

**Chapter - U**

**MISCELLANEOUS**

**DİĞER**



## Türk Maden Mevzuatı Evriminde Madenlerin Mülkiyeti ve Rejimi

### *The ownership of Regime of Mines in the Evolution of Turkish Mining Legislation*

T. D. Yıldız

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul*

**ÖZET** Osmanlı Devleti döneminden Türkiye Cumhuriyeti dönemine, ülkemizde maden mevzuatının geçirdiği evrim sürecinde madenlerin mülkiyeti ve rejimi konusu, gerek Medeni Kanundaki genel hükümler gerekse de özel bir kanun olan Maden Kanunundaki hükümler çerçevesinde yıllardır değerlendirilmiş ve birtakım yorumlar ortaya konmuştur.

Madenlerin yeryüzüne çıkarılması sürecinde bu konu; geçmiş dönemlerde Türkiye Cumhuriyetinde Anayasalar başta olmak üzere, Yüksek Mahkeme kararlarında da yorumlanmış bulunan, maden haklarını veren Devlet ile maden sektörü yatırımcısı ruhsat sahipleri arasındaki ilişki ile birlikte, maden kanunlarında ortaya konan değişimle tekrar yorumlanmaya ve incelenmeye değer bir durum arz etmektedir. Bu çerçevede, yeryüzüne çıkarılmasında toplum yararının ön planda tutulması gereken madenlerden en iyi şekilde yararlanılması amacıyla, madenlerin mülkiyeti ve rejimi konusunun geçmiş dönemlerle karşılaştırılmak suretiyle, son olarak yürürlüğe konulan Medeni Kanun sonrasındaki dönem açısından tüm hukuk sistemi içerisinde yorumlanması önem taşımaktadır.

**ABSTRACT** From the period of Ottoman Empire to the period of the Republic of Turkey, the topic of ownership and regime of mines, in the process of evolution of mining legislation in our country, has been evaluated and a number of comments were done within the frame work of the general provisions of the Civil Code as well as the Mining Law which is a special law.

This issue in the process of removing earth metals, the Republic of Turkey in the past Constitutions, especially decisions of the Appellate Courts in the interpretation of the mining rights license holders that the relationship between the State and the investor in the mining sector, along with the changes set out in the mining laws, re-interpreted and worthy of study is of a nature. In this context, the removal of earth, stones, the best way be to keep in the forefront of the interests of society in order to benefit from the mines, property and the issue of the regime by being compared to previous periods, and finally put into force after the period of the Civil Code in terms of the interpretation of any legal system is important.

## 1 GİRİŞ

### 1.1 Medeni Kanunda Madenlerin Konumu

Medeni Hukuk, genel olarak mülkiyete ve mal sınıflandırmasına ilişkin düzenlemeleri ile, gerek idari yönden gerekse de yargılama yönünden madenlerin hangi kıstaslara tabi olacağına belirlenmesinde, özel kanunların (K.) ve Anayasanın öngördüğü düzenlemeler ile birlikte hukuk sistemi içerisinde yer almaktadır.

Madenlerin de içerisinde yer aldığı *kamu malları*, Kıta Avrupası Hukuk Sistemlerinde idare hukukunun bir konusu olarak ele alınmaktadır. Bu malların büyük kısmı değişik açılardan özel hukukun öngördüğü hak, yetki ve ödevlere konu olmakla birlikte bir bütün olarak kamu hukukunun düzenleme alanına girmektedir.

Öncelikle “kamu malları” tabiri; “devlet malları” (Onar, 1944; Saymen ve Elbir 1963; Kırbaş, 1988; Maliye Bakanlığı, 1998), idare

malları (Düren, 1975) ve daha birçok sayılabilecek isimlerle isimlendirilebilse de, Gülan, yalnızca “*kamu malı*” tabirinin kullanılmasının kavram kargaşasını gidermek adına uygun olabileceğini eserinde dile getirmiştir (Gülan, 1999).

İdarenin maliki olduğu; hüküm ve tasarrufu altında bulundurduğu; halka kullandığı; hizmetlerinde, faaliyetinde kullandığı taşınır ve taşınmaz malların hangi hukuki rejim veya rejimlere tabi olacağı; bu tür uyumsuzluklarda hangi yargının görevli olacağı konuları “*kamu malı*” kavramına bağlı konulardır (Yayla, 1994).

Çağdaş hukuk sistemleri içerisinde *kamu malları teorisi*, az çok değişikliklerle Fransız, Alman ve İsviçre Hukuk sistemlerinde gelişmiş olarak yer almaktadır.

Türk Medeni Kanun’un (MK.) kaynağı İsviçre Medeni Kanunu, kamu mallarının aynı nitelikte olmadığını, bunlardan ancak bir kısmının Medeni Kanun hükümlerine tabi olacağını, diğer kısmının ise kamu hukuku kurallarının alanına gireceğini kararlaştırmıştır. Bu kamu hukuku kuralları ise İsviçre’de Kanton Hukukuna dayanmakta ve böylece İsviçre Medeni Kanunu ve Kanton Hukuku kuralları *kamu mallarını* düzenleyecek bir yeterliliğe sahip olmaktadır (Kırbaş, 1988). Ancak Türk Medeni Kanunu ise, Kanton Hukuku kurallarını almadığı için *kamu malları* açısından sadece kendi uygulama sınırını çizmiştir. Şöyle ki:

Düren’e göre ülkemiz kamu malları teorisinin temel sistemi, Fransız ve Alman Hukukundan farklı olarak, İsviçre’deki gibi pozitif bir hukuk kuralında, Türk Medeni Kanunu madde (m.) 641’de (İsviçre MK. m. 664) yer almaktadır. Söz konusu maddede öngörülen *kamu mallarını* düzenleyecek özel yasa kuralları da bugüne kadar çıkarılmadığı için kamu mallarının kullanılması ve yararlanılması doktrin ve içtihatlarla dayanacaktır. Dolayısıyla yazara göre, Türk doktrininde baskın görüşün, Fransız hukukundaki ayrımın (özel mallar - kamu malları ayrımının) benimsenmesi şeklindeyse de Medeni Kanunumuzun İsviçre’den alınmış olması ve söz konusu yasanın çıkarılmaması, kamu malları üzerinde İsviçre Hukukunun kabul ettiği çok daha açık ve basit ayrımın benimsenmesini zorunlu kılmaktadır (Düren, 1975). Nitekim Türk Hukukunda kamu malları daha ziyade bilimsel öğreti ve yargısal kararlarla düzenlenmektedir (Kırbaş, 1988).

Hukuk tarihi içerisinde Kıta Avrupası Hukuk Sistemini benimsemiş bulunan ülkemizde, bu çerçevede dar anlamda ya da tahsis amaçlarına göre kamu mallarını kendi içerisinde, orta malları - hizmet malları - sahipsiz mallar olarak ayırabiliriz (Düren, 1975; Kırbaş, 1988; Gülan 1999; Derdiman, 2004; Yıldırım, 2012). Bu ayırımı “*sahipsiz (şeyler) mallar*” kategorisi adeta doğal niteliği gereği kamu malları teorisinin bir sonucudur. Bu kategori içinde sayılan malların ortak özelliklerinin özel mülkiyete geçirilmeye elverişli olmayan mallar olduğu söylenmektedir. Aynı şekilde “*devletin hüküm ve tasarrufu altındaki mallar*” ifadesi de kimi zaman “*sahipsiz şeyler*” başlıklı kamu malları kategorisiyle eşanlamlı olarak kullanılmaktadır (Gülan, 1999).

Medeni Kanun’da konuyla ilişkilendirilecek ana husus, *mülkiyet hakkının* kapsamıdır. Öncelikle *mülkiyet hakkı* sahibine en geniş yetkiler veren *aynı bir hak*tır. Bir şahsın birşeyi mutlak, daimi ve tek bir ele bırakılacak bir şekilde irade ve fiiline tabi buldurmak konusunda sahip olduğu yetkidir. Mülkiyet hakkı, ayrıca kişinin dilediği şekilde malı üzerinde yararlanma, her türlü tasarrufta bulunma ve kullanma hakkıdır. Bu, mülkiyet hakkının mutlak olduğunu gösterir. Tabi bu hakkın şeklinin ve amacının, halkın veya kişilerin zarar görmesine meydan vermeyecek kurallar vasıtasıyla sınırlandırılması gerekir (Saymen ve Elbir, 1963; Düren, 1972). Yine, bir şeye sahip olan kimse, o şey üzerinde diğer şahısların tasarruf veya faydalanmalarına engel olmak ve o şeyden münhasıran kendisi yararlanma yetkisine sahiptir. Buna karşın *mülkiyet* hakkının daimi olması, birşeyin sahibinden başkasının elinde bulunması, mülkiyet hakkının kaybedilmesine neden olmaz. Nitekim Medeni Kanun’da ve 1982 Anayasası’nda (m. 35) toplum ve kamu yararı gerektiğinde bir kimsenin mülkiyeti üzerinde sınırlandırma yapılabileceğine ilişkin hükümler mevcuttur (Ertaş, 2002).

Mülkiyet kavramından “*madenlerin mülkiyeti*” konusuna gelirse; Türk Medeni Kanun’un kaynak ülkesi İsviçre doktrininde madenlerden ne anlaşılacağı ihtilafıdır. Bu mülkiyetin *maddi (cismani) şeyler* ya da

*işletme hakkı* olduğu yolunda başlıca iki görüş bulunmaktadır.

Maden mülkiyetinin konusunun *maddi şeyler* olduğunu kabul eden görüş, *maden* denildiğinde, belirli bir toprak parçasında bulunan maden cevherlerini, kuyularını, galerilerini, makinalarını ve diğer tesisatını anlamaktadır. Sayılan maddi şeyler üzerindeki mülkiyet hakkıysa, maden mülkiyetini oluşturmaktadır. Bu görüşte, maden tıpkı "maddi bir şey" olarak taşınmaz olup, burada maden mülkiyeti ile herhangi bir taşınmaz mülkiyeti arasında, hukuki nitelik ve içerik yönünden bir fark bulunmamaktadır. Bu görüşte madenler, maden tekniğine uygun tedbirlerle işletmeye uygun "maden yatağı" kabul edilmekteydi.

İkinci görüşe göreyse, maden mülkiyetinin konusu, bir "işletme hakkı"dır. Niteliği gereği, maden sahasında kuyu ve galeriler açmak ve madenin işletilmesine yönelik diğer tesisleri kurmak gibi haklarla birlikte, bir bütün oluşturan *işletme hakkı*, maden mülkiyeti konusunun esasında bir haklar demeti olduğunu göstermektedir. Ancak, *madeni işletme hakkı*, maden üzerinde *maddi* bir egemenlik kurma yetkisini vermez (Aşula, 1968). Bu görüşte ise *işletme hakkı*, bağımsız ve daimi haklar gibi taşınmaz olarak değerlendirilen bir hak türüydü.

Maden mülkiyetinin konusunu saptamaya yönelik bu iki görüş arasındaki ortak nokta, her ikisinin de madenleri taşınmaz olarak kabul edip, ona içinde bulunduğu toprak parçasından bağımsız bir nitelik tanımalarıdır. Buna karşın her iki görüş, madenler üzerindeki *mülkiyet* hakkının ne zaman doğacağı sorusunda birbirinden farklı düzenlemeler getirmektedir. İlk görüşe göre, *mülkiyet*, imtiyazın veya ruhsatın verilme tarihi ile kurulurken, ikinci görüşe göre ise, *işletme hakkı* sahibinin madenler üzerinde sahip olacağı *mülkiyet hakkı*, ancak madenin çıkarılmasından sonra ve genel hükümler çerçevesinde doğan bir taşınır mülkiyeti şeklinde anlaşılmaktadır (Aşula, 1968).

Yani, ilk halde, madenler özel mülkiyete konu olabildiğinden, maden maliki, henüz çıkarılmamış cevherlerin de sahibidir. İkincisinde, yani devlet tarafından verilen "işletme hakkı"nda ise, bu hak, madeni çıkarma ve çıkarılan cevherler üzerinde mülkiyet kurma hakkı vermez.

## 1.2 Madenlerin Mülkiyeti ve Rejimi Konusunda Devletin Konumu

Madenlerin mülkiyetinin kime ait olacağı maden mevzuatında yer alan temel konuların başında gelmektedir. Geçmişte, "*maden cevherlerini bulanlara mülkiyet hakkı tanıyan sahihsiz eşya*" değerlendirmesi de yapılmış (Kubalı,1944a) olsa da; günümüzde madenler, içinde buldukları arazinin mülkiyeti ile ilişkilerini düzenleyen iki farklı hukuk sistemi içinde değerlendirilmektedir.

Birinci sistem olan "*accession sistemi*"ne göre madenler, içerisinde bulunduğu arazinin bütünleyici parçasıdır (mütemmim cüz'üdür). Bu sistem, madenleri toprağın ayrılmaz parçası kabul ederek, arazinin altının ve üstünün mülkiyetini birbirinden ayırmayarak, arazinin yüzeyine sahip olan malikin aynı zamanda arazinin altında bulunan madenlerin de sahibi olacağını kabul etmektedir. Yani arazi sahibine, arazinin altında bulunan madenlerin mülkiyetini verirken, bu madenlerin aranıp işletilmesi amacıyla yeryüzünde ve yeraltında kurulacak tesisleri de maden hakkına dahil etmektedir.

Bu sistemde, arazi sahibi, topraklarında çıkan ve bu nedenle sahibi olduğu madenleri bizzat kendisi işletebileceği gibi, madenlere ilişkin haklarını da diğer özel kişilere çeşitli anlaşmalarla devredebilir. Geçmişte bu sistem Osmanlı Devleti'nde, Çarlık Rusyası'nda ve Büyük Britanya gibi imparatorluklarda geçerliydi (Telli, 1989). Ülkemizde bu sistemin kalıntısı Taşocakları Nizamnamesi'nde (T.N.) görülmüştür (T.N. m. 2; Türk, 1979). Günümüzdeyse bu sisteme genelde ABD ve Güney Afrika Cumhuriyeti gibi özel hukuk geleneğine sahip ülkelerde rastlanılmaktadır. Ancak belirtmeliyiz ki son dönemde Güney Afrika Cumhuriyeti'nde de devletleştirmeye yönelik ciddi çalışmalar gözlenmektedir (Tamzok, 2008; TMD, 2011). Dolayısıyla dünyanın hemen hemen her yerinde terk edilmiş durumda bulunan bu sistemin bugün artık uygulama alanı kalmamıştır denilebilir.

Bu sistemin bugün yaygın olarak uygulanmasını engelleyen sebepleri yanısıra sakıncaları da bulunmaktadır. Çünkü sınırlı ve tükenebilir doğal servetlerden olan madenler, ülke sanayisinden ulusal savunmaya kadar

geniş alanda önemli bir konumda bulunmakta ve ülke ekonomisinde doğrudan önemli rol oynamaktadır.

Ayrıca bu sistem toplumsal sakıncaları da barındırmaktadır. Çoğunlukla geniş bir sahaya yayılan madenler, birden fazla bulunan farklı arazi sahiplerinin mülkiyet sınırlarına girebileceğinden, bir maden yatırımcısının bunların herbiri ile anlaşması ve madenin tamamını işletmesi zorlaşabilir. Bunun yanı sıra madencilik sektörünün başta finansal ve ekonomik yönlerden olmak üzere birçok yönünden dolayı, arazi sahiplerinin bir araya gelerek şirket kurmaları ve madencilik faaliyetlerini gerçekleştirmeleri pek o kadar kolay olamamaktadır. Ayrıca madenlerden en iyi şekilde toplum yararının ortaya konulması karşısında, özellikle stratejik madenler olmak üzere, tüm madenlerimizin arama ve işletilmelerinin imtiyazla yabancı girişimcilere cömertçe verilmesi durumunun, devletler arasında siyasal rekabetlere hatta müdahalelere ve nüfuz alanları oluşumuna neden olabileceği bir gerçektir (Onar, 1966; Fındıkgil 1966; Azrak, 1980; Telli, 1989; Günay, 2001).

İşte bu noktada madenleri, içinde buldukları arazinin mülkiyetinden ayrı değerlendiren ikinci bir sistem, “devlet hakimiyeti (domanial) sistemi”, özel taşınmaz mülkiyeti hakkının ortaya çıkması sonrasında, maden sahalarının işletilmesi sürecinde taşınmaz mülkiyeti hakkının sınırlarına işletmelerin uydurulması esnasında karşılaşılan olumsuzlukların giderilmesi için, yani zorunluluğa dayalı olarak getirilmiş bir sistemdir (Çanga, 2005). Madenleri arazi mülkiyetinin dışında sayan sistemleri, uygulanmakta olan değişik yöntemleri ile ayırmalıdır:

a) Domanial (devlet hakimiyeti) sistemi: Madenleri kamu mülkü saymakta, arama ve işletme hakkını devlete vermektedir.

b) Regalien sistem: Madenleri kamu mülkü saymakla birlikte, kişilere arama ve işletme hakkı veren bir sistemdir. Böylece, doğrudan ya da kamulaştırma hakkı şeklinde olsun, devletin kamu ya da özel alan hakkındaki çeşitli doktrinler, özgün *regalien sistemin* farklı uygulamaları olmuştur (Tamzok, 2008). Bu sistem de kendi içinde üçe ayrılmaktadır:

aa) İşgal ve ihya sistemi: Madeni fiilen işgal veya ihya eden, yani bulup işleten, madenin sahibi olur. ABD, İngiltere ve

Kanada gibi ülkelerde uygulamaları vardır. Artık bu sistem dünyada terk edilmektedir.

bb) İmtiyaz (patent) sistemi: Devlet, madenin aranmasını ve işletilmesini özel kişilere imtiyaz vermek suretiyle sağlar. Bu sistemin ilk şekline göre imtiyaz, kamu hizmeti imtiyazından farklıken, günümüzde bir kamu hizmeti imtiyazına dönüşen bir sistemdir. Osmanlı Devleti’nde de bu sistem uygulanmıştır. Ancak bu konuda çoğunlukla Arazi Kanunu uygulanıyordu. Bu nedenle madeni kısmen devletin, kısmen de bulanın mülkü kabul eden sistemler uygulandı. 1985’de 3213 sayılı (sa.) Maden Kanunu ile ise ülkemizde maden mevzuatından *imtiyaz kavramı* kaldırılmıştır.

cc) Arayıp bulma sistemi: İşletme hakkı madeni fiilen bulana verilmektedir. Böylece madenlerin aranması devletçe teşvik edilir.

Ülkemizde kamu ağırlıklı düzenleme sonucu madenler, hukuki bakımdan “devlet hakimiyeti (domanial) sistemi” içerisinde değerlendirilebilir. Bu sistemde *maden hakkı* kavramı, madenlerin aranıp işletilmesi için faaliyetlerde bulunmayı ve bu amaçla gerekli tesisleri kurarak işletmeyi kapsamaktadır.

Bu sınıflamada, ülkemizde de halen uygulanmakta olan, “regalien-arayıp bulma sistemi”nde, esas olarak kamu malı sayılan madeni bulan, bir ölçüde mali ve teknik yeterlilik koşuluyla yükümlülüklerini yerine getirdiği takdirde, işletme hakkını elde eder.

Madeni arayıp bulan aynı zamanda *öncelik hakkına* sahiptir. Bu yönüyle de sistem, maden aramayı teşvik bakımından cazip ve faydalı görülmeğe de, “*öncelik hakkı*” vasıtasıyla bir madenin ne zaman ve kimin tarafından bulunmuş sayılacağına saptanmasının güçlüğü ve en önemlisi madeni bulanın madeni işletme gücünde bulunmasının her zaman yeterli olamaması bu doğrultuda sistemin sakıncalarından sayılabilir (Fındıkgil, 1966). Ancak bu noktada sistemin başarısında “yeterlilik” ve “idarenin takdir yetkisi” dereceleri önem kazanmaktadır.

## 2 MEVZUAT EVRİMİNDE MADENLERİN MÜLKİYETİ VE REJİMİ

### 2.1 Medeni Kanunda Madenlerin Konumu

17.02.1926 tarihinde kabul edilen 743 sa. eski Türk Medeni Kanunu ile, Türkiye’de Medeni Kanun bakımından maden hukuku ve rejimi, 743 sayılı Medeni Kanun madde 632, 641, 743, ve 911 ile çok kısa bir şekilde açıklanmıştır (Onar, 1967). Böylece bu maddelerin incelenmesiyle denilebilir ki Medeni Kanun madenlere üç ayrı hukuki vasıf bağlamıştır (Aşula, 1968): 1- Madenler arazinin bütünüleyici parçasıdır (MK. m. 618, 644, 743), 2- Madenler, sahihsiz şeyler veya yararı kamuya ait olan mallar sınıflaması içerisinde (MK. m. 641), 3- Madenler taşınmazdır (MK. m. 632, 911).

#### 2.1.1 Madenlerin arazinin bütünüleyici parçası olup olmaması durumu

Öncelikle madenlerin menfaatle ilişkili olarak arazinin bütünüleyici parçası olup olmadığının değerlendirmesini yapalım.

Fransız Medeni K. görüşmeleri sırasında, arazi malikinin toprağın derinliklerinde bulunan madenlere de doğal olarak sahip olduğu, ancak hükümetin bunları *kamu yararı* adına kamulaştırma yetkisini de kabul etmesi gerektiği vurgulanarak, bu noktada hükümetin milli servet olan madenlerin daha iyi ve daha verimli bir şekilde kimler tarafından işletilebileceği hakkında en doğru kararı vereceği belirtilmiştir (Aşula, 1968).

Ülkemizde ise 743 sayılı Medeni Kanun madde 644, arazi mülkiyetinin, mülkiyetin kullanımında bir fayda bulunduğu ölçüde toprak altına da nüfuz hakkını kabul etmesine ve madenlerin işletilmesi hakkını da içine almasına karşın, 618. maddede ise birşeye sahip olan kimseye o şeyde hukuki düzenin sınırları dahilinde tasarruf etme hakkı şart koşulmaktaydı (Kubalı, 1944b). Dolayısıyla çelişen bu maddelerin varlığı, arazinin bütünüleyici parçası kavramı ile paralel bir hal almaktaydı (Fındıkgil, 1966).

O halde denebilir ki, konu ancak, arazi mülkiyeti ve madenler bakımından

değerlendirildiği zaman, malikin Medeni K. m. 644 kapsamında, madenin bulunduğu derinliğe kadar kendisi için bir faydanın mevcut olduğunu ispat etmesi halinde, bunlar üzerinde bir *mülkiyet hakkı* tanımak mümkün olabilirdi (Kubalı, 1944b). Bu noktada hangi hallerde malikin bu anlamda kanunen bir faydası bulunabileceğinden söz edilebilmesi gerektiği ve böyle bir faydanın tespitinde kullanılacak ölçülerin neler olabileceği akla gelebilir. Bu anda, kısaca, şahsi fayda ile toplumun yararı karşılaştırılır ve mülkiyetin sınırına karar verilir (Kubalı, 1944b; Aşula, 1968).

Diğer yandan MK. m. 743’te, her ne kadar intifa hakkı bakımından ormanlara dair hükümlerin madenlere de uygulanması öngörülmekte ise de (Saymen ve Elbir, 1963), madenler üzerinde intifa hakkının kurulması ve bu hakkın MK. hükümlerine tabi tutulabilmesi, ancak, madenlere özgü özel kanunlarda buna uygun düzenlemelerin yapılabilmesi ile mümkündür. Buna karşın, bu dönemde özel bir kanun olan Maadin Nizamnamesi’ne göre, madenler üzerindeki mülkiyet hakkının Devlete ait olmasının kabul edildiği ve imtiyaz ile ruhsat sahiplerine ait maden hakkında bir mülkiyet niteliği görülemeyeceği dikkate alınarak, Medeni Kanun’un anladığı anlamda ve taşınmaz mülkiyeti hakkındaki hükümlere tabi bir “intifa hakkı” iddiasının geçersiz olacağı belirtilmiştir (Kubalı, 1944b).

#### 2.1.2 Madenlerin sahihsiz şeyler veya yararı kamuya ait olan mallar olup olmadığı

Aslında hatalı bir terim olan “Sahipsiz şey” (mal) terimi, başta 743 sayılı Türk MK. m. 641’de olmak üzere diğer birtakım kanunlarda da geçmekteydi (Gülan, 1999). Söz konusu MK. 641. m. şöyledir: “*Sahipsiz şeyler ile menfaati umuma ait olan mallar Devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Hilâfi sabit olmadıkça menfaati umuma ait sular ile ziraate elverişli olmayan yerler, kayalar, tepeler, dağlar ve onlardan çıkan kaynaklar kimsenin mülkü değildir. Sahipsiz şeylerin ihraz ve işgali, yollar ve meydanlar, akar sular ile yatakları gibi menfaati umuma ait malların işletilmesi ve kullanılması hakkında ahkâmı mahsusa vazolunur.*”

Öncelikle, bu maddede sözü edilen bu “sahipsiz malları”, özel mülkiyete geçirilmeye

elverişli, özel hukuk anlamındaki “sahibi olmayan eşya”dan ayırmak gerekir. Kamu malları içerisinde *sahipsiz mal* olarak kabul edilen doğal servet ve kaynaklar, Roma Hukukundan günümüze gelmiş bir kavram olan *sahipsiz eşyadan (res nullius)* (Çelebican, 2008) tamamen farklı niteliklere sahipti. Medeni Kanun’un mülkiyet rejimine tabi olan söz konusu “sahipsiz eşya” kavramı, üzerinde mülkiyet hakkı kurulabilmekle beraber, henüz hiç kimsenin mülkiyetinde bulunmayan, kısaca, özel mülkiyete geçirilmeye elverişli “sahipsiz şeyleri” kapsamaktadır. Belirtmek gerekirse, “sahipsiz eşya” da üzerinde mülkiyet hakkı kuruluncaya kadar devletin hüküm ve tasarrufu altındadır (Telli, 1989).

Söz konusu MK. 641, maddenin kastettiği “sahipsiz şeyler (mallar)” ise Medeni Kanununun ne 635. maddesi ne de 691. maddesindeki “sahipsiz şeyler” dendi. Çünkü 635. madde ile gösterilmek istenen “sahipsiz şeyler”, önceden bir şahsın mülkiyetinde o şahsın isminin silinmesi ve yeni bir isim yazılmamış olması halinde *sahipsiz görünen taşınmazlardı*. 691. maddenin öne sürdüğü “sahipsiz şeyler” ise ya herhangi bir kimse tarafından daha önceden sahiplenilmemiş bulunan ya da sahiplenilmiş olduğu halde terk edilmiş bulunan taşınmazlardı. Dolayısıyla Kubalı’ya göre, bu maddelerden farklı olarak, madde 641’deki “sahipsiz şeylerden (mallardan); MK. hükümlerine tabi bulunan, dar ve gerçek manadaki “sahipsiz şeyler”den tamamen ayrı bir nitelikte ve özel hukuk gerçek ve tüzel kişilerinin sahipliğinde olmayan, özel mülkiyete geçirilmeye elverişli olmayan taşınmaz niteliğindeki mallar kastedilmektedir (Kubalı, 1944b).

Ancak bu noktada, bu özel mülkiyete elverişli olmama halinin, bir malın kamu malı olmadan önce kendisinde bulunan ve kamu malları arasına girmesine yol açan bir sebep mi, yoksa; kamu malı haline gelmesinden sonra kazandığı bir nitelik mi olduğu ayrımının yapılması gerekmektedir. Bu çerçevede bir kamu malının özel mülkiyete konu olamaması, verilen bir işlev veya kanunla tanınan bir niteliğe sahip olunmanın sonucudur (Gülan, 1999). Bu anda belirtmek gerekirse, Duran ise, kanaatimce, m. 641’in

kapsamındaki kıyılar, dağlar vb. gibi “yararı kamuya ait mal” sınıflamasından yani kamunun doğrudan yararlandığı mallardan madenleri ayırmak için, doğal servet ve kaynakların *kamu malı* olduğunu ancak *kamusal mal* olmadıklarını dile getirmiştir (Duran, 1986). Nitekim Çanga da “devletin hüküm ve tasarrufu altındaki mallar” ile “devletin hüküm ve tasarrufu altına” alınma ifadesinin birbirine karıştırılmaması gerektiğine eserinde işaret etmiştir (Çanga, 2005).

