığı elde edebilmek için arazinin bozulmasından önce toprakların bir etüdü yapılmalıdır. Bakir haldeki arazide görülen tüm bitki örtüsü, tuz kabuklaşmaları, şeyller, mostralar ve dik şevler gibi tüm toprak engellemeleri kaydedilmelidir.

B) Üst toprağın önemi ve korunması :

Uygun bir bitki gelişim ortamı, arazi ıslahı açısından olmazsa olmaz bir esastır. Topraklar özellikle kurak bölgelerde çok yavaş geliştikleri için, üst toprak çok değerli bir kaynak olarak ele alınmalıdır. Üst toprak en iyi bitki gelişim ortamı olarak bilinip, bu yüzden de yeniden kazanım aşamasında kullanılmak üzere selektif olarak ele alınmalı ve muhafaza edilmelidir.

Herhangi bir madencilik faaliyeti başlamadan üst toprak dikkatlice yerinden alınmalıdır. Toprak kaynakları ya daha sonraki uygulama için bir yerde stok edilir, ya da aktif maden alanından alınarak tesviye edilmiş örtü tabakası üzerine derhal serilir. Canlı nakliyat olarak adlandırılan bu ikinci opsiyon, taze haldeki üst toprak, çeşitli bakteriler, canlı tohumlar ve bitki kökleri içermektedir. Bununla birlikte, birçok durumda, üst toprağın stok edilmesi, toprak kaynaklarının saklanması tek seçim olarak karşımıza çıkmaktadır. Arazide bozulacak alan miktarını en aza indirmek ve toprakla ilgilenmeyi azaltmak için şu önlemler alınmalıdır.

- Topraklara araçla yapılacak girişler öngörülmelidir.
- Toprağın sıyırılması ve kurtarılması esnasında yerinde gözetmenlik yapılmalıdır.
- Üst toprağın alınması operasyonunda toz bastırma önlemleri alınmalı, tozlanmanın önüne geçilemediği durumlarda operasyon geçici olarak durdurulmalıdır.

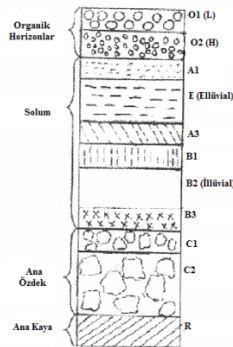
Toprağın kontrollü bir şekilde alınabilmesi için aşağıdaki yöntemler uygulanmalıdır:

- Toprak sıyırma derinliğini sağlama almak için, arazide yer yer küçük üst toprak adalarından oluşan kaideler bırakılmalıdır.
- Alınacak toprağın derinliğini tutturabilmek için bir ters kepçe ekskavatör ile çukur ve hendekler kazılmalıdır.
- Bu sıyırma işlemini yerinde gözlemek için ziraat mühendisi bulundurulmalıdır.
- Ek olarak, bu tarz bir toprak sıyırma tecrübesi bulunan bir işletmeci sahada bulundurulmalıdır.

Üst toprak sıyırılıp stoklandıktan sonra nihai kazanıma kadar bir daha ellenmemelidir. Stoklanan üst toprak kütlesi;

- Madencilik boyunca yerinde kalabilmelidir.
- Suya ve rüzgar ile gelen kirleticilere maruz bırakılmamalıdır.
- Sıkıştırılmaya maruz bırakılmamalıdır.

Pratikte üst toprağın altta yatan alt topraklardan ayrılması, A horizonu (en üstteki organik katman) sığ olduğu için, hem A hem de B horizonlarının (A horizonunun altında bulunan ve organik+inorganik özellikteki katman) kurtarılması anlamına gelmektedir. Şekil... bir toprak katmanındaki horizonları göstermektedir. Tam yeniden kazanım anında, A ve B horizonları, sıyırmanın tersi sırada bölgeye serilmeli ve böylece yerli toprak profili ikiye katlanmalıdır. Bu yapılacak çabalar rekülvite edilecek arazinin verimliliğini arttıracaktır. (Şekil 4.11.)



Şekil 4.11. Toprak tabakasının horizonları

Tarım yapılacak topraklar özel bazı muamele teknikleri gerektirmektedir. Üst toprak, 120 cm. derinliğe kadar kurtarılan alt topraktan ayrılır ve yine sıyırma sırasının tersi olacak şekilde serilir ve sahanın verimliliği artırılmış olur.

Toprak yapısı terimi, toprağın agrega stabilitesini ve boşluk sistemini açıklayan terim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu terim önemli bir kavramdır, çünkü toprağın içindeki boşluk ağı suyu ve çözülmüş besinleri tutarken, hava girişine ve köklerin toprağın penetrasyonuna olanak tanımaktadır. İyi kalitedeki toprak bile sıkışmaya maruz kalıp iç kısımdaki boşluk ağı kaybolmaktadır. Bunun sonucu olarak da toprağın yığın yoğunluğu artmaktadır. Toprağın kurtarılması ve geri serilmesi esnasında toprak yapısının muhafaza edilmesi ve sıkışmanın önüne geçilmesi büyük önem taşımaktadır. Toprak yapısı aşağıdaki bazı faktörlerden etkilenmektedir :

- Ele alınması : Toprağın yerinden hareket ettirilme sayısı minimize edilmelidir.
- Sıkışma : Üzerindeki araç trafiği minimize edilmelidir.
- Nem oranı : Toprakların çok kuru veya çok ıslakken ele alınmasından kaçınılmalıdır.

Toprağın iş makineleri ile ıslak veya kuru halde ele alınması, toprağın sıkışmasına veya toz haline dönüşmesine yol açacaktır. Bu iki durumda bitki gelişimini ciddi derecede etkilemektedir. Düşük su oranlarında, toprak gevrek bir yapıya bürünüp düşük basınçlarda bile ufalanmaktadır. Su içeriğinin artırılması, toprağın plastik davranış kazanmasına ve kırılmadan kalıplaşmasına neden olacaktır. Ekstrem şekilde ıslanması durumunda ise plastiste özelliği yapışkanlığa dönüşecek ve bu da toprağın alınması ve serilmesi esnasında sorunlar yaratacaktır. Bu yüzden topraklar sadece gevşek ve gevrek durumdalarsa veya nem içerikleri %10-15 ise muamele edilmelidirler. Gevşek tutarlılık kavramı uyumlu olmayan kaba taneli toprakları ima ederken, kırılğan tutarlılık ise parçalandığında, ufalanan ince yapılı dokuyu kastetmektedir. Bu esaslarla ilgili pratikte şu iki kural geçerlidir :

1. Toprak ekipmana yapıyorsa, kuruyup gevrek bir yapı kazanana kadar beklenmelidir.
2. Toprak çok kuru ve sertse, aynı un örneğinde olduğu gibi bir miktar su eklenerek gevşek bir yapı kazandırılmalıdır.

Toprağın sıkışmasını hafifleten ve serilmesinden sonra yapısını koruyan doğal prosesler arasında, ıslanma-kuruma, donma-erime, kök penetrasyonu ve organik madde bozunumu bulunmaktadır.

C) Üst toprağın stoklanması :

Sıyrılan toprak, güneye bakan alanlardaki güneşten korunacak, yüzey alanı maksimum hale getirilecek ve toprak derinliği minimum tutulacak şekilde saklanmalıdır. Ayrıca stok yığınları madenden gelecek tozlara karşı yalıtılmış olmalı, sellerden korunmalı ve zaman zaman rüzgardan ve su erozyonundan korumak için tohumlandırılmalıdır. Kısa vadede duracak yığınlar, hızlı gelişen çim tohumları ile yeşillendirilerek toprağın iyileştirilmesi sağlanmalıdır. Eğer toprak yığını yerinde bir yıldan daha uzun süre kalacaksa, çalılar ve otlardan oluşan bir karışım ile geçici olarak tohumlandırılmalıdır. Burada akılda tutulması gereken husus, saklama esnasında toprakta sürekli değişiklikler meydana geldiğidir. Kimyasal olarak, yığın, organik maddelerini ve gübrelerini kaybetmektedir. Biyolojik olarak, yararlı bakterilerin sayıları zamanla ve gömülme derinliği ile azalmaktadır. Yer solucanları azalmakta ve canlı tohumlar elimine olmaktadır. Fiziksel olarak ise, toprağın agrega stabilitesi de kaybolmaktadır. Son olarak toprak kompakt bir hale gelerek, yığın yoğunluğu artmaktadır.

İş makinelerinin neden olduğu sıkışmayı en aza indirmek için, ince tabakaların üzerinde defalarca gezinmek yerine bir defada kaldırma işlemini uygulayan operasyonlar tatbik edilmelidir. Ayrıca geniş ve sığ derinlikteki toprak yığınlarının daha çok bakteri, solucan ve canlı tohum içerdiği unutulmamalıdır.

Sıyrılan toprağın canlı olarak nakliyesi, stoklama işleminden doğan problemleri elimine etmektedir. Canlı nakliye tekniği, taze olarak kurtarılmış üst toprağın başka bir alanda tesviye edilmiş örtü tabakası üzerine direkt olarak uygulanması anlamına gelmektedir. Sonuç olarak, verimliliğin, mikrofloraların ve tohum canlılığının bozulması önlenmiş olmaktadır.

D) Toprağın serilmesi :

Yeniden kazanım planına göre nihai düzeltme ve kazı işleri geliştirilmelidir. Üst toprağın serilmesinden ve tohumlama işlemlerinden önce, tüm riprap şablonları ve vahşi hayat habitat dizaynları pratiğe geçirilmelidir. Daha sonra ise toprağın geri serilmesi işi en faydalı tohumlama mevsimine denk gelecek şekilde gerçekleştirilmelidir. Üst toprağın serilmesi prosesi, çoğu zaman erozyonu ve yabancı otların gelişimini önleme adına, hızlı büyüyen yulaf, pirinç ve arpa türleri ile tohumlandırmayı da kapsamalıdır. Tercih edilen kök salma zonu, 30 cm.'lik kısmı üst toprak olacak şekilde yaklaşık olarak 60 cm.'dir. Ancak heterojen bir peyzaj,

toprakların çeşitliliğine ve derinliklerine de bağlıdır. Tüm sahaya dağıtılacak olan toprak miktarları, şu faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterecektir:

- Üst toprağın kolay temini – stoklanan toprağın veya canlı olarak nakledilen toprağın hacmi.
- Yedek üst toprak temini – üst toprağın yerine geçebilecek şekilde tanımlanan toprak kütlelerinin stoklanmış hacmi.
- Dikilecek olan bitki türleri – gerekli olan toprak derinliğini belirlemektedir.
- Öngörülen arazi kullanımı – dikilecek olan bitkilerin belirlenmesi.
- Şevin dikliği – üst toprak serme yöntemlerini stabilite ve ulaşım açısından etkilemektedir.
- Örtü tabakasının ve dolgu malzemesinin niteliği – toplam ne kadar kalınlıkta örtü gerektiğini belirlemektedir.

E) Toprak sıkışmasının azaltılması :

Bir çok açık ocakta kullanılan makine – ekipman, toprak sıkışmasını önleyecek yönde düşük zemin basınçları yaratmak üzere tasarlanmamıştır. Bunların arasında skreyperler, en kompakt toprak şekline neden olmaktadır. Burada kompaktlaşma derecesi, iş makinelerinin toprak üzerinden geçişini en aza indirmekle düşürülebilmektedir. Öte yandan greyderlerin, skreyperlara oranla zemin üzerindeki tekerlek basınçları daha düşüktür. Diğer araçlar arasında ekskavatörler ve toprağı taşıyıp boşaltan damperli kamyonlar sayılabilir. Zeminin tesviye edilmesi için alternatif olarak dozerler, toprak serimi ile yüzey ondülasyonunu sağlamak için de paletli ekskavatörler kullanılır. Toprağın sıyrılması ve yeniden serilerek dağıtılması işlemlerinde ekipman trafliğini azaltacak diğer çözümler de, toprak sıkışmasını önlediği için arzu edilir durumlardır. Riperleme, derin oyma ve yüzeyi kabartma şeklinde teknikler, toprak/pasa arasında düzgün bir bağ geliştirmek için ve hem toprakta hem de pasa yığınlarında sıkışmayı önlemek için kullanılmaktadır. Üst toprağın serilmesinden önce veya sonra şu teknikler uygulanmalıdır:

1) Üst toprağın serilmesinden önce yüzeyin kabartılması

- Tekrar kazılan pasa ile serilen toprak arasındaki kayma zonunu ortadan kaldırmaktadır.
- Tekrar kazılan pasa içinde kompakt hale gelmiş tabakaları birbirinden ayırır.
- Toprağı nem ve kök penetrasyonunu hızlandırır.

Kullanıldığı yerler;

- Pasa niteliği zayıf bir ortam olarak sınıflandırılmışsa
- Pasa ve üst toprak karışımı bitki gelişimine zarar verecekse
- Serilecek üst toprak derinliği, kök penetrasyonu tesviye edilen pasalara ulaşacak kadar ise,

2) Üst toprağın serilmesinden sonra yüzeyin kabartılması

- Tüm toprak/pasa sınırına ve profiline penetre edecek münferit ve derin bir operasyondur.
- Daha az kompakt horizonlara yol açmaktadır.
- Tohumların filizlenmesi için mikro çapta alanlar yaratmaktadır.

Kullanıldığı yerler ise;

- Pasa malzemesi kabul edilebilir bir kalite de ise,
- Pasa malzemesi serilen üst toprakla uyumlu şekilde karışıyorsa,
- Üst toprak derinliği kök penetrasyonuna müsaade edecek kadar sığ ise,
- Serilen üst toprak yeteri kadar derin ise.

F) Yüzeyin hazırlanması :

Tüm yüzey ve tohum yatağı hazırlığı, kabartılmış bir yüzey ile sonlandırılmalıdır. Yüzeyi kabartmanın, farklı iklim, topoğrafya ve toprak şartlarında çok geniş kullanım alanları mevcuttur. Herhangi bir yüzey hazırlama işlemine girişmeden önce, topraklar gevrek bir yapıda bulunmalıdır. Toprağın iyileştirilmesi gerektiği zamanlarda bu işlemler, yüzeyi hazırlamadan önce yapılmalıdır.

Bir ters kepçe veya paetli ekskavatör vasıtasıyla yüzeyin aşırı şekilde ondülasyona uğratılması, mikro havzalar yaratmaktadır. Paetli ekskavatör, minimum yüksekliği 45 cm. olacak şekilde kazı yapmak, oyuklar açmak ve yığınları itmek için kullanılmaktadır. Bu havzalar yaklaşık 60 cm. derinlikte olmalı ve genişliği kepçenin genişliği kadar olmalıdır. Bu da havzaların 120 cm.'ye kadar bir genişlikte olmasını sağlamaktadır. En çok uygulanan yöntem, bir kepçe kadar toprağın kazılarak toprak yüzeyinin 40 – 60 cm. üzerinden tekrar yere

dökülmesidir. Bu proses, gelişi güzel bir şekilde tekrar edilir ve suyun şevden aşağı akması neredeyse imkansız hale getirilir. Yüzeyi işlem görmüş olan topraklar, üzerinde yürünemez hale getirilmelidir. Bazı şeyl içeren sahalarda oyuklar kısa bir zaman zarfında sedimentlerle dolmaktadır. Bu yüzden, oyukların boyutları mümkün olduğunca geniş tutulmalıdır. Tam tersine yapışkan toprak şartlarının egemen olduğu sahalarda, oyuklar bu kez de su ile dolabilecekleri için fazla büyük tutulmamalıdır. Kabarma işlemi sırasında saman ve yoncalar bölgeye yayılarak toprak yüzeyine bağlanmaları sağlanmalıdır.

Böylesine kabarık haldeki yüzeylerde mibzer kullanılamayacağı için, tohumlar elle dağıtılmalı veya hidrotomlama yapılmalıdır. Kurak iklimde sahip ve gevşek toprak yapısının bulunduğu yerlerde, tohumlama işlemine başlamadan önce toprağın oturmasını beklemek avantajlı olacaktır. Yöntemlerden birisi tohumun yarısını hemen elle toprağa saçmak, diğer yarısını ise oturma tamamlandıktan sonra toprak yüzeyine uygulamaktır.

Riperleme, ters kepçe ile kabartmanın ekonomik olarak yapılamayacağı kadar geniş alanlarda toprak kabartma tekniği olarak kullanılmaktadır. Riperleme aynı zamanda kompaktlaşmış toprak tabakalarını kırmak içinde kullanılmaktadır. Bu işlemde ekipman, şevin konturu boyunca hareket ederek 60 cm. ve daha fazla derinlikte riperleme yapmaktadır. Burada dikkat edilecek husus, riperleme ile tohum dağıtma işleminin aynı anda yapılması gerekliliğidir. Riperleme işlemi esnasında toprak iyileştirme ve malç işlemleri de gerçekleştirilebilir. Eğer riperleme işlemi geniş toprak toprakları bıraktıysa, sekonder olarak diskleme ile çift sürme tekniği kullanılmaktadır. Büyük toprakları bir başka kırma tekniği ise tırmıklama tekniğidir.

Yüzey hazırlama tekniklerinden bir başkası, kontur sabanlaması ve teraslar oluşturulmasıdır. Saban sürmede en önemli kısıtlama, bu tekniğin ancak % 10'dan az eğime sahip şevlerde kullanılabilmesidir. Bu teknikte sabanlar, 90 cm. aralıkla ve 30 cm. derinlikte monte edilmelidir. Düz hat sabanlarından doğan görsel yarıklar on yıllarca bozulmadan kalıp, reklamasyonu doğal görüntüsünden uzaklaştırmaktadır.

Teraslar daha büyük oranda kontur sabanlarına benzemektedir. Bu teraslar şeve neredeyse dik uzanan kanallar oluşturmakta ve böylece sedimentleri toplayarak fazla suyu maden sahasından kontrollü bir şekilde uzaklaştırmaktadırlar. Teraslar en çok büyük sahalardaki pasa yığınları için uygun olmaktadır. Eğer teraslar kullanılacaksa, bunlar yeterli bir boyutlandırma ve drenaj eğimi için bir hidrolog tarafından dizayn edilmelidir.

G) Gübreler ve toprak koşullandırıcılar :

Yeniden serilen üst toprağın ve üst toprak yerine geçecek malzemenin besin miktarını artırmak, ayrıca fiziksel, kimyasal ve su tutma özelliklerini artırmak için toprağın iyileştirilmesi (meliorasyon) gereklidir. Toprak meliorasyon işlemleri arasında kimyasal gübreler, kanalizasyon çamuru, hayvan gübresi ve talaş yan ürünleri sayılabilir. Talaş yan ürünleri ve saman ile malç yapılması su infiltrasyonunu artırırken, toprak sıcaklıklarını düşürmektedir. Hayvan gübreleri ve kanalizasyon çamurları sadece besin kaynağı olmayıp, aynı zamanda mükemmel birer toprak koşullandırıcıdır. Toprağa eklenen organik maddeler, faydalı bakteriyel popülasyonların yaşamasını teşvik etmektedir.

Gübreleme Oranları : Genel bir uygulama olarak yerli bitki türlerinin gübre ihtiyaçları, agronomik türlerden daima daha az olmalıdır. Gübrelemenin gereğinden fazla yapılması yabancı otların gelişmesini artıracığı için, ufak miktardaki denemelerden sonra gübre miktarı tedrici olarak artırılmalı ve yavaş salınımlı gübreler kullanılmalıdır. Uygulama oranı olarak kurak iklim koşulları referans olarak alınmalıdır.

Gübreleme Metodları : Katı gübreler el ile dağıtılırken, sıvı gübreler yüzeye püskürtülmektedir. Gübre verme işi, yüzeyin hazırlanması esnasında kök zonuna nüfuz edecek şekilde yapılmalıdır. Aksi takdirde, azot uçup atmosfere karışmakta ve fosfor ise yalnızca toprağın ilk bir kaç santimetresinde sabitlenmektedir.

H) Toprak yüzeyinin stabilizasyonu :

Bir şevin uzunluğu ve eğimi ile birlikte toprak türü ve yağış miktarı, yıllık toprak kaybını direkt olarak etkilemektedir. Bu toprak kaybını azaltabilecek teknikler arasında şunlar sayılabilir :

- Malç, kaya parçası ve ot molozu gibi faydalı örtü malzemesi uygulanması
- Konkav şevler ve aşırı kabartma gibi ekstrem işletme pratikleri uygulamak
- Riperleme yaparak kompaktlaşmayı elimine etmek
- Yoğun yağmur ve kar erimesi olaylarında arazinin bu doğa olaylarına en az şekilde maruz kalmasını sağlamak

Biyokatların Kullanımı : Diğer organik madde ilavelerinde olduğu gibi, biyokatların (bileşik kanalizasyon çamuru) kullanımı toprak yapısını oluşturmakta ve yüzeyi daha sert bir

hale getirerek su tutmasını geliştirmekte ve böylece erozyon kontrolü sağlamaktadır. Ayrıca biyokatırlar, üst toprak yetersizliği olan, atık malzeme barındıran ve örtü tabakası bulunduran yerlerde mikrobiyal populasyonu ve biyolojik aktiviteyi artırmaktadırlar. Biyokatırların yavaş salınımlı gübre özelliği olması ve bu nedenle toprağın azot ihtiyacını karşılamasının yanında ekonomik olmaları da kullanımlarını yaygınlaştırmaktadır.

