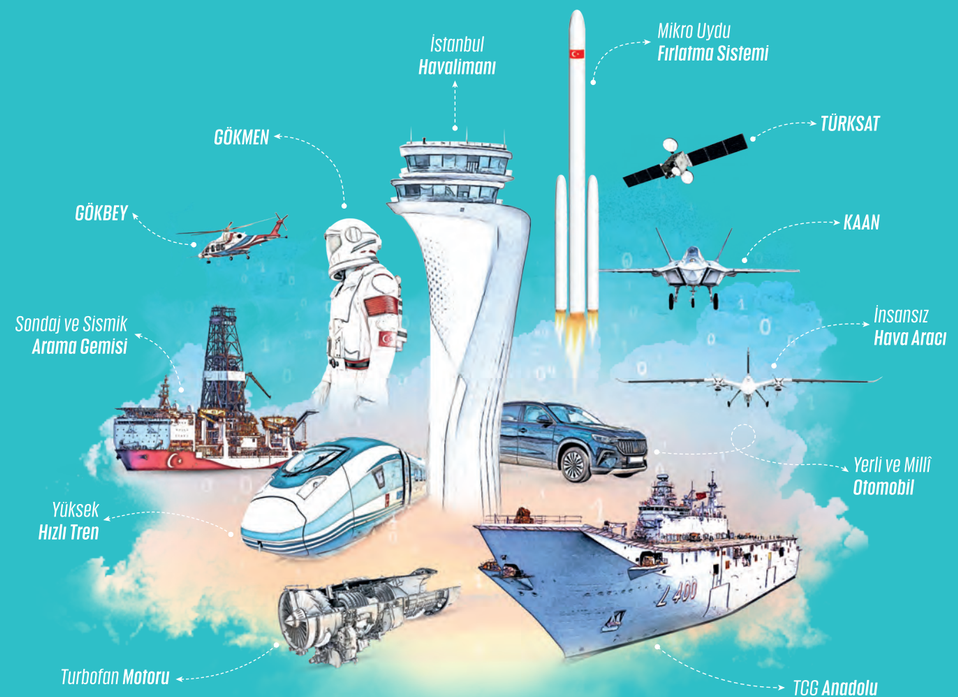
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN 978-975-11-6287-8

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ - MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI

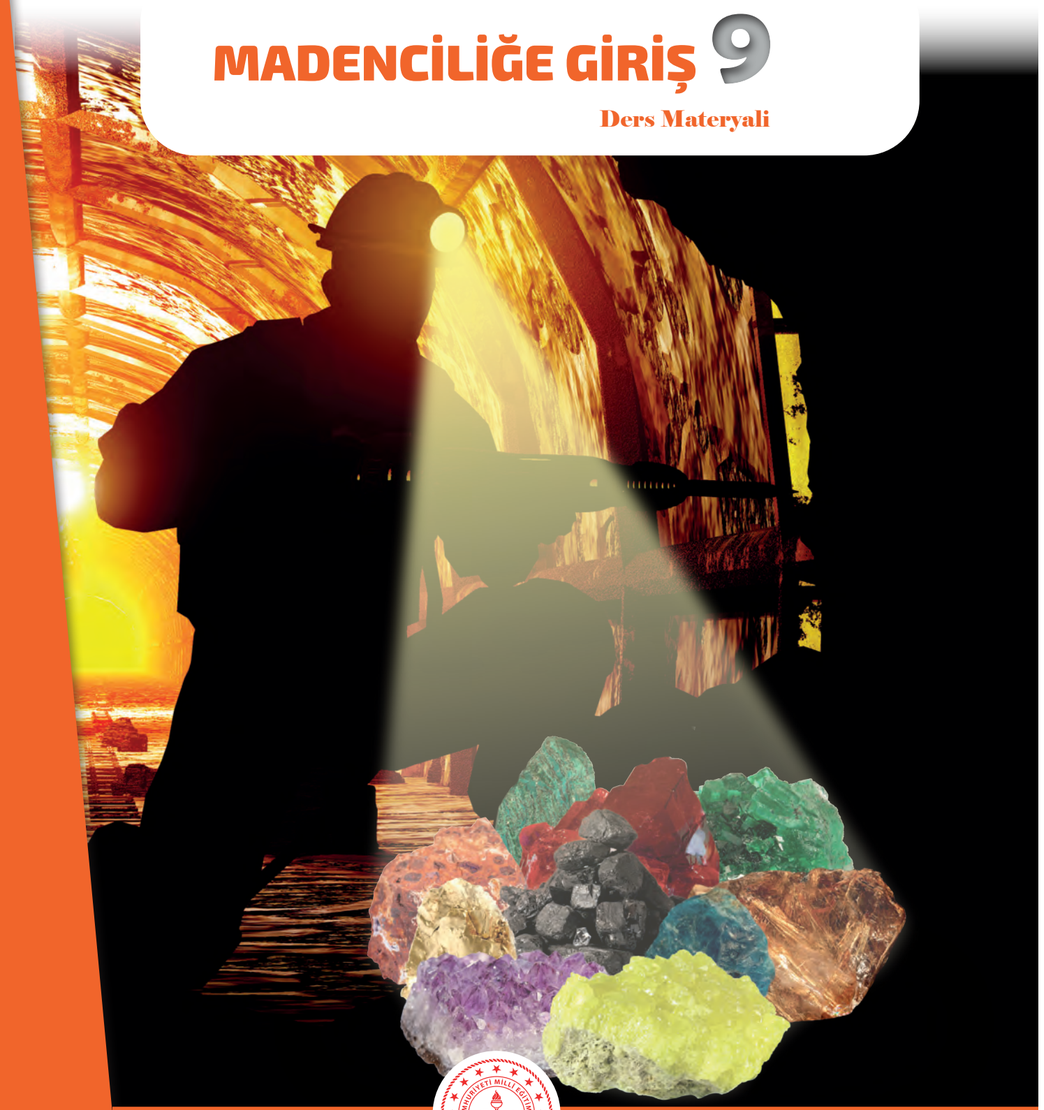
MADENCİLİĞE GİRİŞ 9 DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI

MADENCİLİĞE GİRİŞ 9

Ders Materyali



MEB__ 210550-MADENCİLİĞE GİRİŞ 9

MEB__ 210550-MADENCİLİĞE GİRİŞ 9

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ

MADEN TEKNOLOJİSİ ALANI

MADENCİLİĞE GİRİŞ

9

DERS MATERYALİ

Yazarlar
Dr. Suzan ALTIPARMAK
Uğurcan KÜLÜĞ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI ..... : 7561
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAP DİZİSİ ..... :1601

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiç bir surette alınıp yayımlanamaz.

Dil Uzmanı
Tülay PEKŞEN
Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı
Aydemir KELEŞ
Rehberlik Uzmanı
Ahmet ALİŞ
Görsel Tasarım Uzmanı
R. Nurdan BAŞARAN TUĞUT
Grafik Tasarım Uzmanı
Yunus YILMAZ

ISBN 978-975-11-6287-8

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.

BASKI
Ayrıntı Basım Yayım ve Mat. Hiz. Sanayi Ticaret A.Ş.
Saray Mahallesi 126. Cadde No: 20
Kahramankazan/Ankara
Sertifika No: 49599

İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

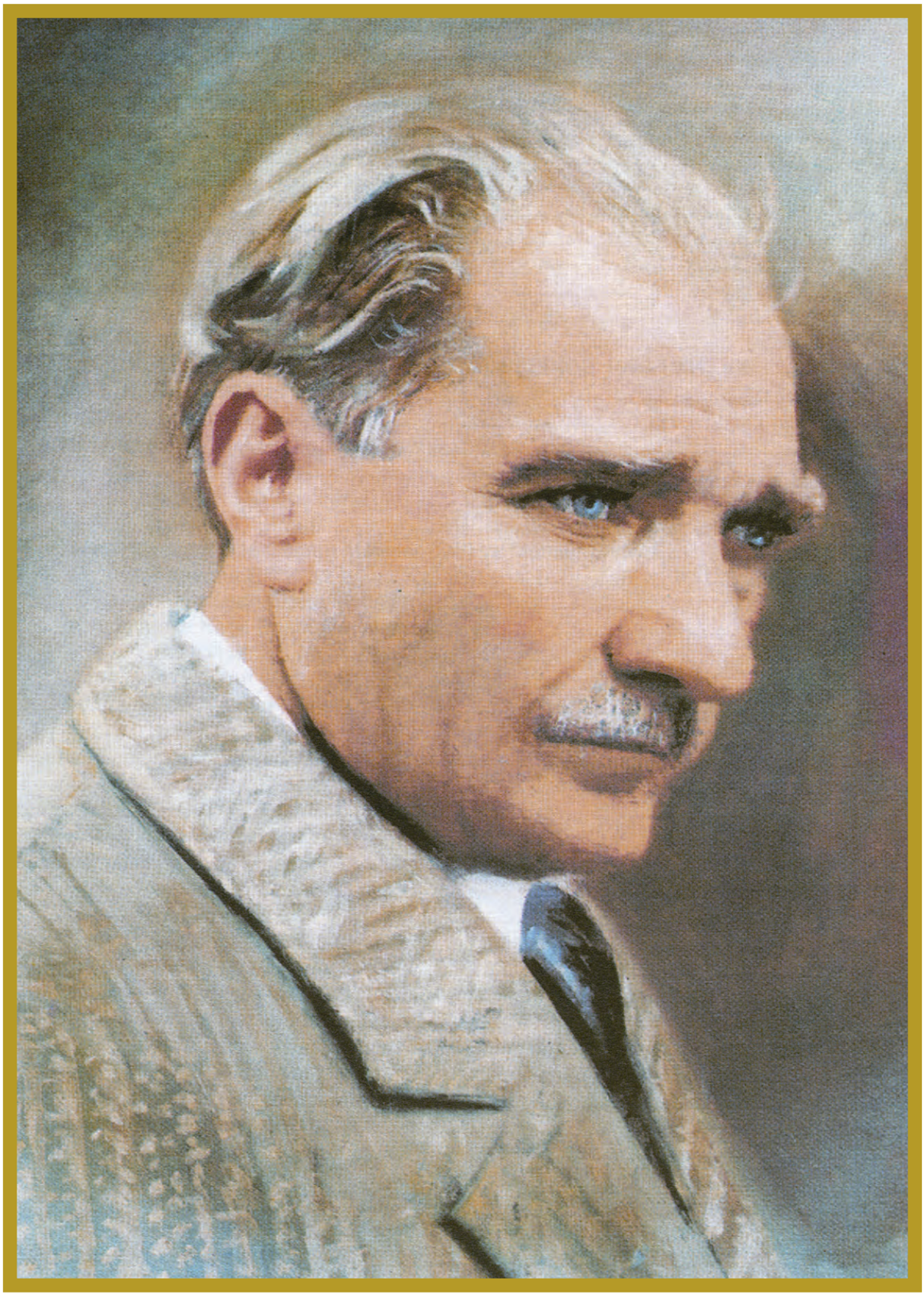
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİNİN TANITIMI ____ 10

1. ÜNİTE: TEMEL MADEN KAVRAMLARI ____ 13

1.1. MADEN TEKNOLOJİSİNDE KULLANILAN TERİMLER ____ 14

1.1.1. GENEL MADENCİLİK TERİMLERİ ____ 14
1.1.2. YER ÜSTÜ (AÇIK) MADENCİLİK TERİMLERİ ____ 15
1.1.3. YER ALTI (KAPALI) MADENCİLİK TERİMLERİ ____ 15
1.1.4. CEVHERLEŞME TERİMLERİ ____ 17
1.1.5. MADENLERDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TERİMLERİ ____ 18

1.2. MADEN VE ÜRETİMİ ____ 19

1.2.1. MADEN VE MADEN ÇEŞİTLERİ ____ 19
1.2.2. MADENCİLİĞİN TARİHÇESİ ____ 21
1.2.3. TÜRKİYE'DEKİ ÖNEMLİ MADEN KAYNAKLARI ____ 23
1.2.3.1. Krom: ____ 24
1.2.3.2. Demir: ____ 24
1.2.3.3. Bakır: ____ 24
1.2.3.4. Alüminyum (Boksit): ____ 24
1.2.3.5. Mermer: ____ 24
1.2.3.6. Manganez: ____ 25
1.2.3.7. Kurşun ve Çinko: ____ 25
1.2.3.8. Feldispat: ____ 25
1.2.3.9. Asbest: ____ 25
1.2.3.10. Linyit: ____ 25
1.2.3.11. Bor: ____ 25
1.2.4. TÜRKİYE'DEKİ MADEN KAYNAKLARININ EKONOMİK VE JEOPOLİTİK YÖNDEN DÜNYADAKİ YERİ VE ÖNEMİ ____ 26
1.2.5. TÜRKİYE'DE MADENCİLİK VE GÜNÜMÜZ MADENCİLİĞİ ____ 28
1.2.6. MADENLERİN YATAKLANMA ÇEŞİTLERİ ____ 30
1.2.6.1. Düzenli Maden Yatakları ____ 30
1.2.6.2. Yarı Düzenli Maden Yatakları ____ 30
1.2.6.3. Düzensiz Maden Yatakları ____ 30
1.2.7. MADENLERİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ ____ 31
1.2.7.1. Yer Üstü (Açık Ocak) Madenciliği ____ 31
1.2.7.2. Yer Altı (Kapalı Ocak) Madenciliği ____ 32
1.2.8. MADENLERİN KULLANIM YERLERİ ____ 35
1.2.8.1. Demir ____ 35
1.2.8.2. Krom ____ 35
1.2.8.3. Bor ____ 35
1.2.8.4. Bakır ____ 36
1.2.8.5. Kurşun ____ 36
1.2.8.6. Çinko ____ 36
1.2.8.7. Kadmiyum ____ 36
1.2.8.8. Boksit ____ 36
1.2.8.9. Vanadyum ____ 36
1.2.8.10. Antimuan ____ 37
1.2.8.11. Tungsten ____ 37
1.2.8.12. Molibden ____ 37
1.2.8.13. Nikel ____ 37
1.2.8.14. Potas ____ 37
1.2.8.15. Fosfat ____ 37
1.2.8.16. Kalay ____ 38
1.2.8.17. Altın ____ 38
1.2.8.18. Gümüş ____ 38
1.2.8.19. Tuz ____ 38
1.2.8.20. Zımpara ____ 38
1.2.8.21. Kükürt ____ 38
1.2.8.22. Feldspat ____ 38
1.2.8.23. Mermer ____ 39
1.2.8.24. Barit ____ 39
1.2.8.25. Talk ____ 39
1.2.8.26. Titanyum ____ 39

1.2.8.27. Zirkonyum 39
1.2.8.28. Kömür 39
1.2.9. MADENCİLİKTE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNE UYGUN ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ 41
1.2.9.1. Göçük Tehlikesi 41
1.2.9.2. Grizu Tehlikesi 41
1.2.9.3. Havalandırma 41
1.2.9.4. Toz Tehlikesi 42
1.2.9.5. Yangın ve Zehirli Gaz Tehlikesi 42
1.2.9.6. Yüksek Sıcaklık Tehlikesi 42
1.2.9.7. Kişisel Koruyucu Donanımlar 42
1.2.9.8. Kurtarma ve Tahliye 43
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 45

2. ÜNİTE: MADEN ÇEŞİTLERİ 49
2.1. KÖMÜR MADENİ 50
2.1.1. KÖMÜR MADENİNİN OLUŞUMU 50
2.1.2. KÖMÜRLERİN YATAKLANMASI 52
2.1.2.1. Kömür Katmanları (Kömür Damarları) 52
2.1.2.2. Kömür Katmanların Taban ve Tavanı (Damar Stampı) 52
2.1.2.3. Bir Kömür Katmanının Daha Küçük Katmanlara Ayrılması 52
2.1.3. TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ KÖMÜR MADENİ REZERVLERİ 52
2.1.4. ÜLKEMİZDE KÖMÜR REZERVİ 54
2.1.5. KÖMÜR MADENİNİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ 56
2.1.5.1. Açık Ocak İşletme Yöntemi 56
2.1.5.2. Sürekli İşletme Yöntemi 56
2.1.5.3. Süreksiz İşletme Yöntemi 56
2.1.5.4. Yer Altı İşletme Yöntemi 57
1.1.6. KÖMÜR MADENİNİN KULLANIM ALANLARI 57
2.1.7. KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ 58
2.1.7.1. Göçük Tehlikesi 58
2.1.7.2. Havalandırma 58
2.1.7.3. Grizu 58
2.1.7.4. Tahkimat 59
2.1.7.5. Nakliyat 59
2.1.7.6. Ocak Tozları 59
2.1.7.7. Patlayıcı Maddeler 59
2.2. MERMER MADENİ 61
2.2.1. MERMER MADENİNİN OLUŞUMU 61
2.2.1.1. Sedimanter Mermerler 61
2.2.1.2. Başkalaşım (Metamorfik) Mermerler 62
2.2.1.3. Magmatik Kökenli Mermerler 62
2.2.2. MERMERİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ 62
2.2.3. MERMERİN KULLANIM ALANLARI 64
2.2.4. TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ MERMER MADENİ REZERVİ 65
2.2.5. MERMER ÜRETİMİ SIRASINDA ALINMASI GEREKEN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEDBİRLERİ 67
2.2.5.1. Mermer Ocaklarda Meydana Gelen İş Kazaları 67
2.2.5.2. Koruyucu Malzemeler 67
2.3. DİĞER ÖNEMLİ MADENLER 69
2.3.1. KROM MADENİNİN OLUŞUMU 69
2.3.1.1. Türkiye ve Dünyada Krom Rezervleri 70
2.3.1.2. Krom Madeninin Kullanım Alanları 71
2.3.2. BAKIR MADENİ OLUŞUMU 72
2.3.2.1. Türkiye ve Dünyada Bakır Rezervleri 73
2.3.2.2. Bakır Madeninin Kullanım Alanları 74
2.3.3. KURŞUN VE ÇİNKO MADENLERİNİN OLUŞUMU 75
2.3.3.1. Türkiye ve Dünyada Kurşun ve Çinko Maden Rezervleri 76
2.3.3.2. Kurşun ve Çinko Madeninin Kullanım Alanları 77
2.3.4. DEMİR MADENİNİN OLUŞUMU 78
2.3.4.1. Türkiye ve Dünyada Demir Madeni Rezervleri 79
2.3.4.2. Demir Madeninin Kullanım Alanları 80
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 81

3. ÜNİTE: BOR MADENİ 85

3.1. BOR MADENİ VE ÜRETİMİ 86

3.1.1. BOR MADENİ 86

3.1.2. BOR MADENİNİN TARİHİ 87

3.1.3. BOR MADENİNİN OLUŞUMU VE YATAKLANMASI 89

3.1.3.1. Karasal Havzalarda Oluşan Bor Yatakları 89

3.1.3.2. Denizel Ortamlarda Oluşan Bor Yatakları 90

3.1.3.3. Magmatik Kaynaklı Bor Yatakları 90

3.1.4. DÜNYA BOR MADENİ REZERVİ 91

3.1.5. TÜRKİYE'DE BOR REZERVİ 94

3.1.6. BOR MADENİNİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ 98

3.1.7. BOR MADENİNİN KULLANIM ALANLARI VE BOR MADENİNDEN ELDE EDİLEN ÜRÜNLER 101

3.1.7.1. Camlar 103

3.1.7.2. Seramik 103

3.1.7.3. Tarım 104

3.1.7.4. Sağlık 104

3.1.7.5. Enerji 104

3.2. BOR MADENİNİN TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ ÖNEMİ 105

3.2.1. BOR MADENİNİN ÜLKEMİZ VE DÜNYA PAZARINDAKİ YERİ 105

3.2.1.1. Türkiye'de Bor Sektörü 106

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 110

4. ÜNİTE: MADEN ARAMA YÖNTEMLERİ 113

4.1. SONDAJ İLE ARAMA 114

4.1.1. SONDAJ VE ÇEŞİTLERİ 114

4.1.1.1. Sondaj Çeşitleri 116

4.1.1.2. Sondaj Sırasında Alınması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri 118

4.1.2. SONDAJ MAKİNELERİ 121

4.1.3. Sondaj Teknikleri 123

4.2. UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMİ İLE ARAMA 125

4.2.1. UZAKTAN ALGILAMA 125

4.2.2. UZAKTAN ALGILAMANIN MADEN ARAMALARINDA KULLANIMI 127

4.3. KLASİK YÖNTEM İLE ARAMA 128

4.3.1. KLASİK YÖNTEMLE MADEN ARAMA 128

4.3.2. NUMUNE ALMA YÖNTEMLERİ 129

4.3.2.1. Oluk Yöntemi Numune Alımı [Channel Samples (Çenıl sampıls)] 130

4.3.2.2. Parça veya Derleme Numuneleri [Pick Samples (Pik Sampıls)] 130

4.3.2.3. Yığın veya Hacim Numunesi [Bulk Samples (Balk Sampıls)] 130

4.3.2.4. Yarmalardan Numune Alımı 130

4.3.2.5. Stoklardan Numune Alma 130

4.3.2.6. SondajIardan Numune Alımı 130

4.3.2.7. Plaser (Pleyzır) ve Kalıntı Yataklardan Numune Alımı 130

4.3.2.8. Konsantrasyon Tesissinden Numune Alımı 131

4.3.3. FİZİBİLİTE (ÖN DEĞERLENDİRME) ÇALIŞMASI 131

4.3.4. MADEN ARAMA SONUÇLARININ RAPORLANMASI 131

4.4. JEOFİZİK-JEOELEKTRİK VE JEOMANYETİK YÖNTEM İLE ARAMA 132

4.4.1. MANYETİK ARAMA YÖNTEMİ 132

4.4.2. GRAVİTE YÖNTEMİ 132

4.4.3. ELEKTRİK-ELEKTROMANYETİK YÖNTEMLER 133

4.4.4. RADYOMETRİK YÖNTEM 134

4.4.5. SİSMİK YÖNTEMLER 134

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 135

KAYNAKÇA 137

CEVAP ANAHTARI 140

EK-1 144

DERS MATERYALİNİN TANITIMI

Öğrenme biriminin adını gösterir.

Kaçıncı öğrenme birimi olduğunu gösterir.

Öğrenme biriminin ana konu başlıklarını gösterir.

Öğrenme biriminin karekodudur.

Öğrenme biriminde neler öğreneceğimizi gösterir.

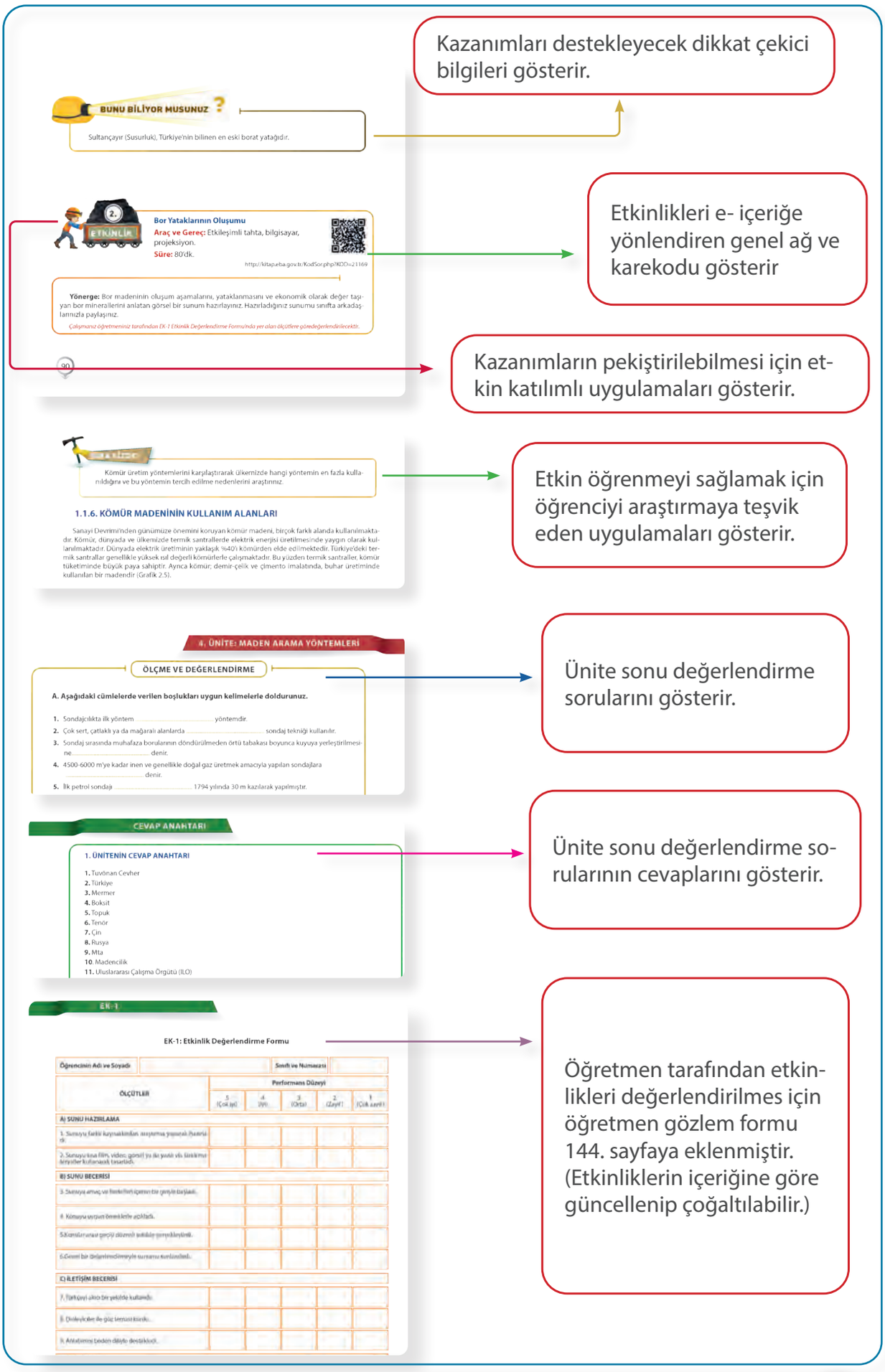
Öğrencilerin hazır bulunuşluk seviyelerinin ölçüldüğü bölümdür.

Kaçıncı öğrenme birimi olduğunu ve öğrenme biriminin adını gösterir.

Öğrenme biriminin ana başlıklarını gösterir.

Öğrenme biriminin alt başlıklarını gösterir.

Sayfa numarasını gösterir.



Kazanımları destekleyecek dikkat çekici bilgileri gösterir.

Etkinlikleri e- içeriğe yönlendiren genel ağ ve karekodu gösterir

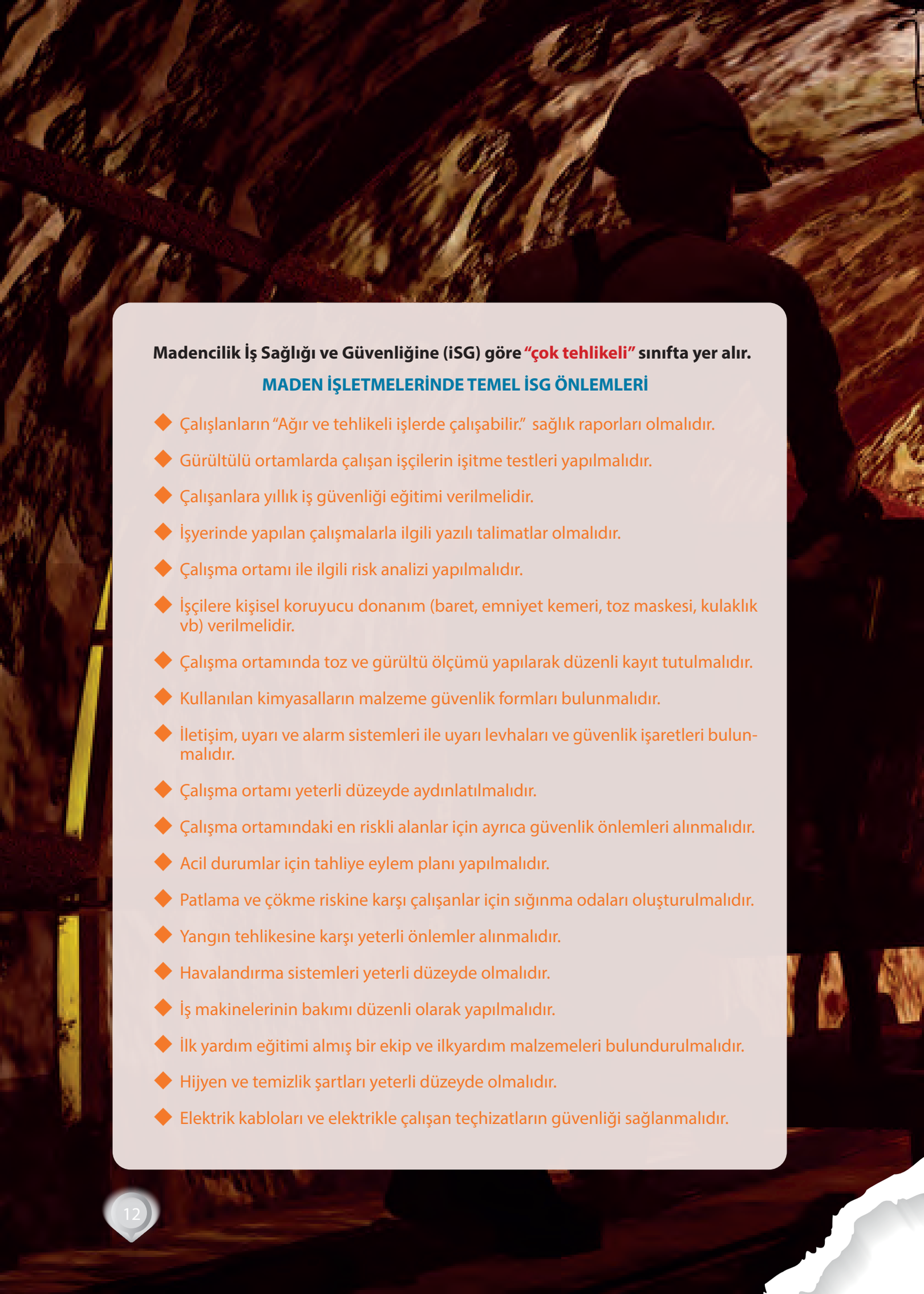
Kazanımların pekiştirilebilmesi için etkin katılımlı uygulamaları gösterir.

Etkin öğrenmeyi sağlamak için öğrenciyi araştırmaya teşvik eden uygulamaları gösterir.

Ünite sonu değerlendirme sorularını gösterir.

Ünite sonu değerlendirme sorularının cevaplarını gösterir.

Öğretmen tarafından etkinlikleri değerlendirilmes için öğretmen gözlem formu 144. sayfaya eklenmiştir. (Etkinliklerin içeriğine göre güncellenip çoğaltılabilir.)



Madencilik İş Sağlığı ve Güvenliğine (iSG) göre "çok tehlikeli" sınıfta yer alır.

MADEN İŞLETMELERİNDE TEMEL İSG ÖNLEMLERİ

- Çalışlanların "Ağır ve tehlikeli işlerde çalışabilir." sağlık raporları olmalıdır.
- Gürültülü ortamlarda çalışan işçilerin işitme testleri yapılmalıdır.
- Çalışanlara yıllık iş güvenliği eğitimi verilmelidir.
- İşyerinde yapılan çalışmalarla ilgili yazılı talimatlar olmalıdır.
- Çalışma ortamı ile ilgili risk analizi yapılmalıdır.
- İşçilere kişisel koruyucu donanım (baret, emniyet kemeri, toz maskesi, kulaklık vb) verilmelidir.
- Çalışma ortamında toz ve gürültü ölçümü yapılarak düzenli kayıt tutulmalıdır.
- Kullanılan kimyasalların malzeme güvenlik formları bulunmalıdır.
- İletişim, uyarı ve alarm sistemleri ile uyarı levhaları ve güvenlik işaretleri bulunmalıdır.
- Çalışma ortamı yeterli düzeyde aydınlatılmalıdır.
- Çalışma ortamındaki en riskli alanlar için ayrıca güvenlik önlemleri alınmalıdır.
- Acil durumlar için tahliye eylem planı yapılmalıdır.
- Patlama ve çökme riskine karşı çalışanlar için sığınma odaları oluşturulmalıdır.
- Yangın tehlikesine karşı yeterli önlemler alınmalıdır.
- Havalandırma sistemleri yeterli düzeyde olmalıdır.
- İş makinelerinin bakımı düzenli olarak yapılmalıdır.
- İlk yardım eğitimi almış bir ekip ve ilkyardım malzemeleri bulundurulmalıdır.
- Hijyen ve temizlik şartları yeterli düzeyde olmalıdır.
- Elektrik kabloları ve elektrikle çalışan teçhizatların güvenliği sağlanmalıdır.

1. ÜNİTE

TEMEL MADEN KAVRAMLARI

KONULAR

1.1. MADEN TEKNOLOJİSİNDE KULLANILAN TERİMLER

1.2. MADEN VE ÜRETİMİ

NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- Maden teknolojisinde kullanılan terimleri
- Maden ve üretimi hakkında bilgileri

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Yer altı kaynakları denince aklınıza neler geliyor?
2. Ülkemizde maden kaynaklarıyla ilgili neler biliyorsunuz? Sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1.1. MADEN TEKNOLOJİSİNDE KULLANILAN TERİMLER

Her iş alanının kendine özgü terimleri vardır. Bu terimler o iş alanıyla ilgili temel bilgilerin daha anlaşılır olmasını sağlar. Madencilik alanına özgü de bir çok terim bulunmaktadır.

1.1.1. GENEL MADENCİLİK TERİMLERİ

Maden: Yer kabuğunun bazı bölgelerinde çeşitli iç ve dış doğal etkenlerle oluşan, ekonomik yönden değer taşıyan mineraldir.

Mineral: Normal sıcaklıkta doğada katı durumda birtakım maddelerle karışık veya birleşik olarak bulunan bir veya birden fazla elementin bir araya gelmesiyle oluşan yer kabuğunun doğal maddelerine denir.

Kayaç: Bir veya birden çok mineralden oluşan katı maddelerdir (granit gibi).

Cevher: Ekonomik değeri olan, bir veya birden çok minarele verilen isimdir. Her mineral cevher değildir.

Tenör: Cevherleri oluşturan değerli elementlerin yüzdelik oran (%) olarak ifade edilmesidir.

Rezerv: Henüz yatağından çıkarılmamış ve işlenmemiş olan maden cevherine verilen isimdir. Boyutları ve tenör oranı belirlenmiş, üretilebilir kesin cevher miktarına **görünür rezerv**; devamlılığı konusunda büyük risk taşıyan cevher kütlesine **muhtemel rezerv** denir. Boyutları hiçbir şekilde belirlenmemiş olan ve varlığı ancak jeolojik verilere göre tahmin edilen cevher kütlesine ise **mümkün rezerv** denir. Varlığı belirlenmiş ancak teknik veya ekonomik nedenlerle günün koşullarında çıkarılması olanaksız cevher kütlesine de **potansiyel rezerv** denir.

Kaynak: Ekonomik açıdan varlığı saptanan cevher kütlesidir.

Tuvanen: Maden ocağından çıkarılan fakat herhangi bir zenginleştirme işlemine tabi tutulmamış cevher, kömür veya kum ve çakıl karışımı malzemedir.

Mostra (Aflörman): Kazı yapılmadan cevherin yüzeyde gözlenebilen bölümüdür.

Zuhur: Ekonomik olarak işletilip işletilemeyeceği araştırılmamış ancak değerli mineral ve metallerin bulunma olasılığıdır.

Maden Yatağı: İşletilmesi mümkün cevher veya endüstriyel ham madde topluluğudur. İşletildiğinde gelir getirmeyen ve kapanma tehlikesi taşıyan maden yatağı **marjinal maden yatağı** olarak adlandırılır.

Pasa: Üretim sırasında cevherle birlikte çıkarılan, mevcut ekonomik ve teknik şartlara göre değerlendirilmesi mümkün olmayan atıktır.

Sondaj: Yer altındaki maddeleri ve maden yatağını tanımak için yapılan delme işlemidir. Derinliği birkaç bin metreye kadar yapılan sondaja **derin sondaj** denir (petrol aramaları gibi). Metalik madenlerin aranmasında ve kömür aramalarında kullanılan sondajlara **sığ sondaj** denir.

Karot: Sondaj işlemiyle yerin derinliklerinden yüzeye çıkarılan numunelerdir.

Damar: Değişken boyut ve kalınlığa sahip cevher kütlesidir. Damarın alt kısmında bulunan kayaca **taban taşı**, üst kısmındakine ise **tavan taşı** denir.

1.1.2. YER ÜSTÜ (AÇIK) MADENCİLİK TERİMLERİ

Dekapaj: Madeni üretebilmek için yer yüzeyinin kaldırılması işlemidir.

Basamak: İşletilmekte olan maden sahalarında madenin daha derin alanlarına inmek için oluşturulan kademelerdir.

Tumba: Dekapaj pasasının taşındığı bölgeden alt kısma doğru yapılan boşaltma işlemidir.

Nakliye Yolu: Yer altında ve yer üstünde işçilerin, maden ve malzemenin taşınmasında yararlanılan yollardır.

Görsel 1.1: Yer üstü madenciliğinden bir görünüm

1.1.3. YER ALTI (KAPALI) MADENCİLİK TERİMLERİ

Galeri: Maden üretimi yapmak veya maden aramak amacıyla yer altında açılan yer altı boşluğu ya da açıklığıdır.

Drenaj Havzası: Yer altındaki çalışmalar sırasında ortaya çıkan suları ocak dışına aktarmak amacıyla yapılan alandır.

Tünel: Yer altında bulunan düşük eğimli veya düz yoldur.

Desandre: Yer üstünden ya da yer altının herhangi bir katından aşağıya doğru belirli bir eğimde açılan galeridir.

Arın (Ayna): Galeri ve benzeri alanlarda kazı işlemlerinin yapıldığı yüzeydir.

Baca: Damar içinde açılmış galeridir. Bacanın iki ucundan biri kapalıysa buna **kör baca** denir.

Dolgu: Maden üretimi sırasında yer altında açılan boşlukların doldurulmasıdır.

Kat: Üretim ve taşıma işlemlerinin yapıldığı düzlemdir.

Nefeslik: Ocakta kirlenmiş olan havanın yer üstüne çıktığı galeridir.

Üretim Boşluğu: Yer altında yapılan üretimden sonra ortaya çıkan boşluklardır.

Cep: Galeri veya desandrelerde 1 veya 2 m uzunluğunda açılan boş alanlardır.

Görsel 1.2: Yer altı madenciliğinden bir görünüm

Madencilik Terimlerini Öğreniyoruz

Araç ve Gereç: Kalem, silgi.

Süre: 1 ders saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20488

Yönerge: Madencilikle ilgili öğrendiğiniz terimleri pekiştirmek için aşağıdaki bulmacayı örnekteki gibi çözünüz.

İşlem Basamakları:

1. Soruları, sıra arkadaşınızla birbirinize sorarak cevaplayınız.
2. Soruları cevaplamadan önce arkadaşınızın adını ilgili alana yazınız.
3. Her soru 10 puandır.
4. Etkinlik bittiğinde arkadaşınızın skorunu puan alanına yazınız.
5. Cevaplayamadığınız sorularda birbirinize ipucu verebilirsiniz.

Sorular:

1. Bir cevher içerisindeki herhangi bir elementin ağırlık cinsinden oranıdır.

2. İşlenmemiş maden cevherine verilen isimdir.

3. Yer üstünde veya yer altında herhangi bir kat galerisinden başlanarak aşağıya doğru belirli bir eğimde açılan galerilerdir.

4. Üretim ve nakliye işlerinin yapıldığı düzlemlerdir.

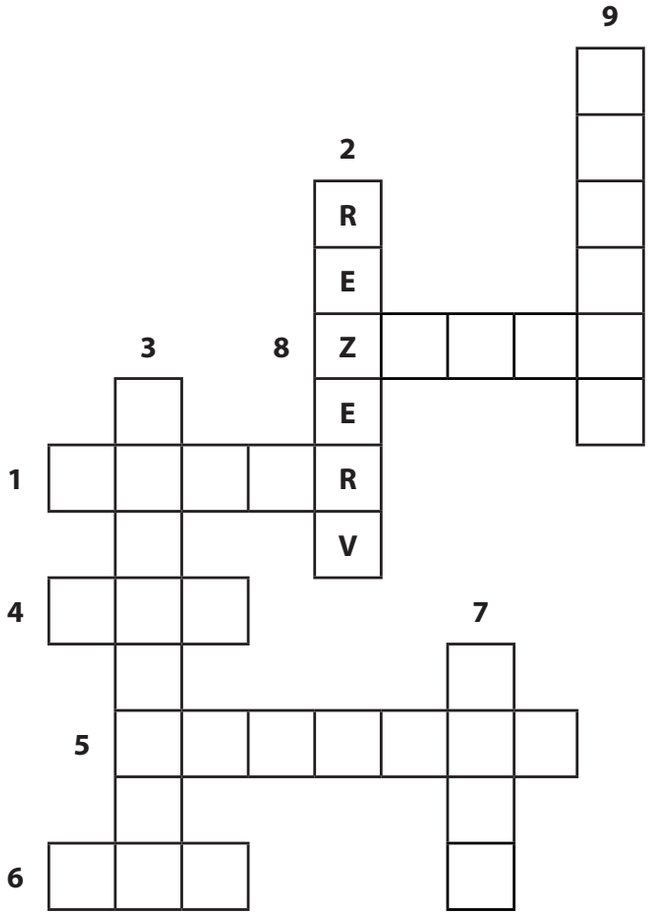
5. Madeni üretebilmek için kaldırılması gerekli olan örtü tabakasının alınması işlemidir.

6. Galeri ve desandrelerde 1-2 m uzunluğunda oluşturulmuş boşluklardır.

7. Damar içinde açılmış galerilerdir.

8. Bir maden yatağının bulunma olasılığıdır.

9. Üretim veya arama amacıyla sürülen yer altı açıklığıdır.



ADI: .....

PUAN: .....

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

1.1.4. CEVHERLEŞME TERİMLERİ

Cevher Zenginleştirme: Cevherden konsatre üretme işlemidir.

Konsantre: Cevherden faydalı minerallerin ayrıştırıldığı zenginleştirilmiş kısımdır.

Artık: Cevherdeki faydalı mineral veya elementler ayrıldıktan sonra atılan kısımdır.

Ufalama: Taş ve cevherlerin parçalanarak boyutlarının küçültülmesidir.

Kırma: Cevheri iri şekilde ufalama işlemidir.

Öğütme: Cevherin çok ince şekilde ufalanmasıdır.

Ayırma İşlemleri: Mineralleri zenginleştirilmek için kullanılan çeşitli yöntemlerdir.

Yüzdürme ve Batırma İle Ayırma: Farklı yoğunluktaki minerallerden daha yoğun olanlarını, ağır bir sıvıya batırarak hafif olanlarını yüzdürme yöntemidir.

Jiglerde Ayırma: Düşey hareketli bir sıvıda yoğun olan minerallerin çökelmesini, hafif olanların yüzeye doğru çıkışını sağlayan yöntemdir. Bu işlemi yapan makinelere **jig** denir.

Oluklarda Ayırma: Oluk şeklindeki bir yatak içerisine akıtılan sulandırılmış katı maddenin farklı yoğunluktaki minerallerden ayırma işlemidir.

Flotasyon: Üretilecek cevherin suya batmasıyla diğer malzemelerden ayrılması ve zenginleştirilmesi işlemidir.

Triyaj: İri taneli ufalanmış cevherde farklı ağırlıkta veya renkteki minerallerin mekanik olarak ayıklanmasıdır.

Çözeltme: Cevher bileşimindeki faydalı elementlerin sıvı bir alanda çözeltilmesidir.

Sıvı Ayrımı: Bulamaç ve çamurlarda sıvı kısmın katı olan kısımdan ayrılması işlemidir.

Flokülasyon: Sulu bulamaç içerisinde birbirinden ayrı duran ince taneciklerin bir araya getirilmesi işlemidir.

Sedimentasyon: Katı taneciklerin çözeltilerek koyu bulamaç hâline getirilmesi işlemidir.

Kurutma: Besleme malındaki ya da nihai üründeki suyun buharlaştırılmasıdır.

Aglomerasyon: Küçük tanelerin bir araya getirilerek sıkılaştırılması işlemidir.

Peletleme: Küçük tanelerin yuvarlanarak bir araya getirilmesiyle oluşturulan bir aglomerasyon işlemidir.

Sinterleme: Sıcaklık altında ince tanelerin bir araya getirilerek yapılan aglomerasyon oluşturma işlemidir.

Elevatör: Taneli malzeme taşınmasında kullanılan kepçeli bir sistemdir.

Bant Konveyör: İri veya ince taneli malzemenin taşınmasında kullanılan kauçuk malzemeden yapılmış nakliye sistemidir.

Silo: Madenin nakil araçlarına ulaştırılması, üretim alanında sürekli bir çalışmanın sağlanması ve madenin depolanması için kurulan kapalı tesistir.

1.1.5. MADENLERDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TERİMLERİ

Ateşleme: Kazı işlerinde deliklere doldurulmuş maddelerin patlatılmasıdır.

Ateşleyici: Patlayıcı madde kullanma yeterliliğine sahip kişidir.

Ayak: Madende iki galeri arasında cephe hâlinde üretim yapılan yerdir.

Baca: Maden içerisinden sürülen galeridir.

Baraj: Yer altında oluşan yangını, zararlı gazları, suyu ve diğer tehlikeleri önleyici settir.

Bür: Yer üstüyle bağlantısı olmayan kuyudur.

Cep: Galeride, vinç ve dip başlarında, varagelde, ara katlarda ve ızgaralarda çalışanların ve ateşleme görevlilerinin korunması için yapılan; tehlike anında serbestçe sığınabilecekleri yuvalardır.

Çatlak: Ana kütleden ayrılmış, her an düşebilecek parçadır.

Çatlak sökümü: Kazı işleri sırasında ana kitleden ayrılmış, düşebilecek durumdaki parçaların temizlenmesidir.

Freno: Varagel üzerinde taşımayı sağlayan sistemdir.

Grizu: Metanın havayla karışımıdır.

Kademe: Açık işletmelerde belirli aralık, kot ve eğimlerle meydana getirilen basamak şeklindeki çalışma yeridir.

Lağım: Patlayıcı maddeleri yerleştirmek için açılan deliktir.

Nefeslik: Ocak havalandırmasıdır.

Ocak: Açık maden işletmesi yapılan yerdir.

Sıkılama: Lağım deliklerine patlayıcı madde konulduktan sonra kalan boşluğun gereken biçimde doldurulmasıdır.

Topuk: İşletmelerde güvenlik için bırakılan maden kısımlarıdır.

Varagel: Dolu araç aşağı inerken boş aracın yukarı çıkmasını sağlayan taşıma yeridir.

Uluslararası madencilik terimlerini araştırınız. Bu terimleri anlamları ile birlikte renkli kâğıtlara yazarak sınıfınızdaki panoya asınız.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Madenlerin çıkarıldıktan sonra üretim süreci nasıl olabilir? Arkadaşlarınızla tartışınız.

1.2. MADEN VE ÜRETİMİ

Her madenin doğada oluşum süreci farklıdır. Bu farklılık o madenin çıkarılma ve üretim sürecini etkiler.

1.2.1. MADEN VE MADEN ÇEŞİTLERİ

Yer kabuğunun bazı bölgelerinde doğal süreçlerin etkisiyle yerin iç ve dış dinamiğine bağlı olaylar sonucu oluşan, ekonomik yönden değer taşıyan minerallere maden denir. Doğada bulunan tüm mineraller, maden olarak değerlendirilmez. Minerallerin maden değeri taşıması için ekonomik yönden belirli bir tenör oranına sahip olması gerekmektedir. Madenler, doğada nadiren saf hâlde bulunur. Yerkürede meydana gelen tektonik, volkanik ve metamorfik olaylar sonucunda kayaçların yapısında bazı değişiklikler meydana gelir. Kayaçları oluşturan minerallerin bu olaylardan etkilenmesiyle maden yatakları oluşur. Bu olaya cevherleşme denir. Madenler, yerin altından doğrudan çıkarılmaz. Genellikle cevher (filiz) hâlinde taş ve toprakla karışık olarak çıkarıldıktan sonra işlenip saflaştırılarak kullanıma hazır hâle getirilir.

Madenler; **metalik madenler** (demir, bakır, krom, uranyum, manganez, boksit, altın, çinko, alüminyum) (Görsel 1.3), **metal dışı madenler** (mermer, bor, zımpara, barit asbest, kükürt, sodyum, sülfat, fosfat ve süs taşları olan elmas, yakut ametist, opal vb.) (Görsel 1.4) ile **yakıt madenleri** (kömür, petrol vb.) olmak üzere gruplara ayrılır. Yakıt madenleri genellikle enerji kaynağı olarak kullanılır.

Görsel 1.3: Metalik madenlerden bazıları

Metal Olmayan (Ametal) Madenler

Görsel 1.4: Ametal madenlerden bazıları

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Ülkemizde demir madeni, 1937 yılında Divriği'de Maden Tetkik Arama (MTA) tarafından bulunmuştur. 1939 yılında Divriği Demir Madenleri İşletmesi kurularak maden işletme faaliyetlerine başlanmıştır.

Bilin Bakalım Hangi Maden?

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt, makas.

Süre: 40’ dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20490

Yönerge: Aşağıda verilen işlem basamaklarını uygulanız.

1. İki gruba ayrılarak belirlenen sayı kadar maden çeşidi araştırınız.
2. Madenlere ait en bilinen özelliklerden üç veya dört tanesi, tabu kartlarının üzerine örnekteki gibi (yasaklı kelimeler olarak) yazınız.
3. Hangi maden olduğu kartın alt kısmına yazınız.
4. Kelimeyi anlatacak kişi, kartları eline aldığı anda süre başlar.
5. Kelime anlatılırken yasaklı sözcükler kullanılamaz.
6. Bunun için karşı takımdan biri, karta bakarak yasaklı kelimenin kullanılıp kullanılmadığını kontrol eder.
7. Oluşturulan tabu kartlarında yer alan yasaklı kelimeler kullanılmadan madenlerin neler olduğu karşı gruba anlatılmaya çalışılır.
8. Doğru bilinen her cevap takıma puan kazandırır.

Örnek Uygulama

Yasaklı kelimeler	Doğru cevap
Ametal Siyah Zonguldak Yakıt	Kömür

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu’nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

1.2.2. MADENCİLİĞİN TARİHÇESİ

Madencilik, uygarlığın gelişimine paralel olarak ilerlemiştir. İlk uygarlıklar madenciliğin gelişmesine öncülük etmiştir. İlk insan topluluklarının yeryüzünde var olma mücadelesinde taştan aletler önemli bir yer tutmuştur. Bazı taşlar işlendiğinde bıçak, mızrak, ok ucu gibi av aletlerine dönüştürülürken bazıları barınak ve kap yapımında kullanılmıştır. Alet yapımında kullanılan **obsidiyen** gibi taşların ticaretinin yapıldığı da bilinmektedir. Böylece ihtiyaç duyulan taşların çıkarıldığı alanlar, tarih öncesi taş ocaklarına dönüşmüştür. MÖ 5000’li yıllarda, bakırın alet yapımında kullanılmaya başlanmasından önceki dönem **Taş Çağı** olarak da adlandırılmaktadır (Görsel 1.5).

Görsel 1.5: Tarih öncesi devirlerde madencilikte kullanılan bazı araç gereç

Taş Çağı'nın alt bölümleri olan Paleolitik ve Neolitik Çağlar taş işleme teknolojisindeki gelişmeyi yansıtmaktadır. Bu çağlarda açık taş madenciliğine yaygın olarak rastlanır. Bununla birlikte yaklaşık 43 bin yıl önce Afrika'da hematit çıkarılan bir mağarada yer altı madenciliğinin ilk izleri bulunmuştur. Bu çağlardaki maden sahaları, sanılandan çok geniş alanlar kaplayabilmektedir. Örneğin Neolitik Çağ'da Belçika'da Mons şehri yakınlarındaki bir çakmak taşı madeni, 100 hektar alana yayılmıştır. Bu maden sahası, açık madencilikten kuyu tipi kapalı madenciliğe geçişin bir örneği olması açısından da önemlidir. Dolayısıyla tarih öncesi maden, büyük ölçekli madenciliğin ilk örneklerinden birini oluşturmaktadır.

Neolitik Çağ'da çakmak taşı dışında aşı boyası (toprak boyası), kehribar ve tuz önemli ticaret mallarıydı. Bunlara ek olarak altının kullanımına ilişkin ilk bulgular da Neolitik Çağ'ı (yaklaşık 8000 yıl önceyi) işaret etmektedir.

Eski çağda insanlar; ilgilerini çeken mineral, metal ve kayaları süs eşyası, takı ve alet yapımında kullanmaya başlamıştır. Bakırın alet yapımında kullanılmaya başlanması MÖ 5000 ile 3200 yılları arasına rastlamaktadır. Bakır ve taş aletlerin birlikte kullanıldığı bu dönem **Kalkolitik Çağ** olarak adlandırılmıştır. Zaman içerisinde insanlar, bazı metalik madenleri çeşitli alaşımların yapımında kullanmayı öğrenmişlerdir. Bakır ve kalayın karışımıyla keşfedilmiş olan bronz (tunç), Anadolu ve Mezopotamya'da MÖ 3200 ile 1100 yılları arasında sürmüş olan yeni bir çağı başlatmıştır. Böylece bakıra ek olarak kalay madenleri de madencilik tarihinde ilkler arasındaki yerini almıştır.

Demirin keşfedilmesi MÖ 1100'lü yıllardan itibaren alet yapımında yaygın olarak kullanılmasıyla Anadolu ve Mezopotamya'da Demir Çağı başlamıştır. Demir, bronza göre daha sert olduğu için savaş aleti yapımında tercih edilmiştir. Bu durum demir madenciliğinin önem kazanmasını sağlamıştır. Madencilik faaliyetleri zamanla gelişmiştir. Örneğin MÖ 4 ve 5. yüzyıllarda Atina yakınlarında gümüş içeren kurşunun çıkarılması için 2000'den fazla kuyu açılmıştır. Roma Dönemi'nde madencilik faaliyetleri; İspanya ve Britanya'da sürdürülmüştür. Bu madencilik faaliyerleri sırasında MS 100'lü yıllarda bugünkü Birleşik Krallık'ta kömür kullanıldığına dair bulgular ortaya çıkmıştır.

MS 1000'li yıllarda Çin'de metal cevherlerini işlemede yüksek fırınlar kullanılmıştır. Yüksek fırın teknolojisi, madenciliğe önemli bir ivme kazandırmıştır. Bu teknoloji, Avrupa'da Çin'den yaklaşık 500 yıl sonra kullanılmaya başlanmıştır.