Sonuç itibarıyla, m. 641’den görüldüğü üzere, 1926 tarihli Medeni Kanun’da yalnız madenlerin değil, bu kapsamda diğer tür malların da “sahipsiz şeyler (mallar)” olduklarını gösterir açık bir hüküm ve ifade yoktu. Ayrıca Türk Hukukunda *madenlerin* MK. m. 641 içerisinde değerlendirilmesi gerektiğine dair bir mahkeme içtihadı da bulunmamaktaydı (Kubalı, 1944b).

Ancak, diğer kamu malı kategorilerinde olduğu gibi, *sahipsiz malların* nelerden ibaret olduğu konusunda da mevzuat açık ve net bir ölçüt koymamış olmasına karşın, söz konusu madde 641’de doğrudan sayılmasa da; tarıma elverişli olmayan yerler, genel sular, kıyılar, ormanlar, *doğal servetler ve kaynaklar*, taş ocakları, tuzlar, tarih kültür ve tabiat varlıkları, “sahipsiz şeyler” örnekleri olarak Anayasa ve Kanun hükümleri gereği özel bir konumda değerlendirilmekteydi. Böylece bu mal kategorilerinin de doğal işlevlerine verilen önemden, nitelikleri ile toplumsal rolleri nedeniyle *kamu malı* olarak vasıflandırıldıkları söylenebilir. Dolayısıyla bunlar, kanunlarında belirlenen nitelikleri taşıdıkları, toplum hayatı, milli servet ve kültürünü oluşturduklarından *kamu malı* olarak nitelendirilmiş ve kanunla tahsis edilmişlerdir (Düren, 1975; Gülan, 1999).

Nitekim bu çalışmada yer verilebildiği kadarıyla hemen hemen tüm yazarlar, 641. maddede, doğrudan yazılmamış olsa da, *madenlerin* *sahipsiz (şey) mal* olduğu konusunda en ufak bir şüphe içerisinde olunamayacağına hemfikirdiler (Kubalı, 1944b; Aşula, 1968; Yersel, 1970; Düren, 1975; Göger, 1979; Kırbaç, 1988; Telli 1989; Kayserili ve Topaloğlu, 1990; Turan, 1998; Günay 2001; Çanga, 2005; Gülan, 2008;



Yağlı, 2008; Topaloğlu, 2010). Tabii belirttiğimiz üzere, muhtemelen kavram karmaşasından sıyrılma için madenleri kamu malı görüp de sahihsiz mal olarak görmeyen yazarlar da sayılabilir (Duran, 1984).

Diğer yandan, her ne kadar maden kategorisine alınmamış olsa da, bir “doğal servet ve kaynak” olduğunda şüphe bulunmayan *petrolün* de “sahipsiz mal” olduğu - gerek doğrudan “petrol” (Kubalı, 1944a; Düren, 1975; Kırbas, 1988; Sirmen, 1995; Çanga, 2005; Yağlı, 2007) gerekse de “doğal servet ve kaynaklar” tabirini kullanarak (Yersel, 1970; Telli, 1989; Maliye Bakanlığı 1998; Turan, 1998) - birçok yazar tarafından kabul edilmiştir. Nitekim maden olarak kabul edilmeyen *petrolün*, hem Anayasamın, “doğal servet ve kaynakların devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunduğu” hükmünün varlığı ile, hem de aynı ifadenin özel kanun olan Petrol Kanunu’nda geçmesi itibariyle; sahihsiz mal olarak “madenler” ile benzerliğini ortaya koymaktaydı. Keza 2004 öncesinde maden olarak kabul edilmeyen ve madenlerden ayrı olarak Taşocakları Nizamname’sine tabii bulunan taşocakları da mevzuat evriminde doktrinle “sahipsiz mal” olarak kabul görmekteydi. Nitekim 2004 tarihinde taşocakları “maden” olarak kabul edilmiş ve Maden Mevzuatına dahil olmuştur.

Madenlerin Türk doktrininde “sahipsiz mal” olarak kabul edildiğini açıkladıktan sonra, Türk MK.’nin kaynağı İsviçre MK. ve doktrininin görüşünü de belirtmekte fayda var. Bu ülkede, “Sahipsiz şeylerle menfaati umuma ait olan mallar üzerindeki haklar” başlığındaki üçüncü fasıl *madenlere* ayrılmış ve bu fasıl altında madenlerin aranması, işletilmesi ve üzerlerinde hak kazanılması hakkında geniş hükümlere yer verilmişti. Böylece İsviçre’de de madenler *sahipsiz mal* sınıflaması içerisinde kabul edilerek MK. kapsamı içine alınmış ve ayrı bir kanuna gerek görülmemiştir (Aşula, 1968). Bunun da ana sebebi İsviçre’de madenlerin önem arz etmeyen bir konumda bulunmasından ötürü Medeni K. dışında özel bir Maden Kanununa ihtiyaç görülmemesiydi (Kubalı, 1944b). Ancak, Maden K. sonradan oluşturularak, Kantona, madenleri arama ve işletme

imtiyazları verme konusunda yetki verilmiştir (Fındıkgil, 1966). İsviçre’de *bab* altında gerek su imtiyazlarına ve gerekse madenlere özgü hükümler, nitelikleri itibari ile kamu hukukunu ilgilendirirler. Burada kamu hukuku ile özel hukuk birbirine karışmış bir durumdaydılar. Nitekim, *sahipsiz malların* mülkiyete ve diğer aynı haklara konu teşkil edebildiğini kabul eden bu görüş Almanya ve İsviçre’de hakim olan bir görüştü (Kubalı, 1944b; Aşula, 1968).

Bu süreçte, İsviçre’de Kanunun hazırlık safhasında geçirdiği değişime uygun olarak, İsviçre Federal Mahkemesi’nin 21.10.1918 tarihli itiraz kararı sonucunda, sadece İsviçre MK. 664. (Türk MK. 641) m.si MK. da bırakılmıştır. Böylece, bu kararlar madenlerin MK. m. 691’in kastettiği sahihsiz şeylerden sayılamayacağından dolayı sadece MK. 641 içinde değerlendirilmesi, dolayısıyla devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan sahihsiz bir mal olarak madenlerin serbestçe işgal yoluyla kazanımından söz edilemeyeceği dikkate alınarak madenler hakkında mülkiyet yoluyla bütünleyici parça prensibinin uygulanamayacağı İsviçre’de kesinleşmiş oldu (Kubalı 1944b). Sonuçta İsviçre’de söz konusu tezatlığın ortadan kaldırılarak madenlerin yalnızca Türk MK. 641. m. kapsamında değerlendirilmesi gerektiği kanaatinin açık bir şekilde ortaya çıkmasıyla, MK. m. 641 ile maden mevzuatı arasındaki uyum sağlanmış oldu (Fındıkgil, 1966).

Sonuçta, Kubalı’ya göre, madenlerin üzerinde, “menfaati umuma ait şeyler”e kıyasen özel hukuk kurallarından ayrı kamu hukuku hükümlerine tabii tutulabileceği, İsviçre’deki bu kararlar açıklığa kavuşmuştu (Kubalı, 1944b). Ancak Türk MK.’nin kaynağı İsviçre’de bu netliğin ortaya konulmasına karşın, sahihsiz mal teriminin ortaya çıktığı MK. m. 641’deki düzenleniş biçimi, bu maddenin kaynak İsviçre Hukukundaki kapsamının ve uygulamasının Türk Hukukundan farklı olduğu değerlendirmesine yol açmıştır. Ancak Onar, “MK. m. 641’de bahsedilen sahihsiz şeylerin, ne Roma Hukukundaki *sahipsiz şeylere*, ne de Arazi Kanununda “arazi-i mevat” denilen çeşite yakın gösterilebilen mallar niteliğinde olduğunu, aksine bu çeşit malların özel mülkiyete giremeyen nitelikte olduğunu belirtmiştir (Onar, 1944 ve 1966). Onar bu çerçevede, dar anlamda kamu malları üzerinde bir mülkiyet hakkı bulunmadığını, idarenin bir gözetim ve denetim yetkisinin var olduğunu savunmaktadır. Ancak Gülan’a

göre günümüzde idarenin kamu malları üzerinde, sadece kolluk gücü niteliğinde bir gözetim ve denetim yetkisi bulunduğu anlayışı bırakılarak, bir *idari mülkiyet hakkı* olduğu kabul edilmektedir. Gülan, kolluk yetkisinin mali amaçlar için kullanılmaması ilkesi gözönüne alındığında, kamu mallarının kamu yararına en uygun şekilde işletilmesi ve yönetilmesinin gerekliliği şartıyla mülkiyet yetkisinin telaffuz edilmesi gerektiğinin zorunlu olduğunu dile getirmiştir. Dolayısıyla Gülan, Onar'ın eserindeki söz konusu bahsini, idare hukukuna özgü bir mülkiyet hakkı ile eşanlamlı olarak aldığı düşünmektedir (Gülan, 1999). Nitekim Kubalı da eserinde; Onar'ın, "*mülkiyetin özel hukuk subjesi olması itibarıyla kamu hukuku sahasında görülen ve bu karakteri taşıyan bir duruma bir isim vermenin gerek olmadığı*" yönündeki görüşüne rağmen, Onar'ın esasen 1942 tarihli eserinde "*kamu hukuku mülkiyeti*" ifadesini kabule taraftar olduğunu belirtmiştir. Kubalı'nın görüşünü de kısaca verecek olursak; "*imtiyaz hakkının özel nitelikte mülkiyetten gayri bir aynı hak olduğunu dikkate alırsak, Devlete ait olan bu mülkiyet hakkının imtiyaz verilmeden önce de var olduğu kesindir. Çünkü devlet lehine bu mülkiyet hakkını kuran imtiyaz tasarrufu değildir. Aksine imtiyaz tasarrufunun yapılabilmesi için imtiyaz konusu olan madenler üzerinde Devletin daha önceden bir mülkiyet hakkı bulunması gerekir (Kubalı, 1944b)*". Ancak Yağlı'nın tezinde aktardığı üzere, Onar, 1966 tarihli eserinde, "*Devlete ait olan topraklar üzerinde de Devletin sahip olduğu hakkın bir mülkiyet hakkı olmadığı, Devletin bunun üzerinde malik gibi, dilediği şekilde tasarruf edemeyeceğini, devletin bu mallar üzerindeki hakkının çeşitli tür ve genişlikte yetkilerden ibaret olduğu*" görüşünü belirtmiştir (Onar 1966; Yağlı, 2007).

Düren ise idarenin kamu malları üzerinde, malın tahsis amacıyla sınırlanmış kamu hukukundan doğan bir mülkiyet hakkına sahip olduğunu ve idarenin bu tahsis amacının sınırları içinde kalmak şartıyla kamu mallarından dilediği gibi yararlanabileceğini belirten görüşe eserinde yer vermiştir. Buradaki mülkiyet hakkı özel hukukun mülkiyet hakkı olmayıp bir kamu, bir idare hukuku mülkiyetidir (Düren, 1975). Fransız doktrinindeki baskın olan bu görüşe Aşula da eserinde değinmiştir (Aşula, 1968). Ancak Düren MK. m. 641'den hareket ederek, "*devletin hüküm ve tasarrufu*" terimi vasıtasıyla, devletin kamu malları üzerinde dilediği gibi tasarrufta bulunma yetkisini saklı

tuttuğunu, yani, devlet ile kamu malları arasında bir mülkiyet ilişkisi varsa, bunun özel hukuk mülkiyeti mi, yoksa kamu hukuku mülkiyeti mi olduğuna devletin karar vereceği fikrindeydi (Düren, 1975). Burada Gülan, Düren'in bu yorumunda, ifadedeki "*devletin kararının*"; kanunlara koyduğu hükümlerle imtiyaz sözleşmelerini özel hukuk sözleşmeleri olarak nitelendirmeye kalkarak Danıştay incelemesinden ve idari yargı denetiminden kaçırılmaya çalışan Devletin bir başka görünümünü tahrik edebileceğine işaret etmiştir (Gülan, 1999).

Nitekim Yargının görüşlerine gözatacak olursak, Danıştay da, MK. m. 641'in kamu malları hakkında "*bunlar ahkam-ı mahsusa vazolunur*" deyişiyile, Devletin, bu mülkiyet hakkının MK. anlamında bir mülkiyet hakkı olmayıp, bir "*idare hukuku mülkiyeti hakkı*" olduğuna işaret etmiştir. (Gülan, 1984; Danıştay Genel Kurulu, E. 1981/4, Karar 1981/25). Danıştayın bu formülü, bir kamu mülkiyeti ifadesi olarak ele aldığı ve kamu mallarını ifade eden bir terim olarak gördüğü söylenebilir (Danıştay 6. D., E. 1981/1909, Karar 1984/1662). Yargıtay da, "*devletin hüküm ve tasarrufu altında olma*"nın özel mülkiyete konu olamama anlamına geleceği kanaatindedir (YHGK, E. 1979/1-167, Karar 1981/656). Son olarak Anayasa Mahkemesi (AYM) de, kararında, "*kamu mülkiyeti*" terimini tercih ederek tüm kamu malları üzerinde bir tek ve özelliği olan, ancak mülkiyet niteliğini yitirmeyen bir hakkın bulunduğu kanaatini belirtmiştir (Gülan, 1999; AYM, E. 1992/13, Karar 1992/50).

Nitekim Türk Medeni Kanun'un kaynağı İsviçre'deki görüş de "*idare hukuku mülkiyeti*" kavramını doğrulamaktaydı. Federal Mahkeme kararında, menfaati umuma ait veya sahihsiz şeyler üzerinde Devletin mülkiyeti olduğuna, sahihsizlik ifadesiyle daha ziyade bu çeşit malların, şahısların mülkiyeti altında bulunmayarak ve devletin serbestçe tasarrufuna tabi özel mallarından olmayıp, Devlete, söz konusu malları yalnızca kamu yararına kullanma hakkını veren "*başka nitelikte bir Devlet mülkiyeti*" olduğu belirtilmiştir. Lutzern Kantonu aleyhine açılan davada ise söz konusu tabirin "*kamu mülkiyeti*" görüşüne yaklaştığı ifade edilmiştir. Dolayısıyla, Kubalı'ya göre, İsviçre'de gerek doktrinde gerekse de içtihadında; madenlerin "*sahihsiz eşya*" olarak nitelendirilemeyeceği ve Devletin sahip olduğu mülkiyetini Devlet mülkiyeti niteliğinde bulunduğu, ancak bu mülkiyetin hem kamu hem özel hukuku içeren bir yapıya da içerdiği kabul görmekteydi. Bu görüşte,

Kantonlar tarafından kamu hukuku hükümleri ile düzenlenmeyen hususlarda Medeni Kanunun taşınmaz mülkiyetine ait hükümleri uygulanacağı belirtilmiştir (Kubalı, 1944b).

Sonuç olarak, özellikle Fransız Hukukuna paralel olarak, ülkemiz hukukunda da, kamu malları üzerinde mülkiyet yetkisinin varlığı kabul görmüş ve bu yetkinin özel mülkiyetten farkını ortaya koyan kamu mülkiyeti (veya idari mülkiyet) terimi doktrinde yerleşmiştir (Gülan, 1999). Gerçektende, belirttiklerimiz dışında Türk Hukukunda bu mülkiyetin varlığını kabul eden daha birçok yazar sayılabilir (Duran, 1986; Yayla, 1994).

Tabii burada, idarenin, mülkiyeti üzerindeki malları istediği gibi kullanmadığı, tüm kullanım ve yararlanmalarda, bunların üzerindeki hak ve yetkileri itibarıyla *kamu yararını* gözetmek zorunda olduğunu tekrar hatırlatalım. İşte bu noktada *kamu yararı*, kamu hizmetlerinin yürütülmesine ayrılmış mallar dışında kalan malların da kamu mali addedilmesine imkan veren, mallardan yararlanmaya göre değişen durumu ifade eden bir *yararlanma ölçütü* olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel olarak *yararlanma ölçütüne* göre, kamunun doğrudan kullanımına ve yararlanmasına ayrılmış mallar *kamu malı* olarak kabul edilirler (Derdiman, 2004).

Kamu mallarının tespitinin kriterini, malın özel mülkiyete elverişli olmama niteliğinde ve idarenin kolluk yetkilerinde arayan görüşler vardır. Ancak günümüzde, bir mala kamusal nitelik veren aracı kavramın “tahsis” olduğu doktrinde baskın olan görüştür. “Tahsis”, kamu malı üzerindeki yetkinin sınırnı ve içeriğini etkileyen bir unsurdur. Fransız doktrininde mülkiyete kamu malı niteliğini veren unsurun *tahsis* olduğu görüşü hakimdir. Ancak her kamu malının üzerindeki “tahsis” farklı nitelikte ve içerikte olabilir. Sonuçta “tahsis işlemi” uygulamada idareye ilişkin malların kamu malı olup olmadıklarını belirlemede etkin belirleyicilik taşımaktadır. Bu işlem ile, sahihsiz mallar da kamunun doğrudan yararlanmasına dönüşmektedir (Gülan, 1999; Derdiman, 2004). Tabii bu noktada genel olarak kamu mallarının hepsinin aynı nitelik göstermediğini ve yararlanma biçimlerindeki farklılıkların bu malların elde edilmesinde, elden çıkarılmasında, yönetiminde ve nihayet

denetiminde de ortaya çıktığını (Kırbaş, 1988) belirtmeliyiz.

Sahihsiz mal kategorisinde kamu malı olan madenler üzerinde, kamu yararı görüldüğünde, özel bir şahsın mağduriyetine sebebiyet vermeden ve sahibinin rızası olunmaksızın idare tarafından yapılan işlem ile irtifak hakkı kurulabilmekte ve mülkiyeti idareye geçirilebilmektedir. Nitekim 3213 sayılı Maden K. m. 46’da; *maden hakkı* sahipleri adına, idarece, ruhsat konusu arazi üzerinde irtifa hakkı kurulabileceği belirtilmekte ve *kamulaştırma* yapılmasına da olanak tanınmaktadır. Tabii bu Kanun ile; madencilik faaliyetinin bitiminde, eski arazi sahibine altı ay içerisinde söz konusu arazisini geri alma hakkı da tanınmaktadır.

Sonuçta, belirtmek gerekirse, idare hukuku çerçevesinde ve kamu yararı dışında bir amaç için kullanılmasından söz edilebilmesi mümkün olmayan kamu malları üzerindeki yetkinin mülkiyet olarak kabulünden endişe edilmemesi gerekmektedir (Gülan, 1999). Nitekim maden kaynaklarının devletin hüküm ve tasarrufu altında olması; önce, idarenin maden üzerinde arazi mülkiyetinden bağımsız mülkiyet konusu yaratmak anlamını taşımakta, sonra da devlete madenlerin aranması ve işletilmesini denetleme yetkisini vermekte, sonuçta da devletin maden aramasına ve işletmesine genel hükümler dışında özel bir yasa getirme yetkisini ortaya koymaktadır (Göğer, 1979).

### 2.1.3 Madenlerin taşınmaz olup olmadığı

1926 tarihli MK. 632. ve 911. maddeleri madenleri taşınmaz mülkiyeti kapsamı içinde göstermiştir. MK.’nın 632. maddesine göre, taşınmaz mülkiyetinin konusu yerinde sabit olan şeylerdir. Dolayısıyla Medeni Kanun’a göre şunlar taşınmazdır: 1- Arazi, 2- Tapu siciline bağımsız ve daimi olmak üzere kaydedilen haklar, 3- Madenler.

Görülmektedir ki *madenler*, bu madde hükmü gereğince yerinde sabit olan şeyler olarak taşınmaz mülkiyetine konu olmaktadır. Buradaki madenden kastedilen, doğal olarak, maden cevher ve damarları değil, maden üzerindeki işletme hakkıdır. Sonuçta madenlerin *taşınmaz* sayılmasıyla kendilerine bağımsız ve aleni nitelik tanınması kabul

edilmiş ve böylece ekonomik bir kıymet olarak işletme hakkının parçalanmadan geçerliliği ve kredi temin edilebilirliği sağlanmıştır.

Söz konusu maddeler, MK. yönünden *maden rejimini* kısaca ifade etmekteydiler. Medeni Kanun'a göre madenlerin taşınmaz olmaları, maden rejimini düzenleyen özel mevzuat için şunları ifade eder:

1- Özel mevzuat madenlerin taşınmaz olma durumunu dikkatten uzak tutmayacaktır. Yani madenler üzerinde kurulan hakların devri, intikali ve diğer haklarla ilişkisi, Medeni Kanun'un taşınmazlar için öngördüğü şartlarda uygulanacaktır.

2- Madenler hakkında özel mevzuatın boş bıraktığı hususlar, Medeni Kanun'un taşınmazlar hakkındaki hükümleri ile doldurulacaktır. O halde özel Kanunun düzenlediği *maden rejimi*, Medeni Kanun'un bu konudaki daha ayrıntılı ve teknik bir devamıdır (Aşula, 1968).

Nitekim maden sicilinin oluşturularak bu sicile, tapu siciline özgü kuvvetin ve kıymetin verilmesi neticesinde, madenlerin Medeni Kanun'a göre taşınmaz oldukları yönü korunmuş ve madenlerin tapu sicili ile ilişkilendirilmemesinden doğacak sorun giderilmiştir. Buradan denilebilirki, özel Kanun (Maden K.); maden işletme hakkının devri, intikali ve kaydında Medeni Kanun'un taşınmazlar için öngördüğü şekle ve şartlara yeterli uyumu göstermiştir (Aşula, 1968).

Söz konusu MK. maddelerine tekrar dönecek olursak, MK.'ya göre, arazinin mümkün derecede yararlanılamayan derinliğinin ötesinde *Devletin hüküm ve tasarrufu altında* bulunulmasının gerekeceği, dolayısıyla da mümkün derecede yararlanılabilecek derinlik içinde bulunan madenlere bağımsız bir kimlik vermenin güç olacağı düşünülerek bunların ancak *arazinin bütünleyici parçası* olarak kabul edilebileceği iddia edilmişti. Aksi görüşü savunanlar ise Medeni K. m. 632'yi dikkate alarak, madenlerin, içinde buldukları arazi parçasından hukuken ayrı ve bağımsız niteliğe sahip olduğunu ifade etmekteydiler. Ancak her iki görüş, madenlerin taşınmaz sayıldığında hemfikirler (Aşula, 1968).

Bu noktada Medeni Kanun madde 632 ve 911'de geçen "madenler" teriminin madenin bulunduğu arazi parçası mı yoksa madenlerle ilgili haklar mı olduğu ihtilafiydi. Bu çerçevede m. 632'de *madenlerin* taşınmaz sayıldığı şeklinde, "tapu sicilinden ayrı ve daimi olmak üzere ayrıca kaydedilen haklar" ifadesi kullanılmasına rağmen "madenler" kelimesi ile yetinilmişti (Onar, 1967). Her ne kadar m. 632 ve 911'de geçen madenler tabirinin madenlerle ilgili haklar anlamında kabul edildiği ortada olsa da, sözü edilen MK. maddesinde *madenlerle ilgili haklar* tabiri kullanılmış olsaydı ihtilaf konusu kalmamış olabilecekti (Fındıklı, 1966).

Sonuç olarak Medeni Kanun, belirli bir arazi parçası derinliklerindeki madenlerin işletme hakkını taşınmaz kılmıştır. Bunların taşınmaz olarak sayılmaları doğal niteliklerinden ziyade Kanunun yarattığı işlev gereğidir (Aşula, 1968).

#### 2.1.4 Eski ve yeni MK. değerlendirmesi

1926 tarihli Medeni Kanun'un, madenleri *taşınmaz mülkiyeti* kapsamı içinde gösteren 632. ve 911. maddeleri duraksamalara yol açsa da, bu maddeler, kaynak İsviçre Hukukuyla karşılaştırıldığında böyle bir duraksama sonuç olarak yersiz olmaktadır. Çünkü kaynak İsviçre Hukukunda söz konusu hükümlerin tamamıyla bu ülkenin federal yapısı içinde değerlendirilmesi gerektiği ve madenlerin aslında İsviçre Medeni Kanun'un 664. (Türk MK. 641.) maddesi anlamında kamu mallarından *sahipsiz mallar* içerisinde olduğunun kabul edildiği (Kubalı, 1944b) gözardı edilmemeliydi.

Dolayısıyla yürürlükteki Türk Hukukunda madenler üzerinde özel hukuk anlamında bir *mülkiyet hakkı* söz konusu olmamalıydı. Nitekim bu hususta, İsviçre'de Federal Yönetim bulunmasına rağmen *devlet mülkiyeti* kavramının zikredilmesi de dikkate değerdi. Federal Mahkeme, kararında; madenlerle ilgili olarak hukuka uygun biçimde kazanılmış özel haklara devlet müdahalesinin olanaksız olmadığını, aksine, mülkiyet garantisinin, kamu refahı veya kamu yararı amacıyla özel hakların tazminat karşılığında sahiplerinin elinden alınmasına

olarak veren bir genel kayıtla sınırlı olduğunu ifade etmiştir (Türk, 1979). İsviçre'deki Kantonlara tanınmış olan bu hakimiyetin mülkiyetle bir ilişkisinin ve özel hukuk anlamında bir mülkiyetin olmadığı ve sözü edilen hakimiyetin kullanılması için de, hakimiyet altında bulunan kamu malları üzerinde bir mülkiyet hakkının bulunmasının gerekmediği dile getirilmiştir (Düren, 1975).

Dolayısıyla buradan, Türk Medeni Kanun'un, madenlerin hukuki niteliği hakkındaki görüşüne tekrar gelirsek; taşınmaz kapsamında madenler, bir taraftan *arazinin bütünüleyici parçası*, diğer taraftan da *sahipsiz şeyler veya menfaati umuma ait olan mallar* içerisinde kabul edilmekteydi. Ancak, madenleri *arazinin bütünüleyici parçası* olarak kabul eden MK. 743. maddenin, gerçekte madenleri kapsamına aldığı ortada olan MK. 641. m. ile sınırlandırılmış bir anlama sahip olması gerekir. Şöyle ki, her ne kadar madenler fiziki olarak içinde buldukları arazinin bütünüleyici parçası sayılabilirlerse de hukuken buna imkan bulunması için, MK.'nin 641. m.sine göre *devletin hüküm ve tasarrufu altında* bulunan bu şeylerin veya malların işletilmesi ve kullanılması hakkında konulacak özel hükümlerin böyle bir anlayışa yer vermesi gerekir.

Bu durumda görülmektedir ki, MK., madenlerin özel konumu hakkında genel bir hüküm sevkettikten sonra rejimin ayrıntısını ve düzenlenmesini özel mevzuata bırakmıştır. Dolayısıyla bu rejimin derinliğine incelenmesi, Medeni Kanun'un düzenlenmesini öngördüğü özel hükümlerin (Maden K.) değerlendirilmesi ile ortaya çıkacaktır (Aşula, 1968).

Nitekim Medeni K. sonrasında yürürlüğe giren 1961 Anayasası m. 130 ile, madenlerin devletin hüküm ve tasarrufu altına girmeleri sonrasında, Maden Yasasının kabul ettiği hükümler karşısında MK. 619, 632, 644, 743 ve 911. maddelerinin madenlerle ilgili hükümlerinin geçersiz kılınarak zımnen yürürlükten kaldırıldığı, Yargıtay'ın 06.07.1970 tarihli İçtihadî Birleştirme Kararı'nda belirtilmiştir (Göğer, 1979). Sonuçta madenlerin kime ait bulunduğu, bunların ne şekilde işletileceği özel kanunlarla belirlenmiş olduğundan, maden hukukunun değerlendirilmesi, bir medeni hukuk konusu olmaktan çıkmış, bir idare

hukuku konusu haline gelmiştir (Saymen ve Elbir, 1963).