Mal : Mal, bitki gelişiminden ziyade erozyon kontrolüne yardımcı olarak görülmektedir. Mal, yağmur damllarından oluşan darbeyi azaltmak ve tohumu bir zırh gibi örterek korumak için kullanılan organik veya inorganik maddedir. Mal işleminin literatürdeki tanımı, bozulmuş olan bir toprak yüzeyinin bitki kalıntısı veya kaya parçası gibi başkaca elverişli malzeme ile kaplanarak toprak neminin korunması ve erozyonun kontrol edilmesi şeklinde ifade edilmektedir. İlk bir kaç yıl için etkili olup, daha sonra bozunmaktadırlar. Asıl kalıcı toprak stabilizatörü ise kaya parçalarıdır. şayet bitkiler şevin stabilitesini sağlayamıyorsa, mutlaka ekstra oranda kaya molozu tatbik edilmelidir.

Kaya Parçası : Kurak bölgelerde toprak yüzeyini kalıcı olarak stabilize etmek için kayalar kullanılmalıdır. Kayalar ayrıca bitki örtüsü oranının %40'dan az olduğu yörelerde evaporasyonu da azaltmaktadırlar. Toprağı riprap ile veya iri çakıl malı ile kaplamak, özellikle radyoaktif atık bölgelerinde çok uygulanmaktadır. Zırh görevi gören bu kaya parçaları, yağmur tanesinin enerjisini soğururken, su akış hızını düşürür ve toprağa su girişini artırır. Kaya malı ister tek başına bir katman olarak, istenirse de yüzey toprakları ile birlikte karıştırılarak tatbik edilir.

Atıklar : Atık kelimesi, arazi bozulmadan önce kurtarılan bitki malzemesi anlamına gelmektedir. Bunlar l çalı ve ağaç parçalarıdır. Mal malzemesi olarak atık kullanılması erozyonu önlerken tohumları yerlerine sabitlemekte ve onları ot oburlardan korumaktadır. Saman ve sapın aksine, ortama rekabet gücü yüksek yabancı otlar getirmemektedir. Aynı zamanda atıklar nem miktarını yüzeyde sabitlemeyerek, şartlar uygun olduğunda tohumların filizlenmesini sağlamaktadır. Atık malzemesinin kullanımı için stok sahaları gerekmektedir.

Saman ve Yonca : Bu malzemeler genellikle zemin yüzeyini %80 – 90 oranında örtecek şekilde, hektar başına 4 – 5 ton olarak tatbik edilmelidir. Uzun lifli sapsar ve samanlar kısırlarına oranla erozyon açısından daha avantajlıdır. şayet mal malzemesi yüzey kabartma işlemleri esnasında toprağa bırakılmadıysa, tohumlamadan sonra uygulanmalıdır. Eğer mal uygulaması hidrotolumlama ile yapılacaksa, ikisi eş zamanlı olarak toprak yüzeyine verilmelidir. Bu saman ve yonca malzemesi el ile veya saman üfleyici ile dağıtılmaktadır.

Ağaç Parçaları : Bir bölgede ağaç parçalarının malç olarak kullanılmasına karar verilip verilmeyeceği, bu kaynakların yeniden kazanım sahasına uzaklığına bağlıdır. Ağaç parçaları samana nazaran daha yavaş bozunmakta ve daha uzun süreli bir toprak iyileşmesi sağlamaktadırlar. Bu ağaç parçalarının C/N oranı çok yüksek olup (615/1), bozunmaları bundan ötürü 8 – 15 yıl sürebilmektedir. Yüzeğe uygulanacak ağaç parçalarından oluşan malç malzemesi 5 cm. kalınlıkta olmalıdır. Ağaç parçaları yerine talaş tozu kullanılması, nitrifikasyonu artıracığı ve bozunmayı hızlandıracağı için fazla önerilmemektedir.

Ağaç Lifleri : Ağaç lifleri aynı zamanda hidromalç olarak da bilinmektedir. Uzun lifli talaş, kağıt pulpuna göre daha büyük erozyon kontrolü sağlamaktadır. Uygulamada kolaylık sağlanması için hidromalç yeşile boyanmakta, fakat kısa sürede açık kahverengiye dönüşmektedir. Ağaç lifleri sulu çözeltiye karıştırılmakta ve hektar başına 1150–2250 kg olacak şekilde püskürtülmelidir. Bitki bazlı reçineler ise, daha dik şevlere uygulama yaparken malç malzemesinin içine katılmaktadır [25].

4.3.2. Maden sahalarında bitkilendirme :

Arazide herhangi bir teknik girişime kalkışmadan önce, arazinin başarılı bir yeniden bitkilendirme potansiyelinin ne olduğu araştırılmalıdır. Eğer saha yumuşak şevlerden ve kısmen de iyi kalitede topraktan oluşuyorsa, bu bölümde anlatılacak uygulamalar ile başarılı bir yeniden bitkilendirmeye ulaşılabacaktır [26].

Madencilik sonrası üretici kapasite, kök alana, toprağın kalıtımsal özelliklerine ve yeni yerleştirilen toprağın yapısına bağlıdır. İslah çalışması yapılmış toprağın üretici potansiyeli ise asıl olarak, topoğrafik konuma ve madencilik sonrası yerine konan kök alan özelliklerine bağlıdır. Bozulmuş toprak minimum değişimle yerine konmalıdır (çıkarılmış toprağın yerine) ki orijinal toprak eskisine en yakın üreticiliğine geçebilsin.

Yeniden kazanımın ilk aşaması olan sahanın ve şevlerin düzeltilerek tehlike arz etmeyecek şekilde sokulmasından sonra, toprak özellikleri göz önüne alınarak kök alanlar ekosisteme uygun olarak yerleştirilir. Bu aşamadan sonra ise, gerek erozyonun önlenmesi gerekse çalışılan doğa onarımı açısından bitkilendirme çalışmalarına geçilmektedir. Doğa onarımı kapsamında yapılan bitkilendirme çalışmaları;

- Canlı malzeme ile onarım
- Cansız malzeme ile onarım

- Bitkisel örtüleme ve kombine onarım şeklinde sınıflandırılabilir.

Eğimli alanların erozyon ve toprak kaymalarına karşı korunmaları, çeşitli koruyucu bitkilendirme çalışmaları, maden ve taş ocaklarının kum ve toprak alma yerlerinin, değişik kaynaklı atık yığınlarının oluşturduğu tepeleri ve diğer ekstrem alanların bitkilendirilmeleri ve durağan hale getirilmeleri çalışmaları, doğa onarım kapsamında yapılan bitkilendirme çalışmalarından bazılarıdır.

Bitkisel örtüleme, bitki kısımlarının, bitkilerin ve bitki topluluklarının canlı onarım ve düzenleme materyali olarak kullanılmasıdır. Canlı ve cansız onarım malzemelerinin birlikte kullanılması ise 'Kombine Onarım' olarak isimlendirilir.

Organik bir sistem olarak bitkisel örtülemenin nesnelere ile teknik sistemin nesnelere arasında bazı farklı özellikler görülür. Bitkisel örtülemenin teknik sistemlere göre üstünlükleri şöyle sıralanabilir.

1. Canlı onarım malzemeleri, cansız onarım malzemeleri gibi sistem kurduktan sonra yavaş yavaş iklim ve zaman koşulları altında dağılıp yıkılma ve parçalanma sorunu ile karşı karşıya değildirler. Bunun tamamen tersi olarak, zamanla daha durağan duruma gelirler ve devamlı işlevlerini yerine getirilebilecek şekilde kalırlar. Kendi kendilerini yenilerler. Değişen koşullara belirli ölçülerde uyabilirler.
2. Doğada canlı onarım elemanları ile yapılan işlevlerden bir çoğunu cansız onarım elemanları ile yapmak olası değildir. Örneğin bitkilendirme transpirasyon (terleme) yolu ile su dolaşımına katkılarını cansız onarım malzemeleri sağlayamaz.
3. Cansız onarım malzemeleri, estetik yönden canlı onarım malzemeleri kadar önemli ve çekici değildir.
4. Canlı onarım malzemeleri su, rüzgar, toprak kayması ve taş yuvarlanması gibi etkin güçlerin enerjilerini elastiki bir şekilde azaltırlar veya tamamen önlerler.
5. Ekolojik, biyolojik ve düzenleme yönünden iyi ve doğru planlanmış ve uygulanmış bir bitkisel örtüleme sistemi, peyzajın dengesinde olumlu bir etki yaratacağı gibi görsel yönden iyi bir görüntü verir. Biyolojik ve ekolojik çeşitliliği artırır.

6. Bazı durumlarda bitkisel örtüleme sisteminin kuruluş masrafları başlangıçta yüksek olabilir, fakat süreklilik göz önüne alınırsa, gerçekte daha ucuza mal oldukları görülür.

Bitkisel örtülemenin etki şekli ve koruyuculuğu aşağıda sıralandığı gibidir.

a. Bitki kökleri toprak ve toprakta bulunan kaya çatlakları arasına girerler. Kaya içindeki çatlakları zorlayarak parçalarlar ve böylece toprağa sağlam bir biçimde tutunarak toprağın ana yapısını korurlar.

b. Bitkiler transpirasyon yoluyla drenaja yardımcı olurlar ve böylece heyelan tehlikesini azaltırlar. Bitkilerin bu özelliklerini en etkin biçimde gösterebilmeleri için köklerini su geçirmeyen tabakaya kadar ulaştırmaları gerekir.

c. Bitkilerin toprak üstü kısımları yüzeysel erozyonu azaltırlar veya tamamen yok ederler. Yağış anında meydana gelen damla erozyonunu azaltırlar, eğim aşağı akmakta olan yüzeysel suların enerjilerini parçalarlar, taşınan toprağı önledikleri gibi yıkanan toprakları tutarlar.

d. Taş yuvarlanmalarını önlerler.

A) Bitkisel örtüleme çalışma yöntemi ve aşamaları :

1. Çalışma ortamına eşit ya da benzer, yapay veya doğal yetişme ortamlarında bitki topluluklarının doğal yapıları incelenmelidir. Bu bize çayır, çalı ve orman bitki topluluklarından çalışma ortamına yetişebilecek türler hakkında bilgi verecektir.

2. Bu türlerden çalışma ortamına en uygun ve amaçlanan hedefe en yatkınları seçilmelidir. Örneğin bitkinin toprak yüzeyini kaplama yeteneği, toprağı koruyucu etkisi, mevcut humus miktarına ve toprak yapısına bağımlılık, odunsu bitkilerin kök sistemlerinin gelişimi, yabancı otlarla rekabet edebilme yeteneği, toprak yapısına katkıları göz önünde tutulur.

3. Şayet çalışma ortamına ait bitki materyali öngörülen çalışmaya yetecek miktarda değil ise, bu durumda ekolojik olarak benzer özellikte ve su ekonomisi yönünden aynı özelliğe sahip yetişme ortamlarından misafir bitki türlerinin saplanması gereklidir.

4. Çoğu zaman bakım isteyen bitkileri, öncü misafir bitkiler olarak kullanmak zorunluluğu doğacaktır. Yetişme ortamlarına yabancı olan bu bitkilerin başlangıçta ortama uyabilme yeteneği göstermeleri gerekmektedir. Bu öncü bitkiler, toprak yapısının iyileşmesine ve yetişme

ortamının kendi bitkilerinin gelişmelerini teşvike yardımcı olurlar. Daha sonra o yetiştirme ortamına ait bitki türleri geliştiğinde ise onlarla rekabet edemeyerek ve çoğu zaman bakımın durdurulması nedeniyle yavaş yavaş kaybolurlar. Örneğin; çelikle (bitki parçası, dal) kolaylıkla yetiştirilebilen salix (söğüt) ve populus (kavak) türler, çabuk gelişen ve toprağı azotça zenginleştiren leguminose (baklagil) familyasına ait türler ve alnus (kızılağaç) gibi bitkiler misafir bitkilerdir.

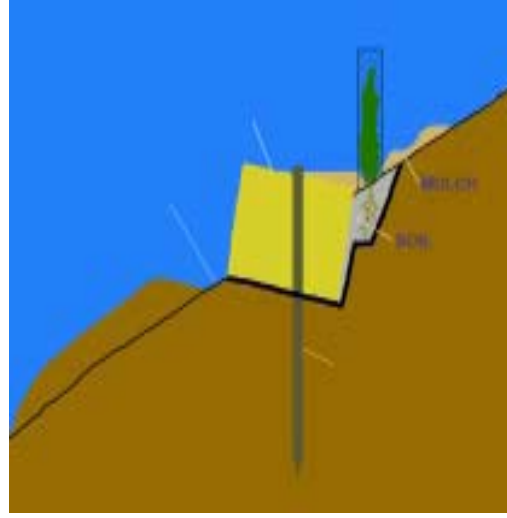
5. Bu aşamada, misafir bitkilerin yardımıyla, öngörülen son bitki örtüsünü oluşturmak önemli olmaktadır. Bunun için öncü misafir bitkilerin yanı sıra teknik bazı yardımların desteğı ile (toprak serilmesi, gübreleme, gölgeleme vb.) aslında uzun zamanda gerçekleştirilebilecek olan son bitki örtüsünü en kısa zamanda gerçekleştirmek hedef alınır.

6. Tehlikeli çok dik eğimlerde, özellikle kayma ve taş yuvarlanma söz konusu ise, bitkisel malzemelerle alınacak önlemlerden önce, cansız malzeme ile gerekli ön önlemler alınmalıdır. Bu önlemler geçicidir ve daha sonra bitkisel malzeme ile oluşturulacak bitkisel örtüleme sistemleri onların görevini tamamen üstlenecektir. Bu ön önlemler, örneğin ince toprak tabakasını eğimde tutmak için yatay ve dikey yönlerde yetiştirilmiş cansız çalı grupları olabilir ya da toprak kaymalarına karşı geçici bir önlem olarak kullanılan kazık sıraları olabilir.

B) Bitkisel örtüleme yöntemleri :

❖ Canlı çitler :

Canlı çitler genellikle şevlerin ve eğimli alanların tahkimatında koruyucu önlem olarak kullanılan 1-3 yaşındaki çeliklerle (bitki parçası) oluşturulan bitkisel bir sistemdir. Bu bitkisel örtüleme yöntemi 'Söğüt Kordonları' olarak da adlandırılmaktadır. Ancak sistem sadece söğüt türlerinden yapılmamaktadır.



Şekil 4.12. Önceden kömür madeni alanı ile kaplanmış olan bu dik duvarlı arazinin yanları başarılı bir şekilde reklame edilmiş ve stabil hale getirilmiştir. Kazıkların dikilmesi (çelik) su akışını azaltmakta ve tepe etrafında büyüyen bitkiler için uzun süreli bir çevre yaratmaktadır. (Sugarite Kanyonu Kömür Madeni Yeniden Kazanım Projesi-New Mexico)

Canlı çitler kullanılan çeliklere göre;

- ✓ Köksüz çeliklerle
- ✓ Köklü çeliklerle
- ✓ Köksüz+Köklü çeliklerle

olmak üzere üç türlü tesis edilirler. Köksüz ve köklü çeliklerle yapılan canlı çitler arasındaki fark, birinde köklenmemiş çeliklerin diğerinde ise köklenmiş yani tam teşekküllü bitkilerin kullanılmasıdır.

Köklü çeliklerle yapılan canlı çit uygulamasında, doğal bitki örtüsünden olduğu gibi, misafir bitkilerden de yararlanmak olasıdır. Köksüz çeliklerle yapılan çitlerin aksine malzeme açısından zenginlik gösterirler. Ancak, ortamda mevcut her türün canlı çit için uygun olmadığı da bir gerçektir. Bu bakımdan belirli bir takım özellikler gösteren (örneğin dipten itibaren iyi dallanan, çelikle kolay üretilen iyi adventif kök geliştiren, fazla bakım istemeyen ve bir takım olumsuz koşullara dayanıklı) türlerin, değişik ekolojik koşullarda canlı çit için uygunluklarının saptanması zorunludur.

Canlı çitler çabuk etkisini gösteren fakat geçici bir tahkimattır. Canlı çit oluşturulduktan sonra, sıra aralarına ortam koşullarına ve bitkisel örtülememenin hedeflerine bağlı olarak ağaç, ağaçcık, çalı, çim, baklagil, ya da diğer çok yıllık otsu bitkiler dikilmeli ya da ekilmelidir. Oluşturulacak bu ikinci bitkisel tesise, son bitki örtüsü denir. Kalıcı olan bu son bitki örtüsü çoğunlukla doğal bitki örtüsünde bulunan bitki türlerinden oluşur ve kurulma zamanı ortam koşullarına bağlı olarak değişir.

Canlı Çitlerin Uygulama İlkeleri : Eğimli alanlarda, tabanları eğime doğru hafifçe meyilli, 50-100 cm. derinliğinde hendekler açılır. Bu hendekler, yükseklik eğrilerine paralel olarak ya da 15-20 derecelik bir açı ile açılırlar. Hendekler arasındaki aralık 200-400 cm. dir. Çok dik şevlerde ise bu aralık 120 cm. den fazla olmamalıdır. Açılan bu hendeklerin 50-150 cm. uzunluğundaki köksüz çelikler ya da 60-100 cm. uzunluğundaki köklü çelikler yan yana ya da çapraz, yaklaşık 5-8 cm. aralıklarla yatırılır ve boylarının 2/3 veya 4/5'i bir üstteki hendekten çıkarılan toprakla örtülür. Çalışmaya şevin alt kenarından, yani şev topuğundan başlanır.

Canlı çitlerin uygulama zamanı, bitkilerin durgun oldukları dönemler olan ilk ve sonbahar aylarıdır. Canlı çitler kurulmalarından hemen sonra oldukça derinlemesine inen tahkim etkisi gösterirler. Çapraz olarak yatırılan çelikler, çeşitli etkenlere karşı oldukça yüksek sürtünme direncine sahiptirler. Toprağın derinlemesine etkileri öncelikle köklerin ulaştıkları derinliğe bağlıdır. Artan kök gelişmesiyle bu etkinlik daha da güçlenir.

Canlı çit tesisi özel bir beceri ve ustalık gerektirmez. Yapılışları çok basit ve kolaydır. Bu nedenle çok çeşitli kazı ve dolgu şevlerinde rahatlıkla kullanılabilir. Tesis edilebilmeleri için gereken koşullar, canlı çitin içerisinde uygulanmasına elverişli, yeterli ince materyal kısmıyla birlikte gerekli toprak tabakasının bulunması ve tahkim edilecek şev ya da eğimli alanın 40 dereceden daha dik olmamasıdır.

Köksüz çeliklerle canlı çit oluşturmada kullanılacak bitkisel materyal; bölgede ve onarım alanında mevcut, köklenme yeteneği yüksek hibritlerin dal ve dalcıkları ile söğüt türleridir.

Köklü çeliklerle canlı çit uygulamasında ise, genellikle marn ve kireçtaşı molozlarından oluşan şevlerde aşağıdaki türler özellikle başarılı sonuçlar verebilir.

- Kuvvetli kök gelişmesi gösteren türler: *Alnus incana*, *carpinus betulus*, *fraxinnus ornus*, *lonicera*, *salix* türleri, *viburnum*, *cotoneaster acutifolius*

- İyi gövde gelişmesi gösteren türler: *Alnus incana*, *betula pendula*, *cotoneaster acutifoliaus*, *crataegus monogyna*, *prunus mahaleb*, *prunus spinosa*, *salix purpurea*

Yeterli su bulunan löslü-tınlı şevlerde ise;

Acer campestre, *alns incana*, *betula pendula*, *carpinus betulus*, *cornus mas*, *corylus avellana*, *cotoneaster acutifolius*, *cotoneaster multiflorus*, *crataegus monogyna*, *eounymus europeasus*, *ligustrum vulgare*, *lonicera*, *populus*, *salix caprea*, *acer negundo*, *berberis vulgaris*, *spirea vanhouttei*, *eleagnus hortensis* kullanılabilir.

❖ Örgü çitleri :

Kullanılabilir bitkisel materyal; *salix* (söğüt) türlerinin ince uzun dalları, özellikle ortamda mevcut bulunan köklenme kabiliyeti yüksek hibritlerdir. Örgü çitleri toprak üstüne ve toprak içine tesis edilebilir.