Marco Polo (Marko Polo)'nun 13. yüzyılın sonlarında Uzak Doğu'ya yaptığı gezide Çinlilerin kömürü (yanan siyah taşı) kullandıkları anlaşılmaktadır. Coğrafi Keşifler'in ardından 1600'lü yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nin doğusunda demir, kömür, kurşun ve altın madenciliği başlamıştır. 1780 yılında Sanayi Devrimi ile birlikte madencilikte modern makineler kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler; madencilikte tavan çökmelerini engellemek, galerilerdeki suyu boşaltmak, maden ocağını havalandırmak ve aydınlatmak açısından önemlidir. Bu durum, sert kayaların kırılması ve madenlerin yüzeye çıkarılmasıyla ilgili teknolojilerin geliştirilmesini de beraberinde getirmiştir. Madencilikte en önemli dönüm noktalarından biri, dinamitin bulunmasıdır (1867). Tüm bu gelişmeler, açık ve kapalı madenciliğin yaygınlaşmasını sağlamıştır.

Çeşitlenen sanayi kolları, madenlere olan ihtiyacı artırmıştır. Uzay teknolojisindeki, ulaşım ve iletişimdeki ilerleme; madenciliğin farklı alanlarda da ilerlemesini sağlamıştır. Jeoloji ve maden mühendisliği alanlarındaki bilimsel ilerlemeler, madenlerin keşfini ve çıkarılmasını kolaylaştırmıştır. Sondaj teknolojilerindeki gelişmeler, derinlerdeki kaynakların keşfinde ve çıkarılmasında önemli bir etken olmuştur.

SIRA SİZDE

Madenlerin günlük yaşamdaki kullanım alanlarını araştırınız.

Maden ve İnsan

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt, pinpon topu.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20493

Madenciliğin ortaya çıkmasının ve gelişmesinin insanların yaşamını nasıl etkilediğini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak "Dünden Bugüne Maden ve İnsan" adlı kısa bir senaryo yazınız. Yazacağınız senaryoda madencilik tarihinde önemli dönüm noktalarına dikkat çekiniz. Yazdığınız metne uygun rolleri belirleyiniz. Gruplara ayrılarak sırasıyla rolünüze uygun replikleri, eğitsel drama tekniğiyle canlandırınız. Etkinliğe başlarken istediğiniz bir maden isminden yaka kartı hazırlayıp yakanıza takınız. Sınıfta uygun bir alan oluşturunuz.

Görsel 1.6: Tarih öncesi devirlerde madencilik

Yönerge: Etkinliğe başlarken öğretmen eline bir pinpon topu alır, senaryodaki ilk repliği söyler ve topu istediği öğrenciye atarak konu ile ilgili başka bir repliği söylemesini ister. Topu alan öğrenci, görevini tamamladıktan sonra topu bir başkasına atar. Konu pekiştirilene kadar oyun bu şekilde devam ettirilir. Bu çalışma sınıfta, bahçede veya atölyede uygulanabilir. Çalışmalar sırasında özel bir mekân veya aksesuara ihtiyaç yoktur. Drama çalışmasında öğrencinin ne söyleyeceği değil neyi, nasıl söyleyeceği anlam taşır. Öğrenci, doğaçlama yapmakta tamamen özgürdür.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

1.2.3. TÜRKİYE'DEKİ ÖNEMLİ MADEN KAYNAKLARI

Türkiye, maden çeşitliliği bakımından zengin bir ülkedir. Bu zenginliğin nedenleri; Türkiye'de farklı jeolojik zamanlara ait arazilerin bulunması, bu arazilerin tektonik, volkanik ve metamorfik olaylara uğraması sonucu belirli madenlerin bir araya gelerek toplanmasıdır. Türkiye bor başta olmak üzere endüstriyel madenler, bazı metalik madenler, linyit gibi kaynakların yaygın olduğu bir ülkedir. (Görsel 1.7). Ülkemizde bulunan başlıca maden kaynakları ve bu madenlerin çıkarıldığı yerler şunlardır:

Görsel 1.7: Türkiye'de çıkarılan bazı madenler

Harita 1.1: Türkiye maden haritası

1.2.3.1. Krom: Daha çok madeni eşya üretiminde kullanılan krom, paslanmayan bir madendir. Ayrıca krom, dış ticarette satışı en çok olan madenlerden biridir. Türkiye, krom rezervleri bakımından dünyada beşinci sırada yer alır. Krom cevheri, endüstriyel eşya yapımı dışında çelik ürün üretiminde kullanılır. Çıkarıldığı yerler; Elazığ (Guleman), Muğla (Fethiye, Köyceğiz), Bursa, Eskişehir, Kayseri, Adana, Mersin, İskenderun, K. Maraş, Erzurum, Kop Dağı ve Aladağlar'dır.

1.2.3.2. Demir: Sanayi alanının en temel madeni demirdir. Hemen hemen her alanda kullanılan demirin çıkarıldığı yerler; Sivas (Divriği, Gürün), Malatya (Hekimhan, Hasan Çelebi) Sakarya (Çamdağı), Balıkesir (Edremit, Havran, Eymir, Ayvalık, Aya), İzmir (Torbalı), Kütahya (Simav) Hatay (Kırıkhan, Payas) Bingöl, Kahramanmaraş, Düzce, Kayseri'dir. Doğu Anadolu Bölgesi demir madeni varlığı bakımından Türkiye'de ilk sıradadır.

1.2.3.3. Bakır: Çinko ve kurşun maden yataklarının bulunduğu yerlerde genellikle bakır maden yatakları da bulunur. Bakır genel olarak elektrik sanayisinde, kablo üretiminde kullanılır. Ayrıca mutfakta kullanılan malzemelerde de bakır sıkça kullanılan bir madendir. Artvin (Murgul), ve Kastamonu (Küre) bakırın çıkarıldığı yerlerdir.

1.2.3.4. Alüminyum (Boksit): Boksit, alüminyumun ham maddesidir. Uçak ve silah sanayisinde önemlidir. Boksitin çıkarıldığı yerler; Antalya (Akseki), Konya (Seydişehir), Muğla (Milas), Mersin ve Zonguldak'tır.

1.2.3.5. Mermer: Afyon şehri ile bütünleşmiş olan mermer, genel olarak inşaat sektöründe, yapılarda kullanılan bir malzemedir. En fazla Afyon civarında çıkarılan mermer; Bilecik, Gemlik ve Bandırma'da da çıkarılmaktadır.

1.2.3.6. Manganez: Çelik üretiminde kullanılır. Manganezin çıkarıldığı yerler; Kayseri (Deveci), Zonguldak (Ereğli), Adana (Ceyhan), Denizli, Kastamonu ve Artvin'dir.

1.2.3.7. Kurşun ve Çinko: Bu madenler genelde bir arada bulunur. Çinko elektrik ve otomotiv sanayinde, kurşun ise akü imalatı ve haberleşme kablolarının izolasyonunda kullanılır. Kurşun ve çinkonun çıkarıldığı yerler; Rize (Çayeli), Artvin (Murgul), Kütahya (Emet), Elazığ (Keban)'dır.

1.2.3.8. Feldispat: Seramik, fayans, kaynak ve boya sanayinde kullanılır. Feldispatın çıkarıldığı yerler; Manisa (Demirci), Kütahya (Simav), Aydın (Çine), Yozgat ve Kırşehir'dir.

1.2.3.9. Asbest: Isıya karşı dayanıklı olması sebebiyle pek çok sanayi alanında kullanılır. Asbestin çıkarıldığı yerler; Balıkesir, İskenderun, Eskişehir, Amasya ve Sivas'tır.

1.2.3.10. Linyit: Türkiye, linyit rezervleri açısından zengin bir ülkedir. Hemen hemen her bölgede linyit yataklarına rastlanmaktadır. Başlıca linyit havzaları; Kahramanmaraş (Elbistan, Afşin), Ankara (Beypazarı, Nallıhan), Manisa (Soma), Eskişehir (Alpu), Konya (Beyşehir), Sivas (Kangal), Erzurum (Aşkale), Bolu (Mengen), Muğla (Yatağan), Kütahya (Tavşanlı, Seyitömer), Adana (Tufanbeyli), Tekirdağ (Malkara, Saray) şeklinde sıralanabilir.

1.2.3.11. Bor: Plastik malzeme yapımı ve deterjan sanayisinden jet yakıtlarına kadar çok geniş kullanım alanına sahiptir. Türkiye, bor rezervinde dünyada ilk sıradadır. Borun çıkarıldığı yerler; Kütahya (Kırka), Balıkesir (Bigadiç, Susurluk), Bursa'dır (Kestelek).

SIRA SİZDE

Türkiye'de çıkarılan madenlerin ülke ekonomisine katkıları nelerdir? Araştırınız.

Türkiye'nin Maden Kaynakları

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20495

Yönerge: Türkiye'de çıkarılan önemli madenleri ve bu madenlerin özellikleri ile ilgili bilgilerden yola çıkarak aşağıdaki işlem basamaklarını uygulayınız. Her grup, eşit sayıda maden ve bu madenlere ait özeliklerin yer aldığı örnekteki gibi birer poster hazırlayarak hazırlanan materyalin sunumunu gerçekleştirecektir.

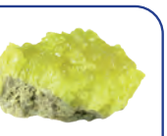
İşlem basamakaları:

1. Dört grup oluşturunuz.
2. Etkinliğe başlarken her grup kendine bir maden ismi seçerek gruba bu ismi verebilir: Altın grubu, Demir grubu vb.
3. Her posterin bir ismi olmalıdır.
4. Poster, net bir mesaj içermelidir.
5. Görsel açıdan zengin olmalıdır.
6. Posterdeki yazılar, 1-2 metre uzaktan net olarak okunabilmelidir.
7. Posterde detaylardan ziyade önemli noktalara değinilmelidir.
8. Hazırladığınız posteri sınıfınıza sununuz.

Örnek Uygulama

Kömür
Metal dışı bir madendir.

Bor
Dünya bor rezervinin çok büyük bir kısmını Türkiye karşılamaktadır.



Kükürt
İlaç sanayinde kullanılmaktadır.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

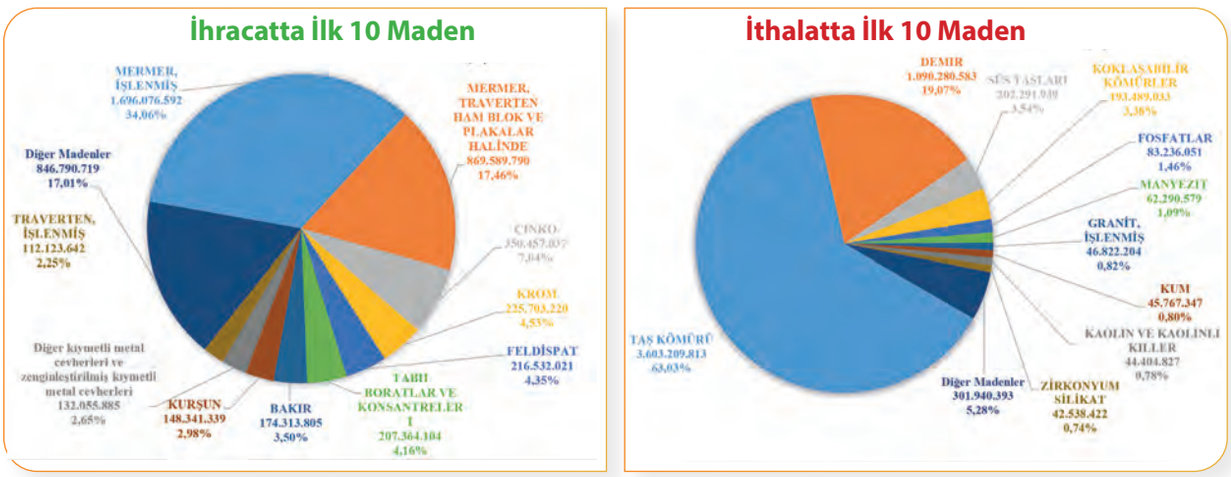
1.2.4. TÜRKİYE'DEKİ MADEN KAYNAKLARININ EKONOMİK VE JEOPOLİTİK YÖNDEN DÜNYADAKİ YERİ VE ÖNEMİ

Türkiye, dünyada toplam maden üretim değeri açısından 132 ülke arasında 28'inci sırada yer alırken maden çeşitliliği açısından 10'uncu sırada bulunmaktadır. Dünyada üretimi ve ticareti yapılan 90 çeşit maden ve mineral bulunmaktadır. Ülkemizde bu madenlerden 13'ünün ekonomik ölçekteki varlığı henüz saptanamamıştır. Ülkemiz, 50 çeşit madende kısmen yeterli kaynaklara sahiptir. Ancak 27 maden ve mineralin günümüzde bilinen rezervleri ve kaliteleri ekonomik madencilik için henüz yeterli seviyede değildir. Türkiye, maden kaynakları ve çeşitliliği bakımından kendi kendine kısmen yeterli olan ülkeler arasında yer almaktadır. Başta sanayi alanında kullanılan madenler ve bazı metalik madenler ile linyit gibi enerji ham maddeleri açısından zengin bir ülkedir. Dünya endüstriyel ham madde rezervlerinin %2,5'i, kömür rezervlerinin %1'i, jeotermal kaynak potansiyelinin %0,8'i, mermer rezervlerinin %33'ü ve metalik maden rezervlerinin %0,4'ü ülkemizde bulunmaktadır.

Ülkemizde değerli madenler arasında ilk sırada bulunan bor, dünya rezervlerinin %73'ünü oluşturmaktadır. Bor madeninin kullanım alanlarının gün geçtikçe çeşitlenmesi ve faklı sektörlerde bor madenine olan talebin artması, ülkemiz açısından olumlu bir durum yaratmaktadır.

Türkiye'nin maden ihracatında öne çıkan ülkeler; Çin, ABD, Hindistan, İspanya, Belçika, İsrail,

İtalya, Suudi Arabistan, Bulgaristan ve BAE'dir. Maden ithalatında öne çıkan ülkeler ise Rusya, ABD, Kolombiya, Avustralya, Brezilya, Kanada, Hindistan, Güney Afrika Cumhuriyeti, İsveç ve Çin'dir (Grafik 1.1). Son yıllarda küreselleşmenin etkisiyle meydana gelen sanayideki gelişmeler, maden kaynaklarıyla ilgili yeni durumları gündeme getirmiştir. Önceki yıllarda kaynaklar, rahatlıkla ve yeterli şekilde temin edilebilirken sonraki dönemlerde millîleştirme ve değişen pazar politikaları, rekabet, artan talep gibi sebeplerle yetersiz hâle gelmiştir. Bu koşullarda farklı maden kaynaklarına sahip olmak, ülkeler için bir avantajdır. Gelişmiş ülkelerin dış politikalarını yer altı kaynaklarına göre şekillendirdiği gözlenmektedir. Özellikle gelişmiş ülkeler, maden kaynakları açısından zengin diğer ülkelerle olan ticari ilişkilerini bu yönde güçlendirmektedir. Belçika, Hollanda, Almanya, Fransa, İngiltere, Yunanistan gibi Avrupa ülkelerinin yanı sıra ABD, Kanada, Rusya, Çin ve daha birçok ülke sahip olduğu önemli maden kaynaklarından dolayı Türkiye'ye yönelik yatırımlarına ivme kazandırmıştır.



Grafik 1.1: 2019 yılına ait maden ihracat ve ithalat grafikleri

Türkiye'nin Maden İhracatı ve İthalatı

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20496

Yönerge: Türkiye'de maden rezervlerinin önemini ve Türkiye'nin dünya ekonomisindeki yeri ile ilgili edindiğiniz bilgilerden yola çıkarak Türkiye'de madenlerin dünyada tanıtılması ve Türkiye'de maden ihracatının artması için yapılması gerekenleri beyin fırtınası yöntemiyle tartışınız.

İşlem basamakları:

1. Bir moderatör belirleyiniz.
2. Konu ile ilgili ön bilgiler sununuz.
3. Çözüm aradığınız konu veya problemi tanımlayınız.
4. Olabildiğince çok fikir üretiniz
5. Başlangıçta herkese kendi fikirlerini not almaları için kısa bir süre veriniz.
6. Herkese eşit ve adaletli söz hakkı veriniz.
7. Söz sırasını, oturma düzenine göre değil, istekli olma durumuna göre veriniz.
8. Her fikri atlamadan yazınız.
9. Fikir üretimini çeşitli sorularla teşvik ediniz.

Etkinlik sonunda ortak fikirlerden yola çıkarak dört gruba ayrılınız. Oluşturduğunuz gruplarda konuyla ilgili bir slogan yazarak yazdığınız sloganı diğer gruplarla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

1.2.5. TÜRKİYE'DE MADENCİLİK VE GÜNÜMÜZ MADENCİLİĞİ

Eski çağlardan bu yana madencilik insanoğlunun yaşamına yön veren alanlardan biridir. Uygarlığın beşiği olan Anadolu'da yapılan kazılar ve çeşitli çalışmalar da bunu destekler niteliktedir. Örneğin tarihte ilk altın paranın Anadolu'da Lidyalılar tarafından basıldığı bilinmektedir. Bunun çok daha öncesinde, henüz MÖ 7000'lerde, Anadolu'da madenler ergitilip işlenmiştir. Milattan önceki yıllarda Ergani bakır yatağını Fenikeliler, Asurlular ve Cenevizliler; Murgul bakır yatağını yine Cenevizliler işletmişlerdir. İlk çağlarda Marmara Adası'ndan mermer çıkarılarak heykeller yapılmıştır.

Maden çeşitliliği açısından zengin olan ülkemizde madenlerin çıkarılması, işlenmesi ve kullanılabilir hâle gelmesi için uygulanan politikalar her dönemde farklılık göstermektedir. Osmanlı İmparatorluğu'nun ilk dönemlerinde madencilik devlet katkısı ile desteklenmiş, maden aramalarına önem verilmiştir. Bu girişimler sayesinde 1815 yılında Bandırma yakınlarında bor, 1829 yılında Zonguldak'ta taş kömürü, 1848 yılında Bursa-Harmancık'ta krom bulunmuştur. Osmanlı Devleti'nin son dönemlerinde yabancı sermayenin ülke toprakları üzerindeki etkisi artmıştır. Bu dönemde maden yataklarının büyük kısmı, yabancı şirketler tarafından işletilmektedir. Cumhuriyetin kurulmasıyla bine yakın madenin imtiyazı (arama ve işletme ruhsatı) yabancı kişi ve kurumlardan geri alınarak devletleştirilmiştir. Cumhuriyet'in ilanından sonra madencilik sektörünün gelişimi için önemli adımlar atılmıştır (Görsel 1.8-1.9). 1923 yılında İzmir İktisat Kongresi'nde alınan kararlar ışığında, özel kesimin finansmanını karşılamak üzere İş Bankası ve Türkiye Sanayi ve Maadin Bankası kurulmuştur.

Görsel 1.8: Atatürk, Ergani bakır madeni ocağının açılışında, Diyarbakır

Devletin madencilik sektörüne öncülük etmesi amacıyla madenlerimizin daha rasyonel bir şekilde aranması, bulunanların rezerv ve kalitelerinin tespit edilmesi, ekonomiye kazandırılması için 1935 yılında Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA); bulunan madenlerin işletilmesini sağlamak amacıyla aynı yıl Eti bank, 1940 yılında da Ereğli Kömür İşletmesi Müessesesi (EKİ) kurulmuştur. 1954 yılında MTA'dan alınan çalışan, ekipman ve dokümanlarla Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO) kurularak devlet adına petrol arama, üretim ve arıtma görevlerine başlamıştır. Aynı yıl madenleri özel girişimin arama ve işletmesine açan, özel ve kamu girişimine eşit davranılmasını ilke edinen 6309 sayılı Maden Kanunu yürürlüğe konmuştur. 1957 yılında Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu

Görsel 1.9: Atatürk, Ergani bakır madeni ocağının açılışında, Diyarbakır

oluşturulmuş, taş kömürü ve linyit üretim görevi bu kuruma verilmiştir. 1961 Anayasası'nın 130. maddesi ile doğal kaynaklarımız, anayasa güvencesi altına alınmış; 1963 yılında enerji ve madencilik ile ilgili politikaları oluşturmak, uygulamaları denetlemek ve yönlendirmek amacıyla Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı kurulmuştur. 1983 yılında Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) kurulmuş ve taş kömürü üretimi TKİ'den alınarak bu kuruma devredilmiştir. Tüm bu girişimler sayesinde ülkemiz toprakları üzerinde maden arama çalışmaları hız kazanarak devam etmektedir.

Ülkemiz, hem önemli maden yataklarına sahip olması hem de maden çeşitliği bakımından zengin bir ülke olması nedeniyle kendi kendine yetebilecek durumdadır. Bu durum maden çeşitliliği, maden rezervleri ve madenlerin kullanım alanları ile ilgili farklı sektörler arasında önemli bir yer teşkil etmektedir. Günümüzde dünyada ticareti yapılan 90 çeşit madenden sadece 13'ünün Türkiye'de varlığı henüz saptanmamıştır. Ülkemizde 60 civarında farklı madenin üretimi yapılmaktadır. Ancak var olan maden yataklarının birçoğunda, en azından bugün için, bilinen rezerv miktarları ile cevher kaliteleri ekonomik işletmecilik için yeterli ya da uygun değildir. Özellikle, enerji ham maddeleri açısından Türkiye'nin zengin olduğunu söyleyebilmek zordur. Türkiye'nin maden potansiyeli genel olarak "çeşitlilik açısından zengin, ancak birkaç örnek dışında dünya ölçeğinde rezervleri sınırlı" olarak tanımlanmaktadır. Türkiye'nin kendine yeten ve dış satıma konu olan endüstriyel ham maddeleri; mermer, doğal taşlar, bor tuzları, feldspat, çimento hammaddeleri, perlit, pomza, sodyum sülfat, sölestin, kaya tuzu, barit, manyezit, kaolin, lüle taşı, dolomit, jips, kuvars kumu, bentonit, zımpara, pirofillit, kalsit gibi madenlerdir. Madencilik sektörü açısından bakıldığında ülkemizin şu andaki üretimi, tümüyle kendi endüstri kuruluşlarımızın gereksinimine yönelik değildir. Bir kısmı ham olarak ya da yarı işlenmiş hâlde yurt dışına satılmaktadır. Ülkemizin en önemli sorunlarından biri ihracatı yapılan madenlerin hammadde olarak satılmasıdır. Türkiye'nin maden açısından zengin bir ülke olarak nitelendirildiği düşünüldüğünde sektörün ihracattaki payı henüz yeterli düzeyde değildir.

Türkiye'de Maden Sektörü

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20500

Yönerge: Ülkemizde madencilik sektöründe yaşanan temel problemleri araştırınız. Dört gruba ayrılarak ülkemizin madencilik sektörüyle ilgili içinde bulunduğu durumu SWOT analiz tekniği ile değerlendiriniz. Edindiğiniz bilgileri sunu hâline getirip sınıfınızla paylaşınız.

SWOT (Svot) analizi, bir çok farklı alanda kullanılan bir yöntemdir. Analiz edilecek (konu, durum, kişi, kurum vb.) güçlü ve zayıf yönleri belirlenir. Dış çevreden kaynaklanan tehdit ve fırsatları tespit edilip bunlara karşı önlem almak için kullanılır. Dolayısıyla SWOT analizi ile bir durumun; güçlü yönleri, zayıf yönleri, fırsatları ve tehditleri analiz edilir. SWOT kelimesi İngilizce bir kelimedir ve açılımı aşağıdaki gibidir.

S: Strenghts [Sitrenks (Güçlü Yönler)]: Durumun güçlü veya üstün olduğu yönlerin tespit edilmesidir.

W: Weakness [Viknıs (Zayıf Yönler)]: Durumun güçsüz veya zayıf olduğu yönlerin tespit edilmesidir.

O: Opportunities [Apotuniti (Fırsatlar)]: Durumun sahip olduğu fırsatlardır.

T: Threats [Trets (Tehtidler)]: Durumun karşı karşıya olduğu tehdit ve tehlikelerdir.

Örnek Uygulama

Güçlü Yönler
- Maden çeşitliliğinin fazla olması

Zayıf Yönler
- Madenlerin ham madde olarak satılması

Fırsatlar
- Bor rezervinde dünya birincisi olması

Tehditler
- Konum olarak stratejik bir bölgede bulunması

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

1.2.6. MADENLERİN YATAKLANMA ÇEŞİTLERİ

Madenlerin yataklanma şeklileri; düzenli yataklar, yarı düzenli yataklar ve düzensiz yataklar olmak üzere üç gruba ayrılır.

1.2.6.1. Düzenli Maden Yatakları

Nispeten düzenli bir genişliğe, uzunluğa ve kalınlığa sahip olan ve geometrik olarak takip edilmesi kolay maden yataklarıdır. Kendi içinde dört gruba ayrılır.

Katman Şekilli Yataklar: Cevher katmanları, yan kayacın tabakalanma yüzeylerine paralel veya yarı paralel gelişen yataklara **katman şekilli yataklar** denir. Kalınlığı diğer yataklara göre daha az olan yataklardır. Özellikle sedimanter yataklarda ve Güney Afrika Bushveld (Bışveld) bölgesindeki gibi kromit yataklarında gözlenir. Cevherin oluşumu, yan kayaçla eş zamana denk gelir.

Katmansı Yataklar: Görünüş olarak katman yataklara benzeyen ancak oluşum açısından katman yataklardan farklı olan yataklara **katmansı yataklar** denir. Bu maden yataklarının oluşumu epijenetiktir (art oluşumlu). Yan kayacın tabakalanmasına paralel veya yarı paralel olarak gelişir. Özellikle metamorfik alanlarda, şist-mermer yapılarında gözlenen antimonit ve zinober yatakları katmansı bir yapı oluşturur.

Damar Şekilli Yataklar: Yan kayacı keserek bulundukları ortama yerleşmiş olan kalınlığı az, iki yüzeyi birbirine yakın yataklara **damar şekilli yataklar** denir. Bu yataklarda damarlar, aynı özellikte devam etmez; bazı bölgelerde geniş bazı bölgelerde ise çok daha dar olabilir. Bu olaya **damarlarda şişme ve daralma** denir.

Mercek Şekilli Yataklar: Boyutları değişken olan ve farklı yönlere doğru ilerleyebilen, bazı sahalarda incelme gösteren bazılarında ise son bulan yataklara **mercek şekilli yataklar** denir.

1.2.6.2. Yarı Düzenli Maden Yatakları

Düzenli yataklara göre oluşumları süreklilik göstermeyen ancak belirli uzunluk, genişlik ve kalınlığa sahip ve geometrik olarak takip edilmesi kolay olan maden yataklarıdır. Yatay kesitleri oval olan, derine doğru darlaşan ve dolgusu genellikle breşlenmiş (köşeli) olan yataklanma şekillerine **pipolar yatak** denir. Yatay kesitleri dairesel olan ve derine dalan tüpler hâlindeki yataklara **baca şekilli yatak** denir.

1.2.6.3. Düzensiz Maden Yatakları

Cevher oluşumunun süreklilik göstermediği, belirli bir geometri takip etmeyen, değişken şekillerde gelişebilen yataklardır. Düzensiz maden yatakları üç gruba ayrılır.

Yığın Şekilli Yataklar: Sınırları girintili çıkıntılı olan ve geometrik şekil göstermeyen her türlü cevher katmanına **yığın şekilli yataklar** denir. **Stok** olarak da bilinir. Bu tür oluşumlara metasomatik yataklarda ve karstik arazilerde rastlanır. Bazik ve ultrabazik kayaçlar içerisinde gelişen bazı yataklar da yığın şeklindedir.

Ağsal Yataklar: Maden cevherinin yan kayaç içerisinde dağılarak birbirini kesen çok ince damarcıklar hâlinde bulunduğu yataklara **ağsal yataklar** denir. Çoğu zaman damarcıklar birleşerek kalınlaşır. Bazı durumlarda bu ağsal damarcıklar, kayaç içindeki ana kırık sistemlerine paralel veya yarı paralel olarak gelişmiş olabilir.

Saçınımlı Yataklar: Cevher minerallerinin yan kayaç içerisinde dağılmış olarak bulunmasıyla oluşan yataklara **saçınımlı yataklar** denir. Saçınımlı durumda olan her cevher tanesi **inklüzyon** olarak adlandırılır. İnklüzyonların veya saçınımların yer yer bir araya toplanmasıyla merceğimsi kütleler oluşur. Bunlara da **giliyren** adı verilir.

SIRA SİZDE

Türkiye'de madenlerin yataklanma şekillerini ve nedenlerini araştırınız. Edindiğiniz bilgilerden yola çıkarak görsel bir sunum hazırlayınız.

1.2.7. MADENLERİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Madenlerin doğadan çıkarılıp kullanıma hazır hâle getirilmesi, yer üstü ve yer altı madenciliği yöntemleri kullanılarak iki şekilde gerçekleştirilmektedir.

1.2.7.1. Yer Üstü (Açık Ocak) Madenciliği

Cevherin yer yüzeyine yakın bulunduğu alanlarda, gerektiğinde maden üzerindeki örtü tabakasının (pasa) alınarak madenin ekonomik şekilde çıkarılması için uygulanan üretim şeklidir (Görsel 1.10). Dünya maden üretiminin yaklaşık %70'i açık işletmecilik yöntemiyle yapılmaktadır. Metalik cevherlerin yarısı, kömürün üçte biri ve metal dışı yapı malzemelerinin tamamı açık ocak işletmeciliği ile üretilmektedir. Yüzeye yakın olan cevherin yayılımı ve boyutu, açık ocak madenciliğinin de kendi içinde çeşitlenmesine neden olmuştur. Günümüzde işletilmekte olan maden ocaklarından yer üstü madenciliğinin en sık uygulandığı yerler şunlardır:

- Yatay cevher yatağına sahip linyit, kömür ocakları
- Eğimli veya dik dalımlı cevher yatağına sahip metalik maden ocakları
- Yüzeye yakın, yamaçta oluşmuş cevher yatağına sahip endüstriyel hammadde ve doğal taş maden ocakları

Açık İşletmenin Avantajları

- Maden yatağındaki faydalı mineralin tamamına yakını çıkarılabilmektedir.
- Maliyet, yer altına kıyasla daha düşüktür.
- Üretim istenen zamanda artırılabilir veya azaltılabilir.
- Yer altında karşılaşılan zorluk ve tehlikelerin büyük bir kısmı ortadan kalkmaktadır.
- Havalandırma sorunu yoktur.
- İş kazaları çok azdır.
- Maden ocağının kontrolü kolaylıkla yapılabilir.

Açık İşletmenin Dezavantajları

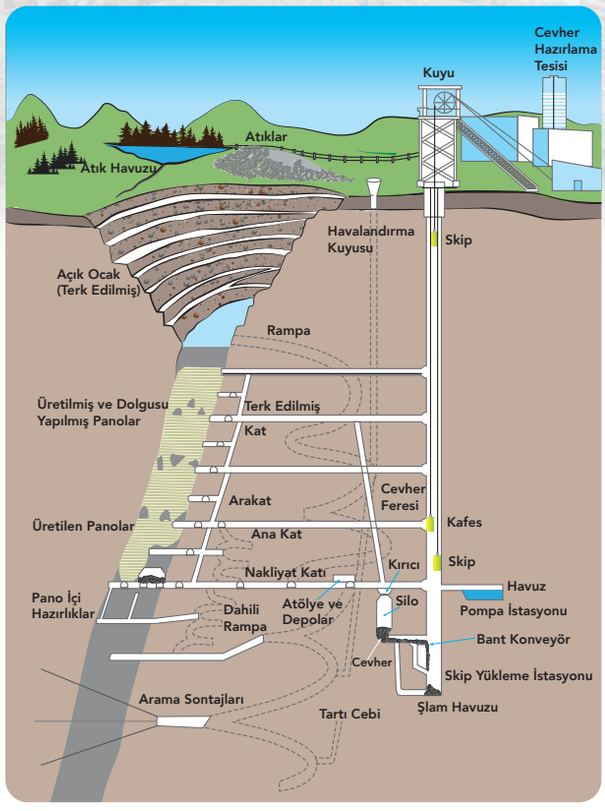
- Tarihî değeri olan yapıların veya doğal değerlerin zarar görme tehlikesi vardır.
- Arazinin doğal güzelliği kaybedilebilir.
- İklimin uygun olmadığı yerlerde veya mevsimlerde açık işletme faaliyetlerinde aksama meydana gelebilir.

Görsel 1.10: Yer üstü madenciliğinden bir görünüm

Görsel 1.11: Yer altı madenciliğinden bir görünüm

1.2.7.2. Yer Altı (Kapalı Ocak) Madenciliği

Cevherin derinde olması ve açık ocak yöntemiyle ekonomik olarak çıkarılamaması durumunda galeri veya kuyular oluşturularak madenin yerin altından çıkartıldığı üretim şeklidir (Görsel 1.11). Yer üstü madenciliğine göre oldukça maliyetli bir yöntemdir. Ayrıca yer altı madenciliğini kısıtlayan bir takım faktörler bulunmaktadır. Cevheri çevreleyen kayaçların jeolojik özellikleri, yer altı suyunun varlığı, havalandırma ihtiyacının fazla olması ve yerin yüzeyinden derinlere inildikçe sıcaklığın artması; yer altı madenciliği açısından önemli sorunlardır. Yer üstü madenciliğinde yüzeye yakın cevher miktarının azalma ihtimali ve çevreyi korumaya yönelik düzenlemelerin sıklaşması, üretimi olumsuz yönde etkilemektedir. Buna rağmen yer altı madenciliğinde yapılacak bazı düzenlemeler ile üretim miktarının arttırılması mümkündür. Yer altı madenciliğinde kullanılan ekipmanların gelişmesi ile yer altı madenciliğinin yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir (Görsel 1.12).



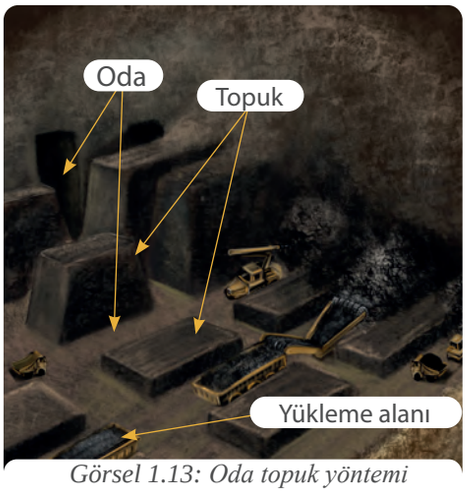
Görsel 1.12: Yer altı madenciliğinden bir kesit

Yer altı madenciliğinde uygulanan üretim öncesi hazırlık çalışmaları, açık ocak işletmeciliğinden farklıdır. Yer altı madenciliğinde en önemli hazırlıklardan biri, üretim alanının havalandırılmasıdır. Yapılan hazırlıkların ardından cevherin bulunduğu yerden çıkarılarak hazırlanması ve gerek görüldüğü durumlarda zenginleştirilerek pazara sunulması, işletme faaliyetleri kapsamındadır. Ayrıca cevherin kullanılacağı yere yapılan nakliye işlemi de bu kapsamdadır.

Yer altı işletme yöntemlerinden en yaygın olanlar şu şekilde sıralanabilir:

Oda-Topuk Yöntemi

Kalınlıkları 4-5 m'yi aşmayan, geniş alanları kapsayan, yatay uzanışlı; kömür, tuz, potas gibi cevher yataklarında uygulanan bir yöntemdir (Görsel 1.13). Üretimi sırasında madenin üzerinde oluşan yükü dengelemek için bırakılan **topuklar** ve üretimin gerçekleşmiş olduğu **odalardan** oluşur. Bu yöntemde yatak önce panolar, panolar da galeriler yardımıyla dikdörtgen veya kare şeklinde bloklara ayrılır. Bu bloklar, geçici olarak topuk vazifesi görür. Bırakılan topukların boyutları, üretimin temel aşamasını oluşturur. Küçük boyutlu topuklar, tavan bloğunun oluşturduğu yükün dengelenmesinde yetersiz kalabilir. Çok büyük boyutlu topuklar ise üretilmesi gereken cevherin ocak dışına çıkarılması zor olacağından ekonomik kayıp yaşanabilir. Madenin türü, tavan taşını ve yüksekliğini, yan kayacın durumu ise kullanılacak topukların boyutlarını belirler.

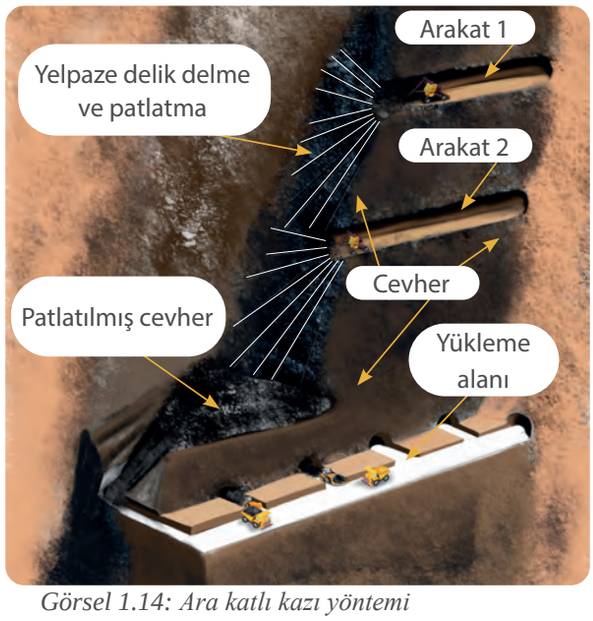


Görsel 1.13: Oda topuk yöntemi

Özellikle kalın damarlı alanlarda cevher ve yan kayaç yeterince sağlam ise kazı tek kademede ilerler ancak uygun koşulların sağlanmadığı alanlarda dilimler hâlinde yapılır. Üretim oranı, bırakılan topuk miktarına göre değişir. Bu yöntem, sürekli kazılmaya uygun bir yöntemdir. Topukların boyutları; madenin türüne, tavan yüksekliğine, tavan taşı özelliklerine göre değişir. Topuklardan birinin zarar görmesi diğer topukların kırılmasına ve çalışma alanında göçme olmasına neden olmaktadır.

Ara Katlı Kazı Yöntemi

Yatak eğiminin dik ya da dike yakın olduğu alanlarda uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemde cevher yatağı, pano ve topuklara ayrılarak pano bloğundaki cevher kütlesi yatay veya düşey galeriler ile dilimlere ayrılır. Açılan yatay yönlü galeriler ile ara katlar oluşturulur. Cevher üretiminin gerçekleşmesi için bu katlarda **delme patlatma** işlemi gerçekleştirilir. Yüksek oranda patlayıcı kullanıldığından yan kayaç hasar görebilir. Bu yöntem, kalın damarlı cevher yataklarında başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Ara katlı kazı yöntemi

Açık Tavan Arınlı Ayak

Yer altı madenciliğinde üretim yapılan yere **ayak** denir. Bu yöntem; cevherin ve yan kayacın dayanıklı olduğu, açılan galerilerin doldurulması için dolgu malzemesine ihtiyaç duyulmayan, yüksek eğimli, (özellikle 60^0–90^0) maden rezervinin düşük olduğu maden yataklarında uygulanmaktadır.

Kaz Doldur Yöntemi

Bu yöntemde cevherin üretimi sırasında oluşan boşluklar, dolgu malzemesi ile doldurularak tavanın desteklenmesi sağlanır. Kaz-doldur yöntemi, dik ve dike yakın eğimlere sahip cevherde ve yan kayacın dayanıklı olduğu yataklarda uygulanan bir yöntemdir. Dolgu malzemesi, kazılan yataklardan elde edilen yan kayaç malzemesi olabilir. Ayrıca yapay olarak beton bloklarla ya da tesis atıklarıyla doldurularak çalışma alanının güvenliği sağlanabilmektedir. Yüksek oranda cevher kazanımı mümkün bir yöntem olmasına rağmen üretim miktarı dolgu malzemesinin ihtiyacına göre etkilenmektedir. Ekonomik yönden pahalı bir yöntemdir.

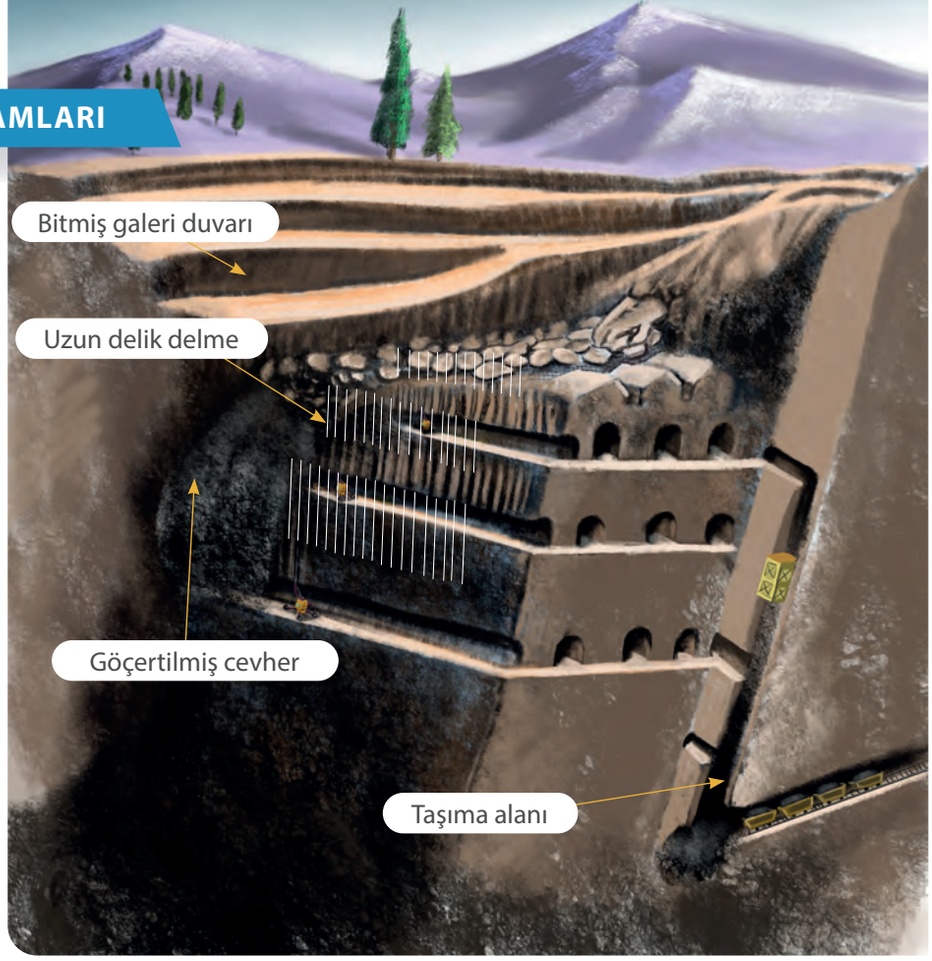
Uzun Ayak Yöntemi

Damar kalınlığının 5 m'ye kadar olduğu ve 0^0 ile 40^0 damar eğimine sahip yataklarda uygulanan bir yöntemdir. Üretim, cevherin panolara ayrılmasıyla yapılır. Panonun ön kısmını uzun ayak oluşturur. Ayak, yatay yönde ilerletilerek panonun sonuna kadar kaydırılır ve cevher üretimi gerçekleştirilir (Görsel 1.15). Bu yöntemde maden yatağının havalandırması kolaydır. Bu yöntemde çalışan işçiler, iyi yetiştirilmiş olmalıdır. Cevher üretimi yüksek olmasına rağmen tahkimat (sağlamlaştırma) işleri ve nitelikli işçi gereksinimi fazla olduğundan bu yöntemin yatırım maliyeti yüksektir.

Görsel 1.15: Uzun ayak yöntemi

Blok Göçertme Yöntemi

Yer altı üretim yöntemleri arasında yer alan en ekonomik yöntemlerden biridir. Bu yöntemde cevher kütlesinin alt bölümünde bir alan desteksiz bırakılır ve tavan kısmının bloklar hâlinde kırılması ve çökmesi ile üretim gerçekleştirilir. Zayıf veya orta dirençli tavan taşı, göçertme işlemi için uygun olanak sağlar. Delme ve patlatma maliyeti ve iş güvenliği açısından tehlike oranı düşüktür. Ancak çökertme işleminden dolayı yerin yüzeyinde bozulmalara neden olur (Görsel 1.16).



Görsel 1.16: Blok göçertme yöntemi

SIRA SİZDE

- Maden üretim yöntemi seçimine etki eden faktörleri araştırınız.
- Yer altı ve yer üstü maden üretim yöntemlerinin olumlu ve olumsuz yönlerini karşılaştırınız. Ülkemizde en yaygın olan maden üretim yöntemilerini ve bu yöntemlerin neden tercih edildiğini araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Görsel 1.17: Açık ocak madenciliğinden bir görünüm

1.2.8. MADENLERİN KULLANIM YERLERİ

Madenler, günlük hayatta birçok farklı alanda kullanılır. Dünya nüfusunun artması ile yaşamı daha kolay hâle getiren ürünlere olan ihtiyaç her sektörde olduğu gibi madencilik sektöründe de görülmektedir. Bu durum, madenlerin kullanım alanlarını arttırmaktadır. Gelişen teknoloji sayesinde madenlerden elde edilen ürünler çeşitlenmektedir. Bu çeşitlilik başta enerji kaynağı olarak kullanılan madenler olmak üzere sanayi sektöründe kullanılan madenlere olan arz ve talebi arttırmaktadır.

1.2.8.1. Demir

Kolay işlenebildiğinden ve doğada en fazla bulunan metalik madenlerden biri olduğundan ilk çağlardan beri en çok kullanılan madenlerden biridir. Başta demir-çelik sanayii olmak üzere inşaat sektörü, otomotiv sektörü, gemi sektörü gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

1.2.8.2. Krom

Gümüşe benzeyen parlak metalik görünümlü krom madeni; metalurji, kimya, refrakter (ateşe dayanıklı çeşitli malzemeler) ve döküm sanayisinde kullanılır. Ayrıca mutfak ve banyo metalleri, otomotiv gibi sektörlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Kromun çeşitli alaşımları mermi, gemi, uçak, top ve silahlarla ilgili destek sistemlerinde kullanılır.

1.2.8.3. Bor

Dünyada en zengin bor yataklarına sahip olan ülke Türkiye'dir. Geleceğin madeni olarak da tanımlayabileceğimiz bor madeninin birçok kullanım alanı bulunmakta ve bu alanlar her geçen gün çeşitlenmektedir. Bor; cam sanayisinde pencere camı, şişe camı yapımında kullanılır. Ayrıca savunma sanayisinde, jet ve roket yakıtı olarak; temizleme ve beyazlatma sanayisinde sabun ve deterjanlarda kullanılır (Görsel 1.18). Tarım sektöründe gübre olarak kullanılmaktadır. Demir dışı metal sanayisinde koruyucu madde olarak nükleer uygulamalar için atom reaktörlerinde borlu çelikler, bor karbürler ve titan bor alaşımları kullanılmaktadır.

Görsel 1.18: Bor madeninin uzay ve havacılık sektöründe kullanımı

1.2.8.4. Bakır

Günlük yaşamın birçok alanında sıklıkla kullanılan bakırın en önemli özelliklerinden biri, gümüşten sonra en iyi iletkenliğe sahip olmasıdır. Bu özelliği sayesinde en fazla kullanıldığı yerlerden biri de elektrik üretim ve iletim tesisleridir. Ayrıca boya sanayisi, inşaat, ulaşım, endüstriyel ekipman, kuyumculuk ve kimya gibi birçok alanda da kullanılmaktadır.

1.2.8.5. Kurşun

Doğada çok fazla bulunan ve kolay şekillenebilen bir maden olduğundan birçok alanda kullanılmaktadır. En fazla kullanıldığı alan akü imalatıdır. Bunun dışında yer altı haberleşme kablolarının izolasyonunda kullanılır. Ayrıca televizyon tüplerinde, silah sanayisinde, ses yalıtımında kullanılan kurşun, nükleer santrallerde radyasyon engelleyici olarak kullanılmaktadır.

1.2.8.6. Çinko

Erime noktası düşük olan çinko kırılgan bir metaldir. Çatı uygulamalarında galvenizleme işlemleri en çok kullanıldığı alandır. Otomotiv sektöründe kullanılan dökümlerin kalıplarında, levhaların kaplanmasında, değerli metallerin cevherden ayrılmasında kullanılır. Ayrıca prinç, galvaniz, bakır, alüminyum, magnezyum gibi metallerle oluşturulan çeşitli alaşımlarda, oksit yağlı boya ve lastik üretiminde kullanılmaktadır.

1.2.8.7. Kadmiyum

Özellikle alkali ortam aşınımına karşı demir, çelik, pirinç ve alüminyum kaplamasında kullanılmaktadır. Kadmiyum kaplamalarının kullanımı; elektrik, elektronik, otomotiv ve uzay sanayisinde çok yaygındır. Yoğun olarak kullanıldığı bir diğer alan da boya endüstrisidir. Kadmiyum; ayrıca plastik ve sentetik elyaf sanayisinde, televizyon tüplerinde ve floresan lamba imalatında, nükleer reaktör kontrol sistemlerinde ve çeşitli metallerin alaşımlarında kullanılmaktadır.

1.2.8.8. Boksit

Alüminyumun ham maddesidir. Bu yüzden en yaygın kullanım alanı alüminyum üretimidir. Ayrıca çimento, demir-çelik, kimya ve uçak sanayisinde, otomotiv sektöründe, ev aletlerinde, elektrikli aletlerde, döküm maddelerinde kullanılır.

1.2.8.9. Vanadyum

Genellikle çelik sanayisinde kullanılan bir madendir. Ayrıca otomotiv, uçak ve kimya sanayisinde ve petrol sondaj borularının üretiminde kullanılır. Gözlük camlarının yapımında ve büyük bina camlarının ultraviyole ışınlarına karşı korumada da vanadyum kullanılır.

Görsel 1.19: Madenlerin kullanım alanlarından bazıları

1.2.8.10. Antimuan

Genellikle kalay, kurşun gibi demir dışı metalleri sertleştirmek için kullanılmaktadır. Kızılötesi dedektörlerde, kablo kaplamalarında, kurşun pillerde, plastikte ve ilaç sektöründe antimuan kullanılır. Ayrıca cam boyamada, seramik ve emaye yapımında kullanılmaktadır.

1.2.8.11. Tungsten

Oldukça sert ve dayanıklı bir metal olan tungsten, en yüksek ergime noktasına sahip olan metallerden biridir. Madencilik ve petrol sanayilerinde, matkaplarda, delici ekipmanların kesici kısımlarında ve kırıcı makinelerde, taşımacılık ve elektrik malzemelerinin kaplamasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca elektrik lambalarında ve elektronik tüplerde katot olarak yüksek ısılı fırınlarda ısıtıcı madde olarak kullanılmaktadır.

1.2.8.12. Molibden

Yüksek bir ergime noktasına sahiptir. Elektrik lambalarının filamanında ve fırın ısıtıcılarında destek metali olarak kullanılır. Özel çeliklerde, pik demirlerde, nikel, kobalt ve titanyum bazlı alaşımlarda, paslanmaz çelik olarak tüp ve boru şeklindeki aletlerin yapımında kullanılır. Ayrıca kimya sektöründe boya maddesi olarak kumaş boyacılığında kullanılmaktadır.

1.2.8.13. Nikel

Sert bir metal olan nikel, oksitlenmeye karşı dirençlidir. Paslanmaz çelik başta olmak üzere çatal bıçak takımları, çekiç, pense gibi aletlerin, birçok ev ve hastane aletinin yapımında kullanılır. Nikelin süper alaşımları, yüksek ısıda basınç ve korozyona dayanıklı olduğundan nikel; uçakların gaz türbinlerinde, jet motorlarının yapımında, uçakların elektrolizle kaplanan bölgelerinde kullanılır. Gemi yapımında tuz korozyonuna karşı engelleyici olarak kullanılan nikel, motorlu araçlar ve bu araçların parçalarında da kullanılır. Ayrıca elektrikli makineler ve makinelerin parçalarında, yapı malzemelerinde, sıvı ve katı yağlarda kullanılır.

1.2.8.14. Potas

Potas tüketiminin yaklaşık %94'ü zirai gübrelemede, %6'sı endüstriyel sektörde kullanılır.

1.2.8.15. Fosfat

Genel olarak tarım sektöründe gübre olarak kullanılmaktadır. Ayrıca yem, gıda, deterjan, kâğıt, kibrit yapımında, su tasfiyesinde, harp ve kimya sanayisinde kullanılmaktadır.

Görsel 1.20: Madenlerin kullanım alanlarından bazıları

1.2.8.16. Kalay

Cevher olarak çıkarıldıktan sonra saflaştırma ve zenginleştirme işlemi zaman alır. Pahalı bir metaldir. Kullanım alanı oldukça yaygın olan kalay; teneke yapımında, kaplamacılıkta, lehim ve kimyasal madde yapımında kullanılır. Cam, uçak ve gemi endüstrisinde, elektronik ve elektrik sanayisinde geniş bir kullanım alanı vardır. Kimya sanayisinde boya, parfüm, sabun ve diş macunu yapımında kullanılır. Matbaacılıkta ve mutfak malzemeleri yapımında kullanılır. Otomotiv endüstrisinde de motor yataklarında, kaporta, radyatör, yağ ve hava filtrelerinde kullanılmaktadır.

1.2.8.17. Altın

Değerli madenlerden biri olan altının kullanım alanlarının başında kuyumculuk, altın kaplama ve süsleme sektörü gelmektedir. Ayrıca elektrik-elektronik, sağlık alanlarında kullanılır. Dekoratif kullanımda karşımıza çıkan altın, madalya ve külçe yapımında da kullanılmaktadır.

1.2.8.18. Gümüş

Kullanıldığı alanlar; fotoğraf sanayisi, elektronik, para imali, süs eşyası ve takı yapımı, dişçiliktir. Ayrıca yapay yağmur yağdırmada, ayna sırlarının yapımında, bilgisayar röle kontaklarında, pil yapımında da kullanılmaktadır.

1.2.8.19. Tuz

Gıda sanayisi başta olmak üzere birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Karayollarında buz çözücü olarak kullanılır. Tuz, kimya sektöründe de kullanılan bir madendir. Ayrıca su arıtma işlemlerinde ve hayvan besiciliğinde de kullanılmaktadır.

1.2.8.20. Zımpara

İnşaat sektöründe aşınmaya dirençli ve kaymaz yüzeylerde, nakil araçlarında, otomobil parça ve aksesuarlarında kullanılır. Ayrıca optik alanda yüzeylerin parlatılıp cilalanmasında ve ateş tuğlası yapımında kullanılmaktadır.

1.2.8.21. Kükürt

Başta gübre sanayisi için gerekli sülfürik asit üretimi olmak üzere kimya, lastik, boya, kâğıt, demir-çelik, petrol sanayileri ile tarım ilaçlarının yapımında, barut, kibrit üretiminde kullanılmaktadır.