Ardından Anayasa Mahkemesi'nin doğal kaynakların hukuki niteliğine ilişkin olarak verdiği kararda (Esas: 963/126, Karar 965/7, R.G.: 22.7.1965, sayı: 12055); *Anayasa'nın, doğal kaynakları, medeni hukuk anlamında bir mülkiyet düzeninin kapsamı dışında bıraktığı, bunların ancak devletin devlet olmak niteliği ile eli altında tuttuğu kamu malları düzeni içinde yer alabileceği* belirtilmiştir.

Bu karar sonrasında da; 1982 Anayasası m. 168 uyarınca devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan *doğal servet ve kaynakların*, sahip oldukları sosyal, ekonomik ve stratejik önem nedeniyle MK. ve Borçlar K. gibi özel mevzuat hükümlerinin uygulama alanı dışında bırakılması ve aynı nedenlerle Eşya Hukuku konusu dışında, MK. m. 641'de kamu mallarından *sahipsiz mallar* sınıflandırması içinde kabul edilmesi, onların, kural olarak İdare Hukukunun *kamu mallarına* ilişkin temel düzenlemelere tabi olduklarını göstermekteydi (Telli, 1989).

3213 sayılı Maden K. da, tıpkı 6309 sayılı Maden K. gibi, 4. maddesinde, madenlerin özel mülkiyete konu olamayacağını ve içinde bulunduğu arazinin mülkiyetinden ayrı bir *kamu malı* niteliğini taşıdığını ortaya koymuştur. Nitekim; en önemli doğal servet ve kaynaklardan *madenlere* ilişkin hukuki düzenlemeler, 1961 ve 1982 Anayasaları'nın sırasıyla 130. ve 168. maddelerinin dayandığı, yukarıda açıkladığımız *sahipsiz mal* kabul eden ilkeye uygun maddeler içermektedir. Zaten Medeni Kanun'un 632. ve 911. maddeleri nedeniyle doğabilecek herhangi bir duraksama, Maden K. kabulünden sonra artık tamamıyla yersizdi (Türk, 1979). Çünkü sonraki yasa olarak Maden Kanunu, söz konusu 4. maddesi ile madenleri özel hukuk anlamında bir *mülkiyet* konusu olmaktan kesinlikle çıkarmıştır.

Devamında, 3213 sa. Maden Yasasının 49. ve 50. m.lerinin iptali istemine ilişkin olarak Anayasa Mahkemesi'nin verdiği kararda da (Esas: 1985/20, Karar: 1986/30, R.G.: 15.3.1987, sayı: 19401); *doğal servet ve kaynaklarımızdan madenlerin Medeni Kanunun özel mülkiyet rejimi dışında*

tutularak haklarında özel kurallar konulmuş olmasının; şüphesiz bu doğal kaynağın tükenebilirlik, kullanıldıktan sonra bir daha yerine konulamama özellikleriyle yakından ilgili olduğu görüşü belirtilmiştir.

Son dönemde; maden cevherleri ile bu cevherlerin belirli alanları kapsayacak şekilde aranması ve işletilmesi haklarını sağlayan maden ruhsatları, Anayasamızın 168. m.si ve Maden K. kurallarına göre aynı nitelikte hak sağlamaktayken, 01.01.2002'de yürürlüğe giren 4721 sa. yeni MK.'ya göre kamu malı niteliğindeki madenlerin taşınmaz mülkiyetine konu olduğu yolundaki hükmü ile birlikte, maden ruhsatlarının aynı hak sağladığına ilişkin kuralları metinden çıkarılmıştır (Çanga, 2005; Yeni MK. m. 998). Artık, Yeni MK.'da madenlerle ilgili olarak sadece, çıkartılmış cevheri kapsar içerikli kabul edilmesinin uygun olacağı taşınır mülkiyeti kapsamındaki kurallar yer almaktadır (Ertaş, 2002).

Burada Kanun Koyucunun, bu maddeyi düzenlerken Devletin maddi olmayan, kendiliğinden taşınmaz malı durumundaki madenlerin detaylı olarak Anayasamızda ve kendi yasalarında düzenlenmiş olduğunu düşünüp, hatalı bir yaklaşımla Medeni Kanun dışında tuttuğu düşünülmektedir (Çanga, 2005). Bu konuyu mevzuat evrimindeki duruma göz atarak inceleyelim.

Madenlerle ilgili özel bir sicil olan Maden Sicili, 6309 sayılı Kanundan itibaren tutulmaktadır. Aslında öncesinde de, "kayıt defteri" ve sonra 1939'da "Taşra Maden İşlerine Dair Tarifname" ile Maden Siciline benzer biçimde "maadin defteri"ne kayıt yapılmaktaydı. Maden Sicilinin olmadığı bu dönemde madenler Maadin Nizamnamesi'ne göre taşınmaz olarak kabul edilmekteydi. Ancak maden mevzuatı ile tapu mevzuatı arasında bir uyumsuzluk bulunmamaktaydı (Kubalı, 1944b). Buna karşın söz konusu Tarifname'nin *madencilik faaliyetini*, 6309 sa. Yasanın ise *bulunmuş madeni* esas alması, söz konusu Yasanın MK.'ya uyma çabasını göstermekteydi. Böylece bu durum da bu dönemde MK. m. 632 ve m. 911'in öngörüsünü pratik olarak bertaraf etmişti (Göğer, 1979).

Konuyla ilgisi üzerine, Göğer'in eserinde belirttiği, *maden sicilinin* benimseyebileceği dizgeleri belirtelim: 1- Maden hakkı sahibinin ekonomik varlığına bağlı olan, "maden hakkı sahibinden hareketle maden sicili düzenlemesi", 2- Maden hakkı sahibinin yatırımı ile orantılı kredi alması ilkesini getiren "bulunmuş madene dayanan" dizge, 3- Maden hakkından hareket eden sicil dizgesi (Göğer, 1979).

Maden sicilinin ilk kez düzenlendiği 6309 sayılı Yasanın *bulunmuş maden* yöntemini getirmesi (Fındıkgil 1966; Aşula, 1968) sonucu, bu yöntemle maden hakkı sahibinin yatırımı ile orantılı kredi alması ve dolayısıyla da maden sicilinin, çıkarılan cevher ve işletme tesisatı kadar güvence vermesi sağlanmaktaydı. Ancak burada Göğer, üçüncü gösterdiğimiz, maden hakkı süresini ve bulunan madenin maden yatağındaki tahmini değerine göre kredi alınmasını öngörebilecek bir sicil mevcut yasada seçilmemiş olmasını eleştirmiştir. Ayrıca yazar, bulunmamış bir maden için verilen arama hakkının kurulmasının tescile bağlı kılınmamasının, yani, maden hakkının tescilsiz kazanılabilir olmasının da doğru olmadığını dile getirmiştir (Göğer, 1979).

Ancak genel itibarıyla görülmektedir ki maden mevzuatı; maden sicilini –öncesinde kayıt defterini ve Tarifname ile maadin defterini- uygulamaya koymuş ve maden sicili hangi dizgeyi öngörürse öngörsün, MK ve Tapu Sicili ile herhangi bir uyumsuzluğa düşmeyerek madenlerin taşınmaz olarak tescilinde bir sorun yaratmamıştır.

Özellikle 6309 sa. Maden Kanunu'nun yürürlüğe girmesi sonrasında, Aşula, eserinde, her ne kadar tapu sicilinden ayrı bir maden siciline gerek olmadığını belirtse de, maden mevzuatında maden sicilinin tapu siciline özgü kuvvetin tanınması yoluna gidilmesiyle anılan Maden Kanunu'nun MK.'ya uyumsuz olduğunun artık iddia edilemeyeceğini belirtmiştir (Aşula, 1968).

Günümüzde de geçerli bulunan 3213 sa. Maden K. ise "maden hakları ve faaliyetleri" sicile işlenir diyerek geçmiş dönemden biraz daha farklı bir düzenleme ortaya koymuştur. Söz konusu Kanun'un 38. maddesinde; "*Bütün maden hakları ve faaliyetleri ile ilgili teknik ve mali konuları havi maden sicili (...)* tutulur. Maden haklarının devir, intikal,

*haciz, rehin ve ipotek veya sona erme durumları bu sicile işlenir.” denmiştir.*

Maddede belirtildiği üzere maden siciline; madenlerin bulunmuşluğu, buluculuk hakları, arama ve bunlara ait işletme izinleri tescil edilir. Ayrıca bu sicile bu hakların devri, intikali, sona ermesi, haczi, rehin ve ipotek edilmesi, ihtiyati tedbir konulması durumları da işlenir. Hatta Danıştay’a göre maden ruhsatlarına ilişkin kira veya rödovans sözleşmelerinin de maden siciline tescili mümkündür (Gülün 2008; Topaloğlu 2010; E.1997/3, Karar 1997/13, 31.07.1997).

Burada; Eski MK. döneminden itibaren yeni MK. dönemine kadar madenlerin tapu siciline hiç kaydedilmediği dikkate alındığında, *madenlerin*, Devlet (ya da Maliye Hazinesi) veya özel gerçek, tüzel kişiler adına tapu sicilinin beyanlar hanesine yazılmasına gerek olmadığı, böyle bir işlemin yasal dayanağının bulunmadığı da düşünülebilir. Keza bunun da ana sebebinin, bu hakkın ancak bir sicile tescil edilebileceği şeklindeki genel hukuk kuralına uygun olarak çifte tescilden kaçınmak olduğu söylenebilir (Fındıkgil, 1966; Topaloğlu, 2010). Çünkü MK.’ya göre taşınmaz sayılan bir şeyin, başka bir kanunun taşınmaz hükümlerine tabi tutulmaması gerekmektedir (Yağlı, 2007). Ancak diğer yandan, madenlerin kadastro çalışmaları sırasında tapu sicilinin beyanlar hanesine yazılıp yazılmayacağı hususu, Yargıtay’a konu olmuş ve Yargıtay Yüksek 16. Hukuk Dairesi madenlerin tapu sicilinin beyanlar hanesine şerh düşülebileceğini kabul etmiştir (Topaloğlu, 2010; Yargıtay 16. HD., 12.02.2004, E.2004/1076, Karar 2004/2327).

Yeni Medeni Kanun’un 999. (Önceki MK. 912) maddesine göre, *“özel mülkiyete tabi olmayan ve kamunun yararlanmasına ayrılan taşınmazlar, bunlara ilişkin tescili gerekli bir aynı hakkın kurulması söz konusu olmadıkça kütüğe kaydolunmaz”*. Yani aynı hakların kazanılması tapu kütüğüne yapılacak tescile bağlıdır. Sözü edilen maddede zikredilen taşınmazlar arasında özel mülkiyete konu olmayacak sahihsiz taşınmazlar da bulunmaktadır (Onar, 1944; Ertaş, 2002). Madencilik faaliyetlerine ilişkin haklar, tapu siciline benzer şekilde oluşturulan maden sicilinin verdiği güvence

ve istikrar ile hukuki bakımdan kuvvetlendirilmiştir. Özel hukuktaki “aynı haklar” ile benzeyen yönleri yanında farklı birçok özelliği bulunsa da sonuçta, sicile kayıtla kazanılması, bu hakları aynı hak niteliğine yaklaştırmaktadır (Gülün, 2008).

Çıkarılmamış olarak yatağında mevcut bulunan madenlerin gerek doktrince gerekse de Medeni Kanun’da taşınmaz olarak kabul edildiğini belirtmiştik. Zikrettiğimiz aynı hakkın konusu eşyaya, yani sınırları belirli maddi (cismani) bir varlığı olarak nesnelere üzerinde verilmektedir (Ertaş, 2002). Ancak bu anda, sahihsiz mal olarak madenlerin “maddi olmayan aynı haklar” sağlayan kurallar olduğu düşünüldüğünde (Kubalı; 1944, Onar, 1967), Devlet, verdiği maden ruhsatlarıyla sahibi olduğu bu maddi olmayan hakkından yararlanma hakkını kişilere ve kuruluşlara devretmiş olur. Bu haklara aldığı ruhsatla sahip olan madenci de, Maden Kanunu’nda yer alan ödev ve yükümlülükleri üstlenmiş olur. Bu noktada Çanga, eserinde, Türk Medeni Kanun’da, örneğin Fransa Medeni Kanun’da olduğu gibi, gayri maddi hakkın ve bu hakkın aynı haklarla bağlantısının düzenlenmediğine işaret etmiştir (Çanga, 2005).

Sonuçta bu görüşü, yukarıda bahsettiğimiz, maddi (cismani) bir kıymet olmayan “maden hakkı”nın maden sicilinde tescili konusuyla da ilişkilendirebiliriz. günümüzde yürürlükte bulunan 3213 sayılı Maden Kanunu’nun kabulü sonrasında madenlerin maden siciline tescilinde artık Medeni Kanun’a uyumun eskisi kadar gerekmediği de iddia edilebilir.

Diğer yandan “sahihsiz şeyler ve menfaati umuma ait olan mallar” sınıfı tapuya tescil yönünden sınırlandırmaya tabi olmayıp istisnalar saklı bulunmaktadır. Kaldı ki kamu mallarının tapuya tescil edilmeleri onların özel mülkiyete elverişli oldukları sonucunu çıkarmaz. Yani kamu mallarının tapuda tescil edilmesi, onların niteliklerinin değişmesine de yol açmayacaktır (Maliye Bakanlığı, 1998; Turan, 1998).

Evrin sürecinde önceki MK. m. 641’de “sahihsiz şeyler ve menfaati umuma ait olan mallar” iken, yeni MK. m. 715’te “sahihsiz yerler ve yararları kamuya ait mallar” ifadesi ile bahsedilen kapsamın dili güncellenerek ayne

korunmuştur: “*Sahipsiz yerler ile yararı kamuya ait mallar, devletin hüküm ve tasarrufu altındadır. Aksi ispatlanmadıkça, yararı kamuya ait sular ile kayalar, tepeler, dağlar, buzullar gibi tarıma elverişli olmayan yerler ve bunlardan çıkan kaynaklar, kimsenin mülkiyetinde değildir ve hiçbir şekilde özel mülkiyete konu olamaz. Sahipsiz yerler ile yararı kamuya ait malların kazanılması, bakımı, korunması, işletilmesi ve kullanılması özel kanun hükümlerine tabidir.*”

Görüldüğü gibi Yeni Türk MK. m. 715’de (Eski Türk MK. m. 641); genel sular ile tarıma elverişli olmayan yerler ve onlardan çıkan kaynaklar özel mülkiyete konu olamayacak yerler olarak sayılırken; kamu yararı, kamu güvenliği ile çok yakından ilgili olan deniz ve göl kıyıları, yeraltı suları, madenler, petrol yatakları ve ormanlar -eski MK. ’da olduğu gibi- yine, söz konusu madde hükmünün kapsamına sokulmamıştır.

Ancak tüm bunların devletin hakimiyeti altında olup özel mülkiyete elverişli olmayan, doğal nitelikleri gereği kamu malı sayılmalarının ve sahipsiz mal kategorisine girmelerinin, daha doğru bir deyişle, Anayasaya göre de özel mülkiyete konu olamayacak olan yerler olarak kabul edilmeleri nedeniyle adı geçen yerlerin Medeni Kanun hükmü kapsamına girmesinin zorunlu olduğu kesindi (Düren, 1975).

Nitekim tüm kamu malları sınıflaması içerisinde, “devletin hüküm ve tasarrufunda” olarak nitelendirilen mallar çoğunlukla sahipsiz mallar kategorisine dahil edilen türde mallardır. Keza “devletin hüküm ve tasarrufu” terimi de, sadece bir istisna dışında, kanunlarda yalnızca devlet tüzel kişiliğinin elindeki mallar için kullanılmıştır. Tabii burada, bu terimi içeren mallarda, devletin mülkiyet hakkına sahip bulunması anlamında, yani özel hukuk anlamında mülkiyet olmadığı kesindi (Gülan, 1999).

Nitekim *sahipsiz mallar*, hukuki rejim bakımından birçok farklılıklar içeren, taşıdıkları farklı önemler nedeniyle, kamu malı konumuna sokulmuş, birbirleriyle ortak noktaları az olan mal kategorileridir. Ancak sonuçta *sahipsiz mal* sınıfı isabetli isimlendirilmiş ve tarif edilmiş değildir.

Çünkü bu malların sahibi vardır ve Devlet tüzel kişiliğidir. Devletin ülke unsurunu oluşturan ve özel kişilerin mülkiyetine tabi olmayan her yer Devlet tüzel kişiliğine aittir. Bu yüzden sahipsiz sınıflamasında sayılan mallar gerçekte sahipsiz değildir. Sadece sahipleri özel hukuk kişileri değildir. Bu da bir sebep değil, girdikleri konumun bir sonucudur. Bu gerekçelerle Gülan, sahipsiz mallara, daha doğru olabileceği üzere, sahipsiz yerine “kriterless mallar” denebileceğini belirtmiştir (Gülan, 1999).

Sonuç olarak, 1810 tarihli Fransız Maden mevzuatından alınan ve idare hukuku da Fransa’dan esinlenen Türk maden hukukunun, 1926’da İsviçre MK.’yı kaynak olarak benimsemesini ve Alman Hukukunun da İsviçre Hukukunu etkilemiş olmasını gözönüne alarak; Türk doktrininin, maden hukukunu değerlendirmesinde bu üç ülke mevzuatı ve doktrinini değerlendirmeye aldığı söylenebilir. Nitekim Kıta Avrupası içerisindeki bu ülkelerden İsviçre Hukukunda madenlerin taşınmaz olup olmadığı tartışılmıyordu. Fransız Hukukunun etkisi altında kalan anlayışa göre ise madenler taşınmazdı. Alman hukukunda esinlenen bir anlayışa göre ise, madenler üzerinde taşınmazlar gibi işlem gören bir tür aynı hak olup, bu aynı hak, taşınmazlardaki gibi işlem görecekti ve maden üzerindeki aynı hak Alman MK. ’nın taşınmazlara ilişkin hükümlerine tabi olacaktı (Göger, 1979).

Görüldüğü üzere ülkemizin maden hukukunu doğrudan yada dolaylı olarak etkilemiş söz konusu ülkeler içerisinde dahi bir fikir birliği bulunmamaktaydı. Nitekim benzer tablo, söz konusu ülkelerde kamu mallarının sınıflandırmasında ve bu mallardan yararlanma ölçütlerinde de kendini göstermiştir. Bakınız (Onar, 1944; Düren, 1975; Gülan, 1999). Ancak her ne kadar, günümüzde, yalnız ülkemizde değil ülkemizin benimsediği Kıta Avrupası Hukuk düzeninde dahi kamu malları teorisinde hala birtakım karışıklıkların var olduğu gözönüne alınabilir de; bu durumdan ayrı olarak kıyıları, doğal kaynaklar ve servetler ülkemiz bakımından kamu mallarının sert çekirdeğini oluşturduğu için Anayasa hükümleri ile tahsis edilmiş ve diğer kamu malları kategorileri bakımından



daha sağlam bir korumaya alınmıştır (Gülan, 1999). Dolayısıyla Türk mevzuatında madenlerin mülkiyeti ve rejimi konusu Anayasa hükümleri ile tartışmasız, sağlam bir temelde bulunmaktadır. Konuyu açıklığa kavuşturmak adına madenlerin mülkiyeti konusundan hareketle mevzuat evriminde madenlerin rejimi konusunu değerlendirelim.

## 2.2 Madenlerin Mülkiyeti ve Rejimi Konusunda Devletin Konumu

Madenlerin günümüzdeki kadar önem arz etmediği İslam dönemi ve 1858 tarihli Arazi Kanunu'na kadarki Osmanlı döneminde dahi *madenler* "devlet malı" olarak görülmekte (Günay, 2001) ve madenler üzerinde toplum yararını gözetecek şekilde devletin denetimi altında, devlet ve özel işletmeciliğinin birlikte bulunduğu domanial ve regalien maden rejimleri geçerli bulunmaktaydı (Aktan, 1986; Günay, 2001). Osmanlı Devleti'nin kuruluşundan Arazi Kanunu'na kadar, bazı arazi çeşitlerine göre değişmekle birlikte *accession sistemi* geçerli olabilse de, gerçekte özel şahısların madenleri işletebilme durumu istisnai, hatta yasaktı. Çünkü Osmanlı Devleti'nin kuruluşundan madencilik alanında batı kaynaklı Nizamnamelerin yayınlanmaya ve batılı yatırımcılara maden imtiyazlarının verilmeye başlandığı dönem olan 1850'lere kadar *madenler* üzerinde her ne olursa olsun devletin mülkiyet hakkına hakim olduğu görülmüştür. Nitekim Osmanlı Devleti'nde 1850'li yıllar öncesinde dahi genelde bütün madenlerin sahip olduğu önemden dolayı devlet, madenlerden elde edilen ürünlerin üretimi ve dağıtımını kendi tekeline almıştır.

Özellikle enerji madenlerinin öneminin daha da artmaya başladığı, Arazi Kanunu'nun yürürlüğe girdiği döneme denk gelen 1850'ler sonrasında ise, Osmanlı Devleti'nde özellikle stratejik öneme sahip olanları başta olmak üzere, madencilik kendi kendisini yönetmesi ve böylelikle de üretimde verimliliği arttırmak amacıyla çeşitli Kanunnameler yayınlanmıştır. Bu şekilde madencilikte bir otokontrol sistemi oluşturularak madenlerin belirli esaslarda düzenli olarak üretim yapar durumda bulunmaları sağlanmıştır (Tızlak, 1997).

Ülkemizde madenlerin hukuki rejiminin geçirdiği aşamalara bakıldığında, madencilik hakkında kanuni düzenlemelerin tarihçesi bakımından ilk adım olan 1876 tarihli Mecelle'nin, maden mülkiyeti konusunda *accession sistemini* kabul ettiği görülmektedir. Nitekim Kıta Avrupasında da

hemen hemen bütün eski Medeni Kanunlar bu sistemi kabul etmişlerdi (Kubalı, 1944b).

Mecelle'ye nazaran daha ayrıntılı bir şekilde düzenlenmiş olan 1858 tarihli Arazi Kanunu madde 107'de, arazi çeşitlerine göre toprağın ve buna bağlı olarak da içerisindeki maddelerin kimlere ait olacağı belirlenmiştir (Aşula, 1968; Düren 1972). Bu Kanuna göre, madenlerin beşte biri devlete, beşte dördü bulana aittir. Mülk topraklar hakkında *accession sistemi* kabul edilerek, bulunan madenler arazi sahibine ait olurdu, ancak arazi sahibi olan kişiler veya madeni bulanlar, madeni işletebilmek için devletten izin almak zorundaydılar (Onar, 1967).

Sonuçta, bu Kanunda maden mülkiyeti hakkındaki hükümler arazinin çeşitlerine göre değişmekteydi. Madenler hakkında; Mülk arazide "accession", miri arazide "domanial" ve metruk ile mevat arazilerde ise "sahipsiz eşya" kuralları kabul edilmişti. Burada Kubalı, bu dönemde miri arazilerde de devlete ait olunmakla birlikte "accession" hükümlerinin geçerli olduğuna işaret etse de, Osmanlı Devleti'nde arazilerin Devletin malı kabul edilmesi ve buna uygun yararlanma şekilleri ortaya konması gözönüne alındığında, sonuç olarak, Osmanlı Devleti'nde madenlerin çok önemli bir kısmının mülkiyetinin "domanial" kurallarına bağlı kılındığına işaret etmiştir (Kubalı, 1944a). Dolayısıyla bu durum "accession" sisteminin aslında uygulamada geçerli olamamış (Onar, 1967) olduğunu göstermekteydi. Nitekim, Arazi Kanunu, arazi (toprak) rejiminin özelliği bakımından *accession sisteminden* ayrılmaktaydı. Dolayısıyla Arazi Kanunu'nun geçerli olduğu bu dönemde, *domanial* ve *regalien* sistemin her ikisi birlikte benimsenmiş, böylece, madenin devlete ait olması veya madeni bulunanın maden üzerinde hak sahibi olması aynı anda uygulanmıştır. Tabii belirtmek gerekirse, bu dönemde Osmanlı Devleti'nde madenler devlet tarafından işletilmemiştir (Fındıkgil, 1966).

Madencilik faaliyetlerini düzenlemek için daha kapsamlı özel düzenlemelere gerek duyulması üzerine 10.04.1810 tarihli Fransız Maden Kanunundan örnek alınarak çıkarılan 1862 tarihli Maadin Nizamnamesi'ne göre, Devletten, maden aramak için *ruhsat*,

işletmek için ise *imtiyaz* almak gerekliydi. Maden hakkı sahipleri madeni işletmeye güçleri yetmezse ruhsatlar; idarenin izniyle devir veya fesih edilebilir, şirkete sermaye olarak konulabilir, miras yoluyla mirasçılara geçebilirdi. Bu özellikleriyle ruhsat ve imtiyaz, mülkiyet hakkının önemli özelliklerini taşıyan ve tamamen kişinin malvarlığına dahil bir değer niteliğindedir. İmtiyaz sahibi, işletme faaliyeti sonucunda çıkan madenlerin sahibi olup, devlete çıkardığı cevher oranında bir *resim* verirdi. Ruhsat sahibi madeni işletmezse, imtiyazı iptal edilerek hakkını kaybedecekti (Fındıklıgil, 1966; Onar, 1966).

Bu sürecin sonrasında ise, 1924 Anayasasıyla kabul edilen devletçilik ilkesi, yeni maden rejimlerinin doğmasına yol açmıştır (Onar, 1967). Osmanlı Devleti döneminde kapitülasyonlar ile, birçok alanda yabancılara verilen imtiyazlar, kamu yararı gözetmeksizin madencilik faaliyetleri gerçekleştirdikleri gözönüne alınarak geri alınmış, madenlerin ulusal yarara yönelik olarak işletilmesi ilkesi benimsenmiştir. Savaş sonrası güçsüz ekonomi, özel teşebbüsün girişimleriyle kalkınamayacağından, diğer sektörlerde olduğu gibi madencilik sektöründe de, kurulacak kamu teşebbüslerinin gerekli atılımları yaparak, özel girişime öncülük etmesi düşünülmüştür (Telli, 1989).

Sonrasında, 1926'da yürürlüğe konulan MK., ilgili m. hükümleri ile aslında, Mecelle ve Arazi Kanunu'nun bazı arazilerdeki madenler için kabul etmiş olduğu *accession* sistemini tamamen terketmiştir. Ancak, 23.06.1906 tarihli Maadin Nizamnamesi ve 17.06.1942 tarihli 4268 sayılı Kanun, 1954'te 6309 sa. Maden K. ile yürürlükten kalkıncaya kadar mevzuat öngörüsünde bir değişiklik olmamıştır (Onar, 1967). Nitekim Nizamname'nin 45. m.sinde, madenlerin Devletin idaresine bırakıldığı ya da hükümetin katılımı ile Türk şirketlerine ihale olduğu düşünüldüğünde, özellikle bu dönemde, devletçiliğe doğru kuvvetli bir adım atılması suretiyle *domanial* sistemin etkisinin daha çok hissedildiği gözlenmekteydi. Özellikle Arazi Kanununun yürürlükten kaldırılmasına karşın, MK.'nin kabulü sayesinde *domanial* sistemin faydalı uygulaması engellenememiş oldu.