Toprak Üstüne Örgü Çit Tesisi: Örgü çitinin yapılacağı, planlanan doğrultular üzerine 60-100 cm. uzunluğuna kamış, tahta veya demir kazıklar 100-150 cm. aralıklarla 15-20 cm. leri toprak üzerinde kalacak şekilde çakılırlar. Bu kazıkların aralarına 25-30 cm. aralıklarla 40-60 cm. lik kazıklar çakılır ve daha sonra en az 150 cm. uzunluğundaki söğüt dalları bu büyük ve küçük kazıklar arasına örülür ve son 20-30 cm. lik kısımları toprağa gömülür. Kural olarak 5-7 söğüt dalı üst üste örülerek çit oluşturulur. Daha sonra, örgü çitler arasında kalan alanlar toprakla doldurulur.

Toprak İçine Örgü Çit Tesisi: Topraklar içine örgü çit tesis etmek için toprakta önce 15-20 cm. derinliğinde oluklar açılır. Büyük ve küçük kazıklar bunun içine çakılırlar. Örgü işlemi bittikten sonra oluklar tekrar doldurulurlar. Her iki uygulamanın da bitkilerin durgun oldukları (ilkbahar ve sonbahar) dönemlerde yapılması gerekir. Örgü çitleri ya basit şekilde, yaklaşık 150-300 cm. aralıklarla birbirlerine paralel, yükseklik eğrilerine 10-20 derece açı ile tesis edilirler ya da baklava dilimi şeklinde 150-200 cm. aralıklarla yapılır.

Örgü çitinin bitiminden ya hemen sonra ya da bir vejetasyon dönemi sonunda planlanan son bitki topluluğunun bitki türleri çitlerin arasında kalan alanlara dikilirler. Bu alanlarda çayır-mera bitki topluluğu son hedef olarak planlanmışsa, çimlendirilirler. Bitki örtüsünün gelişmesi sonucu örgü çiti zamanla kaybolur.

❖ **Canlı çalı demetleri :**

Öncelikle söğüt türleri ve hibritlerinden elde edilen ince uzun dallar canlı çalı demeti olarak kullanılır.

Bunun için 100-300 cm. uzunluğundaki söğüt dalları kullanılır. Her 30-40 cm. de bu dallarla oluşturulan, 10-30 cm. kalınlığında ve 100-300 cm. uzunluğundaki demetler tel veya ince söğüt dalları ile bağlanırlar. Bu çalı demetlerini yerleştirmek için 10-20 cm. derinliğinde oluklar açılır ve çalı demetlerinin çaplarının yarısı veya üçte biri toprak içinde kalacak şekilde yerleştirilir. Daha sonra 80 cm. uzunluğundaki kamış, tahta ya da metal kazıklar, 100 cm. aralıklarla çalı demetlerine dik olarak toprağa çakılırlar. Kazıklar, üst kısımları demetin üst kısmıyla aynı hizaya gelinceye kadar çakılırlar. Kural olarak, çalı demetleri bir kaç metre aralıklarla paralel olarak ve hafif bir meyille yerleştirilirler. Aralarında kalan alanlar ise ikinci bir bitkisel sistem olarak, planlanan son bitki topluluğuna ait bitki türleri ile bitkilendirilirler.

Çalı demetleriyle toprağın derinlemesine hızlı bir etki elde edilemez. Çünkü yüzeysel olarak toprak içine yerleştirilirler. Bu nedenle erozyonu da tesisinden hemen sonra önleme durumunda değillerdir.

❖ **Dal örtüsü :**

Köksüz çeliklerle çit tesisinde kullanılan türler dal örtüsü olarak da kullanılır. Dal örtüsü tesisinde şimdiye dek bahsedilen bitkisel örtüleme yöntemlerinde kullanılan ince uzun dal ve dalcıklar canlı materyal olarak kullanılır. Sistem, tek ya da çok katlı dal örtüsü olarak tesis edilebilir.

Tek katlı dal örtüsünde planlanan doğrultularda 80 cm. uzunluğunda canlı söğüt, kamış ya da cansız tahta kazıklar uzunluklarının üçte biri toprak üzerinde kalacak şekilde toprağa çakılırlar. Kazıklar arası mesafe 70x70 cm. veya 100x100 cm. olabilir. Dallar yan yana sonları aşağıya doğru kazık sıraları arasına gelecek şekilde yatırılır.

Bu dalın bitiminden sonra ikinci dal onu 30 cm. üzerinden itibaren aşağı doğru yatırılır ve bu kısma muhakkak bir kazık çakılır. Büyük zarar görmüş olanların dal örtüsü ile kaplanmasında katlı dal örtüsü uygulanır. Sistem, kiremit şeklinde üst üste yerleştirilen dallardan oluşur. Yukarıdan aşağıya doğru yapılır. Dal örtüsü tesis edildikten sonra, teller kazıklar arasına ara ile veya çapraz şekilde gerilirler ve kazıklar teller, dalları iyice bastırana kadar çakılırlar. Kazıklar ve tel yerine kancalı kazık denen kazıklar da kullanılabilir. Son olarak,

dalların üzerine toprak serpilir. Dallar belirli bir süre toprakla örtülü kalırlar ama yer yer toprak örtüsü dışına çıkarlar.

Çok katlı dal örtüsünün tesisi de aynıdır. Tek dal yerine burada bir kaç dal yani dal demeti kullanılır. Bu sistemler, çok az toprakaltı tutucu etkisi gösterirler ama toprak yüzeyini derhal örterler. Bu nedenle toprak üst yüzeyinin korunması gereken alanlarda başarıyla uygulanabilir.

❖ **Fidan dikimi :**

Onarım alanında ortam koşullarına uygun bitki fidanları kullanılabilir. Ağaçlandırma çalışmalarında fidan dikimi, ince materyallerin olmadığı alanlarda, ağaç köklerinin nem bulunan tabakalara doğru hareket yeteneği nedeniyle önerilebilir [28]. Sorunlu alanlarda kullanılan dikim yöntemlerinden biri çukura dikim, diğeri ise hendeğe dikim şeklindedir.

Çukura dikim yönteminde bitki çukurları kazma, bel ya da traktör arkasına takılabilen burgular ile açılırlar. Bu çukurlar genelde daire şeklinde açılırlar ve dikilecek olan fidan büyüklüğüne göre çapları 25-50 cm. büyüklüğünde olabilir. Derinlikleri ise bitki kökleri kıvrılmayacak kadar derin olmalıdır. Dikim için yeterli derinlikteki çukura yerleştirilen bitkinin kök çevresi toprakla doldurulur. Sonra doldurulan toprağın üstten hafifçe bastırılarak oturması sağlanır. Dikim sonrası, bitki kök bölgesinde dikim çanağı oluşturmalı ve üzeri malç(yaprak döküntüleri veya çakıl taşları) ile örtülmelidir.

Kural olarak 100x100 cm. aralıklarla bitki dikimi gerçekleştirilse de bu aralık yörenin ekolojik özelliklerine ve bitki türüne bağlı olarak 30-200 cm. arasında değişebilmektedir.

Hendeğe dikim için ise eğim derecesine bağlı olarak 80-150 cm. aralıklarla hendekler açılır. Hendekler 10-15 derecelik eğimle açılır. Dikim sonrası hendeklerin üzerinin malç, saman, dal ve yaprak gibi bir malzeme ile kapatılması son derece olumlu sonuçlar yaratır [27].

Onarım Amacıyla Kullanılabilecek Bazı Bitki Türleri :

Asidik Alanlarda : Agrostis alba, Festuca elatior, Festuca rubra, Sorghum vulgare, Lolium perene, Polygonium cuspidatum, Trifolium pratense, Trifolium hybridum, Lotus corniculatus, Vicia faba, Agropyron repens, Melilotus alba, Medicago sativa, Robinia pseudoacacia, Alnus glutinosa, Salix sp., Populus sp., Cotoneaster dammeri, Viburnum sp.

Alkali ve Kireçli Alanlarda : Olea europea, Salix sp., Populus sp., Juglans regia, Quercus coccifera, Quercus ilex, Quercus rubra, Robinia pseudoacacia, Juniperus sp., Tamarix sp. [28].

C) Tohumlama yöntemleri :

Tohumlar el ile saçılarak veya makine ile (mibzer) ekilmektedir. Artemisia gibi bazı türler filizlenmek için ışığa ihtiyaç duyduklarından bunların yüzeye elle dikilmesi gerekirken, bazı türler daha derin bir büyüme zonu istemektedir. Bazı durumlarda bu iki yöntemin kombinasyonu da kullanılabilir. Pratikte hangi tür nasıl bir ekim gerektiriyorsa, tohumlar o derinlikte ekilmelidir (Çizelge 4.2.)

Çizelge 4.2. Araziye göre tohumlama yöntemleri

Arazi Durumu	Delerek	Saçarak	Hidro	Havadan
Çayır	+		+	
Dik Şevler			+	+
Taşlı Topraklar		+	+	+
Küçük Alanlar (4 Hektar)		+	+	
Büyük Alanlar (20 Hektar)	+	+	+	+

Mibzer İle Tohumlama (Delerek) : Bu yöntem, tohumları toprağın içinde önceden belirlenen derinliğe yerleştirmektedir. Tohumlayıcı makine, genellikle bir traktörün veya dozerin arkasında çekilmektedir. Tohum ekme makinesi şu parçalardan ibarettir :

- Derinlik bantları ve baskı tekerlekleri
- Karıştırıcılar içeren çoklu kutular
- Tohum atan yerin arkasında bulunan ve eşit üst toprak kalınlığı sağlayan eklenmiş zincirler.

Günümüzde engebeli arazide farklı boyutta tohum atmaya yarayan ve farklı tohum kutuları bulunduran hibrid tohumlama makinaları mevcuttur. Saçarak tohumlamanın yapılması gerektiği yerlerde selektiflik sağlaması açısından, mibzer ekipmanına bir siklon şekilli tohumlayıcı da eklenebilmektedir. Mibzer ile tohumlamanın dezavantajları, yüzey pürüzlülüğünü azaltması, düz hatlarda oluşan bitkiler üretmesi ve bazı türlere daha fazla yaşama şansı tanınmasıdır.

Saçarak Tohumlama : Saçarak tohumlama toprak engebesini koruyabildiğinden, bir çok durum için en çok önerilen yöntemdir. Saçarak tohumlama yöntemi, tohumu toprak yüzeyine yerleştirmektedir. Tohum yatağı gevşekse ve ekstrem kabartma teknikleri kullanılmışsa, tohum genellikle çamurlaşmaya bağlı olarak farklı derinliklerde gömülmektedir. Eğer tohum yatağı kabuklu ise, yüzeyin tohumlama işlemi ile eş zamanlı olarak tırmıklanması gerekmektedir. Yüzey kabartma işleminden hemen sonra tohumlama yapılması, kabuklanma oluşmadan önce tohumu yere sokacaktır. Tohumların çoğunun yüzeyde bırakılmaması gerekmektedir, aksi takdirde bu tohumlar kurumakta ya da hayvanlar tarafından yenmektedir.

Saçarak tohumlama elde tutulan veya silikonlu olan bir ekipman ile yapılmaktadır. El ile yapılan tohumlamanın 12 dönüm kadar geniş alanlara dek maliyeti oldukça düşüktür. Daha geniş alanlar için ise tekerlekli araçlara veya helikoptere monte edilmiş siklon tipi tohumlayıcılar kullanılmaktadır.

Hidrotohumlama : Hidrotohumlama da bir çeşit saçarak tohumlama yöntemi olup, tohumu tatbik etmek için taşıyıcı ortam olarak suyu kullanmaktadır. Köpüklenmeyi önlemek ve uygulayıcıya kolaylık sağlaması açısından, bu çamurda 5670 lt. suya karşılık 45 – 135 kg oranında ağaç sapları bulunmalıdır. Gübre maddesi içindeki tuzlar tohumun filizlenmesini %50 oranında azaltacağı için, tohum ve gübre bu çamur içinde karıştırılmamalıdır. Tohum, bu sulu çamura dikim işleminden hemen önce eklenmelidir ve tohumun su içinde 30 dk. dan fazla kalması önlenmelidir. Eğer daha fazla kalırsa kendi kendine filizlenmeye başlamakta ve tatbik edilirken zarar görebilmektedir.

D) Tohumlama zamanı :

Genellikle tohumlama için sonbahar mevsimi tercih edilmelidir. Bunun nedeni, ilk tohumlamanın yılın en çok yağış alan mevsiminden hemen önce yapılmasıdır. Sonbaharda yapılacak bu tohumlamalar mümkün olduğunca geç yapılmalı (Ekim ayı başından sonra) ve böylece filizlenmenin sonraki ilkbahara kadar başlamaması sağlanmalıdır. Sonbaharın ilk başlarında dikim yapmak, ağır kış koşullarından önce yeterli kök gelişimi olmayacağı için,

oldukça riskli olmaktadır. Kış süresince özellikle kar örtüsünün olmadığı sert şartlarda, tohumların ölüm oranı artmaktadır. Eğer toprağın yüzeyi gevrek bir yapıdaysa, gevşekse ve donmamışsa kış mevsiminde de yapılabilir.

Yüksek sıcaklıklara ve kurak iklime dayanıklı ılık iklim türleri filizlenmek ve büyüme için sıcak toprak şartları istemektedir. Bu yüzden sınırlı da olsa, bazen ağustos başında bu türler için tohumlama gerekebilir. Bir bölgede hem soğuk iklim hem ılık iklim tohumlaması yapılacaksa, yılda iki kez tohumlama yapılmalıdır. Ancak tohumlama sadece bir kez yapılacaksa, bunun yaz başında uygulanması gerekmektedir.

E) Sulama :

Rekültive edilmiş sahalarda yerli bitki gelişimi için sulama, sadece yıllık yağış ortalaması 254 mm.'nin altında bulunan kurak ve yarı kurak bölgelerde bitki büyümesini hızlandırmak için kullanılmaktadır. Yerli bitkiler sadece bahar aylarını taklit edecek oranda ve sadece ilk büyüme yılında sulanmalıdır. Sulamanın daimi olması gerektiği durumlarda yeniden kazanım giderlerine ek maliyetler binmektedir [29].

4.4. İzleme ve Bakım :

Uygun bir yeniden düzenleme ve iyileştirme çalışmasından sonra sahanın verimli olarak kullanılması için ek bir zaman dilimine ihtiyaç vardır. Sahanın tümü restore edilmeden önce dikkatli izleme, kontrol, bakım ve gelişim planına ihtiyaç duyulmaktadır.

İzleme, duyarlılığın sağlanmasında ve su kalitesinin korunmasında çok önemlidir. Şev duraylılığının ve su kalite probleminin en aza indirgenmesi ve gelecekte bu tür sorunların tekrar ortaya çıkmaması için yüzey eğimi mümkün olduğunca en aza indirgenmelidir. Suyun erozyon etkisini azaltmak için akış eğimi düşürülmelidir. Bunun için kesici ve dağıtıcı kanallar yapılmalıdır.

Drenajın kontrol edilmediği sahalarda sediment kontrol havuzlarından yararlanılmaktadır. Asit drenajı gerektiğinde, kireç taşı, kireç, amonyum anhidros, soda, sodyum hidroksit ve diğer nötrleştirici reaktifler kullanılmaktadır. Bunun yanında döküm sahalarının oluşturulması aşamasında zehirli maddelerin izolasyonu en çok başvurulan çözümdür.

Kalıcı bitkilendirmeyi takiben büyüme izlenmeli ve kaydedilmelidir. Döküm sahalarında toprağın durumu ve gelişimi gerekli testler yapılarak gözlenmelidir.

4.5. İşletilmesi Sona Ermiş Ocakların Kullanım Alanları :

4.5.1. Tarımsal amaçlı kullanım :

Açık ocak sahasının tarımsal amaçlı kullanımı için, yeterli kalınlıktaki bir kültür toprağı tabakası yanında en az 5 hektarlık bir alan ve en alt kottaki basamağın, yeraltı su tablasının ortalama 0,8 – 1 m. üzerinde olması istenir. Ayrıca erozyon tehlikesine karşı arazi eğimi 1:67'yi (%1,5) geçmemelidir [30].

4.5.2. Orman amaçlı kullanım :

Burada, tarımsal kullanımdakine benzer koşullar geçerlidir. Yetiştirilecek ağaç türü yöre koşullarına (iklim vs.) uygun seçilmelidir. Arazi eğimi düşük ila orta arasında değişebilir. Bırakılacak yollar ve olası dinlence sahaları, orman oluşumuna zarar vermeyecek şekilde konuşlandırılmalıdır. Bu alternatif, hemen hayata geçirilebilecek bir seçenek değildir, dolayısıyla bölgenin yeşillendirilmesine kısa vadede katkı sağlamayacaktır. Bu seçenek kısa vadede var olan kotların ve yeni oluşturulan kotların genel peyzaja entegre edilmesi, ilerdeki ağaç genişlemelerine fırsat tanımak ve ocağın kötü görüntüsünü bertaraf etmek için, uzun vadede ise yani tarımsal kullanımdaki şartlara bağlı yerlerde orman alanları oluşturmak için düşünülebilir.



Şekil 4.13. Orman amaçlı arazi kullanımı.

İslah öncesi ve sonrası (Alcoa Madeni Avustralya)

4.5.3. Ocak çukurunun göl olarak düzenlenmesi :

Açık ocak nihai çukuru işletme sonunda yeraltı su tablasının altında bulunuyorsa, bunun bir göl olarak düzenlenme olanağı vardır. Ancak bu yapılırken, özellikle dökülmüş gevşek malzemeden oluşan şevlerde eğimin yeterince düşük olmasına özen gösterilmelidir (1:4 ila 1:10) aksi takdirde bu şevler (göl oluşumundan sonra bu şevler, kıyı gibi davranacaktır), göldeki dalgalar nedeniyle sürekli aşınarak yıkılacak, bu da kullanılabilir alanı küçültecektir. Su bitkileriyle donanmış bir kıyı, erozyona karşı korunmuştur ve göle doğal bir görünüm kazandırır. Kıyı toprağını erozyona karşı korumanın yanı sıra, bu bitkilerin kıyı bölgesi içinde ekolojik etkileri de söz konusudur (su sıcaklığı, ek oksijen üretimi ve sığ bölgelerdeki suyun biyojen havalandırılması). Bu faktörler de suyun kendi kendini temizleme yeteneğini artırır. Ancak nihai çukurun bir göl haline getirilmesi, bazı dezavantajları da içerir. Bunlardan en önemlisi, derinliğine çalışmış ocakların nihai çukurlarında (yeraltı su tablasının durumuna göre) su derinliğinin yatay uzanımına göre çok fazla olabileceğidir. Bu özellik suyun yetersiz hareketine, bu ise derinlerde oksijen içermeyen ölü su tabakalarının ve bunlardan kaynaklanan problemlerin ortaya çıkmasına yol açar. Diğer bir dezavantaj ise, yüksek orandaki buharlaşma ve buna bağlı olarak kuru iklim bölgelerinde yeraltı suyunun azalabileceğidir. Suni olarak oluşturulacak göletler sadece rekreasyon amaçlı da kullanılabilir, bunun yanında su şartları da uygunsa balıkçılık da yapılabilir.



Şekil 4.14. Step Rock Demir Madeni – Ontario Canada, Açık ocağı madencilik çalışmaları ve ıslah sonrası hali. Nihai ocak çukurunun göl olarak dizayını.

4.5.4. Bina inşa edilmesi yerleşim ve endüstriyel kullanım :

Bu alternatif altında, yeterli yüzölçümü bulunan düzlüklerde ve zeminin konsolidasyonunun, kayma mukavemetinin yüksek olduğu düzlüklerde şu yapıların inşası düşünülebilir :

- Nispeten rakımı yüksek yerlerde manzarayı izlemek için cafe ve restoran tarzında değişik tesisler kurulabilir.
- Ağaçlandırmanın yoğun olacağı bölgelerde kısmi olarak dağ evleri ve golf sahaları inşa edilebilir.
- Oluşturulan park ve ormandaki görevlilerin kalabileceği konutlar inşa edilebilir.
- Sanayideki şirketlerin kullanımına sunulabilecek makine parkları, atölyeler ve ekipmanlar için inşa edilecek depolar.
- Özellikle çam türü ağaçların yoğun olduğu, gürültüden uzak ve geniş düzlükte inşa edilebilecek sanatoryum ve rehabilitasyon merkezleri.
- Ayrıca önünde yeteri kadar düzlük bulunan girişi kolay ve daha dik şevler bulunan yöreler yaz aylarında arabalı sinema olarak hizmet verebilir [25].