1.2.8.22. Feldspat

Cam sanayii, seramik sanayii, boya ve plastik sanayisi alanlarında kullanılmaktadır.

Görsel 1.21: Madenlerin kullanım alanlarından bazıları

1.2.8.23. Mermer

Dayanıklı bir maden olduğundan inşaat sektörü başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır. En yaygın kullanım alanı olan inşaat sektöründe binaların iç ve dış kaplamalarında, dekorasyon işlerinde, yer döşemesi ve duvar kaplamalarında, merdiven basamaklarında, mutfak ve banyolarda kullanılmaktadır. Ayrıca anıtların, heykellerin ve hediyelik eşyaların yapımında kullanılmaktadır.

1.2.8.24. Barit

Cam endüstrisinde, boya sanayisinde, badana tipi boyalarda beyazlatıcı pigment olarak, yağlı boyalarda inceltici olarak kullanılmaktadır.

1.2.8.25. Talk

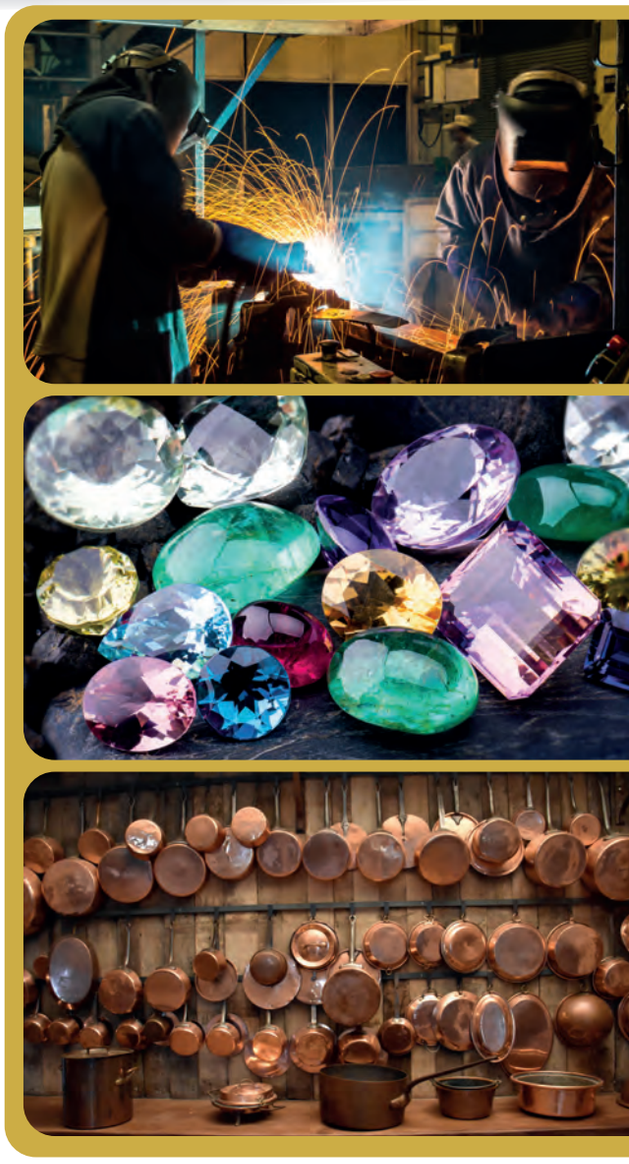
Seramikte, boya yapımında, çatı kaplamasında, haşerat ilacı üretiminde; kauçuk ve kâğıt sanayisinde kullanılır. Ayrıca kozmetik ve farmakolojide, hayvan yemi ve gübre üretiminde kullanılır.

1.2.8.26. Titanyum

Büyük çoğunluğu boya endüstrisinde kullanılmakla birlikte uzay aracı, uçak ve füze yapımında çok önemli bir madendir. Ayrıca metal ve alaşımlarında, kozmetik endüstrisinde, yapay ipek, beyaz mürekkep, renkli cam gibi alanlarda kullanılmaktadır.

1.2.8.27. Zirkonyum

Metal olarak zirkon; telsiz lambalarında, elektrotlarda, aydınlatma fişeklerinde, kesici alet yapımında, çelik endüstrisinde, ilaç sanayisinde ve boyacılıkta kullanılmaktadır.



Görsel 1.22: Madenlerin kullanım alanlarından bazıları

1.2.8.28. Kömür

Termik santrallerde, demir çelik fabrikaları ile kimya endüstrisinde enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır (Görsel 1.23).

Görsel 1.23: Termik santralden bir görünüm

Maden İstasyonu

Araç ve Gereç: Renkli kalem, kâğıt.

Süre: 80' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20507

Yönerge: Edindiğiniz bilgilere göre madenlerin kullanım alanlarını, dört gruba ayrılarak istasyon tekniğiyle pekiştiriniz. Edindiğiniz bilgileri sunu hâline getirip sınıfınızla paylaşınız.

İşlem basamakları:

1. Her istasyonu eşit sayıda kişiden oluşturunuz.
2. Bu kişiler istasyonun konusuyla ilgili uygulama yapar.
3. Bütün sınıfın her aşamada (her istasyonda) bir önceki grubun yaptıklarına katkı sağlayarak onları bir basamak ileri götürmesi hedeflenir, yarım kalan iş tamamlanır.
4. Her istasyonda bekleme süresi 5 dakikadır, süre dolduğunda sıradaki istasyona geçilir.

Örnek İstasyonlar

- Öykü İstasyonu
- Slogan İstasyonu
- Afiş İstasyonu
- Gazete İstasyonu

Not: İstasyonlarda bekleme sürelerini denetlemek ve işlenişte hataların önüne geçmek için her istasyonda bir istasyon şefi bulunabilir. Uygulama bittiğinde son istasyonunuza isimlerinizi yazarak materyali istasyon şefine teslim ediniz. İstasyon şefleri, tüm grupların çalışmalarını diğer gruplarla paylaşır.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

SIRA SİZDE

İş sağlığı ve güvenliği denilince aklınıza neler geliyor? Arkadaşlarınızla paylaşınız.

Görsel 1.24: İş sağlığı ve güvenliği koruyucu ekipmanlarından bazıları

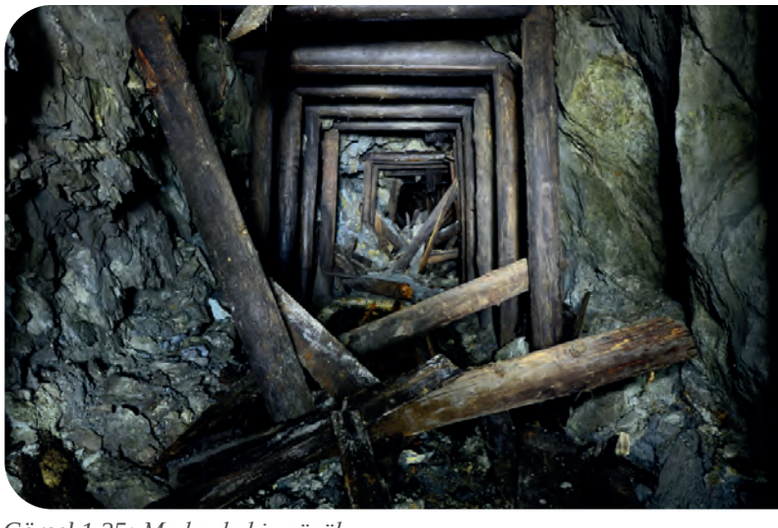
1.2.9. MADENCİLİKTE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİNE UYGUN ÇALIŞMA YÖNTEMLERİ

Dünya genelinde 30 milyonun üzerinde maden işçisi bulunmaktadır. Bunlardan yaklaşık 10 milyonu, kömür madeni işletmelerinde çalışmaktadır. Maden işletmelerinde başlayan iş akışıyla birlikte her maden işçisi, farklı sektörlerde çalışan bir başka işçiye iş yaratır. Bu sektörlerde çalışan işçiler ve işçilerin aileleri düşünüldüğünde madencilik, yaklaşık 300 milyon insanı yakından ilgilendiren çok büyük bir sektördür.

Madencilik, kaza ve ölüm riskinin en yüksek olduğu alanlardan biridir. İş sağlığı ve güvenliği uygulamaları tüm dünyada önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Her yıl çok sayıda maden çalışanı; kolaylıkla engellenebilecek ve hukuken engellenmesi zorunlu olan kazalar ve meslek hastalıklarından dolayı yaşamını yitirmekte veya engelli hâle gelmektedir. İş sağlığı ve güvenliği konusunda gerekli önlemlerin alınması bir zorunluluk hâline gelmiştir. İş sağlığı ve güvenliğini sağlamak için madencilik sektörünü ilgilendiren kömür madenlerinde, çalışma saatlerini konu alan Uluslararası Çalışma Konferansı (ILO) Sözleşmesi kabul edilmiştir. Madenlerde sağlık ve güvenlik konulu sözleşme ise 1995 yılında kabul edilmiştir. Maden işletmelerinde meydana gelebilecek kaza ve tehlikelere karşı alınacak önlemler, daha güvenli bir çalışma ortamının oluşmasına katkı sağlamaktadır.

1.2.9.1. Göçük Tehlikesi

Maden işletmelerinde çalışanların en sık karşılaştıkları ve ölümle sonuçlanan kazaların yüksek olduğu olaylardan biri göçüktür. Yer altında üretim yapılırken sahaların güvenli bir şekilde korunması, olası risklere karşı tüm önlemlerin eksiksiz alınması gerekmektedir. Derinlerde artan basınç nedeniyle oluşabilecek göçüğe karşı maden işletmeleri uygun şekilde kuvvetlendirilmelidir. Bunun için kaya mekaniği kurallarına uygun olarak formasyonların dayanıklıkları tespit edilmeli ve buna uygun güçlendirme sistemi uygulanmalıdır (Görsel 1.25).



Görsel 1.25: Madende bir göçük

1.2.9.2. Grizu Tehlikesi

Metan (CH4) gazı, kömürün bünyesinde bulunan bir gazdır ve çalışma bölgelerine kendiliğinden sızmaktadır. Bu gazın hava ile karışımına **grizu** adı verilir. Metan gazı hava içerisinde %5 - %15 oranları arasında olduğu durumlarda grizu patlaması meydana gelmektedir. Bu karışımı ve dağılımı **metanometre** ile ölçerek yakından izlemek ve patlamayı önlemek gerekmektedir. Bunun için en etkili yöntem metan yoğunluğunun %1'in altında tutacak şekilde çalışma yerlerine sık aralıklarla temiz hava göndermektir. Metan gazı yoğunluğu %2 ve üzerindeyse maden ocağının boşaltılması gerekmektedir. Giruzu patlamalarının en fazla meydana geldiği kömür ocaklarında bulunan diğer gazlar; göz ve solunum yolları tahrişine, akciğer kanseri gibi meslek hastalıklarına neden olmaktadır. Kömür madenlerinde metandan kaynaklı patlamaları engellemek için kömür ocağının duvarlarının yüzeyine yanıcı ve patlayıcı olmayan kireç taşı tozu kullanılması gerekmektedir.

1.2.9.3. Havalandırma

Maden üretim alanının yeterli düzeyde havalandırması hayati önem taşımaktadır. Çalışma yapılan bütün yer altı işletmelerinde üretime başlamadan önce uygun bir havalandırma sistemi kurulmalıdır. Maden ocağındaki temiz havanın ocağın en derin katlarına kadar inmesi, kirli havanın ocak dışına atılmasını sağlayacaktır. İş güvenliğine ait donanım ve önlemlerin alınması çalışanların güvenliği açısından büyük önem taşır. Havalandırma ile ocaklara temiz hava verilip kirli ve boğucu gazlar ocak dışına atılırken kömürün oksidasyonu sonucu oluşan gazlar ve ısı da ortamdan uzaklaştırılır. Havalandırmanın sürekliliğini ve kararlılığını sağlayacak tedbirler alınarak madendeki hava akımı, doğal hava akımı doğrultusunda yönlendirilmelidir.

1.2.9.4. Toz Tehlikesi

Hazırlık çalışmaları esnasında çıkan taş tozları ile işletme sırasında oluşan taş ve kömür tozları işçi sağlığı için son derece zararlıdır (Görsel 1.26). Bu tozlar, çalışanların ciğerlerinde solunum yoluyla birikerek **pnömokonyoz** denen ölümcül bir meslek hastalığına sebep olmaktadır. Çalışmalar sırasında toz oluşumunu en aza indirmek için sulu delme, toz emme tertibatları gibi çeşitli önlemler alınmalıdır. Ayrıca işçilerin periyodik sağlık kontrollerinin yapılması, çalışma şartlarının düzenlenmesi gerekmektedir.

Görsel 1.26: Madende toz tehlikesi

1.2.9.5. Yangın ve Zehirli Gaz Tehlikesi

Kömür ocaklarında çalışma sırasında kömürün oksidasyonu ve ısının birikmesi, kömürün kendiliğinden yanmasına neden olmaktadır. Kömürdeki serbest kükürt oranı bu duruma neden olmaktadır. Bu olay sonunda zehirli hidrojen sülfür (H_2S) ve karbonmonoksit (CO) gazları yayılır ve metanın varlığında ısının etkisiyle patlamalar meydana gelmektedir (Görsel 1.27). Bunun için karbondioksit, metan ve diğer zehirli gazların periyodik ölçümleri yapılıp gerekli önlemlerin alınması gerekmektedir. Ayrıca maden işletmelerinde kullanılan gezici makineler, çeşitli yakıtlar (benzin, hidrolik sıvı, dizel) içerir. Bu yakıtlar, yanıcı ve patlayıcıdır. Bu makinelerin yanabilen ve patlayabilen maddelerle, bunları ateşleyecek olan ekipmanlarla bir arada bulunması çok tehlikeli bir durumun yaşanmasına neden olmaktadır. Yanıcı maddelerin yakınında sigara içilmesi, ateş yakılması ve makinelerin aşırı derecede ısınarak kısa devre yapması engellenmelidir. Yanma ve patlama riskini en az indirmek için gaz sızıntı durumlarında uyarı veren cihazlar bulundurulmalıdır. Alevlenme ve yangın anında haber veren ve müdahale eden otomatik yangın söndürücü sistemlerin de kullanılması gerekmektedir. Bu önlemler, kazaların ve can kayıplarının önlenmesinde büyük önem taşımaktadır.

Görsel 1.27: Madende yangın ve zehirli gaz tehlikesi

1.2.9.6. Yüksek Sıcaklık Tehlikesi

Yerin yüzeyinden derinlere inildikçe sıcaklık her 33 m'de 1 ^{0}C artar. Derinliğin arttığı yer altı madenciliğinde 1000-3000 m arasında dayanılmaz bir sıcaklık söz konusudur. Ortam sıcaklığının dengelenmesi ve çalışanların daha güvenli bir ortamda bulunmaları için etkin bir havalandırma ile ocak havasının soğutulması sağlanmalıdır.

1.2.9.7. Kişisel Koruyucu Donanımlar

Madencilik sektörü, yapılan iş gereği birçok risk unsurunu içinde barındıran, insan yaşamı için son derece tehlikeli bir sektördür. Sektörde çalışmanın yarattığı tehlikelerin en aza indirilebilmesi için kişisel koruyucu donanımlar mutlaka kullanılmalıdır. Madenlerde dar yerde çalışılmaktadır, göçük oluşması ve taşların düşmesi gibi riskler her zaman bulunmaktadır. İnsan kafası, insan vücudunun en hassas bölgelerinden biridir ve dikkatle korunması gerekir. Çarpmalar sonucunda yarılmalar, kanamalar hatta ciddi travmalar söz konusu olabilir. Bu nedenle kafa koruyucu donanımlar olan **baret, kasket** ve **başlıkların** takılması zorunludur. Madenler karanlık olduğu için işçiler, başlıklarının üstünde **lamba** taşır. Bu lambalar ortamı aydınlatır ve rahat çalışmaya yardımcı olur. Lambaların kullanışlı olması için istenen sürede gereksinim duyulan aydınlığı sağlaması, rahatça başlığa takılabilir olması, olabildiğince hafif ve sağlam olması gerekmektedir.

Dünyanın pek çok yerinde yapılan madencilik işlerinde **göz** ve **yüz koruyucu maskeler**, **gözlükler** ya da yüzü tamamen koruyan **siperlikler** (**maskeler**) kullanılmaktadır. Bunları kullanmak, pek çok ülkede iş sağlığı ve güvenliği mevzuatlarınca zorunlu kılınmıştır. Madencilik sektöründe kullanılan makinelerin çıkardığı tozlar ve dumanlar, kömür madenlerinde bulunan kömür tozları, patlayıcıların arkalarında bıraktıkları dumanlar ve buharlar, kaynak yapılırken ortaya çıkan dumanlar, asit gazları ve kullanılan kimyasal maddelerin kokuları solunum yolları açısından tehlikeli olabilmektedir. Bu nedenle işler yapılırken solunum koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Çalışma sırasında genellikle sıradan solunum maskeleri kullanılır. Ancak bu maskelerin havayı ve tozları süzme konusunda yeterli olmadığı durumlarda havayı süzen solunum aygıtları kullanılmalıdır. Gerekli durumlarda **tüplü solunum aygıtları** kullanılmalıdır. Madenlerde çalışanların kayma olasılığına karşı kullanılan **ayak koruyucu botların** lastik-kauçuk olması gerekmektedir. Ayrıca botların ayak parmaklarını koruyabilmesi için ön kısmı çelik burunla kaplanmış olmalıdır. Botların ısı ve suya karşı da gereken korumayı sağlaması önemlidir. Cildi korumak için giyilen koruyucu giysilerin soğuk ve sıcak ortamlara uygun olarak seçilmesi, terlemeyi ve üşümeyi engellemektedir. Eller sürekli kullanıldığı için işe uygun el koruyucu donanımlar olan **eldivenler** takılmalı, eldiven kullanılamıyorsa **koruyucu kremler** kullanılmalıdır. Madencilik, gürültü oranının yüksek olduğu bir sektördür. İşitme kaybına uğramamak için kulaklar **kulaklık** (**manşonlu**) veya **kulak tıkaçları** kullanılarak korunmalıdır.

Görsel 1.28: Madencilikte kullanılan kişisel koruyucu donanımlar

1.2.9.8. Kurtarma ve Tahliye

Maden işletmelerinde olası kazalara karşı acil durum eylem planları hazırlanmalıdır. Madende çalışan işçilerin %3'ünün ilk yardım eğitimi almış olması gerekmektedir. Bu işçilerle ilk yardım ekibi oluşturulmalıdır. İlk yardım ekibindeki çalışanlara periyodik olarak eğitim verilmeli ve çalışma alanında belirli aralıklarla tatbikat yapılmalıdır. İş yerinde çalışan işçi sayısına yetecek kadar ilk yardım malzemesi bulundurulmalıdır. İş yerinde ambulans veya acil durumlarda kullanılmak üzere bir araç bulundurulmalıdır. Ocak içerisinde veya iş yerinde ilk yardım odası, ilk yardım araç veya ekipmanı bulundurulmalı ve bunlar periyodik olarak kontrol edilmelidir. İşçilere iş sağlığı ve güvenliği eğitimi verilmelidir. Tüm çalışmalarda gözetim yapılmalıdır. Bu gözetim, işçilerin sağlık ve güvenliğinin korunması için işveren veya işveren adına hareket eden kişi tarafından atanan, yeterli beceri ve uzmanlığa sahip kişiler tarafından yapılmalıdır.

Madende Güvenlik

Araç ve Gereç: Kâğıt, kalem

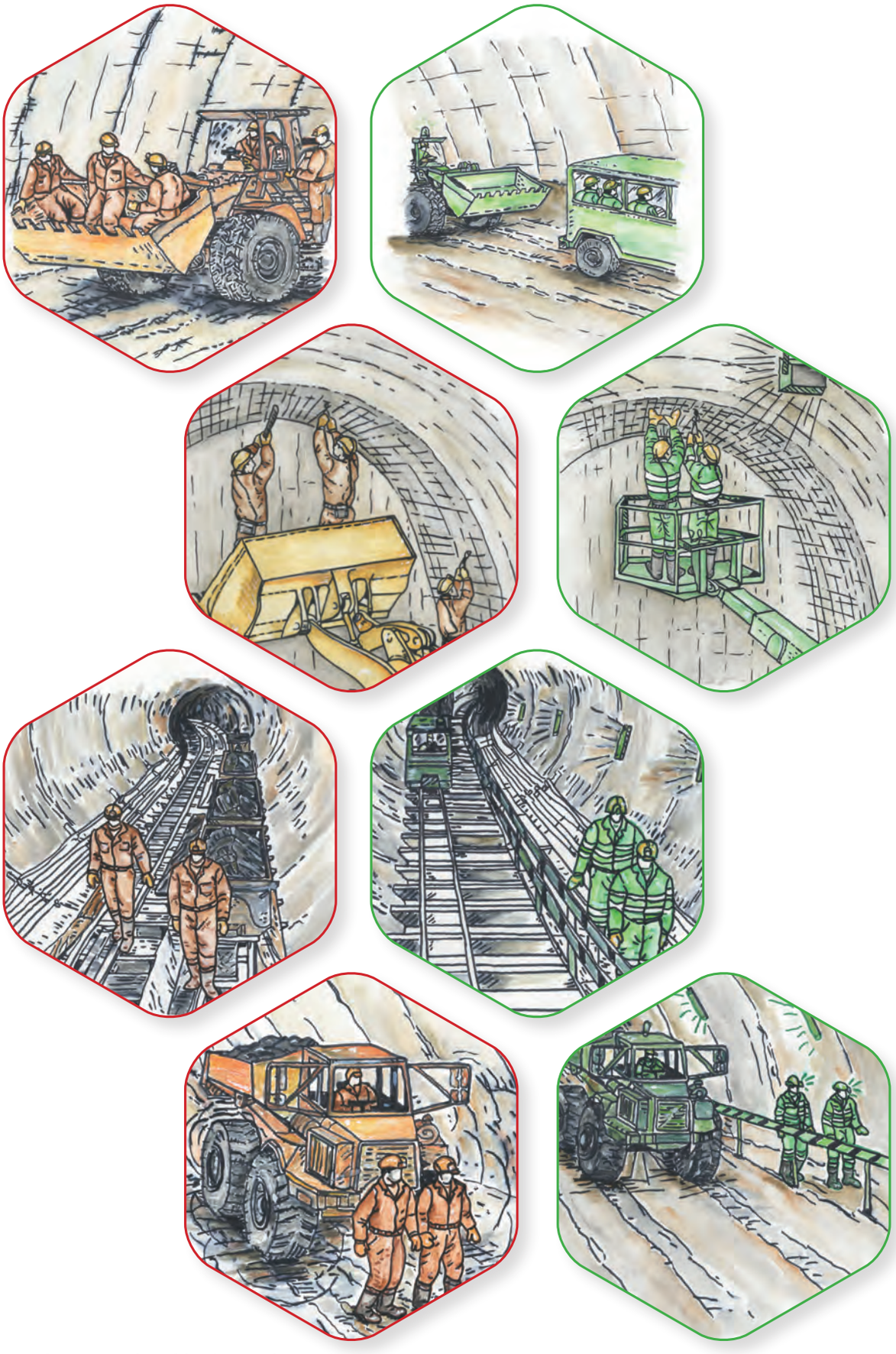
Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20561

Dört gruba ayrılarak ülkemizde ve dünyada meydana gelmiş büyük maden kazalarını araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak kazaların oluşum nedenlerini sınıflandırınız. Kazaların neden ve sonuçlarını tartışınız. Kazaların önlenmesi için alınabilecek önlemler ile ilgili fikirlerinizi arkadaşlarınızla paylaşarak konu ilgili bir sunum hazırlayınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

Aşağıdaki görsellerde maden üretimi sırasında risk oluşturabilecek davranışlar ve bu risklerin oluşmaması için alınacak önlemler gösterilmektedir (Görsel 1.29).



Görsel 1.29: Madencilikte bazı risk ve önlemler

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

1. Yer altında filizler (cevherler) hâlinde bulunan madenlerin taş ve toprakla karışık olarak çıkarılmasına ..... denir.
2. Dünyada en fazla bor rezervine sahip ülke .....'dir.
3. Afyon şehriyle özdeşleşen en önemli ihraç madeni .....'dir.
4. Alüminyumun ham maddesi ..... 'tir.
5. Yer altı madenciliğinde, tavanın çökmemesi için bırakılan cevher kısımlarına ..... denir.
6. Bir cevher içindeki herhangi bir elementin ağırlık cinsinden oranına .....denir.
7. En çok ihracat yaptığımız ülke ..... 'dır.
8. En çok ithalat yaptığımız ülke ..... 'dir.
9. 1935 yılında çıkarılan kanunla madenleri arayıp bulmak ve çıkarmak ..... kurumuna devredilmiştir. Bu kurum, Türkiye'de ilk petrolü ve bilinen maden yataklarımızın %90'ını tespit etmiştir.
10. Kaza ve ölüm risklerinin en yüksek olduğu sektörlerden biri de ..... tir.
11. İş sağlığı ve güvenliği konusunda gerekli önlemlerin alınması için madencilik sektörünü ilgilendiren ..... sözleşmesi kabul edilmiştir.
12. Maden işletmelerinde çalışanların en sık karşılaştıkları ve ölümle sonuçlanan kazaların yüksek olduğu olaylardan biri ..... sorunudur.

B. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

13. Aşağıdakilerden hangisi yer altı madencilik terimlerinden <u>değildir?</u>

A) Galeri B) Tumba C) Tünel D) Baca E) Dolgu

14. Aşağıdakilerden hangisi metalik madendir?

A) Cıva B) Opal C) Çinko D) Linyit E) Barit

15. Cevherin hazırlanıp içerisindeki faydalı minerallerin serbest hâle getirilmesinden sonra farklı yöntemlerle faydalı minerallerin ayrılarak bunlardan bir konsantre üretilmesi işlemine cevher zenginleştirme denir.

I. Flotasyon
II. Triyaj
III. Çözeltme
IV. Ateşleme

Yukarıdaki numaralandırılmış seçeneklerden hangileri cevher zenginleştirme işlemlerindendir?

A) I ve III
B) II ve IV
C) II ve III
D) III ve IV
E) I, II ve III

16. Metan gazı, kömürün bünyesinde bulunan bir gazdır ve çalışma alanlarına doğru sızmaktadır. Havada bulunan metan gazı oranı %5-%15 olduğunda patlama gerçekleşir.

Buna göre bu patlama aşağıdakilerden hangisidir?

A) Desandre
B) Degajman
C) Dolgu
D) Grizu
E) Drenaj

17. Aşağıdakilerden hangisi bakır madeninin çıkarıldığı yerlerden değildir?

A) Artvin-Murgul
B) Konya-Seydişehir
C) Kastamonu-Küre
D) Elazığ-Maden
E) Rize-Çayeli

18. Aşağıdakilerden hangisi açık ocak işletmeciliğinin avantajlarından biri değildir?

A) Maden yatağındaki faydalı mineralin tamamına yakını üretilebilmektedir.
B) Maliyet yer altına kıyasla daha düşüktür.
C) Açık işletme yapılacak arazinin satın alınması zorunludur.
D) Üretim istenilen zamanda arttırılabilir veya azaltılabilir.
E) Yer altında karşılaşılan zorluk ve tehlikelerin büyük bir kısmı ortadan kalkmaktadır.

19. Devletin madencilik sektörüne öncülük etmesi, madenlerimizin daha rasyonel bir şekilde aranması, bulunanların rezerv kalitelerinin tespiti ve ekonomiye kazandırılması için 1935 yılında kurulan kuruluş aşağıdakilerden hangisidir?

A) Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı (TPAO)
B) Ereğli Kömür İşletmesi Müessesesi (EKİ)
C) Türkiye Sanayi ve Maadin Bankası
D) Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA)
E) Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK)

20. Aşağıdakilerden hangisi düzenli maden yataklarından biri değildir?

A) Ağsal yataklar
B) Katman şekilli yataklar
C) Damar şekilli yataklar
D) Mercek şekilli yataklar
E) Katmansı yataklar

21. Aşağıdakilerden hangisi Türkiye'nin en fazla ihraç ettiği madenlerden biri değildir?

A) Mermer
B) Taş kömürü
C) Kurşun
D) Bakır
E) Feldispat

C. Aşağıdaki soruların cevaplarını defterinize yazınız.

22. Yaşadığınız bölgede bulunan maden rezervleri nelerdir?

23. Metal dışı (ametal) maden nedir? Bu maden türüne örnek veriniz.

24. Ülkemizde maden kaynaklarının çeşitlilik göstermesinin nedenleri nelerdir?

25. Cumhuriyetin kurulmasıyla madencilik alanındaki en önemli gelişmeler nelerdir?

26. Bir madenin işletilebilmesi için gerekli şartlar nelerdir?

27. Açık maden işletmeciliğinin beş avantajını yazınız.

28. Kapalı maden işletmeciliği yöntemleri nelerdir? Yazınız.

29. Türkiye'nin ihraç ettiği en önemli beş madeni yazınız.

30. Maden yataklanma şekilleri nelerdir? Yazınız.

31. Beş maden türü ve bu madenlerin kullanım alanlarını yazınız.

2. ÜNİTE

MADEN ÇEŞİTLERİ

KONULAR

2.1. KÖMÜR MADENİ

2.2. MERMER MADENİ

2.3. DİĞER ÖNEMLİ MADENLER

NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- Kömür, mermer ve diğer önemli madenler hakkında bilgiler

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Taş kömürü sizce nasıl oluşmuştur?
2. Taş kömürü çıkarılırken hangi İSG önlemleri alınmalıdır? Arkadaşlarınızla tartışınız.

2.1. KÖMÜR MADENİ

Kömür, ısınma ve enerji ihtiyacını karşılamaya dönük kullanılan en eski madenlerden biridir. Sanayi Devrimi ile önemi artmıştır.

2.1.1. KÖMÜR MADENİNİN OLUŞUMU

Kömür, bitkisel kökenli organik maddeler ve inorganik bileşenlerden oluşan tortul bir kayaçtır. Bataklıklarda bitki ve ağaç kalıntılarının üst üste yığılarak çökelmesi ve milyonlarca yılda kimyasal ve fiziksel etkilerle değişime uğraması sonucu oluşur.

Kömürü oluşturan en önemli bileşen karbondur. Kömür; karbonun yanı sıra farklı oranlarda hidrojen, kükürt, oksijen ve azot içerir. Ayrıca kömür, içinde büyük oranda organik kökenli maddeler bulundurur. Bu organik maddelerin ayrışması ve kimyasal dönüşüme uğraması sürecine **kömürleşme** denir.

Kömür oluşurken kömürleşme süreci her aşamada farklılık gösterir. Kömürün oluşum aşamaları şunlardır (Görsel 2.1-2.2):

Turba: Bataklık alanlarda bulunduğundan içeriğindeki su miktarı yüksektir. İçerdiği karbon miktarı %60'ı geçmez. Turba, henüz karbonlaşma evresini tamamlamamış yeni oluşan kömürlerdendir.

Linyit: Günümüzden yaklaşık 60 milyon yıl önce oluşmaya başlamış ve henüz oluşumunu tamamlamamış kömür çeşididir. Karbon oranı %65-70'i bulur.

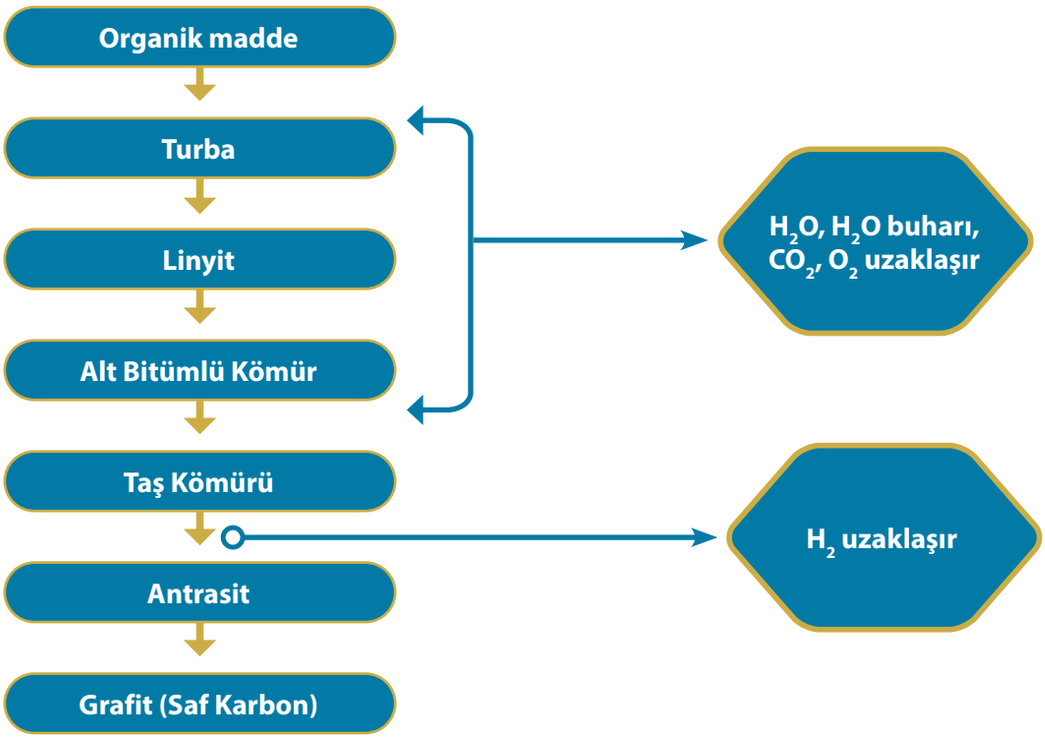
Taş kömürü: İçeriğindeki karbon oranı %80-90 arasındadır. Günümüzden yaklaşık 200-250 milyon yıl önce oluşmaya başlamıştır.

Antrasit: Karbon bakımından oldukça zengin bir kömür çeşididir. Günümüzden yaklaşık 300 milyon yıl önce oluşmaya başlamıştır. Antrasit yaklaşık %90-95 oranında karbon miktarına sahiptir.

Grafit: Karbon ismi verilen kimyasal maddenin tabiatta bulunan saf hâlidir. Elmas da saf bir karbon olduğu hâlde grafitin elmastan tek farkı kristalsiz bir yapıya sahip olmasıdır.

Görsel 2.1: Kömür türleri

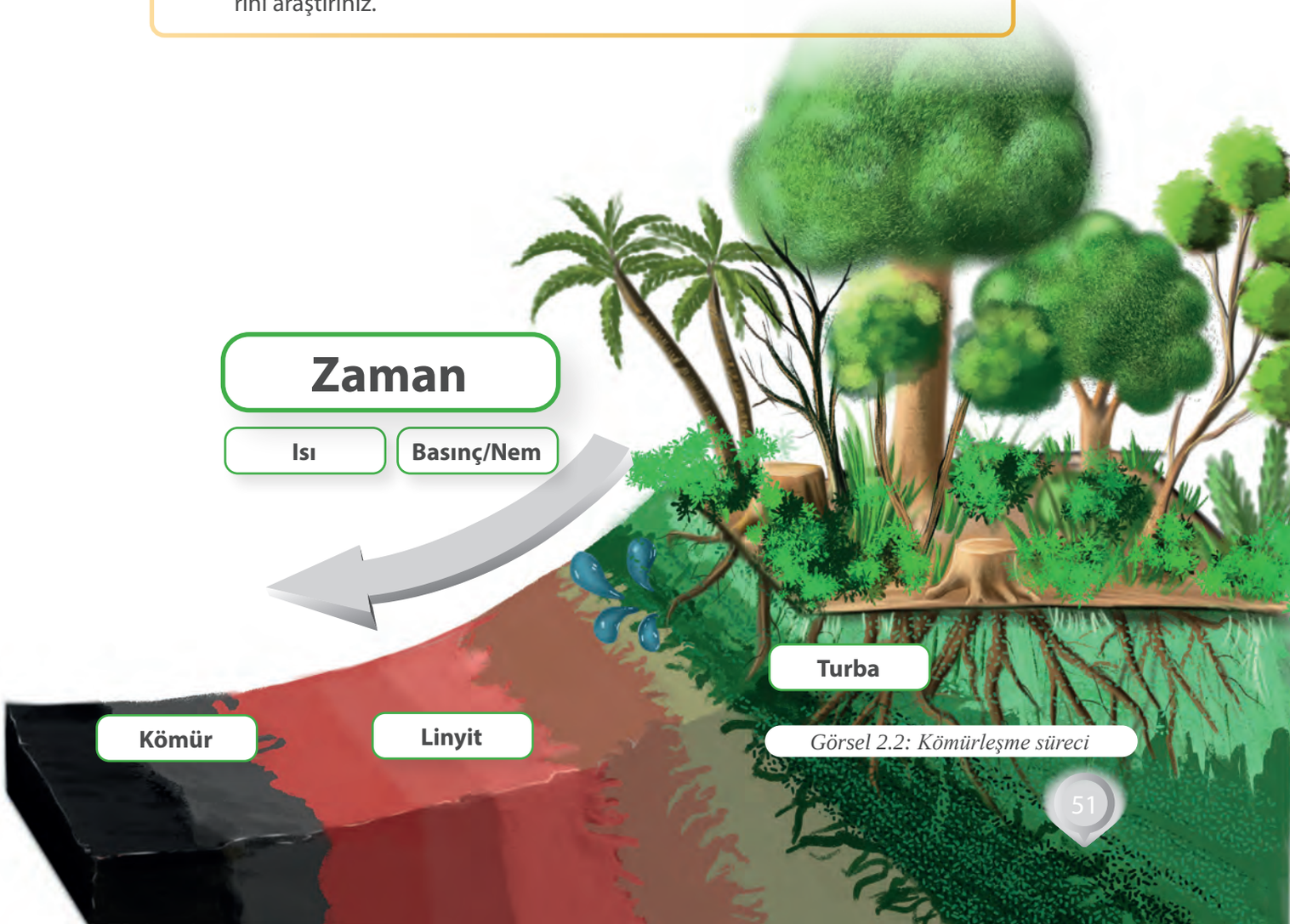
Kömür Madeninin Oluşum Süreci



Şema 2.1: Kömür madeninin oluşum süreci

SIRA SİZDE

✳ Türkiye'de kömür yataklarının linyit yataklarına göre az olmasının nedenlerini araştırınız.



Görsel 2.2: Kömürleşme süreci

2.1.2. KÖMÜRLERİN YATAKLANMASI

Kömür yataklarının oluşumu; çökelme havzasının konumuna, kömürün oluştuğu jeolojik zamanın ısı ve nem şartlarına bağlıdır. Kömür damarının oluştuğu ortam, deltalardır. Göller, lagünler ve akarsu taşkın ovaları kömürün nispeten daha ince oluştuğu ortamlardır.

2.1.2.1. Kömür Katmanları (Kömür Damarları)

Kömür madeni genellikle düzgün tabakalar şeklinde yataklanır. Kömür katmanlarının boyutu 100 m kalınlığa ulaşabilmektedir. Kömür damarları genellikle sabit kalınlıkta geniş alanları oluşturur. Bazen de daha küçük alanlarda, kalınlıkları değişen merceksel yapıda oluşmaktadır. Kömür, çökelme havzasındaki ortam değişimlerine bağlı olarak birden fazla damara ayrılabilir. Bu damarlar; şeyl, kil taşı ve marnlarla art arda bulunur.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Eski madenciler, kömür katmanı yerine kömür damarı terimini kullanmışlardır. Bu terim, madenciler tarafından günümüzde de kullanılmaktadır.

2.1.2.2. Kömür Katmanların Taban ve Tavanı (Damar Stampı)

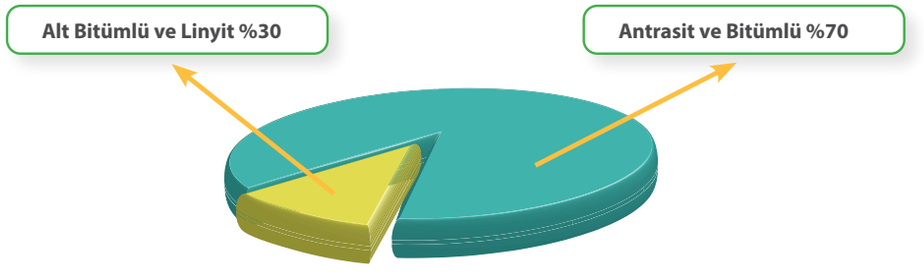
Kömür tabakalarının bulunduğu katmanların üzerinde yer alan bölüme **tavan**, altında yer alan bölüme ise **taban** denir. Bu kömür tabakalarının oluşturduğu dikey kesite **damar stampı** denir. Oluşan kömür katmanlarının tabanında fosilleşmiş bitki atıkları ve tatlı su hayvanlarının kabukları bulunabilir. Tavanda ise kum taşı, kil taşı ve marnlardan oluşmuş kısımlar yer alır. Bu kömür katmanları genellikle gri beyaz formasyonlar arasında oluşur.

2.1.2.3. Bir Kömür Katmanının Daha Küçük Katmanlara Ayrılması

Kömür madeninin oluşum aşamasında turba havzasında çökme meydana gelir. Bu çökmenin etkisiyle kömürün oluşma ortamı, farklı boyuttaki katmanlara ayrılarak devam eder ve oluşan kömür katmanı birçok farklı damara ayrılmış olarak yataklanır.

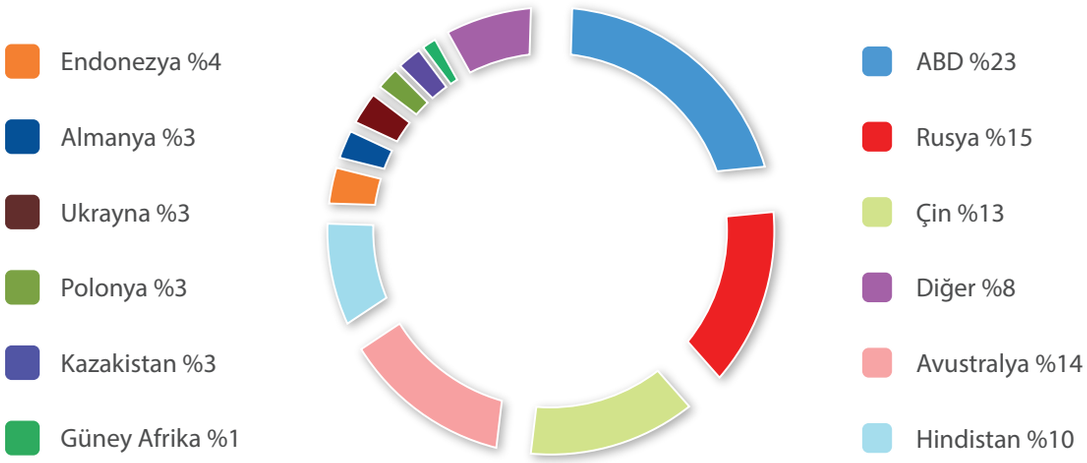
2.1.3. TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ KÖMÜR MADENİ REZERVLERİ

Dünya genelinde varlığı saptanmış işletilebilir durumda kömür madeni rezervi yaklaşık 1,07 trilyon tondur. Bunun 749 milyar tonunu, antrasit ve bitümlü kömür; 321 milyar tonunu, alt bitümlü kömür ve linyit oluşturmaktadır (Grafik 2.1).

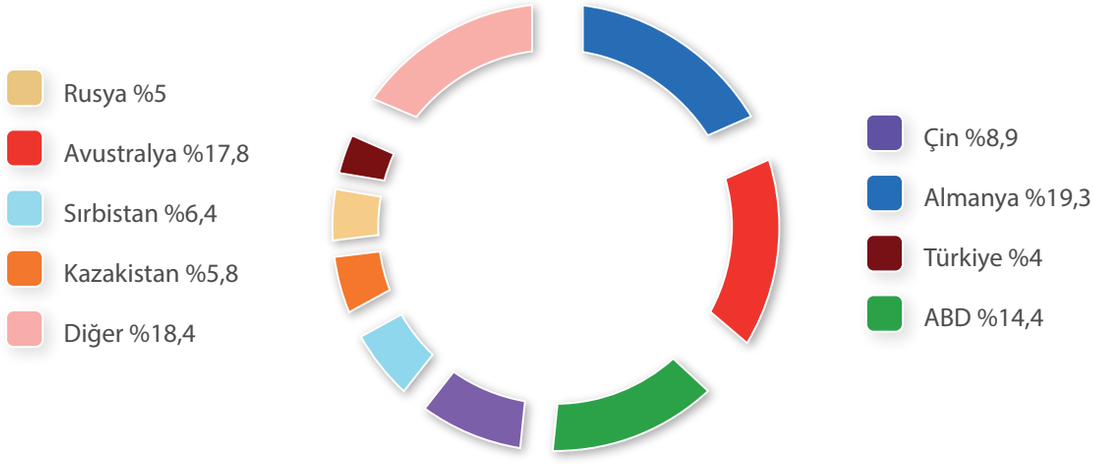


Grafik 2.1: Dünya işletilebilir kömür rezervi oranları

Dünyada en büyük kömür rezervine sahip olan ülke ABD'dir. Rusya Federasyonu, Avustralya, Çin, Hindistan, Endonezya, Almanya, Ukrayna ve Kazakistan gibi ülkeler kömür zengini ülkeler arasında yer almaktadır (Grafik 2.2, 2.3).



Grafik 2.2: Dünya kömür rezervlerinde ülkelerin payları



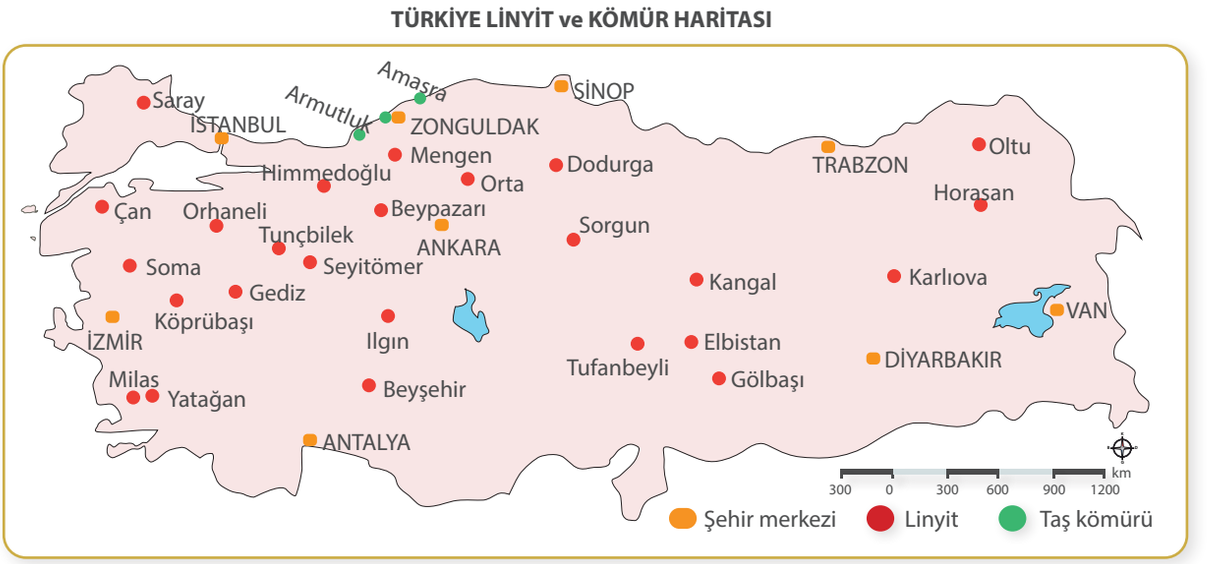
Grafik 2.3: Dünya linyit rezervlerinde ülkelerin payları

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

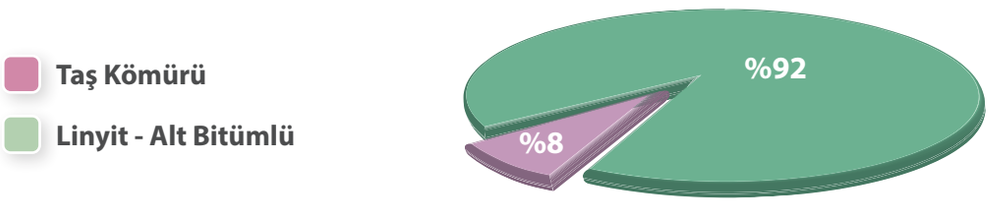
Kaynaklar Enstitüsüne göre teknik ya da ekonomik bakımdan henüz kazanılamayan 17 trilyon ton taş kömürü, 4,2 trilyon ton linyit kaynak olarak kullanılabileceği zamanı beklemektedir.

2.1.4. ÜLKEMİZDE KÖMÜR REZERVİ

Türkiye'de kömür, yer altı kaynaklarında önemli bir yere sahiptir. Dünya geneline bakıldığında ülkemiz; rezerv ve üretim miktarına göre linyitte orta sıralarda, kömürde ise alt sıralarda yer almaktadır. MTA tarafından 2005 yılında kömür arama çalışmaları yoğunlaşmıştır. Bu çalışmalar sonucunda 2019 yılı sonu itibarıyla 24 adet yeni kömür sahası keşfedilmiştir. Konya (Karapınar), Eskişehir (Alpu), Afyon (Dinar), Tekirdağ (Malkara), İstanbul (Silivri) büyük rezervlidir. Ülkemizin linyit kaynağının yaklaşık %29,5'i Afşin-Elbistan havzasında yer alırken %10,5'i Konya (Karapınar), %8,3'ü Eskişehir (Alpu), %5,4'ü Afyon (Dinar), %4,9'u Manisa (Soma) ve %4,3'ü Muğla (Milas)'ta yer almaktadır (Harita 2.1). Ülkemizin en önemli taş kömürü kaynağı ise Zonguldak ve civarındadır. Ülkemizin kömür kaynaklarının üçte birinin etüt ve fizibilite çalışmaları henüz tamamlandığı için bu kaynakların çok az bir kısmı rezerv olarak nitelendirilmektedir. Türkiye'deki toplam kömür rezervinin büyük bir kısmını linyit oluşturmaktadır (Grafik 2.4).



Harita 2.1: Türkiye linyit ve kömür madeni haritası



Grafik 2.4: Türkiye toplam kömür kaynak rezervinin kömür türüne göre dağılımı, 2018

SIRA SİZDE

✳ Türkiye'de çıkartılan taş kömürü ve linyitin kullanım alanları nelerdir? Araştırınız.

Gelecekte Kömür Rezervleri

Araç ve Gereç: Renkli şapkalar, kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20584

Yönerge: Kömür rezervlerinin azalmasının gelecekteki etkileri ve çözüm yolları neler olabilir? İşlem basamaklarını takip ederek değerlendiriniz. Edindiğiniz bilgileri sunu hâline getirip sınıfınızla paylaşınız.

İşlem basamakları:

1. Sınıfı altı gruba ayırınız.
2. Gelecekte dünyada ve ülkemizde kömür rezervlerinin durumunu ve kömürün dünya ekonomisindeki rolünü araştırınız.
3. Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak 6 şapkalı düşünme tekniği ile gelecekte kömür rezervlerinin durumunu değerlendiriniz.
4. Her grup bir şapkayla temsil edilecektir.
5. Oturma düzeni, sınıfta herkesin birbirini görebileceği şekilde düzenlenir.
6. Her gruba eşit süre verilir. Grupta kimsenin sözü kesilmeden dinlenir.
7. Fikirlerin zenginleştirilmesi için kısa notlar hazırlanabilir.

1. Kırmızı Şapka: Düşünceye duygusallık katmak için kullanılır.

2. Yeşil Şapka: Yeni fikirleri, yaratıcılığı ifade eder.

3. Mavi Şapka: Düşünme sürecinin düzenlenmesini ve farklılıklara yönetilmesini ifade eder.

4. Sarı Şapka: İyimser fikirleri ifade eder.

5. Beyaz Şapka: Tarafsızlığı ifade eder.

6. Siyah Şapka: Olumsuz fikirleri ve senaryoları ifade eder.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

2.1.5. KÖMÜR MADENİNİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Kömür üretimi, yer altı madenciliği ve açık ocak madenciliği olmak üzere iki yöntemle gerçekleştirilir. Dünya genelinde kömürün enerji ham maddesi olarak kullanılması, kömüre olan talebi arttırmaktadır. Günümüz teknolojisinde açık ocak madenciliğinde kullanılan makine ve ekipmanların artması, açık ocak madenciliği ile kömür üretiminin payını arttırmıştır.

Dünya kömür üretimin %45'i, linyit üretiminin ise %95'i açık ocak işletme yöntemiyle elde edilmektedir. Üretim yönteminin seçiminde belirleyici olan bir takım unsurlar vardır. Bunlar; üretim yapılacak alanda bulunan kayaçların sertlik durumu, örtü tabakasının kalınlığı ve üretim maliyetidir. Her üretim yöntemi, kendi içinde farklı üretim sistemlerinin uygulanmasını gerektirir.

2.1.5.1. Açık Ocak İşletme Yöntemi

Açık ocak madenciliğinde üretim yöntemleri, kazı sırasında kullanılan makine ve ekipmanların özelliğine göre ikiye ayrılır (Görsel 2.3).

2.1.5.2. Sürekli İşletme Yöntemi

Bu yöntem; kömürün kazılması, yüklenmesi ve nakliyatın kesintisiz olarak yapılması ile gerçekleşir. Genellikle büyük işletmelerde tercih edilir. Bu yöntemde hem zemin örtüsünün hem de kömürün kazılma işlemi, döner kepçeli ekskavatörle (kazı işlerinde kullanılan bir tür iş makinası) veya zincirli kovalı iş makinesiyle yapılmaktadır. Kazılan zemin örtüsü ve kömürün taşınması ise bantlı konveyör, demir yolu veya nadiren kamyonlarla yapılmaktadır. Bu yöntem; Almanya başta olmak üzere ABD, Kanada, Rusya, Endonezya, İspanya, Yunanistan, Türkiye ve Hindistan'da kullanılmaktadır. Türkiye'de, linyit üretiminin yaklaşık %90'ı açık işletme yöntemiyle gerçekleştirilmektedir.

2.1.5.3. Süreksiz İşletme Yöntemi

Süreksiz işletme sisteminde birçok iş makinesi kullanılmaktadır. Bu yöntem, genel olarak orta ve küçük ölçekli işletmelerde uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemde; dragline (ağır kazı makinesi), elektrikli ve hidrolik ekskavatör, yükleyici ve kamyonlar kullanılır. Dragline uygulaması, kazılacak zemin örtüsünün ince olduğu açık işletmelerde kullanılır. Süreksiz işletme sistemi; ABD, Avusturalya ve Güney Afrika'da yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir.