Söz konusu dönem içerisinde, madenler üzerinde özel nitelikte bir "*domanial* sistemi"nin geçerli olduğunun kabul edilmesi gerektiği zorunluydu. Şöyle ki; her ne kadar MK. 644. maddesinde *accession* uygulamasının öngörülmesi ve bu

uygulamanın, Maadin Nizamnamesi'nde "*sathi* madenler" denilen madenler hakkındaki hükümlerde de mevcut bulunduğu ortada olsa da; aslında, söz konusu "*sathi* madenlerde" de *accession* uygulamasının *domanial* niteliğe bürünmüş olduğundan, "*asli* madenler"de ise *domanial* sisteminin uygulamada olduğundan bir şüphe duyulmamaktaydı. Zira Nizamname'nin birçok hükümleri; maden cevherlerini, birtakım sembolik tavizlerle şahsi mülkiyetin sınırları dışında bıraktığı gibi, onlara imtiyaz tasarrufu ile belirli bir hukuki bir varlık kazandırmakta, ve işletmeye başlandıktan sonra da istisnai bir hukuki rejime tabi tutmak suretiyle onları MK. m. 641 ve 644 kapsamına alarak *domanial* sisteminin uygulamasını temin etmekteydi. Bu noktada Kubalı ayrıca, kıyaslama yapılmak istendiğinde, Nizamname'nin madeni bulanlar lehine tanıdığı öncelik hakkının ve tazminatın; "*işgal*" ile kurulan bir mülkiyet hakkının, yani Roma Hukukundaki "*sahipsiz eşya*" sisteminin hukuki neticeleri olarak gösterilebilirse de, böyle bir iddiamın, bu dönemdeki mevcut düzenlemelerin ve uygulamaların varlığında *domanial* sistemin karşısında iddia edilemeyeceğini belirtmiştir (Kubalı, 1944b). Nitekim petrolü *maden* olarak değerlendiren Kubalı, 24.03.1926 tarihli Petrol Kanunu'na göre petrol arama hakkının dahi, Maadin Nizamnamesi hükümlerine uymak şartıyla devlete ait bulunması itibariyle, *accession* sistemi uygulamasının söz konusu edilemeyeceğini gösteren bir durum olarak bulunduğu işaret etmiştir (Kubalı, 1944a ve 1944b).

Dolayısıyla MK. madde 644'ün, en yeni görüşlere uygun olarak, arazi mülkiyetinin "*bütünleyici* parça" (*accession*) sisteminin uygulanabilirliği noktasının sınırlarını çizmiş olması, sonuçta; madenlerin *domanial* bir rejime tabi tutulabilmesi için en elverişli hukuki temelleri içeren MK. hükümleri ile, madenlerin arazi mülkiyetine kıyasla hukuki durumu bakımından eski mevzuatla Maadin Nizamnamesi arasındaki herhangi bir anlaşmazlığın çıkabilmesi olasılığını ortadan kaldırmıştı (Kubalı, 1944b).

Bu süreç içerisinde, ilerleyen zamanda; 1945'lerde başlayıp, 1950'den sonra artan devletçilik aleyhindeki düşünceler nedeniyle, *madenlerin* yabancı sermayeye bırakılması fikri ağırlık kazanmış ve 11.03.1954'te 6309 sayılı Maden Kanunu ile bir anlamda eski sisteme biraz daha yaklaşarak, madenlerin *devletin hüküm ve tasarrufu altında* sayılmasıyla beraber, işletilmesinde gerçek ve tüzel özel teşebbüslerin de daha ağırlıklı

olarak katılması esas alınmıştır. Şöyleki: Bu Kanun ile, maden hakkının sadece devlet tekelinde olması ilkesi kaldırılarak, Türk vatandaşı olan gerçek kişilerin de maden hakkı sahibi olabileceği ilkesi getirilmiş, ayrıca kanunlarımıza uygun olarak kurulan yabancı şirketlerin de madencilik sektöründe arama ve işletme hakkı sahibi olabilmesi sağlanmıştır. Bu yönüyle 6309 sayılı Maden K., evvelce kabul edilen imtiyaz sistemi ve devlet tarafından konulacak şartlar dahilinde işletme esasını kabul etmiştir (Telli, 1989).

Ancak 6309 sayılı Kanun'unun 4. maddesinin "*madenler devletin hüküm ve tasarrufu altında olup içinde buldukları arzın mülkiyetine tabi değildirlir*" yolundaki hükmü, çifte vurgu ile *accession* sistemini dışladığını ve madenlerin mülkiyet konusu olamayacağını ortaya koymaktaydı (Azrak, 1980). Nitekim bu süreçte Arazi Kanununun, esasen, madenlerin mülkiyetini devletin hakimiyeti olarak değerlendiren görüşüne paralel olarak; Arazi Kanunu'nun m. 107 hükmü, yeni teknik ilerlemeler ve kanundaki mülkiyet hakkı bakımından yapılan değişiklikler gözönünde tutularak, 6309 sayılı Kanuna aktarılmış oldu (Uçkan, 1983).

Keza devamında, 1961 Anayasası, 130. madde hükmü ile; yani "doğal servetler ve kaynakların devletin hüküm ve tasarrufu altında bulun"duğu hükmüyle, sadece *madenlerin* toprak mülkiyeti dışında kaldığını ve *kamu malı* niteliği taşıdığını kabul etmekle kalmamış, aynı zamanda bunların aranması ve işletilmesi hakkını da ön planda devlete vermiş, böylelikle de ilke olarak *domanial sistemi* benimsemişti. Bununla beraber maddenin son cümlesi arama ve işletmenin devletin özel teşebbüsle birleşmesi suretiyle veya doğrudan doğruya özel teşebbüs eliyle yapılmasını da -kanunun açık iznine tabi tutmakla birlikte- kabul ettiğine göre, *domanial sistem* yanında *regalien sisteme* de yer vermiş bulunmaktadır (Azrak, 1980). Dolayısıyla Türk Hukukunda *domanial* ve *regalien* sistem arasında karma bir sistem geçerli bulunmaktaydı.

Sonuç olarak, 1961 Anayasası sonrasında Medeni Kanun'un, madenleri, tabi buldukları arazinin bütünleyici parçası olarak gören maddeleri, hukuk sistemimizde ölü bir hüküm sayılmaktadır. Çünkü Kanun Koyucu, madenler konusunda bir takım özel

hükümler getirerek, bu alanı geniş ölçüde yeniden düzenlemiştir. Bu konudaki özel mevzuatın başında 6309 sayılı Maden K. gelmektedir. Bu Kanunun ana hükümlerine göre madenler özel mülkiyete tabi olmayıp, devlet, kendi tasarrufunda bulunan bu yeraltı servetlerini, belirli yöntemlere göre işletilmek üzere şahıslara geçici şekilde terkedebilirdi. Şahısların bu yoldan elde ettikleri bu dönemdeki işletme imtiyazları, MK.'nin anladığı anlamda, bir özel mülkiyet tarzı değildi (Feyzioğlu, Doğanay ve Aybay, 1968). Dolayısıyla bu süreçte, madenlerin kime ait bulunduğu, bunların ne şekilde işletileceği özel kanunlar ile belirlenmiş olduğundan, maden hukukunun değerlendirilmesi, bir medeni hukuk konusu olmaktan çıkmış, bir "idare hukuku" konusu haline gelmiştir (Saymen ve Elbir, 1963).

Bu sürecin devamında, 2.1.4 bölümünde değinilmiş olan, 1965 tarihli Anayasa Mahkemesi kararında da, Anayasa'daki, madenlerin *devletin hüküm ve tasarrufu* altında bulunduğu hükmüne paralel bir bakış açısı ortaya konulmuştur. Bu karar, Devletin madenler üzerindeki hakkının bir *mülkiyet hakkı* olmadığını, Devlet lehine dahi özel mülkiyet kurulamayacağını ifade etmektedir.

1982 Anayasası da, 168. maddesindeki hükmü ile, önceki Anayasanın ilk iki cümlesini aynen korumuştur. Bundan sonraki hükümlerinde de, ifade değişikliğine karşın, önceki Anayasadan farklı bir düzenleme getirmemiştir. Dolayısıyla 1982 Anayasası'nda da, tıpkı 1961 Anayasası'nda olduğu gibi *domanial* ve *regalien* sistemler birlikte kabul edilmiştir. "*Madenler devletin hüküm ve tasarrufu altındadır*" hükmü çerçevesinde 1985 tarihli 3213 sayılı Maden Kanunu da, (m. 4) hükmüyle yine Anayasalara paralel bir düzenleme yapmıştır.

Anayasa Mahkemesi'nin 1986'da verdiği karara da tekrar değinirsek; bu kararda Yüksek Mahkeme; "... söz konusu 49. maddenin dilekçede iddia edildiği gibi tüm madenlerin özel sektöre devri gibi bir amaç taşımadığı, aksine Devlet ile özel sektörün bir arada faaliyette bulunduğu karma bir sistemin doğmasına neden olduğu" açıklamasıyla kanaatini göstermiştir (Gülan, 2008). Bu Mahkeme tarafından Anayasanın 168. m.sindeki verilen anlamın belirlenmesi bakımından, bu karardaki kabul edilmeyen ve karşı oy gerekçesinde yer alan bakış açısının da önemi ve işlevi bulunmaktadır (Gülan,

2008). Söz konusu görüşte; her iki Anayasada da devletin önceliğinin (domanial sistem) kural olarak ve özel kişilere madencilik izninin tanınmasının (regalien sistem) istisna olarak düzenlendiği kabul edilmesine karşın; özellikle gerek 6309 sa. Maden Kanunu'nun 1961 Anayasası'na uyumlu hale getirilmediğine, gerekse de 1982 Anayasası sonrasında 3213 sa. Maden Kanunu'nda her ne kadar m. 4 hükmü geçse de bu yönde daha açıklayıcı bir düzenlemeye yer verilmediğine dikkat çekilmiştir.

Dolayısıyla, 1982 Anayasası'nın 168. maddesinde yer alan, maddenin anlamına ilişkin bu açıklama, devlet ve özel sektör bakımından arama ve işletme konularında eşitlik sağlayıcı bir yorumla Anayasa maddesinin ele alındığını göstermektedir (Telli, 1989; Gülan, 2008). Anılan kararda; 168. maddede, devlete bir öncelik, ve ancak yapamaması halinde özel sektöre imkan verilmesi şeklinde bir derecelendirme olduğu yorumunun çoğunluk tarafından kabul edilmemiş olması sonucu ortaya çıkmıştır.

Son dönemde, 26.05.2004 tarihinde yürürlüğe konulan 5177 sa. K. ile 3213 sayılı Maden Kanunu'nda yapılan değişiklikler sonucunda, devletin önceliği bir yana, maden arama ve işletme alanındaki varlığı düzenleyicilik ile sınırlandırılrsa da (Yağlı, 2008), öncelikle Maden Kanunu m. 4'e göre "madenlerin içinde buldukları arzın mülkiyetine tabi değildir" ifadesinde *madenin* kendisinin mi devletin hüküm ve tasarrufu altında olduğu, yoksa *maden yatağının* mı bu şekilde nitelendirildiği (Uçkan, 1983) ayrımının yapılması gerekmektedir. Burada, madenin çıkarıcı kişi tarafından üretimi gerçekleştirildiğinde, maden üzerinden hesaplanacak bir "devlet hakkı" sorumluluğu bulunmakta olup, üstelik bu devlet hakkının da *ayni bir hak* olmayıp maden üretimiyle sağlanacak gelirden devlet payına düşen kısım olduğu görülmektedir. Bütün bunlar, çıkarılmakla madenin mülkiyet konusu olduğunu ve *taşınmaz mal* mülkiyetinden kurtulup *taşınır mal* niteliğine dönüşerek özel mülkiyette kabul edildiğini, devlet hakkının dahi madenin bir kısmı üzerinden olmayıp, geliri üzerinden bir pay olarak düzenlenmiş bulunduğunu göstermektedir. Ancak burada;

maden çıkarma faaliyetine, madenlerin çıkarılmadan önce kamu mülkiyetinde, çıkarıldıktan sonra özel mülkiyette olduğunu söylemeyi haklı kılacak nitelikte bir hukuki konum oluşturmak da isabetli olamayacaktır. Dolayısıyla *devletin hüküm ve tasarrufu altında* olmayı mülkiyet hakkının bir çeşidi olarak ve kamu mülkiyetinin bir ifade biçimi şeklinde kabul etmek, madenler bakımından tatmin edici bir açıklama biçimi olamamaktadır. Çünkü, çıkarılmış olan maden, *devletin hüküm ve tasarrufu altında* olmaya devam etmemektedir (Gülan, 2008). Yani madenler üzerindeki kamusal mülkiyetin kendisi değil de sadece bunların işletme hakkı belirli bir süre ile özel kişilere bırakılabilir. Aksine, devlet, madenlerin mülkiyetini özel kişilere devredemeyeceği gibi, madenleri özelleştirme kapsamına da alamaz.

Sonuçta 3213 sayılı Maden Kanunu m. 4 hükmü ve 1961 ve 1982 Anayasaları'nın söz konusu kuralı gereği madenlerin *kamu malı* olduğu ilkesi esas alınarak özel ve tüzel kişilerce aranılıp işletilmelerine olanak sağlayan hükümleri, devletçe yapılacak gözetim ve denetim yöntem ve esaslarını içermekte (Çanga, 2005), bu suretle devlete madenler konusunda özel hukuki düzenlemeler getirme imkanı ortaya konulmaktadır. Devlet bu yetkisini madenlerle ilgili Kanun ve Yönetmelikler çıkararak, MİGEM vasıtasıyla da maden sahalarını sürekli denetim ve gözetim altında tutarak kullanmaktadır (Topaloğlu, 2010).

Nitekim devlet hakimiyeti sisteminde arazisinde maden bulunan kişinin, ileride maden sahasına dönüşecek olan arazisini kaybetmek tehlikesi ile karşı karşıya kalabildiğinden, bu doğrultuda Yeni MK. m. 754'de, madenlerle ilgili olarak *özel mülkiyet hakkının* kısıtlanabileceği öngörülmektedir. Madenler ile ilgili arazi sahibinin mülkiyet hakkını sınırlayan özel Kanun ise 3213 sayılı Maden Kanunu olmaktadır (m. 46).

Son olarak Danıştayın, 2004'te, (Danıştay 1. Dairesi, 05.03.2004 gün ve Esas 2004/17, Karar 2007/24 sayılı istişari görüşü) 1961 ve 1982 Anayasalarının öngördüğü söz konusu hükümleri doğrulayan görüşlerine yer vermesi ile, gerek 1986 tarihli Anayasa Mahkemesi kararındaki, gerekse de *madenlerin rejimi*

konusundaki tartışmalara netlik kazandırılmıştır.

### 3. SONUÇ

İslam döneminde olduğu gibi, Osmanlı Devleti'nin kuruluşundan 1850'li yıllara değin ülkemizde, devletin malı sayılan madenler üzerinde *domanial* ve *regalien* maden rejimleri geçerli bulunmaktaydı.

1876 tarihli Mecelle'nin, maden mülkiyeti konusunda *accession sistemini* kabul ettiği görülmektedir. Nitekim Kıta Avrupasında da hemen hemen bütün eski Medeni Kanunlar bu sistemi kabul etmişlerdi. Ancak, özellikle enerji madenlerinin öneminin daha da artmaya başladığı döneme denk gelen 1858 yılında Arazi Kanunu'nun yürürlüğe girmesinden, 1926 yılında 743 sayılı eski MK.'nin kabulüne değin, her ne kadar bazı arazilerde *accession sistemi* öngörülmüş olsa da bu, uygulamada geçerli olamamıştır. Cumhuriyet dönemine değin bu dönemde, yine, madenler üzerinde devletin hakim olduğu bir maden rejimi ortaya konmuştur.

Yürürlüğe girmesi sonrasında söz konusu Medeni Kanun, madenlerin mülkiyeti ve rejimi konusunda, öncesindeki Arazi Kanunu ve 1906 tarihli Maadin Nizamnamesi hükümlerinin öngördüğü uygulamalarda ortaya çıkabilecek karışıklığı bertaraf etme ve modern ihtiyaçları karşılama adına ülkemiz mevzuatında olumlu yönde bir etki yaratmıştır. Bu suretle geçmişte, ülkemiz mevzuatında bazı arazi çeşitlerinde öngörülebilen *accession* ve *sahipsiz eşya* kuralları, yerini sadece *domanial* ve *regalien* sisteme bırakmıştır.

Bu dönemde 743 sa. MK.'nin içerdiği bazı maddeleri gözönüne alınarak, madenler üzerinde *accession* uygulamasının *domanial* sistemle beraber geçerli olup olmadığı gündeme gelmişti. Ancak bu dönemde Türk MK.'nin kaynağı İsviçre MK.'da *sahipsiz şeyler* olarak *madenlerin* devletin hüküm ve tasarrufunda olduğu ve *madenler* üzerinde özel mülkiyetin kurulamayacağı, gerek MK. ve gerekse de İsviçre doktrinince ortaya konmuştu. Böylece İsviçre'de *madenler* hakkında ilgili diğer maddelerin geçersiz kılınarak, yalnızca m. 641'in varlığının geçerli

olabileceği hükmüne varılması, bu ülkede madenler üzerinde özel mülkiyet kurulabilmesinden söz edilebilmesinin artık mümkün olamayacağını göstermiştir.

Buna karşın Türk Hukuku'nda ise Cumhuriyetin kuruluşundan 6309 sayılı Maden Kanunu'na değin, 1906 tarihli Nizamname ve 1942 tarihli 4268 sayılı Kanun dönemlerinde uygulanamayan *accession* öngörüsü, baskın olan *domanial* rejimi ile birlikte, devam etmiştir. Yine de bu dönem içerisinde Medeni Kanun'un içerdiği maddeler gözönüne alınarak madenlerin hukuki rejiminin ihtilafı olabileceği iddiası Türk doktrinince kabul görmemişti. Nitekim bu durum, madenlerin mülkiyeti ve rejimi konusunda Türk Hukukunun ve Devletin uygulamadaki rolüyle de doğrulanmaktaydı.

Bu sürecin devamında özel K. olan 6309 sa. Maden K. "*madenler devletin hüküm ve tasarrufu altında olup, içinde buldukları arazinin mülkiyetine tabi değildir*" hükmüyle, Medeni K. madde 641 hükmünü doğrulamıştır. Sonra; aynı ifadesi ile 1961 Anayasası'nın madenler hakkındaki hükmü karşısında MK.'nin madenlerle ilgili hükümlerinin geçersiz kılınmasıyla (m. 632, 743 ve 911), artık Türk Hukukunda geçmiş dönemlerdeki gibi *accession* uygulamasının olabileceği hakkında herhangi bir iddiada bulunmak yersiz hale gelmişti. Ardından 1965'te Anayasa Mahkemesi kararı ve 1982 Anayasası'nın maden rejimi hakkında önceki Anayasa'dan farklı bir anlayış getirmemesi, ve en sonunda da günümüzde de geçerli bulunan 3213 sa. Maden K. aynı hükmü ile (m. 4), bu konu artık Türk Hukuku'nda kesin olarak çözüme kavuşturulmuştur. Nitekim 1986 yılındaki Anayasa Mahkemesi kararı ve son olarak 2004 yılındaki Danıştay kararı da maden rejimi konusunda 1961 ve 1982 Anayasaları'nın öngördüğü anılan hükümleri doğrulamıştır.

Sonuç olarak mevzuat evriminde, madenlerin kime ait bulunduğu, bunların ne şekilde işletileceği özel kanunlarla belirlenmiş olduğundan, özellikle 1961 Anayasa'sının kabulü sonrasında maden hukukunun değerlendirilmesi, bir medeni hukuk konusu olmaktan çıkmış, bir "idare hukuku" konusu haline gelmiştir. Söz konusu evrimde ortaya

çıkan bu maden rejimi tablosunda, madenlerin rejimi konusunu madenlerin mülkiyeti konusunun etkilediği görülmektedir. Bu evrimde;

1) Türk doktrini ve yargısı madenler üzerinde devletin bir *idare hukuku mülkiyeti* olduğu hakkında aşağı yukarı hemfikirdir. Nitekim İsviçre'deki doktrin de *idare hukuku mülkiyeti* kavramını doğrulamaktaydı. Ancak idare üzerinde varolan bu mülkiyeti özel hukuk mülkiyetiyle karıştırmamak gereklidir.

Nitekim kamu malı sayılan madenler üzerinde, özel hukuk anlamında bir devlet mülkiyeti söz konusu edilemeyeceği gibi, hatta devletin lehine dahi özel mülkiyet kurulamayacaktır. Yani Devlet, madenlerin mülkiyetini özel kişilere devredemeyeceği gibi, özelleştirme kapsamına da alamaz. Bu doğrultuda doğal servet ve kaynakların devletin hüküm ve tasarrufu altında olması, madenlerin devlet *denetiminde domanal ve regalien sisteme* uygun olarak işletilmesini öngörmektedir.

2) Türk doktrini ve mevcut Anayasa hükümleri ile yargı kararları, madenleri kamu mallarından sahipsiz mal olarak kabul etmekteydi. Bu kabul, sahipsiz mal sınıflaması içerisindeki madenlerin; -kıyılar gibi- yararı kamuya ait olan devletin hüküm ve tasarrufu altındaki mallardan ve eşya hukukundaki sahipsiz eşyadan farklı nitelikte olduğunu da ifade etmekteydi. Böylece sahipsiz mallar üzerindeki yararlanma rejiminin de öngördüğü üzere madenler üzerinde "sahipsiz eşya" öngörüsü ile bir maden rejiminin Osmanlı Devleti'nde dahi geçerli olamayacağı doktrince belirtilmiştir. Dolayısıyla mevzuat evrimi dikkate alınarak madenler üzerinde domanal sistemi dışında herhangi bir maden rejiminin uygulanamayacağı ortaya çıkmıştır.

Nitekim İsviçre'de de, gerek Kantonlar gerekse de doktrin, madenlerin yalnızca Türk Medeni Kanunu m. 641'deki sahipsiz mallar içerisinde değerlendirilebileceğini, yani madenlerin serbestçe işgal yoluyla kazanılacak nitelikte olmadıklarını ve dolayısıyla da madenler üzerinde *accession* uygulamasının söz konusu edilemeyeceğini ortaya koymuşlardır.

Üstelik *accession* sisteminin daha çok Amerikan Hukuk Sisteminin geçerli olabildiği ülkelerde ya da eyaletlerde geçerli olduğu ve mevzuat evriminde Kıta Avrupası Hukuk düzenini örnek almış Türk Hukuk Sisteminde Amerikan Hukuk Sisteminin hiçbir zaman geçerli bulunmamış olduğu gözönüne alındığında, yine bu durumda da Türk Hukukunda *accession* uygulamasından söz edilebilmesi kesinlikle mümkün değildir. Nitekim Kıta Avrupası Hukuk düzeninde de bu uygulamaya yaklaşan bir uygulama hemen hemen yok gibidir.

3) Eski MK. döneminde, çıkarılmamış madenler gerek doktrin gerekse de söz konusu Medeni Kanun'da *taşınmaz* olarak kabul edilmekteydi. Nitekim çıkarılmış madenler *taşınır* konumuna gelmektedir. Ancak madenlerin *taşınmaz* olup olmadığı İsviçre'de de ihtilafiydi. Özellikle sicile tescil edilecek *madenlerin* maddi olmayan mal olduğu dikkate alınmaksızın, bir *maden yatağı* mı yoksa *işletme hakkı* mı olduğu tartışması da yapılmıştı. Yeni MK.'dan ise madenlerin, tapuda tescil edilecek mallar içerisinde çıkarılması ve taşınmaz olmadığının kabul edilmesi yeni bir değerlendirme yapılmasını gerektirmektedir. Bu durumda mevzuat evriminde maden sicilinin tapu siciline özgü kuvvette varlığını sürdürdüğü gözardı edilmeyerek bir değerlendirmeye gidilmesi zorunludur.

Nitekim 6309 sayılı Maden Kanunu ile maden sicilinin oluşturularak bu sicile, tapu siciline özgü kuvvetin verilmesi sonucunda, madenlerin MK.'ya göre taşınmaz oldukları yönü korunmuş ve madenlerin tapu sicili ile ilişkilendirilmemesinden doğacak sorun giderilmişti. Aslında, öncesinde de, "kayıt defter" ve sonra "maadin defter" kaydı uygulaması ile *madenler* Maadin Nizamnamesi'ne göre *taşınmaz* olarak kabul edilmekteydi. Buna karşın maden mevzuatı ile tapu mevzuatı arasında bir uyumsuzluk bulunmamaktaydı. Dolayısıyla Yeni MK. ile madenlerin *taşınmaz* olarak kabul edilmeyişinin değerlendirmesi yapılırken, maden sicili ve öncesindeki uygulamanın varlığı gözönüne alınarak, bugüne kadar tapuya tescilin yapılmamış olması ve keza

hukuk sisteminin de çift sicile izin vermemesi dikkate alınmalıdır.

Tabii Medeni Kanun'daki yeni düzenleme sonrasında; madenlerin tapuya tescil edilemeyeceği gerekçe gösterilerek, madenlerin aranmasını ve maden yatırımcıları arasında eşitliği ortaya koyma vasıfları olan "bulunmuş maden" kavramının ve öncelik hakkı doğuran "buluculuk hakkı"nın niteliğinin zayıflatılmasına veya bertarafına da sebep olunmamalıdır. Ya da tam tersine, oluşan bu durum gerekçe gösterilerek mevzuat evriminde maden sicili uygulamasının yok sayılarak bu sicilinin kaldırılması da söz konusu edilmemelidir. Dolayısıyla Yeni Medeni Kanun değişikliği sonrasında, madenler hakkında yapılması gereken en önemli düzenleme, maden sicilinin tapu sicili eşdeğerinde olduğunun belirtilerek, madenlerin taşınmaz olarak maden siciline kaydının devam ettirilmesini sağlayacak hükümlerin hukuk sistemine yerleştirilmesidir. Böylece hem ruhsat güvencesi sağlanacak hem de tapuya tescil edilmesi gereken mallar arasından çıkarılan madenlerin mülkiyeti ve rejimi konusu daha sağlıklı bir zemine oturtulmuş olacaktır.

4) Eski MK.'da (m. 641) "*sahipsiz şeyler*" yerine yeni MK.'da (m. 715) "*sahipsiz yerler*" tabiri kullanılarak maddenin dili güçleştirilmiş, böylece maddede sayılan yerler yine özel kanun hükümlerine tabi kılınmıştır. Ancak doğal servet ve kaynaklardan olan *madenler* yeni MK.'da, yine eski MK.'da olduğu gibi sayılmamıştır. Ancak bu yeni durumda da, Eski MK.'da olduğu gibi, *madenler* doktrinle *sahipsiz mal* (yer) olarak görülmeye devam etmektedir. Çünkü devletin kamu malları üzerindeki hakkının niteliği konusunun Fransız, Alman ve İsviçre Hukuklarında dahi tartışmalı bulunduğu dikkate alındığında, özellikle ülkemizde kamu mallarını düzenleyen bir kanun da bugüne değin çıkarılmadığı için bu malların hukuksal durumunu açıklayabilmek bilimsel öğretiye ve yargısal kararlara dayanmaktadır. Özellikle kamu mallarının hepsi aynı niteliği göstermemekte olup,

özellikle *sahipsiz malların* her birinde farklı hukuki rejimlerin geçerli olabileceği doktrinle belirtilmiştir. Dolayısıyla gerek Yargı kararları gerekse de doktrinle kamu malları içerisinde kabul edilen madenler üzerinde özgün ve istisnai bir hukuki durum bulunmaktadır. Nitekim doğal kaynak ve servetler ülkemiz bakımından kamu mallarının sert çekirdeğini oluşturduğu için Anayasa hükümleri ile tahsis edilmiş ve diğer kamu malları sınıfları bakımından daha sağlam bir korumaya alınmıştır. Böylece Türk mevzuatında madenlerin mülkiyeti ve rejimi, Anayasa hükümleri ile tartışmasız, sağlam bir temelde bulunmaktadır.

Sonuç olarak; geçmişte, İslam dönemi ve Osmanlı Devleti'nin kuruluşundan 1850'li yıllara kadar, teknolojinin ve maliyetin sınırlı ölçüde yalnızca açık ocak madencilğine olanak tanınması, 1850'li yıllardan itibaren ise enerji hammaddelerinin önem kazanması, ve yine, geçmiş yıllarda ülkemizde yeterli maden araması yapılmayarak petrolle birlikte madenlerin varlığının da bu doğrultuda yeterince ortaya çıkarılmamış olması, tümüyle, accession sistemini domantal sistemle birlikte mevzuat evrimindeki belirttiğimiz dönemlerde var etmişti. Ancak, ülkemizde maden aramaları arttıkça ve bu suretle, esasında ülkemizin doğal servet ve kaynak varlığı yönünden daha zengin olduğu ortaya çıkarıldıkça mevcut maden rejimi seçimindeki tercihin de doğrudan etkileeneceği söylenebilir.