Yine formasyonun stabilitesini ve yerel alt yapıyı iyi oturtmak ön şartıyla sportif tesislere de eğilinmelidir. Sportif tesisler başlığı altında şu çözümler önerilebilir:

- Güney bakılı olmayan bir alana çim futbol sahası ve dar kapasiteli portatif tribünler,
- Basketbol, voleybol, fitness ve aerobik dallarında hizmet verebilecek kapalı spor salonu,
- Tenis kortları, golf sahaları,
- Halı sahalar.

Bu bina inşası alternatiflerine bir ekleme de basamaklı şekli müsait olduğu için açık amfi tiyatro kurulması düşünülebilir.



Şekil 4.15. Starvagi Ind. tarafından reklame edilen açık kömür ocağının ilk durumu ve yeniden kazanım dan sonra amfityatro haline getirilmiş durumu. (Batı Virginia ABD.)



Şekil 4.16. 1977 öncesi madencilik işlemleriyle zarar gören alanda yer kaymaları ve asit drenajı kaynaklı yağmurlar güvenlik problemleri yaratıyordu. Tepenin kaldırılmasıyla oluşturulan düz arazi sonradan doğu Kentucky havaalanı yapılmak için kullanıldı. Bir terminal binası ve 3500 feet lik bir uçuş pisti kurularak alan çok farklı bir madencilik sonrası alana döndürüldü.

4.5.5. Doğal Parklar :

Belli bir kullanım amacına yöneltilmiş eski ocaklarda da görüldüğü gibi, buralarda belli bir süre sonra doğal bir bitkileşme ve hayvan topluluğu oluşumu gözlenmektedir. Aynı zamanda buraları çoğu kez, çevre araziden, yoğun sanayi ve yerleşim nedeniyle kaçmak zorunda kalmış bitki ve hayvanlara da ev sahipliği yapmaktadır. Yeterli korumanın sağlanmış olması önkoşuluyla, bu bölgeler hatırı sayılır bir bitki örtüsü ve hayvan varlığı barındırabilir ve doğal koruma altına alınabilir.

4.5.6. Çöp (Moloz) Sahası Olarak Kullanım :

Nihai çukur halini almış eski ocakların diğer bir kullanım şekli, çöp veya moloz döküm sahası olarak kullanılmasıdır. Ancak bu şık sadece ocağın yerleşim bölgeleri veya sanayi tesislerine uygun mesafede yer aldığı ve bu tür bir atık sahasına gereksinim duyulduğu zamanlar mantıklı olmaktadır. Burada arazinin eski şeklini alması ve yeterli kalınlıkta kültür toprağı da

serilerek doğal bitki örtüsüne entegrasyonu sağlanabilir. Bu yöntemde şu koşulların yerine gelmesi gerekmektedir;

- Ocak çukurunu olabildiğince nötr malzemeyle doldurma
- Toksik veya diğer tehlikeli maddelerle doldurma söz konusu olacaksa veya yeraltı su seviyesinin altında kazı yapılmışsa, ocak çukurunu balçık, kil, sentetik malzemeler, asfalt, naylon veya benzeri malzemelerle yalıtılmak
- Yüzey veya yeraltı sularının kirlenmesini önlemek
- Çevreye zarar vermeyen bir susuzlandırma için gerekli önlemlerin alınması
- Çöp ve/veya bunların yakılmasından oluşacak kötü kokunun önlenmesi
- İşletme araçları ve atık malzeme getiren araçların çıkaracakları gürültünün en aza indirilmesi

4.5.7. Hayvancılık Yapılması :

Yine uygun olan bölgelerde hijyen koşullarına bağlı olarak ve içinde kendi arıtma tesislerini barındıran büyükbaş hayvan yetiştirme çiftlikleri kurulabilir. Ancak bu uygulamada arazi bir yandan kullanıma açılırken diğer yandan çevreye ve güçlükle oluşturulmuş bitki örtüsüne zarar verilmemelidir. Büyükbaş hayvancılığın yanı sıra bal üretimi için kovan takımları kurularak arıcılık da teşvik edilebilir.

Arazi bu kullanım gruplarından yalnız birine ayrılabilceği gibi, birden fazla kullanım tipi aynı alan içinde yer alabilir. Örneğin; tarım-orman-rekreasyon veya yerleşim-rekreasyon-orman gibi. Ayrıca; yapılacak çalışmanın kime hizmet vereceği, ne amaçla kullanılacağı ve gereksinimlerin saptanması amacı ve kullanım tipini belirler.

5. AÇIK OCAK YENİDEN KAZANIMI ÜZERİNE ÖRNEK UYGULAMALAR

5.1. Dünyadaki Mevzuat ve Örnek Uygulamalar :

Açık ocak madenciliğinin neden olduğu çevre sorunlarının büyüklüğü genelde tüm ülkeler tarafından kabul edilmekle birlikte, soruna farklı ülkelerde farklı zaman ve boyutlarda yaklaşımlar olmuştur. 20. Yüzyılın ortalarına kadar da açık maden ocaklarındaki çevre sorunlarını önleyici doğa onarım çalışmalarına yönelik belirgin bir yasal prosedür dikkati çekmemektedir.

5.1.1. İngiltere :

İngiltere’de 18. Yüzyılda ilk kez karbonlu-şistli tepecikler üzerine *Fagus sp.* ve diğer türlerin dikildiğinden söz edilmektedir. Bunu takiben, İngiltere’de 1903 yılında atık tepecikler üzerine konifer dikimi gerçekleştirmek için ‘MIDLAND AFFORESTATION SOCIETY’ kurulmuştur. 1944’e kadar maden işletmelerinin kontrolü için yasa çıkarılmamakla birlikte, arazilerin madencilik amacıyla zorunlu olarak kamulaştırılmalarını önleyici yasalar hazırlanmıştır. Bu ülkedeki çevreyi koruma konusunda ilk kapsamlı mevzuat 1947 yılında çıkarılan ‘Kent ve Ülke Planlama Kanunu’ dur. Bu kanun diğer bir çok faaliyetle birlikte madencilik faaliyetlerine de uygulanmaktadır. 1951 yılında ‘Maden İşletme Yasası’, 1958’de ‘Açık Ocak Kömür Madenciliği Kanunu’ ve 1975’de ‘Kömür Endüstrisi Kanunu’ çıkarılmıştır. ÇED yönetmelikleri İngiltere’de 1988 yılında çıkarılmış ve daha sonra bu yönetmelikler, AB Yönergesi (Avrupa Birliği) ile uyumlu hale getirilmiştir. Önerilen projelerde ÇED in gerekli olup olmadığı yetkili merciler tarafından kararlaştırılır. Listelerde yer alamayan projeler için ÇED raporu gerekli olmayabilmektedir. İngiltere’de ÇED raporunun alternatifler içermesi zorunlu değildir. Alternatif oluşturma, tamamen girişimci ya da ÇED raporunu hazırlayan uzmanların inisiyatifine kalmıştır. ÇED yönetmelikleri, proje sonrası etkileri izlemeye ilişkin herhangi bir hüküm içermemektedir. Ancak bazı yetkili kurumlar faaliyete izin verebilme şartlarına proje sonrası etki izlenmesini de dahil etmek için çalışmalar yapmaktadır. İngiltere’de ÇED raporu teslim edildikten sonra halkın bu rapora müdahalesi sınırlıdır. Bununla birlikte devlet, yapacağı faaliyetler için raporun hazırlanması sırasında halkın görüşünü alma konusunda yatırımcıları teşvik etmektedir [31].

A) Taff Bargoed Milli Parkı :

Bu terk edilmiş vadide daha önceden faaliyette bulunan 3 adet kömür ocağı bulunmaktaydı. Ancak bu ocaklarda üretimin sona ermesi ile birlikte yeniden kazanım faaliyetlerine başlanarak, doğa sporlarına uygun bir milli park haline getirildi. İlk ıslah çalışmaları yapılmaya başlandığında, kömür ocaklarının işletmeciliğini yapan Trust Groundwork Merthyr ve Rhondda Cynon Taft şirketleri fon sağlayarak buranın şu andaki milli park haline gelmesini sağladılar. Arazi şartlarının tırmanma aktivitelerine elverişli bir yapıya sahip olması buranın milli park haline getirilmesinde büyük paya sahiptir. Tüm yeniden kazanım çalışmaları 18 ayda tamamlandı. Günümüzde bu parkı yılda ortalama 70.000 kişi tırmanma sporları, bisiklet sürmek ve temiz hava almak için ziyaret etmektedir. Parkın tüm işleri için yine aynı bölgeden toplam 30 kişi devamlı olarak çalışmaktadır. Böylece yapılan ıslah çalışması, madencilik yapılan alanlarının doğaya geri kazandırılmasının yanında, bölgedeki istihdama katkı sağlayarak ekonomik gelişme açısından olumlu sonuçlar doğurmaktadır.



Şekil 5.1. Taff Bargoed Milli Parkı [32].

5.1.2. Amerika Birleşik Devletleri :

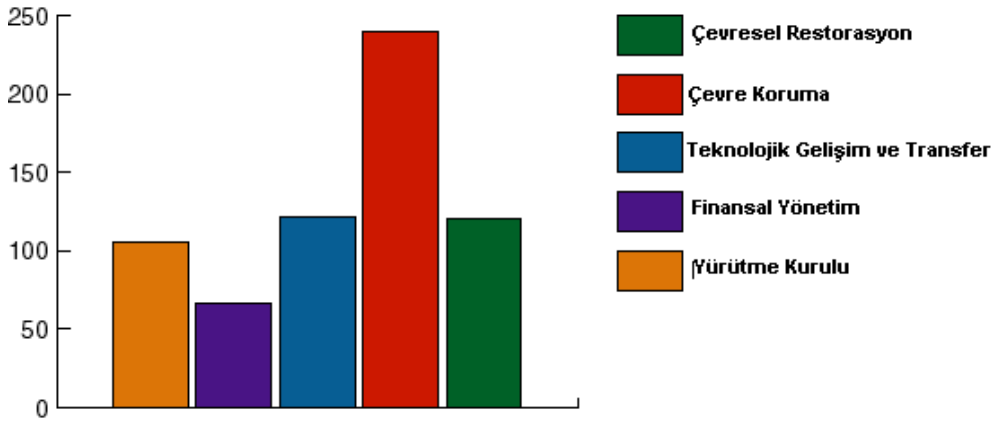
ABD’de çevreyi açık işletmelerin olumsuz etkisinden korumak üzere ilk yasa 1939 yılında West Virginia eyaletinde çıkarılmıştır. Sanayi ve nüfusun gelişimi ile paralel olarak artan hammadde ihtiyacının karşılanması amacıyla madencilik faaliyetleri artmış ve çevresel olumsuzluklar had safhaya ulaşmıştır. Bu sorunun ciddi olarak ele alınarak, devletin kontrolünde çözüme kavuşturulması amacıyla Amerika Birleşik Devletleri İçişleri Bakanlığına bağlı olarak çalışan ‘Office of Surface Mining’ (OSM) kurulmuştur. Ardından hemen çıkarılan ve madencilik çalışmaları sırasında doğanın korunarak yeryüzünün veya arazinin yeniden kullanılabilir hale getirilmesini ulusal bir gereklilik sayan ‘Surface Mining Law’ (SML) kabul

edilmiştir. Bu yasaya göre, işletme izni almak için yapılan başvuruda, arazinin yeri, tanımı, kullanım şekli, madencilik öncesi bitki örtüsü, madencilik sonrası arazi kullanımı hakkında öneriler, yenilenebilir kaynaklara yapılacak etkilerin en aza indirilmesi için alınacak önlemler, maden işletmesi ve doğa onarımı için kullanılacak teknikler, yüzey ve yeraltı sularının korunması gibi bilgileri içeren ‘Doğa Onarım Planı’ vermek gerekmektedir.

Böylece ABD Hükümeti terk edilmiş maden sahalarının rehabilitesi konusunda direkt olarak yetkili konuma geçmiş ve bu sahaların doğaya yeniden kazandırılması ile ilgili çok ciddi çalışmalar yaparak, bu işe çok ciddi bütçelerle destek vermiştir.

OSM genel anlamda şu birimlerden oluşmaktadır:

- 1-) Yürütme Kurulu
- 2-) Çevre Koruma
- 3-) Çevresel Restorasyon
- 4-) Finansal Yönetim
- 5-) Teknolojik Gelişim ve Teknoloji Transferi

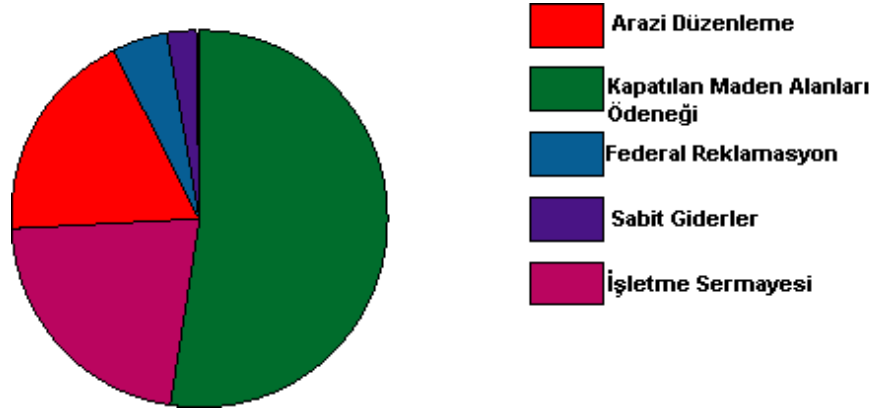


Şekil 5.2. OSM Birimleri ve Personel Sayıları

Tüm bu departmanlarda çalışanların sayısı toplam 600 kişidir. Bu kadar az insan çalıştırılarak bu işin nasıl yapılabildiği sorusu akıllara gelebilir. OSM madencilik yapılan tüm eyaletlerin yönetimleriyle işbirliği içinde çalışmalarını devam ettirmektedir. Böylece tüm plan ve projeler tek bir merkezden yapılarak, bölgesel problemlere çok daha kalıcı ve sağlıklı çözümler getirilebilmektedir. SML'ye göre, yüzeylerin korunması ve düzenlenmesi yetkisi öncelikli olarak eyaletlerdedir. OSM ile de bir kontrol mekanizması oluşturulmuş ve projelere finansal destek sağlanmıştır. Ancak federal ve yerli (indian) bölgelerde (Navajo, Hopi, Crow,

Ute) ve kömür üreten ancak SML imzalamamış eyaletlerde bu işlerin yürütülmesi direkt olarak OSM'ye bağlıdır (tüm izinler vs.).

OSM'ye ABD bütçesinden her yıl 300 milyon dolar ayrılmakta ve bu para ile eyaletlerin 'Surface Mining' (yüzey madenciliği) programlarının desteklenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca SML imzalanmadan önce terk edilmiş madenlerin ıslahının tüm giderleri de bu bütçeden karşılanmaktadır.



Şekil 5.3. OSM Bütçesi Harcamalarının Dağılımı

SML imzalandıktan sonra ise OSM'ye devamlı bir gelir kazandırılması ve ayakta kalabilmesi amacıyla üretilen madenlerden ton başına para alınmaya başlanmıştır. Buna göre, çıkartılan bir ton kömür için açık ocaklarda 35 sent, yeraltı ocaklarında 15 sent, diğer madenler için ise çalışma tekniği fark etmeksizin 10 sent alınmaktadır. Alınan bu paralar ABD hazinesinin 'Abandoned Mine Reclamation Fund' (AMRF) yani terk edilmiş madenlerin reklamasyonu fonunda biriktirilerek, reklamasyon (yeniden kazanım) giderlerinin karşılanması amacıyla kullanılmaktadır.

ABD kurmuş olduğu kurumlar ve çıkardığı yasalar sayesinde, tüm maden işletmelerinden dolayı oluşan suistimalleri sona erdirmiştir. Böylece madencilik firmaları çalıştıkları sahalardan tüm güvenlik önlemlerini alıp, yeniden kazanım çalışmalarını yapmadan ayrılamamaktadırlar. Ayrıca SML imzalanmadan önce terk edilen alanların 190.000 acre (1 acre = 0,404 dönüm)'si her türlü zirai faaliyette kullanılabilir hale getirilmiştir. 16.736 acrelik tehlikeli yığın ve toprak set restore edildi. Toplam 3 milyon feet yüksekliğinde tehlikeli uçurumsal şevler rehabilite edildi. 29.000 acre terk edilmiş alan ve zararlı dik şevler düzeltildi.



Şekil 5.4. Yeniden kazanım çalışmalarından önce ve yeniden kazanım çalışması yapıldıktan sonra ABD, Doğu Tenesse

(Fotoğraflar: Chuck MEYERS – www.osmre.gov)

Yukarıda ki ilk görüntü 1970'ler de Amerika'nın Doğu Tenesse bölgesinde ki açık işletme yöntemiyle çalışan kömür madeninin çalışması esnasında oluşan manzara. yeniden kazanım çalışmaları yapılmadan önce tehlikeli ve stabil olmayan yüksek şevler erozyona açık durumdaydı. Ayrıca kükürtlü yan kayaçlarla temas halinde olan yeraltı suyu da çalışma alanına yakın su kaynakları açısından büyük tehlike arz etmekteydi.

OSM (Office of Surface Mining)'nin uygulamış olduğu madencilik sonrası arazinin doğaya yeniden kazandırılması programı yani AML (After Mining Land) ile ıslah çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sayesinde terk edilmiş çok dik eğimlere sahip şevler güvenlik ve çevresel açıdan sorun oluşturmayacak düşük eğimlere çekilmiştir. Madencilik faaliyetleri esnasında ortaya çıkan ve sülfür ihtiva eden yeraltı suları çevre su kaynaklarına zarar vermeyecek şekilde yönlendirilerek atık barajlarında biriktirilmiş, ayrıca hem erozyon tehlikesini bertaraf etmek hem de bölgenin eski doğal yaşam döngüsüne kavuşabilmesi için bitkilendirme çalışmaları yapılmıştır [33].

B) OSM Tarafından Teksas'ta gerçekleştirilen iyileştirme çalışmaları :**1. Açık Ocak Çalışmaları :**

Şekil 5.5. Büyük Teksas madeni linyit kömürü çıkartmaktadır. Ocağın uzak ucundaki dragline üst dekapajı kömürü ortaya çıkarmak için almaktadır. Çıkartılan tabaka yukarıdaki fotoğrafın sağ tarafında görülen alana yığılıyor ki bu alan ıslah edilecek alandır.

2. Dekapaj Malzemesi:

Şekil 5.6. Kömürü ortaya çıkarmak için kazılan üst tabaka, kırılan yan kayaçların bir karışımıdır. Eğer yığılan dekapaj bu şekilde bırakılırsa, yağmur suyu ince parçacıkları süzüp su

kanallarında, atık barajı veya nehirlerde sedimantasyona neden olacaktır. Yeniden kazanım bu noktada toprağın yeniden tahmini eski yüksekliğine seviyelendirilmesi ile başlıyor.

3. Açığa Çıkarılan Şevler :



Şekil 5.7. Kömür, Doğu Kentucky Açık Ocağında düz bir alandan çıkarılmaktadır. Bu madenin etrafı ocak bağlantı ve üretim yolları ile çevrilidir. SML maden alanının ve çevresindeki yüksek şevlerinde ıslahını içermektedir.

4. Yüksek Şevlerin Islahı :



Şekil 5.8. Maden sahasındaki yeniden kazanım çalışmaları hızla yapılmaya başlandı. Dekapaj bu yüksek şevi kaplayacak biçimde seviyelendiriliyor ve üst toprak bu alan üzerine seriliyor. Bu

yeniden kazanım işlemi, maden çalışmasının hemen ardından bölümler halinde tepe etrafında sürdürülüyor.

5. Hydro-Seeding (Sulu Tohumlama) :



Şekil 5.9. Bitkilendirmeyi yeniden oluşturmak için kullanılan yöntemlerden biri hydro-seeding dir. Üst toprağın üzerine püskürtülen mavi-yeşil sıvı, çim tohumu, gübre ve bitkiler oluşana kadar toprağı tutup erozyonu önleyecek bir bağlayıcı madde içermektedir.

6. Reklame Edilmiş Maden Sahası :



Şekil 5.10. Arazi sahibi ıslah edilmiş bu alanda bir elma bahçesi kurdu. Madencilik işlemleri, alanın sadece geçici bir süreliğine kullanımına olanak verir. Eğer alan düzgün bir şekilde ıslah edilirse, madencilik öncesi tüm işlemler için tekrar uygun hale gelir.

7. Islah Edilmiş Çiftlik Alanı:



Şekil 5.11. Diğer mülkiyet sahiplerinden biriside, arazinin kendine ait kısmını tekrar ekmek ve bir çiftlik alanı oluşturmak için kullanmaktadır. Madencilik çalışmalarından kısa bir süre sonra tekrar eski haline döndürülen bu alanı, madencilik yapılmamış bakir bir araziden ayırmak neredeyse imkansızdır.