Görsel 2.3: Açık ocak işletmelerinden bir örnek

2.1.5.4. Yer Altı İşletme Yöntemi

Yer altı işletme yöntemi kömür madeni yataklanma şekline, kömür damarının yapısına, yan kayaçların özelliğine, metan gazı içeriğine, zeminin tektonik yapısına vb. birçok faktöre göre farklılık gösterir.

Yer altı kömür üretim yöntemleri içinde en yaygın; uzun kazı arınlı üretim yöntemi ve kısa kazı arınlı üretim yöntemi, topuklu üretim yöntemi, oda üretim yöntemi kullanılır.

Türkiye kömür madenciliğinde kullanılan yer altı üretim yöntemleri şunlardır:

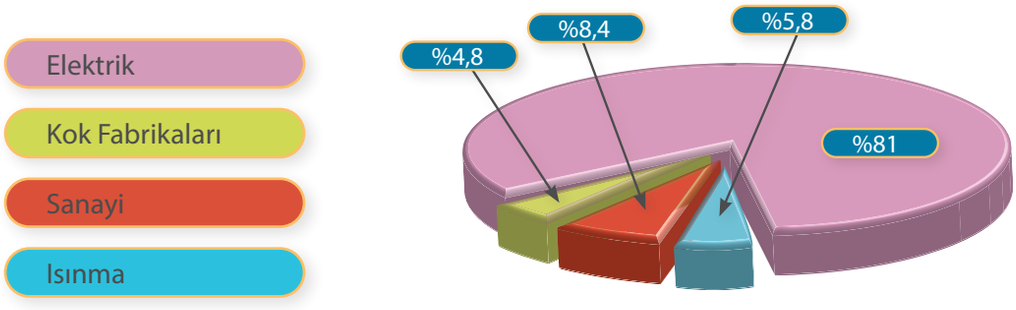
- Kazı arınının durumuna göre uzun kazı arınlı (uzun ayak, diyagonal ayak), dar kazı arınlı (tavan ayak, taban ayak), topuklu (göçertmeli topuklu, dolgulu topuklu, çapraz topuklu, travers ayak, ara katlı topuklu ayak)
- Oda yöntemleri (oda-topuk yöntemi, tali katlı göçertme)
- Blok yöntemleri

SIRA SİZDE

Kömür üretim yöntemlerini karşılaştırarak ülkemizde hangi yöntemin en fazla kullanıldığını ve bu yöntemin tercih edilme nedenlerini araştırınız.

1.1.6. KÖMÜR MADENİNİN KULLANIM ALANLARI

Sanayi Devrimi'nden günümüze önemini koruyan kömür madeni, birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Kömür, dünyada ve ülkemizde termik santrallerde elektrik enerjisi üretilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Dünyada elektrik üretiminin yaklaşık %40'ı kömürden elde edilmektedir. Türkiye'deki termik santrallar genellikle yüksek ısıl değerli kömürlerle çalışmaktadır. Bu yüzden termik santraller, kömür tüketiminde büyük paya sahiptir. Ayrıca kömür; demir-çelik ve çimento imalatında, buhar üretiminde kullanılan bir madendir (Grafik 2.5).



Grafik 2.5: Türkiye'de kömürün kullanım alanları

Kömürün Kullanım Alanları

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20595

Yönerge: Üç gruba ayrılarak ülkemizde kömür madeninin çıkarıldığı yerleri, kömürün kullanım alanlarını, kömür madeninin ülke ekonomisindeki yeri ve önemini araştırınız. Konuyla ilgili görsel bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

Görsel 2.4: Göçük tehlikesi

Görsel 2.5: Havalandırma

Görsel 2.6: Nakliyat

2.1.7. KÖMÜR MADENCİLİĞİNDE İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ

Madencilik sektörü, iş kazalarının en sık yaşandığı sektörlerden biridir. Kömür madenciliği, İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'nde **çok tehlikeli** sınıfında yer almaktadır. Dünya genelinde kömür madenlerinde yaşanan kazaların başında göçük ve taş-kavlak düşmeleri gelmektedir. Çalışma alanının yetersiz havalandırılması, toz, ağır metaller, yetersiz aydınlatma, çalışma ortamının sıcaklık durumu, gürültü, titreşim gibi fiziksel tehlikeler de bulunmaktadır. Ayrıca kemirgen hayvanlar, bulaşıcı hastalıklar gibi biyolojik tehlikeler, yangın veya patlama tehlikesi, makinelerden veya nakliyat ekipmanlarından kaynaklanan tehlikeler de yer altı kömür madenciliğinde yaşanan tehlikeler arasında yer almaktadır.

2.1.7.1. Göçük Tehlikesi

Yer altı kömür madenlerinde göçük tehlikesinin önüne geçmek için çalışma alanının tavanı uygun tavan zemin kontrol sistemleri ile oluşturulmalıdır. Ayrıca tavandan kaynaklı tehlikelere karşı çalışanların, çalışma alanıyla ilgili bilgilendirilmesi gerekmektedir (Görsel 2.4).

2.1.7.2. Havalandırma

Kömür ocaklarının doğru ve yeterli havalandırılması hayati önem taşımaktadır. Yerin derinliklerinde üretilen kömür madeninde derinlik arttıkça temiz havaya ulaşmak zorlaşır. Ocaklarda uygun havalandırma sistemleri ile kirli havanın ocak dışına atılarak temiz havanın ocak içine verilmesi sağlanmalıdır (Görsel 2.5). Kirli hava ocak dışına atılırken oluşabilecek patlama tehlikelerine karşı ortamdaki gazlar ve aşırı ısı da uygun havalandırma sistemi ile ortamdan uzaklaştırılır. Kömür madeninin havalandırılmasıyla ilgili değerler periyodik olarak ölçülür ve ölçüm sonuçları kaydedilir. Havasında %19'dan az oksijen, %2'den çok metan, %0,5'ten çok karbondioksit, 50 ppm (%0,005)'den çok karbonmonoksit ve diğer tehlikeli gazlar bulunan yerlerde çalışılmaz.

2.1.7.3. Grizu

Maden ocaklarında ortamdaki metan gazının yükselmesinden dolayı oluşabilecek grizu patlamalarına karşı grizulu ocaklarda metan değeri sıklıkla ölçülür. Grizu ve yangına sebep olabilecek kömür damarlarının bulunduğu ocaklarda tüm çalışanlar, karbonmonoksit maskesi taşır ve gerektiğinde bu maskeyi kullanır. Havasında %2'den çok metan tespit edilen ocaklarda çalışanların kurtarılması ve grizunun temizlenmesi dışında çalışma yapılmaz. Metan oranının çalışma ortamında sık sık değiştiği durumlarda ses ve ışık uyarısı yapan metan dedektörü bulundurulur. Grizulu ocaklarda 25 m yarıçapındaki bir alan içinde yapılan ölçmede %1 oranında veya %1'den daha yüksek oranda metan tespit edilirse ocakta patlatma yapılmaz. Kömür tozu bulunan ocaklarda, ateşlenecek yerlerde lağım delikleri doldurulmadan önce ocağa taş tozu serpmek ya da ocağı sulamak gibi koruyucu tedbirler alınır.

Görsel 2.7: Toz tehlikesi

Görsel 2.8: Grizu-Patlama

2.1.7.4. Tahkimat

Üretim sırasında açılan boşlukların çalışma boyunca güvenli bir şekilde açık tutulması için alınan önlemlerin tamamına **tahkimat** denir. Çalışma alanının güvenliğinin sağlanmasında en önemli işlemlerden biri tahkimattır. Kömür madenlerinde en sık yaşanan kazalar arasında, yetersiz tahkimat işlemlerinden kaynaklı göçükler, tavandan veya yan duvardan düşen taş ve cevherler yer almaktadır. Tahkimat çeşitleri; ahşap tahkimat, çelik tahkimat ve beton tahkimattır. Kömür madenlerinde oluşabilecek göçüklere ve kazalara karşı uygun ve yeterli tahkimat yapılmalıdır.

2.1.7.5. Nakliyat

Kazılan kömürün ocak dışına çıkarılması, yatay veya düşey yönlü nakliyat sistemiyle yapılır. Bu sistemde kömür, yer yüzeyine taşınırken malzeme karşıt yön izlenerek ocak içine taşınır. Kurtarma ve özel durumlar dışında madende çalışanlar, yalnızca insan taşımak için yapılmış araçları kullanmalıdır (Görsel 2.6). Bu araçlar, güvenlik açısından uygun durdurma sistemiyle donatılır. Maden ocağında kullanılan hareketli ekipmanlar, hareket yönünün ayırt edilmesini sağlayan işaret lambalarıyla donatılır. Taşımanın elle veya mekanik bir araçla yapıldığı zamanlarda yaya yolları galeri tabanından en az 180 cm yükseklikte olmalıdır. Ayrıca araçlarla galerinin yan duvarları arasında en az 60 cm mesafe bırakılmalıdır.

2.1.7.6. Ocak Tozları

Kazı işlemleri sırasında kömür madenlerinden çıkan toz, ortamdaki görüş mesafesini azaltır ve gözü tahriş eder (Görsel 2.7). Ayrıca uzun süre kömür tozuna maruz kalmak solunumu ve görüş açısını güçleştirerek çalışanların psikolojilerini olumsuz yönde etkiler. Bu durum, çalışma verimini düşürür. Kömür tozu patlayıcı olduğu için ayrıca dikkat edilmesi gereken bir etkendir. Katı bir kömür parçası normal koşullarda yanıcıdır. Ancak ufalanarak ince toz hâline getirildiğinde tutuşucu ve patlayıcı bir hâl alır. Metan patlamalarında kömür tozlarının etkisi de büyüktür. Çalışma ortamında metan olmadığında da kömür tozu kendi başına patlayabilmektedir. Bu riskleri ortadan kaldırmak için kömür damarına su emdirilerek toz oluşumunu önleme çalışmaları yapılır. Ayrıca çalışma yerinin havalandırılması, delme ve nakliye işlemlerinde toz oluşumunun engellenmesi, toz toplama ve filtrasyon çalışmaları da yapılır.

2.1.7.7. Patlayıcı Maddeler

Yer altı kömür üretimi sırasında patlayıcı maddelerin ve ateşleyicilerin depolanması, taşınması ve kullanılması; bu konuda yetkili kişiler tarafından yapılır. Patlayıcı maddeler, özel sandıklar içinde taşınır ve bu sandıkların içine başka bir madde konulamaz. Yer altındaki patlayıcı madde depoları; çalışma alanlarına, yollara ve ana havalandırma yoluna zarar vermeyecek uzaklıkta yapılır. Maden ocaklarında kömür depolarının yakınında hiçbir tutuşturucu madde ile çalışma yapılmaz. Patlayıcı madde, deponun son kısmına konur. Yer altı deposunun sıcaklığı, 8 ^{0}C 'den az ve 30 ^{0}C'den fazla olmamalıdır. Aksi hâlde patlama kaçınılmazdır (Görsel 2.8).

Kömür Madeninde Güvenlik

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20601

Yönerge: Kömür madenciliğinde iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili detaylı bir araştırma yapınız. Üç gruba ayrılarak kömür madeninde yaşanabilecek tehlikelilerin önlenmesi ve yaşanan kazaların ardından yapılması gerekenler ile ilgili bir rapor hazırlayınız. Hazırladığınız raporu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

Artık Biliyorum

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20602

Yönerge: Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek kömür madeniyle ilgili öğrendiklerinizi pekiştiriniz.

İşlem basamakları:

1. Üç kişilik gruplara ayrılınız.
2. Her grup, kâğıtlara öğrenilen konularla ilgili kısa bilgi notları yazınız.
3. Yazılan bu bilgi notları, diğer gruplarla değiştiriniz (Herkesin elinde en az bir bilgi notu bulunmalıdır.).
4. Bilgi notları hazırlandıktan sonra herkesin katılacağı bir çember oluşturunuz.
5. Gruptan bir gönüllü veya öğretmen etkinliğe "Artık Biliyorum." cümlesiyle başlar. Bu kişi, çemberin içine doğru bir adım ilerler ve işlenen konularla ilgili o ana kadar öğrendiklerinden bir cümle söyler. Örneğin "Artık biliyorum, kömür organik bir kayaçtır." veya "Artık biliyorum, dünyada en büyük kömür rezervine sahip olan ülke ABD'dir.' ' Çember daralana kadar etkinlik farklı katılımcılarla devam ettirilir.

Not: Öğrendiğiniz bilgileri kendi cümlelerinizle ifade etmeye çalışınız, takıldığınız yerde elinizdeki bilgi notlarından yardım alabilirsiniz. Yanlış cevap verdiğinizde çemberinizdeki ilk yerinize geri dönebilir, başka bir katılımcının ardından tekrar devam edebilirsiniz. Çember yeterince daraldığında dikkatli bir şekilde geriye adım atarak çemberi eski hâline getiririz. Herkes söz aldıktan sonra etkinliği sonlandırabilirsiniz. Edindiğiniz bilgileri sunu hâline getirip sınıfınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Mermer en fazla hangi alanlarda kullanılmaktadır?

2.2. MERMER MADENİ

Sağlam ve estetik görünümnden dolayı eski çağlardan beri özellikle yapılarda en çok tercih edilen madendir. Günümüzde kullanım alanı oldukça geniş olan mermerin bir çok farklı türü bulunmaktadır.

2.2.1. MERMER MADENİNİN OLUŞUMU

Mermer; yüksek sıcaklık ve basıncın etkisiyle kalker (kireç taşı), dolomit gibi kayaçların içeriğinde bulunan minerallerin yeniden kristalleşerek başkalaşıma (metamorfizma) uğramasıyla oluşmuştur. Farklı renk ve desenlere sahip olan mermer, oldukça dayanıklı doğal taşlar arasında yer almaktadır. Geçmiş çağlardan beri insanlar tarafından yapı, konut, mimari ve sanat için kullanılan mermer, günümüzde de değerini koruyan doğal taşlardan biridir. Ticari ve endüstriyel anlamda mermer; kesilerek şekil verilebilen, cilalanarak parlatılabilen, dayanıklı olduğundan birçok yapıda kullanılabilen ve ekonomik değer taşıyan bir kayaçtır. Mermerler ve mermer olarak kabul edilen doğal taşlar üç gruba ayrılır:

- Sedimanter mermerler
- Başkalaşım (metamorfik) mermerler
- Magmatik kökenli mermerler

2.2.1.1. Sedimanter Mermerler

Bu mermerler, farklı yapıdaki metamorfik veya tortul kayaçların parçalanarak taşınması ve uygun bir ortamda (göl, deniz veya okyanus gibi) birikerek çimentolaşması ile oluşur (Görsel 2.9). Konglomera (çakıl taşı), suda erimiş hâlde bulunan kalsiyum ve magnezyum karbonatın kimyasal ve fiziksel yollarla değişmesi sonucunda traverten ve oniks mermerleri oluşturur. Traverten mermerler, kalsiyum bikarbonatlı sıcak kaynak sularının içeriğinde bulunan minerallerin çökelmesiyle, basınç ve sıcaklığın etkisiyle başkalaşmaya uğrayarak oluşan mermerlerdir. Üretimi ve işlenmesi kolay olan bu mermerler; beyaz, kirli beyaz, krem gibi çeşitli renklere sahiptir. Bu mermerlerin dayanıklılığı düşüktür ve parlatma cilalama özellikleri zayıftır. Bu yüzden kullanım alanı sınırlıdır. Bu mermerler, gözenekli yapısından dolayı estetik görünürler ve binaların iç ve dış kaplamalarında tercih edilmektedir.

Oniks mermerler; genellikle beyaz, sarı, yeşil renklere sahip, yarı saydam mermerlerdir. Bu mermerler, kristal bir yapıda olduklarından serttir. Cilayı iyi tuttukları ve güzel göründükleri için değerli mermerlerdir.

Görsel 2.9: Mermer katmanından bir kesit

2.2.1.2. Başkalaşım (Metamorfik) Mermerler

Gerçek mermer olarak adlandırılan bu mermerler; kalker, dolomitik kalker gibi tortul kayaçların yüksek ısı ve basınç altında kalarak başkalaşmaya uğramasıyla oluşur. Bileşimlerinde büyük oranda kalsiyum, karbonat ve az oranda magnezyum karbonat bulunur. İçeriğinde bulunan kalsiyum karbonattan dolayı başkalaşım mermerlerin renkleri genellikle beyazdır ancak yabancı maddeler rengine etki ederek mermerde renk çeşitliliğine neden olur.

2.2.1.3. Magmatik Kökenli Mermerler

Magmanın yeryüzüne çıkarak soğuması ve kristalleşmesi sonucu oluşan kayaçlara **magmatik kayaçlar** denir. Mermercilikte en fazla kullanılan magmatik kayaçlar; granit, serpantinit, diyabaz, lösitli siyenit ve granadiyorittir. Granitler, oldukça sert ve dayanıklı oldukları ve cilayı iyi tuttukları için en fazla tercih edilen mermer çeşitlerindendir. Farklı renk tonlarına sahip olan serpantin (yeşil ve sarımsı, kırmızı-kahverengi, siyah); yüksek sertlik derecesine sahip olduğu ve cilayı iyi tuttuğu için sütun ve anıt inşaatı, zemin kaplama gibi alanlarda tercih edilmektedir.

Mermerin en önemli özellikleri; dokulu olması, sertlik derecesinin yüksek olması, parlama özelliği, desenli yapısı, cilaya karşı duyarlılığı ve blok elde edebilme oranıdır. Saf mermer, beyaz renktedir fakat mermerler birçok farklı renkte bulunabilir. Mermerler, bütün yataklarda benzer tonda dağılmış renklerde olabileceği gibi benekli veya damarlı hâlde de olabilmektedir. Kullanım alanlarına göre desenli veya düz renkli mermerler tercih edilmektedir. Simetrik görünümlü desenler oluşturan, düzenli, ince damarlı ve boyuna kesilmiş ağaç gövdesine benzeyen mermerler; ekonomik anlamda daha değerlidir.

SIRA SİZDE

Mermer yataklarının nasıl oluştuğunu araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

2.2.2. MERMERİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

Mermer yatakları; dağ, tepe ve ova gibi farklı topografik yapılarla yeryüzüne yakın yerlerde ya da yerin derinliklerinde farklı sertlik oranlarına sahip olarak bulunur. Mermer üretim yöntemini belirleyen en önemli unsur, mermer kütlesinin ana kayaçtan ayrılmasını sağlayan **kesme yöntemidir**. Mermer, açık ocak madenciliği ve yer altı madenciliği yöntemleriyle üretilmektedir. Açık ocak madenciliği yönteminde ekonomik olarak uygun olan yataklar doğrudan kazılarak yüzeydeki örtü katmanı kaldırılır ve cevher kütlesi üretilir. Günümüzde dünya mermer üretiminin yaklaşık %70'i açık işletmecilik yöntemleriyle yapılmaktadır.

Açık ocak işletmelerinde uygulanan üretim yöntemleri şunlardır:

a) Helezon Tel Kesme Yöntemi
b) Elmas Tel Kesme Yöntemi
c) Zincirli Kesicilerle Üretim Yöntemi
ç) Termal Şok Yöntemi
d) Basınçlı Su Yöntemi
e) Karma Üretim Yöntemleri

Yer altı üretim yöntemi ise mermer yataklarının derinlerde olduğu, yüzeydeki örtü tabakasının kalın ve yüzey çatlaklarının sınırlı olduğu durumlarda uygulanır. Yer altı mermer işletmeciliğinde genellikle oda topuk yöntemi ile üretim yapılır. Yer altı maden işletmeciliği; ABD, İtalya, Brezilya ve Finlandiya gibi ülkelerde uygulanmaktadır. Ancak bu ülkelerde de iyi pazar payına sahip mermer yataklarının bulunduğu birkaç ocak dışında çok fazla uygulanan bir yöntem değildir.

Üretim işlemleri, maden yatağının yeri dikkate alınarak seçilen sürekli veya aralıklarla çalışan iş makineleri ile yapılmaktadır. Yüksek kapasiteli makine ve ekipmanlar kullanılarak işletme faaliyetlerinde, bilgisayarlı ölçme-izleme kontrol sistemlerinin etkisiyle açık işletmelerde büyük oranda verim sağlanır. Mermer ocaklarında iş makinesi olarak döner kepçeli ekskavatör ve zincirli ekskavatör, surface miner (sörfis mayna) gibi kazıcı - yükleyici makineler; nakliye aracı olarak kamyonlar kullanılmaktadır. Açık ocak işletmelerinin üretime açılmasında uygun makine ve ekipman seçimi, yıllık kazı, üretim miktarı ve topografya belirleyici unsurlardır. Ayrıca madenin yataklanma durumu, yapısı ve kalınlığı, örtü tabakasının kalınlığı, drenaj durumu ve atmosfer koşulları (yağış ve sıcaklık) da açık ocak işletmelerinin üretime açılıp açılmayacağını belirler. Mermer ocaklarında kesilen blokların taşınması ve yüklenmesinde ocağın yüksek noktasına kurulan vinçler kullanılmaktadır. Mermer ocakları, iklim şartlarından çok çabuk etkilenmektedir. Yağmur ve kar sularının ocağı basması durumunda üretime ara verilir. Bu tür durumlarda ocak içerisinde biriken su ve çamurun ocaktan tahliye edilmesi için gerekli tedbirler alınmalıdır. Mermer ocaklarında kullanılan ekipmanların depolandığı bir depo ve işçilerin yemek, dinlenme gibi temel ihtiyaçlarının karşılanması için kullanılan bir idari bina bulunur.

Mermer üretiminde en sık kullanılan yöntemler şunlardır:

El İle Yapılan Üretim: Mermer üretiminde kullanılan en eski teknik olup keski, kama, çekiç ve varyoz (büyük çekiç) gibi basit el aletleri ile yapılan üretimdir. Daha çok emek gücüne dayalı bir sistemdir. Mermercilikte kullanılan eski yöntemlerden biri de üçlü kamadır. Bu yöntemde kayacın çevresinde murçlarla (betonu delmekte kullanılan sivri uçlu, çelik araç) açılan delikler sayesinde yerleştirilen kamalarla blok ayrılmaktadır.

Kompresörle Mermer Çıkarma: Bu yöntemde kesilen mermerin blok çevresine blok tabanına kadar inen delikler açılarak mermer kütlesi zayıflatılır ve açılan alandan kama veya kriko ile mermer çıkarılır. Makine yardımıyla yapılan bir üretimdir.

Telle Kesme: Özel alaşımlı teller kullanılarak uygulanan bir sistemdir. Kesmeyi hızlandırmak ve sürtünmeyi azaltmak amacıyla kesme sırasında kuvars kumu ve su kullanılır. Çatlak yoğunluğu az olan veya çatlak dolgusu bulunmayan ocaklarda tercih edilen bir sistemdir.

Zincirli Kesici İle Mermer Çıkarma: Özellikle kalker, marn mermer gibi çok sert olmayan mermer ocaklarında kullanılan bir yöntemdir. Çevresi sert ve özel alaşımlı kesici uçlarla donatılmış, testere boyu 1-3,5 m arasında değişen ray üzerinde hareket eden bir teknoloji kullanılır.

Disk Testere İle Mermer Çıkarma: Çapı 5 m'ye varan özel disk testereler kullanılmaktadır. Ray sistemi ile çalışır.

Elmas Telle Taş Çıkarma: Özellikle sert mermerlerin çıkartılmasında iyi sonuçlar veren bir sistemdir. Üzerinde elmas soketler olan tellerle kesme işlemi yapılmaktadır.

Alevle Kesme: Çıkarılacak mermer bloğunun çevresi-oksijen ve gaz kaynaklı alev kullanılarak- eritilerek uygulanan tekniktir. Granit ve siyanit mermer ocaklarında uygulanmaktadır.

Türkiye'de Mermer Üretim Yöntemleri

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20615

Yönerge: Üç gruba ayrılınız. Türkiye'de uygulanan mermer üretim yöntemlerini araştırarak görsel bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

2.2.3. MERMERİN KULLANIM ALANLARI

Mermer, eski çağlardan beri dayanıklı olduğu ve güzel göründüğü için yapılarda ve anıtlarda kullanılan bir madendir. Günümüzde mermerin başlıca kullanım alanları; inşaat sektörü, dekorasyon, heykelcilik, süs eşyalarının yapımı ve mezarcılıktır (Görsel 2.10).

İnşaat Sektörü: Mermer genellikle binaların iç ve dış kaplamalarında, inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaktadır. İç kaplama olarak mermer taban, merdiven, mutfak tezgâhı, banyo gibi yerlerde kullanılmaktadır. İç kaplamalarda daha çok farklı renk ve dokularda mermerler kullanılmaktadır. Dış kaplamalarda ise genellikle traverten ve granit kullanılmaktadır.

Mezarcılık: Mermer; mezar taşı, anıt gibi yapılarda yaygın olarak kullanılır. Bu alanlarda daha çok granit türleri kullanılmaktadır. Mezar taşları, ülkeden ülkeye değiştiği gibi kültürden kültüre göre de değişmektedir. Ülkemizde mezar taşları genellikle beyaz olup mezar taşlarında mermer çeşidi olarak traverten kullanılmaktadır.

Sanat: Mermer; heykel, süs eşyası, vazo, satranç taşları, şekerlik, kalemlik, abajur, isimlik, çakmak altlığı, avize gibi eşyaların yapımında kullanılmaktadır. Bu alanlarda genellikle renk çeşitliliğinden ve parlak dokularından dolayı oniks taşları kullanılmaktadır.

Mermer Artıklarının Kullanım Alanları: Mermer atıkları birçok alanda kullanılmaktadır. Tarım, seramik, plastik, çimento, yem, boya, kâğıt ve yapı malzemeleri sektöründe mermer tozları kullanılmaktadır. Gübre üretiminde kalsit mermer ve dolomit tozları yoğun olarak kullanılmaktadır. Plastik sanayisinde plastiklerin sertleştirilmesi ve çimento sanayisinde beton kıvamının kalitesinin artması için küçük mermer kırıkları çimento malzemesine katılmaktadır.

Kâğıt sanayisinde selülozun pişirilmesinde gerekli olan kireç taşı, bu sektörde dolgu ve kaplama maddesi olarak kullanılmaktadır. Yapı malzemeleri sanayisinde ise suni mermer, karo fayans, polyester gibi malzemelerin yapımında mermer tozundan yoğun olarak yararlanılmaktadır.

Görsel 2.10: Mermerin kullanım alanlarından bazıları

Türkiye'de Mermer Çeşitleri

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

Türkiye'de bulunan mermer rezervlerini ve mermerin çıkarıldığı yerler ile ilgili elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak görsel bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

2.2.4. TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ MERMER MADENİ REZERVİ

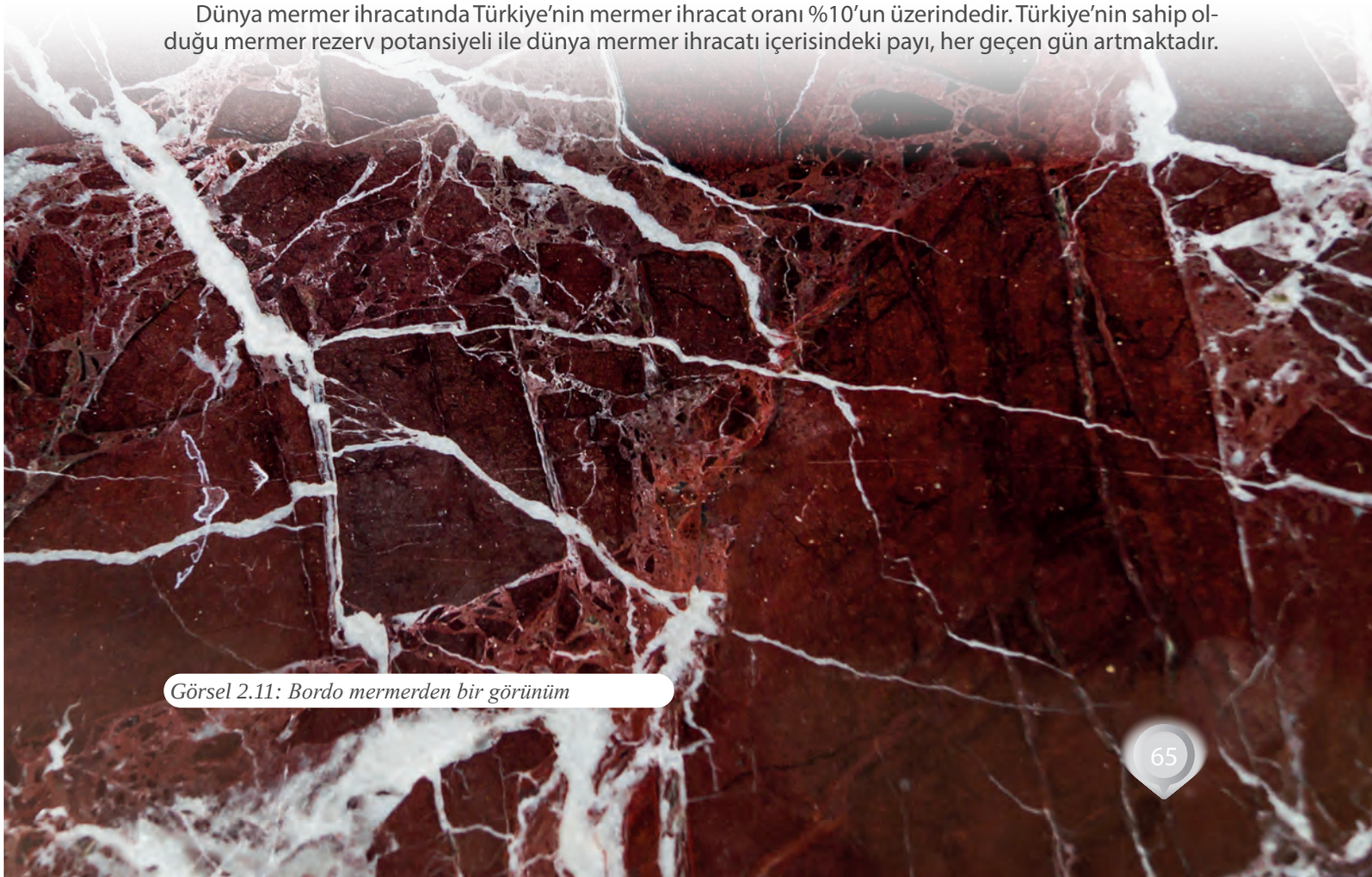
Dünya mermer rezervlerinin en yaygın olduğu yerler Alp-Himalaya kuşağı içinde yer alan Portekiz, İspanya, İtalya, Yunanistan, Türkiye, İran, Pakistan gibi ülkelerdir. Bu ülkelerde karbonatlı kayaç (mermer, kireç taşı, traverten ve oniks) rezervleri fazladır. İspanya, Norveç, Finlandiya, Ukrayna, Rusya, Pakistan, Hindistan, Çin, Brezilya ve Güney Afrika; işletilebilir magmatik kayaç (sert taş) rezervlerinin yoğunlaştığı önde gelen ülkelerdir. Asya kıtasında Çin başta olmak üzere Hindistan ve İran mermer üretiminde önemli potansiyele sahip olan ülkelerdir (Grafik 2.6). Avrupa kıtasında ise İtalya, İspanya, Türkiye ve Portekiz mermer üretiminde ve ticaretinde söz sahibi ülkeler arasındadır.

Türkiye, dünya doğal taş (mermer, granit, oniks vb.) rezervinin yaklaşık %40'ına sahiptir. Ülkemizde 650'ye varan farklı renk ve dokuda mermer türü bulunmaktadır. Bu türler arasında çeşitli renk ve desenlerde kristal kalker (mermer), kalker, traverten oluşumlu kalker (oniks), konglomera, breş ve magmatik kökenli kayaçlar (granit, siyenit, diyabaz, diyorit, serpantin vb.) bulunmaktadır. Türkiye'deki mermer rezervleri, farklı renk ve doku çeşitliliğine göre değerlendirildiğinde ekonomik olarak mermer sektöründe önemli bir istihdam kaynağı oluşturmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin dünya pazarlarında önde gelen ülkeler arasında olduğunu göstermektedir. Türkiye'de üretilen, dünya piyasalarında tanınmış mermer çeşitleri; Elâzığ'da vişne mermeri, Akşehir'de siyah mermer, Manyas'ta beyaz mermer, Bilecik'te bej mermer, Milas'ta leylak mermer, Gemlik'te diyabaz ve Afyon'da şeker mermer, Ege Bölgesi'nde ise bordo mermerdir (Görsel 2.11).

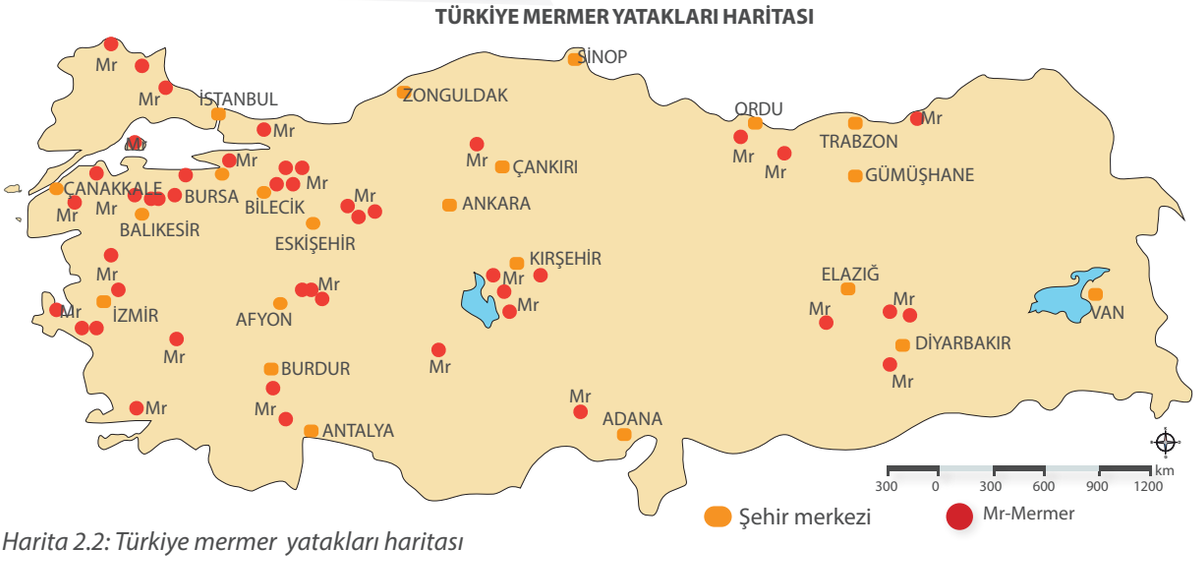
Dünya pazarlarında önemli nitelikte doğal taş çeşidine sahip olan Türkiye'de rezervler Anadolu ve Trakya boyunca geniş bir bölgeye yayılmıştır. Rezervlerin bölgelere göre dağılımı; Ege Bölgesi %32, Marmara Bölgesi %26, İç Anadolu Bölgesi %11, Doğu Anadolu, Güneydoğu Anadolu, Karadeniz ve Akdeniz Bölgesi %31 şeklindedir (Harita 2.2). Doğal taşlar içerisinde mermerden sonra ikinci önemli doğal taş **granit**tir. Türkiye'de önemli granit rezervlerinin bulunduğu yerler; Ordu, Rize, Trabzon, Balıkesir, Kırklareli, Kırşehir, Bolu, İzmit, Çanakkale ve İzmir'dir. Dayanıklı olduğu ve parlak göründüğü için gelişmiş ülkelerde sıklıkla tercih edilen granitin kullanımı, son yıllarda ülkemizde de yaygınlaşmaya başlamıştır.

Türkiye'nin işlenmiş mermer ve traverten ihracatında ilk sırada yer alan ülke ABD'dir. ABD'yi, Suudi Arabistan ve Irak takip etmektedir. Türkiye, jeopolitik konumu ve farklı renk ve türdeki mermer rezervlerinden dolayı dünya mermer ticaretinde diğer ülkelere göre birçok avantaja sahiptir. Bu avantajlar, Türkiye'yi mermer ihracatında dünyanın önde gelen ülkeleri arasına taşımıştır. Dünyada blok mermer ticaretini en fazla yapan ülkeler; Türkiye, Çin, İtalya ve İspanya'dır. Türkiye'deki blok mermer ihracatının %90'a varan kısmı, Çin'e yapılmaktadır.

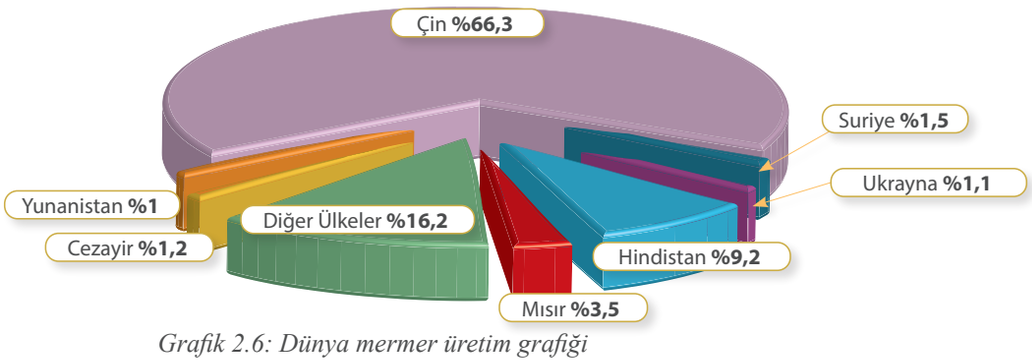
Dünya mermer ihracatında Türkiye'nin mermer ihracat oranı %10'un üzerindedir. Türkiye'nin sahip olduğu mermer rezerv potansiyeli ile dünya mermer ihracatı içerisindeki payı, her geçen gün artmaktadır.



Görsel 2.11: Bordo mermerden bir görünüm



Harita 2.2: Türkiye mermer yatakları haritası



Grafik 2.6: Dünya mermer üretim grafiği

Mermer Rezervlerinin Gelecekteki Durumu

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20615

Yönerge: İki gruba ayrılarak mermer rezervlerinin gelecekteki durumu ile ilgili araştırma yapınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak sınıfta **zıt panel tekniği** ile mermer rezervlerinin gelecekteki durumunu ve Türkiye'nin dünya pazarındaki rolünü tartışınız. Edindiğiniz bilgileri sunu hâline getirerek sınıfınızla paylaşınız.

İşlem basamakları:

1. Sınıf iki gruba ayrılır. Gruplardan biri soru, diğeri cevap grubudur.
2. Soru grubu; soracağı soruları, cevap grubu ise sorulması muhtemel soruların cevaplarını hazırlar.
3. Bu çalışma için gruplara 10-15 dakika süre verilir ve süre sonunda uygulama başlar.
4. Gruplardan belirlenen sayı kadar soru ve cevap hazırlamaları istenir.
5. Sorular cevaplandırılır, cevaplar sorulara yanıt verecek nitelikte değilse sorunun cevabı söylenir böylece konuya ilgi uyandırılır.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

2.2.5. MERMER ÜRETİMİ SIRASINDA ALINMASI GEREKEN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ TEDBİRLERİ

İş sağlığı ve güvenliği; çalışanların, işletmenin ve üretimin güvenliğinin sağlanması için alınan önlemlerin tümünü kapsar. İş sağlığı ve güvenliğinin genel amacı; çalışana, iş yerine ve diğer ilgililere gelen yükümlülüklerin azaltılması ve buna bağlı olarak ülke ekonomisine verilen zararların önlenmesidir.

2.2.5.1. Mermer Ocaklarda Meydana Gelen İş Kazaları

Mermer üretimi genel olarak açık ocak işletmeciliği yöntemiyle yapılmaktadır. Açık alanda yapılan bu çalışma, büyük iş makinelerinden kaynaklı gürültünün ve mermer tozlarının yoğun olduğu bir ortamdır. Mermer ocaklarında yaşanabilecek bazı tehlikeler söz konusudur. Bu tehlikelerin başında mermer bloklarının kesilmesi sırasında elektrikli blok kesme makine kablolarının ezilme durumu gelmektedir. Bu durum büyük risk yaratmaktadır. Mermer üretiminde kullanılan yöntemlerden biri olan elmas boncuklu mermer blok kesme işleminde makine kullanılmaktadır. Bu makinelerin kesme boncuklarının yüksek devirde dönmesiyle elmas telin sıkışıp kopması sonucu etrafta bulunan çalışanlara çok hızlı çarpmasına neden olabilir. Bu çarpma, yaralanmalara hatta ölümlere varan iş kazalarına neden olabilmektedir. Mermer ocakları üretimin sürekli olduğu ortamlardır. İş makineleri ile blok kesme işlemleri aynı anda yapılır. Bu durum, iş makinelerini kullananlardan kaynaklanan dikkatsizlikten dolayı diğer çalışanların ezilme tehlikesiyle karşılaşmasına neden olabilmektedir. Mermer blokları kesildikten sonra blok ayrılması, kütle kopması ve düşmesi gibi durumlar çalışanların darbe alıp yaralanmasına sebep olabilmektedir. Mermer ocaklarında meydana gelebilecek tehlikeler aşağıdaki gibidir:

Fiziksel Tehlikeler: Mermer ocaklarında yaşanan fiziksel tehlikeler; titreşim, gürültü, yetersiz havalandırma, aşırı ısı, yetersiz veya aşırı aydınlatmadır.

Kimyasal Tehlikeler: Toksik gazlar, organik sıvıların buharları, erimiş metal gazları, radyasyon, kızılötesi ve mor ötesi ışınlar, çeşitli asitler, alerjik tozlar; kimyasal tehlikeler arasında yer alır. Bu tehlikelere karşı çalışanların bilgilendirilmesi ve gerekli uyarıların çalışma alanında ilgili yerlere asılması gerekmektedir.

Elektrikle Çalışma ile Meydana Gelen Tehlikeler: Topraklaması yapılmamış tezgâhlardan veya el aletlerinden kaynaklanabilecek tehlikelere karşı bu aletlerin belli periyotlarla topraklanma kontrolünün yapılması gerekmektedir. Elektrik ve aydınlatma tesisatının periyodik kontrolünün yaptırılması, yıpranmış veya hatalı onarılmış el aletlerinin doğru tamir edilmesi ya da yenileriyle değiştirilmesi gerekmektedir. Çalışma ortamında baret, eldiven, çizme, maske, kulaklık gibi kişisel koruyucuların kolay ulaşılabilir olması gerekmektedir.

- **Mermer ocaklarında tehlikelere karşı alınacak önlemlerden biri de koruyucu malzemeler kullanmaktır.**

2.2.5.2. Koruyucu Malzemeler

Ağır çalışma şartları, mermer ocaklarında iş kazaları ve meslek hastalıklarına sebep olabilmektedir. İş kazaları ve meslek hastalıklarının önüne geçebilmek için koruyucu malzemeler kullanmak iş kaza risklerini azaltır. Mermer ocaklarında en fazla yaşanan kazalardan biri, ağır mermer bloklarının düşmesidir. Mermer kütlelerinin ayak parmaklarına düşmesi durumunda ayak parmaklarının ezilmesini önlemek için uçları çelik koruyuculu bot giyilir. Bedeni korumak için ise kalın giysiler giyilir.

Mermer üretiminde elmas telli kesim sırasında elmas boncuk ve çapak fırlamasına karşı gözleri korumak için **gözlük** kullanılmalıdır. Mermer ocaklarında kullanılan ekipmanlardan çıkan şiddetli sese karşı kulakları korumak için **kulaklık** kullanılmalıdır.

Mermer üretiminin genel olarak açık işletme şeklinde yapılması, doğa koşullarının (yağmur ve kar gibi) üretim ortamını etkilenmesine neden olmaktadır. Ocak tabanının çamurlu ortamına karşı çizme, yağmura karşı **muşamba önlük** giyilir. Ellerin koruması için ise deri **eldiven** kullanılır.

Mermer üretimi sırasında kesilen bloklardan etrafa toz yoğun şekilde yayılmaktadır. Bu durum, çalışanların sağlığını tehdit etmektedir. Bu tehlikeden korunmak için çalışanlar mutlaka maske kullanmalıdır. Çalışma ortamına göre **bez toz maskesi** veya **filtreli toz maskesi** kullanılır.

Bu önlemlerin yanı sıra çalışma ortamında iş sağlığı ve güvenliğinin sağlanabilmesi için alınabilecek önlemlerden bazıları şunlardır:

- İş yerleri, tehlikelere karşı yeterli koruma sağlanacak şekilde organize edilmelidir.
- İş yerindeki tehlikeli veya atık maddeler, çalışanların sağlık ve güvenliğini tehlikeye atmamak için iş yerinden uzaklaştırılarak çalışma ortamı düzenlenmelidir.
- Çalışanlara sağlık ve güvenliklerini sağlayabilmeleri için yeterli bilgi, talimat ve eğitim verilmelidir. Acil durum ekipmanlarının kullanımı, çalışanlara anlatılmalıdır.
- İş yerinde veya iş yerinin yakınında gerçekleşebilecek herhangi bir acil durumda nasıl hareket edileceğine ilişkin bilgileri içeren acil durum eylem planları hazırlanmalıdır.
- Tesisat, tehlike yaratmayacak şekilde kurulmuş olmalıdır.
- Yangın veya patlama tehlikesi bulunan ortamlarda tehlikeli maddeler ortamdan uzaklaştırılmalıdır.
- Yangın söndürme ekipmanları, çalışma ortamında bulundurulmalı ve çalışma ortamına yangın dedektörleri ve alarm sistemleri kurulmalıdır.
- Patlayıcı maddelerin ve ateşleyicilerin depolanması, taşınması ve kullanılması, sadece bu konuda yetkili ve uzman kişiler tarafından yapılmalıdır.

Görsel 2.12: İş sağlığı ve güvenliği ekipmanları

Mermer Üretiminde Alınması Gereken İş Sağlığı Güvenliği Önlemleri

Araç ve Gereç: Kâğıt, kalem ve silgi

Süre: 40′ dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=20626

Yönerge: Ülkemizde ve dünyada mermer üretimi sırasında meydana gelmiş olan iş kazalarını araştırınız. Bu iş kazalarından iki farklı olay seçiniz. Bu olayların gerçekleşme nedenini ve bunlara karşı alınabilecek önlemleri **örnek olay yöntemi**yle inceleyiniz. Edindiğiniz bilgilerle bir sunum hazırlayarak sınıfınıza sununuz.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Türkiye'deki önemli madenler neler olabilir? Arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Bir maden yatağı işletmiş olasaydınız ne tür İSG önlemleri alırdınız? Sınıfınızla paylaşınız.

2.3. DİĞER ÖNEMLİ MADENLER

Türkiye'de ekonomik açıdan değer taşıyan bir çok maden cevheri çıkarılarak farklı bir çok alanda kullalmakta ve ya ihraç edilmektedir. Bunlardan en önemlileri; krom, bakır, kurşun, çinko ve demirdir.

2.3.1. KROM MADENİNİN OLUŞUMU

Krom, yer kabuğunun doğal bileşenlerinden biridir. Krom; magnezyum (**Mg**), demir (**Fe**) ve alüminyum **(Al)** elementlerinden oluşur. Kromit minerali ve krom yatakları köken olarak ultrabazik kayaçlar içinde bulunur. Krom, magmanın ilk evrede kristalleşmesi ile oluşur. Geçmişi çok eskiye dayanmayan bir madendir. 1797 yılında keşfedilmesine rağmen 20. yüzyılın başlarında kullanılmaya başlanmıştır. Krom, ısıya ve darbeye dayanıklı sert ve parlak metalik bir madendir. Ekonomik olarak işletilen tek krom mineral **kromit**tir (Görsel 2.13). Krom yataklarının tamamı, ultramafik (magmatik) kayaçlar içinde oluşmuş, kristalleşme sonucu ayrışmaya uğramış yataklar şeklindedir. Krom yataklarının ilişkili oldukları ultramafik kayaçlar; jeolojik konumları, içerdikleri kayaç türleri ve iç yapıları bakımından tabakalı (stratiform) ultramafik masifler ve alpin tipi ofiyolitler şeklinde iki temel gruba ayrılır.

Tabakalı (Stratiform-Bushveld) Tip Krom Yatakları

Cevher, kalınlığı birkaç mm ile 1-2 m arasında değişen büyük boyutlu ve kilometrelerce uzanan tabakalı yataklardır. Bu tür yataklar, sadece bir katmandan oluşabildiği gibi birbirlerine paralel olarak gelişmiş birden fazla sayıda katmandan da oluşabilir. İçeriğindeki demir oranı yüksek yataklardır. Bu nedenle daha çok kimyasal kromit olarak kullanılır. Tane boyutları küçüktür ve düzgün kristal şekillidir. Bushveld [Buşfelt (Güney Afrika)], Stilwater [Stilvadır (ABD)] gibi duraylı kıtasal bölgelerde bulunan yataklardır.

Podiform (Alpin) Tip Kromit Yatakları

Podiform krom yatakları, okyanusal kabuğun oluşumuna bağlı okyanus ortası sırtların derin kesimlerinde oluşur fakat okyanusal kabuk ile kıtasal kabuk çarpışması esnasında kıtasal kabuk üzerine bindirilmiş olarak bulunur. Dolayısıyla bindirme fayları ile çok yakından ilişkilidirler. Bunlar; mercek veya düzensiz şekilli, genelde küçük boyutlu, karmaşık yapısal ilişkiler sergileyen yataklardır. İri tane boylu düzensiz kristal şekilli, Cr/Fe oranı yüksek ve yüksek kromlu cevher içerir. Alp dağ kuşağı üzerinde bulunan Arnavutluk, Yugoslavya, Yunanistan, Türkiye, İran, Umman, Pakistan, Kazakistan ve Rusya' daki kromit yatakları bu gruba girmektedir.

Görsel 2.13: Krom madeni cevheri

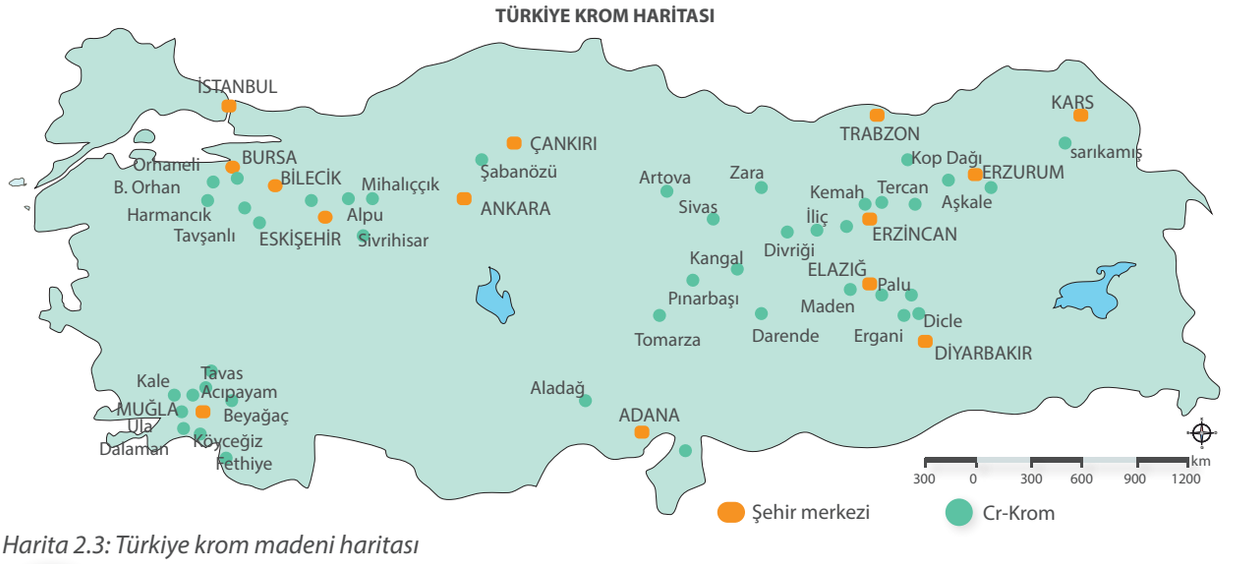
Türkiye'deki krom yatakları podiform tiptedir, genellikle düzensiz şekilli yataklardır. Krom yataklarının içinde bulunduğu peridotit genel ismiyle anılan ultrabazik kayalar, Türkiye'de geniş alanlar kaplar. Türkiye'de krom yatakları belirgin bir dağılım düzeni göstermez, peridotitler ülke geneline yayılmış durumdadır. Türkiye'deki kromit yataklarının düzensiz ve dağınık yapıda olması, bu madenin aranması ve işletilmesinde sorun oluşturmaktadır. Türkiye'de krom cevheri madenciliği açık ocak yöntemiyle başlamıştır. Bu yöntemle çıkarılabilecek maden kalmadığında yer altı işletme yöntemine geçilmiştir. Krom yataklarının boyutunun bilinmemesi, yer altı işletmeciliği için de sorun olabilmektedir. Türkiye'de krom işletmeciliğinde uygulanan genel yöntem, krom cevherinin en az risk taşıyan yerden başlayarak üretilmesidir.

2.3.1.1. Türkiye ve Dünyada Krom Rezervleri

Dünya krom rezervlerinin %75'i Güney Afrika Cumhuriyeti, %9'u Zimbabwe' %7'si Kazakistan ve %9'u diğer ülkelerde bulunmaktadır. Krom üretiminde büyük rezervler genelde stratiform tipteki yataklarda küçük rezervler ise podiform tip yataklarda bulunmaktadır. Ekonomik olarak işletilebilen krom cevheri yatakları; Güney Afrika Cumhuriyeti, Kazakistan, Zimbabve, Finlandiya, Hindistan, Türkiye, İran, Filipinler Küba ve Brezilya'da bulunmaktadır. Güney Afrika, Kazakistan, Türkiye ve Hindistan dünyada kromit üretimi açısından önde gelen ülkelerdir. Dünyada krom cevheri tüketiminin %79'u metalürji, %13'ü kimya, %9'u refrakter endüstrisinde gerçekleşmektedir.

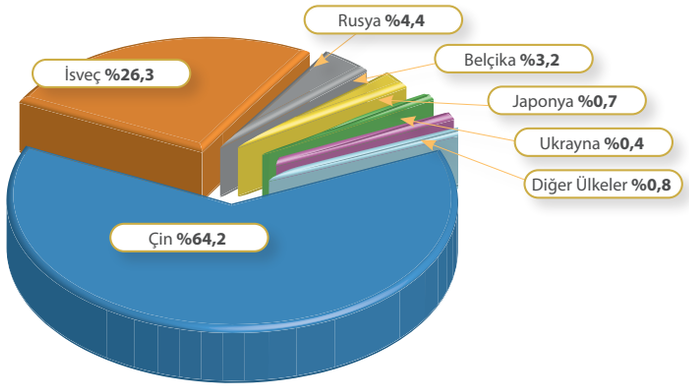
Türkiye'de krom yataklarının boyutu kesin bilinmemektedir ancak Türkiye krom madeninin dağılım gösterdiği ülkeler açısından zengin bir ülkedir. Ülkemizdeki krom yatakları, alpin tipi yataklardan olup genellikle düzensiz küçük ve dağınık yataklar şeklindedir. Alpin tip krom yataklarında krom cevherini oluşturan kromit kristallerinin genelde krom (Cr) oranı yüksek ve demir (Fe) oranı düşüktür. Bu özellikteki kromit cevherleri, genellikle metalürji sanayisinde kullanılmaktadır. Türkiye'nin krom cevherleri, yüksek tenörlü masif cevherlerden oluşmaktadır. Türkiye'de krom madenciliği üretimi; daha çok sahil şeridine yakın, ulaşımı kolay kesimlerde, açık işletme madenciliği yöntemiyle başlamıştır. İşletmeler; kromun kromitit bant ve merceklerinin kalınlıklarına, tenörlerine ve izlenebilir devamlılıklarına bağlı olarak yer altı işletmeciliğine dönüşmüştür. Türkiye'de krom yataklarının dağılımı altı bölgede toplanabilir.