Bu çalışmada madenlerin mülkiyeti konusu açıklığa kavuşturulmaya ve bu konunun da ortaya çıkardığı maden rejimine etkisi incelenmeye çalışılmıştır. Şüphesiz ki, maden rejimine etki yalnızca mülkiyet konusuyla açıklanamaz. Ayrıca, çalışmada işlenmemesi tercih edilen, maden mevzuatı evriminde maden hakları çerçevesinde madencilik faaliyetlerinin kamu hizmeti olup olmadığı, devlet ve özel sektör tarafından maden işletilmesi, devletleştirme ve kamulaştırma gibi birçok konularda yapılacak çalışmalar da bu çalışmada bulunan eksikliği tamamlayabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Aktan, H., 1986. İslam'da Madenlerin Hukuki Statüsü, Atatürk Üniv. Yayınları No: 633, İlahiyat Fakültesi Yayınları No: 9, Erzurum, 105 s.
- Aşula, M., 1968. Türkiye'de Medeni Kanun Bakımından Maden Rejimi ve Mülkiyeti, Türkiye Ticaret Odaları, Sanayi Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği Yayını Ankara, 88 s.
- Azrak, A. Ü., 1980. Türkiye'de Madenlerin Hukuki Rejimi Üzerine Düşünceler, İHİD, sayı 2, s.3-9.
- Çanga, H. E., 2005. 5177 Sayılı Açıklamalı Maden Kanunu ve Yönetmelikleri, Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı, 500 s.
- Çelebican, Ö.K., 2008. Roma Eşya Hukuku, Yetkin Yayınları, 4. Baskı, Ankara, 331 s.; s.82.
- Derdiman, R. C., 2004. Türkiye İdaresinin Hukuksal Yönü ve Yapısı - Kamu Malları ve Kamu Görevlileri, II. Cilt, Alfa Yayın, İstanbul, 234 s.
- Duran, L., 1986. Kamusal Malların Ölçütü, Amme İdaresi Dergisi, C. 19, sayı 3, s.43-52.
- Düren, A., 1972. Toprak Hukuku Dersleri. AÜHF Yayınları No: 306, 127 s.
- Düren, A., 1975. İdare Malları, AÜHF Yayınları No: 373, Ankara, 144 s.
- Ertaş, Ş., 2002. Yeni Türk Medeni Kanunu Hükümlerine Göre Eşya Hukuku, 4. Baskı, Seçkin Yayıncılık, Ankara, 631 s.
- Feyzioğlu, F.N., Doğanay, Ü. ve Aybay A., 1968. Eşya Hukuku Dersleri. No: 8, İstanbul, 239 s.
- Fındıklı, Y., 1966. Maden Hukuku, İstanbul, 524 s.
- Göğer, E., 1979. Maden Hukuku, AÜHF Yayınları No: 441, Sevinç Matbaası, Ankara, 272 s.
- Gülan, A., 1999. Kamu Mallarından Yararlanma Usullerinin Tabi Olduğu Hukuki Rejim, Alfa Basım Yayın Dağıtım, İstanbul, 256 s.
- Gülan, A., 2008. Maden İdare Hukukumuzun Ana İlkeleri ve Temel Müesseseleri, Lamure Kitabevi, İstanbul, 311 s.
- Günay, H. M., 2001. İslam Hukukunda ve Osmanlı Uygulamasında Kamu Malları, Şule Yayın, 343 s.
- Güran, S., 1984. Anayasa Mahkemesinin Kamu Malına Bakışı, İHİD, Yıl 5, Sayı 1-3.
- Kayserili, Y. ve Topaloğlu, M., 1990. Türk Maden Hukuku ve Yeraltı Zenginlikleri Mevzuatı, Kazancı Hukuk Yayınları No: 75, İstanbul, 544 s.
- Kırbaş, S., 1988. Devlet Malları, Adım Yayıncılık, Ankara, 164 s.
- Kubalı, H. N., 1944a. Eski Mevzuatımız ve Maden Mülkiyeti (01.05.1942 tarihli yazısı) Ebul'ula Mardin'e Armağan, İÜHF, İstanbul, s.795-825.
- Kubalı, H. N., 1944b. Medeni Kanun ve Maden Mülkiyeti, Medeni Kanununun XV. Yıldönümü İçin, İstanbul, s.833-880.
- Maliye Bakanlığı Milli Emlak Genel Müd., 1998. Devlet Mallarının Korunması, Ankara, 21 s.
- Onar, S. S., 1944. Türk Hukukunda Kamu Emlakı Teorisi (Mukayeseli Tetkik), Ebul'ula Mardin'e Armağan, İÜHF, İstanbul, s.479-535.
- Onar, S. S., 1966, 1967. İdare Hukukunun Umumi Esasları, Cilt II-III, 3. baskı, İstanbul
- Saymen, F. H. ve Elbir, H. K., 1963. Türk Eşya Hukuku, Filiz Kitabevi, İstanbul, 751 s.
- Sirmen, L., 1995. Eşya Hukuku Dersleri, Savaş Yayınları, Ankara, 340 s.
- Tamzok, N., 2008. Madencilik Politikası ve Hukuku, Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı. Maden Müh. Odası, Ankara, s.3-41.
- Telli, S., 1989. İdare Hukuku ve Uluslararası Hukuk Açısından Madenler, S Yayınları, Ankara, 240 s.
- Tızlak, F., 1997. Osmanlı Döneminde Keban-Ergani Yöresinde Madencilik (1775-1850). Türk Tarih Kurumu Yayınları, VII. Dizi, Sayı, Ankara, 216 s.
- TMD., 2011. Türkiye Madenciler Demeği (TMD) Madencilik Bülteni. Eylül 2011, İstanbul.
- Topaloğlu, M., 2010. Maden Hukuku 5995 sayılı Kanunla Değişik Maden Kanunu ve İlgili Mevzuat. Karahan Kitabevi, Adana, 857 s.
- Turan, T., 1998. Devlete Ait Taşınmaz Malların Tek Elden Yönetimi, Maliye Bakanlığı Milli Emlak Genel Müdürlüğü, 102 s.
- Türk, H. S., 1979. Devletçe İşletilecek Madenler Hakkında Kanun Üzerinde Açıklamalar, AÜHF Dergisi, C. 36, sayı 1-4, Ankara, s.83-119.
- Uçkan, Ö., 1983. Türk Hukukunda Madencilik İlişkin Haklar ve Bunların Ticaret Şirketlerine Sermaye Olarak Getirilmesi, Eskişehir, 144 s.
- Yağlı, A., 2007. Bergama-Ovacık Altın Madeni Çevre Hakkı-İdarenin Sorumluluğu, yüksek lisans tezi, Galatasaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Hukuku Anabilim Dalı, 127 s.
- Yayla, Y., 1994. Kamu Malının Çağdaş Tanımı, Hukuk Araştırmaları 1992-1993, Marmara Üniv. Hukuk Fakültesi, C. 7, Sayı 1-3, İstanbul, s.7-17
- Yersel, K., 1970. Türk Madencilik Sorunları, Odası Yayınları, Ankara, 99 s.
- Yıldırım, R., 2012. İdare Hukukuna Giriş. T.C. Anadolu Üniv. Yayını No: 2466, Ankara, s.3-45.



## 3213 Sayılı Maden Kanunu Öncesinde ve Sonrasında Maden Arama Faaliyetlerindeki Değişikliklerin İncelenmesi

### *Analysis of The Changes in Mining Exploration Activities Before and After Mining Law No. 3213*

T. D. Yıldız

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul*

**ÖZET** 15.06.1985 tarihinde yürürlüğe konulan 3213 sayılı Maden Kanunu, tüm dünyada maden kanunlarında yoğun ve radikal değişikliklerin yaşandığı bir döneme denk gelmektedir. Bu Kanunun öncesinin ve sonrasında incelenmesi, günümüzde madencilik sektörü açısından doğru tespitlerin ortaya konulması adına önem arz etmektedir.

Arama faaliyetleri, yatırımcılar açısından madencilik faaliyetlerinin başlangıcını teşkil etmekte ve en riskli dönemi olarak kabul edilmektedir. Arama döneminde, maden haklarındaki ilgili tüm tarafların herbirinin haklarını gözetken kamu yararının sağlanması; madenlerden en iyi surette yararlanılması amacıyla maden ruhsat sahalarının atıl bırakılmaması ile yatırımcılar arasında eşitlik ilkesini barındıran ruhsat güvencesi dengesinde ortaya konulabilecektir. Bu noktada arama dönemlerinin süreleri; arama sahasının sınırları, sınırların taksiri; verilen hakkın ruhsat alanındaki tüm mineralleri kapsayıp kapsamadığı, aynı alan içerisinde farklı mineraller için birden çok şahsa ruhsat verilip verilemeyeceği; arama döneminde üretim izni, mali-teknik yeterlilik derecesi, teşvik; bulunmuş maden ve öncelik hakkı kavramları; ruhsat sahibini madencilik faaliyetine zorlayıcı ve özendirici uygulamaların ölçüsü gibi konuların tümü birlikte incelenmelidir.

**ABSTRACT** Mining Law No. 3213 came into force on 06.15.1985, mining laws all over the world are experiencing intense and occurs at a time of radical changes. The pre-and post-examination of this Act, the right to present the findings put forward on behalf of the mining industry is of great importance.

Exploration activities to investors and will form the beginning of mining activities is considered to be the most risky period. In the period of the exploration, mining rights of each of all relevant parties to ensure that uphold the public interest; metals and mining license areas in order to benefit from the best way be left idle with the principle of equality between investors, host of the balance of the license assurance. At this point, the exploration time periods of the exploration area boundaries, borders, negligence, it covers all minerals in the right license, for different minerals in the same area more than one person be given a license, permission to exploration in the manufacturing, financial and technical qualification, promotion, found mine concepts, and the right to a priority; licensing issues such as the owner of the mining activity measure compelling and encouraging all applications should be examined together.

## 1 GİRİŞ

Madencilik faaliyetleri, arama ile başlayan, maden işletmesi sürecinde cevher üretimi-zenginleştirilmesi ile devam eden, kaynağın tükenmesini takiben çalışılan yerlerin kapatılması ve çevre düzenlemesini de kapsayan bir süreçler bütünüdür. Maden

yatırımcısı bu faaliyetleri gerçekleştirmek için idareye başvurmaya karar vermeden evvel, öncelikle maden kanunu (MaK.) ve yönetmelikleri başta olmak üzere ilgili diğer tüm mevzuatın, kendisine faaliyeti sonucu kâr getirebilecek, yeterli derecede ruhsat güvenilirliğini sağlayabilecek koşulları içerip içermediğini değerlendirir.

Maden yatırımcısının haklarının tüm diğer tarafların (bunlar; devlet, arazi sahipleri ve arazideki diğer maden hakkı sahipleri) haklarıyla birlikte korunması, madenlerden en iyi şekilde yararlanılabilmesi amacıyla, madencilik faaliyetlerinin üstün kamu yararı ortaya koyduğunun tespiti ile değerlendirilebilir. Bu değerlendirmenin şüphesizki sektördeki tüm yatırımcılar arasında eşitsizliğe meydan vermeyecek şekilde yapılması da gerekmektedir. Bu çerçevede madencilik sektörüne yatırımı etkileyen mevzuat değişikliklerinin yalnız mevcut zamanında değil tüm maden mevzuatı evrimindeki değişimle birlikte incelenmesi gerekmektedir.

## 2. TÜRK MADEN MEVZUATI EVRİMİ

### 2.1 3213 Sayılı Maden K. Öncesi Dönem

Osmanlı Devleti döneminde ilk yasal düzenleme 1858 yılında çıkarılan Arazi Kanunu'dur. Bu Kanun (K.) yürürlüğe girinceye kadar, madenlerle ilgili özel düzenleme mevcut değildi. Ardından 1862 tarihinde, Fransız Maden Kanunu'ndan alınan Maadin Nizamnamesi, ve devamında 23.06.1906 tarihli Maadin Nizamnamesi yürürlüğe konmuştur. Cumhuriyet devrinde de 6309 sayılı (sa.) Maden Kanunu'nun yürürlüğe girdiği tarih olan 11.03.1954'e kadar, 1906 tarihli Nizamname ve 17.06.1942 tarihli "Madenlerin Aranması ve İşletilmesi Hakkında Kanun"da değişiklik getiren 4268 sayılı Kanun, madenleri düzenleyen kurallar olarak kalmışlardır. Ayrıca bu dönem içerisinde 1926 yılında yürürlüğe konulan 743 sayılı Medeni Kanun ile madenlerin mülkiyeti ve hukuki rejiminde getirilen anlayışla 1876 tarihli "Mecelle"nin kabul ettiği sistem terk edilmiştir.

Devlet işletmeleri ile özel kişilere ait işletmeler arasında eşitlik sağlama yönelimindeki 6309 sayılı Maden Kanunu, kapsamı ve uygulamaları itibarıyla bürokratik işlemleri çoğaltması neticesinde Maden Kanunu'nun olumlu yanlarını ortadan kaldırarak içerdiği düzenlemeleri başarısız kılmış ve böylece eski düzenlemelere göre birtakım geriye gidişler yaşatmıştır.

Nitekim bu olumsuz tablo sonrasında, Planlı Kalkınma Dönemi olarak adlandırılabilir 1961-1980 arası dönemde iktisat politikası uygulamaları, beşer yıllık

plan ve programlar şeklinde ortaya konularak; 6309 sayılı Maden Kanunu'nda herhangi bir değişiklik yapılmaksızın, 1961 Anayasası'na, *doğal servetlerin ve kaynakların devletin hüküm ve tasarrufu altında olduğu* hükmü getirilmiştir. 1963'de ise 271 sayılı Kanun ile mevcut Kanunun tümünden değiştirilmemesi tercih edilerek mevzuatta olumlu yönde değişiklikler ortaya konmuştur. Devamında, 1970'li yıllarda dünyada yaşanan petrol krizi ve linyite dayalı termik santrallerden elektrik üretiminin planlanması nedeniyle, o zamanın belli başlı gelişmiş ülkelerinin de yönelmesi dikkate alınarak, özel sektörün elindeki bir kısım maden işletmelerinin Devlet eliyle yürütülmesine karar verilmiş ve bu amaçla 04.10.1978'de 2172 sa. "Devletçe işletilecek Madenler Hakkında Kanun" çıkarılmıştır.

1980 yılından itibaren ise ekonomide dışa açık gelişme stratejisi yürürlüğe konularak, özelleştirmelerle ve enerji politikalarıyla ilişkili Dünya Bankasıyla yapılan anlaşmalar doğrultusunda yeniden şekillendirilmiştir. Bu çerçevede öncelikle 2172 sayılı Kanun'a ilişkin işlemler durdurulmuştur. Daha sonra 10.06.1983'de çıkartılan 2840 sayılı Kanun ile 2172 sayılı Kanun yürürlükten kaldırılmış ve daha önce kamu kuruluşlarına devredilen demir ve linyit sahalarının eski maden hakkı sahiplerine iade edilmesi öngörülmüştür. Diğer taraftan bu Kanuna göre, Bor tuzları, Uranyum ve Toriyum gibi stratejik madenlerin işletilmesinin ancak devlet eliyle yapılacağı hükme bağlanmıştır.

### 2.2 3213 Sayılı Maden Kanunu Dönemi

6309 sayılı Maden Kanunu madenciliğin ihtiyaçlarına cevap veremeyince yürürlükten kaldırılarak, yerine, 15.06.1985 tarihinde 3213 sayılı Maden Kanunu uygulamaya sokulmuştur. Bu Kanunun da bazı maddeleri (m.) önce 25.06.1987 tarihinde 3382 sayılı Kanun ile değişikliğe uğramıştır. Ardından 16.02.1994 tarihinde yürürlüğe giren 3971 sayılı Kanun ile 2840 sayılı Kanun'un 2. maddesi değiştirilerek, "*Bor tuzları, uranyum ve toriyum madenlerinin aranması ve işletilmesi Devlet eliyle yapılır*" hükmü korunurken, trona ve asfaltit madenlerinin ise özel sektör tarafından aranması ve işletilmesinin yolu açılmıştır. Devamında sektörün sorunları ve geliştirilmesiyle ilgili gerekli çözümleri üretememesi nedeniyle 26.06.2001 tarihinde 4683 sayılı Kanun ile değişiklik geçiren 3213 sayılı Maden Kanunu,

ardından daha kapsamlı değişikliklere uğratılmıştır.

### 2.3 3213 Sayılı Maden K. Sonrası Dönem

26.05.2004 tarihinde yürürlüğe giren 5177 sayılı Kanun ile değişik 3213 sayılı Maden Kanunu ile, yatırımcı lehine maden ruhsatının iptaline ilişkin hükümler azaltılıp şartları ağırlaştırılarak, yerine mali yaptırımları tercih etme anlayışı ile ruhsat güvencesi ortaya konulmaya çalışılmıştır. Madencilik prosedürleri azaltılmaya çalışılmış ve madencilik sektörünün önünü açan teşvikler getirilmiştir. İzin konusunda ortaya çıkan tikanıklık bertaraf edilmeye çalışılmıştır. Yine, 1993 yılında, Maden Kanunu'nun 46. maddesinin, işletme aşamasında madenci lehine kamulaştırma yapılabilmesine imkan veren son fıkrasının Anayasa Mahkemesince iptali ile ortaya çıkan kamulaştırma yapılamaması hali de bu Kanun düzenlemesiyle giderilmeye çalışılmıştır. Sonuçta söz konusu Kanun ile 3213 sayılı Maden Kanunu'nun büyük kısmı değişikliğe uğramıştır (Ayrıca 20.12.2005'de 5446 sayılı Kanun ile de değişiklik yapılmıştır). Taşocakları Nizamnamesi yürürlükten kaldırılarak bütün taşocağı malzemeleri Maden Kanunu kapsamına alınmıştır.

Son olarak; madencilik faaliyetlerinin sürdürülmesi için alınması gereken izinleri düzenleyen yönetmeliğe yetki veren Kanun maddesinin Danıştay'ın iptal gerekçesi dikkate alınarak Anayasa Mahkemesi tarafından (15/01/2009 tarihli ve Esas 2004/70, 2009/7 sayılı Kararı) iptal edilmesi nedeniyle, 24.06.2010 tarihinde "5995 sayılı Kanun ile değişik 3213 sayılı Maden Kanunu" yürürlüğe konulmuştur. Böylece uygulamada çözüm bekleyen bazı konularla ilgili olarak Maden Kanunu'nun çeşitli maddelerinde değişiklikler ve eklemeler yapılmıştır.

## 3. MADEN ARAMA FAALİYETİ

### 3.1 Arama Ruhsatı Başvurusu ve Sınırları

6309 sayılı Maden Kanunu hükümlerine göre, belli bir maden için bir arama ruhsatı verilebileceğinden, bununla ilişkili harç ve teminatlarının da her ruhsat için ayrı ayrı olmak üzere verilmesi gerekmektedir. Bu düzenleme arama faaliyetlerine girişecek yatırımcıların ciddi olanlarının başvuru

yapmasını sağlama amaçlıydı. Esasen bu da, başvuruların sonuçlanmasını, muhataplarını etkileyen, arama ruhsatı verilmesine esas teşkil eden öncelik hakkı ile sağlanmaktaydı. Nitekim öncelik hakkı, bir yandan maden aramaya başlamak isteyen bir yatırımcının faaliyetlerini güvence altına alırken, diğer yandan faaliyetlerin ciddiyele yapılması için birtakım gereksiz işlemlerle idari işlerin zorlaştırılmamasına ve uygulamanın hızlı bir şekilde ortaya konmasına da başlangıç oluşturmaktaydı. İlk başvuran şahsın; arama ruhsatı dönemi sonrasında madeni bulunduğu takdirde işletme hakkı alma ve buluculuk hakkından faydalanma yetkileri vardı. Bu dönemde ayrıca, arama ruhsatı edinimi konusunda idarenin takdir yetkisi bulunmakla birlikte mevzuattaki bu teminatlar ve harçlar da, bir çeşit mali yeterlilik olarak idarece kabul edilmekteydi.

271 sayılı Kanun ile değişen 6309 sayılı Maden Kanunu madde fıkrası 18/4'e göre, maden arama ruhsatı istenen saha 2000 hektarı geçemezdi. Bu sınırı geçmesi halinde arama ruhsatı sahalarının 2000 hektara kadar taksiri istenerek, hem yatırımcılar arasında eşitsizliğe meydan verilmesi engellenmek istenmiş hem de söz konusu sahaların atıl bırakılmaması amaçlanmıştır. Ancak bir diğer Kanun hükmüne göre; aynı şahıs öncelik hakkını elde ederek, aynı maden için birden fazla sayıda ruhsat almak suretiyle birbirine bitişik olarak arama ruhsat alanlarına sahip olabilmekteydi. Dolayısıyla da Maden Kanunu; bir yandan ruhsat alanlarını, sürelerini esneklik göstermeksizin kesin olarak sınırlandırırken, diğer yandan aynı şahısta yeterli derecede mali-teknik yeterlilik aramaksızın birden fazla ruhsat alabilmesine imkan vererek bu şahsın neredeyse sınırsız derecede ruhsat alanına hüküm edebilmesine göz yumacak şekilde, ruhsat sahalarının atıl kalmasıyla neticelenen bir tablo ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tüm bu haller birlikte düşünüldüğünde oluşan bu tablo, bu dönem yürürlükteki söz konusu Kanun maddelerinin tutarsızlığını göstermekteydi.

Oluşan bu durum ortadayken, Maden Kanununda sınır ihtilafları engelleyecek nitelikte bir düzenleme de gerekmektedir. Osmanlı Devletinden Türkiye Cumhuriyeti'ne değin yürürlükteki kanunlarda, arama yapılacak saha sınırlarının haritalarla belirli hale getirilmesi zorunluluğu varken, bu zorunluluk 6309 sayılı Maden Kanunu ile kaldırılıp yerine, arazide seçilecek noktaların

beyan edilerek gösterilmesi suretiyle yapılan yeni bir sınırlama yöntemi konmuştu. Söz konusu değişimle ölçü, teknik reddedilerek, yerine tarif ve şahitlik yöntemi getirilmişti. Böylece bu dönemde sınır ihtilafları yüzünden aynı saha üzerinde birkaç kişiye birden arama izni verilebilmesi hali sıkça gözlenmekteydi (Yersel, 1970). Diğer yandan, arama başvuru sahibinin teslim ettiği belgelerde ufak hata ve eksiklikler nedeniyle iptal kararı veren, mevzuatın ortaya koyduğu uzun formaliteler ile maden hakkı sahiplerinin maden sahasına sermaye yatırmasına engel teşkil eden anlayışın bu dönemde değişmesi gerekmektedir.

Bu nedenle tüm sınır ihtilaflarına meydan veren düzenlemeleri dikkate alarak; Kanunun mevcut düzenlemesinin, özellikle arama ruhsat başvuruları dolayısıyla, sınır noktaları, saha sınırları, başvuru sahası yüz ölçümü, kroki gibi hususlarda arayıcıları birçok zorluklara maruz bırakması ve mevcut sistemin birçok formalitelere dayanan, maden haklarının yitirilmesine, uzun masraf ve uğraşlara sebep olabilen bir sistem olduğu gözönüne alınarak, ülkeyi mümkün olan en küçük maden sahası parsellerine ayırabilecek parselasyon sisteminin kabulünün bu bağlamda faydalı olabileceği savunulmuştur (Fındıkgil, 1966).

3213 sayılı Maden Kanunu döneminde ise önceki dönemde sabit 2000 hektar olan madenler için alan sınırlaması kaldırılarak; mermerler için en fazla 250 hektar, göl sularında en fazla 2000 hektar alan için (göl suları için bu sınırlama 4683 sayılı Kanun ile kaldırılmıştır), madenlerde ise bir alan sınırlaması olmaksızın arama ruhsatı başvurusunun yapılabilmesi düzenlemesi getirilmiştir. Öncelik hakkı esas olmak üzere, başvuran, alan uygun ise, doğrudan arama ruhsatı talebinde bulunabilir veya ücretini ödeyerek 15 gün süre ile rezervasyon yaptırabilirdi (m. 16). Ancak bu uygulamada rezervasyon süresinden ötürü, bazı madenciler çok büyük alanlara başvuru yapmakta ve tebliğ tarihini izleyen 16. günde ise aynı sahaya daha değişik koordinatlarla başvuru yapmak suretiyle, bir saha çok uzun süreler için bir madenci lehine kapalı kalabilmekteydi. Yapılan bu hilenin yanısıra bu dönemde başvurular sırasında çeşitli uyumsuzluklar da görülmekteydi. Diğer yandan maden ya da mermer arama başvurusunda bulunanların başvurularının anında değerlendirilmeyip 19-30 gün sonra değerlendirilmesi sonucu da birçok ciddi yatırımcının başvurusu daha baştan iptal olmaktaydı (Ülusoğlu, 1992). Ayrıca

mermerlere tanınan alan sınırlarına kıyasla maden ruhsat alanlarına tanınan sınırsız saha izni bulunmasından faydalanan başvuru sahiplerinin mermer aramak istemelerine rağmen bunu belirtmeyerek, maden arama ruhsatı başvuruları yaptıkları ortaya çıkmıştı (Çanga, 2005).

Burada, maden ruhsat alanlarının sınırsız olarak belirlenmesinden yararlanma hali; belirttiğimiz üzere her ne kadar bir önceki dönemde Maden Kanununda arama ruhsat sınırı belirlenmiş olsa da tek şahsın birden fazla arama ruhsat edinebilmesi hakkının bulunması neticesinde, dolaylı olarak arama ruhsatına tanınan alanın sınırsız olabilmesi durumunun, sonraki 3213 sayılı Maden Kanunu döneminde doğrudan mezuatta sağlanarak devam etmesi, ve bu suretle de maden hakkı sahibine kötü niyetli olarak maden sahalarını atıl bırakmasına imkan veren bir durum ile kendini göstermiştir. Özellikle arama ruhsat sınırlarında yapılan bu değişiklik, 3213 sayılı Maden Kanunu'nun genel olarak madencilik sektörü için olumlu bir Maden Kanunu düzenlemesi anlayışı ortaya koymuş olamayacağını gösteren en büyük delildi.

Söz konusu Kanun ile ayrıca, bir önceki Kanunda belirlenmiş azami arama ruhsat sınırı olan il sınırları uygulaması kaldırılmış, sahanın sınır noktalarının 1/25000'lik topoğrafik haritalar ve "koordinat sistemi"ne göre belirlenmesi yöntemi kabul edilmiştir. Ruhsat harçlarından başka, 6309 sayılı Maden Kanunu ile kaldırılan, hektar başına alanda ruhsat cinsine göre artan bir "teminat" alınması uygulaması yeniden getirilmiştir. Ancak her ne kadar söz konusu hükümler tekrar 3213 sayılı Maden Kanunu ile getirilip bu yönüyle oluşan geriye gidış önlenmek istense de, 6309 sayılı Maden Kanunu'ndan farklı olarak 3213 sayılı Maden Kanunu'nda madenler için herhangi bir alan sınırlaması öngörülmediğinden, bu düzenleme, saha spekülasyonu yaratanlar için caydırıcı bir nitelik yaratmamış, aksine bu dönemde arama yapmak isteyen yatırımcıları, yine 6309 sayılı Maden Kanunu döneminde olduğu gibi, spekülasyon ve sahaları kapalı tutma yönelimine iterek madencilığe tarif edilemez nitelikte zararlar vermiştir. Gerçekten de 271 sayılı Kanun'un yürürlüğe girmesinden petrol bunalımının ortaya çıktığı dönem arasında denk gelen (1963-1972) yıllarda toplam saha sayısı ile faaliyette olan saha sayısı arasındaki belirgin fark, bu dönemdeki saha spekülasyonu iddialarını açıkça doğrulamaktaydı. Bakınız (Alp, 1975).