8. Islah Edilen Şevler :



Şekil 5.12. Eğimi azaltılarak tehlikesiz hale getirilen ve doğaya yeniden kazanım planı içerisinde bitkilendirilen şevler yukarıda görülmektedir. OSM'nin uyguladığı AML programı sayesinde madeni çalıştıranlarca ödenen paralarla bu alanda yaklaşık 6000 feet yüksek şev ve dört maden ağzı ıslah edilmiştir [33].

5.1.3. Almanya :

Almanya'da madencilik faaliyetleri sırasıyla 1920 yılında çıkarılan Ruhr havzasına ilişkin yasa, Doğa Koruma Yasası ve 1962'de çıkarılan Bölgesel Planlama Yasası ve Federal Madencilik Yasası ile yürütülmekte, bu yasalarla doğa onarım çalışmalarından maden işletmecisi sorumlu tutulmaktadır [34].

1980 tarihli 'Federal Maden Kanunu', bir maden işletme faaliyetine başlanmadan önce bir maden planı yapılmasını ve onay alınmasını hükme bağlamıştır. Onay mercii, uzman kuruluşlarla işbirliği yaparak, madencilik faaliyetlerinin kamuya ve çevreye vereceği zararları incelemektedir. Maden dairesi, maden işletmelerinin onaylanmış planına göre çalışıp çalışmadıklarını sürekli olarak denetlemektedir. Almanya'da 1975 yılında hükümetin getirdiği çözüme göre tüm yeni yasa tasarıları, kurallar, yönetmelikler, anlaşmalar ve programlar ÇED'e tabi olmak zorundadır. Yatırımcılar, ÇED raporunun temelini oluşturacak geniş bilgiyi, resmi izin, plan onay işlemleri sırasında onama makamına teslim etmek zorundadırlar [35].

Almanya da Berlin Duvarının yıkılmasından önce doğu bölgesinde bulunan zengin kömür yatakları, çevreye karşı herhangi bir hassasiyet duyulmadan işletilmiştir. Tüm bu çalışmalar neticesinde de tahrip edilmiş çok büyük alanlar ortaya çıkmıştır. Berlin duvarının yıkılmasından hemen sonra, bu tahribatının olumsuz etkilerinin giderilmesi amacıyla Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft (LMBV – Lausitzer Bölgesi ve Merkez Almanya Madencilik Yönetim Şirketi) kurularak hızla ıslah çalışmalarına başlanmıştır. Başlangıçta Almanya'nın doğusundaki ıslah faaliyetlerini sürdüren LMBV, bugün ulusal bir kimlik kazanarak Almanya'nın tamamında madencilik faaliyetleri nedeniyle tahrip olan alanların ıslah faaliyetlerini gerçekleştirmektedir. %50'si özel sermaye, %50'si ise devlete ait olan LMBV, yapmış olduğu yeniden kazanım çalışmaları neticesinde, yeniden düzenlenen alanların bir bölümünü özellikle endüstriyel kullanıma açarak satışa sunmakta ve buralardan elde ettikleri gelir ile kendilerini finanse etmektedirler [36].

Hazırlanan ıslah planlarında söz konusu bölgelerin geleceği (tarım veya orman arazisi, endüstri bölgesi, meskun mahal, oluşturulacak göl veya göletlerin hangi hizmetlerde kullanılabileceği) genel olarak tespit edilir. LMBV'nin riayet etmesi gereken toplam 52 eyalet planı bulunmaktadır. İkinci etapta ise LMBV'nin, her maden işletmesinin yapması gerektiği gibi, maden işletmeciliği dairesine her kapatılan maden ocağı için yapılması gereken emniyet tedbirlerini ihtiva eden detaylı bir plan sunması gerekir. Toplam olarak LMBV 177 planı ilgili dairelerin kabul ve tasdiğinden geçirdikten sonra gerçekleştirmeye başlamıştır. Bu maden ocağı kapama planlarına paralel olarak ta yeniden kazanım çalışmaları sonu ortaya çıkan göl ve

göletlerin 'su ve yer altı suyu' kanunları çerçevesinde oluşturulmasını sağlamaktadır. Bunun için özel bir planlama ve kabul prosedürü gerekmektedir. Bu safhada çevre sakinlerinin itirazları nazarı dikkate alınır ve gerekli ek önlemler tespit edilir. Bu şekilde LMBV'nin yapmak zorunda olduğu 45 kadar idari plan prosedürü vardır.

Adı geçen bu çalışmaların tutarlı biçimde yapılabilmesi için 'inceleme ve araştırma projesinin' gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu projeler, döküm alanlarının stabilize edilmesi, üzerlerinde yeni yapıların kurulması, ani şev kaymalarının önlenmesi, bu tabakaların reklame edilmesi ve bilhassa insan eliyle yapılan yeni göl ve göletlerin su kalitelerinin hangi önlemlerle mümkün olduğu kadar kısa sürede normalleştirilebileceği gibi konuları kapsamaktaydılar. Şimdiye kadar toplam 100 milyon €'dan fazla bir bütçe ile 90'ın üzerinde, özel araştırma gerçekleştirilmiştir.

Projeleri Federal Devlet ile linyit üreten eyaletlerin temsilcilerinden oluşan bir kurul olan 'idare ve bütçe komisyonu' tarafından onaylanır ve refakatinde gerçekleştirilir. Ayrıca kurumun çalışmaları, denetleme kurulunun kontrolindedir [37].

Ulaşılan durum : 15 yıllık bir çabanın sonunda, madencilikle ilgili emniyet çalışmalarının %91'ini, alanların ekime elverişli hale getirilmesi işinin yüzde 62'sini ve tabii düzeni bozulmuş yer altı suyu rejiminin yeniden dengelenmesi işinin de yüzde 45'i sona erdirilmiş bulunmaktadır. İslah çalışmalarındaki gelişmeye paralel olarak alanların %50'si değerlendirilebilmiştir.

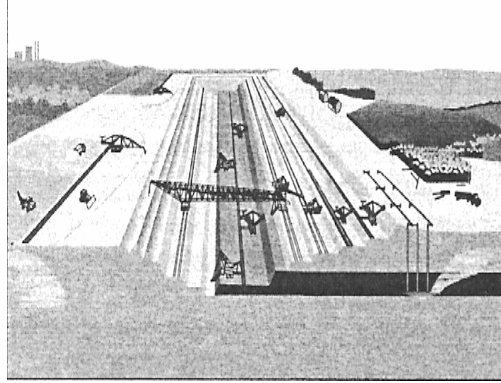
Bugüne kadar, linyit ıslahı için LMBV tarafından toplam 7,5 milyar € harcanmıştır Bundan sonra yapılacak çalışmaların mali yükü 2.0 milyar € olarak tahmin edilmektedir. Mali ihtiyaç, idari düzeyde yapılan antlaşmalar bazında, dörtte üç oranında Federal Devlet ve dörtte bir oranında linyit üreten eyaletler tarafından karşılanmaktadır.

C) Almanya linyit alanlarının yeniden kazanımı :

Eski Doğu Almanya'nın sınırları içinde bulunan iki linyit kömürü havzası ülkenin 150 yıldan beri endüstrileşmesine ve ekonomiyle bilimin ilerlemesinde güçlü teşvikler vermiş olan bölgelerdir. İlki, şimdiki Orta Almanya'nın Dessau, Halle ve Leipzig yöresindeki havzasıdır. Burada 50.000 hektar genişliğinde bir saha maden işletmeciliği için kullanılmıştı. İkincisi ise Spreewald'dan Görlitz'e kadar uzanan Lausitz havzası. Hemen hemen 80.000 hektarı maden işletmeciliği için kullanılmış olan bir bölgedir.

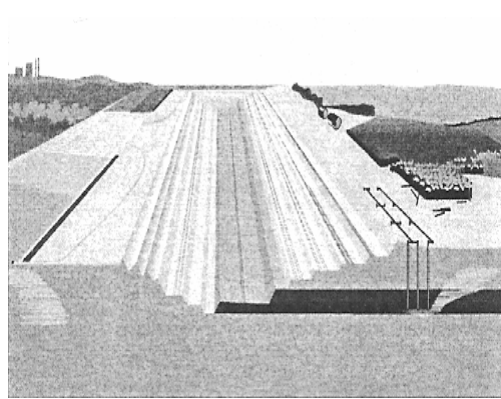
Bu sahaların büyük bir bölümü maden ocaklarının terkinden kalma boşluklardan, her şeyden önce de muazzam boyutlardaki dökme alanlarından oluşuyordu. Yapılması gereken, aşağı yukarı Berlin büyüklüğündeki, 100.000 hektardan fazla bir sahayı emniyete almak ve tekrar kullanılabilir bir hale getirmektir.

Maden havzalarında bulunan linyit, yeryüzünün 50 ile 100 metre altında bulunmaktadır. Onun kazanılması için, ilk etapta bu alanlarda bulunan yerleşim merkezlerini nakletmek, icabında akarsu ve yolların güzergahlarını değiştirmek ve ormanla diğer bitki örtüsünü kesip boşaltmak gerekir. Bundan sonra, üstteki toprak tabakasının nakli yapılır. Bu tabakalar daha önce linyit kömürünün kazanıldığı alanlara dökülür (Şekil 5.13)



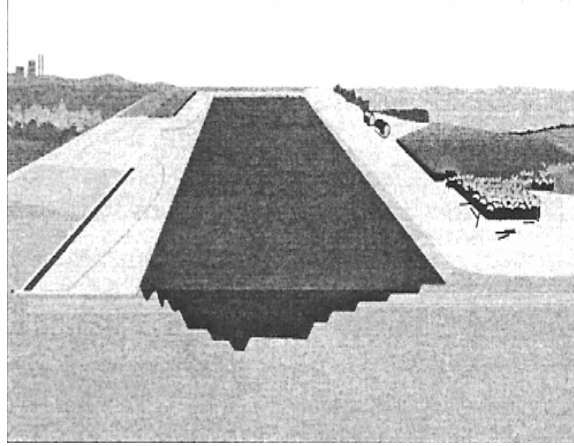
Şekil 5.13. Açık ocak linyit işletmesi

Bu kütle nakil işlemi, açık işletmede kömür üretimi süresince aralıksız olarak yapılır. Ancak kömür üretimi durdurulunca geriye hep şekil 5.14.'de görüldüğü gibi, 'arta kalan işletme boşluğu' adı verilen bir boşluk kalır. Hemen hemen 5 milyar m³ boşluk hacmiyle, yaklaşık 200 hektar arta kalan işletme boşlukları LMBV mülkiyetindedir.



Şekil 5.14. Kapatılan açık ocak

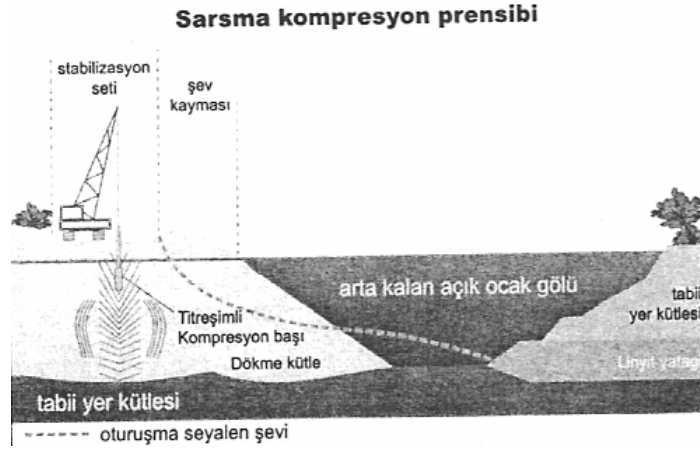
Linyit üretimi, yer altı suları dengesini de etkilemektedir. Linyiti bulunduğu alt tabakada kazabilmek için, ocakların içinde bulunduğu geniş çevrede yeraltı suyu seviyesinin aşağı çekilmesi gerekmektedir. Bu nedenle, LMBV'nin sorumluluk alanında 13 milyar m³ yer altı suyu eksilmiş bir huni oluştu. Maden ocaklarının kapatılmasından sonra, yer altı sular dengesine yapılan bu müdahaleyi tamir ve bertaraf etmek, mümkün olduğunca kendisini tabii olarak düzenleyecek yer altı suyu dengesini tekrar oluşturmakta haliyle LMBV'nin görevleri arasında bulunmaktadır. Bu amaçla, kalan boşlukların su ile doldurulması gerekmektedir.



Şekil 5.15. Açık ocağın göle çevrilmesi

Ancak, bu doldurma işlemine geçmeden önce, toplam uzunluğu 1.100 km. olan ki bu mesafe Berlin ve Paris arası kadardır – şev ve boşlukların uzun vadeli emniyete alınması ve duraylı hale getirilmesi gerekir. Bu yapılmazsa, şevler suyun basıncıyla duraysız duruma gelebilirler ve buralarda hafif bir ilk sarsıntıyla saniyeler içinde milyonlarca metreküp kütlenin kayıp maden ocaklarının çevresindeki geniş alana yayılabileceği korkunç heyelanlar oluşabilir.

Mayıs 1998'de yığın heyelanı diye tabir edilen bir şev kaymasında saniyeler içinde 4.5 milyon m³ kütle sürüklendi ve bundan 12 hektar arazi etkilendi. Yığma şevlerin duraylılığı genellikle titreşim basıncı ile yapılır. Bunun için titreşim kazığı, resimde görüldüğü gibi, yerin 70m. kadar derinliğine indirilir.



Şekil 5.16. Açık maden ocağı şev duraylılığı

Mızrak kafasının titreşimiyle birlikte, toprak kütlesi peyderpey aşağıdan yukarıya sıkıştırılır. Şevlerin satbilizasyonu için toplam 1.1 milyar m³ yer kütlesini sıkıştırmak gerekmektedir.

Toprak sıkıştırılmasının yanı sıra, bir çok yerde çok dik şevlerin az meyilli hale getirilmesi zorunludur. Bu şev tepelerinden kütle eksilterek ve şev tabanlarına kütle eklenerek sağlanır. Bunun için toplam 1.7 milyar m³ toprak kütlesinin sevki söz konusudur.



Şekil 5.17. Kütle aktarmayla şev meyili azaltılması

Şevlerin emniyetli hale getirilmesinden sonra, geriye kalan boşluklar suyla doldurulur. Bu safhada eski linyit alanları ıslahının son, ama en kompleks etabı başlamaktadır. Su pompalarının durdurulmasından sonra geriye kalan boşluklara taban suyu akar. Ama sadece bu yolla boşlukları doldurma işlemi bazı ocaklar da 80 seneye yakın zaman alacaktır. Yanı sıra, yer

tabakalarında tabii olarak bulunan kükürdün çözülmesiyle, canlıların yaşayabileceği asidik göl oluşacaktı. Tabiatıyla böyle asitli gölleri, sağlıklı yerüstü su sistemine entegre etmekte mümkün değildir.

Bu nedenle, mümkün olduğu kadar çok ırmak su yoluyla, doldurma sürecini etkin şekilde hızlandırmak gerekmektedir. Orta Almanya havzasında bunun için gerekli suyu bulmak zor olmamaktadır. Ancak, az yağış alan Spree ile Schwarze Elster'in debilerinin zaten düşük olduğu Lausitz havzasında göletlerin oluşması için gerekli su miktarını nehirlerden almak problem teşkil etmektedir. Hatta kurak yaz aylarında Spree nehri ile dengesi zayıf olan Spreewald'ı korumak için, baraj suları ile takviye etmek gerekmektedir. Aynı zamanda barajlardan, kendi su biriktirme sistemlerimizden ve Almanya – Polonya sınır nehri Neiße'den su almak gerekmektedir. Bunların dışında, bazı maden ocağı göletlerinde suyun kalitesini yükseltici önlemler de almak gerekmektedir.

Maden ocağı göl ve göletleri yapım işlemi 2015 – 2020 yılına kadar sonuçlanmış olacak. O zamana kadar 28.000 hektar su yüzeyine sahip 200 den fazla gölün büyük bir kesimi de son konumuna erişmiş olacaktır. Böylece, Almanya'nın göller yüz alanı büyüklüğü beşte bir oranında artacaktır.

Linyit ocakları ıslahı ve çevreye entegrasyonu projesinde iki diğer önemli iş ise şunlardır :

Linyitinin işlenmesi için 100'e yakın sahada endüstri tesisleri oluşturulmuştu. Bilhassa enerji santralleri, kokhaneler ve briket fabrikaları. Bu tesislerin büyük bir bölümünün yıkılması gerekmektedir. Ayrıca bu bölgelerin bazılarında, toprak ve yer altı suları yüksek oranda kirletilmişti. Bu ekolojik kirliliği ortadan kaldırmak veya emniyete almakta LMBV'nin ödevleri arasındaydı.

Schwarze Pumpe linyit endüstri tesislerinin 1955 ile 1990 yılları arasındaki faaliyetleri yer altı suyu ve yer tabakalarında takriben 8.000 ton karbokimyasal artık madde kontaminasyonuna neden olmuştu. Bu kontaminasyonların bertaraf edilmesi hem pahalı hem de uzun vadeli bir projedir.



Şekil 5.18. Yeraltı suyu ve yer tabakalarının kontaminasyonu

Maden işletmeciliğinde kullanılan alanlar yukarıda kısaca belirtilen emniyet önlemleri alındıktan sonra çevreye entegre hale hazırlanır. Tabiatıyla daha önce jeolojik olarak üçüncü zamana ait bitkisel verimliliği çok düşük olan bu tabakaların tarım ve ormancılığa yönelik ıslah edilmesi gerekir. Bugün, bir zamanlar atıkların döküldüğü yerlerde, ıslah ve imardan sonra çoğunlukla orman ve tarım alanları oluşturmaktadır. Haliyle LMBV'nin ormanlık alanları henüz taze fidanlar ve onların filizleriyle kaplıdır.

Bunun dışında, imkan dahilinde geniş bölgeleri, daha emniyet tedbirlerini alma safhasında doğal korumaya ve tabii kullanıma hazır hale getirmek LMBV'nin amaçları arasındadır. Böylece bir yandan maden işletmeciliğinden terk edilmiş alanların ekolojik devamlılığına önemli katkılar yapılmakta, diğer yandan ıslah giderleri azaltılmış olmaktadır.

Sonuç olarak, kapatılan linyit ocakları ıslahı projesinin tamamlanmasından sonra, 100.000 hektarlık alanın tekrar çevreye katılımında bu alanların hemen hemen yarısı orman ve tarım için tekrar kullanılabilir hale gelecek, %27'si boşlukların suyla doldurulması sonucu, cazibeli ve turistik potansiyele sahip göllere dönüşecek, %17'si doğal korumaya alınacak veya tabii kullanıma uygun hale getirilecek ve %6'sı sanayi ve endüstri ile tatil ve dinlenme için kullanılacaktır.

Gelecekte oluşması muhtemel yeni göl bölgeleri eski alanların kullanım itibariyle şimdiden medya ve kamuoyunun gündemindedir. Üzerinde vapor taşımacılığı yapılabilecek 9

gölden oluşan ve 7.000 hektarlık su yüzeyine sahip Lausitzer göl zinciri planı üzerinde çalışmalar sürmektedir. Arazi kullanım çeşitliliği bu yöreye, Berlin ve Dresden büyük şehirlerinin arasında bölgeler üstü bir önem kazandıracaktır. Örnek olarak bir liman, bir su iniş pisti, bir doğal sit alanı, göller arası vapur seferleri, yapımı biten Eurospeedway Lausitz, endüstri parkları, yüzen evler, macera dünyası Terranova. Böylece LMBV'nin çabaları gelecekte yapılacak yatırımlar için sağlam bir zemin yaratmaktadır [37].

5.1.4. Kanada :

Kanada'da federal yasalar açık kömür ocaklarını ve diğer açık ocakları farklı kategorilerde çevre koruma açısından denetlemektedir. Ayrıca her eyaletin ÇED ve doğa onarımı konusunda ABD'de ki uygulamalar örnek alınarak hazırlanmış kendi yasaları da bulunmaktadır [34].

Kanada'da ÇED, 1973 yılında EARP (Environmental Assessment Review Process) adı verilen kararın Bakanlar Kurulu tarafından kabul edilmesinden bu güne gündemdedir. Bu kararla ilgili olarak 1977 yılında düzenlemelere gidilmiş, 1979 yılında hükümet programında Çevre Bakanı'nın görevlerini tanımlayan maddelerden biri olarak yer almıştır. Buna göre doğal çevre kalitesi üzerine potansiyel olumsuz etkilere sahip tüm program ve faaliyetler ÇED kapsamındadır ve ÇED raporunun hazırlanmasından proje sahibi sorumludur.