1. Guleman (Elazığ) yöresi
2. Fethiye-Köyceğiz-Denizli yöresi
3. Bursa-Kütahya-Eskişehir yöresi
4. Mersin-Karsantı-Pınarbaşı yöresi
5. Erzincan-Kopdağ yöresi
6. İskenderun-Kahramanmaraş yöresidir (Harita 2.3).



Harita 2.3: Türkiye krom madeni haritası

Türkiye, dünya krom üretiminde yaklaşık %10'luk bir paya sahiptir. Dünya krom cevheri üretimi ve ferrokrom üretimi ile bunların ihracat ve ithalat verilerine göre krom cevheri üreten ülkelerin büyük bir çoğunluğu, ürettikleri krom cevherini ferrokroma dönüştürerek ihraç etmektedir (Grafik 2.7). Türkiye'de krom cevheri, ferrokrom ve krom kimyasalları üretimi genellikle ihracata yönelik yapılmaktadır.



Grafik 2.7: Dünya krom üretim grafiği

Krom Madeni Rezervleri

Araç ve Gereç: Sunu için kullanılabilecek araç ve gereçler

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21157

Dünyada ve ülkemizde krom maden rezervlerini ve krom madeninin kullanım alanlarını araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak görsel bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

2.3.1.2. Krom Madeninin Kullanım Alanları

Krom madeninin başlıca kullanım alanları; metalürji, kimya ve refrakterdir (Görsel 2.14).

Metalurji: Krom cevherinin metalürji sanayisinde kullanımı genellikle paslanmaz çelik yapımında kullanılan ferrokrom üretimi şeklindedir. Ferrokrom; paslanmaz çelik, metal ve silah sanayisinde kullanılan önemli bir madendir. Krom, çeliği oksitlenmeye karşı korur ve çeliğe sertlik kazandırarak onu kırılma ve darbelere karşı güçlendirir. Kromun çeşitli alaşımları; gemi, uçak, denizaltı, mermi, top ve silahlarla ilgili destek sistemlerinde kullanılır. Paslanmaz çelik üretiminin yanı sıra parlak görüntüsünden dolayı kullanıldığı yerlere estetik görünüm kazandırır. Krom; son yıllarda otobüslerde, tren vagonlarında, cadde ve sokak aydınlatmalarında, binalarda merdiven korkuluklarının yapımında ve deniz içi petrol arama platformlarının yapımında kullanılmaya başlanmıştır.

Kimya: Krom madeni, renk maddesi üretimi ve kuru pil imalatında kullanılır. Kromun içeriğinde bulunan kimyasallar genellikle krom cevherinden doğrudan elde edilen sodyum bikromattan üretilir. Bu kimyasallar; metal kaplamada, deri tabaklamada, boya maddelerinde, seramik üretiminde konserve kutulamada ve daha birçok alanda kullanılmaktadır.

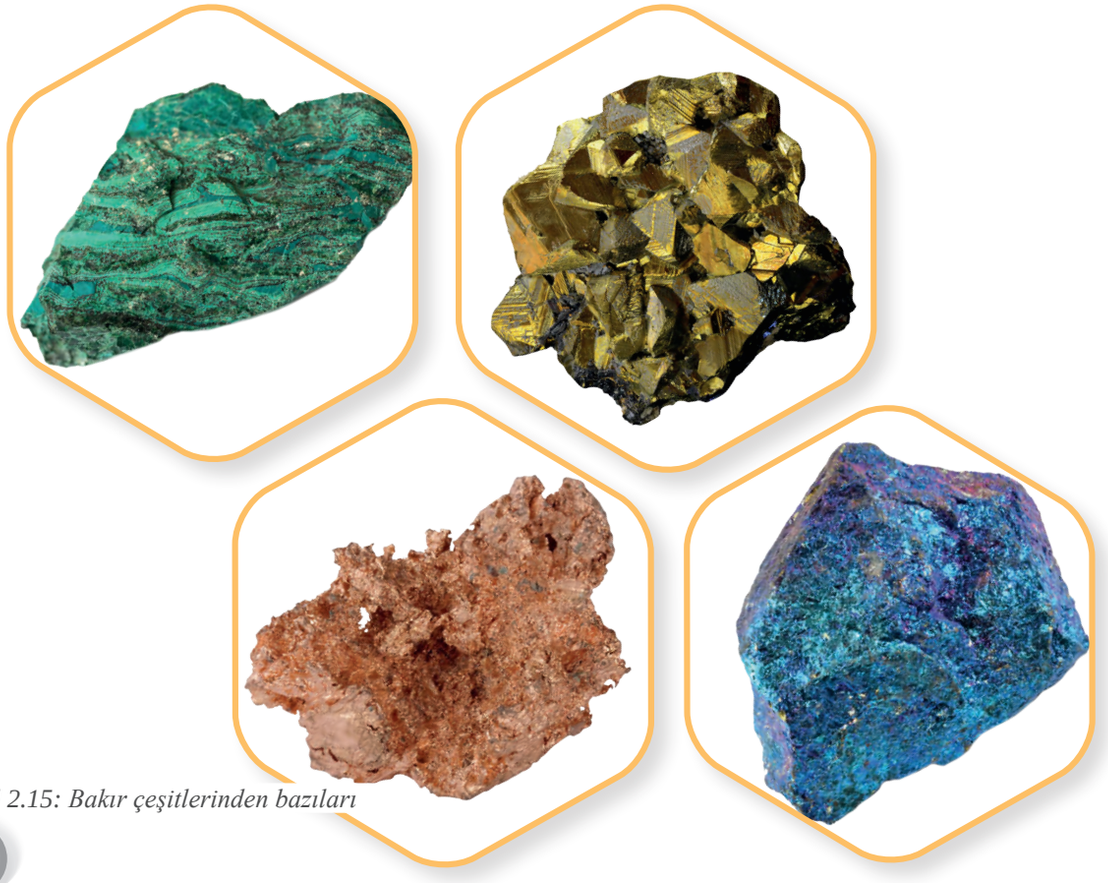
Refrakter: Krom madeninin reflakter (ateşe dayanıklı madde) olarak kullanım alanları; demir-çelik endüstrisi, demir dışı alaşımları, cam ve çimento endüstrileridir. Kromit kumu ise demir dökümlerinde kalıp hazırlama işinde kullanılmaktadır.

Görsel 2.14: Kromun kullanım alanlarının bazıları

2.3.2. BAKIR MADENİ OLUŞUMU

Bakır; doğada az miktarda nabit hâlde, genellikle sülfürlü, oksitli hâlde bulunan kırmızı ve kahverengi görünümlü bir metaldir (Görsel 2.15). Yer kabuğunda milyonda 70 ve deniz suyunda milyonda 0.001-0.02 oranında bakır bulunur. Doğada nadir olarak bulunmasına rağmen bakırın maden yatağı oluşturma oranı diğer elementlere göre daha yüksektir. Bakır yatakları, yer kabuğundaki hidrotermal çözeltiler ile yüzeye doğru yükselen erimiş lav kütlelerinden oluşur. Bu yataklarda pirit, önemli miktarlarda bakır olmadan bulunabilir fakat bakır kendi başına bulunmaz. Doğada yaklaşık 200 mineralin bakır içerdiği, bunlardan 40'a yakınının doğada daha fazla bulunduğu bilinmektedir. Bakır cevherleri; doğada genellikle oksitli mineraller, kompleks mineraller, sülfürlü mineraller ve az miktarda metalik mineraller hâlinde bulunmaktadır. En önemli sülfür cevherleri; kalkopirit, bornit, enarjit, kalkosit ve kovvelittir. Oksitli bakır cevherleri; silikatlar, sülfatlar ve karbonatlar hâlinde bulunur.

Bakır, insanların eski çağlardan beri çeşitli amaçlarla kullandığı ve günümüzde de sanayide yaygın olarak kullanılan önemli metallerden biridir. Bakır, elektrik ve ısı iletkenliği yüksek, aşınmaya karşı dirençli bir madendir. Gümüşten sonra elektriği en iyi ileten metal olan bakır, dövülüp işlenebilen yumuşak bir metaldir. Pirinç, bronz gibi alaşımların yapımında kullanılması bakımından da önemli bir madendir. Bakırın doğada yataklanma şekilleri; porfiri, ağsal-saçınımlı, damar ve masif yataklanmadır. Bakır yataklarının en önemlilerini ağsal-saçınımlı ve masif tip yataklar oluşturur. Ekonomik olarak önemli bakır yatakları; sedimanter tip bakır yatakları, porfiri tip bakır yatakları ve masif sülfit yataklar olmak üzere üç ana gruba ayrılmaktadır. Dünya bakır üretiminin %60'ı porfiri yataklardan, %25'i sedimanter yataklardan, %15'i volkanik masif sülfid yataklar ve diğer yataklardan elde edilmektedir. Bakır üretimi, açık ocak madenciliği ve yer altı madenciliği yöntemleriyle yapılmaktadır. Bakır yataklarının işletilmesi için minimum işletilebilir tenör oranı %0,25 olmalıdır. Daha düşük değerlerdeki bakır yatakları, yan ürünler değerlendirilerek işletilmektedir. Elde edilen maden filizleri ön arıtma işlemine alınarak tenör değerleri en az %20 civarına çıkarılır. Son arıtmaya geçmeden önce yapılan bu işlemler **cevher hazırlama** (zenginleştirme) olarak bilinir. Düşük tenöre sahip işletilebilir bakır yatakları, büyük rezervli ve çok ince mineral taneli cevherlerdir. İşletilebilmesi mümkün olan bakır cevherleri; **saflaştırılabilme yönünden karbonatlı, sülfürlü, oksitli-sülfürlü karışık cevherler** ve **bakır silikatlar**dır. Çıkarılan bakır cevheri öncelikle çeşitli zenginleştirme işlemlerine tabi tutulur. En kolay zenginleştirilebilir bakır cevheri sülfürlü cevherlerdir. Oksitli-sülfürlü karışık cevherler ve karbonatlı cevherlerin zenginleştirilmesi zordur. Bakır silikatların ekonomik olarak zenginleştirmesi ise imkânsızdır. Bakır cevheri üretimi ve flotasyon yöntemiyle konsantre üretimi yapıldıktan sonra maden hazır hâle getirilir.

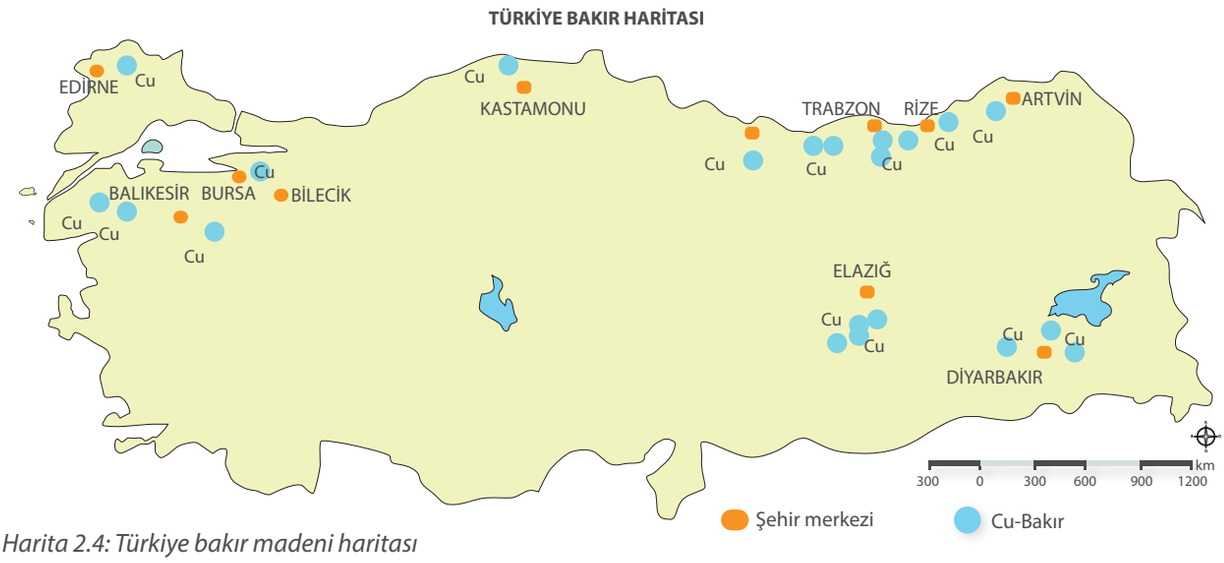


Görsel 2.15: Bakır çeşitlerinden bazıları

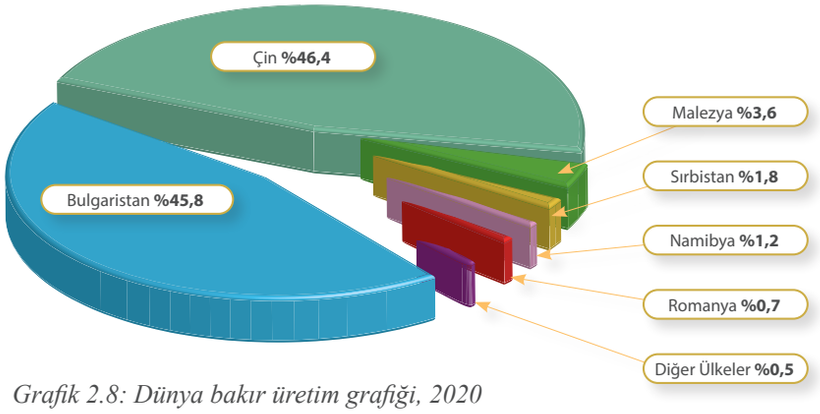
2.3.2.1. Türkiye ve Dünyada Bakır Rezervleri

Dünya bakır rezervinin yaklaşık %40'ı tek başına Şili'de bulunmaktadır. Rezerv bakımından zengin diğer ülkeler ise ABD, Çin, Peru, Polonya, Avustralya ve Endonezya'dır. Bakır, endüstriyel metaller içinde en iyi iletkenliğe sahip olduğu için sanayileşmiş ülkelerde birçok alanda kullanılmaktadır. Yüksek, orta ve düşük voltajlı güç kablolarında; enerji tasarruflu jenaratörlerde, motorlarda, transformatörlerde, yenilenebilir enerji üretim kaynaklarında da sıklıkla kullanılmaktadır. Dünyada ekonomik olarak işletilebilecek bakır rezervi 470 milyon tondur. Dünya bakır ihtiyacının büyük çoğunluğu sülfürlü filizlerden sağlanır. Bakır üretiminde Çin ve Bulgaristan önde gelmektedir (Grafik 2.8).

Türkiye'nin önemli bakır rezervleri Karadeniz Bölgesi ve Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde bulunmaktadır. Murgul, Çayeli-Madenköy, Lahanos, Ergani, Siirt-Madenköy, Cerattepe ve Küre bilinen önemli bakır yataklarıdır (Harita 2.4). Ülkemizde yıllık ortalama 60.000 ton bakır cevheri üretilmektedir. Türkiye'nin dünya bakır üretimindeki payı %0,43 düzeyindedir. Bakır madeni; Elazığ ilinde Maden ve Ergani'de, Artvin ilinde Murgul'da işletilmektedir. Türkiye'nin ihtiyacı olan bakırın %20'si ülkemizden çıkarılmakta %80'i ise ithal edilmektedir.



Harita 2.4: Türkiye bakır madeni haritası



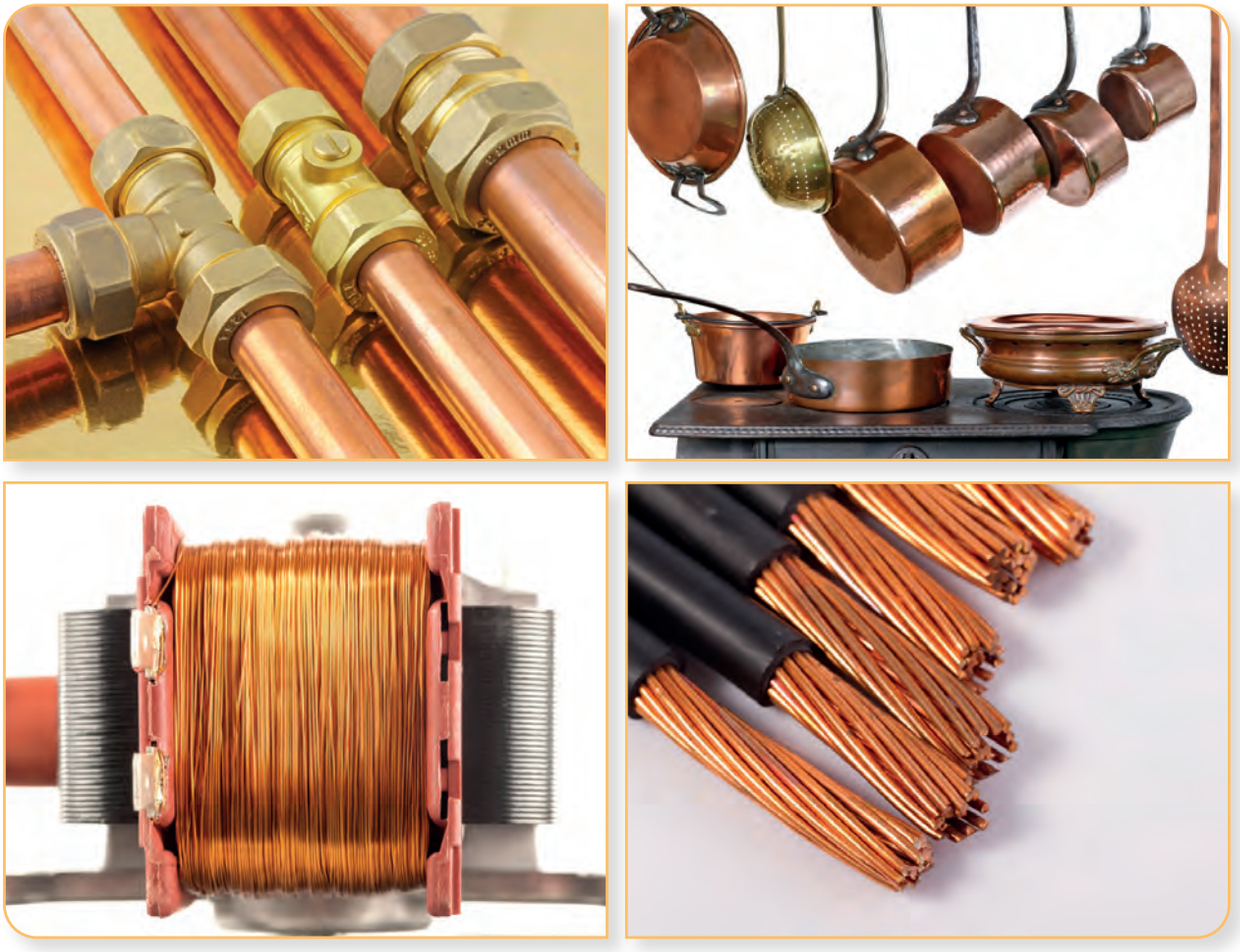
Grafik 2.8: Dünya bakır üretim grafiği, 2020

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Dünyada bilinen en eski bakır kalıntıları Orta Anadolu'da, Çatalhöyük'te bulunmuş olup günümüzden 9000 yıl öncesine (MÖ 7000) aittir.

2.3.2.2. Bakır Madeninin Kullanım Alanları

Bakır, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı birçok alanda kullanılmaktadır. Başta enerji sektörü olmak üzere elektrik, elektronik, inşaat, ulaşım, endüstriyel donanım, kimya, kuyumculuk, boya sanayisi gibi alanlarda sıklıkla kullanılmaktadır (Görsel 2.16). Paslanmaz olduğu için nakliye araçlarında ve dış kaplamalarda kullanılmaktadır. Enerji, haberleşme, inşaat sektörlerinde özellikle kablo yapımında kullanılan bakır; beyaz eşya üretiminde, otomotiv sektöründe, elektrikli ev aletleri üretiminde ve elektronik sanayisinde kullanılmaktadır.



Görsel 2.16: Bakırın kullanım alanlarının bazıları

Bakır Madeninin Kullanım Alanları

Araç ve Gereç: Sunu için kullanılabilecek araç ve gereçler

Süre: 1 ders saati

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21160

Yönerge: Dünyada ve Türkiye'de bulunan bakır rezervlerini ve bakırın kullanım alanlarını araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak bir poster hazırlayınız. Hazırladığınız posterin sunumunu yapınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

2.3.3. KURŞUN VE ÇİNKO MADENLERİNİN OLUŞUMU

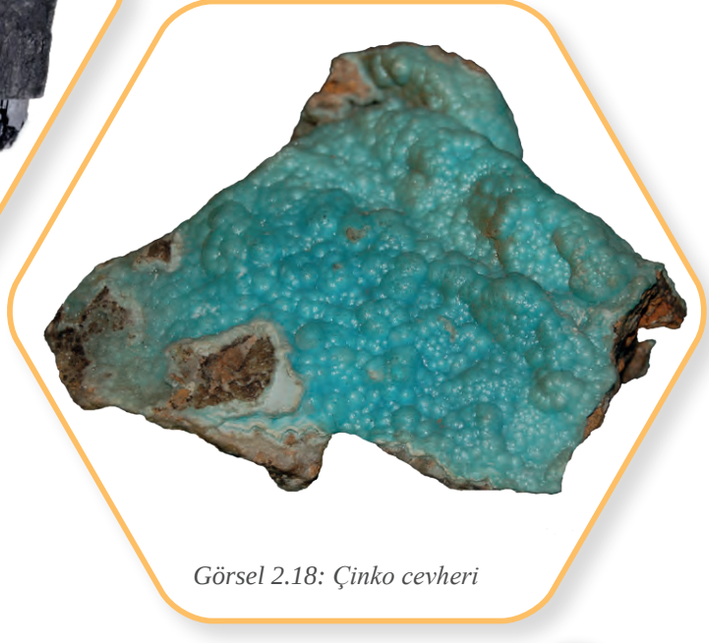
Kurşun

Kurşun; gri renkli, kristal yapılı, kübik sistemde kristalleşen, metalik parlaklığa sahip bir madendir (Görsel 2.17). İşletilmekte olan yataklarda en çok bulunan kurşun minerali galendir. Kurşun genellikle çinko, bakır, gümüş, altın ve demir mineralleriyle birlikte bulunur. Dünyada çok az sayıda cevher yatağında kurşun yalnız başına cevher mineral oluşturur. Kurşun, sanayinin birçok alanında kullanılan bir madendir. Günümüzde dünyada kurşun üretimi birincil kaynak olarak maden yataklarından, ikincil kaynak olarak da hurda kaynaklardan kurşun üretimi sağlanan bir madendir.

Çinko

Çinko; mavimsi açık gri renkte, kırılgan bir metaldir (Görsel 2.18). Kullanım açısından alüminyum ve bakırdan sonra gelen en önemli üç metalden biri çinkodur. Çinko madeni; çinko plakaların yapımında, çatı kaplama malzemelerinde ve lastik sanayisinde kullanılmaktadır. Ayrıca demir ve çeliğin korozyona karşı direncinin artırılmasında; pil yapımında, döküm sanayisinde, özel alaşımların yapımında kullanılmaktadır. Kurşun ve çinko doğada ayrı olarak bulunabilir. Farklı oranlarda bakır, kurşun ve çinkonun birlikte bulunduğu yataklar da mevcuttur. Kurşunca zengin yataklar bünyelerinde gümüş metalleri çinkoca zengin yataklar ise kadmiyum metalleri, barındırır. Kurşun ve çinko cevherleri genel olarak yer altı işletme yöntemleriyle üretilir. Kurşun madenciliğinde genellikle damar tipi ve masif yataklarda yatay dilimli dolgulu yöntem, tabakalı ve yatay damarlarda ise oda-topuk yöntemi uygulanır. Bu yöntemlerin yanı sıra maden yataklarının jeolojik durumunda göre ara kat kazı ve ara kat göçertme yöntemleri de yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Üretilen kurşun ve çinko cevherlerinin içeriğindeki tenör oranlarının arttırılması için cevher zenginleştirme işlemleri uygulanmaktadır.

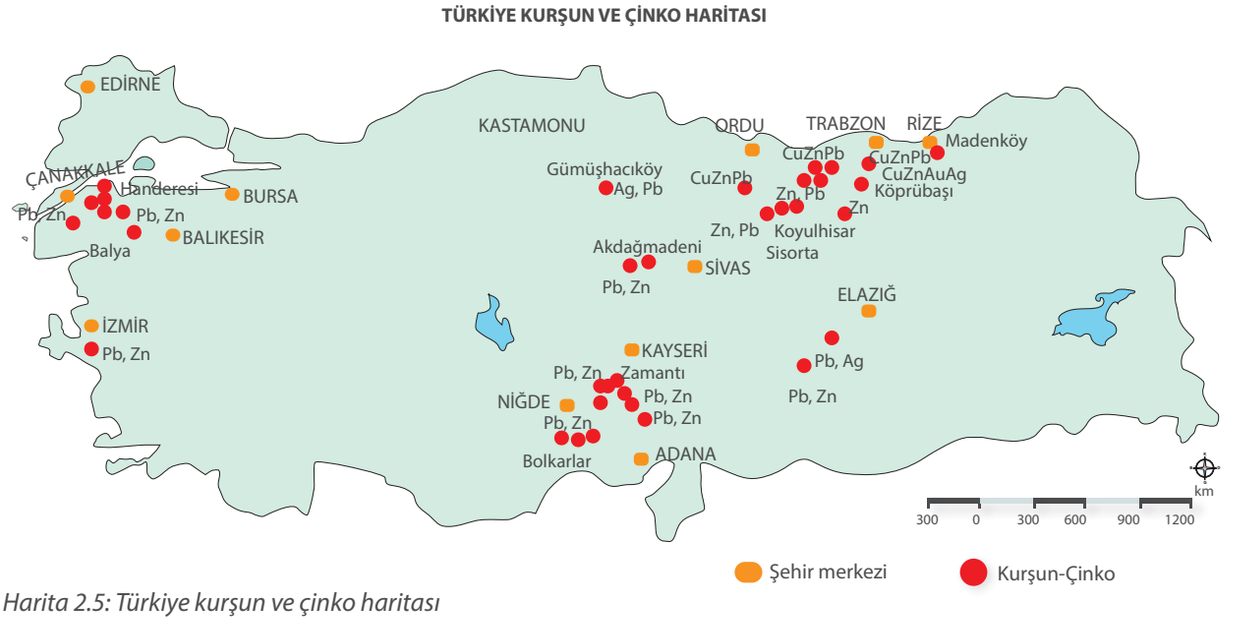
Görsel 2.17: Kurşun cevheri



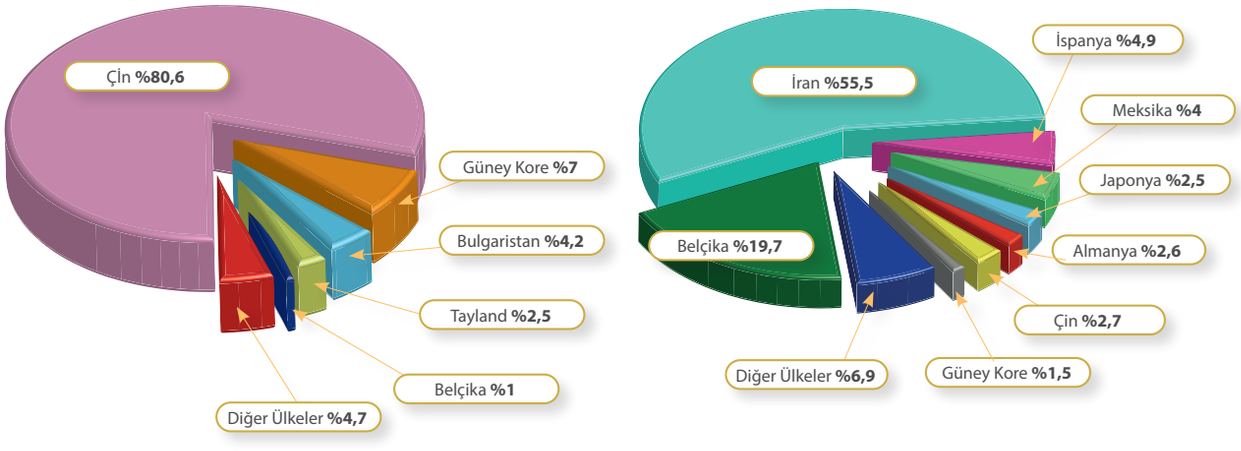
Görsel 2.18: Çinko cevheri

2.3.3.1. Türkiye ve Dünyada Kurşun ve Çinko Maden Rezervleri

Sanayi sektöründe kurşun, farklı kullanım alanlarına sahip olduğu ve çeşitli metallerin alaşımlarında yer aldığı için dünya çapında önemli bir yere sahiptir. Dünya kurşun rezervlerinin en fazla olduğu ülkeler; ABD, Kanada, Meksika, Peru, İspanya, İrlanda ve Polonya'dır. Türkiye'de 600'den fazla kurşun-çinko cevher yatağı bulunmakatadır. Ancak bulunan bu maden yatakları, dünyadaki diğer yataklara göre orta rezervli veya daha küçük rezervli yataklardır. Aladağlar (Orta Toroslar), Amasya (Gümüşhacı), Rize (Çayeli), Siirt (Madenköy), Çanakkale ve Gümüşhane kurşun ve çinko yataklarının bulunduğu yerlerin başlıcalarıdır. Türkiye'nin rezerv bakımından birinci derecede önemli kurşun-çinko yatakları, Karadeniz Bölgesi'nde bulunmaktadır. Karadeniz Bölgesi'ni Batı Anadolu Bölgesi takip etmektedir. Keban'da kurşun-çinko yatakları bulunur (Harita 2.5). 1935 yılında Maden Tetkik Arama (MTA)'nın kurulması ile kurşun-çinko aramaları belli bir sistemle ve bilimsel olarak yapılmaya başlanmıştır. Dünya kurşun- çinko cevher konsantre ihracatında önde gelen ülkeler; Avustralya, Kanada ve Peru'dur. Kurşun madeniyle genellikle aynı yataklarda bulunan çinko madeni ise demir, alüminyum ve bakırdan sonra sanayide en çok kullanılan metaldir. Sanayinin birçok alanında kullanılan çinko madeninin görünür metal rezervi dünyada yaklaşık 200 milyon ton, Türkiye'de ise 2,3 milyon tondur. Avustralya, ABD, Kanada, Çin en fazla çinko rezervine sahip ülkelerdir. Dünyada çinko cevher üretimi 8 milyon ton, hurda çinko üretimi 0,5 milyon ton civarındadır (Grafik 2.9).



Harita 2.5: Türkiye kurşun ve çinko haritası



Grafik 2.9: Dünya kurşun ve çinko üretim grafiği

SIRA SİZDE

Kurşun ve çinko madenlerinin üretimi sırasında alınması gereken iş güvenliği önlemleri nelerdir? Araştırınız.

2.3.3.2. Kurşun ve Çinko Madeninin Kullanım Alanları

Sanayide kurşun madeninin en yaygın kullanım alanı akü imalatıdır. Ayrıca kurşun, yer altı haberleşme kablolarının izolasyonunda ve çeliğin korozyona karşı korunmasında kullanılır. Kurşun, radyasyonu en az geçiren metal olduğu için radyasyon ışınlardan korunmada, renkli televizyon tüplerinin yapımında ve mühimmat imalatında da önemli miktarlarda kullanılmaktadır. Çinko ise çatı uygulamalarında, galvenizleme (bir metalin paslanmasını önlemek için koruyucu bir metal olan çinkoyla kaplanması) işlemlerinde, oksit yağlı boya ve lastik üretiminde; prinç, bakır, alüminyum, magnezyum gibi metallerle oluşturulan çeşitli alaşımlarda kullanılmaktadır (Görsel 2.19).

Görsel 2.19: Kurşun ve çinkonun kullanım alanlarından bazıları

11. ETKİNLİK

Kurşun ve Çinko Madeni

Araç ve Gereç: Sunu için kullanılabilecek araç ve gereçler

Süre: 40′ dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21166

Yönerge: Dünyada kurşun ve çinko maden rezervlerini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak görsel bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

2.3.4. DEMİR MADENİNİN OLUŞUMU

Demir, yer kabuğunda en yaygın bulunan elementlerden biridir. Yerin katmanlarından biri olan dış çekirdek **eriyik**, iç çekirdek ise **katı** hâlde bulunan demir ve nikelden oluşmaktadır (Görsel 2.20). Demiri oluşturan minerallerin başlıcaları; manyetit (Fe_3O_4), hematit (Fe_2O_3), limonit ($2Fe_2O_3.2H_2O$), götit ($Fe_2O_3.H_2O$) ve siderittir ($FeCO_3$). Demir cevherinin yer kabuğunda yaygın olarak bulunması, diğer metallere oranla daha fazla kullanılması sonucunu doğurmuştur. Bu durum, tarih boyunca insanların demir madenini farklı alanlarda kullanmalarını sağlamıştır. Demir madeni, doğada genellikle bileşik hâlde bulunur. Demir madeninin en yaygın bileşikleri; hematit (kantaşı), limonit, manyetik demir oksit, siderit ve pirittir. Demirin saf hâle getirilmesi, yalnızca demir oksidin hidrojen akımına indirgenmesi ya da demir sülfat eriyiğinin elektrolizi işlemiyle elde edilebilmektedir. Demir saf hâlde iken rengi gri beyazdır. Demirin en önemli özelliklerinden biri, kolayca işlenebilir olmasıdır. Bu özelliğinin yanı sıra ısı ve elektriği iyi iletmesi, sanayi sektöründe sıklıkla kullanılmasını sağlamıştır. Demir çelik sektörünün ana ham maddesi demir cevheridir. Bir madenin cevher olarak değerlendirilebilmesi için işletilmesi ve kullanılması ekonomik olmalıdır. Demir cevherinin yataklanma şekilleri demir yataklarının demir içeriklerine göre dört gruba ayrılır:

- Çok küçük yataklar: İçeriğindeki demir oranı 500 bin tondan az olan demir yataklarıdır.
- Küçük yataklar: 500.000–25 milyon ton arası demir içerir.
- Orta boy yataklar : 25 milyon–125 milyon ton arası demir içerir.
- Büyük yataklar :125 milyon tondan fazla demir içeren yataklardır. Türkiye'deki demir yatakları, genelde küçük ve orta boy yataklardır. Bu yatakların %88'i çok küçük, %11'i küçük ve yalnızca %1'i orta büyüklükteki yataklardır.

Görsel 2.20: Demir cevheri

Dünyada ve Türkiyede demir cevheri üretimi, yer üstü ve yer altı işletme yöntemleri ile yapılmaktadır. Demir-çelik sanayisinin en önemli girdisi olan demir cevheri, maden yataklarından çıkarıldıktan sonra içeriğindeki tenör oranının yükseltilmesi için cevher, sinter ve pelet gibi zenginleştirme işlemlerine tabi tutulur. Düşük tenörlü veya içeriğinde istenmeyen maddeler yer alan cevherler öğütülerek zenginleştirilmektedir. Belirli bir boyutun altına indirilen cevher, zenginleştirilmiş konsantre hâline getirildikten sonra peletlenmektedir.Düşük tenörlü cevherlerin zenginleştirilebilmesi ya da yüksek tenöre sahip olmasına rağmen içerdiği bazı maddelerin temizlenmesi için cevherin serbestleşme boyutuna kadar öğütülmesi gerekmektedir.

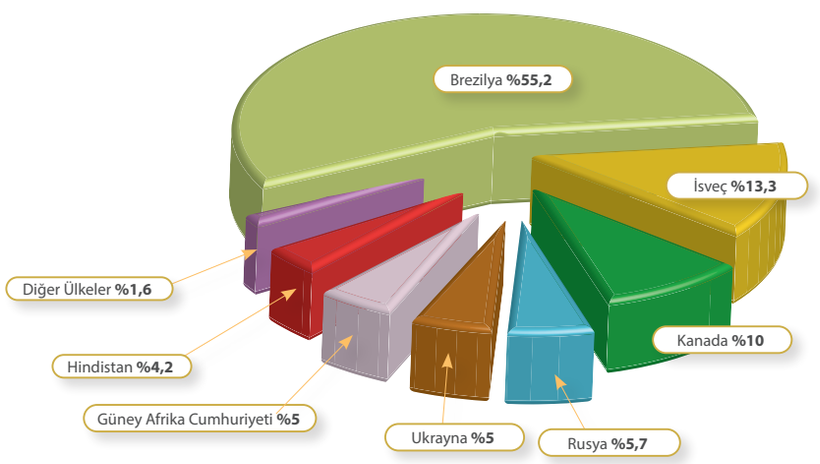
BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Demirin ilk kullanımına dair işaretler; mızrak uçları, bıçak ve süs eşyası şeklinde olup Sümerlere ve eski Mısırlılara kadar (yaklaşık MÖ 4 bin'li yıllar) dayanmaktadır.

2.3.4.1. Türkiye ve Dünyada Demir Madeni Rezervleri

Dünyada demir cevheri rezervleri, birçok bölge ve ülkelere dağılmış olarak büyüklü küçüklü rezervler hâlinde bulunur. Avustralya, Rusya, Brezilya, Çin, Hindistan, Ukrayna ve Kanada dünyada en büyük rezerve sahip ülkelerin başında gelmektedir (Grafik 2.10). Dünya demir rezervinin %80'inden fazlası bu ülkelerde bulunmaktadır. Dünyada önemli demir üretici ülkeler; ABD, Fransa, İngiltere, İsveç, İspanya, Belçika, Almanya ve Rusya'dır. Dünya demir ticaretindeki ihracatçı ülkeler; Avustralya, Brezilya, Çin, Hindistan ve Rusya'dır. Hindistan, önemli bir üretici olmasına karşın önemli miktarda alım yapmaktadır. Türkiye, demir madeni yataklarının yaygın olduğu ülkelerden biridir. Ancak ülkemizde bulunan demir madeni yataklarının tenör oranları farklılık göstermektedir. Türkiye Cumhuriyeti'nin ilk yıllarında demir cevheri üretimi, Karabük Demir Çelik Fabrikalarının kurulmasıyla başlamıştır. Divriği demir yatakları, MTA Enstitüsü tarafından 1937 yılında bulunmuş ve 1938 yılından itibaren üretime geçilmiştir. Sivas-Divriği demir yatakları en önemli yataklardandır. Burada bulunan filizlerdeki demir yüzdesi %60-70 oranındadır. Bu filizler, Karabük ve Ereğli demir-çelik fabrikalarında işlenmektedir. Ülkemizde entegre demir-çelik fabrikalarında kullanılabilecek özellikteki demir cevheri rezervleri; Sivas, Erzincan, Malatya, Kayseri, Adana, Kırşehir, Kırıkkale, Ankara ve Balıkesir illerinde yer almaktadır (Harita 2.6).

Harita 2.6: Türkiye demir yatakları haritası



Grafik 2.10: Dünya demir üretim grafiği

SIRA SİZDE

Demir madeni üretimi sırasında alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği önlemleri nelerdir? Araştırınız.

2.3.4.2. Demir Madeninin Kullanım Alanları

Demir, sanayi sektöründe en çok kullanılan madenlerden biridir. Demirin en yaygın kullanım alanları; demir çelik endüstrisi, otomotiv sektörü, gemi gövdesi yapımı ve binaların iç yapılarıdır (Görsel 2.21). Bazı demir mineralleri, çimento üretiminde katkı maddesi olarak da kullanılmaktadır. Ayrıca demir; boya, plastik, seramik, kâğıt sanayisinde, özellikle boya endüstrisinde suda çözünebilen farklı renklerin üretilebilmesinde kullanılmaktadır. Doğal demir oksit; ucuz pigment olarak çeşitli boyalarda, mürekkep, plastik, lastik, kâğıt, yapı malzemeleri, harç, tuğla, fayans, hayvan yemi, ilaç ve kozmetik ürünleri üretiminde kullanılır. Günümüzde bilgisayarların önemli bir parçası olan manyetik depolama alanlarının üretiminde de demir metali kullanılmaktadır.

Görsel 2.21: Demirin kullanım alanlarından bazıları

Demir Madeni

Araç ve Gereç: Sunu için gerekli araç ve gereçler

Süre: 40′ dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21167

Yönerge: Ülkemizdeki demir madeni yatakları ile ilgili elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

1. Kömür ..... zamanda oluşmuştur.
2. En kalın kömür damarlarının oluştuğu ortam .....'dır.
3. Kömür tabakalarının bulunduğu katmaların üstünde yer alan bölüme ..... altında yer alan bölüme ise ..... denir.
4. Dünyada en büyük kömür rezervine sahip olan ülke ..... 'dir.
5. Kömür üretimi sırasında açılan boşlukların çalışma boyunca güvenli bir şekilde açık tutulması için alınan önlemlerin tümüne ..... denir.
6. Kömür üretimi, ... ve ..... madenciliği olmak üzere iki yöntemle gerçekleştirilir.
7. Farklı yapıdaki metamorfik veya tortul kayaçların parçalanarak taşınması ve uygun bir ortamda birikerek çimentolaşması ile oluşan ..... 'dir.
8. Eski çağlardan beri dayanıklı olduğu ve güzel göründüğü için yapılarda ve anıtlarda kullanılan maden ..... 'dir.
9. Ekonomik olarak işletilen tek krom minerali .....'tir.
10. Gümüş'ten sonra elektriği en iyi ileten metal olan ..... dövülüp işlenebilen yumuşak bir metaldir.
11. Gri renkli, kristal yapılı, kübik sistemde kristalleşen, metalik parlaklığa sahip madene ..... denir.
12. Yer kabuğunda en yaygın bulunan elementlerden biri de ..... 'dir.
13. Doğada ayrı olarak bulunabilen ..... madenleri birlikte çıkarıldığı yataklara da bulunmaktadır.
14. Bileşimlerinde büyük oranda kalsiyum, karbonat ve az oranda magnezyum karbonat bulunan mermerlere ..... denir.
15. Dokulu olması, sertlik derecesinin yüksek olması, parlama özelliği, desenli yapısı, cilaya karşı duyarlılığı ve blok elde edebilme oranı ..... özelliklerindendir.

B. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

16. **Aşağıdakilerden hangisi kömürün oluşum aşamalarından <u>değildir</u>?**

A)Turba B) Linyit C) Antrasit D) Grafit E) Hidrojen

17. Karbon bakımından oldukça zengin bir kömür çeşididir. Günümüzden yaklaşık 300 milyon yıl önce oluşmaya başlamıştır. İçeriğindeki karbon oranı %90-95'i bulmaktadır.

Yukarıda özelliği verilen kömür türü hangisidir?

A) Antrasit B) Taş kömürü C) Linyit D) Grafit E) Turba

18. Aşağıdakilerden hangisi kömürün kullanım alanlarından biri değildir?

A) Demir çelik sanayisi

B) Elektirik üretimi

C) Evlerin ısıtılması

D) Gida sektörü

E) Kimya sanayisi

19. Yüksek sıcaklık ve basıncın etkisiyle kalker, dolomit gibi kayaçların içeriğinde bulunan minerallerin yeniden kristalleşerek başkalaşıma uğramasıyla oluşan maden aşağıdakilerden hangisidir?

A) Demir

B) Çinko

C) Krom

D) Mermer

E) Bakır

20. Aşağıdakilerden hangisi açık ocak işletmelerinde uygulanan mermer üretim yöntemlerinden biri değildir?

A) Elmas tel kesme

B) Ara katlı kazı

C) Zincirli kesicilerle üretim

D) Termal şok

E) Basınçlı su

21. Aşağıdakilerden hangisi mermer ocaklarında karşılaşılan kimyasal tehlikelerden biri değildir?

A) Gürültü

B) Toksik gazlar

C) Radyasyon

D) Alerjik tozlar

E) Erimiş metal gazları

22. Dünya krom rezervlerinin %75'ine sahip olan ülke aşağıdakilerden hangisidir?

A) Türkiye

B) Almanya

C) ABD

D) Güney Afrika Cumhuriyeti

E) Çin

23. Aşağıdakilerden hangisi Türkiye'de bakır yataklarının bulunduğu illerden biridir?

A) Muğla-Milas

B) Artvin-Murgul

C) Manisa-Soma

D) Zonguldak-Ereğli

E) Balıkesir-Susurluk

24. En yaygın kullanım alanları akü, benzin, matbaa, mühimmat, boru, alaşım, lehim, renkli televizyon tüpü yapımı, boya, cam ve kimya sanayisi olan maden aşağıdakilerden hangisidir?

A) Demir

B) Kömür

C) Kurşun

D) Bakır

E) Krom

25. Yer kabuğunda en yaygın bulunan elementlerden biridir. Yerin katmanlarından biri olan dış çekirdek eriyik hâlde, iç çekirdekte ise katı hâlde bulunur.

Özellikleri verilen maden aşağıdakilerden hangisidir?

A) Çinko B) Demir C) Linyit D) Mermer E) Antrasit

C. Aşağıdaki soruların cevaplarını defterinize yazınız.

26. Kömür madeni nasıl oluşur?

27. Türkiye'de kömür ve linyit yataklarının bulunmasının nedeni nedir?

28. Kömür madeninin üretiminde hangi yöntemler kullanılmaktadır?

29. Mermer yatakları nasıl oluşur?

30. Türkiye'de bulunan en önemli mermer çeşitleri nelerdir?

31. Mermerin kullanım alanları nelerdir?

32. Dünyada krom madeni ihraç eden ülkeler hangileridir?

33. Ülkemizde kurşun ve çinko yatakları nerelerde bulunur?

34. Bakır madeninin kullanım alanları nelerdir?

35. Demirin kullanım alanının yaygın olmasının sebepleri nelerdir?

3. ÜNİTE

BOR MADENİ

KONULAR

3.1. BOR MADENİ VE ÜRETİMİ

3.2. BOR MADENİNİN TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ ÖNEMİ

NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- Bor madeni ve üretim yöntemlerini
- Bor madeninin Türkiye ve dünyadaki önemini

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Bor madeni ile ilgili neler biliyorsunuz? Arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Bor madeninin Türkiye için önemini tartışınız.

3.1. BOR MADENİ VE ÜRETİMİ

Dünya bor rezervinin çok büyük bir kısmı Türkiye'de bulunmaktadır. Son yıllarda kullanım alanı genişleyen bor madeni önemi her geçen gün artmaktadır.

3.1.1. BOR MADENİ

Doğada tek başına bulunmayan bor, oksijenle bağ kurarak bor-oksijen (B_2O_3) bileşimleri ile borat oluşturur. Doğada yaklaşık 230 farklı türde bor minerali bulunmaktadır. Bor elementi, doğada farklı oranlarda bulunmaktadır. Doğada pek çok farklı bor minerali bulunmasına rağmen ekonomik değere sahip bor yataklarının oluştuğu yerler sınırlıdır. Bir borat rezervinin ekonomik değere sahip olması, içeriğindeki bor oksit oranına bağlıdır. Ekonomik açıdan önem taşıyan bor mineralleri şunlardır:

- Boraks
- Kernit
- Üleksit
- Probertit
- Kolemanit
- Pandermit
- Szaybelit
- Tinkal
- Hidroborasit

Üleksit: Genel olarak kolemanit, hidroboraksit ve probertit minerlleri ile birlikte oluşur. Üleksitin B_2O_3 içeriği %43'tür. Üleksitin kristal sistemi kriklin, sertliği 1 ile 2,5 arasındadır. Doğada masif şeklinde, lifsi ve sütun hâlinde bulunur. Saf olan üleksitin mineralleri beyaz renktedir (Görsel 3.1).

Kolemanit: En yaygın görülen bor bileşiklerindendir. Kristal sistemi monokliniktir. Sertlik değeri, 4,5 B_2O_3 oranı ise %50,8'dir. Suda yavaş çözünür. Kolemantinin HCI (hidroklorik asit) asitteki çözünürlüğü hızlıdır.

Görsel 3.1: Bor minerallerinden üleksit ve kolemanit

Boraks: Genellikle saydam ve renksizdir. Ancak içeriğinde bulunan farklı minerallerden dolayı doğada pembe, sarı, grimsi renklerde bulunabilir. Genellikle borik asit elde etmede kullanılmaktadır. Boraksın sertlik derecesi; 2-2,5, B_2O_3 içeriği %36,6, kristal sistemi monoklindir. Kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde, tuzlu göller içinde oluşmuştur. Boraks bünyesindeki su oranının azalmasıyla **tinkalkolite** dönüşebilmektedir. Kil ile **tinkalkonit** ve **üleksit** bir arada bulunur.

Kernit (Razorit): Bor minerallerinden biri olan kernit; kurak bölgelerdeki tortul evaporit yataklarında bulunur. Renksiz, saydam olan monoklit; küme kristaller hâlindedir. B_2O_3 içeriği %51, sertliği %3 olan kernit, soğuk suda daha az çözülür.

Probertit: Kirli beyaz ya da sarımsı renklerde, ışınsal ve lifsi şekilli kristaller hâlinde bulunur. Probertitin kristal boyutları, 5 mm ile 5 cm arasında değişmektedir. B_2O_3 oranı %49,6'dır.

Pandermit: Beyaz renkli ve parlaktır. Suda çözünmez ancak asitlerde hızlı çözünmektedir. Sertliği 3-3,5 arasında olan pandermitin kristal yapısı trikliniktir, B_2O_3 oranı %49,8'dir.

Hidroborasit: Camsı kitleler hâlinde ve saf saydam şekilde görülür. Sıcak suda kısmen çözünürken asitlerde kolayca erir. İğne şeklinde birbirini kesen kümelenmiş kristallerden oluşmaktadır. B_2O_3 oranı %50,5'tir.

3.1.2. BOR MADENİNİN TARİHİ

Bor madeni, ilk kez 4 bin yıl önce Tibet'te kullanılmıştır. Babiller boru değerli madenleri ergitmede, Mısırlılar mumyalamada, Yunan ve Romalılar ise zemin temizliğinde kullanmışlardır. Araplar, 1875 yılında ilk kez bor tuzlarını ilaç yapımında kullanmışlardır. Modern anlamda bor ticareti ilk kez 13 yy.da Marco Polo (Marko Polo) tarafından borun Tibet'ten Avrupa'ya getirilmesiyle başlamıştır. 1830 yılında İtalya'da borik asit üretimi, 1852 yılında ise Şili'de endüstriyel anlamda boraks madenciliği başlamıştır. ABD'nin Nevada, California, Caliko, Moutain ve Kramer bölgelerinde bor yataklarının bulunması ve işletilmeye başlanmasıyla ABD; dünya bor gereksinimini karşılayan birinci ülke hâline gelmiştir. Ülkemizde bor minerali yatakları ilk kez Balıkesir ili, Susurluk ilçesine bağlı Sultançayır'da bulunmuştur. Ülkemizde ilk bor işletmesi, 1861 yılında çıkartılan **Maadin Nizamnamesi** ile 1865 yılında Fransızlara 20 yıllık işletme imtiyazı verilmesiyle başlamıştır. 1935 yılında MTA ve Etibank'ın kurulmasıyla bor arama faaliyeti yerli sermaye ile yapılmaya başlanmıştır. 1950 yılında Bigadiç'te, 1952 yılında Mustafakemalpaşa'da kolemanit yatakları bulunmuş; 1956 yılında da MTA tarafından yapılan aramalarda Hisarcık ve Hamamköy civarında kolemanit yataklarına rastlanmıştır. 1958 yılında bu yataklar, Etibank tarafından işletilmeye devam edilmiştir. İlk dönemlerde yabancı şirketler tarafından işletilen bor madenleri, 1968 yılında yabancı şirketlerin imtiyazlarının devlete devredilmesiyle Etibank ve küçük ölçekli yerli şirketler tarafından işletilmeye başlanmıştır. 1978 yılında bor madenlerinin devletçe işletilmesi kararından sonra madencilik, yatırım, üretim ve pazarlama konusundaki tüm işlemler Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü tarafından yapılmaya başlanmıştır.

Türkiye'nin dünya bor üretim oranı 1955 yılında %3 iken 1962 yılında %15'e, 1977 yılında %39'a ulaşmıştır. Üretim oranının her geçen yıl artmasıyla ülkemiz son dönemlerde ABD'nin en önemli rakibi hâline gelmiştir.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Borun saf elementi, ilk kez 1808 yılında Fransız kimyager J. L. Gay- Lussac (Gey Lusak) ve Baron L. J. Thenard (Berın Tınırd) ile İngiliz kimyager H. Davy (Deyvi) tarafından keşfedilmiştir.

Bor Madeni
Araç ve Gereç: Kalem
Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21168

Yönerge: Aşağıdaki cümlelerde yer alan noktalı yerleri uygun sözcüklerle doldurunuz.

BOR

Türkiye'nin bor üretimi açısından en önemli rakibi .....

Anadolu'da bor ilk kez ..... bulunmuştur.

Modern bor endüstrisi, boraksın ..... tarafından Avrupa'ya getirilmesiyle başlamıştır.

Tarihte bor madenini ilk kez ..... da kullanılmıştır.

Kirli beyaz ve sarımsı renkteki mineral .....