Son dönemde 5177 sayılı Kanun ile, geçmiş dönemde arama ruhsat başvurularında uygulanan ve pratik bir yararı olmayarak eşitsizlik oluşturan *rezervasyon* uygulaması kaldırılmıştır. Bunun yanı sıra son dönemde 5995 sayılı Kanun ile maden mevzuatına ilk defa “mali yeterlilik” kavramı getirilmiştir. Buna göre maden arama ruhsatını ilk kez veya devir yoluyla almak isteyen gerçek ve tüzel kişilerin mali yeterliliğe sahip olması gerekmektedir. Bu Kanun’un 13. maddesinde, teminatın 10000 TL’den az olamayacağı, her yıl yeniden değerlendirme nispetinde artırılacağı ve diğer ilgili hususlar belirtilmiştir. Dünyada genel eğilim ruhsat verilmesi sırasında herhangi bir *mali yeterlilik* aranmaması yönündedir. Ancak Kanun Koyucu, geçmiş dönemlerde oluşan sıkıntıları gözönüne alarak, arama ruhsatlarının madencilik amacı dışında spekülatif amaçlarla kullanılmasını engellemek için bir *mali yeterlilik* şartı getirmiştir. Bu yaklaşım, *spekülatif amaçla* maden sahalarını kapatan anlayışı önlemek adına şüphesizki faydalı olabilir. Ancak ileride yapılacak mevzuat düzenlemelerinde zararlı bir tekelleşmenin oluşmaması için mali yeterlilik derecesinin makul bir ölçüde tutulması önem taşımaktadır.

Ayrıca 5177 sayılı K. ile 3213 sa. Maden Kanunu’nda yapılan değişiklik sonucu, önceden Taşocakları Nizamnamesi’ne bağlı olan maddeler de Kanun kapsamına alınarak madenler 5 ana gruba ayrılmış, geçmiş dönemlerde oluşan olumsuz tablo dikkate alınarak alan sınırlaması olarak her gruba farklı ruhsat alanları ve farklı arama ve işletme süreleri tanınmıştır (m. 16). Yine bu Kanun ile *koordinat sistemi* ve *teminat* uygulaması devam etmektedir.

Bu dönemde ayrıca, büyük ruhsat alanlarında maden bulunmayan ya da arama yapılamayan alanların, diğer madencilik faaliyetlerine kazandırılması için gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Bu kapsamda beş yıl içinde ruhsat sahipleri tarafından görünür rezervlerin ortaya çıkarılması öngörülmüştür. Özellikle yeni yasada işletme ruhsatlarının görünür, muhtemel ve mümkün rezervler dikkate alınarak verilecek olması ve rezerv bulunmayan alanların *taksir* edilecek olması, sonuçta; öncesinde başlayan arama çalışmalarının daha gerçekçi yapılmasının ve bilimsel temellere dayandırılmasının sağlanmasını ve maden tespit edilemeyen alanların ruhsattan *taksir* edilerek yeni aramalara açık hale getirilmesini ortaya koymaktadır. Bu suretle önceki dönemlerden daha etkin bir *taksir* uygulaması ve böylece eşitlik ilkesi çerçevesinde ciddi teşebbüslerin

faaliyetine olanak tanınarak maden sahalarının atıl kalmaması amaçlanmıştır.

Diğer yandan 5995 sayılı Kanun ile 3213 sayılı Maden Kanunu’nun 7. maddesinde yapılan değişikliğe göre ruhsat müracaatlarına kapatılan alanlar ile herhangi bir nedenle hükümden düşmüş, *taksir* edilmiş maden ruhsat alanlarının MTA’ya tahsis edilmesi ve MTA’ca maden varlığı saptanması sonrasında Bakanlar Kurulu kararı ile 30. maddeye göre ihale edilmesi düzenlenmiştir. Ancak bu düzenleme için; Bakanlar Kurulu kararı ile MTA’ya arama ruhsatı verilmesi suretiyle bu alanların yıllarca atıl halde kalabileceği yada maden yatırımcıları arasında eşitsizliği arttıracak bir ortam doğurabileceği ihtimali olduğu iddia edilmiştir (TBMM, 2010).

Bu konuda belirtmemiz gereken diğer bir durum da arama ruhsatı sınırları dışında arama faaliyeti yapılabilme olanağının olup olmadığıdır. Arama faaliyetleri kural olarak arama ruhsat sahası içinde yürütülür. Bununla beraber Kanun; cevherleşmenin geometrisinin tespiti amacı ile aramaların ruhsat sınırı dışında da sürdürülebilmesine imkan tanımıştır. 5177 sayılı Kanun öncesinde, eğer yeni cevher varlığı tespit edilen bitişik veya civar ruhsat sahası, işletme ruhsat safhasında ise, bu takdirde arayıcı, varlığını bildirdiği madenler hakkında 15. maddeye göre ihbar hakkı sahibi olabilmekteydi. 5177 sayılı Kanun ile söz konusu madde kaldırılmış ve buluculuk hakkının yalnız arama ve ön işletme ruhsatı safhalarında değil işletme ruhsat safhasında da kazanılmasının olanağı getirilmiştir.

### 3.2 Bulunmuş Maden Kavramı

6309 sayılı Maden Kanunu’nun 49. maddesine göre maden sahasının belirlik derecesi ve madenin miktar, nitelik itibarıyla bir işletme tesisine elverişli cevheri içerdiği ortaya çıkmışsa, o madenin *bulunmuş maden* sayılmasına ve arayıcısının da o madenin bulucusu olduğuna karar verilir. Yapılan inceleme neticesinde talep konusu maden, aramaların yetersizliği veya belli bir sonuç vermemesi gibi sebeplerle *bulunmuş maden* olarak sayılacak durumda değilse işletme hakkı talebi reddolunurdu (m. 60). 271 sayılı Kanun ile değişen, sözü edilen 49. maddenin 3. fıkrasında, arama ruhsatına dayalı olmaksızın da bir madenin bulunmuş sayılabilmesi ve bu halde 60. maddedeki şartların söz konusu edilmemesi gerektiği belirtilmiştir.

Dolayısıyla 271 sayılı Kanun değişikliği ile bu dönemde, “hiçbir faaliyet yapılmaksızın

keşif sonucu bulunmuş maden” vasfına sahip olma durumu ile “arama faaliyetleri neticesinde fiilen bulunmuş maden”ler şeklinde iki hal olmasına karşın, birincisinde öncelik (rüçhan) hakkı verilmesi durumunun varlığıyla, söz konusu iki halde farklılık bulunmaktaydı. Bu bağlamda belirtmek gerekirse, bulucunun işletme yapmaması halinde her ne kadar işletmeciyi seçme özgürlüğünün bulunmaması hali var olsa da, yaptığı arama faaliyetleri sonucu madeni ortaya çıkarmasından dolayı buluculuk haklarının karşılığı olarak alabileceği en yüksek tutarda tazminatının, devletin kontrolünde yapılan ihale yoluyla karşılandığı bir sistem mevcuttu.

3213 sayılı Maden Kanunu döneminde ise bir önceki dönemden farklı bir anlayışla arama ruhsatı sonradan herhangi bir sebeple iptal edilse bile, buluculuk hakkının devam ettiği bir durum ortaya çıkmıştır (Danıştay 8. Dairesi 14.10.1991 gün ve Esas 1991/116, Karar 1991/1594). Arama ruhsatı sonuna kadar ruhsat sahibi faaliyet raporları ile işletmeye elverişli cevher bulamadığını bildirmiş, kendiliğinden sahayı terk etmiş, ön işletme veya işletme ruhsatı talebinde bulunmuş veya 17. maddeye göre ruhsatı fesholunmuşsa, saha arama süresi sonunda kendiliğinden, yeni aramalara açıldı. Bu düzenleme, eşitlik ilkesi çerçevesinde arama faaliyetine girişebilecek yeni yatırımcıların önünü açmak ve ruhsat sahalarının atıl kalmasını adına olumlu olmuştur.

3.1 bölümünün sonunda da belirtildiği üzere, 5177 sayılı Kanun ile buluculuk hakkının işletme ruhsat safhasında da kazanılmasının olanağı getirilmişti. Bu çerçevede buluculuk, öncelik hakkı verilmesi çerçevesinde, Maden Kanununa özgü, bir çeşit madencilik faaliyetlerini özendirici bir uygulama olarak etkin rolünü devam ettirmektedir. Günümüzdeki genel mevzuatta her ne kadar buluculuk haklarının ehliyetli bir ruhsat sahibine devrinde idare kontrolünde ihale uygulaması yapıldığı gözönüne alınsa da, maden çıkarılmasına yönelik izinlerin ise kural olarak ihale konusu olmadığı, ayrıca buluculuk hakkının da yine öncelik hakkı kapsamında bulana ihalesiz olarak verilmesine değinilerek buluculuk düzenlemesinin bu doğrultuda bir rekabetsizlik önceleyen bir uygulama yarattığı iddia edilerek bulucuya verilen işletme önceliği hakkı eleştirilmiştir (Çal, 2010). Buna karşın Maden Kanunu'nun bildiride incelenen özellikleri ve ayrıca işletme dönemi dikkate alınırsa, buluculuk hakkının olumlu bir uygulama olduğu ve bu uygulamanın devam etmesi gerektiği

söylenbilir. Ancak tabii buluculuk kavramının, bulunmuş maden, öncelik hakkı ve diğer kavramlarla ilişkisinde, eksiklik ve sorun yaratan düzenlemelerin varlığı neticesinde, sözü edilen kavramın uygulamasında, Maden Kanununun amacı olan yatırımcılar arasındaki eşitliğin ve kamu yararının korunması noktasında özellikle geçmiş dönemlerde istenen başarının ortaya konulmadığı bir gerçektir.

### 3.3 Arama Süresi

6309 sayılı Maden Kanunu döneminde tek cins maden için verilen arama ruhsatı (m. 12) 2 yıl süreliydi ve bu süre uzatılmazdı (m. 11). Madenci, ilgili Kanun maddelerinin gösterdiği şartlar altında (m. 49 ve 60) madenin bulunmuş maden haline gelmesi için gereken bütün faaliyetleri yapmak zorundaydı. Arama döneminde madenin bulunmuş maden konumuna sahip bir duruma getirilmemesi halinde arama ruhsat süresine uzatma imkanı tanınmaksızın iptaline sebep olan bu düzenleme, söz konusu dönemde diğer ülkelerde sürenin uzatılması konusunda imkan verilmesine rağmen, ülkemizde bu imkanın verilmemesi (Fındıkgil, 1966) dikkate alındığında uygun bir düzenleme değişikliğine ihtiyaç göstermekteydi. Çünkü arama için belirlenen sürenin; uzunsu daha geniş, kısaysa daha dar alanlarda gereken ölçüde arama yapılabilmesine imkan verdiği gözönüne alındığında, bu sürenin alan genişliğinin tesbitinde değerlendirilmesi gereken bir niteliği bulunmaktadır. Ancak Maden Kanununda sürenin sınırlandırılmasına karşın, ruhsat sahalarının atıl kalmasına sebebiyet veren, gerçek yada tüzel bir kişiye istenildiği kadar ruhsatın sınırlandırılmadan verilmesi durumunun mevcudiyeti ve ayrıca aramalar için daha uzun süre talep edecek ciddi yatırımcıların varolamaması halleri birlikte değerlendirildiğinde, tüm bunların bu dönemde Kanun tasarıları hazırlayanların dikkatinden kaçmaması gerekmektedir.

Nitekim bu dönemde arama safhasında yapılması gereken asıl arama işleri, spekülasyon hareketleri bulunmadığı takdirde, ya arama ile işletme devreleri arasında yaratılmış bulunan zaman boşluğunda, ya da işletme ruhsatı alındıktan sonra yapılmaktaydı. Böylece Kanunun kesin olarak sınırladığı arama devresinin süresi kat kat fazlasıyla kullanılmakta, dolayısıyla da bu sınırlama bir aldatmaca ortamı yaratılmaktaydı. Arama ruhsatı devresinde keşif safhasının yeterli olmaması ile; sahanın geniş, sürenin kesin olması, elde olunan cevherin serbestçe

satılması, arama izninin külfetsiz alınması ve kontrolsüz bir çalışmaya izin verilmesi neticesinde geniş ölçüde fırsatçı ve tahripçi bir madencilik yapıldığı, böylece saha spekülasyoncularının varlığıyla bu dönemde dünyanın hiçbir ülkesinde benzeri bulunmayan bir maden vurgun ve soygununun baş gösterdiği dile getirilmiştir (Yersel, 1970). Keza bu dönemde, arama safhalasının mevzuatta bulunmayışının yanı sıra, özellikle aramadan işletmeye geçiş evresinde, dilekçe ile işletme talebinde bulunulduğunda “Arama ve İşletme Devreleri Arasında Faaliyet” başlıklı 57. maddeden yararlanılarak, işletme ruhsatı alınmış gibi uzun süre işletme ve üretim faaliyetinde bulunulabilmektedir.

3213 sa. K. ile ise; arama ruhsatı süresi 8'er aylık üç adet arama dönemi ile toplam 2 yıl olmakla birlikte, buna ek olarak bir 6 aylık proje hazırlık dönemi verilmesiyle toplam 2,5 yıla çıkarılmıştır. Bu süre içinde başvuru yapıldığı takdirde aramaların devamı ve kısmi bir üretim için 3 yıl süreli “ön işletme ruhsatı” verilmekteydi. Geçmiş dönemde sabit olmak üzere arama ruhsat sürelerinin 2 yıl olduğu düşünülse, sürede olumlu bir artış yapılmış olduğu söylenebilir.

Son dönemde 5177 sa. K. ile değişik 3213 sa. Maden K. 16. m.sinde, 2. maddede beş grup olarak düzenlenen maden türleri üç ayrı arama rejimine tabi tutulmuştur. Bunlardan I (a) Grubu madenler için doğrudan valiliklerce işletme ruhsatı, V.Grup madenler için “arama sertifikası” ve diğer tüm maden grupları içinse arama ruhsatı verilmektedir. Ayrıca arama ruhsatı/sertifikası süresinin 3 yıl olacağı ve IV. Grup madenler için diğer gruplardan farklı olarak arama süresinin 2 yıl uzatılabilmesi öngörülmüştür.

Genel olarak bu değişiklik ile, önceki dönemde, her 8 aylık dönem sonunda verilen, ancak bürokrasiden başka bir anlam ifade etmeyen faaliyet raporlarının sayısı azaltılarak içeriği zenginleştirilmiştir. Ön işletme dönemi kaldırılmış, arama dönemi süresi yeniden düzenlenmiş ve madencinin vereceği belge sayısı azaltılmış, böylece yasa bürokratik işlemlerden önemli ölçüde arındırılmıştır. Söz konusu 16. maddede belirtilen faaliyet raporunun verilmemesi halinde yaptırım olarak teminat irad kaydedilecektir. Bu düzenleme arama ruhsatı alınarak hareketsiz kalınmasının şakıncalarını önlemeye yönelik olarak getirilmiş bir mali yaptırımı göstermektedir.

5995 sa. K. ile ise; hem 3213 sa. Maden K. 3. m.sine tanımları eklenmek suretiyle hem de Yönetmelikte; ön arama, genel arama ve detay arama dönemleri olmak üzere üç adet

arama dönemi açıklanarak Kanuna yerleştirilmiştir. Buna göre; arama ruhsatının düzenlenmesinden sonraki ilk bir yıl ön arama dönemidir. Yükümlülüğünü yerine getiren ruhsat sahipleri IV. ve VI. Grup madenlerde 2 yıl, diğer grup ruhsatlarda 1 yıl olmak üzere genel arama dönemine hak sağlar. Genel aramadan sonra yine yükümlülüğünü yerine getiren ruhsat sahipleri IV. ve VI. Grup madenlerde 4 yıl detay arama dönemine hak sağlar. Ayrıca arama dönemlerinin süresinden önce tamamlanması halinde dönem sonu beklenmeden sonraki aşamalara geçilebilir (m. 17). Ancak bürokrasiyi arttıran, kapsamını verdiğimiz 16. m. düzenlemesi sonrası ortaya olumsuz bir tablo çıkmıştır.

Çizelge 1. 1995-2012 yılları arasında yapılan ruhsat başvuruları ve düzenlenen arama + işletme ruhsatı sayıları (MİGEM, 2012).

Yıl	İlk Başvuru Sayısı	İlk Başvuruda Düzenlenen Arama + İşletme Ruhsatı Sayıları
1995	5647	2877
1996	5405	1809
1997	6503	1520
1998	5940	1296
1999	3975	2013
2000	5864	2587
2001	4675	2946
2002	6426	4401
2003	6856	4452
2004	3984	2625
2005	15149	9132
2006	18208	10462
2007	17669	10731
2008	17297	9957
2009	10377	6157
2010	9461	4730
2011	4342	1669
2012*	2373	450

\* 15.06.2012 tarihine kadar olan verilerdir.

Belirttiğimiz üzere arama ruhsatı döneminin üçe bölünmesi ve ilk iki dönemin kısa tutulması, bu suretle arama ruhsatlarında bir diğer aşamaya geçmenin MİGEM'in keyfi takdirine bırakılması, sonuç olarak arama faaliyetleri sonrası maden varlığını ortaya çıkararak yeni maden işletmesi kurmak isteyenlere caydırıcı bir etki yapmıştır (TMD, 2011). Nitekim bu çerçevede arama ve işletme ruhsatı sayıları birlikte değerlendirildiğinde, 2004 tarihinde 5177

sayılı Kanun düzenlemeleri sonrasında ruhsat sayılarında belirgin bir artış meydana geldiği görülmeye karşın 5995 sayılı Kanun'un yürürlüğe girdiği 2010 yılından itibaren ise ruhsat sayılarında oldukça sert bir azalış olduğu görülmektedir (Çiz. 1).

### 3.4 Arama Döneminde Üretim İzni

Arama döneminde üretim izni, arama faaliyetlerinden *yararlanma* adına; yani arama dönemi sırasında aramayı bir anlamda teşvik etmek amacıyla, yatırımcının ekonomik açıdan ihtiyaçlarını karşılaması için getirilmiştir. Dolayısıyla bu faaliyetleri önemli sayılacak nitelik ve miktarda cevher üretilenler ve üretilmeyenler şeklinde de ikiye ayırabiliriz. 6309 sayılı Maden Kanunu'nda belli bir miktarda cevher üretimi halinde bunun işletme olarak değerlendirileceği belirtilmiştir. Bu Kanunun 35. maddesine göre ancak 2000 ton ham cevher çıkarılmasına izin verilmekteydi.

3213 sayılı Maden Kanunu döneminde ise, ön işletme aşamasında araştırmaların sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi, cevher üretim ve pazarlama verilerinin tespiti amacıyla önceki dönemde olduğu gibi, yine cevher *üretimine* izin verilmiştir. Ancak 3213 sayılı Maden Kanunu ile görünür rezervin %10'una kadar cevher *üretimine* ve satışına izin verilmiştir (m. 21), bu miktarın fazlasının tespitinde 12. maddeye göre yaptırım uygulanacağı öngörülmüştür.

Bunun yanısıra yatırımcıları etkileyecek diğer bir husus da, 5995 sayılı Kanun'daki düzenleme sonucunda; işletme izni ile üretim talebinde olduğu gibi arama dönemi *üretim* izni talebinde de çevre ile uyum teminatının yatırılması gerektiği ve faaliyet sonrası sahanın çevre ile uyumlu hale getirildiği takdirde söz konusu teminatın iade edilebileceğinin öngörülmesidir.

### 3.5 Arama sahasında alınan ruhsatlarla birden fazla maden aranması ve üretimi

Maadin Nizamnamesi, aynı sahada aynı cins maden için ruhsat verilemeyeceği ilkesini sadece arama ruhsatı ve ilmühaberî dönemine ilişkin olarak getirmekteyken, sonraki düzenlemede ise, ruhsat süresi içinde aynı sahada tek cins maden için başkasına ruhsat verilmemesi hali, tüm madencilik faaliyetlerine ilişkin ruhsat dönemlerini kapsamaktaydı (Telli, 1989; 6309 sa. MaK. m.14). Düzenlemenin gerçekleştirildiği 6309

sayılı Maden Kanunu gerekçesinde, arama ruhsatının *bir cins maden* için verilmesine sebep olarak; ciddi faaliyet gösteren madencilerin faaliyetlerini belli madenlere bağlayarak, teşkilatlarını faaliyet konusu madene uygun şekilde düzenlemeleri gerekliliği sayılmıştır. Ancak bu gerekçeden farklı doğrultuda; başkalarının maden haklarına tecavüz etmemek kaydıyla, belirlenmiş bir sahada aramak istediği maden cinslerinin tayinini arayıcının arzusunun bırakmamanın, her maden için ayrı formalite ve masrafları önleme, zamandan kazanma bakımlarından faydalı olduğu ve ruhsat alındıktan sonra da arama ruhsatnamesi sahibinin ruhsatnamede yazılı bulunmayan diğer maden cinslerini ruhsatnameye dâhil ettirme yetkisine sahip olması gerektiği bir gerçektir. Ancak anılan Kanun hükümleri, maden hakkı sahibi lehine Kanun gerekçesinde belirtilen faydaları sağlamamakta, aksine gerekçeyle aykırı olarak maden hakkı sahibinin ruhsat edinme hakkını sınırlama neticesini doğurmaktaydı.

Bu doğrultuda 6309 sayılı Maden Kanunu'nda değişiklik getiren 271 sayılı Kanun tasarısı gerekçesinde belirtilen, arama ruhsatı dilekçesinde "*bazı durumlarda aranacak maddenin ismi Kanunun 1. maddesinde gösterilen isimle aynı gösterilmeyebilir*" (Fındıkgil, 1966) beyanı çerçevesinde belirtmeliyizki; birkaç istisnasıyla doğada madenler karışım halinde bulduklarından, karışımındaki maddeler içerdikleri esas maddenin elde edilmesi için çıkarılırlar. Bu itibarla mevzuatta; bir maddenin üretilmesine imkan verecek cevherin eldesi ve cevherin içerisinde aynı maddenin diğer minerallerinin de karışık varlığının muhtemel bulunması düşüncesiyle *tek mineral* yerine üretimi kastedilen maddenin dahil edilmesinin 271 sayılı Kanun ile getirilen düzenlemeyle sağlanmaya çalışıldığı görülmekteydi.

Tüm bu düzenlemelerin meydana getirdiği ihtilaflar ve tartışmalar bir başka açıdan, yani "*Arama ruhsatı sahibinin aynı sahadaki diğer maden hakkı sahipleriyle ilişkisi*" konusuyla değerlendirilmek istendiğinde; Maden Kanunu'nun 31. maddesinin, arama ruhsatı sahibinin, aynı sahadaki diğer maden hakkı sahipleriyle fayda ilişkisi bulunması veya tersine madencilik faaliyetleriyle çatışması halinde uygulanacak hukuki esasları tesbit ettiği görülmekteydi.

Öncelik hakkının mevcut bulunmasıyla; arama ruhsatı, işletme ruhsatı ve imtiyazı haklarının hak sağladığı yerlerde ve bulunmuş maden sahalarda diğer cins madenler için



arama ruhsatı verildiği takdirde buralarda mevcut maden arama veya işletme hakkı sahipleri yeni arayıcının arama faaliyetine engel olamazlardı. Ayrıca yeni arayıcı, mevcut maden arama veya işletme hakkı sahiplerinin maden yatağı veya tesisatının emniyetini bozmamaya ve bu amaçla kendisinden talep edilen *teminat* vermeye mecburdu (m. 14). Bu düzenleme ile, aynı sahada eski tarihli maden hakkı sahibinin arama faaliyetine engel olunmaması için, sonradan *başka cins maden* için arama hakkı alan madenciden *teminat* istenmekteydi. Yani bu durum; *teminat* göstermeyen arayıcının madencilik faaliyetlerini yapamayacağını ve eski maden hakkı sahibinin öncelik hakkından varolan haklarının burada teminatın varlığıyla korunmaya çalışılmasını göstermekteydi.

Bu dönemde; bahis konusunu açtığımız, “*aynı sahada farklı cins madenler için alınan ruhsatlarla yapılan arama faaliyetleri sırasında farklı hak sahipleri arasında anlaşmazlıkların doğabilmesi*” sorunu da işte bu noktada, ancak, yukarıda belirttiğimiz, “*arama hakkı talep eden kimseye farklı cins madenleri kapsayan bir tek arama ruhsatının verilmesi*”nin sağlanması ile söz konusu ortaya çıkabilecek ihtilafların önlenebileceği bir durum ortaya çıkarmıştı. Çünkü görülmekteydi ki, birçok minerale çoğunlukla birlikte rastlanabilmesi, ruhsat başvurusunda arama faaliyetleri açısından mevzuatın dayattığı “tek madde” için çok önemli doğal bir sakınca oluşturmakta ve *öncelik* ilkesinin korunması bakımından da önemli ölçüde sakıncalar barındırmaktaydı. Oysa tek kişinin, dar bir sahada tüm madenleri arayabilmesi, eşitlik ve kamusal yararın sağlanması yönlerinden daha elverişli bir yöntemdir.

Dolayısıyla oluşan sorunlardaki söz konusu gerçeğe önem verilerek; saha genişliği, sayısı, *tek maden* için mi yoksa *maden yatağı* kavramı kapsamında mı mevcut izinlerin verileceğinin tespiti ve tüm bu hususları birlikte değerlendirebilecek tespitlerin, her dönemin bulunduğu zamanın şartlarına göre yapılması zorunludur. Bu doğrultuda 3213 sayılı Maden Kanunu’ndaki düzenlemelerde kısmen de olsa geçmiş düzenlemelerdeki olumsuz tabloyu değiştirebilecek şekilde bunun işareti görülebilmektedir. Özellikle bu dönemde, geçmiş dönemden farklı bir şekilde bir tek şahsa bir saha için yalnız bir arama ruhsatı verilmekteydi (Bunun istisnası, hak sağlanan alanların ayrı alanlar şeklinde oluşması durumunda bu alanlardan herbirine başvuru sahibinin talebi ile ayrı ayrı da ruhsat verilmesi olanağıydı). Ancak, yine

Taşocakları Nizamnamesi’nin varlığını sürdürmesi ve saha sınırlarının madenler için sınırsız olarak belirlenmesi; tüm bu düzenlemelerin olumlu tarafına gölge düşürmekte ve geçmiş dönemde sorun meydana getiren bir düzenlemenin değiştirilirken, tam tersine başka bir düzenlemeyi, saha spekülasyonu ortaya çıkaracak şekilde değişikliğe sokması ile tutarsızlığı apaçık ortaya koymaktaydı.

5177 sayılı Kanun ise, bir sahada yürüyen bir ruhsat varsa başka bir ruhsat verilemeyeceği kuralını değiştirmiş ve aynı sahada birden fazla ruhsatın farklı grup mineral için olması şartıyla üst üste verilebilmesinin önünü açmıştır. Buna karşın Kanun, aynı grup ruhsatların birbiri üzerine verilmesini yasaklamıştır. Mesela 3213 sayılı Maden Kanunu döneminde *maden* ismi belirtilmeden ruhsat alınmaktayken 5995 sayılı Kanun ile IV (b) Grubuna dahil edilen ve söz konusu Kanun’un 16. madde düzenlemesi uyarınca; *denizlerde* yapılan Kokolit, Sapropel ve Hidrojen Sülfür ile ilgili arama ruhsat müracaatlarının *maden* ismi belirtilerek yapılması zorunlu tutulmuş, ayrıca bu madenlere ilişkin *ruhsatlar üst üste verilemez* hükmü konulmuştur.

### 3.6 Madenlerin İdari Faaliyetlerinin Arama Dönemine Etkisi

Hukuki emniyet sağlanmadıkça madenciden büyük yatırım beklenemez. Madencinin hukuki teminatının başlıca kaynağı Maden Kanununda yatırımcıya tanınan haklardır. Gerçek bir hukuki teminatın sağlanmış olması için kanunun hazırlanmasında gerekli bütün hakların açıkça yer almış olmasının yanı sıra, bu hakların sınırlarının ve kapsamının etrafıca ve ihtilaflara yer verilmesini en aza indirecek tarzda tayin ve tesbit olunması; kanunun uygulamasında bu hakların yatırımcılara süratle ve kolaylıkla verilmesi şarttır. Dolayısıyla ruhsat güvencesi açısından, mevzuatta ruhsatların feshinin ve iptalinin zorlaştırılarak, yatırımcıların madencilik faaliyetlerinden caydırılmaması amaçlanmalıdır.