Kanada da 6000 adet terk edilmiş saha vardır. Kanada da mineral işleme operasyonları senede 650 milyon ton atık bırakmaktadır. Bu atıklar her sene daha önceden oluşmuş milyonlarca ton atığa eklenmekte ve birikmektedir. Bu mineral atıkların, değeri neredeyse yoktur. Bu nedenle çevresel olarak bu atıkların biriktirilmesi ve reklame edilmesi çok pahalı ama şu andaki maden işletmecileri bu atıkların yeniden kazanımının finansmanı konusunu kabullenmiş durumdadırlar.

Kanada da mineral kaynaklarının kontrol ve yönetimi ilk olarak bölgesel hükümetlere bırakılmıştır, ancak en üst denetim merci olarak federal hükümete de çeşitli sorumluluklar yüklenmiştir. Yukon bölgesi ve kuzeybatı bölgelerinde bu çevresel koruma tam olarak federal hükümete aittir.

Terk edilmiş maden sahalarında eğer sorumlu şirket çalışmıyorsa, sorumluluk hükümete kalmaktadır. Kanada dışındaki bazı hükümetler yeniden kazanımın maliyetini bir fon yaratarak tekrar endüstriden elde etmişlerdir. Ancak bazı firmalar, bu terk edilmiş madenler üzerinde hiç

bir etkileri olmadığını belirtmişlerdir. Bu noktada akla, yeniden kazanım maliyetlerinin kimin tarafından karşılanacağı sorusu gelmektedir. Madenin ömrü boyunca kesilen vergilerin bir kısmı bu amaçla kullanılmaktadır.

Vergi Ölçümleri: Kanada da masrafların vergilendirilmesi ve bu vergilerin yeniden kazanım için kullanılması, harcamaları kimin yaptığına ve harcamaların zamanlamasına göre belirlenir. Eğer harcama bir devlet dairesi tarafından yapılmışsa, vergilendirme yoktur. Eğer harcama yeniden kazanım için bir vergi mükellefi tarafından yapılmışsa, tüm maliyetler vergiden düşülebilir. Görüldüğü üzere, Kanada hükümeti yeniden kazanımı teşvik etmek amacıyla, bu konuda yapılan harcamaları vergiden düşerek, madencileri desteklemektedir. Bu nokta da ıslah çalışmalarının tescili için hükümet tarafından, harcamaların bir gelir amaçlı yapıp yapılmadığını anlayacak bir anahtar test uygulanmaktadır. Bu anahtar test sonucunda eğer ki madenci çalıştığı saha üzerinden ilerleyen zamanlarda da bir rant elde edebilecekse herhangi bir vergi indiriminden faydalanamamaktadır.

Hükümet çok uzun süre önce kapatılan alanlara herhangi bir yardımda bulunmamakta ve en çok üç senelik bir periyot içerisinde kapatılan sahalar için ekonomik boyutta destek sağlamaktadır.

Eğer bir madencilik şirketi, hükümet bazlı bir yeniden kazanım fonuna herhangi bir ödeme yapıyorsa ve bu ödemeler gelecekte reklamasyon için kullanılacaksa, bu ödemelerin karşılığı gelir vergisinden düşülmez. Çünkü bu bir güvenlik depozitosu ya da teminat gibi görülür. Eğer ki ödemeler açıkça geri alınamaz durumdaysa o zaman bu masrafların karşılığı vergiden düşülür.

Hükümet Fonu ile Yeniden Kazanıma Bir Örnek – Batı Virjinya(West Virginia): Amerika ve Kanada Hükümetlerinin Batı Virjinya da ki kömür madenlerinde ki ortak çalışmaları sonucunda ortaya çıkan çevresel problemleri çözmek amacıyla, 1983 de ‘Ramp’ adında hükümet bazlı bir yeniden kazanım programı alanların reklame edilmesini isteyen maden sahiplerine maliyetin paylaşılmasını önerdi. Batı Virjinya daki terk edilmiş kömür madenlerinin 34.000 dönümden fazla alanın kapladığı düşünülmekteydi. Fon, kömür madenlerinden alınan vergilerden geldi ve toprak koruma servisi tarafından yönlendirilerek yeniden kazanım çalışmaları tamamlandı.



Şekil 5.19. Batı Virjinya kömür madeni yeniden kazanım çalışmaları.

Islah öncesi ve sonrası

Maden Endüstrisi Tarafından Fonlandırılan Programlar – Alberta : Yeryüzü koruma ve reklamasyon kanunu, madencilik işlemi öncesi depozitolar istemektedir. Kömür operasyonları durumunda küçük bir maden için 5.000 \$, diğer bütün madenler için 25.000 \$ ve üretilen kömür tonu başına 25 cent lik bir para istemektedir.

Petrol çıkarma işlemlerinde, iş yapan firma günde 100.000 varil sentetik yağ çıkartan bir arazi için 100.000 \$ ve bütün diğerleri için 250.000 \$ ödemek zorundadır. Ek olarak üretici, ürettiği varil başına 3 cent ödemek zorundadır.

D) Equity Silver Madeni (Kanada) kapatılma dizaynı :

Cevher rezervlerine dayalı olarak ‘Equity Silver’ şirketinin madenleri kapatması 1992’nin sonunda gerçekleşti artık maddeler dominant olarak asit oluşturduğundan madenin kapatılması belirsiz bir süre için çevresel yenileme ve bakım işlemleri gerektiriyordu.

Çeşitli kapatılma senaryoları oluştururken ve maliyet olasılıkları hesaplanırken, Equity Silver Enerji Bakanlığına kavramsal bir plan sundu (Ekim 1998). Plan sunulmasından itibaren güçlü bir gözden geçirmeye maruz kaldı. Gözden geçirme öncelikle Equity Silver gözetim komitesi tarafından yürütüldü. Bu çalışma, Enerji Bakanlığı tarafından revize edilmiş şartlar ve öneriler oluşturularak uzun bir süre incelendi. Revize edilen bu şartlar, planın gelecek çalışmalarını ve düzeltilmesini içeriyordu.

Planın spesifik şartlarından biri, çevresel maliyeti sürekli olarak karşılayabilecek büyüklükte bir fon oluşturmaktır. Bu fon temelinde erozyon olmamasını ve geleceğini garantilemek için, yıllık fazlalık (para) gerçek vergi oranlarına dayandırıldı. Nihai fon boyutu ise, çevresel fiktürleri devam ettirmek için gerekli düzeltme fiyatına bağlı olarak belirlenecektir.

Equity Silver firması, çevresel sistemleri optimize etmek amacıyla aktif olarak sistem gelişimi ve araştırmayı takip etmektedir. Araştırma programlarından sahada elde edilen bilgi, yıllık olarak rapor edilmektedir. Bu bilgiler kapatma kapasitelerini yenilemeye ve teknolojik gelişimleri takip etmeye yaramaktadır.

Çalışılan sahanın yapısı ve cevher özellikleri itibariyle yeterli yatıştırıcı önlemler tam olarak hayata geçirilinceye kadar asit metal drenajının (AMD) toplama ve düzeltilmesi çevrenin güvenli olarak korunması açısından gereklidir.

Equity Silver firması geleneksel asit metal drenajı (AMD) düzeltilmesi uygulamaktadır. Yani temel olarak sönmemiş kireç kullanılmakta ve kireç çalkalanarak işleme devam edilmekte, son olarak da arıtma yapılarak proses sonlandırılmaktadır. Tahmini olarak 800.000 m³ asit metal drenajı bir yılda işlenmekte ve 80.000 m³ sulu çamur üretilmektedir (%6 – 7 si katı). Proses için gereken su, yakın çevredeki göllerden pompalanmakta ve artık posayla karıştırılmaktadır. Madenin çalıştığı süre boyunca bu sistem, malzemeyle baş etmek için kabul edilebilir bir metod olarak görülmektedir. Ancak maden kapandıktan sonra bu proses kullanılabilirliğini kaybedecek ve bir alternatif sistem gerekecektir. Bu nedenle, uygulanabilir düzeyde yüksek yoğunluklu çamur işlemi tasarlanmaktadır. Bu işlemi kullanarak atık çamur hacimleri %15 – 20 oranında düşürülebilir. Tasarlanan sisteme göre, atık malzemenin filtreleme yataklarına yerleştirilmesi ve sonrasında susuzlandırılması düşünülmektedir. Bu seçenek pH 6 nın altındaki çöküntünün tekrar çözülmesini ve sulu çamurun içindeki metallerin tekrar hareketlenmesi riskini içermektedir (özellikle çinko da). Ama yapılan test çalışmaları gösteriyor ki atık çamur metal harekete geçmeden ortamın pH'ını 7,5 seviyesinde tutmaya yeterli tamponlama kapasitesine sahiptir.

Asit metal drenajı maliyet açısından incelendiğinde, proseste en büyük payı sönmemiş kireç maliyeti tutmaktadır. Equity Silver'in Güney British Columbia'dan aldığı sönmemiş kireç özellikle taşıma maliyeti de eklendiğinde ekonomikliğini yitirmekteydi. Tüm bu nedenlerden dolayı Equity Silver, yerel olarak çıkartılan ve fırında test edilip iyi kalitede olduğu onaylanmış kireçtaşına yatırım yaptı. Ayrıca taşıma maliyetini azaltmak içinde yerel bir rotari fabrikası kurdu.

AMD de kullanılmak üzere üretilen sönmemiş kirecin fazlası, asit üretecek çöplerin kaplanması için kullanılmaktadır. Bu fazlalık atık yığınlarının üzerine ortalama 0,75 m. kalınlıkta dökülmektedir. Bu kaplama yeniden kazanım işlemini tamamlamak için seviyelendirilmektedir. Atığın asit oluşturma işlemi üzerindeki azaltıcı etkisinin bilinmesi imkansız olduğundan, değerlendirmeler test grafikleri çizilerek yapılmaktadır. Bu testlerin her seti su sızmasını ölçmek amacıyla kontrol kazıklarının balçıkla sıvanmış ve sıvanmamış olanlarının karşılaştırılması veya çizilmesiyle yapılır.

Ana alandaki madencilik işlemi bittikten sonra, yakındaki 'Waterline' ocağından çıkan atık, ana alana yerleştirildi. Ocak su ile dolduruldu ve atıkların asit oluşturmaları engellendi. Ana alan ocağının sınırları içindeki duvarların bir kısmı asit oluşturduğundan, ocağın girişine bir adet baraj yapılarak su seviyesi yükseltildi. Ana alan ocağının kapatılması sonrası, bu alandaki su kalitesi bir programla modellendi. Çalışma şunu gösterdi ki, su ile doldurma sırasında ocak suyu az derecede asitleşiyor ama kısa bir süre sonra yeraltı suyunun alkali etkisinden dolayı nötr bir hale gelmektedir. Bu model, ocağın maden atığı ile doldurulmasını içermemekte ve biriktirilmiş suyun alkaliliğini artırmaktadır. Uç bölgeler atık kaya dağılımının fazlalığından dolayı asit oluşturma potansiyeline sahiptir. Ancak Equity Silver, uç noktalarında su altında kalmasını sağlayacak barajlar yapmayı tercih etti.

Suyun altında kalan uçların asit üretme özelliklerinin belirlenmesi için iki test uygulanmaktadır. İlk test de uçlar taze suyla dolu akvaryuma konur. Su buharlaşmayla birlikte dalgalanmaya bırakılır. Bir çok defa ıslak ve kuru döngüsüne maruz kalan çözültide, bakır ve çinko görülmüştür. Suyun üst yüzeyi test boyunca nötr kalmıştır. İkinci test de uç noktalar her daim su altında bırakıldı. Dalga hareketini ve oksijen akışını simule etmek için suya devamlı hava verildi. Çinko değerleri kısa bir süre içinde 8mg/lit. ye ulaşırken, pH nötr kaldı. Bu testin sonuçları gösterdi ki, uç noktalar suyla kaplanmalı ve her daim öyle bırakılmalıdır. Ancak önceden oksidasyon ve çözülmüş metaller içermemelidir.

Resmi test sonuçlarına dayanmasa bile bataklıklar, maden sahasındaki çözültinin içindeki çözülmüş metalleri ayırmaya yarayabilmektedir. Bir uygulamada çözültideki çinko seviyesinin %70 azaldığı görülmüştür. Bu uygulamaya dayanarak, maden sahalarına yakın alanlara özel bataklık bölgeleri kurulabilir.

Ayrıca alanda AMD çalışmalarına ek olarak, sahada çalışma yapılırken kullanılan yollar ile patlatma delikleri, bölgenin doğasına uygun olarak bitkilendirildi. Özellikle sahada çalışılırken yolların yetersiz kalması sebebiyle çevredeki ağaçlar devrilerek, gövdeleri yeni yol

yapımında kullanılmaktaydı. Bu nedenle doğa tahribatı küçümsenemeyecek derecelerdeydi. Yapılan bitkilendirme çalışmaları sayesinde bölge eskisinden çok daha fazla yeşile kavuştu. Ayrıca Louise Gölü kıyısındaki eski kamp alanı da temizlenerek yakıldı ve alan yeniden bitkilendirildi [38].



Şekil 5.20. AMD toplama gölü-Equity Silver'a ait Red Chris Madeni (pH=2)
Gölün suyu Todayin koluna akabilirdi ama göl, bir adet set ile ayrıldı ve Stikine nehrinin
Klappon koluna dökülmeye başladı.



Şekil 5.21. Bu fotoğraf bir drenaj hendeğini gösteriyor. AMD nin 250.000 yıl daha devam
edeceği öngörülüyor ve gelecek nesillerce de devam ettirilmeli.

5.2. Türkiye’den Örnek Yeniden Kazanım Uygulamaları :

Ülkemizde uzun yıllar boyunca maden faaliyetlerini sınırlayan yaptırım gücü olmayan kanunlardan dolayı yeniden kazanım çalışmaları geniş bir tabana yayılamamıştır. Ancak 2005 yılında çıkarılan maden kanunu ve buna ilaveten 2008 yılı içerisinde Çevre ve Orman Bakanlığının yaptığı yeni düzenlemeler ile konuya olan hassasiyetin artacağı umulmaktadır. Ülkemizde yeniden kazanım çalışmaları ilk olarak devlete ait işletmelerde başlatılmış ve bunlara daha sonra çevre konusunda hassas özel işletmeler katılmıştır. Son birkaç yıl içinde ise doğa onarımına özel sektör tarafından verilen özen, üssel bir hızla artış göstermektedir.

Türkiye’de ilk yeniden kazanım girişimleri Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) tarafından Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ)’de başlatılmıştır. Arkasından yine aynı bölgede ki Seyitömer Linyitleri İşletmesinde (SLİ) çalışmalara 1987 de başlanmış ve 100 ha.lık alan teraslanarak 225.000 adet karaçam ve sedir fidanı dikilmiş, ancak verim elde edilememiştir. Seyitömer’de bu ağaçlandırma ile öncelikle erozyonun önlenmesi hedeflenmiştir. Afşin – Elbistan’da da ağaçlandırma çalışmalarına 1987 yılında başlanmış, 235 ha.lık alana yaklaşık 264.000 fidan dikilmiştir [39].

Muğla’da bulunan Güney Ege Linyitleri İşletmesinde (GELİ) ise 1991 yılında bitkilendirme çalışmalarına başlanmış ve mülkiyeti Orman İdaresine ait 542 ha.lık alanda dikimlere başlanmıştır [40].

Bunun dışında yine TKİ’ye bağlı Orta Anadolu Linyitleri İşletmesinde (OAL) 1991 yılında Orman Bölge Müdürlüğü ile imzalanan protokollerden sonra bitkilendirme çalışmalarına başlanmıştır. Türkiye’deki yeniden kazanım uygulamalarına örnek olarak Eti Holding’in Kestelek İşletmesindeki ağaçlandırma çalışması ile bazı belediyelerin çöp döküm sahalarındaki uygulamalar da eklenebilir.

5.2.1. Garp Linyitleri İşletmesi Yeniden Kazanım Çalışmaları :

Devlet eliyle yapılan linyit işletmeciliği ilk defa 16.02.1938 tarihinde Etibank’a bağlı olarak Değirmisaz işletmesinin kurulmasıyla başlamıştır. Daha sonra 18.05.1939 tarihinde Tunçbilek ve 23.09.1939 tarihinde Soma İşletmeleri (Yunus Nadi Şirketi’nden devir alınarak) faaliyete geçmiştir. Bu üç işletme 01.01.1940 tarihinde birleştirilerek Etibank’a bağlı "Mahdut Mes'uliyetli Garp Linyitleri İşletmesi Müessesesi" kurulmuş ve 15.09.1957 tarihinden itibaren 6974 sayılı kanunla kurulan "Türkiye Kömür İşletmeleri (TKİ) Kurumu" içinde yer almıştır.

GLİ Müessesesi Müdürlüğünde halen 4364 ruhsat no lu Tunçbilek imtiyaz sahasında üretim yapılmaktadır. Tunçbilek'teki 4364 no'lu imtiyaz sahası, Tavşanlı Domaniç karayolu üzerinde yer almakta olup, Tavşanlı'ya 13 km, Kütahya'ya 63 km. uzaklıktadır [41].

Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumuna bağlı olarak faaliyetlerini sürdüren Garp Linyitleri İşletmesi (G.L.İ.) – Tunçbilek Müessese Müdürlüğü, kömürü alınarak üretimi sona eren ocaklarda ıslah çalışmaları yapmaktadır. Bu çalışmalar çerçevesinde öncelikle şev stabiliteilerinin sağlanarak heyelan tehlikesinin en aza indirilmesi gelmektedir. Gerek döküm sahalarında, gerekse de kömürü alınan bölgelerde, şev eğimlerinin mümkün olduğunca küçük tutulmasına çalışılmaktadır. Böylece hem daha sonraki aşama olan ağaçlandırma aşamasına uygun ortamlar hazırlanmakta, hem de şev emniyeti sağlanmaktadır.

G.L.İ.'nin çalışmakta olduğu imtiyaz sahası üç farklı mülkiyet alanını kapsamaktadır. Bunlar;

- Hazine arazileri,
- Orman arazileri,
- T.K.İ.'nin mülkiyetindeki araziler.

G.L.İ. Müessese Müdürlüğünün 4364 ruhsat no lu sahası içerisinde kalan bu mülkiyet alanlarından, hazine arazilerine dahil olan sahalarda üretimin tamamlanmasını takiben herhangi bir ağaçlandırma ya da benzeri yeniden kazanım faaliyetinde bulunulmamaktadır. Ancak can ve mal güvenliğinin sağlanabilmesi amacıyla şev yükseklikleri ve eğimlerinin düşürülmesi gibi temel uygulamalar da bulunulmaktadır.

Çalışma alanı içerisinde bulunan orman arazilerinde de yine hazine arazilerinde olduğu gibi herhangi bir yeniden kazanım çalışması yapılmamaktadır. Şu anda da mevcut 'Çevre ve Orman Kanununa' göre, işletilmesi sona ermiş orman arazileri, ağaçlandırmaya elverişli hale getirilerek, bağlı bulunulan ilin 'Orman İşletme Şefliklerine' teslim edilmektedir. Bu hükme uygun olarak orman bedeli ödenerek teslim alınan orman arazileri, işletmesi sona erdikten sonra tıpkı hazine arazilerinde yapıldığı gibi, şev stabiliteileri sağlanıp ağaçlandırmaya elverişli hale getirildikten sonra, ilgili Orman İşletme Şefliğine iade edilmektedir.

T.K.İ. mülkiyetinde bulunan ve işletilen sahalarda ise durum daha farklıdır. Bu sahalarda bulunan kömürler kazanıldıktan sonra, G.L.İ. Müessese Müdürlüğü, dönemin ve içerisinde bulunduğu ekonomik koşullara bağlı olarak yavaş yavaş da olsa ağaçlandırma faaliyetlerinde

bulunmaktadır. Böylece hem görsel yönden hem de saha güvenliği ve çevre bilinci açısından çok önemli çalışmalar yapmaktadır.



Şekil 5.22. 12 nolu ağaçlandırma sahası

Ancak çalışma alanlarının yakınında bulunan ağaçlandırma sahalarında, şev açılarının dikliği ve basamakların yüksekliği sebebiyle, zaman zaman heyelanlar meydana gelmekte ve ağaçlandırması yapılmış alanlar da heyelan altında kalmaktadır.