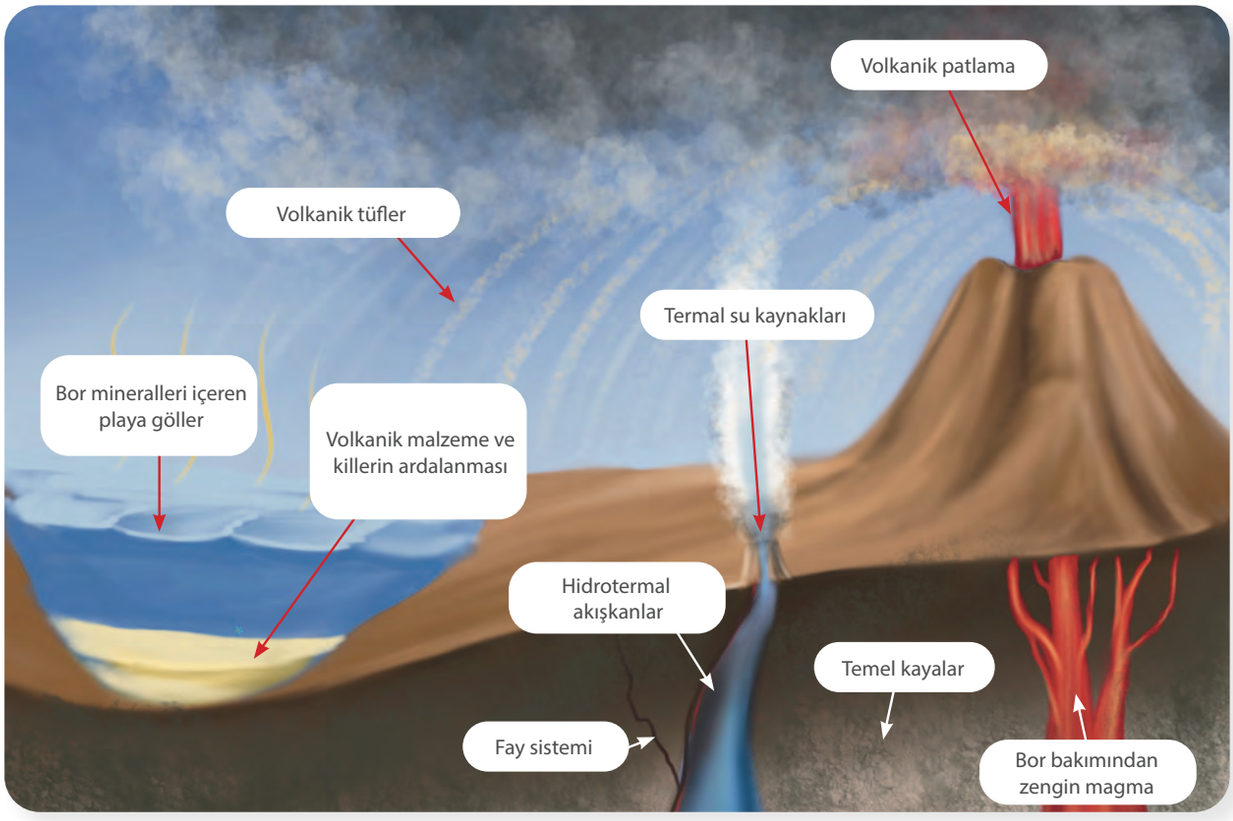
Bor bileşikleri içinde en çok görülen mineral .....

Bor mineralleri yaklaşık ..... farklı türde bulunur.

3.1.3. BOR MADENİNİN OLUŞUMU VE YATAKLANMASI

Bor yatakları, etkin volkanizmaya bağlı olarak kimyasal çökelme sonucu oluşur. Volkanik etkinliklerle eş zamanlı oluşan sıcak su kaynakları ve hidrotermal çözeltiler bor elementinin oluşmasına uygun ortam sağlar. Ayrıca fay kırıklarından yükselen sıcak sular, hidrotermal eriyikler, kurak ve yarı kurak iklim şartlarına bağlı buharlaşma borun oluşmasına katkı sağlar. Kökenleri ve jeolojik ortamlarına göre bor minerallerinin oluşum yerleri genel olarak üç gruba ayrılır:

1. Silikat ve demir oksitlerden oluşan ve sokulumlar ile ilişkili skarn mineralleri
2. Denizel tortullar ile ilişkili magnezyum oksitler
3. Karasal tortullar ve volkanik aktivite ile ilişkili sulu sodyum ve kalsiyum boratlar



Görsel 3.2: Bor yataklarının oluşumunu gösteren bir kesit

3.1.3.1. Karasal Havzalarda Oluşan Bor Yatakları

Karasal havzalarda, sığ göllerde; kil taşları, çamur taşları, kireç taşları, tüfler, gölsel tortullarda, kurak ve yarı kurak iklim bölgelerinde bor yatakları oluşur. Bu havzalar, en geniş bor yataklarının bulunduğu ortamlardır. Bu yatakların büyük bir kısmı, aktif volkanizmaya bağlı oluşmuştur. Güney Amerika çevresindeki aktif volkanik alanlarda borat minerali çökelmeye devam etmektedir. ABD'deki ilk boraks, volkanik olarak aktif olan Clearlake' teki (Kliirleyk) sıcak su kaynaklar ile ilişkili çamurlar içinde bulunmuştur. Borların çökeldiği havza ve borun yoğun olduğu kaynağın yanı sıra kurak ve yarı kurak iklim şartları da kolayca çözülebilen borların oluşmasında önemli faktörlerden biridir. Denizel olmayan havzalarda sulu borların çökelimi birkaç şekilde gerçekleşir. Birincil bor minerali olarak boraks; üleksit, inyoit, bor kaynağı olan termal kaynaklar çevresinde çökelebilir. Borlar ayrıca bor kaynakları ile beslenen küçük göllerde, boraks kristalleri taban çamurlarında ya da göllerin yer yer kuruyan kenar kesimlerinde oluşur. Göllerdeki oluşumlar, mevsimsel sellenmenin yaygın olduğu göl yataklarında veya kapalı havzalarda, kimyasal çökelmenin geliştiği ortamlarda meydana gelir.

3.1.3.2. Denizel Ortamlarda Oluşan Bor Yatakları

Çökelmenin denizel ortamlarda meydana gelmesiyle oluşan yataklardır. Deniz suyunun buharlaşmasıyla oluşan tuz ve jips yataklarından Mg, Ca ve Na borat mineralleri oluşmaktadır. Ancak tuz yataklarında bor mineralleri yan ürün olarak elde edilir. Bazı karstlaşmış evaporit yataklarında erime ve yeniden çökelme ile borat minerallerinde zenginleşmeler görülmektedir. Denizel kökenli borlar, permiyen tuz çökelleri ile ilişkili magnezyum boratlardır. Borlar, bazı alanlarda çok büyük tuz domunun tepe noktasında damarlar şeklinde yer alır. Bor yataklarının bir kısmı, prekambriyen metamorfik kireç taşı şeklinde ve manyezit içerisinde damarlar şeklinde bulunur.

3.1.3.3. Magmatik Kaynaklı Bor Yatakları

Bu bor yatakları, pegmatitler ve kontakt metamorfik kayaçlar (ludvigit, datolit, paigeit ve turmalin) gibi bor içeren minerallere sahiptir. Bunlar, granit magmasının kristalleşmesi ile bor konsantrasyonları içerir. Granitler, yaklaşık 10 ppm ile 300 ppm arasında bor içeriğine sahiptir. Ayrıca bor minerali, yaygın kayaç yapan minerallerin iç yapısına kolaylıkla giremediği için magma kristalleşirken dışarı atılan su ile uzaklaşmaktadır. 300-400 °C gibi yüksek sıcaklıklarda ve sokulum dokanağı boyunca yüksek basınçta akışkanlar, yan kayaçtaki bir miktar borun ayrılmasına olanak sağlar.

Ekonomik anlamda demir ve magnezyum cevherleri ile ilişkili bor ülkemizde çıkarılıp işletilmektedir.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Sultançayır (Susurluk), Türkiye'nin bilinen en eski borat yatağıdır.

Bor Yataklarının Oluşumu

Araç ve Gereç: Etkileşimli tahta, bilgisayar, projeksiyon.

Süre: 80'dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21169

Yönerge: Bor madeninin oluşum aşamalarını, yataklanmasını ve ekonomik olarak değer taşıyan bor minerallerini anlatan görsel bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

3.1.4. DÜNYA BOR MADENİ REZERVİ

Bor ve bor ürünlerinin katma değerleri üst seviyededir. Borun kullanıldığı alanlar, bor üretimi açısından son derece önemlidir. Türkiye, son dönemlerde yapılan sondaj ve arama çalışmalarının yanı sıra teknolojik alt yapının geliştirilmesiyle bor üretimi alanında her geçen gün ön plana çıkmaktadır.

Dünyada bor madeni rezervleri açısından ülkemiz, son derecede önemli bir noktadadır. Dünya bor rezervinin %73'ü Türkiye'dedir. Bu yüzden ülkemiz bor rezervi açısından rakipsizdir. Doğada çeşitli bileşikler hâlinde bulunan bor, işlenerek saf hâle getirilmektedir. Doğada bulunan bazı önemli bor minerali türevleri; kolemanit, üleksit ve borakstır. Türkiye, bu üç mineralin en büyük yataklarına sahiptir(Görsel 3.3). Dünyadaki tüm ülkeler kolemanit üretimi açısından tamamen, üleksit üretimi açısından da kısmen Türkiye'ye bağlıdır. Dünya borat ihtiyacının %90'ını karşılayan bu üç mineralin büyük kısmı Türkiye ve Amerika Birleşik Devletleri'nde, küçük bir kısmı da diğer ülkelerde üretilmektedir. Metal ile ametal arası yarı iletkenlik özelliği gösteren bor, nötronları absorbe etme özelliğine ve çok çeşitli bileşik yapma kapasitesine sahip olduğundan sanayinin vazgeçilmez ham maddelerinden biridir.

Görsel 3.3: Bor üretim alanından bir görünüm, Eskişehir, Kırka

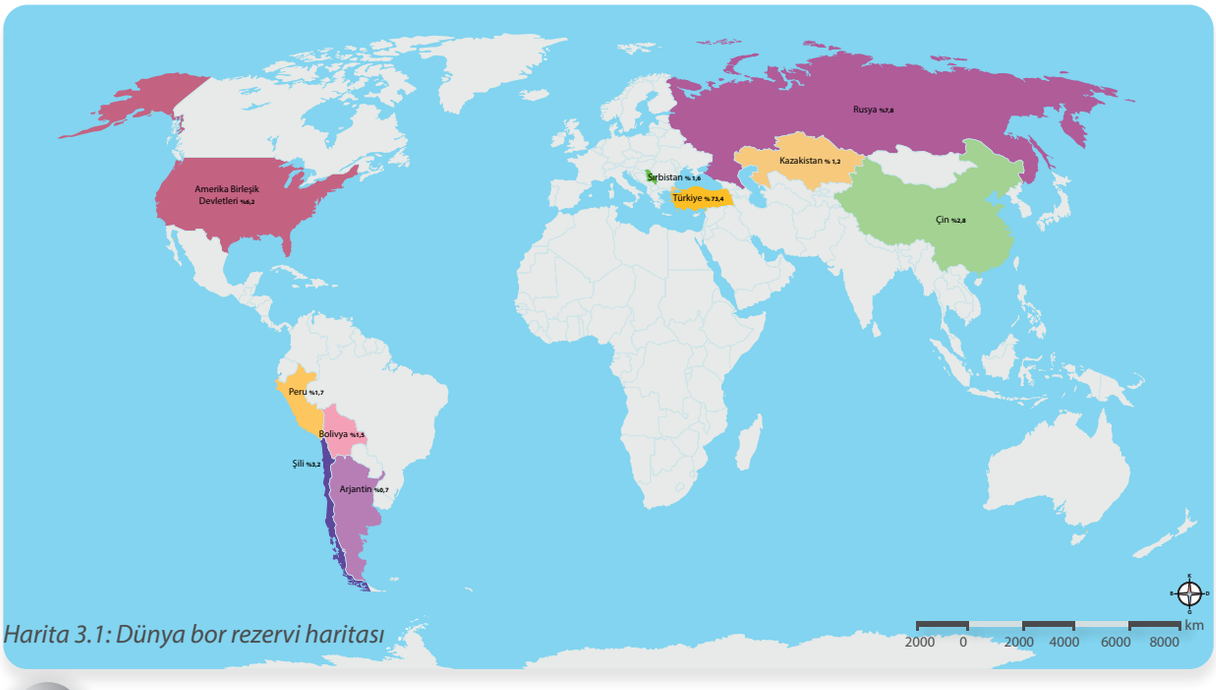
Tablo 3.1: Dünya Bor Rezervleri (2019)

ÜLKELER	TOPLAM REZERV (Bin ton B2O3)	DAĞILIM (%)
Türkiye	944.270	73,4
Rusya	100.000	7,8
ABD	80.000	6,2
Peru	22.000	1,7
Arjantin	9.000	0,7
Çin	36.000	2,8
Bolivya	19.000	1,5
Şili	41.000	3,2
Kazakistan	15.000	1,2
Sırbistan	21.000	1,6
TOPLAM	**1.287.270**	**100**

Dünyada ticari anlamda bor rezervleri dört ana merkezde toplanmıştır. Bunlar:

- ABD'nin California (Kaliforniya) eyaletinin güneyinde yer alan **Mojave Çölü**,
- Güney Amerika'da yer alan **And Kemeri,**
- Türkiye'nin de içinde olduğu **Güney-Orta Asya Orojenik Kemeri,**
- **Doğu Rusya** (Harita 3.1 ve Tablo 3.1).

DÜNYA BOR REZERVİ DAĞILIMI HARİTASI



Harita 3.1: Dünya bor rezervi haritası

Searles Lake (Sörıls Leyk) Bor Yatağı: Amerika'nın bu bölümünde daha çok **tinkal** ve **üleksit** bazlı yataklar, çözelti madenciliği yapılarak işletilmektedir.

Kuzey Amerika Bor Yatakları: Bu bölgede genellikle açık maden işletmeciliği yapılmaktadır. B_2O_3 bazında sadece 2019 yılında 16 milyon ton üretim yapılmıştır.

California Mojave Desert (Mohavi Dezirt), Fort Cady (Fort Kedi) Kalsiyum Bor Yatağı: Bu bölgede daha çok **kolemanit yatağı** vardır ancak aktif üretim yapılmamaktadır. Madenin düşük tenörlü ve derinde olması (410 m), sahanın aktif kullanılmasını engellemektedir. Bu bölgede potasyum sülfat ve borik asit çıkarımı için çalışmalar sürmektedir.

Death Valley (Det Veali) Bor Yatakları: Yer altı ocak işletmeciliği yöntemi ile işletilen bu bölgede **kolemanit** ve **üleksit** çıkarılmaktadır. Bu yatakta da üretim yapılmamaktadır.

Sırbistan: 2004 yılında keşfedilmiş, 2005 yılında işletmeciliği alınmıştır. Yatak, **kolemanit** ve **jadar** minerallerinden oluşmaktadır. Jadar yatağının lityum kaynağı 136 milyon ton, bor kaynağı 21 milyon tondur. 2024- 2025 yıllarında lityum tesisi açılması planlanmaktadır. Sırbistan'daki işletmeler, Sırbistan devleti ve Kanada firması tarafından yürütülmektedir.

Güney Amerika Bor Yatakları: Bu bölgede bulunan yataklar genellikle dağınık hâlde ve küçük işletmelerdir. Bu yataklar, And Dağları'nın 4000 m'nin üzerinde olduğu için bu bölgede çalışma mevsimi de kısadır. Bu bölgede çıkarılan madenlerin büyük bir bölümü **üleksit** (sodyum kalsiyum borat) mineralidir.

Arjantin (Tincalayu): Bu bölgede elde edilen ürünler; Tincalayu, Sijes ve Porvenir bölgesinden çıkarılan cevherlerden elde edilmektedir. Bu bölgelerde boraks grubu ve borik asit çıkarılıp işlenmektedir. Porvenir bölgesinde açık işletme yöntemi kullanılmaktadır.

Arjantin Salar de Olaroz: Bu bölgede **lityum, bor** ve **potasyum** kaynakları mevcuttur. Lityum karbonat üretimi yapılmaktadır.

Şili Salar de Surire Bor Yatağı: Bu bölgede 1,5 tonluk **üleksit** rezervi ve borik asit üretim tesisi bulunmaktadır.

Bolivya Salar de Uyuni: Bu bölgede yaklaşık 3650 m yükseklikteki suyu çekilmiş tuz gölü olan Potosi'de yaklaşık 9,5 milyon ton üleksit rezervi bulunmaktadır. Bu bölgede 7 milyon ton lityum rezervi bulunmaktadır (Görsel 3.4).

Görsel 3.4: Bolivya'da 3650 m yüksekliğindeki tuz gölü olan Potosi'den bir görünüm

Kuzey Şili Salar de Carcote (Kargote) ve Salar de Ascotan (Askotan): Bu bölgedeki iki yatakta Şili firması tarafından işletilen yaklaşık 7 milyon ton **üleksit** yer alır.

Meksika: Cajon (Kahon), Bellota (Beyyoda) ve Pozo Nuevo alanında **kolemanit** ile ilgili çalışma yapılmıştır. Cajon'da yaklaşık 11 milyon ton civarında rezerv olduğu tahmin edilmektedir.

Asya Bor Yatakları: Asya ülkelerindeki bor rezervleri genellikle **magnezyum borat, tinkal** ve **borosilikat** minerallerinden oluşmaktadır.

Çin'in 14 bölgesinde 100'den fazla bor çıkarılan alan vardır. Ancak bunlar, genellikle düşük tenörlüdür. Rezervlerinin çok büyük bölümü, Liaoning (Layonin) ve Qinghai (Çuinhay) bölgelerinde yer almaktadır. Bu bölgelerde **tinkal** ve **sassolit** bulunmaktadır.

Hindistan'da bugüne kadar işletilmiş bir bor yatağı yoktur. Belirli bölgelerde bor oluşumları tespit edilmiştir. Jaipur bölgesindeki Sampar Gölünde az da olsa **boraks** bulunmaktadır.

Kazakistan'da Satimola yatağında potasyumla birlikte borat yatakları bulunmuş (600 milyon ton) fakat bu yataklarda herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Rusya Bor Yatakları: Rusya'nın en önemli bor yatağı, dünyanın en önemli üç datolit alanlarından biri olan Dalnegorsk yatağıdır. Toplam rezerv miktarı yaklaşık 230 milyon tondur. Bu alanda aynı zamanda **borik asit, kalsiyum borat, bor oksit** ve **konsantre datolit** üretilir.

3.1.5. TÜRKİYE'DE BOR REZERVİ

Ülkemizdeki bor madenlerinin üretilmesi, işletilmesi ve pazarlanması görevini, 2840 sayılı Kanun ile Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü üstlenmektedir.

Türkiye'de rezerv açısından en çok bulunan mineral **kolemanit** ve **tinkal**dir. Eti Maden bünyesindeki dört işletmede rafine bor ürünleri (borik asit, bor oksit, kalsinetinkal, zirai bor, pentahidrat, boraks, susuz boraks, öğütülmüş kolemanit ve üleksit) üretilerek iç ve dış piyasalara sunulmaktadır. Eti Madenin 2019 yılı sonunda toplam rafine bor ürünleri üretim kapasitesi yaklaşık 2,7 milyon tondur.

Türkiye'deki bor yatakları, miyosen yaşlı playa göl ortamlarında görülmektedir. Bu yataklar, tortul kayaçlar içerisinde merceksel yapılar hâlindedir. Yatakların tümünde volkanik aktivite ya da hidrotermal sistem etkilidir. Bor yataklarında bor mineralleri; çamur taşı, kil taşı, şeyil, tüf, kireç taşları gibi tortul kayaçlar içerisinde gelişim göstermiştir. Yataklarda bor çökelim istifi Ca-boratlarla başlar, Ca-Na ve Na-borat olarak devam eder. Bor yataklarında bor çökeliminden önce kömür yatakları gelişmiştir.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Bor rezervinin ömrü, Rusya ve ABD' de yaklaşık 70-80 yıl civarındayken Türkiye'de 400 yıl civarındadır.

Türkiye'de bor rezervleri genellikle Güney Marmara'da yer almaktadır. Eskişehir, Balıkesir, Kütahya ve Bursa il sınırları içerisinde birden çok bor rezervini görmek mümkündür (Harita 3.2). Bu rezervler saf hâlde iken işlenerek, öğütülerek, kurutularak ya da çeşitli cevher zenginleştirme işlemlerden geçirilerek bor üretimi yapılmaktadır. Türkiye'deki rezerv miktarları ise şöyledir:

Tablo 3.2: Eti Maden Bor Rezerv Miktarları, 2019

HAVZA ADI	MİKTAR (Ton)
Emet (Kolemanit-Üleksit-Probertit)	1.806.998.090
Kırka (Tinkal)	817.924.014
Bigadiç (Kolemanit-Üleksit)	620.689.753
Kestelek (Kolemanit)	5.254.923
TOPLAM	3.250.866.780

Harita 3.2: Türkiye bor rezervi haritası

Bigadiç Bor İşletmesi: Balıkesir'in Bigadiç ilçesinde 1976 yılında faaliyete başlanmış, 1980 yılında ise konsantratör tesisin kurulmasıyla üretime geçilmiştir. Bu üretim, doğada bulunan bor minerallerini katma değeri yüksek ürünlere dönüştürmektedir. Bigadiç, Tülü, Simav ve Kestelek ile beraber dört farklı noktada kolemanit ve üleksit minerallerini üretmektedir. Bu bölgede konsantre ve öğütülmüş ürün elde edilerek ihracat yapılmaktadır (Görsel 3.5).

Görsel 3.5: Eti Maden Bigadiç Bor İşletmesinden bir görünüm

Susurluk (Sultançayır): Anadolu'da bilinen en eski borat yatağıdır. Susurluk'taki bu neojen istifi, 750 m'i bulan tortullar içermektedir. Bu alanın alt bölgesinde pandermit, kolemanit ve jips görülürken linyitli yapının üst kesiminde kireç taşı, marn ve volkanik tüfler görülür.

Bu bor yatağı, 1954 yılına kadar aktif bir şekilde kullanılmış daha sonra rezervin bittiği için kapatılmıştır. Yeni rezerv araştırmaları devam etmektedir.

Emet İşletmesi: Kütahya'nın Emet ilçesinde 1958 yılında kurulmuştur. Hisarcık ve Espeyde, açık işletme yöntemiyle kolemanit bor üretilmektedir (Görsel 3.6). Bu kolemanit rezervi, Türkiye'nin %55 dünyanın ise %40'ına karşılık gelmektedir. Ürünler bu işletmelerde konsantre hâle getirildikten sonra öğütülmektedir. Bu ürünler reaksiyon, filtrasyon, kristalizasyon ve kurutma işlemlerinden geçirildikten sonra borik asite dönüştürülmektedir.

Görsel 3.6: Eti Maden Espey Bor İşletmesinden bir görünüm

Kırka İşletmesi: 1970 yılında kurulmuştur. Bor ve bor ürünleri başta olmak üzere metalurji, kimya, lojistik alanında üretim yapılmaktadır (Görsel 3.7). Kırka-Sarıkaya alanı, dünya bor rezervinin yaklaşık %20 'sini Türkiye'nin ise %25'ini karşılamaktadır.

Görsel 3.7: Eti Maden Kırka Bor İşletmesinden bir görünüm

Bandırma: 1967 yılında Balıkesir'in Bandırma ilçesinde kurulmuştur. Bor madenleri işlenerek yüksek katma değerli ürün hâline getirilmektedir. Farklı sahalardan çıkarılan kolemanit ve tinkal Bandırma'da işlenerek borik asit, boroksit, dekahidrat, çinko borat gibi birçok farklı ürüne dönüştürülür. Bandırma Bor ve Asit Fabrikası; elde ettiği bu ürünleri Bandırma Limanı sayesinde dünyanın birçok ülkesine ihraç etmekte, ülkemize ve dünya ekonomisine büyük katkı sağlamaktadır (Görsel 3.8).

Görsel 3.8: Eti Maden Bandırma Bor ve Asit Fabrikaları İşletmelerinden bir görünüm

Bil Bakalım!

Araç ve Gereç: Kalem

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21170

Yönerge: Aşağıdaki cümleleri okuyunuz. Doğru olan cümleler için **D**'yi, yanlış olan cümleler için **Y**'yi işaretleyiniz.

Anadolu'daki ilk bor işletmesi, Susurluk (Sultançayır) borat yatağıdır.	D	Y
Dünya kolemanit rezervinin %40'ını Emet İşletmesi karşılamaktadır.	D	Y
Türkiye'deki bor rezerv alanları Akdeniz Bölgesi'nde yer alır.	D	Y
Türkiye, dünya bor rezervinin %73'üne sahiptir.	D	Y
Türkiye bor rezervinin ömrü yaklaşık 70 yıldır.	D	Y
Türkiye'de en çok bulunan bor minerali üleksittir.	D	Y
Afrika kıtasında bor rezervi yoğun bir şekilde görülmektedir.	D	Y
Güney Amerika'da 4000 metre yükseklikte bor mineralleri çıkarılır.	D	Y
Bandırma Limanı, bor ürünlerini ihraç ettiğimiz önemli bir limandır.	D	Y
Hindistan, aktif olarak işletilen önemli bor alanlarına sahiptir.	D	Y

3.1.6. BOR MADENİNİN ÜRETİM YÖNTEMLERİ

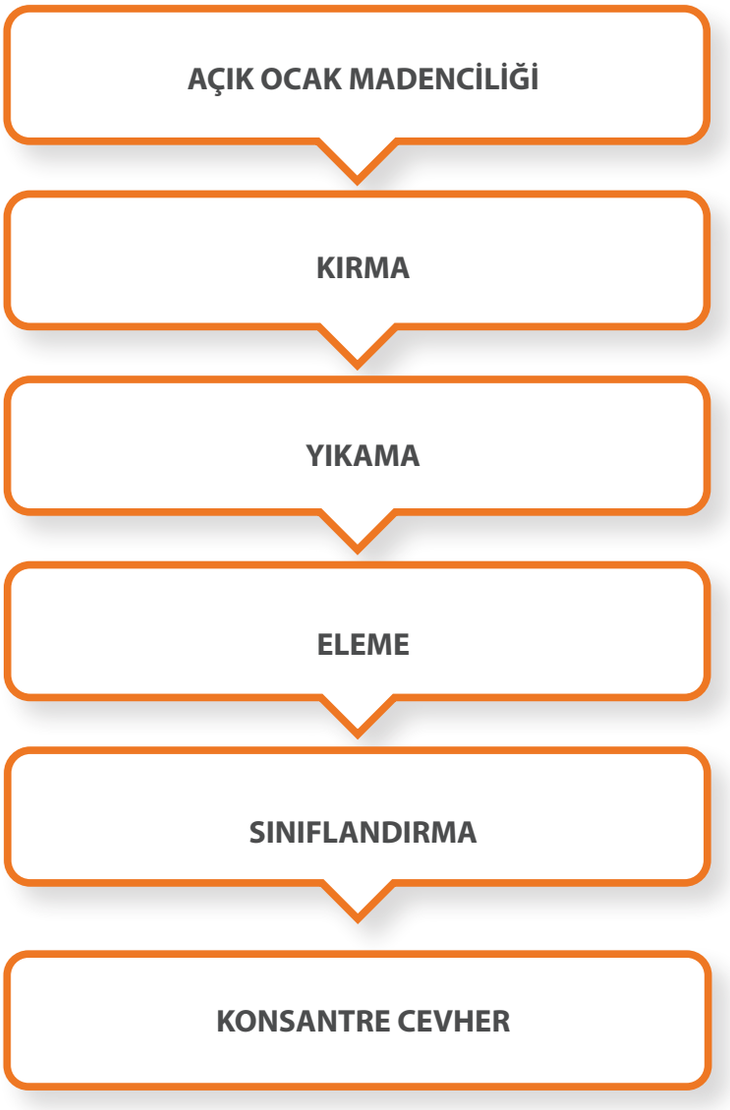
Bor madeni, doğada masif olarak diğer kayaçlarda ya da çözelti olarak sularda görülmektedir. Bu yüzden borun üretim yöntemleri, bulunduğu alanın özelliğine ve alanın derinliğine göre farklılık göstermektedir. Günümüzde bor minerallerinin işletilmesi, değerli bor minerallerinin miktarına ve çıkarılabilirliğine bağlıdır.

Bor madenciliği;

- Açık ocak madenciliği (Türkiye, ABD, Arjantin, Şili, Rusya),
- Kapalı ocak madenciliği (Türkiye, ABD, Çin),
- Çözelti madenciliği (ABD) yöntemleri ile üretilmektedir.

Açık Ocak Madenciliği: Dünyada en çok kullanılan bor üretim yöntemidir. ABD, Arjantin, Şili, Rusya gibi ülkeler bu yöntemi aktif olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemde cevherin üzerinde bulunan örtü tabakası; tabakanın fiziksel özelliklerine göre delme, patlatma ile gevşetilir ve alınır. Örtü tabakası alındıktan sonra cevher çıkarılır. Bu yöntemle yeryüzüne yakın olan maden çıkarılır. Bu yakınlık ülkemizde 250-300 metre civarında iken Amerika'da 750 metrenin de altına inmektedir. Cevherler kırılıp yıkandıktan sonra büyüklüklerine göre ayrılıp konsantre cevher olarak satılabilir.

Genellikle açık ocak işletmeciliği şeklinde yapılan borat üretimi ana hatlarıyla şu şekildedir:



Cevher yıkanıp kırıldıktan sonra öğütülerek ya da kalsine edilerek zenginleştirilir (Görsel 3.9).

Görsel 3.9: Bor üretim aşamasından bir görünüm

Rafine bor üretim işlemleri aşağıdaki gibidir:

Ham ya da konsantre cevher

Çözme (borik asit ve sodyum perborat üretimleri için reaksiyon)

Filtrasyon

Kristalizasyon

Santrifüj

Torbalama

Kapalı Ocak Madenciliği: Çıkarılma maliyetinin yüksek olması, diğer yöntemlere göre daha riskli olması ve üretim zamanının fazla olması açısından çok tercih edilmez. Günümüzde ABD, Çin ve Türkiye'de (Bigadiç'te) kapalı ocak madenciliği yapılır. Kapalı işletmelerde daha çok bor minerallerinin yataklanmasına bağlı olarak uzun ayak yöntemi kullanılmaktadır.

Çözelti Madenciliği: Göl içerisinde sığ sulardan derin alanlara kadar yapılan maden çıkarma metodudur. Özellikle Amerika'da bu yöntem kullanılmaktadır. Rafinasyon işlemleri, ana hatları ile aşağıda gösterilmiştir.

Göl suları, Brines, Tinkal, Kernit

↓

Rafine Sodyum Boratlar+NaOHa+H_2O_2...> Perboratlar

↓

Ergitme

↓

Susuz Boraks

↓

Tinkal, Kernit, Üleksit, Kolemanit, Asharit, Datolit

↓

Asit ile reaksiyon

↓

Borik asit

↓

Ergitme, Kalsinasyon

↓

B_2O_3

Sodyum boratlar; göl suları, kernit veya tinkalinin basit rafinasyon işleminden geçmesiyle üretilmektedir. Perboratların üretimi, sodyum hidroksit varlığında hidrojen peroksit ile reaksiyon sonucu gerçekleştirilir. Herhangi bir bor cevherinin sülfirik asit, nitrik asit ya da hidroklorik asit reaksiyonu ile borik asit elde edilebilir.

SIRA SİZDE

Aşağıda rakamla verilmiş kutucukları karşısında uygun olan harfli kutucuklarla eşleştiriniz.

1. Bor madenini ilk kullanan medeniyettir.	a) ABD
2. En çok kullanılan bor üretim yöntemidir.	b) Bandırma
3. Türkiye'de en çok bulunan bor minerallerindendir.	c) Açık ocak madenciliği
4. Türkiye'nin bor üretimi açısından en önemli rakibidir.	d) Kolemanit ve tinkal
5. Ülkemizde limanı olan bor işletmesidir.	e) Babil

Bor Madeninin Üretimi

Araç ve Gereç: Kâğıt, makas, yapıştırıcı, kalem.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21171

Yönerge: Dörderli gruplar oluşturunuz. Oluşturduğunuz gruplarla bor madeninin üretim ve zenginleştirme işlemleriyle ilgili bir poster hazırlayınız. Hazırladığınız ürünü sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

3.1.7. BOR MADENİNİN KULLANIM ALANLARI VE BOR MADENİNDEN ELDE EDİLEN ÜRÜNLER

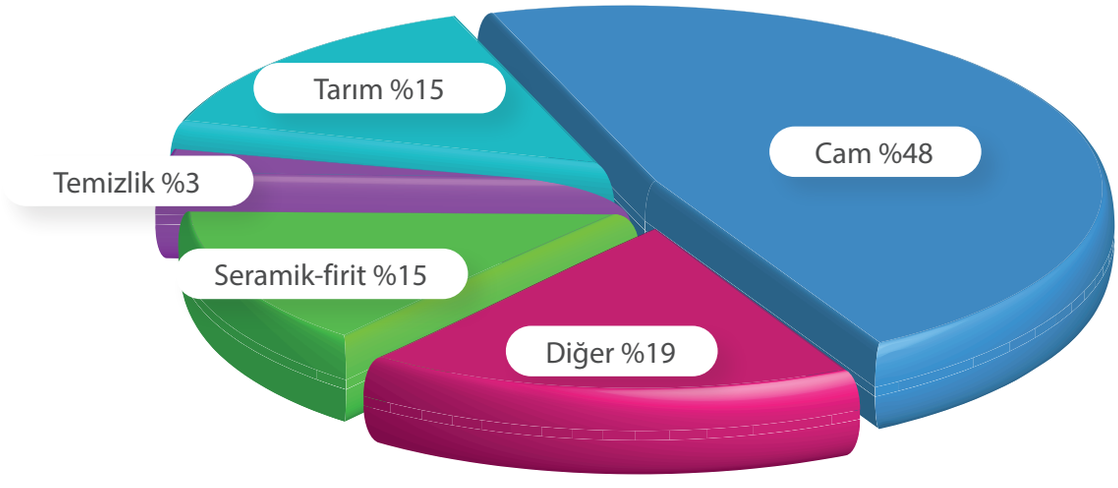
Bor madeninin pek çok farklı sektörlerde kullanılması bu madenin önemini arttırmıştır. Bor mineralleri yaklaşık 500 çeşit ürüne dönüştürülmektedir (Grafik 3.1).

Dünyada üretilen bor minerallerinin küçük bir kısmı, fiziksel sınıflandırma ya da öğütülme işleminden sonra saf mineral olarak kullanılmaktadır. Büyük bir kısmı ise rafine ürünler olarak kullanılmaktadır. Bor madeninde gelişen teknolojilere bağlı olarak yeni tüketim alanları oluşmaktadır. Bu durum, farklı bor ürünlerine olan talebi arttırmaktadır.

Bor kimyasalları, canlı sağlığı açısından bir risk taşımaz ve çevreye zarar vermez. Kullanım alanlarında alternatifi yoktur ya da alternatiflerine göre çok daha avantajlıdır. Bu nedenle borun kullanım alanı çok geniştir.

Aşağıda borun özelliklerinden bazıları verilmiştir (Tablo 3.3).

- Yüksek iletkenliğe sahiptir ve nötron absorbsiyonu kapasiteleri yüksektir.
- Metabolizma üzerinde olumlu etkiye sahiptir.
- Yanmaya karşı dayanıklıdır.
- Düşük ergime sıcaklıklarına sahiptir.
- Camsı yapı oluşumunu kolaylaştırır.
- Isı dayanıklılığını artırır.
- Temizlik alanında büyük etkisi vardır.
- Asit ve alkali değerleri dengeler.
- Yakıtlarda katkı maddesi etkisi gösterir.
- Kanser hastalarının tedavisinde etkilidir.
- Enerji depolamada ve nükleer uygulamalarda etkin rol oynar.
- Bitki örtüsünün gelişmesine katkıda bulunur.
- Özellikle tekstil sanayisinde kullanılır.



Grafik 3.1: Bor madenin kullanım alanları, 2019

Tablo 3.3: Bor Ürünleri ve Borun Kullanım Alanları

BOR ÜRÜNLERİ	BORUN KULLANIM ALANI
Bor tuzları	Fiber optikler, ilaç sanayi, elektronik parçalar, katalistler
Trimetil borat	Sodyum bor hidrürler
Fluoborik asit	Fluobarat tuzlar, sodyum bor hidrürler, kaplama solüsyonları
Amorf bor	Askeri piroteknik
Kristalin bor	Nükleer silahlar ve nükleer güç reaktörlerinde muhafaza
Özel sodyum boratlar	Yapıştırıcılar, tekstil bileşikleri, gübreler, zirai ilaçlar, yangın geciktiricileri, temizlik malzemeleri, fotoğrafçılık kimyasalları
Sodyum borohidrat	Metal yüzey temizliği, kimyasalları saflaştırma, kâğıt hamurunu beyazlatma
Kolemanit	Nükleer atık depolama, metalurjik cüruf yapıcı, bor alaşımları, tekstil kalite cam elyafı
Bor esterleri	Yangın geciktiricileri, katalist, polimer stabilizatörler
Sodyum bor cevherleri	Yalıtım cam elyafı
Üleksit ve probertit	Gübre ve boroslikat camlar
Tinkal	Rafine borların üretimi, susuz boraks, pentobrat, metaborat, disodyumoktaborat
Susuz boraks	Kaynak, gübre, cam elyaf, metalurjikcürüf yapıcı, yangın geciktirici
Borik asit	Nükleer faaliyetler, fotoğrafçılık, tekstil, gübre, yangın geciktirici, kozmetik, cam elyaf, katalistler, emaye, bor alaşımları
Sodyum metaborat	Deterjanlar, fotoğrafçılık, tekstil, yapıştırıcılar, zirai ilaçlama
Sodyum perborat	Dezenfektan, diş macunu, beyazlatıcılar, tekstil, deterjanlar
Sodyum pentaborat	Gübreler, yangın geciktiriciler
Rafine boraks dehidrat	Yapıştırıcılar
Rafine boraks pentahidrat	Böcek ve mantar zehirleri, ilaç ve kozmetik, çimento, tekstil, cam, cam elyafı, gübreler, yangın geciktiricileri, elektrolitik rafinasyon
Disodyum oktaborat tetrahidrat	Tarım ilaçları ve ağaç koruyucular, yangın söndürücüler, gübreler

3.1.7.1. Camlar

Borosilikat camlar, bor üretimindeki en önemli pazarlardan biridir. Borosilikat camlar; daha çok güneş enerji sistemlerinde, LCD ekranların yapımında ve laboratuvar malzemeleri üretiminde kullanılır (Görsel 3.10).

Bunun dışında boratların termal elektrik iletkenliğini düşürme etkisi bulunmaktadır. Boratlar, aşınma dayanımını ve mekanik dayanımı artırır. Boratların 500 °C'ye kadar sıcaklık dayanımı, su, asit, tuz çözeltileri, organik ve halojenlere karşı kimyasal dayanımı, radyasyona karşı dayanımı artırma gibi birçok özelliği bulunmaktadır. Ayrıca tıbbi cihazlarda, alçı malzemesi, ilaç şişesi, protez gibi malzemelerin yapımında bu camlardan faydalanılmaktadır.

Görsel 3.10: Borosilikat cam ürünler

Cam elyaf; bor ürünleri içerisinde en büyük pazara sahip, ince, lifsi bir malzemedir. **Tekstil tipi cam elyafı**; çimento, plastik, kauçuk gibi malzemelerin dayanıklılığını artırmak için kullanılırken (Görsel 3.11) **izolasyon tipi cam elyafı** genel anlamda ısı yalıtım malzemesi olarak kullanılır (Görsel 3.12).

Görsel 3.11: Tekstil tipi cam elyaf

Otomobillerde, uçaklarda, rüzgâr türbinlerinde, kompozit ve yalıtım malzemesinde cam elyafın kullanılması, bu pazarın artmasının önemli nedenleridir.

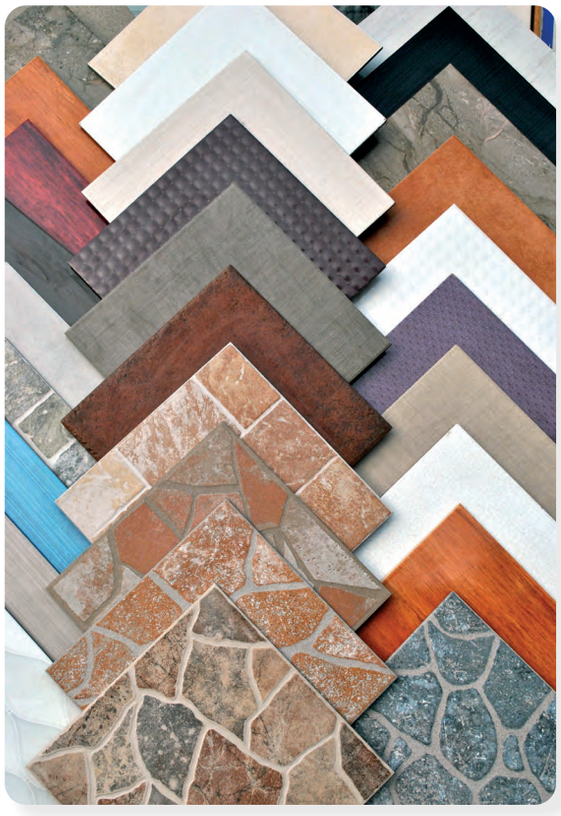
Görsel 3.12: İzolasyon tipi cam elyaf

3.1.7.2. Seramik

Bor ürünleri içerisinde %15'lik oran ile en çok kullanım alanına sahip ikinci üründür. Aynı zamanda seramik borun ilk kullanım alanı olarak bilinmektedir. Borlar; seramik sektöründe temel olarak porselen emaylarında, seramik sırları ve seramik karo gövde ürünlerinde kullanılmaktadır (Görsel 3.13).

Sır ve emaylara borların eklenmesinin temel sebepleri aşağıda verilmiştir.

- Enerji tasarrufu sağlamak,
- Bakteri ve mantar oluşumu engellemek,
- Renk veren maddelerin çözünmesini hazırlamak ve pişirme süresini azaltmak,
- Aleve karşı daha sağlam hâle getirmek,
- Bor atıklarının üretime tekrar kazandırılmasını sağlamak,
- Son ürünün parlaklık ve sır görünümünü iyileştirmek ve son ürünün mekanik sağlamlığını ve darbelere karşı direncini artırmaktır.



Görsel 3.13: Seramik

3.1.7.3. Tarım

Bor; bitkilerin büyümesi, gelişmesi, ürün vermesi ve çekirdek bırakması açısından son derece önemli bir rol oynamaktadır (Görsel 3.14).

Tarım ve ormancılık alanında yaygın olarak kullanılan bor ürünleri genel olarak

- Gübrelerde,
- Mikrobesleyicilerde,
- Ahşap korumada,
- Bitkilerin kontrolünde,
- Böcek ve haşere uygulamasında kullanılmaktadır.

Görsel 3.14: Borun bitki yetiştirilmesinde kullanımı

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Günlük tükettiğimiz birçok besinde bor minerali bulunmaktadır. Bunlardan elma, üzüm, çilek, hurma, badem, fındık, şeftali, erik, brokoli, domates, patates, sarımsak bor içeren besinler arasındadır.

3.1.7.4. Sağlık

Bor madeninin sağlık sektöründe kanıtlanan birçok faydası bulunmaktadır. Bor ürünleri;

- Antioksidan özelliği ile ateroskleroz hastalığının önlenmesinde (stres üzerinde)
- Kalsiyum ve magnezyum azalmasını önleyerek kemik ve diş sağlığında
- Steorid hormonu üzerinde
- Zihinsel fonksiyonların gelişiminde, el becerilerinin artmasında, hafıza, dikkat, idrak ve kavrama üzerinde
- Depresyon, kalp rahatsızlıkları, eklem ağrıları, migren, halsizlik ve kanser tedavisinde kullanılmaktadır.

3.1.7.5. Enerji

Bor, depolanabilir enerji üretiminde önemli bir yere sahiptir. Bor enerji sektöründe; güneş panelleri ve pil, lityum iyon pilleri, yakıt pilleri, yüksek ısı transistörleri yapımında kullanılmaktadır.

Ülkemizde enerji sektöründe öne çıkan Ar-Ge çalışma alanları şunlardır: Yakıt pilleri ve hidrojen teknolojileri, enerji depolama teknolojileri, yenilenebilir enerji teknolojileri, su arıtım teknolojileri, atık değerlendirme teknolojileri.

Çeşitli kozmetik ürünler, dezenfektanlar, deterjanlar ve temizlik ürünlerinde bora sıkça rastlanılmaktadır (Görsel 3.15). Özellikle dünyanın son günlerde maruz kaldığı Covid-19 tehlikesine karşı ülkemizin öncülüğünde bor barındıran hijyen ve dezenfektan üretilmesi, boru daha önemli bir noktaya taşımaktadır.

Görsel 3.15: Günlük hayatta kullanılan ve içerisinde bor olan bazı ürünler

Bor Madeninin Kullanımı

Araç ve Gereç: Kâğıt, makas, yapıştırıcı, kalem.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21172

Yönerge: Dörderli gruplara ayrılarak bor madeninin kullanım alanlarını ve ihraç ettiğimiz bor ürünlerini araştırarak görsel bir sunu hazırlayınız. Hazırladığınız sunuyu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Bor madenlerinin büyük bir kısmının Türkiye'de bulunmasını ülkemiz açısından değerlendiriniz.

3.2. BOR MADENİNİN TÜRKİYE VE DÜNYADAKİ ÖNEMİ

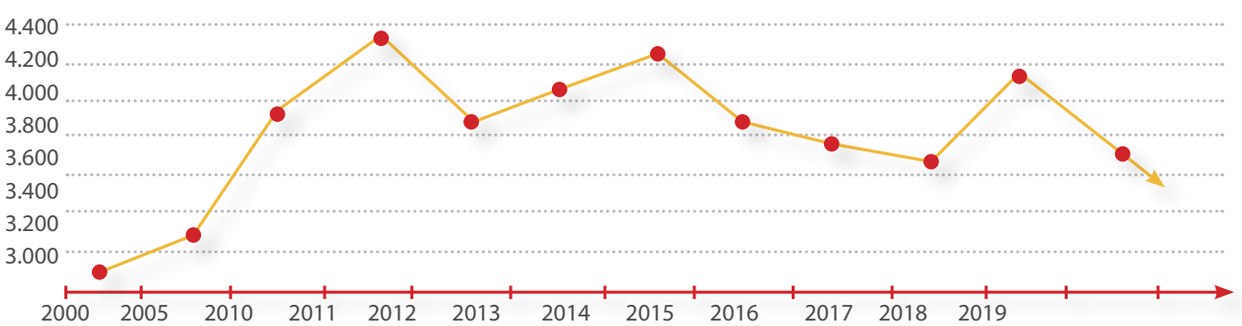
Bor madeni hem Türkiye hem de dünya açısından önemli medenlerden biridir. Kullanım alanı geniş, ekonomik değeri yüksektir.

3.2.1. BOR MADENİNİN ÜLKEMİZ VE DÜNYA PAZARINDAKİ YERİ

Bor madeni birçok yeni alanda kullanılmaya başlandığından borun önemi artmıştır. Bu durum, bor madeninin dünya ekonomisindeki yerini ön plana taşımıştır.

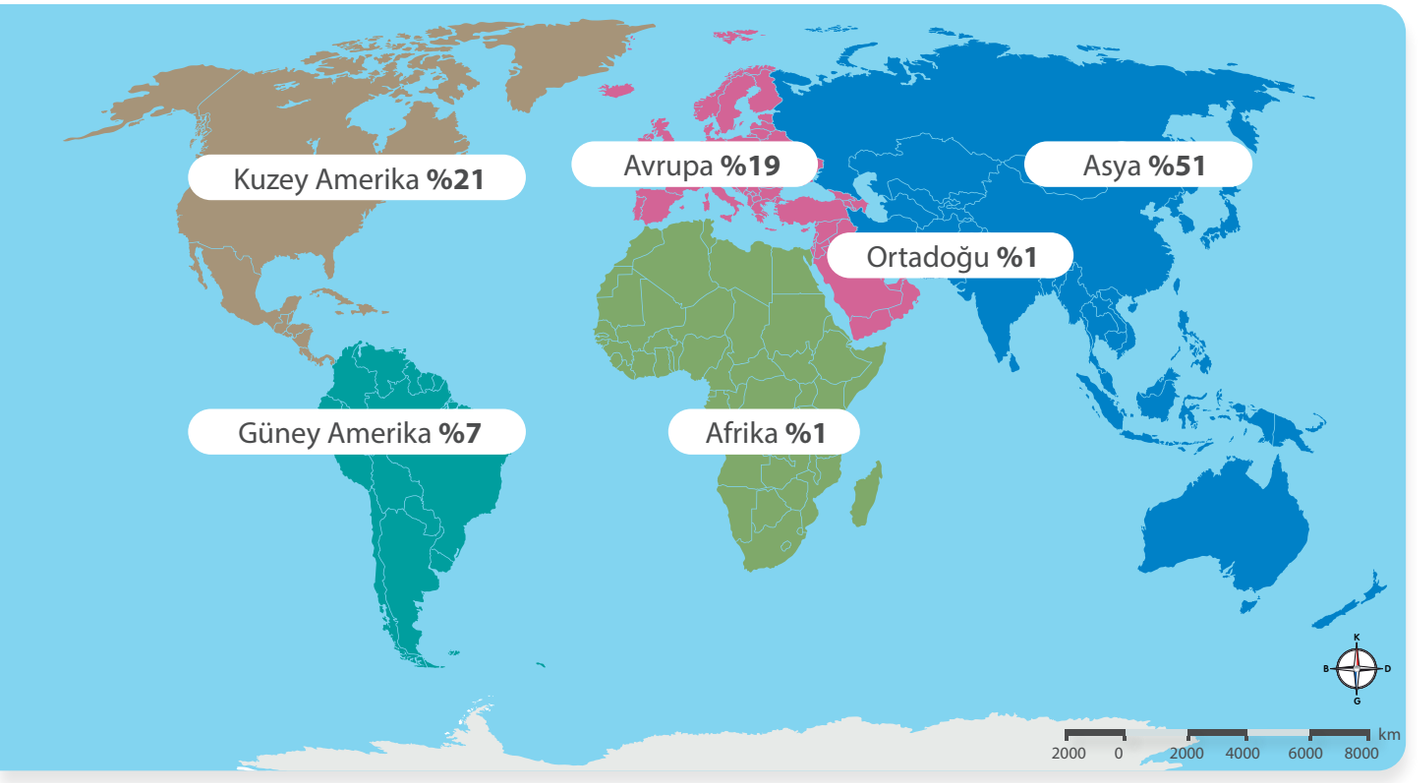
2019 yılında dünya bor üretim kapasitesi 5.7 milyon tondur. Türkiye, %56 'lık üretim oranı ile ilk sırada yer alır. Bu üretimi ABD, Rusya, Çin, Arjantin, Şili gibi ülkeler takip eder. Dünya bor ürünleri tüketimi, günümüzde 4,3 milyon tona ulaşmıştır (Grafik 3.2).

Dünyada bor tüketiminin en fazla olduğu yer %51 ile Asya'dır. Asya'dan sonra en önemli tüketim %21 ile Kuzey Amerika, %19 ile Avrupa , %7 Güney Amerika, %2 ile Afrika ve Ortadoğu'dadır (Harita 3.3).



Grafik 3.2: Yıllara göre dünya bor ürünleri tüketimi (bin ton)

DÜNYA BOR TÜKETİMİ HARİTASI



Harita 3.3: Dünya bor tüketimi haritası

Bor Madeninin Dünya Pazarındaki Yeri

Araç ve Gereç: Kâğıt, makas, yapıştırıcı, renkli kalem.

Süre: 40′ dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21173

Yönerge: Bor madeninin dünya pazarındaki yerini ve önemini, gelecekteki durumunu SWOT analizi yöntemiyle değerlendiriniz. Edindiğiniz bilgileri sunu hâline getirip sınıfınızla paylaşınız.

3.2.1.1. Türkiye'de Bor Sektörü

Türkiye, dünyada bulunan bor rezervlerinin %73'üne sahiptir. Bor sektöründe öncü ülkedir. Aşağıdaki durumlar ülkemizi diğer ülkelere karşı avantajlı duruma getirmektedir.

- Dünya bor rezervinin %73'ünün ülkemizde bulunması
- 400 yıl yetecek seviyede olması
- Dar bir alanda bulunması (Güney Marmara)
- Yeryüzüne çok yakın bir alanda (70-80 m) çıkarılması
- Türkiye'nin dünya pazarının ortasında bulunması (jeopolitik konum)
- Açık ocak yöntemiyle çıkarılabiliyor olması
- Deniz yoluyla tüm dünyaya taşınabilmesi

Türkiye, dört işletmesinde (Eskişehir-Kırka, Kütahya-Emet, Balıkesir-Bandırma, Balıkesir-Bigadiç) rafine bor ürünler üreterek bu ürünleri iç ve dış piyasaya sunmaktadır. Ülkemizin 2019 yılı sonunda rafine bor ürünleri üretim kapasitesi yaklaşık 2,7 milyon tondur.

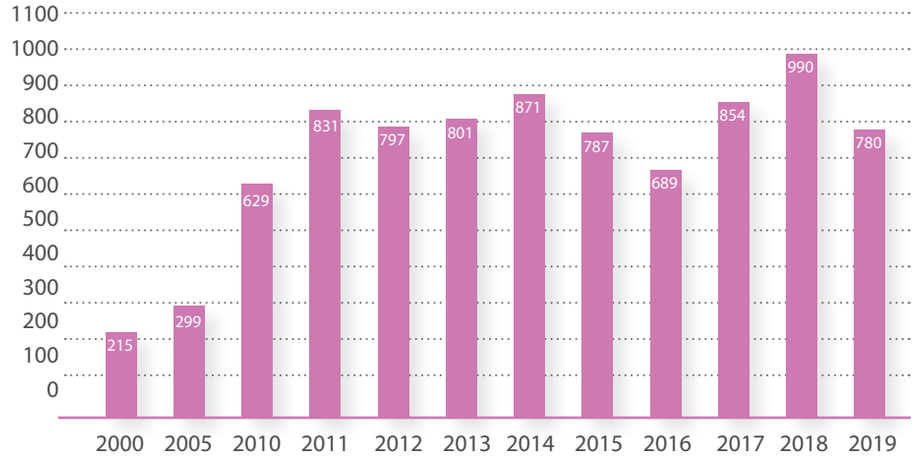
Ülkemizin ihraç ettiği bor ürünleri aşağıda sıralanmıştır.

- Borik asit
- Bor oksit
- Zirai bor
- Boraks pentahidrat
- Boraks dekahidrat
- Kalsine tinkal
- Susuz boraks
- Öğütülmüş kolemanit
- Öğütülmüş üleksit
- Çinko borat

Rafine bor ürünlerinde ihracatı en çok yapılan ürün Eskişehir Kırka'da üretilen boraks pentahidrattır. Öğütülmüş kolemanit ise ikinci sırada yer almaktadır. İhracatın büyük kısmı Bandırma Limanı'ndan yapılmaktadır (Görsel 3.16).