Bu bağlamda ruhsat vermede eşitlik ortaya konulması adına idarenin sorunluluğu ve takdir yetkisi ile bu yetkinin derecesi de önem arz etmektedir. Nitekim Maden Kanunu dışında diğer birçok Kanun ve Yönetmeliklerinde madencilik sektörünü etkileyecek, hatta ruhsat iptallerine sebebiyet verebilecek uyumsuzluklar mevcut bulunmaktadır. Bu çerçevede 5995 sayılı Kanun’un 7. maddesinde; ÇED işlemlerinin

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından, diğer izinlere ilişkin işlemlerin de ilgili Bakanlıklar ve diğer kamu kurum ve kuruluşlarınca yürütülmesi çerçevesinde tüm bu izin işlemlerinin ÇED sürecinde üç ay içinde bitirilmesi zorunlu tutulmuştur. Her ne kadar geçmiş dönemlerde madencilik sektörüne tarif edilemez zararlar getiren Kanunların ve Yönetmeliklerin çatışmasını, uyumsuzluğu engellemeye yönelik olarak getirilen bu düzenlemeye rağmen, 30.06.2011 tarihinde arama faaliyetlerinin ÇED Yönetmeliği kapsamına yeniden dahil edilmesi ile, aslında işletmeye başlanmasını ifade eden yukarıdaki düzenlemede ÇED çerçevesinde tüm izinler konusunda bir kapsam ortaya konulması da dikkate alındığında, bu başlık kapsamında arama faaliyetlerinde izin konusunda özellikle ÇED çerçevesinde bir değerlendirme yapılabilir.

Bu konuda, madencilik sektörüne yatırım yapacakları doğrudan etkileyen ve yatırımcının kazancı ile kamu yararının sağlanması dengesinde değerlendirilebilecek diğer bir husus da madenlerin idari faaliyetleri kapsamında maden mevzuatında ortaya konan "madencilik faaliyetlerine zorlayıcı ve özendirici uygulamalar"dır. Bakınız (Gülün, 2008). Doğal olarak yatırımcı, madencilik faaliyetlerinden en riskli olanı arama faaliyetlerine başlamadan önce, ileride işletme faaliyeti yapabileceğini hesaba katarak ve bu dönem içerisinde idarenin belirlediği vergileri ve teşvikleri gözönüne alarak arama faaliyeti yatırımlarına başlamaktadır. Madencilik sektörünün yeni dönemde de en büyük sorunu arama faaliyetleri olduğundan bu faaliyetlerin teşvik edilmesi konusu oldukça önem arz etmektedir. Teşvik ve özendirme konusunda; ruhsatların süratle alınabilmesi, başvuruların kolaylaştırılması, yatırımcıların cazip ortamlar oluşturularak madencilik yatırımlarına çekilmesi örnek niteliktedir.

Sonuç itibarıyla bu unsurlar özellikle maden grupları ekseninde belirlenen miktarları ölçüsünde idarenin hem faaliyete zorlayıcı hem de özendirici bir uygulaması olarak işlev görebilmektedir. Aslında teşvik unsuru devlet hakkı ve diğer vergilerle bir bütün halinde incelenmelidir. Ancak ocak başı satış değeri üzerinden alınmakta olan devlet hakkı payının işletme dönemi kapsamında değerlendirilebileceği gözönüne alınarak bu unsuru ve bu doğrultuda diğer vergilerden de bahsetmeyerek tespitler yapmak tercih edilebilir. Bu noktada ayrıca, madencilik sektörü açısından özendirici nitelikteki teşvik unsuru kapsamında vergilerin düşürülmesinin de sayılabileceği

düşünülmektedir, ekonomik göstergelerle daha ayrıntılı incelenmesi gereken bu konudan da bahsetmeden, yalnızca sektörün durumunu ortaya koymak adına, son dönemde madencilik yatırımcılarına tanınan teşvik uygulamasına değinmekte fayda var.

### **3.6.1 Arama faaliyetlerinde izinler konusunda ÇED kapsamındaki değişim**

Ülkemizde ÇED ile ilgili ilk düzenleme 07.02.1993 tarihinde yapılmıştır. Bu tarihten itibaren işletme dönemi için ÇED uygulamasının başlaması sonrasında, ÇED olumlu belgesine karşın diğer izinlerin verilemez oluşları, diğer yandan verilen süre içerisinde alınmadığında ruhsatların iptal edilmesi durumunun da varlığı neticesinde yatırımcılar sektörden uzaklaştırılmıştır (Çanga, 2005). Ardından arama faaliyetleri de 23.06.1997 tarihli ÇED Yönetmeliği kapsamına alınmıştır. Ancak bu dönemde Maden Kanunu'na göre arama ruhsat sahası sınırlarının sınırsız olarak belirlenmesi ve arama faaliyetlerinde ruhsat sahibinin neyi nasıl arayacağı önceden belli olmaksızın bir arama faaliyetinin ÇED kapsamında değerlendirilmesi bir anlam ifade etmemekteydi. Ayrıca, arama yapılacak alanın geniş ve değişken olması nedeni ile bazen geniş alanlar, arama sonrası değerli bulunmayıp terk edilebilmekteydi. Yine, ÇED raporunda 1/1000'lik jeolojik haritalar istenmesi ve zaten jeolojik haritalar hazırlandığı zaman arama faaliyetinin sonuçlanması karşılığının bulunması ve ekonomik yönden madencilik yapacak ruhsat sahibinin arama faaliyetlerine ayırdığı paranın yaklaşık 3-5 mislini ÇED raporu için harcaması, bu düzenlemenin hangi boyutta olduğunu göstermekteydi (YMGV, 1997). Nitekim bu dönemde ÇED uygulamasının madencilik yatırımı yapacaklar için yatırım kararlarında caydırıcı bir rol oynadığı, toplam ruhsat sayılarında 1997 sonrasında ortaya çıkan belirgin düşüşle gözlemlenebilmektedir (Çiz. 1).

Aksine 06.06.2002'de çıkarılan ÇED Yönetmeliği sonrasında ise ruhsat sayılarında belirgin derecede artış görülmektedir. Gerçekte bu Yönetmelik, madencilik uygulamasında birtakım kolaylıklar getirmişti. Anılan Yönetmelikte madencilikle ilgili düzenlemelerde arama ve ön işletme ruhsat aşamasında da maden üretimi yapılabileceği dikkate alınmıştı. Arama faaliyetleri için yalnızca 3000 metre ve daha üzeri sondaj

çalışmaları ÇED değerlendirmesi kapsamına alınmıştır.

Ancak geçmişte yaşanan olumsuzluklar ortada olmasına karşın arama faaliyetlerinin, son olarak 30.06.2011'de revize edilen ÇED Yönetmeliğine tekrar dahil edilmesi ile, bu tarihten itibaren ruhsat sayılarında, 1997-2002 yılları arasına kıyasla daha yüksek bir düşüş yaşanmıştır (Çiz. 1). Madencilik sektörünü oldukça olumsuz etkilemiş bulunan bu değişim, sektöre uygulanan çevre mevzuatının diğer sektörlerle ne derecede uygulandığı sorusunu akıllara getirmektedir.

Bu doğrultuda 23.06.1997 tarihli ÇED Yönetmeliğinin ardından 1998-2012 yılları arasında madencilik sektörü için istenen ÇED sayılarının tüm sektörlerle verilen ÇED sayılarında toplamda %25, "ÇED Gerekli Değildir" sayılarında ise toplamda %51 pay aldığı görülmektedir (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 15.06.2012). Bu durumda gerek GSMH'da aldığı pay ile gerekse de yarattığı kirlilik açısından madencilik sektöründen aşağı kalır yanı bulunmayan diğer birçok sektörün, tersine bir durumda, bürokrasiyi ifade eden söz konusu ÇED ve ÇED Gerekli Değildir toplamlarında ise madencilik sektöründen oldukça düşük seviyede bir pay aldığı dikkatlerden kaçmamalıdır.

15.06.2012 tarihine kadarki arama ruhsat sayılarını ve ÇED kapsamındaki gelişmeleri yorumladıktan sonra belirtmeliyizki, son olarak, 16.06.2012 tarih ve 28325 sayılı Resmî Gazetede yayımlanan Başbakanlık Genelgesi ile MİGEM tüm ruhsat ve işletme izinlerinin verilmesi işlemlerini durdurmuştur. Genelgeden en çok etkilenen sektörlerden biri olan madencilik sektöründe halihazırda yatırım sürecinde büyük zorlukları aşmak ve büyük riskler almak durumunda kalan yabancı yatırımcıların söz konusu Genelge nedeniyle ruhsatlarını alamadıklarından yatırımlarını ya durdurdukları ya da Türkiye'den ayrılmaya başladıkları tespit edilmiştir. Yerli yatırımcıların da, benzer olarak, ruhsatlarını devretmeye çalıştıkları gözlenmiştir (Yenişafak internet sitesi, 19.10.2012).

### 3.6.2 Madencilik faaliyetlerine zorlayıcı ve özendirici uygulamalar

Maden arama çalışmalarını teşvik amacıyla, dünyanın birçok ülkesinde arama dönemindeki harcamaların vergiden düşürülerek risk faktörünün devlet tarafından garanti edildiği, yine aynı amaçla birçok ülkede işletilebilir rezerv bulunması halinde devlet tarafından parasal bağışta bulunularak aramacıların doğrudan desteklediği

uygulamaların yıllardır mevcut bulunduğu ortadayken, ülkemizde, özellikle 6309 sayılı Maden Kanunu sonrasında itibaren teşviğin yalnızca, işletme dönemi için amortisman bakımından hükümleri içeren vergilerden düşürülmesi noktasında uygulandığı göze çarpmaktadır. Bakınız (Fındıkgil, 1966).

3213 sayılı Maden Kanunu ile, madenciliğin aranmasını, geliştirmesini desteklemek, madencilere kredi vermek amaçlarıyla Madencilik Fonu kurulmuştur. Ancak 4629 sayılı Kanun ile söz konusu fon kaldırılmış ve devamında da istenen amaçta başarılı olunamamıştır. Buna karşın 5177 sayılı Kanun ile 3213 sayılı Maden Kanunu 9. maddesine, "Madencilik faaliyetleri Bakanlar Kurulu tarafından belirlenen teşviklerden yararlandırılır" hükmü getirilmiştir. Bu hüküm yıllarca gözardı edilse de söz konusu hüküm doğrultusunda, bir önceki bölümde bahsetmiş olduğumuz Başbakanlık genelgesinden bir gün önce, Bakanlar Kurulunun 15.06.2012 tarihli ve 3305 sayılı "Yatırımlarda Devlet Yardımları Hakkında Karar"ında madencilik sektörü özel olarak ele alınmıştır. Yeni teşvik sisteminde Bakanlar Kurulu tarafından belirlenen bazı yatırım konuları öncelikli olarak belirlenmiş ve bu konularda yatırım yapan yatırımcılara ülkenin neresinde veya hangi bölgesinde olursa olsun 5. bölgede uygulanan teşvik ve desteklerine sahip olacağı hüküm altına almıştır. Anılan hükme göre I. Grup olarak öngörülen madenler ve diğer gruplarda yer alıp mucır olarak kullanılan madenler teşvik sistemi kapsamı dışında tutulmuştur. Ayrıca İstanbul ilinde gerçekleştirilecek üretim veya işletme yatırımlarının da teşvikten yararlanamayacağı belirtilmiştir. Ancak söz konusu madencilik yatırımlarının, 6. bölgede yer almaları halindeyse daha avantajlı olan 6. bölge desteklerine tabi olacağı açıklanmıştır. Bununla beraber, teşvik kapsamında KDV Kanunu gereğince, teşvik belgesine uygun yatırımcılara teşvik belgesi kapsamında yapılacak makine ve teçhizat ithal ve yerli teslimleri KDV'den istisna edilebilecektir. Yine, makine ve teçhizatların ithalatı esnasında Gümrük Vergisi Muafiyeti tanınacaktır (Topaloğlu, 2012).

Bu Kararda açıklanan diğer teşvik unsurları ile öngörülen tüm teşvik uygulamaları madencilik sektörü için oldukça gecikmiş teşvik beklentilerine olumlu bir yanıt olmuştur. Ancak belirtmeliyiz Türkiye'de maden sahasına, ruhsatına dayanan bir finansman modelinin halen ortaya konulamamış olması, bu suretle de

özendirilmenin ve teşviğın yetersiz bırakılması madencilik yatırımlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, özellikle ülkemizde rezerv sınıflama sistemine uygun olarak madencilik faaliyetlerinin finansmanı bir an evvel uygulamaya geçirilmeli ve böylece maden aramacılarına gerek arama döneminde gerekse de arama sonrasında beklediği destek sağlanmalıdır.

#### 4. SONUÇ

Her ne kadar 1961 Anayasası sonrasında yürürlüğe konulan 271 sayılı Kanun ile 6309 sayılı Maden Kanunu'nda olumlu olarak değişiklikler ortaya kalsa da, Kanunun mevcut düzenlemelerindeki tutarsızlıklar, saha spekülasyonları ile maden sahalarını atıl bırakan ve sınır ihtilafları da dahil olmak üzere birçok yönüyle ciddi yatırımcıların yatırımını engelleyen, yatırımcılar arasında eşitsizlik ortaya koyan bir tablo yaratmıştır. Nitekim söz konusu Kanun bu yönüyle önceki Kanun ve Nizamnamelere nazaran bir geriye gidış yaşatmıştır. Ayrıca ortaya konan teşviklerin de yetersizliği ciddi yatırımcıların varlığını ortadan kaldırmıştır.

Devamında 3213 sayılı Maden Kanunu, 6309 sayılı Maden Kanunu nedeniyle ortaya çıkan birçok sorunu engellemek yöneliminde düzenlemeler ortaya koymasına rağmen, bir önceki Kanunda olmamasına rağmen özellikle maden ruhsat saha sınırlarını sınırsız olarak belirlemesi neticesinde devam eden saha spekülasyonu sorunu ile bu Kanun dönemindeki tüm olumlu düzenlemelerin sektörde etkisinin yeterli derecede hissedilememesine neden olmuştur. Keza Taşocakları Nizamnamesi'nin mevzuatta varlığı da olumsuz tabloyu belirginleştirmiştir. Özellikle yapı taşlarının hem Maden Kanunu'na hem de Taşocakları Nizamnamesi'ne konu olması, bu malzemelerin doğasından ileri gelen, birbirlerinden kesin sınırlarla ayrımlanması zorluğu nedeniyle hukuksal sorunlar yaratmıştır.

Son dönemde 2004 yılında 5177 sayılı Kanun ile 3213 sayılı Maden Kanunu'nda yapılan değişiklikle, maden ruhsat sahalarının atıl kalmasını önlemek amacıyla önceki kanunlarda en büyük sorunu ortaya koyan maddeler ya değiştirilmiştir ya da kaldırılmıştır. Ayrıca Taşocakları Nizamnamesi'nin kaldırılmasıyla taşocakları kapsamındaki malzemelerin Maden Kanunu

kapsamına alınması sonucunda, kuruluşlar arasındaki yetki karmaşası giderilmiş ve uygulama birliği sağlanmıştır. Bununla birlikte söz konusu dönemde, maden gruplarında ruhsat alanıyla orantılı olarak alınan teminat ve harç uygulaması, geçmiş dönemlerdeki eşitsizliği önlemek adına olumlu bir etki yaratmıştır.

Ancak, en son olarak; 2010 yılında 5995 sayılı Kanun değişiklikleri sonucunda, 5177 sayılı Kanun ile yapılan olumlu düzenlemeleri devam ettiren nitelikteki uygulamalara karşın, ruhsat iptallerinin azalmayarak, aksine artışıyla neticelenen bir tablo oluşmuştur. Özellikle arama faaliyetlerinin 2002 yılında ÇED'den şartlı olarak muaf tutulması sonrasında arama ruhsat başvurularında olumlu yönde artış yaşanmışken, arama faaliyetlerinin 1997 yılında olduğu gibi, tekrar, 2011 yılında ÇED Yönetmeliğine dahil edilmesi, 5995 sayılı Kanun sonrasında madencilik sektörüne tarif edilemez zararlar vermiştir.

15.06.2012 tarihli Bakanlar Kurulu kararıyla madencilik sektörünü kapsayan teşvik uygulamasının gelecekte son derece olumlu etkisi olabileceği belliyken, bir gün sonrasında, Başbakanlık Genelgesiyle tüm ruhsat başvurularını durduran Kararın alınması, devamında, şüphesizki son dönemde Maden Kanunu düzenlemelerinde gerek yerli gerekse yabancı yatırımcıların sektöre taleplerini olumsuz yönde etkileyen ve etkilemeye devam edeceği düşünülen bir süreci ortaya koymaktadır.

#### KAYNAKLAR

- Alp, İ., 1975. Madencilüğimizin yasal sorunları. Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 4. Kongresi, Maden Mühendisleri Odası Yayınları, Ankara, s.143-155.
- Anıl, M. N. ve Merey, N., 1942. Türkiye'de Maden Mevzuatı. C. 1-2, Tan Matbaası, İstanbul, 308 s.
- Azrak, A. Ü., 1980. Türkiye'de Madenlerin Hukuki Rejimi Üzerine Düşünceler, İHİD, yıl 1, sayı 2, s.3-9.
- Çal, S., 2010. Türk İdare Hukukunda Ruhsat, Seçkin Yayıncılık, birinci baskı, Ankara, 311 s.
- Çanga, H. E. ve Çanga, B. 1996. Maden Kanunu Danıştay Kararları ile Açıklamalı (1. Kitap), 3213 (3382) Sayılı Kanunun 1-16. Maddeleri. Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı (YMGV), 1. baskı, İstanbul, 430 s.
- Çanga, H. E., 2005. 5177 Sayılı Açıklamalı Maden Kanunu ve Yönetmelikleri, YMGV, 500 s.

- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2012. ÇED ve Planlama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Dengiz, N. T., 2008. Yeni Maden Yasasının Madencilik Sektörüne Etkileri, yüksek lisans tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Müh. Bölümü, 139 s.
- Ekemen, N., 1957. Şerhli-İzahlı Maden Kanunu, ikinci baskı, İstanbul, 765 s.
- Fındıklı, Y., 1966. Maden Hukuku, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul, 524 s.
- Göğür, E., 1979. Maden Hukuku, AÜHF Yayınları No: 441, Sevinç Matbaası, Ankara, 272 s.
- Gülün, A., 2008. Maden İdare Hukukumuzun Ana İlkeleri ve Temel Müesseseleri - Mevzuat ve Yargı Kararları Işığında Eleştirel Bir Yaklaşım Denemesi, Lamure Kitabevi, İstanbul, 311 s.
- Kayserili, Y. ve Topaloğlu, M., 1990. Türk Maden Hukuku ve Yeraltı Zenginlikleri Mevzuatı, Kazancı Hukuk Yayınları No: 75, İstanbul, 544 s.
- Kırşan, H. İ., 2001. Madencilik Sektörünün Sorunları ve Çözüm Önerileri. Türkiye 17. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Sergisi- UMAKS 2001, Ankara, s.255-260.
- Koyuncu, F. T., 1992. Madencilikimiz, Yasalarımız. Madencilik Sorunları, Yasası, Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO) Yayını-Haber Bülteni 1992/5 (Aralık 1992), Ankara, s.26-28.
- Kubalı, H. N., 1944a. Eski Mevzuatımız ve Maden Mülkiyeti (01.05.1942 tarihli yazısı) Ebul'ula Mardin'e Armağan, İÜHF, İstanbul, s.795-825.
- MİGEM, 2012. İstatistik ve Dökümantasyon Koordinatörlüğü, Ankara.
- MTA, 1952. Türkiye'de Maden İşletecek Yabancı Teşebbüsler İçin Tanıtma Bülteni. MTA Enstitüsü Yayını, Ankara, 12 s.
- MTA., 1961. Madenlerimizin İstismar Durumu ve Düzeltmesi İçin Düşünülenler. MTA Matbaası, Ankara, 37 s.
- Özocak, R., 1992. Maden Kanunu ve MTA'nın Bu Kanun Çerçevesinde Konumu, Madencilik Sorunları, Yasası, JMO Yayını-Haber Bülteni, s.22-23.
- Tamzok, N., 2008. Madencilik Politikası ve Hukuku, Maden Mühendisliği Açık Ocak İşletmeciliği El Kitabı. Maden Müh. Odası, Ankara, s.3-41.
- Taşkın, C., 1992. Madencilik Sektörüne Genel Bir Bakış ve Mermer Örneğinde Uygulamalarda Aksaklıklar, Madencilik Sorunları, Yasası, JMO Yayını-Haber Bülteni 1992/5, s.42-45, Ankara.
- TBMM, 2010. Tarım, Orman ve Köyişleri Komisyonu ve Sanayi, Ticaret, Enerji, Tabii Kaynaklar, Bilgi ve Teknoloji Komisyonu Raporları, Karşı Oy Yazıları ve Muhalefet Şerhleri. TBMM, 24.05.2010-25.06.2010, Ankara.
- Telli, S., 1989. İdare Hukuku ve Uluslararası Hukuk Açısından Madenler, S Yayınları, Ankara, 240 s.
- Tızlak, F., 1997. Osmanlı Döneminde Keban-Ergani Yöresinde Madencilik (1775-1850). Türk Tarih Kurumu Yayınları, VII. Dizi, Sayı, Ankara, 216 s.
- TMD., 2011. Türkiye Madenciler Derneği (TMD) Madencilik Bülteni, Mart 2011 sayısı, İstanbul.
- Topaloğlu, M., 2003. Maden ve Taşocakları Hukuku, Karahan Kitabevi, Ankara, 655 s.
- Topaloğlu, M., 2010. Maden Hukuku 5995 sayılı Kanunla Değişik Maden Kanunu ve İlgili Mevzuat. Karahan Kitabevi, Adana, 857 s.
- Topaloğlu M., 2012. TMD Madencilik Bülteni, Eylül 2012 sayısı, İstanbul, s.46-52
- Turan, M., 1983. Madencilikimizin Tarihsel Gelişimi. Cumhuriyet Dönemi Türkiye Ansiklopedisi, Ankara, s.1332-1338.
- Turhan, M., 2005. İTÜ Maden Fakültesi Maden Hukuku Ders Notları, İstanbul, 174 s.
- Türk, H. S., 1979. Devletçe İşletilecek Madenler Hakkında Kanun Üzerinde Açıklamalar, AÜHF Dergisi, C. 36, sayı 1-4, Ankara, s.83-119.
- Uçkan, Ö., 1983. Türk Hukukunda Madencilğe İlişkin Haklar ve Bunların Ticaret Şirketlerine Sermaye Olarak Getirilmesi, T.C. Anadolu Üniv. Yayınları No: 8, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Yayınları No: 3, Eskişehir, 144 s.
- Ulusoy, A., 1992. Maden Dairesi ve Karşılaşılan Zorluklar. Madencilik Sorunları, Yasası, Jeoloji Mühendisleri Odası Yayını - Haber Bülteni, Ankara, s.24-25.
- Yersel, K., 1970. Türk Madencilik Sorunları, Maden Mühendisleri Odası Yay., Ankara, 99 s.
- YMGV, 1997. Madencilik ve Çevre Toplantısı (10 Temmuz 1997). Cumhuriyet Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü ve Yurt Madencilik Geliştirme Vakfı (YMGV), Sivas, 146 s.
- Yenişafak internet sitesi. 19.10.2012 tarihli haber. <http://yenisafak.com.tr> (Erişim Tarihi: 15.12.2012)



## Henry Fayol who is a Mining Engineer in Administration Science

Ümit ÇEPNİ

*Economics M.Sc., Mining Engineer, Turkish Coal Enterprises, Turkey*

**ABSTRACT** The main purpose of this study is in fact to analyze administration education for engineers. Basic question is how we can work more effective. So what We can do! Years and years ago Fayol layed on emphasis of administration for engineers. In this study examined the contribution of Fayol as an engineer to management sciences. It is pointed engineering is required to be integrated with management education.

**INTRODUCTION** Henry Fayol who was born in Istanbul in 1841 graduated high School of Mines Seint-Etienne in 1890. He started working as an engineer assistant in Commentry Coal Firm, then he worked as an operating engineer, chief engineer. He has been appointed deputy director of business, such as working in stages. During his working Fayol Fourchambault Decazeville enterprises has grown. On an ongoing basis in various coal businesses combined with blast furnaces and at that time became the largest metallurgical Organization. Fayol died in Paris in 1925.

Throughout history, armies were seen the most systematic organization and management principles. It is known today corporal, captain, major, etc., dating back to 2500 years ago CENGIZHAN's army ranks have been known to management structuring. Early 1800's introduction of the steam in the industry established a large manufacturing plants. This situation, work flow, design, production planning, market research, business management-related

issues, such as profit and loss statistics, and industrial organizations to come up into the required professional management process.

Business managements from the past, traditional management approaches has become to the scientific management approach with Frederick Taylor Winsloy and Henry Fayol. It is important that he is a mining Engineer. Engineering is already an art that puts the common ideas of useful products by using scientific and mathematical principles. Engineers have to have narrow or broad managerial responsibilities to decide since they first started to work.

Metallurgical Institution founded by Fayol that empowers during First World War in France. At the same time he became famous savior for poor institutions.

In this study examined the contribution of Fayol as an engineer to management sciences. It is pointed engineering is required to be integrated with management education

### 1 WHO IS HENRY FAYOL?

#### 1.1 Biography

Fayol was born in 1841 in a suburb of Istanbul, Ottoman Empire, where his father,

an engineer, was appointed superintendent of works to build a bridge over the Golden Horn (Galata Bridge). They returned to France in 1847, where Fayol studied at the

mining school "École Nationale Supérieure des Mines" in Saint-Étienne.

When 19 years old he started as an engineer at a mining company "Compagnie de Commentry-Fourchambeau-Decazeville" in Commentry. By 1900 the company was one of the largest producers of iron and steel in France and was regarded as a vital industry. Fayol became managing director in 1888, when the mine company employed over 1,000 people, and held that position over 30 years until 1918. He was little known outside France until the late 1940s when Constance Storrs published her translation of Fayol's 1916 work *Administration Industrielle et Generale*.

### 1.2 Studies

Fayol has three studies about mining. That is done first fifteen years in working life.

- 1- Decomposition of coal by air.
- 2- Earth slide by mine Works,
- 3- Investigation about existing of Commentry coal basin and evolution of coal basin,
- 4- His last book is published in 1916 *Administration on Industrial and General (Administration Industrielle et Générale)*.

### 1.3 Fayolism

Fayolism is one of the first comprehensive statement of a general theory of management, developed by the French management theorist Henri Fayol (1841–1925) one of the most influential contributors to modern concepts of management.

Fayol has proposed that there are five primary functions of management planning, organizing, commanding, coordinating, and controlling. Controlling is described in the sense that a manager must receive feedback on a process in order to make necessary adjustments.

#### 1.3.1 Departments of Company

Management (Organization & Administration) plays arguably 'the most

important part in the government of undertakings: all undertakings, large or small, industrial, commercial, political or religious - this truism might seem like common sense Fayol in order to expand this view of 'common sense defined management into six functions:

1. TECHNICAL - production, manufacture, adaptation;
2. COMMERCIAL - buying & selling - exchange (banking, insurance, warehousing, advertising);
3. FINANCIAL - search for an optimum use of capital;
4. SECURITY - of property & personnel;
5. ACCOUNTING - stocktaking, balance sheets, costs, statistics;
6. MANAGERIAL - planning, organization, command, co-ordination & control.

These six groups of activities or essential functions were always present in a managerial post. Fayol argued that all managers required capability in all six functions the job (managerial position) determined the level of each function where 100% covered the total job varying percentages should be assigned to each function Fayol insisted.

Employees have different qualities; physical, mental, moral, general & specialist knowledge, experience. The possession of these qualities differ in degree between one employee and another - the implication is that one employee may be more suited to a post which 'emphasises' the need for one or other of the six functions.