Şekil 5.23. 10 nolu ağaçlandırma sahası

Ağaçlandırılan bölgeler ve dikilen ağaç cinsleri Çizelge 5.1. de görülmektedir ;

SIRA NO	SAHA ADI	ALANI (m ²)	DİKİM TARİHİ	AGAÇ TÜRÜ	AGAÇ ADEDİ
1	Eriş Tepesi	50.000	1959	Akasya	6.250
2	Eğitim Ağaçlandırma	17.000	1975	Karaçam	2.975
3	Sosyal Ağaçlandırma	15.000	1965	Karaçam	2.625
4	Çamaltı Ağaçlandırma	3.600	1965	Karaçam	630
5	1 Nolu Saha	482.000	1981	Karaçam	84.350
6	2 Nolu Saha	318.000	1982	Karaçam	55.650
7	3 Nolu Saha (Doğal Tohumlama)	149.000	1983	Karaçam	26.075
8	Beye 1-2 Saha	414.000	1987	Karaçam	51.750
9	6 Nolu Ağaçlandırma	265.000	1996	Karaçam	8.000
				Meşe Fidanı	7.000
				Dişbudak	4.500
				Akasya	5.500
				Mahlep	2.500
				Akağaç	2.000
10	Kuşpınar 3 No Ağaçlandırma	472.000	1997	Sarısalkım	1.000
				İğde	1.000
				Karaçam	9.100
				Meşe Palamudu	70.000
				Sedir	6.800
				Ceviz	2.500
				Mahlep	11.650
				Aşılı Mahlep (vişne-kiraz)	3.350
11	Beye-3 Ağaçlandırma	410.000	1998	Karaçam	35.000
				Meşe Fidanı	7.000
				İğde	8.000
				Mahlep	6.000
				Aşılı Mahlep (vişne-kiraz)	9.000
				Doğal Yabani (Ahlat-Elma-Erik)	1.000
				Ahlantus	8.000
				Ceviz	5.500
				Çapari	1.000
12	Beye 4 Ağaçlandırma	300.000	1998	Meşe Palamudu	98.000
				Meşe Palamudu	35.000
				Mahlep	6.250
				Ceviz	2.500
				Sedir	20.100
				Aşılı Mahlep (vişne-kiraz)	8.750
13	Ömerler Yeraltı Ağaçlandırma	350.000	1998	Meşe Palamudu	105.000
14	Ambarlar Ağaçlandırma	17.000	1998	Mahlep	2.900
				Aşılı Mahlep (vişne-kiraz)	600
15	Demirbilek-3 Ağaçlandırma	202.607	2003	Ceviz	1.000
				Karaçam	42.651
	Demirbilek İlave Ağaçlandırma	500.500	2005	Karaçam	40.000
16	Bozbelen-3 Ağaçlandırma	97.175	2003	Karaçam	24.293
				Ceviz	1.000
17	Çivilçam Ağaçlandırma	190.104	2005	Karaçam Sedir	40.000
18	Ömerler Yeraltı İlave	200.000	2006	Karaçam	40.000
	TOPLAM	4.452.986			913.749

Ağaçlandırılan sahalarda yapılan işler ve maliyetleri aşağıdaki **Çizelge 5. 2.** de görülmektedir;

Çalışılan Saha	Çalışma Tarihi	İşin Mahiyeti	Harcanan Para
6 Nolu Saha (Madenci Ormanı)	15.11.1996 31.03.1997	Fidan bedeli ve fidan dikim işçiliği	Maden işçileri tarafından karşılanmıştır.
Beye-3 Beye-3 ilave	25.10.1997 01.11.1997	Meşe palamutu toplatılması	241.0 YTL
Beye-3	17.11.1997 28.11.1997	Fidan bedeli, fidan dikim işçiliği	1.534 YTL
Beye-3	09.03.1998 27.03.1998	Fidan bedeli, fidan dikim işçiliği, telli hata kazık dikimi ve dikenli tel çekilmesi	1.645 YTL
Beye-3	25.04.1998 30.04.1998	Fidan bedeli, fidan dikim işçiliği	501 YTL
1 No Site Çevresi	05.05.1998 09.05.1998	1 Nolu site içinde temizlik ve budama	450 YTL
Beye-3, 6 Nolu Saha	20.06.1998 30.06.1998	Ot alma çapalama	450 YTL
Kuşpınarı 3, Ömerler Yeraltı Ağaçlandırması	10.10.1998 18.10.1998	Meşe palamutu toplatılması	300 YTL
Beye-3 İlave, Kuşpınarı 3 Ömerler Yeraltı Ağçl.	01.11.1998 12.11.1998	Fidan dikim işçiliği	2.000 YTL
Kuşpınarı-3 Beye-3 ilave	29.11.1998 10.12.1998	Fidan bedeli, fidan dikim işçiliği	1.520 YTL
Beye-3 İlave	09.01.1999 25.01.1999	Dikenli tel çekilmesi	195.0 YTL
Beye-1-2-3	15.03.1999 24.03.1999	Aşıya hazırlık	315.0 YTL
Beye-1-2-3 Kuşpınarı-3 Şehir Merkezi Beye-3 İlave	12.04.1999 18.04.1999	Aşılama	380.0 YTL
Beye-3 Kuşpınarı-3, 6 Nolu Saha, Ömerler Yeraltı	12.05.1999 22.05.1999	Ot alma, çapalama, teras onarımı	1.770 YTL
Beye-1-2-3	07.06.1999 30.06.1999	Aşılama, budama, destek çubuğu dikimi	341.0 YTL
Beye-1-2-3, Beye-3 İlave	20.08.1999 24.08.1999	Aşılı fidanlarda ilaçlama	198.0 YTL
Beye-1-2-3, Beye-3 İlave, Kuşpınarı-3	25.11.1999 03.12.1999	Fidan seyreltme, soğuğa karşı göztaşı ile ilaçlama	1.208 YTL
Beye-1-2-3, Beye-3 İlave, Kuşpınarı- 3, Şehir Merkezi	20.02.2000 03.03.2000	Aşılama, ilaçlama budama	904.0 YTL
Beye-1-2-3, Beye-3 İlave, Kuşpınarı- 3, Şehir Merkezi	03.04.2000 03.05.2000	Haşare mücadelesi, aşılama, ilaçlama	2.127 YTL
Beye-3, Beye-3 İlave, Kuşpınarı-3 Şehir Merkezi	20.06.2000 05.07.2000	Ot alma, çapalama, ilaçlama aşılama, ilaçlama	3.287 YTL

TOPLAM MALİYET:

19.366 YTL

Bu tablodan da görüldüğü üzere dört yıllık bir periyotta yapılan ağaçlandırmanın bedeli toplam 19.366 YTL'dir. Islah edilen alan toplamı ise, 3.262.600 m² den daha fazladır. Çizelge 5.1. den de görüldüğü üzere Tunçbilekteki ilk ağaçlandırma faaliyetleri 1959 yılında başlatılmış ve 1996 yılına kadar düzensiz periyotlarda devam etmiştir. Bunun sebebi olarak, ülkemizde mevcut ve işlerliği olan çevre kanunlarının olmayışı gösterilebilir. Bu nedenle şu ana kadar sadece kamu kurumları değil, özel sektör tarafından doğaya tekrar kazandırılan tüm maden sahaları da, kişisel çabalar neticesinde oluşmuştur. Nitekim Tunçbilek deki 1996 yılında yapılan ağaçlandırma çalışmaları da buna güzel bir örnektir. Ağaçlandırma için özel bir bütçe ayıramayan kurum, maden işçilerinin maaşlarından kesilen o dönemin parasıyla 100.000 Lira (10 YKR) ile 6 nolu saha olarak tabir edilen bölge de başarılı bir ağaçlandırma çalışması yapmış ve katkılarından dolayı bu sahayı 'Madenci Ormanı' olarak adlandırmıştır.



Şekil 5.24. 6 nolu saha (madenci ormanı) bir görünüm

Ayrıca 12 no lu ağaçlandırma sahası içerisinde kalan küçük bir bölgede mevcut orman sahalarından doğal tohumlama yoluyla saçılan tohumlar da kendiliğinden yeni ağaçların yetişmesine olanak tanımaktadır.



Şekil 5.25. Fotoğrafta doğal tohumlama yoluyla oluşan ağaçlar görülmektedir (12 no lu saha).

Bu yolla dikilen ağaçlardan sağlanan fayda daha da artmakta ve ağaçlandırılıp ıslah edilen alanlar genişlemektedir.

Ağaçlandırma olayının tümüne hem maliyet hem de uygulanabilirlik açısından bir göz gezdirdiğimizde, çok küçük maliyetlerle hatta zaman zaman gönüllü kurum veya kişilerin bağışlarıyla bile bu işin yapılabilmesi görülmektedir. ıslah edilerek doğaya tekrar kazandırılan sahalara, ekolojik sistemin yavaş yavaş tekrar yerine gelmesi sayesinde fotoğraftaki (kendiliğinden oluşan fotonun adı yazılacak) saha gibi çevreye de yayılarak çok daha büyük alanların ıslahını sağlayabilecektir. Ayrıca özel sektörde uygulamalarını gördüğümüz, doğaya tekrar kazandırılan sahalara meyve fideleri ekmek veya tarıma elverişli alanlar yaratarak, yetiştirilen ürünlerin satılması ve gelir yaratılması da hem üretkenliği artırıp hem de ekonomiye katkı sağlayabilecektir.

Ancak ağaç dikimi yapılırken dikkat edilmesi gereken bazı çok önemli konuları da atlamamak gerekmektedir. Bu konuların başında da dikilecek olan fidelerin, o alanın ekosisteme ne kadar uyum sağladığıdır. Eğer dikildiği bölgenin koşullarına uygun fideler seçilir ve bu şekilde ağaçlandırma yapılırsa, hem saha doğal haline en yakın şekline dönüşecek, hem de tür kirliliği diye de tabir edilen yani uygun olmayan fidelerin mevcut ekosisteme verdiği zarar da bertaraf edilecektir. Bu tarz bitkiler doğal olarak yetişebilecek fidelerin büyümesini ve çoğalmasını engelleyerek ekosistemin yeniden hayat bulmasını önlemektedir. G.L.İ. Tunçbilek bölgesi ağaçlandırma sahasında da böyle bir yanlışlık sonucu tür kirliliği yaşanmış ve hala da yaşanmaya devam etmektedir.



Şekil 5.26. 12 nolu ağaçlandırma sahasında ki tür kirliliği yaratan alyantus bitkileri

Daha önce madenciliğin çevresel etkileri bölümünde de sözü edildiği gibi, madencilik faaliyetlerinin etkilediği arazi dengelerinin başında, yeraltı su seviyesinin dengesi gelmektedir. Madencilik faaliyetleri nedeniyle yapılan kazı işlemleri sonucu, su tablası seviyesinin altına inen topoğrafyaya doğru yeraltı suyunun geldiği gözlenmektedir. Bu da açık ocaklarda, kazı derinliği arttıkça oluşan ocak çukuruna su basması anlamına gelmektedir. G.L.İ Tunçbilek bölgesinde oluşan nihai ocak çukurlarına üretimin bitmesi sebebiyle su basmasına izin verilmiştir. Bugün suyla dolu olan bu alanlar göze hoş gelen ve çevreyle uyumlu birer göl olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 5.27. 12 nolu ağaçlandırma sahası ve eski ocak çukurları

Fotoğrafta iki adet göl görülmektedir. Bunlardan sol tarafta kalan göl, sağdakine göre daha sığ bir derinliğe sahip olmakla beraber, içerisinde canlı bir ekosistemi de barındırmaktadır. Ancak sağ tarafta kalan havuz içerisinde herhangi bir canlı yaşamı yoktur.

5.2.2. Değirmisaz Kömür Havzası ve Yeniden Kazanım Çalışmaları :

İlk defa 16.02.1938 tarihinde Etibank'a bağlı olarak kurulan Değirmisaz işletmesi, devlet eliyle yapılan ilk linyit işletmeciliğidir. 1940 yılında Garp Linyitleri İşletmesi, 1957 yılından itibaren de Türkiye Kömür İşletmeleri içerisinde yer almıştır. Ancak Tunçbilek ve Seyitömer kömür havzalarının, Değirmisaza göre daha büyük rezervli yataklara sahip olması nedeniyle Değirmisaz işletmesi önemini kaybetmiş ve 1966 yılında rezervinin tükendiği gerekçesiyle kapatılmıştır. Daha sonra değişen şartlar neticesinde özelleştirmeye açılan Değirmisaz işletmesi en son sahibi olan Ünsa Madencilik ve Güralların ortaklığında tekrar faaliyete geçirilmiştir [42].

İşletmenin özel sektöre geçmesiyle birlikte daha hızlı ve verimli olarak çalıştırılan Değirmisaz kömür havzasının kömürü, çok da uzun olmayan bir süre içerisinde alınmıştır. Böylece üretimi tamamlanmış ancak, doğal görüntüsü bozulmuş kel tepeler ortaya çıkmaya başlamıştır. İlk olarak 1992 yılında bu sorunun çözüme kavuşturulması amacıyla, sahanın üretimi sona ermiş olan kısımlarına fıstık çamı ekimi yapılmıştır.



Şekil 5.28. Çalışma esnasında ve ıslah sonrası sahadan bir görünüş

İlk ağaçlandırma çalışmalarının başarılı olması ve kömür rezervlerinin de yavaş yavaş tükenmeye başlaması sebebiyle, üretimin sona erdiği alanlarda tarımsal faaliyetlerin yapılabileceği fikri olgunlaşmaya başlamıştır. Bu düşünceler neticesinde de sahaya ileriye dönük olarak gelir eldesi de sağlaması amacıyla fıstık çamı, vişne ve kiraz aşılı mahlep, meşe, sedir, ceviz gibi ağaç türleri dikilmeye başlanmıştır. Dikimi yapılan fidan türleri ve miktarları aşağıda görülmektedir;

Dikimi Yapılan Fidanlar :

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| 1-) Kızılçam ve fıstık çamı | : 110.000 adet |
| 2-) Meşe, Sedir ve ceviz | : 5.000 adet |
| 3-) Mahlep | : 20.000 adet |

1992 yılından bu yana yaklaşık olarak 300 hektar alan ağaçlandırılmıştır.

Dikim yapılan arazinin dolgu olması ve marn tabakasından dolayı, potasyum oranının yüksek olması nedeniyle fidanlar çok kısa sürede beklenenin üzerinde bir gelişme sağlayarak örnek bir özel ağaçlandırma sahası olmuştur. Madencilik çalışmaları sebebiyle bozulan doğa eskisinden daha iyi duruma nasıl getirilir sorusuna da en güzel cevabı burada görmek mümkün olmaktadır.



Şekil 5.29. Şev etrafına dikilmiş fıstık çamları ve eski üretim basamaklarının üzerindeki vişne-kiraz aşılı mahlepler.



Şekil 5.30. Mahsül vererek ekonomik fayda sağlayan fıstık çamları ve nihai ocak çukuruna dolan yeraltı suları sayesinde oluşan, içerisinde balık yetiştirilen göl manzarası.

5.2.3. MATEL Hammadde San. ve Tic. A.Ş. Yeniden Kazanım Çalışmaları :

Matel A.Ş. ülke genelinde yedi ayrı şehirde bulunan ve yıllık toplam 600.000 ton/yıl üretim kapasiteli irili ufaklı 20 adet maden (kil, silis kumu, kaolin, feldspat ve siyenit) işletmeleri toplam 500.000 ton/yıl kapasiteli üç ayrı maden kırma ve hazırlama tesisi ile 15.000 ton/yıl kapasiteli kil süzme, 40.000 ton/yıl kapasiteli silis kumu zenginleştirme ve 50.000 ton/yıl kapasiteli sert maden öğütme tesisleri ile seramik, cam ve çimento sanayilerine hammadde üretmekte ve üretiminin %25'ini ihraç etmektedir.



Şekil 5.31. İstanbul-Şile İR-1294 ruhsat no lu maden sahası

MATEL A.Ş. doğaya karşı olan duyarlılığı ile kamuoyunda madencinin doğayı tahrip ettiği ve ağaçlandırma yapmadığı şeklinde oluşacak yanlış değerlendirmelerin ve olumsuzlukların ortadan kaldırılmasına yardımcı olmak ve ayrıca sektörde faaliyet gösteren diğer firmalara da örnek olmak amacıyla maden sahalarında ağaçlandırma yapma kararı almıştır [43].

Matel A.Ş. ilk etapta İstanbul Şile’de bulunan toplam 1400 hektarlık alana sahip İR-1294 ruhsat nolu maden sahasını pilot saha olarak almış ve ruhsat sahası içerisinde madeni alınarak üretimi tamamlanmış olan maden alanlarında ağaçlandırma çalışmalarını bizzat yaparak, bu alanları ağaçlandırılmış olarak Orman İdaresine iade etmeye başlamıştır.

Bunun ilk uygulaması olarak 30.000m²’lik bir alanda Karakiraz Ocağı ağaçlandırması 1993 yılında yapılmış ve toplam 2500 adet fıstık çamı dikilmiştir. İkinci olarak 63.600 m²’lik bir alanda Domuzludere Ocağı ağaçlandırması 1998 yılı başında yapılmış ve bu alana toplam 3500 adet çam fidanı dikilmiştir. Son olarak İstanbul’da 50.000m²’lik bir alanda Karatepe Ocağı ağaçlandırmasını 2000 yılının Mart ayında yapmış ve bu alana toplam 3500 adet çam fidanı dikmiştir.



Şekil 5.32. Karakiraz eski maden ocağı ağaçlandırma sahası

2000 yılı sonuna kadar İstanbul’da 3 ayrı ağaçlandırma sahasına toplam 9500 adet çam fidanı dikilmiş olup, Matel A.Ş.’nin bu çalışmaları İstanbul Sanayi Odası tarafından 2000 yılı İSO Sanayi İşletmeleri Çevre Özendirme Ödülü ile ödüllendirilmiştir. Madencilik sektörüne ilk defa böyle bir ödül verilmiş olup, sektörde diğer firmaların çalışmalarını da teşvik etmiştir.

Şirketin ağaçlandırma faaliyetleri İstanbul dışında da sürdürülmüştür. Bilecik ili sınırları içerisinde 1998, 1999 ve 2001 yıllarında toplam 5500 adet fidan dikilerek, dikilmiş fidan sayısı toplamda 15.000 adet olmuştur. Ayrıca Milas ve Güllükte de ağaçlandırma faaliyetlerinde bulunulmuş ve toplamda 30.000 adet fidan dikilmiştir [44].

5.2.4. Aydın Linyit A.Ş. Yeniden Kazanım Çalışmaları :

Aydın Linyit A.Ş. nin hala kömür üretimi faaliyetlerini sürdürdüğü sahalar, Aydın-Muğla karayolundan 10 km içeride Aydın Merkez ilçe sınırlarında Şahnalı, Gölhisar, Sıralar ve Tepeköy arazilerine bağlı olarak 310 m. yükseklikte yer almaktadır. Linyit madenciliği yapılan alanlardan kapanan araziler için; özel mülkiyete sahip 70 da. arazi üzerinde şaraplık üzüm, 150 da. arazi üzerinde başta Gemlik çeşidi olmak üzere zeytin yetiştiriciliği, 100 da. arazi üzerinde Bursa siyahı çeşidi için taze incir yetiştiriciliği yapılmaktadır [45].

Şirket yeniden kazanım çalışmaları kapsamında ilk çalışmaya 1999 yılında başlanmış olup, 2000 yılında yapılan protokol çerçevesinde madencilik faaliyeti sona ermiş arazilerde (890 da.) Çevre ve Orman Bakanlığı, Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü ile işbirliği yapılarak arazinin yeniden bitkilendirilme performansı ile ilgili bir araştırma projesi başlatılmıştır. Bu projede *Pinus brutia (nzûça.m)*, *Robinia pseudoacacia* (yalancı akasya), *Elaagnus angustifolia* (iğde), *Amygdalus comminis* (badem) ve *Olea europea* (zeytin) olarak beş farklı ağaç türü karşılaştırılmalı olarak denenmiştir. Deneme döküden sonra beş ve on yıllık zaman aşimleri geçirmiş iki farklı arazi üzerine yine karşılaştırılmalı olarak kurulmuştur. Deneme parselleri on bitkiden oluşturulurken her uygulama üç tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemede ayrıca sulama ve doğal gübre uygulamaları da şahit parsellerle karşılaştırılmıştır. Denemede toplam 1200 ağaç izlenmiştir. Projeli yürütülen bu çalışma dışında defne, kekik gibi aromatik bitkiler ve bazı yeni meyve çeşitleri içinde demonstrasyon çalışmaları yapılmaktadır.

Şirket, araştırma çalışmalarına destek vermeye başladığı 2000 yılı başında bir taraftan gecikmeden üretime geçmek amacıyla yine madencilik faaliyetinin tamamlandığı 80 dekar kendi mülkiyetindeki arazi üzerinde 3000 adet Gemlik çeşidine ait zeytin fidanları ile plantasyon kurmuştur. 2004 yılı üretim sezonu itibari ile bu fidanlar ilk mahsullerini vermiş olup, Akhisar bölgesindeki ilgili zeytin üretim tesislerinde işlenerek değerlendirilmişlerdir.