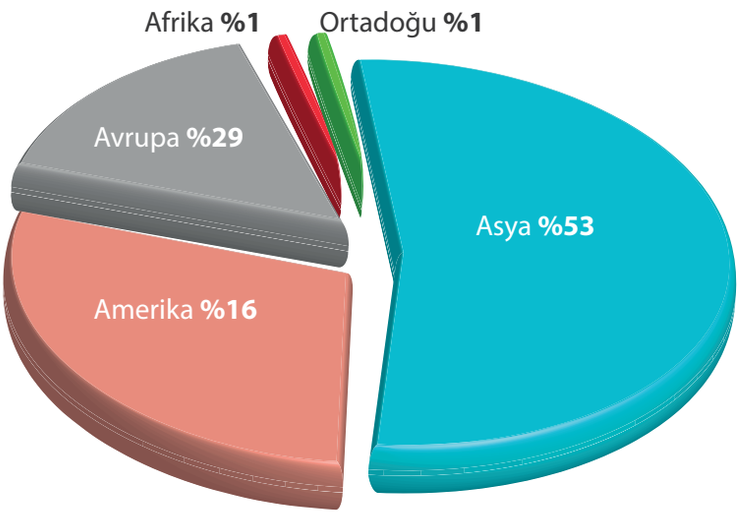
Türkiye, 90 ülkede 216 limana sevkiyat gerçekleştirerek dünyanın her yerine kaliteli ve sürdürebilir bor ürünleri taşımaktadır (Grafik 3.3). Bor ihracatı ülke ekonomisine büyük katlı sağlamaktadır.

Görsel 3.16: Bor ihracat limanı olan Bandırma Limanı'ndan bir görünüm



Grafik 3.3: Türkiye'nin bor ürünleri ihracatı (ton)

Ülkemizin en çok ihracat yaptığı bölge, Çin'in önemli bir etken olduğu Asya'dır (Grafik 3.4).



Grafik 3.4: Türkiye'nin bor ihracatı miktarının bölgelere göre dağılımı, 2019

Bor ürünlerinin 2019 yılı yurt içi piyasadaki başlıca tüketim sektörü; deterjan, temizlik, tutkal, demir çelik, cam, tarım, yalıtım, dericilik, ilaç sanayisi, kozmetik gibi 20'ye yakın sektördür.

Ülkemizde 2019 yılında bor ürünleri satışı 101 bin tondur. Bu satışta ilk sırayı %34 ile temizlik ürünleri alırken %28 ile cam sektörü ikinci, %21 ile seramik sektörü üçüncü sırada yer alır.

Türkiye'de kullanılan başlıca bor ürün sektörleri; temizlik, cam, seramik ve tarımdır.

Tablo 3.4: Türkiye'nin Yurt İçi Sektörlere Göre Bor Ürünleri Satışları

SEKTÖR	YURT İÇİ SATIŞ MİKTARI (Ton)	ORAN
Temizlik	34.422	%34
Cam	28.347	%28
Seramik	21.260	%21
Tarım	4.050	%4
Tutkal	3.037	%3
Diğer	10. 124	%10

Bor Madeninin Önemi

Araç ve Gereç: Renkli şapkalar, kalem, kâğıt.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21174

Yönerge: Altı şapkalı düşünme tekniği uygulayarak bor ürünlerinin dünyadaki ve Türkiye'deki yeri ile ilgili çalışmayı sınıf içerisinde yapınız.

İşlem basamakları:

1. Sınıfı altı gruba ayırınız.
2. Gelecekte dünyada ve ülkemizde bor rezervlerinin durumunu ve bor madeninin dünya ekonomisindeki rolünü araştırınız.
3. Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak 6 şapkalı düşünme tekniği ile gelecekte bor rezervlerinin durumunu değerlendiriniz.
4. Her grup bir şapkayla temsil edilecektir.
5. Oturma düzeni, sınıfta herkesin birbirini görebileceği şekilde düzenlenir.
6. Her gruba eşit süre verilir. Grupta kimsenin sözü kesilmeden dinlenir.
7. Fikirlerin zenginleştirilmesi için kısa notlar hazırlanabilir.

1. Kırmızı Şapka: Düşünceye duygusallık katmak için kullanılır.

2. Yeşil Şapka: Yeni fikirleri, yaratıcılığı ifade eder.

3. Mavi Şapka: Düşünme sürecinin düzenlenmesini ve farklılıklara yönetilmesini ifade eder.

4. Sarı Şapka: İyimser fikirleri ifade eder.

5. Beyaz Şapka: Tarafsızlığı ifade eder.

6. Siyah Şapka: Olumsuz fikirleri ve senaryoları ifade eder.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

1. Dünyada en çok bor tüketimi gerçekleştiren ülke ..... 'dir.
2. Modern bor endüstrisi, ... tarafından Avrupa'ya getirilmiştir.
3. Türkiye'de en çok bulunan bor minerali ..... 'tir.
4. Bor üretiminde en çok kullanılan alan ..... sektörüdür.
5. Bor üretiminde en çok kullanılan yöntem ..... 'dir.
6. Türkiye'de en çok üretilen rafine bor ürünü ..... 'tır.
7. Dünya bor rezervinin %20'sinin bulunduğu yer ..... 'dır.
8. Türkiye'de bor ürünleri en çok ..... sektöründe kullanılır.
9. Doğada renksiz, saydam, uzunlamasına iğne şeklindeki küme kristaller hâlinde bulunan bor minerali ..... 'tir.
10. Bor yoğunluk olarak en fazla ..... alanlarda görülür.

B. Aşağıdaki soruları cevaplayınız.

11. Aşağıdakilerden hangisi bor çıkarılan alanlardan biri <u>değildir</u>?

A) Bigadiç B) Kırka C) Ergani D) Bandırma E) Emet

12. Rafine bor elde etmek için birçok işlem yapılması gerekir. Aşağıdakilerden hangisi bu işlemlerden <u>değildir</u>?

A) Filtrasyon
B) Santrifüj
C) Kristalizasyon
D) Kurutma
E) Eleme

13.

I. Türkiye, dünya bor rezervinin %73'üne sahiptir.
II. Ülkede çıkarılan bor ürünleri en çok tarım sektöründe kullanılır.
III. Dünya bor üretiminin %56'sı Türkiye'ye aittir.
IV. Türkiye'de en çok çıkarılan bor minerali pandermittir.
V. Türkiye'nin her bölgesinde bor mineralleri çıkarılmaktadır.

Yukarıda bor madeni ile ilgili verilen öncüllerden hangileri doğrudur?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV D) III ve IV E) IV ve V

14. Türkiye'nin en çok bor ihracatı yaptığı ülke hangisidir?

A) ABD B) Almanya C) Hindistan D) Çin E) Rusya

15. Aşağıdakilerden hangisi Türkiye'nin bor ihracatı yaptığı limanlarındandır?

A) İskenderun B) Bandırma C) İstanbul D) İzmir E) Mersin

16. Aşağıdakilerden hangisi bor madeninin kullanım alanlarından değildir?

A) Temizlik B) Tarım C) Enerji D) Cam E) Balıkçılık

17. Tarihte bor madenini kullanan ilk medeniyet aşağıdakilerden hangisidir?

A) Babil B) Mısır C) Sümerler D) Hititler E) Lidyalılar

18. Türkiye'de en çok çıkarılan bor bileşeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Tinkal B) Kermit C) Pandermit D) Kolemanit E) Üleksit

C. Aşağıdaki soruların cevaplarını defterinize yazınız.

19. Türkiye'de bor ürünlerinin çıkarıldığı alanlar nelerdir? Yazınız.

20. Ticari değeri olan bor minerallerinden beş tanesini yazınız.

21. Dünya bor rezerv alanlarını yazınız.

22. Dünya bor tüketim alanlarını yazınız.

23. Yeryüzünde bor içeren besinlerden beş tanesini yazınız.

24. Bor üretim yöntemleri nelerdir? Kısaca açıklayınız.

25. Bor kimyasallarının on tane özelliğini yazınız.

26. Bor yataklarının oluşumunu kısaca yazınız.

27. Borun kullanım alanlarından on tanesini yazınız.

28. Türkiye'de bor ürünleri hangi alanlarda kullanılır? Yazınız.

4. ÜNİTE

MADEN ARAMA YÖNTEMLERİ

KONULAR

4.1. SONDAJ İLE ARAMA

4.2. UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMİ İLE ARAMA

4.3. KLASİK YÖNTEM İLE ARAMA

4.4. JEOFİZİK - JEOELEKTRİK VE JEOMANYETİK YÖNTEM İLE ARAMA

NELER ÖĞRENECEĞİZ?

- Sondaj ile aramayı
- Uzaktan algılama ile aramayı
- Klasik yöntem ile aramayı
- Jeofizik - Jeoelektrik ve jeomanyetik yöntem ile aramayı

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Sondaj hakkında bildiklerinizi sınıf içerisinde paylaşınız.

4.1. SONDAJ İLE ARAMA

Yer altı kaynakları hakkında bilgi almak, bu kaynakları üretmek ve işletmek amacıyla yapılan silindirik kazı sistemine **sondaj** denir. Bunun yanında mühendislik yapılarının temel koşullarının belirlenmesi, iyileştirilmesi ve jeofizik verileri elde etmek amacıyla da sondaj yapılmaktadır (Görsel 4.1).

4.1.1. SONDAJ VE ÇEŞİTLERİ

Gelişen teknolojiyle birlikte sondaj yöntemlerinde ilerleme meydana gelmiştir.

Geçmişten günümüze sondaj çalışmaları:

- Mısırlılar, MÖ 3000 yılında yer altından taş çıkarmak amacıyla sığ kuyular açmışlardır.
- Çinliler, MÖ 2000'li yıllarda tuzlu su elde etmek amacıyla sondaj kuyuları açmışlardır. MÖ 600'lü yıllarda derinliği 100 m'ye varan kuyuların bazılarında doğal gaz çıktığına dair kanıtlar bulunmaktadır.
- Avrupa'da en eski sondaj çalışması, Fransa Artois'te (Ahtua) 1126 yılında yapılmıştır.
- Çinliler 1200 yılında, Tibet ile Chungkina arasındaki bölgede 500-1000 m'lik sondaj kuyuları açmışlardır.
- İlk petrol sondajı, Fransa'da 1794 yılında yapılmış olup 30 m derinliğindedir.
- Sondaj endüstrisindeki dönüm noktası, 1859 yılındaki Colonel Drake (Kanıl Dreyk) tarafından Pensilvanya'da darbeli sondaj ile açılan petrol kuyusudur.
- İlk karotlu sondaj, 1864 yılında İtalya- Fransa arasında açılmış, Mt. Lewis (Lives) tünelinde yapılmıştır.
- İlk rotari (döner) sondaj, 1867 yılında Pensilvanya'da 200 m derinliğinde açılan kömür madeni kuyusudur.

Görsel 4.1: Sondaj yapılan maden alanından bir görünüm

Ülkemizdeki sondaj çalışmaları 19. yüzyılın sonlarına doğru başlamıştır.

Ülkemizde bilinen en eski sondaj, 1887 yılında İskenderun'un Çengen köyünde petrol aramak amacıyla yapılmıştır. Tekirdağ Mürefte Gazi köyünde ise 1892 yılında sondaj çalışması yapılmıştır. 1898 yılında ise Tekirdağ Şarköy'de Osmanlı Bankası petrol çıkarmak için bir Fransız şirketi aracılığı ile sondaj çalışması yapmıştır.

Ülkemizde ilk derin petrol kuyusu, 1934 yılında Mardin'in Midyat ilçesinde 1351 metre derinliğinde darbeli yöntemle yapılmıştır.

1935 yılında Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA) kurulmuştur. 1954 yılında ise petrol aramalarını gerçekleştirmek amacıyla TPAO (Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı) kurulmuştur. Son olarak 1956 yılında Devlet Su İşleri Yeraltı Suları Dairesi Başkanlığı kurulmuştur.

Genel olarak sondaj, bilimsel ve teknik metotlarla, yer altında bulunan ve varlığı tahmin edilen rezervlerin jeolojik yapısının ve tenörünün kesin olarak öğrenilebilmesi için nitelik ve nicelik bakımından boyutlarının saptanmasıdır. Sondaj kuyuları birçok nedenle açılmaktadır (Görsel 4.2). Başlıcaları:

- Patlayıcı madde delikleri açmak,
- Maden ve taş ocaklarından karot almak,
- Havalandırma açmak,
- Drenaj çalışmalarında suyu veya gazı dışarı aktarmak,
- İnşaatların temel zemininden numune almak,
- Baraj zemin araştırmaları yapmaktır.

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

1808 yılında Amerika'nın Virginia (Virjinya) eyaletindeki bir tuz madeninde 18 m derinliğinde sondaj yapılmıştır. Bu sondaj, hayvan gücü kullanılarak yapılan ilk darbeli sondaj çalışmasıdır.

Görsel 4.2: Denizde sondaj ile arama yöntemi

4.1.1.1. Sondaj Çeşitleri

Sondaj; amaç, yöntem ve özellikler açısından geniş bir iş kolu yaratır. Sondaj çalışmları birkaç grupta incelenmektedir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1:Sondaj çeşitleri

SONDAJ

Derinliğine göre	Amacına göre	Yerlerine göre	Çapına göre	Aranan maddeye göre	Sistemlerine işlemine göre	Yöntemlerine göre
• Sığ • Derin • Çok derin • Aşırı derin	• Arama • Geliştirme • Üretim • Diğer	• Yer altı • Yer üstü • Deniz	• Dar • Geniş • Çok geniş	• Petrol ve doğalgaz • Jeotermal enerji • Metalik maden • Endüstriyel ham madde • Diğer	• Düz dolaşımlı • Ters dolaşımlı	• Darbeli • Döner • Bileşik • Diğer

Derinliklerine Göre Sondajlar

Genel olarak su elde etmek ya da madencilik yapmak amacıyla yapılan ve derinliği 500-1000 m'ye kadar inen sondajlara **sığ sondaj** denir.

Petrol, doğal gaz gibi kaynakları çıkarmak amacıyla yapılmış; derinlikleri 1000-4500 m'ye kadar inen sondajlara **derin sondaj** denir.

4500-6000 m'ye kadar inen ve genellikle doğal gaz üretmek amacıyla yapılan sondajlara **çok derin sondajlar** denir. Yapımı çok uzun sürer ve oldukça maliyetlidir.

Derinlikleri 6000 m'den fazla olan **aşırı derin sondajlar**, doğal gaz üretmek ve bilimsel çalışmalar yapmak amacıyla açılır. Yapımı hem teknolojik hem de ekonomik olarak zorluklar göstermektedir (Görsel 4.3).

Görsel 4.3: Petrol sondaj sahasından bir görünüm

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Maden aramalarında sondaj derinliğinin ortalaması Güney Afrika'da 3600-3700 m aralığında, Avrupa'da 1100-1200 m aralığında, Türkiye'de ise 200-250 m'dir.

Görsel 4.4: Ülkemizin denizlerinde sondaj yapan Fatih Sondaj Gemisi

Yapıldıkları Yere Göre Sondajlar

Genellikle karalar üzerinde yapılan sondaj çalışmaları, deniz ve göller üzerinde de yapılmaktadır. Denizlerin neredeyse tümünde sondaj çalışması yapılmaktadır. Ülkemizde de hem Akdeniz hem de Karadeniz üzerinde sondaj ve arama çalışmaları yapılmaktadır. Fatih (Görsel 4.4), Tuna1, Türkali1, Kanuni ve Yavuz; Türkiye'nin aktif sondaj gemileridir.

Aranan Maddeye Göre Sondajlar

Sondajlar aranan maddenin türüne göre isim alır (Kömür sondajları, su sondajları, petrol sondajları, maden sondajları vb.).

Yöntemlerine Göre Sondajlar

Cevherin, çıkarıldığı yeryüzü şekillerine göre ve çıkarılacak cevherin türüne göre farklı yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar:

-Darbeli Sondaj Yöntemi: Sondajcılıkta kullanılan ilk yöntemlerden biridir. Bu yöntemde kayaçları parçalayan enerji, darbeler yoluyla sağlanmaktadır. Kazı sonucunda kırılan kaya parçaları, kova benzeri gereçlerle sondaj alanı dışına çıkarılır. Sondaj kuyusuna su dökülerek matkabın soğutulması sağlanır.

-Döner Sondaj Yöntemi: Kesici ve öğütücü bir matkabı döndürerek, yer kabuğu içinde kırılan parçaları uygun bir şekilde dışarı atıp, açılan boşluk içinde ilerleyerek zeminin delinmesine **döner sondaj yöntemi** denir.

-Bileşik (kombine) Sondaj Yöntemi: Alanın durumuna göre bazen darbeli bazen de döner şekilde çalışma imkânı veren yöntemdir.

Sistemlerine Göre Sondajlar

Kuyuya bırakılan sondaj sıvısının ya da havanın dışarıya çıkarken beraberinde matkabın kestiği formasyon parçalarının sürüklenmesiyle kuyunun boşaltıldığı ve temizlendiği sondajlara **düz dolaşımlı sondaj** denir.

Matkabın kestiği formasyon kırıntılarının kuyudan emilen sıvı veya hava aracılığıyla kuyu dışına taşınarak yapılan sondaja **ters dolaşımlı sondaj** denir.

Çaplarına Göre Sondajlar

Kuyu çapı, 152,4 mm'den daha küçük olan sondajlara **dar çaplı sondaj** denir.

Kuyu çapı, 152,4 - 609,6 mm arasında olan sondajlara **geniş çaplı sondaj** denir.

Kuyu çapı, 609,6 mm'den geniş olan sondajlara **çok geniş çaplı sondajlar** denir.

Sondajı Tanıyorum

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt, yapıştırıcı, makas.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21176

Sondaj ve çeşitleri ile ilgili afiş hazırlayınız. Hazırladığınız afişi sınıfınıza asınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

4.1.1.2. Sondaj Sırasında Alınması Gereken İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri

Ülkemizde İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu, 30 Haziran 2012 tarihinde Resmî Gazete'de yayımlanarak kabul edildi. Bu kanun ile kazalar olduktan sonra değil olmadan önce önlem alınması kararlaştırılmıştır. Bu anlamda çalışma ortamındaki riskleri belirlemek ve bu riskleri en aza indirmek için çalışmlara başlanmıştır. İş Sağlığı ve Güvenliğine İlişkin İşyeri Tehlike Sınıfları Tebliği'ne göre madencilik ve taş ocakçılığı ile ilgili sondaj faaliyetleri (petrol ve doğal gaz için yapılan sondajlar hariç) çok tehlikeli grupta yer almaktadır.

İş sağlığı ve güvenliği önlemleri, beş başlık altında toplanmaktadır:

- Maden arama sondaj makinesinin taşınması esnasında alınması gereken tedbirler
- Maden arama sondaj makinesinin kurulum aşamasında ve sondaja başlamadan önce alınması gereken tedbirler
- Sondaj sahası ile ilgili alınması gereken tedbirler
- Sondaj çalışması sırasında alınması gereken tedbirler
- Sondaj çalışmasından sonra alınması gereken tedbirler

Maden Arama Sondaj Makinesinin Yürütülmesi Esnasında Alınması Gereken Tedbirler

- Sondaj makinesi, çalışmanın bitmiş olduğu alandan yeni bir alana taşınmadan önce güzergâh mutlaka kontrol edilmelidir. Taşıma sırasında muhtemel bir tehlike varsa önlem alınmalıdır. Tehlike kontrol altına alınamıyorsa yeni bir güzergâh belirlenmelidir.
- Maden arama sondaj makinesi yola çıkarılmadan önce makinenin tüm kontrolleri yapılmalıdır. Herhangi bir uygunsuzluk varsa sondaj makinesi hareket ettirilmemelidir.
- Sondaj makinesini yürütme işlemini, sadece yetkili ve sertifikalı operatörlerin yapması sağlanmalıdır.
- Yürütme işlemini gerçekleştirecek operatöre yardım etmek amacıyla sondaj makinesinin yanında iki personel bulunmalıdır. Yardımcı personeller ile sondaj makinesi arasında güvenli bir mesafe (en az 10 m) olmalıdır.
- Sondaj makinesinin yürütülmesi esnasında makine üzerinde herhangi bir eşya taşınmamalıdır.

- Sondaj makinesinin kulesi, yürütme işlemi sırasında yatay bir durumda olmalıdır.
- Sondaj makinesinin yürütülmesi, gündüz saatlerinde havanın aydınlık olduğu zamanlarda gerçekleştirilmelidir.
- Zorunlu olmadıkça, hava koşullarının olumsuz olduğu durumlarda, sondaj makinesini yürütme işlemi yapılmamalıdır.

Sondaj Makinesinin Kurulum Aşaması ve Kurulumu Öncesi Alınması Gereken Tedbirler

- Belirlenen maden alanına getirilen sondaj makinesinin ayakları yere sağlam basmalı, makinenin dengesi terazide olmalıdır.
- Sondaj makinesi kurulumu sırasında, kule makinesini kaldırmadan önce çevre güvenliği alınmalıdır.
- Maden arama bölgesinde çalışan tüm personelin sağlık raporları olmalı ve sigorta girişleri yapılmalıdır.
- Çalışan personelin kıyafetleri uygun olmalıdır. Saat, künye, yüzük gibi aksesuarlar kullanılmamalıdır.
- Bölgede çalışacak personele işe başlamadan önce ilk yardım, iş sağlığı ve güvenliği, yangınla mücadele, kişisel koruyucu ve donanımların nasıl kullanılacağı, saha içerisindeki kurallar, risk ve tehlikeler, acil durumlar ve kaçış eğitimleri verilmelidir.
- Maden arama sondaj çalışmaları çok tehlikeli sınıfta bulunduğundan dolayı temel eğitimler yılda en az bir defa verilmelidir.
- Maden arama sondajlarında iş sağlığı ve güvenliği rehberi kontrol listesi, uzman kişi tarafından kontrol edilmeli ve eksiklikler varsa tamamlanmalıdır.
- Maden arama sahasına, etiketsiz ve üzerinde açıklama olmayan hiçbir madde girmemelidir.

Sondaj Sahası ile İlgili Alınması Gereken Tedbirler

- Sondaj çalışması yapılacak alan eğimli olmamalıdır. Kurulması zorunlu bir saha olursa taş ve toprak düşmesine karşı önlemler alınmalıdır.
- Çalışma sahasına sadece yetkisi olan kişiler girmelidir.
- Çalışma sahasının etrafına uyarı levhaları konulmalıdır.
- Çalışma sahası girişinde ilk yardım çantası, koruyucu ekipmanlar vb. içinde bulunduran bir dolap olmalıdır.
- Sondaj makinesi ve yardımcı ekipmanlardan kaynaklanacak sızıntılar için makinelerin alt kısmına koruyucu ekipmanlar koyulmalıdır.
- Sondaj çamurunu hazırlamak için oluşturulan havuzun etrafı güvenli bir şekilde çevrilmelidir. Tabanı da sızdırmayan bir maddeyle kaplanmalıdır.
- Çalışma sahası üzerinde ana malzemeler dışında farklı hiçbir malzeme yer almamalıdır.
- Sahada yer alan yakıt ve yağ alanlarının etrafı sarılmalı ve bu alanlara ikaz işaretleri konulmalıdır.
- Sondaj çamurunun hazırlanmasında kullanılan kimyasal maddeler, ana depoda güvenli bir alanda yer almalıdır.
- Sahada yer alan kablo ve hortumlar, mümkün olduğunca yerden yüksekte olmamalıdır.
- Çalışma sahasında mutlaka Sağlık Bakanlığından onaylı ilk yardım çantası bulunmalıdır.
- Yangın söndürme tüpleri bulunmalıdır.
- Çalışma sahasında gece aydınlatma çok iyi bir seviyede olmalıdır.
- Çalışma sahasında oluşabilecek acil çıkış durumları için bir liste hazır bulunmalıdır.
- Acil durumlarda, saha dışında ters park hâlinde bir araç bulunmalıdır.
- Çalışma sahasında kapaklı atık kovaları olmalıdır.
- Çalışma sahası dışında çalışanların dinlenme ve ihtiyaç alanları oluşturulmalıdır.

Sondaj Çalışması Sırasında Alınması Gereken Tedbirler

- Sondaj makinesi, sadece sondörlük belgesi olan kişiler tarafından kullanmalıdır.
- Sondaj makineleri, 85 db [desibel (A)] seviyesinden yüksek ses çıkardığı için mutlaka kulak koruyucu kullanılmalıdır.
- Maden arama sondajlarında en çok görülen kazalar el kol sıkışmalarıdır. Bu yüzden çalışanların makinenin iç kısımlarına el, parmak ya da diğer uzuvlarını yerleştirmemelidir.
- Sondaj makineleri arızalarında makine kapatılıp makineyle sadece yetkili kişinin ilgilenmesi sağlanmalıdır.
- Sondaj makinesinde suyun tahliyesinde kullanılan hortumlar sabitlenmelidir. Sabitlenmediği takdirde iş kazalarına neden olabilmektedir.
- Vardiya değişimlerinde mutlaka bilgi alışverişinde bulunulmalıdır.
- Karot boşaltımı sırasında çalışanların dikkat etmesi gerekmektedir. Korat, en az iki çalışan tarafından taşınmalıdır.
- Sondaj çalışması sırasında kullanılan el aletlerinin uygunluğu kontrol edilmelidir.
- Sondaj makinesinin koruyucu ekipmanları takılı olmalıdır. Koruyucu ekipmanların bakımları düzenli şekilde yapılmalıdır.
- Sondaj makinesi durdurulmadan yakıt ikmali yapılmamalıdır.
- Sondaj makineleri üzerinde kolay ulaşılabilecek acil butonu yer almalıdır.
- Maden arama sırasında yapılan işe uygun koruyucu ekipman kullanılmalıdır.

Sondaj Çalışması Sonrasında Alınması Gereken Tedbirler

- Açılan çukurlar sondaj çalışması bittikten sonra hemen kapatılmalıdır. Hemen kapatılması mümkün değilse etrafına uyarı tabelaları konulmalıdır.
- Sondaj çalışması bittikten sonra kuyuların ağız kısmı, demir borudan yapılmış kuyu ağızlığı ile kapatılmalıdır. Kuyu ağzının olduğu bölgeye her açıdan görülecek işaretler konulmalıdır.
- Çalışma sonrasında herhangi bir ekipman sahada bırakılmamalıdır.
- Çalışma bittikten sonra makinelerin saha içerisinde toprağa herhangi bir yakıt ya da yağ bırakıp bırakmadığı kontrol edilmelidir.
- Son olarak sondaj çalışmasının çok riskli bir iş kolu olduğu bilinmektedir. Bundan dolayı iş kazalarında tehlikeleri en aza indirmede en önemli noktalardan biri de koruyucu ekipmanlardır. Koruyucu ekipmanlar şunlardır:
    - Kafa koruyucular
    - Ayak koruyucular
    - Kulak koruyucular
    - Göz koruyucular
    - El koruyucular
    - Koruyucu kıyafetler
    - Yüksekten düşmeye karşı koruyucular
    - Solunum koruyucular

Sondaj Çeşitlerini Öğreniyorum

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt, yapıştırıcı, makas.

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21177

Yönerge: Sondaj aramaları sırasında alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri işlem basamaklarını takip ederek istasyon tekniği ile çalışarak pekiştiriniz.

İşlem basamakları:

1. Sınıf içerisinde beş grup oluşturarak (şiir, hikâye, şarkı, tiyatro, afiş hazırlama) istasyon hazırlayınız.
2. Bu teknikte tüm öğrencilerin görev almasına dikkat ediniz.
3. Her gruba bir gözlemci ya da istasyon şefi atayınız.
4. Şef, gruba kılavuzluk yapar, iş bittikten sonra ürünleri toplar.
5. Her grup gittiği istasyonda yaklaşık 10 dakika çalışır.
6. Süre sonunda gruplar yer değiştirir.
7. Her istasyonda tüm gruplar çalışmalıdır.
8. Her yeni grup bir önceki grubun bıraktığı yerden devam eder.
9. Süre sonunda tüm işler toplanır ve sergilenir.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

4.1.2. SONDAJ MAKİNELERİ

Sondaj makineleri genel olarak şu birimlerden oluşmaktadır:

- Kule (sabit ya da seyyar)
- Vinç sistemi
- Taşıyıcı ünite (kamyon, palet, kızak, trayler vb.)
- Güç ünitesi (motor)
- Güç aktarma organları (şaft, şanzuman vb.)
- Kontrol panosu veya sandör kabini
- Kompresör
- Çamur pompası
- Hidrolik sistemler (pompa, tank, hortumlar)
- Dönüş sistemi (döner kafa, morset, döner masa)

Su Sondaj Makineleri

Su sondajında genellikle kamyona monte edilmiş düz çamur dolaşımlı ya da hem çamur hem de havalı sondaj sistem bileşenlerini içeren (kombine tip) döner kafalı ya da döner masalı sondaj makineleri kullanılmaktadır.

Sığ Petrol, Doğal Gaz, Jeotermal Sondaj Makineleri

Bu tip sondaj çalışmalarında genellikle kamyona monte edilmiş düz çamur dolaşımlı sondaj sistem bileşenlerini içeren döner masalı ya da döner kafalı sondaj makineleri kullanılmaktadır.

Jeoteknik Etüt ve Maden Arama Sondaj Makineleri

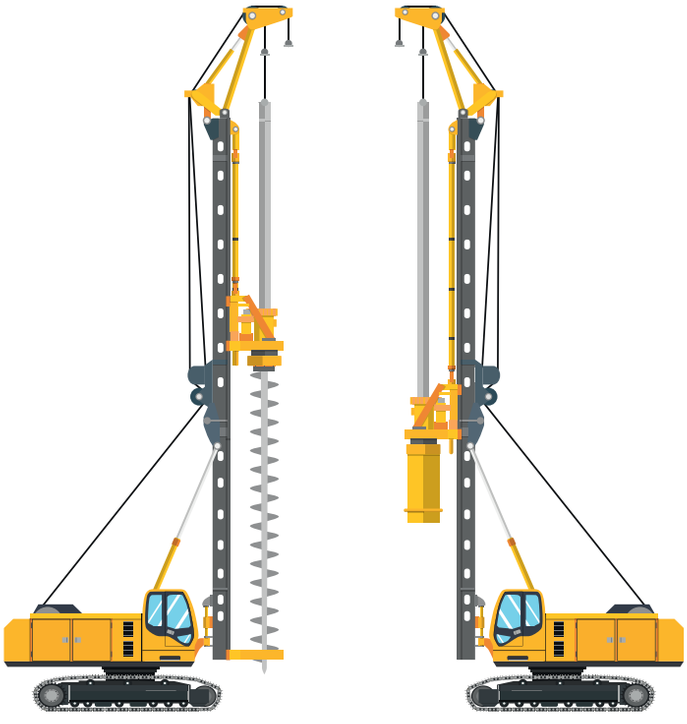
Bu sondaj çalışmalarında kullanılacak makineler; palet, kamyon, treyler üzerine monte edilebilmektedir. Yer üstü jeoteknik ve maden sondaj çalışmalarında genellikle sıvı dolaşımlı (su veya çamur), sisteme uyumlu kızaklı tipi sondaj makineleri kullanılmaktadır. Bu makineler, taşıyıcısız olarak ya da kamyon veya traylere monte edilerek de kullanılmaktadır. Paletli ve tam hidrolik sondaj makineleri de bu tip çalışmalarda kullanılmaktadır. Yer altında (tünel, galeri vb.) yapılan çalışmalarda ise kızaklı, destekli ya da paletli sondaj makineleri kullanılmaktadır.

Yer Üstü Patlatma Deliği Sondaj Makineleri

Patlatma deliği sondajlarında genellikle tam hidrolik, döner kafalı, paletli sondaj makineleri kullanılmaktadır. Taşıma mesafesinin ve yer değiştirmenin fazla olduğu çalışmalarda, kamyona ve treylere monteli sondaj makineleri kullanılmaktadır. Küçük çaplı deliklerin delinmesinde, yer üstü çekiçli veya kuyu dibi çekiçli sistemli ve havalı dolaşım sisteminin bileşenlerini içeren sondaj makineleri kullanılır. Geniş çaplı deliklerin delinmesinde de döner kafalı ve havalı sistem bileşenlerini içeren sondaj makineleri kullanılmaktadır.

Çamur Pompası

Çamur pompaları (devir daim pompaları); delme işlemi esnasında matkabın soğutulması, matkabın formasyondan kopardığı parçaların kuyu dışına atılması amacıyla sondaj sıvısının uygun basınç ve miktarda kuyu içerisine bırakılması işlemlerinde kullanılmaktadır.



Görsel 4.5: Sondaj makinelerinden bazıları

Sondaj Makinalarını Tanıyorum

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt, yapıştırıcı, makas.

Süre: 40′ dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21182

Yönerge: Sondaj makinelerinin madenciliğe katkıları nelerdir? Edindiğiniz bilgileri sunu hâline getirip sınıfınızla paylaşınız.

Görsel 4.6: Düz çamur dolaşımlı sondaj tekniği

4.1.3. Sondaj Teknikleri

Sondaj çalışması teknikleri şunlardır:

- Düz çamur dolaşımlı sondaj tekniği
- Havalı sondaj tekniği
- Karotlu sondaj tekniği
- Ters dolaşımlı kuyu dibi tabancalı sondaj tekniği
- Odex sondaj tekniği

Düz Çamur Dolaşımlı Sondaj Tekniği

Bu teknik, döner sondaj yöntemlerinin bütün bileşenlerini bünyesinde bulundurmaktadır. Sondajcılıkta en çok kullanılan tekniklerden biridir. Küçük su sondajlarından büyük petrol kuyularına kadar birçok alanda bu teknik kullanılmaktadır. Bu teknik, çamur pompası tarafından havuzdan çekilen ve basılan sondaj çamurunun takım elemanları içerisinden girerek kuyu boşluğundan geri dönmesi ilkesine dayanmaktadır (Görsel 4.6).

Düz dolaşımlı sondajda çamurun görevleri:

- Formasyonu yumuşatmak.
- Kullanılan malzemeleri yağlamak.
- Sondaj malzemelerinin paslanmasını ve aşınmasını engellemek.
- Kuyu duvarında oyukların oluşmasını önlemek.
- Matkabı soğutmak.
- Matkabın kestiği kırıntıları dışarıya atmak suretiyle kuyu ve matkabı temizlemek.
- Takım ve muhafaza borularının hareketini kolaylaştırmak.
- Kuyudan çıkarılan kırıntıların çamur havuzunda çökelmesine imkân tanımak ve bu kırıntılardan bilgi elde etmek.

Havalı Sondaj Tekniği

Çok sert, çatlaklı ya da mağaralı alanlarda çamurlu döner sondaj tekniği tercih edildiğinde dolaşım çamuru kayıpları gerçekleşmektedir. Bu kayıplardan dolayı sondajda ilerleme gecikmektedir. Bu tür alanlarda havalı sondaj tekniği kullanmak en doğru tekniktir. Döner sondajla 1-2 ayda yapılan sondaj, havalı sondaj tekniği ile 2-3 günde bitirilebilmektedir.

Havalı sondaj malzemesi, döner sondaj tekniğine ek olarak şunlardan oluşur:

- Kompresör
- Köpük pompası
- Kuyu dibi tabancası
- Tabanca matkabı

Karotlu Sondaj Tekniği

Bu sondaj tekniği, zemin özelliklerini belirlemek ve laboratuvar ortamında deneyler yapmak amacıyla ya da bir maden alanının değerlendirilmesi, aranması, işletilebilirliğinin araştırılması için kullanılan tekniktir.

Karotlu sondajlar ikiye ayrılır:

- Wire line (vayalayn) yöntemi
- Konvensiyonel yöntem

Bu iki yöntem arasındaki farklar, sondajın alınma şekli ve sondajda kullanılan malzemelerdir.

Ters Dolaşımlı Kuyu Dibi Tabancalı Sondaj Tekniği

-**Çift Duvarlı Tij ile Ters Dolaşımlı Sondaj**

Bu teknik, özellikle 1970'lerden sonra kullanılmıştır. Bu teknikte saatte 40 m'ye varan ilerleme hızına ulaşılabilir. Bu teknik; döner, darbeli ve burgulu sondaj makineleri üzerinde uygulanabilir. Bu sistem, kompresör kullanmayı gerektirdiği için pahalıdır.

-**Ters Dolaşımlı Kuyu Dibi Tabancalı (çekiçli) Sondaj**

Maden aramaya yönelik sondajlar genellikle karotlu şeklinde yapılmaktadır. Maden aramasından işletme projesine yönelik cevher yatağının tenör dağılımının detaylı bir şekilde saptanması gereklidir. Bunun için sık aralıklı sondajların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Böyle bir sondaj programı çok pahalı olacağından ekonomik bir seçenek olarak ters dolaşımlı kuyu dibi tabancalı sondaj yöntemi yaygın olarak kabul edilmektedir.

Odex Sondaj Tekniği

Bu teknik, sondaj sırasında muhafaza borularının döndürülmeden örtü tabakası boyunca kuyuya yerleştirilmesine dayanır.

Sondaj sırasında odexin pilot ucu üzerinde bulunan genişletici muhafaza borusunun dış çapından daha büyük bir delik açılmaktadır. Amacına ulaşılan derinliği bulduktan sonra ters yöne yarım tur döndürülerek genişletici uç, muhafaza borusunun içinden yukarı çekilir.

Odex tekniği;

- Zemin kalitesinin kötü olduğu yerlerde,
- Örtü tabakalarında bloklar hâlinde taşların mevcut olduğu alanlarda,
- Örtü tabakalarına muhafaza borularının indirilmesi işlemlerinde kullanılmaktadır.

Odex sondaj tekniğinin avantajları şunlardır:

- Bu teknikle her türlü örtü tabakasında ve farklı derinliklerde sondaj yapılabilmektedir.
- Kuyu, sondaj esnasında emniyete alınır.
- Yüksek motor gücü gerekmez. Genişleticinin meydana getirdiği büyük çap muhafaza borularının kolaylıkla indirilip kuyu dışına çıkarılmasını sağlar.
- Kesici ve genişletici takım, kuyudan çıkarılabildiğinden sondaj ilerledikçe kuyudan numune alınabilir ve ucuz, kullanılmış muhafaza boruları kuyuda bırakabilir.

Görsel 4.7: Uydular aracılığı ile yerküreyi tarama faaliyeti

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Maden aramak için hangi yöntemleri kullanırdınız? Sınıfınızla tartışınız.
2. Maden arama yöntemleri sırasında alınabilecek iş sağlığı ve güvenliği önlemler nelerdir? Edindiğiniz bilgileri sınıfınızla paylaşınız.

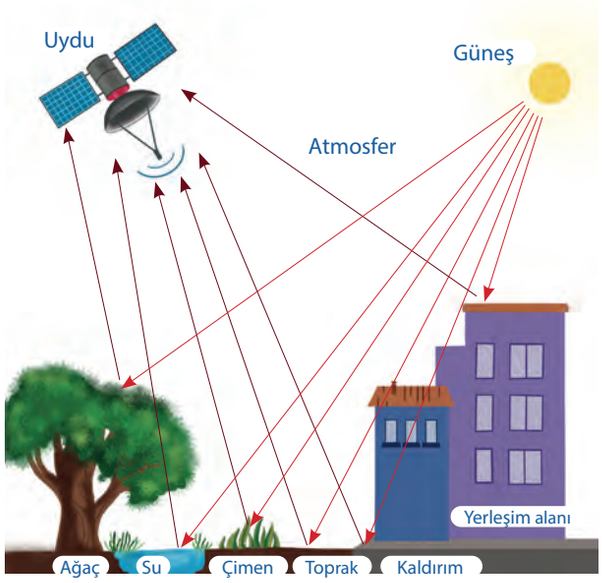
4.2. UZAKTAN ALGILAMA YÖNTEMİ İLE ARAMA

Uzaktan algılama yöntemi son yıllarda madencilikte sık kullanılmaya başlanan yöntemlerden biridir. Uzaktan algılama; yer yüzeyi ile fiziksel bir bağlantı kurmadan (uçak, hava aracı, uydu) yeryüzünde bulunan doğal ve yapay nesneler hakkında bilgi toplama ve bu bilgileri analiz etme tekniğidir. Uzayda bulunan uydu veya uçaklara yerleştirilmiş kamera sistemleri ile yeryüzündeki cisimler hakkında bilgi toplanır. Elde edilen bu bilgiler, çeşitli programlar yardımıyla analiz edilir.

4.2.1. UZAKTAN ALGILAMA

Uzaktan algılama teknolojisi, güneşten gelen farklı dalga boylarındaki ışınların yansımalarının algılayıcalar tarafından kaydedilmesidir. Yüzey ve nesnelere temas etmeden kaydedilen bu görüntülerden bilgiler üretilmektedir. Tüm cisimlerin ışığı yayma ve yansıtma oranları farklıdır. Örneğin koyu renkli zeminler ışığı daha fazla tutar, açık renkli zeminler ise ışığı daha fazla yansıtır. Uzaktan algılama düzeneğinde farklı cisimlerden çeşitli dalga boylarında yansıyan enerji kaydedilir. Farklı dalga boylarına ait bilgileri içeren kaydedilmiş bu enerji verisi, yeryüzünde kurulan istasyona aktarılır. Aktarılan veri, işlemden geçirilir ve bu veriden görüntü elde edilir. Elde edilen görüntüler, uygun yazılımlar aracılığıyla işlenerek de bilgi üretilir (Görsel 4.7).

Uzaktan algılama bazı temel bileşenlerden oluşur. Bu bileşenler; güneş, atmosfer, algılayıcı cihazlar, algılanan yüzey ve analizdir. Güneşten gelen elektromanyetik (EM) ışınlar, yeryüzü ulaşmadan önce atmosferden geçer (Görsel 4.8). Güneş ile yüzey arasındaki bu geçiş esnasında atmosferin sahip olduğu özellikler bu ışınlarda bazı değişiklikler meydana gelir.

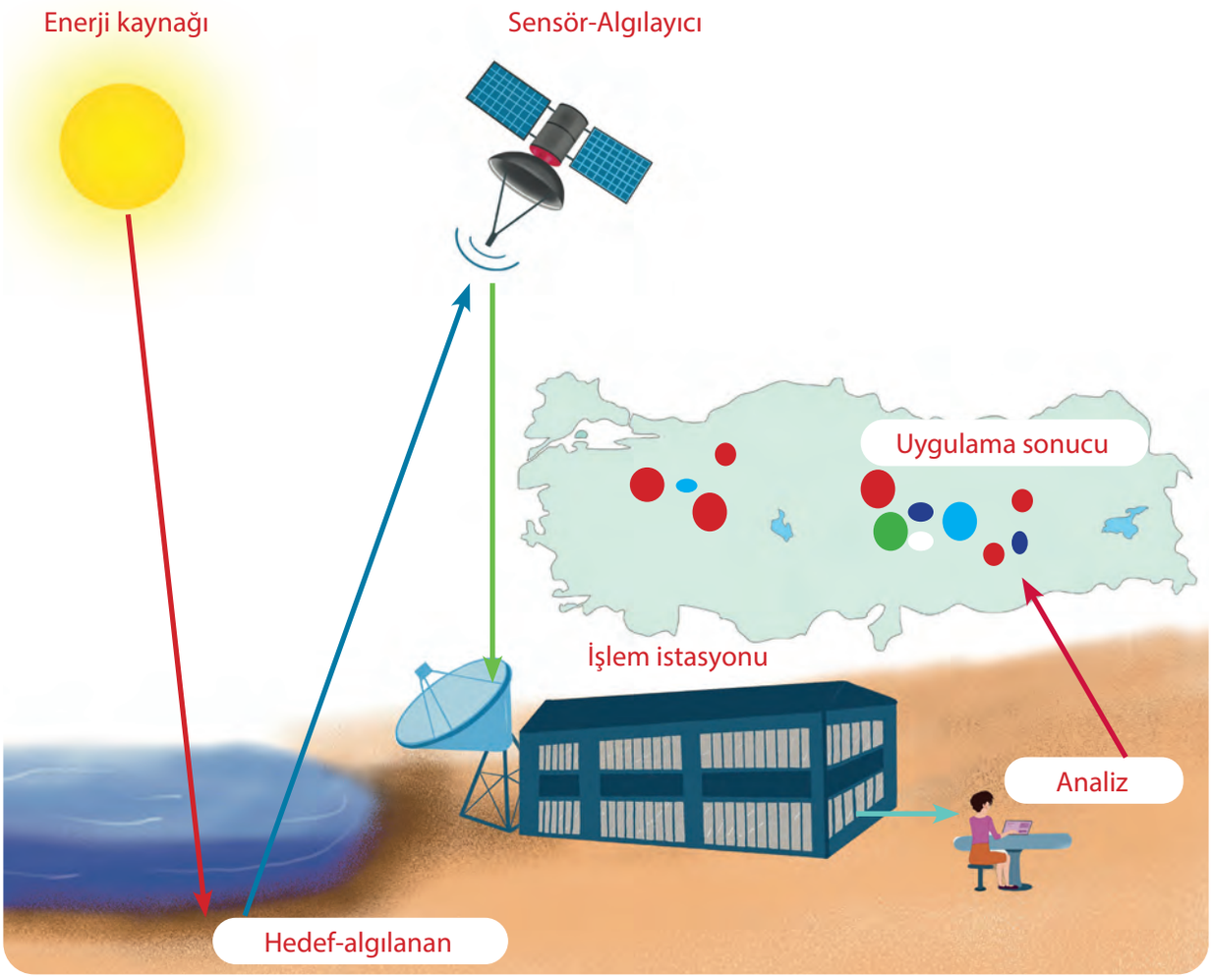


Görsel 4.8: Uzaktan algılama tekniği

Bu değişim, algılanan yüzeylerden yansıyan ışınlar algılayıcılara ulaşıncaya kadar devam eder. Atmosfer, hem güneşten gelen enerjide hem de yüzeyden yansıyan enerjide birtakım değişikliklere neden olduğundan uzaktan algılamanın bileşenlerinden birisidir. Uzaktan algılamanın diğer bir bileşeni algılanandır. Yeryüzü üzerindeki bütün nesneler, yüzeylerine ulaşan elektromanyetik ışınımlara karşı farklı tepkiler verir. Dolayısıyla algılayıcılar tarafından bu tepkimeler farklı kaydedilir. Algılanan hedef, uzaktan algılamanın temel bileşenlerindendir. Algılayıcılar, uzaktan algılamanın diğer önemli bileşenidir.

Uzaktan algılama yöntemi, teknolojinin ilerlemesine bağlı olarak gelişmiştir. Ancak bu yöntemin tarihi daha eskilere dayanmaktadır. Örneğin 1900'lü yılların başlarında güvercin, balon ve uçaklara monte edilen fotoğraf makineleri ile birtakım veriler elde edilmeye çalışılmıştır.

Uzaktan algılama teknolojisi, son yıllarda birçok alanda bilgi üretmek için kullanılmaktadır. Bütün dünyada yaygın olarak jeolojide, meteorolojide, ziraatte, şehircilikte, oşinografide, haritacılıkta kullanılan bu yöntem, maden arama çalışmalarında da kullanılmaktadır (Görsel 4.9).



Görsel 4.9: Uzaktan algılama tekniği basamakları

BUNU BİLİYOR MUSUNUZ ?

Uzaktan algılamanın ilk uygulaması, 1858 yılında Gaspard Tournachon (Gespırd Turnakon) isimli bir Fransız araştırmacının balon yardımıyla Paris yakınlarındaki bir bölgenin fotoğrafını çekmesiyle gerçekleşmiştir.

4.2.2. UZAKTAN ALGILAMANIN MADEN ARAMALARINDA KULLANIMI

Her kayaç, farklı oranlarda minerallerin bir araya gelmesiyle oluşur. Kayaçları oluşturan mineraller, belirli bir yansıma değerine sahiptir. Bu yansıma değerlerine bağlı olarak mineraller ya da kayaç, farklı dalga boylarında elektromanyetik enerji yayar. Uzaktan algılama yöntemiyle maden arama çalışmalarında algılayıcıların elde ettiği görüntüler, nesnelerin yansıma oranına göre sınıflandırılır ve bilgi üretilir. Maden, algılayıcılar tarafından yansıma özelliğine göre kaydedilir ve madenin yoğunlaştığı yerler belirlenmeye çalışılır. Bu yöntem, arazi çalışmalarına başlamadan önce arazinin tektonik yapısının incelenmesinde, bölgenin jeomorfolojik ve topoğrafik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Aynı zamanda plütonik ve volkanik kayaların özelliklerinin araştırılmasına, mineralojik ve litolojik birlikteliklerin incelenmesine, stratigrafik istiflerin ayrıntılı incelenmesine çok önemli katkılar sağlamaktadır. Maden yataklarının yoğun olduğu yerler genellikle fay kırıklıklarının bulunduğu alanlardır. Algılayıcılar tarafından kaydedilen görüntüler, atmosferik koşullardan kaynaklı hataların (bulut, sis) düzeltilmesini sağlar. Düzenlenen görüntülerle, çeşitli yazılımlar kullanılarak görüntünün filtrelenmesi ve renkli hâle getirilmesi sağlanır. Son olarak görüntü sınıflandırılır ve görüntüden bilgi elde edilme aşamasına geçilir.

Maden arama çalışmalarında ihtiyaca göre uzaktan algılama görüntülerinden bazıları kullanılır. Bunlardan en yaygın olanı, Landsat uydu görüntüleridir. Landsat uyduları, 30 yılı aşkın süredir dünya yüzeyinden görüntü toplamaktadır. NASA, ilk Landsat uydusunu 1972 yılında, son Landsat 7 uydusunu da 1999 yılında fırlatmıştır. Uydudan alınan görüntüler; tarım, jeoloji, ormancılık, şehir-bölge planlama, eğitim, haritalama ve küresel değişimlerin araştırılması gibi alanların yanı sıra maden arama çalışmalarında da yaygın olarak kullanılmaktadır. Maden mühendisleri, uzun yıllardır hava fotoğraflarını maden arama çalışmalarında kullanmaktadır. Yerin derinliklerinde bulunan maden yataklarını aramak için yeryüzünün jeokimyasal, jeofiziksel verilerini ve diğer harita verilerini elde etmede yüksek çözünürlüklü hava fotoğrafları son yıllarda kullanılmaktadır. Ayrıca coğrafi bilgi sistemleri [Geographical information systems (Ceugrafikıl informeyşın sistıms)= GIS] kullanılarak her türlü veri analiz edilmektedir. Uydu görüntüleri; altın, krom, bakır, kurşun, manganez, demir ve bor gibi önemli maden sahalarının belirlenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Maden arama çalışmalarında uzaktan algılama tekniklerinin kullanılması, arama faaliyetlerinin hızlanmasını ve daha düşük maliyetlerle arama yapılmasını sağlamaktadır.

SIRA SİZDE

Uzaktan algılama yönteminde kullanılan uydu görüntülerini araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Uzaktan Algılama ve Madencilik

Araç ve Gereç: Kalem, kâğıt.

Süre: 40’ dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21184

Yönerge: Üç gruba ayrılarak uzaktan algılamanın tarihteki kullanım alanlarını ve uzaktan algılamanın avantajlarını araştırınız. Elde ettiğiniz bilgilerden yola çıkarak görsel bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu diğer gruplarla paylaşınız. Sunumları tamamladıktan sonra “uzaktan algılama ve madencilik”le ilgili bir slogan hazırlayınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu’nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Klasik yöntem ile maden arama denilince aklınıza neler geliyor? Düşüncelerinizi sınıfınızla paylaşınız.

4.3. KLASİK YÖNTEM İLE ARAMA

Maden arama işlemi, ekonomik açıdan değerli olan cevherleri bulma sürecidir. Madenler, farklı jeolojik aşamalar sonucunda oluşmuş, değerli mineral içeren kayaçlardır. Herhangi bir madenin aranması için o bölgede gerçekleşmiş jeolojik olayların, bu olayların etkili oldukları alanların, bölgedeki kayaç türlerinin bilinmesi ve geometrisinin çözümlenmesini gerektirmektedir. Klasik yöntem madencilikte kullanılan en eski yöntemlerden biridir.

4.3.1. KLASİK YÖNTEMLE MADEN ARAMA

Arama işlemi, maden yataklarının araştırılması işlemiyle başlar. Araştırma; görsel inceleme, jeolojik çalışmalar, hava fotoğrafları, haritalama gibi yöntemler ile yapılır. Araştırma süresince maden yatağının boyutu, şekli, yeri ve ekonomik değeri belirlenir. Aramada mostradan alınan ya da kuyu, galeri veya sondajlardan elde edilen temsili numuneler, kimyasal, spektrografik, radyometrik ve benzeri analizlere tabi tutularak cevher yatağının yayılımı ve kalitesi hakkında daha kapsamlı ve detaylı bilgiler elde edilmeye çalışılır. Maden aramalarında cevherin yataklanma tipi oluşum özeliğinin ortaya konulması, maden yatağının boyutlarının ortaya konulması açısından önemlidir (Görsel 4.10).

Maden yataklarının aranması; yer kabuğunda bulunan cevher zuhurlarının belirlenmesi, cevher bulunma ihtimali olan bölgelerin incelenmesi, işletilebilir cevherin bulunması ve bunların ekonomik olarak işletilebilirlik durumun değerlendirilmesini kapsar. Bu işlemler için arazi gözlemleri büyük önem taşımaktadır. Maden arama sırasında genel jeoloji, tektonik, stratigrafi, petrografi, paleontoloji, jeofizik, jeokimya, jeomorfoloji, maden yatakları ve maden ekonomisi gibi jeolojinin birçok dalına ait teorik ve pratik bilgilerden faydalanılır. Ancak jeoloji, jeofizik ve jeokimya ile ilgili arazi çalışmaları maden arama çalışmalarının ana bileşenleridir.

Jeolojik haritalar ile ilgili bazı laboratuvar incelemeleri şu şekildedir:

İnce Kesit Mikroskopisi: Kayaçların minerolojik bileşimi ile cevher mineralleri arasındaki bazı gang minerallerinin tespitleri yapılır.

Cevher Mikroskopisi: Cevher minerallerinin türleri ve ilişkileri belirlenerek köken ve cevher zenginleştirme işlemleri ile ilgili bilgiler elde edilir.

Elek Analizleri: Petrografik tanımlamalar için gerekli tane boyutlarının analizi yapılır.

Paleontolojik İncelemeler: Mikro ve makro fosil analizleri yapılarak sedimanter oluşum yaşları ve çökelme ortamlarının özellikleri belirlenir.

Karbon 14 Analizi: Organik madde içeren nesnelerin yaşını belirlemek için kullanılan bir yöntemdir. 40 bin yıla kadar mutlak yaş tespiti yapılabilir.

Kükürt İzotop Analizi: Sülfitli minerallerde ve sülfatlı minerallerindeki kükürt izotop oranları hesaplanarak bunların yaşları ve oluşum ortamlarının karakterleri hakkında bilgi elde edilir.

Görsel 4.10: Klasik yöntemle maden arama

Maden yatağının bulunmasından sonraki aşama, madenin çıkarılacağı alan için ön çalışmalar yapmaktır. Bu çalışmalar ile gerekli olan madencilik yöntemi ve türü belirlenmektedir. Çeşitli maden arama yöntemleriyle maden arama ve rezerv tahmini gerçekleştirilmektedir. Bir maden keşfi yapıldıktan ve madencilik için yeterli ekonomik kalitede olduğu belirlendikten sonra madenin çıkarılması için etkili ve verimli bir planlama maden mühendisleri tarafından yapılmaktadır.