Şekil 5.33. Üretime yatmış Gemlik çeşidine ait tesis

Aynı alanda 2003 yılı başında madencilik faaliyeti biten özel mülkiyete ait 100 dekar arazi üzerinde ihracata dönük olarak önem kazanan Bursa siyahı taze incir çeşidi ile bir bahçe tesisi yapılmıştır.

2004 yılı başında ise son yıllarda önemli trendler içinde yer alan şaraplık bağ tesisi işine de girilmiş, ilk etapta maden sahaları üzerinde Fransız orijinli 20.000 adet aşılı köklü bağ fidanı dikilmiştir. Önümüzdeki yıl hedefleri içinde 40.000 fidan daha dikilerek üretim kapasitesi arttırılacaktır.



Şekil 5.34. Şaraplık bağ alanı

Şirket, kendi mülkiyetindeki araziler dışında 2003 yılında özel ağaçlandırma projesi kapsamında madencilik faaliyeti sonrası orman işletmesine devrettiği 890 dekar arazinin de üretim amaçlı ağaçlandırılmasına talip olarak bu arazinin 49 yıllık işletme hakkını almıştır. İlgili yönetmeliğe uygun olarak bu arazide halen 30 000 adet yalancı akasya ve 25 000 adet Ayvalık yağlık çeşidine ait sertifikalı zeytin fidanlarının dikimi yapılmaktadır.

Aydın Linyit A.Ş., söz konusu araştırma ve üretim çalışmaları ile amaçlarını gerçekleştirirken çeşitli sivil toplum örgütleri ile de işbirliği içindedir. Bu anlamda Aydın' da valilik, ilköğretim kurumları ve TEMA vakfı şubesi ile koordineli tanıtım ve ağaçlandırma günleri düzenlemiştir.

Madencilik sonrasında çevreden rüzgarla taşınan tohumlardan oluşan bitki örtüsü uygun alanlarda ya da eğimli kısımlarda biyolojik çeşitliliği sürdüreceği şekilde muhafaza edilmektedir. Maden alanında yeniden üretime kazandırılan bu topraklar da önceden gübre ve ilaç kullanımı ile oluşan bir kirlenme bulunmadığından, topoğrafik olarak diğer tarımsal arazilerden izole olduğundan günümüzde önem kazanan organik tarım uygulamalarına da son derece uygun bulunmuştur [46].

6. SONUÇ VE ÖNERİLER:

Madenler yenilenemeyen kaynaklar olmaları ve her geçen gün rezervlerinin biraz daha tükenmesi sebebiyle çok önemlidirler. İnsanoğlu tarafından bilinen ve varoluşundan beri kullandığı pek çok maden rezervinin tükenmesi, ikame yeni kaynakların aranması veya mevcut madenlerin farklı alanlarda kullanımını zorunlu hale getirmektedir. Ayrıca gelişen teknoloji ile birlikte, günlük üretim kapasiteleri daha da artmakta ve bulunulan çevre çok daha kısa sürede tahrip edilmektedir.

Daha önce de söylediğimiz gibi, madenlerin yenilenebilir kaynaklar olmaması ve kazanılması için doğayı tahrip etmesi gerektiğinden, kazanılmaları aşamasında çok dikkatli davranmak gerekmektedir. Gelişmişlik düzeyleri yüksek ülkeler konuya büyük bir hassasiyetle yaklaşırken, henüz gelişmekte olan ülkelerde ise durum biraz daha kişisel insiyatifler çerçevesinde değerlendirilmektedir. Çalışmam sırasında da örnek uygulamalar olarak vermiş olduğum Amerika, Kanada, İngiltere ve Almanya gibi gelişmişlik düzeyleri yüksek olan ülkelerde konuya karşı yüksek bir hassasiyet gösterilmektedir. Adı geçen ülkeler de daha madenin üzeri açılmadan yeniden kazanım planları yapılmaya başlanmakta ve ileride bu çalışmalarını finanse edecek fonlar yaratılmaya çalışılmaktadır. Hatta tüm bu çalışmaların yapılmasını zorunlu hale getirebilmek için kendi maden kanunlarına da ciddi yaptırım gücü kazandırmakta ve çalışmalarını yerinde çok sıkı biçimde takip etmektedirler.

6.1. Sonuçlar :

- Madenlerin kapatılması ve yeniden kazanım konusunda tek yetkili kurum Maden İşleri Genel Müdürlüğü iken, yeni çıkarılan yönetmeliklerle Çevre ve Orman Bakanlığına da konu ile ilgili bir takım sorumluluklar yüklenmiştir.
- Resmi kurumlardan izinlerin alınması ve madenin işletmeye açılması aşamasında yapılan ıslah planları, daha çok resmi prosedürlerin yerine getirilmesi amacıyla yapılmakta, gerçek anlamda arazinin rehabilitesine yönelik çözümler sunmamaktadır.
- Bazı özel ve kamu sektörü girişimleri dışında, ülkemizde yeniden kazanım konusuna gereken hassasiyet bugüne kadar yeterince gösterilmemiştir.

- Madencilik yapılan alanların rehabilite edilmemesi, gerek çevre gerekse insan sağlığı açısından ciddi problemlere neden olabilmektedir.
- Madencilik operasyonları, bölgedeki bitki örtüsünün neredeyse tamamını ortadan kaldırmakta ya da geri dönüşümü olmayan zararlar vererek ekolojik dengeyi bozmaktadır.
- Bitkisel toprağın madencilik operasyonlarından önce sıyrılarak saklanması ve bu verimli toprağın yeniden kazanım için kullanımının önemi, henüz ülkemizde benimsenmemiştir.
- Açık ocak çalışmaları esnasında oluşan yeni topoğrafya ve buna bağlı yüksek şevler olduğu gibi bırakılmakta. Bu durum görsel zenginliğin kaybolmasının yanında bölgedeki can güvenliği açısından da tehlike arz etmektedir.
- Gerek üretim gerekse çalışma esnasında su temini amacıyla çevredeki akarsulardan faydalanılması veya sondajlar vurularak yeraltı sularının kullanımı, mevcut su seviyelerinin aşağılara düşmesine ve bölgesel akış dengelerinin bozularak doğal yaşamın olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır.
- Islah edilmeden bırakılan dik şevler veya atık yığınları, ilerleyen zamanlarda erozyon veya çok daha büyük kütle hareketlerinin oluşmasına sebebiyet vermektedir.

6.2. Öneriler :

- Ülkemizde yeni çıkarılan yönetmeliklerle Çevre ve Orman Bakanlığı da yeniden kazanım konusunda yetkili duruma getirilmiştir. Bu noktada adı geçen yönetmeliklere acilen işlerlik kazandırılması gerekmektedir.
- Mevcut kanunlar çerçevesinde mecburi olarak yapılan yeniden kazanım çalışmalarının çok daha ciddi olarak ele alınmasının yanında, ileriye dönük olarak detaylı arazi kullanım planlarının yapılması da gerekmektedir.

- Madencilik doğası gereği yer değiştiremeyen bir faaliyet olması sebebiyle, yeniden kazanım konusunda da yerinde tetkiklerin önemi çok büyüktür. Bu nedenle yerel yönetimler konu hakkında bilgilendirilerek ve yetkileri artırılarak bir denetleme mekanizması oluşturulabilir.
- Şu anda konu ile ilgili yetkili kurumlar olan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Çevre ve Orman Bakanlığının, üniversitelerin ilgili bölümleriyle koordineli biçimde çalışmaları sağlanarak, madenciliğin çevresel etkilerinin bertaraf edilmesi ve yeniden kazanım konusunda yol gösterici örnek çalışmalar yapılabilir.
- Üniversitelerin konuya olan hassasiyetleri artırılmalı, maden mühendisliği bölümlerinde yeniden kazanım(reklamasyon) seçmeli değil, zorunlu bir ders olarak okutulmalıdır. Ayrıca üniversite-sanayi işbirliği sağlanarak, bilimsel temeller üzerine oturtulmuş örnek yeniden kazanım çalışmaları yapılmalıdır. Ayrıca master ve doktora çalışmaları esnasında konuya yönelimin sağlanarak, uzman personel yetiştirilmelidir.
- Madencilik faaliyetleri sona erdikten sonra, arazinin nasıl değerlendirileceği konusunda detaylı arazi kullanım planlamaları yapılırken, bölge de yaşayan halkın görüş ve taleplerinin göz önünde bulundurulması ve bu yönde çalışmalar yapılması, halkın madenci ve madenciliğe karşı bakış açısını değiştirmesinin yanında, bölgesel ihtiyaçların karşılanması ve ekonomik kalkınma açısından çok önemlidir.
- Yeniden kazanım konusu özellikle ek maliyetler yaratması sebebiyle geri plana itilmektedir. Bu nedenle yeniden kazanım faaliyetlerinde kullanılması amacıyla, madenin ömrü boyunca üretilen birim cevher miktarı başına vergi alınması veya yapılan ıslah çalışmaları masraflarının madencinin ödemesi gereken vergilerden düşürülmesi gibi kolaylıklar sağlanabilir. Ayrıca madencilere alınan yıllık harç ve devlet hakkı gibi ödentilerin bir kısmının yeniden kazanım çalışmalarında kullanılmak üzere bir fon yaratılarak buraya aktarılması da sağlanabilir. Bu konuda özellikle yurt dışındaki Kanada ve Amerika gibi ülkelerdeki kanuni düzenlemeler örnek alınabilir.
- Madencilik operasyonlarına başlanmadan önce, çalışılacak sahanın bitki örtüsü, doğal yaşam habitatu, toprak özellikleri ve su kaynakları gibi ekolojik özelliklerini ortaya

koyan detaylı etüd çalışmaları yapılması gerekmektedir. Bu özellikler doğrultusunda ileride gerçekleştirilecek yeniden kazanım çalışmalarına yön verilmelidir.

- Yeniden kazanım planları içerisinde, ekolojik anlamda iyileştirme faaliyetlerinin yanında, arazinin endüstriyel alanda kullanımı veya buna benzer farklı alternatifler üretilerek, gelir elde edilmesi ve istihdam sağlanarak devlete katma değer yaratılması da eklenebilir.
- Islah edilecek alanlar için arazi kullanım planları yapılırken, maden mühendisi, ziraat mühendisi, biyolog, çevre mühendisi, peyzaj mimarı ve bunun gibi farklı meslek gruplarından uzmanlar bir araya gelerek çalışmalıdır. Ancak bu şekilde tüm parametrelerin madencilik faaliyetlerinden nasıl etkilenebileceği hesap edilerek gereken önlemler alınabilir.
- Yeniden kazanım konusunda eğitilmiş uzmanlar yetiştirilmelidir. Günümüzde artan çevre sorunları nedeniyle yeniden kazanım konusu çok daha önem kazanmaktadır. Bu nedenle konuyu derinlemesine bilen ve tecrübeli uzmanların yetiştirilmesi gerekmektedir.
- Madencilik faaliyetleri esnasında daha önceden yapılan yeniden kazanım planları çerçevesinde çalışarak, çevreye verilen zararın asgari seviyelere indirilmesi gerekmektedir.
- Madencilik çalışmaları sırasında ortaya çıkan dik şevler veya dekapaj atıklarının, yükseklik ve eğimlerinin mümkün olduğunca azaltılmadan ve uygun erozyon kontrol şartları sağlanmadan sahanın terk edilmemesi sağlanmalıdır.
- Yeraltı ve yerüstü sularının akış rejimlerinin zarar görmemesi ve bu sulara yaşayan canlı organizmaların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi, ekolojik denge açısından çok önemlidir. Bu nedenle mümkün olduğunca dere yataklarının akış yönlerinin ve genişliklerinin değiştirilmemesine çalışılmalıdır. Ayrıca su kaynaklarına yakın bölgelerde erozyon kontrolü sağlanarak akarsu yataklarına malzeme akışı önlenmelidir.

- Sulfürlü mineraller içeren dekapaj ve atık yığınlarının suyla teması önlenerek, asit oluşumu ve yeraltı sularının buna bağlı olarak kirlenmesinin önüne geçilmelidir. Yani asit maden drenajı tekniğine önem verilmelidir.
- Bakir arazide hiçbir madencilik faaliyetine başlanmadan üst toprak sıyrılarak uygun şartlar altında muhafaza edilmelidir. Bu toprak tüm üretim faaliyetleri sonunda özellikle bitkilendirme yapılacak alanlara serilerek, arazinin eski üretkenliğine kavuşturulması açısından çok önemlidir.
- Islah edilerek terk edilmiş alanların izleme ve bakımlarının yapılması çok önemlidir. Özellikle yeniden bitkilendirme yapılan alanların doğaya adapte olup olmadıkları 5 - 10 yıl arasında düzenli olarak takip edilmeli ve tespit edilen eksiklikler acil olarak telafi edilmelidir. Bu noktada izleme ve denetim çalışmaları yerel yönetimler ile bölge halkına bırakılabilir. Belirli bir süre zarfında yapılan izleme çalışmaları sonunda arazinin doğaya adaptasyonu sağlanmış ise nihai terk işlemi kanuni olarak gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] UNEP, 1983 Enviromental Manegement Guidelines, Enviromental guidelines fort he restoration and rehabilitation of land soils, after mining activities, No: 8 pp.26
- [2] Teknik Nezaretçilik Eğitim Semineri, Seminer Notları, Eylül 2005, s.3
- [3] www.migem.gov.tr, 5177 ile Değişik 3213 Sayılı Maden Kanunu.
- [4] www.migem.gov.tr, 5177 ile Değişik 3213 Sayılı Maden Kanunu Uygulama Yönetmeliği.
- [5] Değerli E., Dikmen A.Ç., Madencilik ve Çevre Sempozyumu Mayıs 2005, Çevre Mevzuatında Madencilik Sektörü, s.2-3
- [6] www.agub.org.tr
- [7] www.maden.org.tr
- [8] Georgen H., et., al, 1987 “Festgesteinstagebau”, Trans-Tech Publications, pp. 217-243, Clausthal-Zellerfeld.
- [9] Thornburg, A.A., 1982, “Plant Materials for Use on Surface-Mined Lands in Arid and Semiarid Regions.”USDA Soil Conservation Service, 88 pp.
- [10] Karadeniz M., Ekim 2002 “Madencilikte Çevre Yönetimi Semineri 17-19 Ekim 2002 – Amasra, Bartın – “Asit Maden Drenajı” s. 3-4.
- [11] Ünal E., Ekim 2002 Madencilikte Çevre Yönetimi Semineri 17-19 Ekim 2002 – Amasra, Bartın “Madencilik Faaliyetleri Sonucu Bozulan Sahaların Doğaya Yeniden Kazandırılması” s.2-18 s., 25- 43
- [12] Hartman L. Howard 1992 SME Mining Engineering Hand Book 2nd Edition Vol:1 Port Citypress Inc., Baltimore, Maryland, USA
- [13] Ünal E., Ekim 2002 Madencilikte Çevre Yönetimi Semineri 17-19 Ekim 2002 – Amasra, Bartın “Madencilik Faaliyetleri Sonucu Bozulan Sahaların Doğaya Yeniden Kazandırılması” – “Seminer Sunumu”
- [14] Sengupta M. 1993 Enviromental İmpects of Mining : Monitoring Retoration and Control. Bocaraton Fl : Lewis Publishers C: 1993
- [15] Şimşir F., Köse H. “Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı” Kasım 2005, Ankara “Açık Maden İşletmelerinde Rekültivasyon ve Reklomasyon” s. 688
- [16] Coal, OECD 1983 “ Environmental Issues and Remedies” pp. 87
- [17] Pamukçu Ç., 2004 “ Açık Ocularda Alternatif Rehabilitasyon Modellerinin Geliştirilmesi ve Örnek Bir Uygulama” 9 Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi s.33

- [18] Abramson W.L., Lee T., Sharma & Boyce. G. 2002 “ Slope Stability and Stabilisation Methods – 2nd Edition” New York: John Willey & Sons Ltd.pp. 462 – 482.
- [19] Phelps L.B., 1990 “ Surface Mining 2nd Edition” B. A Kenndy Editor, SME, AIME, 1990 Port City Press Inc. Baltimor, Maryland USA.
- [20] Sentlein L.V., Yazıcıgil H., & Carlson C.L. 1983 “ Surface Mining Enviromental Monitoring and Reclamation Handbook” New York : Elsevier, pp.421-427 , pp: 509 – 512.
- [21] Duiker S.W., Flanagan D.C. & Lal R. 2001. “ Erodibility and İnfiltration Characteristics of Five Mjor Soils of Southwest Spain” Elsevier – Catena 45, pp.103.
- [22] Sevink J., Verstaren J.M. & Jongejans J. 1998. “ The Revelance of Humus Forms for Land Degratation in Mediterranean Mountainous Areas” Elsevier – Geomorphology 23, pp. 258 – 292
- [23] Pamukçu Ç., 2004 “ Açık Ocaklarda Alternatif Rehabilitasyon Modellerinin Geliştirilmesi ve Örnek Bir Uygulama” 9 Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi s.45-49
- [24] Şimşir F., Köse H. “Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı” Kasım 2005, Ankara “ Açık Maden İşletmelerinde Rekültivasyon ve Reklamasyon” s. 697-698
- [25] Pamukçu Ç., 2004 “ Açık Ocaklarda Alternatif Rehabilitasyon Modellerinin Geliştirilmesi ve Örnek Bir Uygulama” 9 Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi s.54-70
- [26] Akpınar N. 1994. “ Açık Kömür Ocaklarında Çevresel Etki Değerlendirmesi ve Doğa Onarım Çalışmalarının Milas – Sekköy Açık Kömür Ocağı Örneğinde İrdelenmesi, Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü s.30
- [27] Akpınar N. 2002. “ Madencilikte Çevre Yönetimi Semineri 17 – 19 Ekim 2002 Amasra Bartın” “ Maden Sahalarında Bitkilendirme” s. 1- 9.
- [28] Akpınar N. “ 2000’ li Yıllarda Yaşadığımız Çevre ve Peyzaj Mimarlığı Sempozyumu” “ Taş Ocaklarının Çevresel Etkileri ve Bu Alanların onarımı” s.7
- [29] Şimşir F., Köse H. “Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı” Kasım 2005, Ankara “ Açık Maden İşletmelerinde Rekültivasyon ve Reklamasyon” s. 715 – 717
- [30] Stürmer A. (1992) Rekultivierung im Rheinischen Braunkohlenrevier”, “Üretimi Bitmiş Maden Ocaklarının Sıhhileştirilmesi ve Yeniden Doğaya Kazandırılması Sempozyumu”, İstanbul, 12 – 13 Ekim.
- [31] Pamukçu Ç., 2004 “ Açık Ocaklarda Alternatif Rehabilitasyon Modellerinin Geliştirilmesi ve Örnek Bir Uygulama” 9 Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi s.15-16
- [32] www.changingplaces.org.uk

- [33] www.osmre.gov.tr
- [34] Acar İ. & Karakurt H. (1992). Ege Bölgesinde Açık Ocak Yöntemi ile Kömür Madenciliği Yapılan Arazilerin Ormancılık Amacına Dönük Kullanımı, Milli Kütüphane - Ankara.
- [35] Ramani R.V. (1987) Environmental Planinng for Surface Mining of Coal, Environmental Consequences of Energy Production Problems and Prospects. ABD: The Pennnsylvania Academy of Science.
- [36] www.lmbv.de
- [37] Kuyumcu M. “ Madencilik ve Çevre Sempozyumu 5-6 Mayıs Ankara” “ Doğu Almanya Linyit Ocakları Islahı ve Çevreye Entegrasyonu” s. 165 – 172
- [38] Sengupta M. 1993 Enviromental İmpects of Mining : Monitoring Retoration and Control. Bocaraton Fl : Lewis Publishers C: 1993
- [39] Ünver Ö. (1992) “ T.K.İ. Kurumunda Arazi Islah Çalışmaları, Uluslar arası Çalışma Grubu Topl., Milli Kütüphane – Ankara
- [40] Elçim E. & Atasay E. (1999) “ Rekültivasyon Çalışmaları ve GELİ ‘ deki Uygulamaları” Lisans Tezi, İzmir D.E.Ü. Maden Müh. Böl. S.43
- [41] www.gli.gov.tr
- [42] www.unsamadencilik.com.tr
- [43] www.matel.com.tr
- [44] Altıntop B. & Şenbayrak S. “ Madencilikte Çevre Yönetimi Semineri 17-19 Ekim 2002 Amasra Bartın” “ Madencilikte Seçme Çevre Uygulamaları – Matel Hammadde San. ve Tic. A.Ş. ve Çevre” s. 1-3.
- [45] www.atay.com.tr
- [46] Kostak S. “Madencilik ve Çevre Sempozyumu 5-6 Mayıs 2005 Ankara” “ Aydın Linyit A.Ş. Arazilerinde Yeniden Bitkilendirme ve Tarımsal Amaçlı Çalışmalar” s.183 – 187.