Muhtemel maden rezervi tespit edildikten sonra maden jeoloğu veya maden mühendisi, cevherin özelliklerini belirler. Madenin özelliklerini belirlemek için cevherin kimyasal analizi yapılarak cevherin içeriğindeki minerallerin özellikleri belirlenir. Bu tespitten sonra maden yatağın boyutu ve cevherin saflığının belirlenmesi için cevher miktarı tespit edilir. Bu işlem için karot numune alınarak maden yatağındaki değerli mineral miktarı hesaplanır.

4.3.2. NUMUNE ALMA YÖNTEMLERİ

Maden yatağının bulunmasının ardından bu maden yatağının madencilik yönünden işletilebilmesi için cevher yatağı hakkında ayrıntılı bilgi gerekmektedir. Bu bilgilerin başında maden yatağının tenör oranı, maden miktarı ve maden yatağının geometrik özellikleri önem taşır. Maden yatağının bu özellikleri; işletilecek cevher yatağının işletme metodu, ekonomik analizi ve üretim miktarlarının belirlenmesinde önemli rol oynar. Maden yatağında detaylı arama çalışmaları ile gereken bilgiler elde edilmektedir. Araştırma işlerinin yöntemi; maden yatağının şekline, büyüklüğüne ve düzgün veya karışık bir şekilde yayılımına göre seçilir. Arama maliyeti küçük maden yataklarında daha az olurken büyük ve karmaşık maden yataklarında daha fazladır. Araştırma için gerekli olan zaman ise birkaç ay veya birkaç yıl olabilmektedir.

Maden yatakları içeriğinde birçok farklı türde mineral barındırır. Cevherin oluşum süreci ve yan kayacın karakterine bağlı olarak maden yataklarının mineral içeriği ve dağılımı değişir. Bu nedenlere bağlı olarak numune alma işlemi, numunenin alındıkları cevher kütlesini doğru temsil etmesi açısından önem taşımaktadır. Numune alımı yatağın tamamında ya da çalışmanın amacına uygun olarak yatağın bir kısmında da yapılabilir.

Numuneler; cevher kütlesinin yüzeydeki mostralarından, galeri ve kuyu gibi madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğü kesimlerden veya yarmalar ile sondaj karotlarından alınır (Görsel 4.11).

Başlıca numune alım yöntemleri şunlardır:

- Oluk numunesi
- Parça veya derleme numuneleri
- Yığın ve hacim numunesi
- Yarma numunesi
- Stok numunesi
- Sondaj karotu ve kırıntılarına ait numuneler
- Plaser ve kalıntı yataklarına ait numuneler
- Konsantrasyon tesisisinden alınan numuneler

Görsel 4.11: Numune alma yöntemlerinden karot yöntemi

4.3.2.1. Oluk Yöntemi Numune Alımı [Channel Samples (Çenıl sampıls)]

Yer altında (galeride) ya da yüzeyde bulunan cevher kütlesinin doğrultusuna dik olarak kanal şeklinde yapılan numune alma yöntemidir. Oluk şeklinde numune alma işlemi basit fakat zaman alıcı bir yöntemdir. Numune, dikkatli bir şekilde mostranın temiz yüzeyinden alınarak temizlenir. Numune alımında oluklar arası mesafelere dikkat edilir. Bu mesafeler cevher kütlesini temsil edecek şekilde ayarlanır. Mesafe seçiminde cevherin dağılımı (homojen veya hetorejen) ve biçimi dikkate alınır. Cevher kütlesinin homojen olduğu durumlarda oluklar arası mesafe genellikle 5-10 m'den başlayarak 25 m'ye kadar çıkabilir. Heterojen dağılımlı cevher kütlelerinde ise oluklar arası mesafe 0,5 ile 5 m arasında değişir.

4.3.2.2. Parça veya Derleme Numuneleri [Pick Samples (Pik Sampıls)]

Bu yöntem homojen yapılı maden yataklarında uygulanmaktadır. Bu yöntemde numune alımı, oluk yöntemine göre nispeten daha kolaydır. Sert yapıdaki cevherlerde oluk açılmasının zor olmasından dolayı bu yöntem tercih edilebilir. Alınan numuneler eşit boyutlu küçük parçaları hâlindedir. Numuneler cevherleşmenin özelliklerine göre rastgele numuneleri, nokta numuneleri, alan numuneleri şeklinde alınır.

4.3.2.3. Yığın veya Hacim Numunesi [Bulk Samples (Balk Sampıls)]

Bu yöntemde cevherlerin yığınlarından düzenli aralıklarla sistematik bir şekilde numune alınır. Bu yöntemin en belirgin özelliklerinde biri işletilmekte olan maden yataklarında her bir patlatma sonrasında numune alımının uygulanmasıdır. Bu yöntemin uygulanması kolay ve maliyeti düşüktür.

4.3.2.4. Yarmalardan Numune Alımı

Yarmalar, mostralar üzerinde genellikle cevher kütlesinin eğimi yönünde gerçek kalınlığı kesecek şekilde açılan çukurlardır. Numune alımında belirleyici unsur, cevherleşmenin yayılım şekli ve cevher minerallerinin çeşitliliğidir. Homojen yapıdaki cevherleşmelerde daha az yarma açılırken hetorejen yapılı karmaşık cevherleşmelerde daha sık aralıklarla yarma açılır. Numuneler, kalınlık yönünde yarmanın her iki duvarından ve tabanından alınabilir. Tabandan numune almadan önce tabanın temizlenmiş olması gerekir.

4.3.2.5. Stoklardan Numune Alma

Cevher stoklarından numune alma yöntemlerindendir. Bu yöntemde kaba ve ince taneli cevher parçalarının döküm noktasından itibaren mekanik bir ayrılmaya uğraması numune alım işleminde önemli sorunlar yaratmaktadır. Cevherin boşaltıcıdan yan yana iki döküm oluşturacak biçimde yığılması iri tanelerin bellirli bir noktada birikmesine neden olmaktadır. Stoktan numune alımı hızlı ve kolay bir yöntemdir ancak iri ve ince tanelerin düzensiz birikimi bu yöntemin dezavantajlarından biridir.

4.3.2.6. Sondajlardan Numune Alımı

Bu yöntem, üzeri örtülü maden yataklarında uygulanabilen en iyi yöntemdir. Sondajlardan alınan numuneler; cevher kalitesinin ve cevher kütlesinin sınırlarının belirlenmesinde, jeokimyasal testlerin uygulanmasında kullanılır. Ayrıca işletilmekte olan maden yataklarının rezervlerinin artırılması için yapılan çalışmalar da bu yöntemle alınan numunelerden bilgi elde edilmektedir. Sondaj işlemlerinde numune alma aralıkları; maden yatağının geometrik şekline, cevher mineralinin dağılımına ve araştırmanın amacına göre belirlenir.

4.3.2.7. Plaser (Pleyzır) ve Kalıntı Yataklardan Numune Alımı

Plaser (kırıntılı) yataklardan numune alımı, maden yatağının cevher oranının kalite dağılımını belirlenerek bilgi elde edilir. Alınan numuneler sayesinde maden yatağının şekli, boyutu jeokimyasal özellikleri hakkında bilgi de elde edilmektedir. Plaser yataklar fiziksel olarak ufalanmış gevşek malzemeden oluştuğundan numune alımı sırasında bir takım sorunlar ortaya çıkmaktadır. Maden yatağının yer altı su seviyesinin altında veya üzerinde bulunmasına göre farklı numune alım yöntemleri uygulanır. Maden yatağının yer altı su seviyesinin üzerinde bulunduğu durumlarda oluk kuyu ve yarmalar açılarak numune alınır. Yer altı su seviyesinin altında bulunan maden yataklarında ise numune alımına sondaj yardımıyla gerçekleştirilir.

4.3.2.8. Konsantrasyon Tesissinden Numune Alımı

Bu yöntemde cevher hazırlama veya zenginleştirme tesisisin çalışmasını kontrol etmek amacıyla numune alınır. Birden fazla birim bulunan cevher zenginleştirme tesislerinde her birimin çıkışı diğer birimin giriş bölümünü oluşturmaktadır. Bu durum, birimlerin çalışma koşulları ile verimliliği ve hazırlanan malzemenin özelliklerine göre değişebilmektedir. Cevher hazırlama ve zenginleştirme aşamasında uygulanan etkili yöntemlerden biridir.

4.3.3. FİZİBİLİTE (ÖN DEĞERLENDİRME) ÇALIŞMASI

Mineral tanımlama ve rezerv miktarı belirleme işleminden sonra bir ön çalışma yapılır. Fizibilite çalışmasında bir maden projesinin teknik ve ekonomik ömrü, uygun işletme yöntemleri çevresel ve sosyo-ekonomik etkileri ve gereksinimleri ayrıntılı olarak değerlendirilir. Ayrıca bu çalışma ile madenin ekonomik getirisi, mineralin piyasa koşulları ve bununla ilişkili maliyet analizi hesaplanır. Fizibilite çalışmasının yapılması; madencilik projesinin kârlı olup olmayacağının, maden rezervinin toplam ömrünün, rezervin toplam değerinin belirlenmesi ve projenin olası yasal sonuçlarının hesaplanması için gereklidir.

4.3.4. MADEN ARAMA SONUÇLARININ RAPORLANMASI

Maden arama süreci uzun ve kapsamlı çalışmalar gerektirmektedir. Bu çalışmaların sonucunda yapılan tüm işlemlerin bir bütün olarak değerlendirildiği bir rapor hazırlanır. Bu rapor, yatırımcılar tarafından kullanılabilecek veri ve bilgileri içerir.

Arama sonuçlarında aranan madenin özellikleri ile ilgili olumlu, olumsuz veri ve bilgilere yer verilir. Maden arama sonuçları; mostra örneklemesi, alınan numune örneklerinin jeokimyasal analiz ve jeofizik araştırma sonuçlarını kapsar. Raporlarda, maden aramadaki şartlar ve çevre, örnekleme tipi ve yöntemi, örnekleme aralıkları ve yöntemleri, numune örnek alınan lokasyonlar, bütün kimyasal analiz sonuçlarına ait verilerin boyutları, dağılımları ve lokasyonları, veri toplama yöntemleri, arazi kullanım durumları ile ilgili veriler bulunur. Maden arama süreci boyunca alınan tüm örnek ve yapılan tüm analiz sonuçları yetkin kişiler tarafından onaylanmalıdır. Maden arama sonuçları, bilimsel bir temele dayandırılmalı ve ekonomik potansiyele sahip cevherleşmenin kanıtlandığı veriler ile desteklenmelidir. Raporda cevherleşmenin gerçek boyutlarına yer verilmediği durumlarda buna neden olan gerekçelerin yer aldığı uygun bir açıklama bulunmalıdır.

Analiz ve hesaplama sonuçlarında cevherli zonlara ait ortalama tenör ve tenörün tahmin edilmesinde kullanılan yöntemler açıkça belirtilmelidir.

Maden yatağının jeolojisini temsil eden açıklayıcı diyagramlar ve haritalar sonuç raporunda yer alır. Ayrıca sondaj yapılan konumları gösteren plan ve haritalar ile uygun plan ve kesit görünümleri de rapora eklenir. Tüm analizler veya sondajlara ait bilgilerin raporda yer alması okuyan kişi için yeterli bilginin sağlanması açısından gereklidir. Yapılan tüm sondajların ve sondajlara ait bilgilerin maden arama sonuç raporlarında yer almadığı durumlarda sorumlu kişi, bu bilgilerin neden raporda yer almadığına veya bilgilerin neden önemli olmadığına dair bir açıklama yapmalıdır. Yetersiz verilerin maden arama sonuç raporunun güvenilirliğini etkilediği durumlarda bu durumların nedenleri ile ilgili ek açıklamalar yapılmak zorunludur.

SIRA SİZDE

Klasik yöntemle maden aramalarının avantaj ve dezavantajları nelerdir? Araştırınız.

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

Teknolojideki gelişmeler maden arama yöntemlerini nasıl etkilemiştir? Sınıfınızla tartışınız.

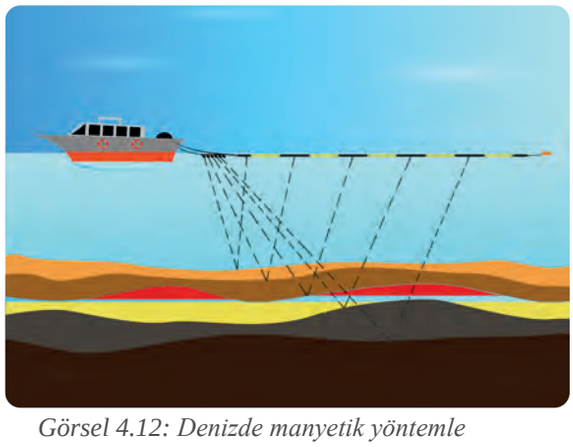
4.4. JEOFİZİK-JEOELEKTRİK VE JEOMANYETİK YÖNTEM İLE ARAMA

Jeofizik yöntemler kullanılarak maden aramalarında faklı yoğunluklara (gravite) sahip doğal ve yapay fiziksel alanların manyetiklik, iletkenlik, farklı radyoaktivite anomaliler aranılır. Bu anomaliler; yerin derinliklerindeki fiziksel olaylardan, topoğrafik ve jeolojik özelliklerden, manyetik alanlardan ve atmosferik olaylardan etkilenebilir. Jeofizik yöntemler, genellikle litosferik kıta sınırlarında oluşan petrol ve kömür dâhil çeşitli maden yatakları ile jeotermal ve yer altı suyu taşıyan tabakaların aranmasında kullanılır. Ayrıca magmatik kayaçlarla bu kayaçların jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesinde ve mühendislikle ilgili konularda (temel, köprü, baraj, tünel vb.) kullanılır. Jeofizik biliminde yer küreyi oluşturan kayaçların özelliklerine bağlı olarak farklı yöntemler kullanılır. Jeofizik maden aramalarında kullanılan yöntemler şunlardır:

1. Manyetik Yöntem
2. Gravite Yöntemi
3. Elektrik Elektro Yöntemler
4. Radyometrik Yöntemler
5. Sismik Yöntemler

4.4.1. MANYETİK ARAMA YÖNTEMİ

Manyetik arama yönteminde yerin manyetik alanında kayaçların ve diğer nesnelerin oluşturduğu mıknatıslama özelliklerine bağlı değişimler incelenir. Manyetik yöntem kullanılarak yapılan maden aramalarında aranan madenin manyetik hassasiyetinin (süsepitibilite) çevresine göre farklılığı ölçülür. Manyetik yöntemde aramalar sırasında genellikle yerin manyetik alanının toplam şiddeti ölçülür. Ayrıca yatay ya da düşey alan ve sapma açılarını da ölçmek mümkündür. Manyetik yöntemde bu değişimler haritalanarak yer altındaki magnetik maden veya kayaçların yeri, sekli ve derinliği belirlenebilir. Bu yöntem; havadan, karadan ve denizden uygulanabilen bir yöntemdir (Görsel 4.12). Manyetik yöntemle yer manyetik alanın düşey, yatay ve toplam bileşenleri saptanır.



Görsel 4.12: Denizde manyetik yöntemle maden arama

4.4.2. GRAVİTE YÖNTEMİ

Bu yöntem, yer kürenin yer çekimi ivmesinin (g) ölçülerek yer altında meydana gelen değişimlerden bilgi alınmasını sağlar. Yerin iç yapısı, farklı türde jeolojik yapılardan oluşmaktadır. Bu yapılar yerin derinliklerinde birbirinden farklı yoğunluklara farklı geometrilere ve oluşum süreçlerine sahip mineral topluluklarından oluşur. Yerin iç yapısında bulunan farklı yapılar, yer çekimi ivmesinin değişmesine neden olmaktadır. Bu değişimler, gravimetrik cihazlar ile ölçülür ve haritalar oluşturulur. Gravite yöntemi, birçok alanda kullanılmaktadır. Maden aramalarında, büyük ölçekli tektonik ve jeolojik yapıların belirlenmesinde, yer altı boşluklarının saptanmasında, petrol, doğal gaz ve jeotermal enerji kaynaklarının arama çalışmalarında uygulanan bir yöntemdir. Her maden, farklı özgül ağırlıklara sahiptir. Örneğin krom, demir, barit, kurşun ve bakır madenlerinin özgül ağırlığı yüksek iken tuz, jips, pomza gibi minerallerin özgül ağırlığı daha düşüktür. Gravite yöntemi, farklı özgül ağırlıklara sahip madenlerin aranmasında birincil yöntem olarak kullanılmaktadır. Gravite yöntemi topografyadan etkilenmektedir bu yüzden engebeli arazilerde gravite aletinin dikkatli kullanılması gerekmektedir.

4.4.3. ELEKTRİK-ELEKTROMANYETİK YÖNTEMLER

Elektrik ve elektromanyetik yöntemler kullanılarak yerin iç yapısının elektrik iletkenliği ölçülür. Yerin iç yapısının sıcaklık, yoğunluk ve elektriksel iletkenlikleri farklıdır. Elektriksel iletkenlik (öz direnç) değişimi, yüzeyden yapılacak ölçümler ile belirlenmektedir. Elektrik ve elektromanyetik yöntemlerde jeofizik sinyalin oluşmasına neden olan fiziksel özellik maddenin özdirencidir (ρ).

$\rho = E/J$ bağıntısı ile tanımlanır.

Burada (E), elektrik alan ve (J), akım yoğunluğudur. Yer altında bulunan madenlerin öz dirençleri, gerilim farkı, elektrik ve manyetik alanlar gibi ölçüm sonucunda elde edilen verilerden yararlanılarak haritalar oluşturulur. Elektrik elektromanyetik yöntemli aramalarda aranan maden yatağının yan kayaçlardan ayırt dilmesi için ölçülen unsurların elektrik iletkenliğinin farklı olması gerekmektedir. Ayrıca elektrik elektromanyetik yöntemler kullanılarak yer kürenin iç katmanları ve tektonik hatlar belirlenmektedir. Jeotermal enerji; hidrojeolojik araştırmalarda, kömür aramalarında, metalik maden aramalarında, endüstriyel ham madde aramaları çalışmalarında ve yer kabuğunun araştırılmasında kullanılmaktadır.

Jeoelektirik yöntemler, doğal alan ölçümleri ve yapay alan ölçümleri olmak üzere ikiye ayrılır. Çevrede çıplak gözle gözlemlenemeyen yapay ve doğal elektromanyetik dalgalar mevcuttur. Örneğin tıbbi görüntülemede kullanılan X-ışınları, TV antenleri, radyo istasyonları, mobil telefon baz istasyonları; elektromanyetik dalga üreten yapay kaynaklardır. Doğal kaynaklı elektromanyetik dalgalar ise iyonosferde, manyetosferde (yerin manyetik alanı) ayrıca dünyanın dış çekirdeğinde oluşmaktadır. Yer kürenin iç katmanlarından biri olan dış çekirdekte, yüksek iletken akışkan hâlde bulunan demirde, elektromanyetik iletkenlik yoluyla elektrik akımlar ve manyetik alanlar oluşur. Ayrıca yer kabuğunda meydana gelen tektonik hareketler özellikle depremler; elektromanyetik dalga üretebilir, buna **sismo-elektromanyetik** denir. Jeofizikte kullanılan elektromanyetik yöntemler sayesinde yerin iç unsurları hakkında bilgi elde edilmektedir.

Doğru Akım Öz Direnç Yöntemi

Yapay bir enerji kaynağı kullanılarak yere akım verilir ve iki elektrot arasındaki fark ölçülür. Yere verilen yapay bir akımla yer altının görünür öz direnci hesaplanır. Elektrik öz direnç yöntemleri yere çakılan dört adet elektrot ile yapılır. Uygulanması kolay olan bu yöntem etkili, sonuçlar verdiği için arama jeofiziğinde kullanılan önemli jeofizik yöntemlerinden biridir. Bu yöntem sayesinde kayaçların yatay ve düşey yönlü elektriksel iletkenlik farklarından yararlanılarak jeolojik yapıların özellikleri belirlenmektedir. Yöntem; jeolojik yapıların kalınlık ve derinliklerinin belirlenmesinde, arkeolojik alan aramalarında, tatlı-tuzlu su aramalarında ve kirlilik haritalarının elde edilmesinde kullanılır. Ayrıca petrol aramalarında, heyelan bölgelerinin ve fayların tespitinde, kırık çatlak yapıların aranmasında ve jeotermal enerji kaynaklarının belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır.

Doğal Elektrik Potansiyel (PS) Yöntemi

Doğal potansiyel (SP), yere yapay olarak elektrik enerjisi verilmeden yerin doğal potansiyelinden yararlanarak herhangi iki nokta arasındaki gerilim farkının ölçülmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntem daha çok metalik ve sülfürlü maden yataklarının aranması, yer altı suyu kirliliğinin belirlenmesi, atık alanlarında veya baraj alanlarında meydana gelebilecek sızıntıların belirlenmesinde kullanılan jeofiziksel yöntemlerden biridir. Madenlerin elektrik ve iletkenlik özelliği, cevher kütlesinin derinliği, boyut ve şekline bağlı olarak ölçümü yapılan doğal potansiyel değerleri değişmektedir.

Etkisel Kutuplaştırma (IP) Yöntemi

Etkisel kutuplaştırma yöntemi, kayaçların iyon içeren bölgelerinin tespit edilmesinde ve elektrokimyasal aktivitesinin belirlenmesinde kullanılır. IP yöntemi, yer altının hem özdirenç hem de iyonik durumunu yansıtır. Jeotermal alanlar, sıcak su ve buhar barındırmaları ve çeşitli mineral içermeleri nedeniyle iyi birer iletkendir. Bu yöntem; yer altı su aramaları, kömür aramaları, petrol aramaları, maden aramalarında kullanılan jeofizik yöntemlerden biridir.

Maden Aramada İş Sağlığı ve Güvenliği

Araç ve Gereç: Sunu araç ve gereçleri

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21192

Yönerge: Elektrik-elektromanyetik yöntemlerle maden arama süresince alınması gereken iş sağlığı ve güvenliği önlemlerini araştırarak bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

4.4.4. RADYOMETRİK YÖNTEM

Atom çekirdeklerinin α ve β ışınları yayarak başka bir elementin atomuna dönüşmesi olayına **radyoaktivite** denir. Bu özellikteki elementlere **radyoaktif element** denir. Doğada bulunan kayaçlar, farklı oranlarda radyoaktif element içerir. Kayaçların farklı oranlarda farklı radyoaktif elementleri bünyelerinde bulundurmaları nedeni ile yaydıkları gamma ışınları fiziksel özellik olarak ölçülebilmektedir. Yer kabuğunda doğal olarak bulunan radyoaktif elementler içeren kayaçlar, farklı seviyelerde radyoaktivite değişimi gösterir ve gama ışını yayar. Bu tür yapıların radyoaktivite fiziksel değişiminin ölçülmesi temel prensiptir. Bu yöntem uranyum, toryum, potasyum gibi doğal radyoaktif element aramalarında; metalik, kıymetli ve stratejik mineral aramalarında kullanılır.

4.4.5. SİSMİK YÖNTEMLER

Sismik yöntem, yer altındaki jeolojik tabakaların özelliklerinin belirlenmesinde kullanılır. Buyöntemde belirli kaynaktan verilen elastik dalgaların yerin içerisinde kırılması ve yayılmasına yönelik ölçüm yapılır. Ölçüm yapmak için yeryüzüne bir düzen içinde yerleştirilmiş bir seri alıcı ve bu alıcılara gelen dalgaları kaydeden ölçüm aleti kullanılmaktadır. Bu düzen içinde temel prensip, enerji kaynağından yayılan ve alıcılara gelen dalgaların zamana karşı genliklerinin kaydedilmesidir. Bu yöntem; tektonik araştırmalarda, kömür aramalarında ve yayılım sınırlarının belirlenmesinde kullanılır. Ayrıca jeotermal enerji araştırmalarında, maden aramalarında, endüstriyel ham madde aramalarında, yapısal amaçlı jeolojik araştırmalarda kullanılır.

Maden Aramada Kullanılan Ekipmanlar

Araç ve Gereç: Sunu araç ve gereçleri

Süre: 40' dk.

http://kitap.eba.gov.tr/KodSor.php?KOD=21195

Yönerge: Jeofizik yöntemlerle maden aramalarında kullanılan ekipmanları araştırarak bir sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Çalışmanız öğretmeniniz tarafından EK-1 Etkinlik Değerlendirme Formu'nda yer alan ölçütlere göre değerlendirilecektir.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

A. Aşağıdaki cümlelerde verilen boşlukları uygun kelimelerle doldurunuz.

1. Sondajcılıkta ilk yöntem ..... yöntemdir.
2. Çok sert, çatlaklı ya da mağaralı alanlarda ..... sondaj tekniği kullanılır.
3. Sondaj sırasında muhafaza borularının döndürülmeden örtü tabakası boyunca kuyuya yerleştirilmesine..... denir.
4. 4500-6000 m'ye kadar inen ve genellikle doğal gaz üretmek amacıyla yapılan sondajlara ..... denir.
5. İlk petrol sondajı ..... 1794 yılında 30 m kazılarak yapılmıştır.
6. Yer kürenin yer çekimi ivmesinin (g) ölçülerek yer altında meydana gelen değişimlerden bilgi elde alınmasını sağlayan yönteme ..... denir.
7. Yer yüzeyi ile fiziksel bir bağlantı kurmadan (uçak, hava aracı, uydu vb. ile) yeryüzünde bulunan doğal ve yapay nesneler hakkında bilgi toplama ve bu bilgileri analiz etme tekniğine ..... denir.
8. Kayaçların iyon içeren bölgelerinin tespit edilmesinde ve elektrokimyasal aktivitesinin belirlenmesinde kullanılan yönteme ..... denir.
9. Jeofizik maden arama yöntemlerinden biri olan yapay bir enerji kaynağı kullanılarak yere akım verilerek iki elektrot arasındaki farkın ölçüldüğü tekniğe ..... denir.

B. Aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

10. Aşağıdakilerden hangisi, sondaj sırasında yapılması gereken iş sağlığı ve güvenliği tedbirlerinden biri <u>değildir</u>?

A) El aletlerinin uygunluğu kontrol edilmelidir.
B) Sondaj makinesi durdurulmadan yakıt ikmali yapılabilir.
C) Sondaj makineleri üzerinde kolay ulaşılabilecek acil butonu yer almalıdır.
D) Sondaj makinesini sadece sondörlük belgesi alan kişiler kullanmalıdır.
E) Sondaj makinesindeki suyun tahliyesinde kullanılan hortumlar sabitlenmelidir.

11. Aşağıdakilerden hangisi yer yüzeyi ile fiziksel bir bağlantı kurmadan yeryüzünde bulunan doğal ve yapay nesneler hakkında bilgi toplama tekniği olan maden arama yöntemlerindendir?

A) Uzaktan algılama yöntemi
B) Klasik maden arama yöntemi
C) Manyetik yöntem
D) Jeoelektirk yöntem
E) Gravite yöntemi

12. Aşağıdakilerden hangisi uzaktan algılamanın bileşenlerinden biri değildir?

A) Güneş
B) Atmosfer
C) Algılayıcı cihazlar
D) Algılanan yüzey
E) NASA

13. Aşağıdakilerden hangisi numune alma yöntemlerinden değildir?

A) Parça veya derleme numune yöntemi
B) Stok numune yöntemi
C) Yığın ve hacim numune yöntemi
D) Yarma numune yöntemi
E) Radyometrik yöntem

14. Aşağıdakilerden hangisi Jeofizik maden aramalarında kullanılan yöntemlerinden biri değildir?

A) Manyetik yöntem
B) Gravite yöntemi
C) Elektrik elektromanyetik yöntemler
D) Oluk yöntemi
E) Radyometrik yöntemler

C. Aşağıdaki soruların cevaplarını defterinize yazınız.

15. Ülkemizdeki aktif sondaj gemilerinin isimlerini yazınız.

16. Yöntemlerine göre sondajlar nelerdir?

17. Sondaj çalışması esnasında iş sağlığı ve güvenliği açısından hangi koruyucu ekipmanlar kullanılmalıdır?

18. Sondaj makineleri nelerdir? Yazınız.

19. Uzaktan algılama nedir? Yazınız

20. Uzaktan algılamanın bileşenleri nelerdir?

21. Numune alma yöntemleri nelerdir?

22. Jeofizik maden arama yöntemleri nelerdir?

23. Maden arama yöntemleri nelerdir?

KAYNAKÇA

Acarkan, N. (2002) "*Bor Ürün Çeşitleri ve Kullanım Alanları*"İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Cevher ve Kömür Hazırlama Anabilim Dalı, Maslak, İstanbul

20. Yüzyıl madencilik Sektörüne Genel Bakış (TMMOB)

Akın, E. (2001) "*Mermer İşletme Projesi Hazırlanması ve Projenin Adımları*"Süleyman Demirel Üniversitesi

Altaş, Z (2006) "Üçtepeler (Bünyan-Kayseri), *Traverten Ocağının İncelenmesi*" Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi

Altınçiçek, A (2001) "*Mermer Ocağı Açımında Temel Alınacak Bölgesel ve Yersel Kriterler*"Türkiye III. Mermer Sempozyumu Mersem Bildiriler Kitabi, 3-5

Altınsu, ve diğ (2018) "*Jeotermal Alanların Değerlendirilmesinde Jeofizik Yöntemler*" MT Bilimsel Yer Altı Kaynakları Dergisi, Yıl: 7, Sayı: 14, Temmuz

Aydın, G .*Yer Altı Maden İşletmeciliği*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Ders Notları.

Aydın, İ (2008) "*Gravite-Manyetik Maden Arama Jeofiziği Ders Notları*,"Genişletilmiş 2. Yazım Ankara.

Aydoğdu, A. Dinç, Alper. M (2015) "*Mermer Yataklarının Araştırılması ve Değerlendirilmesi*" Bülent Ecevit Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü

Başokur, Ahmet T (2003) "*Maden Aramalarında Elektrik ve Elektromanyetik Yöntemler*" Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Ankara

Bor Madeninin Türkiye Aksından Önemi ve Gelecekteki Yeri.

Bor Sektör Raporu, Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Mayıs, 2020.

Büyüksağiş İ. Sedat, Gürsoy, M, *Uzaktan Algılama Yöntemiyle Örnek Bir Maden Sahasının Analizi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi, Dergisi Cilt: 4, No: 3, 2017 (518-540).

Deliormanlı, Ahmet. H. *Maden Arama ve Sondaj*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Devlet Planlama Teşkilatı, *Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu Metal Madenler Alt Komisyonu Kurşun-Çinko-Kadmiyum Çalışma Grubu Raporu*, Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara, 2001.

Demir, C. Bor *Minerallerinin Enerji Kaynağı Olarak Değerlendirilmesi*, Selçuk Üniversitesi Mühendislik- Mimarlık Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü, Konya, 2006.

Ertuş, S. ÇSGB İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü Maden Arama Sondajların İş Sağlığı ve Güvenliği Yönünden Değerlendirilmesi Ankara 2016.

Eskikaya, Ş. *Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı*, TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayınları, 2008.

Fen Bilimleri Enstitüsü, Maden Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi,2011.

Gökçe, A. (2000) "*Maden Yatakları*" İkinci Baskı, Cumhuriyet Üniversitesi Yayınları, No:85, Sivas, 335 s.

Hayta, U (2015) "*Linyit–Bitümlü Şist Karışımlarının Pirolizi*" Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2010.

Helvacı, C (2015) "*Bor Yataklarının Mineral ve Kimyası Yönünden Genel Değerlendirilmesi ve Gelecek Öngörüsü*" Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir

Helvacı, C (2004)"Türkiye *Borat Yatakları; Jeolojik Konumu, Ekonomik Önemi ve Bor Politikası*"Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İzmir

Kalafatoğlu, İ.E. Örs, N.S. *21. Yüzyılda Bor Teknolojileri ve Uygulamaları*, Tübitak Marmara Araştırma Merkezi Malzeme ve Kimya Teknolojileri Araştırma Enstitüsü, Gebze, Kocaeli.

Kaptan, M (2018) "*Bazı Metal Boratlı Bileşiklerinin Katı Hâl Kimyasal Sentezleri ve Karakterizasyon Çalışmaları*"Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi

Kılıç, A. M (2004) "*Bor Madeninin Türkiye Aksından Önemi ve Gelecekteki Yeri"* Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Adan

Maden Sektöründe İş Sağlığı Gözetimi Rehberi, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı.

Maden Terimleri Sözlüğü.

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Dünyada ve Türkiye'de Doğal Taşlar Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı, Mart, 2018.

Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Makine Teknolojisi, Ankara, 2008.

MTA 2019 Yılı Maden Dış Ticareti Raporu.

Özdemir, A (2014) "*Kamuoyu Maden Raporu Hazırlama Kılavuzu* (Uluslararası Standartlara Uygun Maden Arama Sonuçlarını, Maden Kaynak ve Rezervlerini Raporlama Kılavuzu)"Jeoloji ve Jeofizik Mühendisleri Derneği

Özkan, Ş. G. ve diğ. (1997) "*2. Bor Minerallerinin Özellikleri ve Madenciliği*" Endüstriyel Ham Maddeler Sempozyumu, 16-17 Ekim, İzmir,

Petrol- İş Araştırma, *Türkiye'de Bor Mineralleri ve Eti Maden'in Konumu*, Mayıs, 2012.

Salman, M (2010) "*Ereğli-Ayrancı-Karapınar (Konya) Yöresi 'nin Linyit Olanakları ve Ekonomik Değerinin Tespiti*" Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Adana

Samuk, Tufan B (2010) "*Yapı Malzemesi Üretiminde Kullanılan Bor Türevlerine Yönelik Çalışmalarının Analizi*" İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi

Özdemir, A. *Sondaj Tekniğine Giriş*, 2009.

TATAR, Ç. ve diğ. *Madenciliğe Giriş*, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, *KOBİ'ler için İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Rehberi*: Risk Değerlendirmesi, İSG Performans İzleme ve Sağlık Tehlikeleri Maden Sektörü: Mermer.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, *Madenlerin Yer Üstü Tesislerindeki Gürültü Maruziyetinin Değerlendirilmesi*, Kadir Kadiroğulları, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara, 2016.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, *Yer Altı ve Yer Üstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi*.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, *Maden İş Yerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Tedbirleri*.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, *Maden Sektörü Kişisel Koruyucu Donanım Rehberi*.Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü Piyasa Gözetimi ve Denetimi Daire Başkanlığı, Ankara, 2016.

T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, *Maden Sektöründe İş Sağlığı Gözetimi Rehberi*, Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı ve Güvenliği Genel Müdürlüğü.
T.C. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı, İş Teftiş Kurulu Başkanlığı, *Yer Altı ve Yer Üstü Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Rehberi*, Yayın No: 4.
T.C. Ekonomi Bakanlığı, İhracat Genel Müdürlüğü, *Maden, Metal ve Orman Ürünleri Daire Başkanlığı Madencilik Raporu*, 2020.
T.C. Ekonomi Bakanlığı, *Madencilik Sektör Raporları*, 2015.
T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, *Yeni Dönem Madencilik Atılımları ve UMREK*, 2019.
T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, *Kömür Sektör Raporu (Linyit) 2019,* Ankara, 2020.
TC Kalkınma Bakanlığı, *On Birinci Kalkınma Planı Madencilik Politikaları Özel İhtisas Komisyon Raporu,* Ankara, 2018.
Turan, M. *Madenciliğimizin Tarihsel Gelişimi*.
TMMOB *Bor Raporu*, Mayıs 2016.
TMMOB *Maden İş Yerlerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetmeliği*, 2016.
Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, *Jeofizik Bülteni*, 2016 - Sayı: 76-77.
Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, *Madencilik Sektörü Raporu,* 2002–2010.
Türkiye İstatistik Kurumu
Türkiye Kömür İşletmeleri Kurumu, *Kömür Sektör Raporu* (Linyit), 2009.
Ulusal Maden Kaynak Rezerv Raporlama Komisyonu (UMREK) ,TheNatıonalCodeForPublıcReportıng Of ExploratıonResults, MıneralResourcesAndMıneralReserves Of Turkey (TheUmrekCode), 2018.
Van Ticaret ve Sanayi Odası, *Madencilik Sektör Raporu*, 2019.
Yıldız,İ. *Uzaktan Algılama Yöntemi Maden Araştırma Raporu*, 2014.
Yiğitbaşıoğlu, H. *Türkiye İçin Önemli Bir Maden Bor*, D.T.C.F Coğrafya Bölümü, Ankara, 2001.

Kaynakça APA'ya göre yapılmışıtır.

Genel Ağ Kaynakçası

https://www.eba.gov.tr/c?q=EBA7782
http://www.tki.gov.tr/depo/Maden%20Terimleri%20S%C3%B6zl%C3%BC%C4%9F%C3%BC.pdf
https://www.etimaden.gov.tr/maden-terimleri-sozlugu Erişim Tarihi: 05.12.2020 Saati: 15.11
Turan, M. Madenciliğimizin Tarihsel Gelişimi, www.maden.org.tr/resimler/ekler/b4e2b9376139fa0_ek.pdf Erişim Tarihi: 18.12.2020 Saati: 11.30
www.boren.gov.tr Erişim Tarihi: 20.12.2020 Saati: 11.20
www.etimaden.gov.tr Erişim Tarihi: 19.12.2020 Saati: 11.11
www.etimaden.gov.tr/ bor elementi Erişim Tarihi: 15.12.2020 Saati: 17.10
www.maylab.com.tr/tr/hizmetlerimiz/madenler 09.10.2020 Erişim Tarihi: 14.12.2020 Saati: 16.15
www.mta.gov.tr Erişim Tarihi: 11.11.2020 Saati: 11.09
www.tdk.gov.tr Erişim Tarihi: 15.10.2020 Saati: 09.30

Görsel Kaynakçası

Kitap kapağı: ID: 32770950, www.123rf.com adresinden alınmıştır.
Kitap kapağı: ID: 755027212, 453326989, 1781064254, 479277241, 1670397085,1805655970, 1324745909, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
1. Ünite kapağı: ID: 101323762, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.1: ID: 558028669, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.2: ID: 644349499, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.3: ID: 618074231, 479256946, 1017654607, 423717913, 483455479, 1837913011,701947675, 1137509972, 479277241, 1447266653, 205937356, 1007125015, 1524944957, 1060749695, 1354235924, 1354235924, 377586349, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.4: ID: 1133103587, 106638245, 755027212, 290724848, 1236179962, 1324745909, 1030348471, 1061168336, 370555082, 1046593846, 1339468265, 166089431, 1781064254, 1670397085, 676180621, 1718795566, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.5: www.mta.gov.tr adresinden alınmıştır.
Görsel 1.6: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.7: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından düzenlenmiştir.
Harita 1.1: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.8: Genel Kurmay başkanlığı/Foroğraflarla Atatürk albümünden alınmıştır.
Görsel 1.9: Genel Kurmay başkanlığı/Foroğraflarla Atatürk albümünden alınmıştır.
Görsel 1.10: ID: 1450763351, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.11: ID: 180425489, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.12: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.13: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.14: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.15: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.16: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.17: ID: 1344424088, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.18: ID: 192567638, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.

Görsel 1.19: ID: 737931157, 1703476099, 1074493088, 119131771, 1482255974, www. shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.20: ID: 1847749987, 1637807011, 1845417757, 1584250735, 587205803, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.21: ID: 1268263945, 511527445, 563270320, 397475551, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.22: ID: 329297090, 1242919018, 744272455, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.23: ID: 79637827, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.24: ID: 520779097, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.25: ID: 1780635548, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 1.26: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.27: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.28: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 1.29: Görsel Sanat Uzmanı tarafından çizilmiştir.
"Hazırlık Çalışması" ikonu: ID: 159421076, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
"Etkinlik" ikonu: ID: 1101011486, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
"Sıra Sizde" ikonu: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
"Bunu Biliyor musunuz?" ikonu: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
2. Ünite kapağ: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından düzenlenmiştir.
Görsel 2.1: ID: 1448826878, 723679282, 1104623093, 1615549789, 1174681792, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.2: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Harita 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 2.3: ID: 113850853, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.4: ID: 1780635509, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.5: ID: 1190863555, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.6: ID: 771411346, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.7: ID: 130871744, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.8: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından düzenlenmiştir.
Görsel 2.9: ID: 274708658, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.10: ID: 1492872566, 1711683439, 1635559612, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.11: ID: 1010853358, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.12: ID: 324488348, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.13: ID: 1771541336, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.14: ID: 1030192882, 794745895, 1597416853, 1502595467, www.shutterstock. com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.15: ID: 453326989, 733491628, 315545060, 1387016288, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.16: ID: 691854265, 84935287, 244739779, 252126178, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.17: ID: 1360577696, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.18: ID: 1158067492, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.19: ID: 1236642103, 551106226, 1829008532, 1641209950, www.shutterstock. com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.20: ID: 1736708246, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 2.21: ID: 1677555118, 554905687, 151229108, 1530422210, 1041363826, 621718784, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
3. Ünite kapağı: ID: 782778346, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 3.1: ID: 1274439934, 16620532, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 3.2: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 3.3: https://www.etimaden.gov.tr/kirka
Harita 3.1, 3.2, 3.3: Grafik Tasarım Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 3.4: ID: 1855179046, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 3.5: https://www.etimaden.gov.tr/bigadic
Görsel 3.6: https://www.etimaden.gov.tr/espey
Görsel 3.7: https://www.etimaden.gov.tr/kırka
Görsel 3.8: https://www.etimaden.gov.tr/bandırma
Görsel 3.9: https://www.etimaden.gov.tr
Görsel 3.10: ID: 686255809, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 3.11: ID: 524500744, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 3.12: ID: 1247927197, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 3.13: ID: 571456357, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 3.14: ID: 1293322363, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 3.15: ID: 566567176, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 3.16: https://www.etimaden.gov.tr/bandırma
4. Ünite kapağı: ID: 9054582, www.123rf.com adresinden alınmıştır.
Görsel 4.1: ID: 82347610, www.123rf.com adresinden alınmıştır.
Görsel 4.2: ID: 20118905, www.123rf.com adresinden alınmıştır.
Görsel 4.3: ID: 110836763, www.123rf.com adresinden alınmıştır.
Görsel 4.4: https://www.tpao.gov.tr/deniz adresinden alınmıştır.
Görsel 4.5: ID: 55640027, www.123rf.com adresinden alınmıştır.
Görsel 4.6: ID: 1581687427, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 4.7: ID: 20945766, www.123rf.com adresinden alınmıştır.
Görsel 4.8: Görsel Sanat Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 4.9: Görsel Sanat Uzmanı tarafından çizilmiştir.
Görsel 4.10: ID: 731532370, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 4.11: ID: 483984910, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.
Görsel 4.12: ID: 1082369450, www.shutterstock.com adresinden alınmıştır.

1. ÜNİTENİN CEVAP ANAHTARI

1. Tuvönan Cevher
2. Türkiye
3. Mermer
4. Boksit
5. Topuk
6. Tenör
7. Almanya
8. Çin
9. Mta
10. Madencilik
11. Uluslararası Çalışma Örgütü (ILO)
12. Göçük

13. B **14.** C **15.** E **16.** D **17.** B **18.** C **19.** D **20.** A **21.** B

22. Bir maden yatağından ya da havzasında henüz işletilmemiş maden miktarının kısa vadede ekonomik olan ve belirlilik gösteren kısmıdır.
23. Cevherleşmeye uğramadığı hâlde, kayacın kendi yapısındaki elementlerin maden olarak kullanıldığı kayaçlardır (mermer, kömür, bor gibi).
24. Farklı jeolojik devirlere ait arazilerin bulunması ve orojenez hareketleri sonucunda başkalaşım ve volkanizma hareketlerine yaygın olmasıdır.
25.1923 yılında İzmir İktisat Kongresi'nde alınan kararlar ile İş Bankası ve Türkiye Sanayi ve Maadin Bankası kurulmuştur. Madenlerimizin daha rasyonel bir şekilde aranması, bulunanların rezerv ve kalitelerinin tespit edilmesi, ekonomiye kazandırılması için 1935 yılında Maden Tetkik Arama Enstitüsü (MTA); Eti bank, 1940 yılında da Ereğli Kömür İşletmesi Müessesesi (EKİ) kurulmuştur.
26.

-Maden yatak büyüklüğünün (rezervi) yeterli olması
-Kullanım alanı yaygın olmalı
-Maden içindeki tenör oranı yüksek olmalı
-Ulaşım yollarına yakın olmalı

27.

-Maden yatağındaki faydalı mineralin hemen hemen tamamı üretilebilmektedir.
-Maliyet yer altına kıyasla daha düşüktür.
-Üretim istenilen zamanda artırılabilir veya azaltılabilir.
-Yer altında karşılaşılan zorluk ve tehlikelerin büyük bir kısmı ortadan kalkmaktadır.
-Havalandırma sorunu yoktur.

28.

-Oda-Topuk Yöntemi
-Ara Katlı Kazı Yöntemi
-Açık Tavan Arınlı Ayak Yöntemi
-Kaz-Doldur Yöntemi
-Uzun Ayak Yöntemi
-Blok Göçertme Yöntemi

29. -Mermer -Krom -Çinko -Bakır -Kurşun
30. Düzenli maden yatakları -Yarı düzenli maden yatakları -Düzensiz maden yatakları
31.

-Bor : Cam sanayisinde, kimya sanayi
-Kurşun: Akü imalatı
-Demir: Demir-çelik sanayii
-Krom: Metalurji, kimya sanayii, refrakter
-Bakır: Elektrik üretimi

2. ÜNİTENİNCEVAP ANAHTARI

1. I. Jeolojik zaman (Paleozoik)

2. Deltalardır.

3. -Tavan -Taban

4. ABD

5. Tahkimat

6. Açık ocak (yer üstü) kapalı ocak (yer altı) işletme yöntemleri.

7. Sedimanter mermerler

8. Mermer

9. Kromit

10. Bakır

11. Kurşun

12. Demir

13. Kurşun – Çinko

14. Başkalaşım (metamorfik) mermerler

15. Magmatik kökenli mermerler

16. E

17. A

18. D

19. D

20. B

21. A

22. D

23. B

24. C

25. B

26. Kömür, bitkisel kökenli organik maddeler ve inorganik bileşenlerin bataklıklarda üst üste yığılarak çökelmesi ve milyonlarca yıl içerisinde kimyasal ve fiziksel etkilerle değişime uğraması sonucu oluşur.

27. Ülkemizde farklı jeolojik zamanlarda oluşmuş yer şekillerinin bulunmasıdır. Yer şekillerinin büyük kısmı 3. Jeolojik zamanda oluşması, özellikle linyit yataklarının yaygın olmasına neden olmuştur.

28. a- Yer altı işletme yöntemi b – Yer üstü işletme yöntemi

29. Yüksek sıcaklık ve basıncın etkisiyle kalker (kireç taşı), dolomit gibi kayaçların içeriğinde bulunan minerallerin yeniden kristalleşerek başkalaşıma (metamorfizma) uğramasıyla oluşmuştur.

30. Elâzığ'da vişne mermeri, Akşehir'de siyah mermer, Manyas'ta beyaz mermer, Bilecik'te bej mermer, Milas'ta leylak mermer, Gemlik'te diyabaz ve Afyon'da şeker mermer, Ege Bölgesi'nde ise bordo mermerdir.

31. a- İnşaat sektörü **b-** Sanat **c-** Mezarcılık

32. Çin, İsveç Rusya Belçika Japonya

33. Karadeniz Bölgesi ve Batı Anadolu Bölgesi kuşun-çinko yataklarının bulunduğu yerlerdir.

34. Enerji sektörü, elektrik, elektronik, inşaat, ulaşım, endüstriyel donanım, kimya, kuyumculuk, boya sanayi bakır madeninin kullanım alanlarıdır.

35. Kolayca işlenebilir olması ve ısı ve elektriği iyi iletmesi

3. ÜNİTENİN CEVAP ANAHTARI

1. Çin.
2. Marco Polo
3. Kolemanit
4. Cam sanyii
5. Açık ocak madenciliği
6. Boraks pentahidrat
7. Kırka
8. Temizlik
9. Hidroborasit.
10. Güney- Orta Asya.

11. C **12.** E **13.** B **14.** D **15.** B **16.** E **17.** A **18.** D

19. Balıkesir-Bigadiç, Kütahya-Emet, Eskişehir-Kırka, Bursa-Kestelek.
20. -Boraks - Kernit -Üleksit -Probertit -Kolemanit -Pandermit
21. -ABD'nin California (Kaliforniya) eyaletinin güneyinde yer alan Mojave Çölü
-Güney Amerika'da yer alan And kemeri
-Türkiye'nin de içinde olduğu Güney-Orta Asya orojenik kemeri,
-Doğu Rusya.
22. Dünyada bor tüketimine bakıldığında bölgesel anlamda en fazla bor tüketimi olan bölge %51 ile Asya'dır. Bu bölgede Çin'in sanayi faaliyetleri önemli bir yer tutar. Asya'dan sonra en önemli tüketim alanı %21 ile Kuzey Amerika'dır. Avrupa %19' unu, Güney Amerika %7'sini, Afrika ve Ortadoğu ise %2'ini bulundurmaktadır.
23. Elma, üzüm, çilek, hurma, badem, fındık, şeftali, erik, brokoli, domates, patates, sarımsak.
24. Bor madenciliği;
-Açık ocak madenciliği (Türkiye, ABD, Arjantin, Şili, Rusya)
- Kapalı ocak madenciliği (Türkiye, ABD, Çin)
-Çözelti madenciliği (ABD) yöntemleri ile üretilmektedir.
25. -Yüksek iletkenliğe sahiptir ve nötron absorbsiyonu kapasiteleri yüksektir.
-Metabolizma üzerinde olumlu etkiye sahiptir.
-Yanmaya karşı dayanklıdır. -Düşük ergime sıcaklıklarına sahiptir.
-Camsı yapı oluşumunu kolaylaştırır.
-Isı dayanıklılığını artırır.
-Temizlik alanında büyük etkisi vardır.
-Asit ve alkali değerleri dengeler.
-Yakıtlarda katkı maddesi etkisi gösterir.
-Kanser hastalarının tedavisinde etkilidir.
-Enerji depolamada ve nükleer uygulamalarda etkin rol oynar.
-Bitki örtüsünün gelişmesine katkıda bulunur.
-Özellikle tekstil sanayisinde kullanılır.
26. Kökenleri ve jeolojik ortamlarına göre bor minerallerinin oluşum yerleri genel olarak üç gruba ayrılır:
1. Silikat ve demir oksitlerden oluşan ve sokulumlar ile ilişkili skarn mineralleri
2. Denizel tortullar ile ilişkili magnezyum oksitler
3. Karasal tortullar ve volkanik aktivite ile ilişkili sulu sodyum ve kalsiyum boratlar
27. Fiber optik, ilaç sanayii, tarım, yalıtım malzemesi, yangın geciktirici, cam sanayii, temizlik malzemeleri, nükleer faliyetler, yapıştırıcılar, kozmetik sanayii.
28. Temizlik, cam, tutkal, tarım, seramik.

4. ÜNİTENİN CEVAP ANAHTARI

1. Darbeli sondaj
2. Çamurlu döner sondaj
3. Odeks sondaj tekniği
4. Çok derin sondaj tekniği
5. Fransa
6. Gravite yöntemi
7. Uzaktan algılama
8. Etkisel Kutuplaştırma yöntemi
9. Doğru Akım Öz direnç yöntemi

10. B **11.** A **12.** E **13.** E **14.** D

15. Fatih, Tuna1, Türkali 1, Kanuni, Yavuz

16. -Darbeli sondaj
-Döner sondaj
-Bileşik sondaj

17. -Baş koruyucular
-Ayak koruyucular
-Kulak koruyucular
-Göz koruyucular

18. -Su Sondaj Makineleri
-Sığ Petrol, Doğal Gaz, Jeotermal Sondaj Makineleri
-Jeoteknik Etüt ve Maden Arama Sondaj Makineleri
-Yer Üstü Patlatma Sondaj Makineleri

19. Uzaktan algılama; yer yüzeyi ile fiziksel bir bağlantı kurmadan (uçak, hava aracı, uydu vb. ile) yeryüzünde bulunan doğal ve yapay nesneler hakkında bilgi toplama ve bu bilgileri analiz etme tekniğidir.

20. -Güneş
- Atmosfer
-Algılayıcı cihazlar
-Algılanan yüzey
-Analiz

21. -Oluk numunesi
-Parça veya derleme numuneleri
-Yığın ve hacim numunesi
-Yarma numunesi
-Stok numunesi
-Sondaj karotu ve kırıntılarına ait numuneler
- Plaser ve kalıntı yataklarına ait numuneler
-Konsantrasyon tesisisinden alınan numuneler

22. -Manyetik Yöntem
-Gravite Yöntemi
-Elektrik Elektro Yöntemler
-Radyometrik Yöntemler
-Sismik Yöntemler

23. -Uzaktan Algılama Yöntemi
-Klasik Yöntem
-Jeofizik Jeoelektirk Jeomanyetik Yöntem

EK-1: Etkinlik Değerlendirme Formu

Öğrencinin Adı ve Soyadı		Sınıfı ve Numarası	

ÖLÇÜTLER	Performans Düzeyi				
	5 (Çok iyi)	4 (İyi)	3 (Orta)	2 (Zayıf)	1 (Çok zayıf)
A) SUNU HAZIRLAMA					
1. Sunuyu farklı kaynaklardan araştırma yaparak hazırladı.					
2. Sunuyu kısa film, video, görsel ya da yazılı vb. farklı materyaller kullanarak tasarladı.					
B) SUNU BECERİSİ					
3. Sunuya amaç ve hedefleri içeren bir girişle başladı.					
4. Konuyu uygun örneklerle açıkladı.					
5. Konular arası geçişi düzenli şekilde gerçekleştirdi.					
6. Genel bir değerlendirmeyle sunumu sonlandırdı.					
C) İLETİŞİM BECERİSİ					
7. Türkçeyi akıcı bir şekilde kullandı.					
8. Dinleyiciler ile göz teması kurdu.					
9. Anlatımını beden diliyle destekledi.					
D) PLANLAMA					
10. Uygulamayı verilen sürede tamamladı.					
SÜTUN TOPLAMLARI					
TOPLAM PUAN					

Ölçek Puanını 100'lük Sisteme Dönüştürme İşlemi: Ölçekten alınabilecek en yüksek puan 50, en düşük puan 10'dur. PUAN = [(Genel puan toplamı X 100) / Alınabilecek en yüksek toplam puan formülü uygulanarak 100'lük sisteme dönüştürülür.]

100 üzerinden 70 puan aldıysanız başarınız yeterli düzeydedir. 69 veya altı puan almışsanız yetersizdir, çalışmanızı gözden geçiriniz.

NOT: Öneri olarak hazırlanmıştır. Konu içeriğine göre düzenlenebilir.