Administration is added to five classic parts of administrative doctrine like technical, commercial, security, financial and accounting.

Novadays marketing, human resources, public relations departments are also accepted between main functions of organization structure.



### **1.3.2 Primary Functions of Management**

Henri Fayol was one of the most influential contributors to modern concepts of management, having proposed that there are five primary functions of management: Fayol's five functions are still relevant to discussion today about management roles and action. He has proposed that there are five primary functions of management :

1. Planning: examine the future and draw up plans of action
2. Organizing: build up the structure, material and human, of the undertaking;
3. Commanding: maintain activity among the personnel;
4. Coordinating: bind together, unify and harmonise activity and effort;
5. Controlling: see that everything occurs in conformity with policy and practise.

### **1.3.3 Principles of Management**

#### **1. Division of Work**

The full work of the organisation should be divided among individuals and departments. This is because a division of work leads to specialisation, and specialisation increases efficiency, and efficiency improves the productivity and profitability of the organisation.

#### **2. Discipline**

Discipline means a respect for the rules and regulation of the organisation. Discipline may be Self-discipline, or it may be Enforced discipline. Self-discipline is the best discipline. However, if there is no self-discipline, then discipline should be enforced through penalties, fines, etc. No organisation can survive without discipline.

#### **3. Authority and responsibility**

According to Henri Fayol, there should be a balance between Authority (Power) and Responsibility (Duties). Authority must be equal to Responsibility. If the authority is

more than responsibility then chances are that a manager may misuse it. If responsibility is more than authority then he may feel frustrated.

#### **4. Subordination of Individual Interest to General Interest**

In an organisation, there are two types of interest, viz., the individual interest of the employees, and the general interest of the organisation. The individual interest should be given less importance, while the general interest should be given most importance. If not, the organisation will collapse.

#### **5. Remuneration**

Remuneration is the price for services received. If an organisation wants efficient employees and best performance, then it should have a good remuneration policy. This policy should give maximum satisfaction to both employer and employees. It should include both financial and non-financial incentives.

#### **6. Centralisation**

In centralisation, the authority is concentrated only in few hands. However, in decentralisation, the authority is distributed to all the levels of management. No organisation can be completely centralised or decentralised. If there is complete centralisation, then the subordinates will have no authority (power) to carry out their responsibility (duties). Similarly, if there is complete decentralisation, then the superior will have no authority to control the organisation. Therefore, there should be a balance between centralisation and decentralisation.

#### **7. Order**

There should be an Order for Things and People in the organisation. Order for things is called Material Order. Order for people is called Social Order. Material Order refers to "a place for everything and everything in its place." Social Order refers to the selection of the "right man in the right place". There must be orderly placement of the resources such as Men and Women, Money, Materials,

etc. Misplacement will lead to misuse and disorder.

#### 8. Equity

The managers should use the equity while dealing with the employees. Equity is a combination of kindness and justice. Equity creates loyalty and devotion in the employees.

#### 9. Initiative

Management should encourage initiative. That is, they should encourage the employees to make their own plans and to execute these plans. This is because an initiative gives satisfaction to the employees and brings success to the organisation.

#### 10. Esprit De Corps

Esprit de Corps means "Team Spirit". Therefore, the management should create unity, co-operation and team-spirit among the employees. They should avoid the divide and rule policy.

#### 11. Stability of Tenure

An employee needs time to learn his job and to become efficient. Therefore, he should be given time to become efficient. When he becomes efficient, he should be made permanent. In other words, the employees should have job security.

#### 12. Unity of Direction

All activities which have the same objective must be directed by one manager, and he must use one plan. This is called Unity of Direction. For example, all marketing activities such as advertising, sales promotion, pricing policy, etc., must be directed by only one manager. He must use only one plan for all the marketing activities.

#### 13. Scalar Chain

Scalar Chain is a line of authority. This line joins all the members (managers and receive orders from only one superior. In other words, a subordinate must report to only one superior. According to Fayol, if one subordinate receives orders from more than one superior then there will be disorder. This will affect the discipline, efficiency,

employees) from top to bottom. Every member must know who is his superior. He must also know who is his subordinate. Scalar Chain is necessary for good communication. Scalar Chain must not be broken in norm circumstances. However, if quick action is necessary, then this chain can be broken. This is done using "Gang Plank" / "Bridge" / "Direct Contact". Scalar Chain is shown in diagram below with Gang plank as dotted line FP.



The Scalar Chain is shown by a double ladder A to G and A to Q. A is the head of the organisation. B and L are the next level, and so on. If quick action is necessary, then a "Gang Plank" "FP" is made. Now F and P can contact each other directly but they should inform E and O about their decisions.

#### 14. Unity of Command

According to this principle, a subordinate (employee) must have only one superior (boss or manager). A subordinate must

productivity and profitability of the organisation.

Unity of Command is a very important principle of management.

**1.3.4 Features of Administrator**

1. Health and vigour;
2. Cleverness;
3. Moral qualities;
4. General knowledge (culture);
5. Management capacity;
6. Notions about other functions (activities);
7. The strongest skills in the function managed.

Employees have different qualities; physical, mental, moral, general & specialist knowledge, experience. The possession of these qualities differ in degree between one employee and another - the implication is that one employee may be more suited to a post which 'emphasises' the need for one or other of the six functions.

Class of Employee	Personnel Abilities of the Technical Function						Total Evaluation
	% Managerial	% Technical	% Commercial	% Financial	% Security	% Accounting	
Workman	5	85			5	5	100
Foreman	15	60	5		10	10	100
Superintendent	25	45	5		10	15	100
Head of Section	30	30	5	5	10	20	100
Head of Dept	35	30	10	5	10	10	100
Manager	40	15	15	10	10	10	100
General Manager	50	10	10	10	10	10	100

**2 ENGINEERING AND ADMINISTRATION**

**2.1 Relationship between Engineering and Administration**

Engineers don't live the atmosphere that nobody doesn't interfere or is provided physical opportunities for works of engineering or doesn't have personal. Engineers have to have administration responsibilities on first day that they start to work.

It shouldn't be forgotten that engineer is also a human. And works about administration provide that person shines high salary and high prestige make administration attractive as against technical works.

**2.2 Education of Administrator Engineer**

There are two kinds of education system

**2.2.1 Undergraduate Programmes**

There are some engineering like Industrial and Managements Engineering that have basic engineering and administration educations. These disciplines are used to work about coordination and organization.

**2.2.2 After the Engineering Education**

Master and post graduate programmes that established to integrate administration knowledgements to engineers and are graduated administrator engineers who provide more effective corporation between engineers and administrators.

**2.2.3 Administration Science on Engineering Education**

Engineers, who combine capabilities and knowledge in mathematics and science with analyze and design methods on engineering,

have to consider human factor on application.

It's clearly that engineers who have this administrative education are successful. Engineers like industrial or management who contact between disciplines just work effectively at big companies. However small organizations don't have budget and adaptation is difficult. And also after education of engineering, administrative education isn't enough.

Administrative talent is necessity for an engineer. So an engineer is graduated on management education. If this education is given on undergraduate programme, engineers will have real administrator features. Thus these young engineers will be both an engineer and administrator. And also academics in engineering programmes approach to administrative programmes.

### 3 CONCLUSIONS

It's given Henri FAYOL's speech at Mining and Metallurgy congress on 23<sup>rd</sup> June, 1900 in Paris below;

Gentlemen, when toasts were being drunk yesterday, we had the pleasure of hearing men who were truly representative of science and of professional experience, speak of the remarkable progress of our two great industries and of the happy influence which the friendly relations existing between engineers all over the world have had on this progress. M. Harze described these relations by saying that they established a sort of technical freemasonry between us.

I emphasize the word technical, Gentlemen, because it is a fact that the papers read at this Congress have been almost exclusively technical in character; we have heard no echo of our commercial, financial and administrative duties. And yet, the Congress has numbered among its members men who are particularly distinguished in these matters. It is undoubtedly a matter for regret that no one

has spoken, for example, about the commercial combinations which, under the names of agreements, agencies and trusts, have become of such importance in the industrial world during the last few years.

But I must turn now to the administrative problems to which I want to draw your attention, because it seems to me that the mutual education, which we practice with such useful results on the technical side of our work, can be of equal service on the administrative side.

The technical and commercial functions of a business are clearly defined, but the same cannot be said of the administrative function. Not many people are familiar with its constitution and powers; our senses cannot follow its workings  $\pm$  we do not see it build or forge, sell or buy  $\pm$  and yet we all know that, if it does not work properly, the undertaking is in danger of failure.

Administration, which calls for the application of wide knowledge and many personal qualities, is above all the art of handling men, and in this art, as in many others, it is practice that makes perfect. This is one of the reasons why we should release our future engineers for practical work as early as possible; there are many drawbacks to staying too long at school.

In my opinion, it is the industry concerned which should have the chief say in the question of the amount of theoretical training required. It is the industry which uses the products of the schools, and, like every consumer, it has the right to make its wishes known; it would be easy for it to do so in France through the two organizations which represent it, the Comité des Forges and the Comité des Houillères.

Allow me, Gentlemen, in closing my remarks, to remind you of the object of this paper, namely, that engineers should, in future, extend to the sphere of administration the mutual education that they have

practiced so successfully in the technical sphere.

Henri FAYOL's speech at 1900s has been protecting its validity.

#### **REFERENCES**

Fayol, H. (1949), *General and Industrial Management* (translated by Storrs, C.),

PEAUCELLE, Jean-Louis, (2003a), "Fayol un siecle après", J.L. Peaucelle (der.), *Henri Fayol, inventeur des Outils de Gestion* içinde, Paris: Economica, 13-27.

ÖZTEKİN, Ali (2005), *Yönetim Bilimi*, Ankara: Siyasal Kitabevi.

İNAN, Zühtü (2005), "Fayol Kimdir ve Fayolizm Nedir?"

BARANSEL, Atilla (1979), *Çağdas Yönetim Düşüncesinin Evrimi*, İstanbul: Fatih Matbaası.

---

## “5995 Sayılı Kanun ile Değiştirilen 3213 Sayılı Maden Kanunu’nun”, Diğer Doğal Kaynaklar Kanunları ile Karşılaştırılması ve Maden Aramacılığının Boyutları

### *Comparison of “The Mining Law No. 3213 Amended By The Law No. 5995” to Laws Of Other Natural Resources and the Size of Mineral Exploration*

A.Uğur GÖNÜLALAN

*Jeofizik Yük. Mühendisi, Madencilik Müşavir Mühendisler Birliği (Madenbir) Derneği Yönetim Kurulu Üyesi, UG Enerji Danışmanlık Ltd.Şti, Ankara, Türkiye*

**ÖZET:** Madencilüğümüz içinde bulunduğu zor şartlar nedeni ile beklenen gelişmeyi gösteremediğinden, sektöre olan ilginin azalması, yatırımların durma noktasına gelmesi, madencilik mevzuatı dışındaki mevzuatlar, çevre konuları, madencilige getirilen kısıtlama ve yasaklamalar, ağır ve çok süre alan bürokratik işlemler, maden mevzuatından kaynaklanan bazı olumsuzluklar da neden gösterilerek, tüm madenlerin aynı Kanun kapsamında alınması gerekçesiyle önce 3213 sayılı Maden Kanununu değiştiren 5177 sayılı Maden Kanunu 05.06.2004 tarihinde kabul edilerek, 6 yıl uygulanmış, daha sonra “Maden Kanununda ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair 5995 sayılı Kanun” 10.06.2010 tarihinde kabul edilmiş ve 24.06.2010 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe girmiştir.

Çözüm, sadece kanunun çıkarılması değildir. Türkiye’de ithal ikamesi durumundaki madencilüğümüzün özellikle kömür, petrol ve doğalgazda, dışa bağımlılığın azaltılması için arama ve üretim yatırımlarının bir an önce hızlandırılması gerekmektedir.

Bu bildiride;

- ◆ 5995 sayılı Kanun ile Değişik 3213 sayılı Maden Kanunu’nun ve Diğer Doğal Kaynaklar Kanunlarının tarihsel geçmişleri,
- ◆ Türkiye’deki madencilüğün hızlanacağı ve yatırımların arttırılacağı iddiasıyla çıkarılan 3213 sayılı Maden Kanununu değiştiren 5177 ve 5995 sayılı Maden Kanunlarının teknik ve felsefi açıdan irdelenmesi,
- ◆ Maden Kanununda ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair 5995 sayılı Kanun ile 3213 sayılı Maden Kanununu değiştiren 5177 sayılı Maden Kanunu, 6326 sayılı Petrol Kanunu, 5574 sayılı Yeni Türk Petrol Kanun Tasarısı, 5686 sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ve uygulamaları karşılaştırılmalı olarak verilmeye çalışılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Maden, Petrol, Jeotermal, Jeofizik, Yasa, Rezerv

**ABSTRACT:** On the grounds that our mining could not show the expected development because of the difficult conditions it was in, declining interest in the sector, investments coming to a standstill, legislation other than that of mining, environmental issues, limitations and restrictions to mining, slow and long time taking red tape, some problems arising from mining legislation, first the Mining Law No. 5177 which amended the Mining Law No. 3213 was enacted 05.06.2004 and enforced for 6 years and then “the Law No. 5995 on Amending Mining Law and Some Laws” was enacted on 10.06.2010 and came into force

upon its being published in the Official Gazette of 24.06.2010.

Passing the Law does not solve the problem. Exploration and production investments should be accelerated as soon as possible to reduce foreign dependency especially in coal, petroleum and natural gas of the mining in Turkey which has import substitution status.

In this paper it has been tried to give the historical background of the Mining Law No. 3213 amended by the Law No. 5995, the argument that the mining in Turkey would accelerate and investments would increase, technical and philosophical comparison of the Mining Laws No. 5177, 5995 amending the Mining Law No. 3213, the Petroleum Law No. 6326, the new draft Turkish Petroleum Law No. 5574 and the Law No. 5686 on Geothermal Resources and Natural Mineral Waters in terms of practice.

**Keywords:** Mine, Petroleum, Geothermal, Geophysics, Law, Reserve

## 1 GİRİŞ

### 1.1 Ülkemiz Madencilikinin Genel Durumu

MTA Genel Müdürlüğü verilerine göre ülkemizde maden potansiyeli 2.9 trilyon Dolar civarındadır. Madencilik uzmanlarının tamamının hemfikir olduğu ise: Türkiye, 4 trilyon dolarlık maden potansiyelinden yeterince faydalanamıyor. Maden gelirlerinin 2011 yılında Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'ya (GSYH) oranı yüzde 1.5. Bu rakam hiç kuşkusuz, trilyon dolarlarla ifade edilen bir potansiyel için oldukça düşük. Bu oran gelişmiş ülkelerde yüzde 4, Dünya ortalamasında ise yüzde 2'dir. Bu iki veriyi (2.9-4) göre maden potansiyeli büyük, ancak sektörün önündeki engeller nedeni ile üretim kapasitesi düşüktür [3].

Ülkemizdeki zengin maden potansiyeli sadece başarılı bir maden sanayinin geliştirilmesi için tek başına yeterli değildir. Uygun ve istikrarlı politik çerçevesi ile güvenilir ve kolay işleyen mali ve hukuki rejimin uygulamaya konulması da gerekmektedir.

## 2 ÜLKEMİZDEKİ MADEN ARAMACILIĞININ BOYUTLARI

### 2.1 Ruhsat Dağılımı ile İlgili İstatistikler

30.09.2012 tarihi itibarıyla Türkiye Genel Ruhsat Dağılımı'na göre 14.603 arama, 13.246 işletme olmak üzere toplam 27.849'dur [13]. Maden gruplarına göre ise; ruhsat dağılımlarında IV. Grup Maden Arama Ruhsatı sayısı 14.571 rakamı ile ilk sırayı almaktadır.

30.09.2012 tarihi itibarıyla 1999 – 2012 Arasında Yapılan Ruhsat Müracaatı ve Düzenlenen Arama Ruhsat Sayılarına göre en fazla ruhsat müracaatı 18.208 ile 2006 yılında olmuştur.

### 2.2 Maden ve Endüstriyel Hammaddeler İçin 1955-2011 Yılları Arasında Yapılan Jeofizik Aktiviteler ve Yatırımlar

Yatırım tutarlarının ne kadar olduğu Tablo 1'de gösterilmektedir.

### 2.3 Türkiye'nin Maden Rezervleri

MTA Genel Müdürlüğü verilerine göre ülkemizde maden potansiyeli 2.9 trilyon Dolar civarındadır. Madencilik uzmanlarının tamamının hemfikir olduğu ise: Türkiye, 4 trilyon dolarlık maden potansiyelinden söz edilmektedir.

MTA Genel Müdürlüğü'nün 01.02.2010 tarihi itibarıyla Türkiye Maden Rezervleri potansiyeli incelendiğinde [2]; Bor'dan Yapıtışına 1,795 Trilyon Dolar Maden rezervi için yaklaşık 0,5 Milyar Dolar jeofizik yatırım tutarına göre katkıları yadsınmaz ve bu rezervler için jeofizik mühendislerinin de bilgi ve emekleri vardır [6].

## 3 TÜRKİYE'NİN DOĞAL KAYNAKLARI İLE İLGİLİ MEVZUATLARI

- 1.Maden Kanunu (Taşocakları Nizamnamesi dâhil),
- 2.Petrol Kanunu,
- 3.Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanunu kapsamında yer alan düzenlemelerle yürütülmektedir.



Tablo 1. 1955-2011 yılları arasında maden ve endüstriyel hammaddeler için yapılan jeofizik aktiviteler ve yatırımlar [2], [6]

AKTİVİTELER	JEOELEKTRİK ETÜT NOKTA 254,663	MANYETİK ETÜT Nokta 192.290	GRAVİMETRİK ETÜT Nokta 232.219	REZİSTİVİTE NOKTA 54,609	CSAMT NOKTA 3.679	SİSMİK SERİM 16,432	SP NOKTA 62.563	KUYU ÖLÇÜSÜ METRE 1.117.178
Yatırımlar (\$)	254.663.000	5.768.700	6.966.570	54.609.000	36.790.000	81.760.000	31.281.500	33.515.340
Toplam Yatırım (\$)	<b>505.754.110</b>							

### 3.1 Maden Kanunlarının (Taşocakları Nizamnamesi dâhil) Tarihsel İncelemesi:

1858 tarihli Arazi Kanunu'na kadar, Osmanlı İmparatorluğunda madenlerle ilgili özel düzenleme yoktur. Osmanlı İmparatorluğunun madencilik düzenleyen, 1862 tarihinde Fransız Maden Kanunu'ndan alınan **Maadin Nizamnamesi** yürürlüğe girmiştir. Bu düzenleme 1887 ve 1906 tarihli Maadin Nizamnameleriyle değiştirilmiştir. Daha sonra, **23 Mart 1922 tarihli Madenlerin Aranması ve İşletilmesi Hakkında Kanun** yürürlüğe girmiştir.

Cumhuriyet döneminde de 6309 sayılı Maden Kanunu 11 Mart 1954 tarihinde yürürlüğe girmiştir. 6309 sayılı Maden Kanunu ile madencilik; hem özel teşebbüs, hem de yabancı sermaye için cazip hale getirilmek istenmiştir.

6309 sayılı Maden Kanunu, madencilik sektörünün ihtiyaçlarını yeterince yerine getirememesi gerekçesi ile yürürlükten kaldırılarak, 1982 Anayasasına bağlı olarak uygulanan 3213 sayılı Maden Kanunu 1985 yılında uygulamaya konmuştur. 3213 sayılı Maden Kanununun bazı maddeleri daha sonra 25.06.1985 tarihli 3382 sayılı Kanunla değiştirilmiştir.

Madencilikimiz içinde bulunduğu zor şartlar nedeni ile beklenen gelişmeyi gösteremediğinden, sektöre olan ilginin azalması, yatırımların durma noktasına gelmesi, madencilik mevzuatı dışındaki mevzuatlar, çevre konuları, madencilığe getirilen kısıtlama ve yasaklamalar, ağır ve çok süre alan bürokratik işlemler maden

Mevzuatından kaynaklanan bazı olumsuzluklar da " neden gösterilerek, 3213 sayılı Maden Kanununu değiştiren 5177 sayılı Maden Kanunu, 05.06.2004 tarihinde kabul edilerek yürürlüğe girmiştir.

Maden Yasası'nın bir kısmı Anayasa Mahkemesi'nin iptal ettiği maddeleri ikame etmeye, bir kısmı da uygulamada karşılaşılan kimi sorunları gidermeye yönelik olarak, TBMM'de 10.06.2010 günü kabul edilen 5995 sayılı Maden Kanunu'nda ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun; 24.06.2010 günlü Resmî Gazete'de yayımlanarak yürürlüğe girdi.

### 3.2 Maden Kanununda Yapılan Değişiklikler

Maden Kanununun 2, 3, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 24, 30, 31, 32 maddelerindeki değişikliklere ilave olarak MTA Genel Müdürlüğü, Maden İşleri Genel Müdürlüğü Teşkilat yapısı ve eleman alımı ile ilgili olarak Geçici Maddeler ve Ek Maddeler olarak değişiklikler yapılmıştır. [11]

### 3.3 Değişen Maden Kanunu'nun Ana Başlıkları

Anayasa Mahkemesinin iptal kararı uyarınca yapılan değişikliklerde, Yönetmelikteki ilgili hükümler kimi rötuslarla Yasa'ya eklenmiştir. İptal kararı ile ilgili olmayan değişiklikler de dahil 14 ana başlıkta toplanmıştır. [4]

### 3.4 Petrol Kanunlarının Tarihsel İncelemesi:

Cumhuriyet döneminde sektörle ilgili ilk yasal düzenleme; 1926 yılında çıkarılan ve ülke sınırları içinde bütün petrol arama ve işletme haklarını hükümete veren 792 sayılı kanundur. Daha sonra 1935 yılında çıkarılan 2804 sayılı kanunla petrol konusunda Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (MTA) görevlendirilmiş, 1954 yılında ise bazı değişikliklerle günümüzde de yürürlükte bulunan 6326 sayılı Petrol Kanunu kabul edilmiştir. Mr.Ball tarafından hazırlanan

6326 sayılı Petrol Kanunu 1954 yılında yürürlüğe girmiş olup, 792 sayılı eski Petrol Kanunu yürürlükten kalkmıştır [1].

6326 sayılı Petrol Kanunu 1954 yılında çıkarılmış olup, 6 defa değişikliğe uğramıştır.

Petrol faaliyetleri, yatırımların büyük olmasının yanı sıra risk faktörünün de büyük olması nedeniyle tüm dünyada özel yasalarla düzenlenmektedir.

Türkiye Cumhuriyeti'nin ilanından bu yana 1926 yılında kabul edilip; 1954 yılında 6326 sayılı Kanunla iptal edilen 792 sayılı 1. Kanun 1954 yılında kabul edilen ve yapılan altı değişikliğe rağmen iptal edilmeyen 6326 sayılı 2. Kanun ve bu Kanunu iptal edecek olan, 5574 sayılı TBMM'de kabul edilen Kanun 3. Kanunumuz olacaktır.

5574 sayılı Petrol Kanunu TBMM'de kabul edilmiş, sivil toplum ve demokratik meslek örgütleri ile muhalefet partilerinin girişimi ile 10'ncü Cumhurbaşkanı tarafından 4 maddesi veto edilmiş ve tekrar Meclise gönderilmiştir [5], [9].

### 3.5 Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanununun Tarihsel İncelemesi:

1. 1926 yılında çıkarılan 927 sayılı Sıcak ve Soğuk Maden Suları İstismanı ile Kaplıcalar Tesisi Hakkındaki Kanun jeotermal sularının vergi ve kazanç hisselerini il özel idarelerine bırakmıştır.
2. 05 HAZİRAN 2004, 5177 sayılı maden kanununun yasalaşması nedeniyle, ETKB, 15.07.2004 Tarihinde yönetmelik hazırlamıştır. 5177 sayılı Kanun ile değişik 3213 sayılı Maden Kanununun geçici 4 üncü maddesinin uygulanmasına ilişkin usul ve esaslar bir yönetmelikle düzenlenmiştir.
3. Çeşitli Tasarılar Alt Komisyonunda birleştirilmiş, 03.06.2007 tarihinde Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanunu kabul edilerek yürürlüğe girmiştir [5].

### 4 "5995 SAYILI KANUN İLE DEĞİŞEN MADEN KANUNU'NUN", DİĞER DOĞAL KAYNAKLAR KANUNLARI İLE KARŞILAŞTIRILMASI

"5995 Sayılı Kanun İle Değişen Maden Kanunu'nun", 6326 sayılı Petrol Kanunu, 5574 sayılı Türk Petrol Kanunu, 5177 Sayılı Kanunla Değişik 3213 Sayılı Maden Kanunu ve 5686 Sayılı Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu ile;

"TANIMLAR, FAALİYET SAHALARI, SAHALARIN BÜYÜKLÜĞÜ, RUHSAT BAŞVURULARI, ARAMA RUHSAT SÜRELERİ VE UZATIMLARI, DEVLET HAKKI-HİSSESİ-İDARE PAYI, İŞLETME RUHSAT SÜRESİ, MÜCBİR SEBEPLER, TEŞVİKLER" Ana başlıklarında karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

### 5 SONUÇLAR

3213 sayılı Maden Yasasını değiştirme çalışmalarına çeşitli kesimlerin bazı görüşleri yansıtılabilmektedir. Bu nedenle kimi konularda iyileşme sağlandığı düşünülebilir, uygulamada karşılaşılan sorunların azalması beklenebilir. Ancak bu durum, madenlerin işletilmesinde toplum yararının gözetilmesine yönelik önemli adımlar atıldığı, madencilüğümüzün sorunlarının çözüleceği anlamına gelmemektedir.

Arama ruhsatı talebinde bulunacak kişilerden ön inceleme raporu ile maden arama projesi istenmesi, bu kişilerde projedeki faaliyetlerini finanse edebileceğine dair mali yeterlilik aranacak olması, arama döneminin aşamalara ayrılması ve arama döneminde hazırlanacak proje, rapor vb belgeler ile bu belgeleri hazırlayacak mühendislerde nitelik gözetilecek olması, madencilüğümüzde önemli bir dönemeç niteliğindedir. Bu değişikliklerin nasıl sonuç vereceği, Yönetmelikte yapılacak düzenlemelere ve uygulamaya bağlı olacaktır. Ancak bu aşamada 7 başlıkta aklı takılan sorular da yok değildir.

Yürürlüğe girdiği 1985 yılından bu yana beşinci kez değiştirilen ve ilk yürürlük tarihinden bugüne kadar geçen sürede dikkate alındığında, çok büyük olasılıkla en çok ve en kapsamlı değişikliğe uğrayan maden yasası olma unvanını elinde bulunduran Maden Yasamızdaki bir sonraki değişiklik ne zaman yapılacak? [4]

Dışa bağımlılığın azaltılması için arama yatırımlarının yapılması gerekmektedir. Madencilikte özellikle kömürle ilgili olarak Türkiye'de yeterince arama yapılmadığı, zira kömürde kullanılacak çok yeni teknikleri maalesef uygulamadığımız düşüncesindeyiz.

Enerji ve madencilikte dışa bağımlılığı azaltma çalışmalarındaki gayretler ve sektöre verilen destekler yeterli değildir.

En iyi yasa metni bile kötü uygulandığında büyük olumsuzluklara yol açabilmektedir.

Madencilikte rezerv miktarları sadece gözlemsel etüt ve çok az sayıda açılan sondajlarla tespit edilmiştir. Rezerv güvenilirliği ile ilgili çalışmalar yeni başlamıştır.

Kamu çıkarları açısından sektördeki farklı sivil toplum örgütleri, özel ve kamu sektörü, sendikalar, şahıs ve şirketler her türlü menfaati göz ardı ederek gerekirse kaybetme olasılığını göz önüne alarak ortak paydada birleşmek zorundadır.

Ülkemizde madencilik sektörü özel, kamu ayrımının çok net yaşandığı geçmiş dönemde birinin diğerine zarar vererek geliştiği dolayısı ile karşıtlıklar manzumesi haline dönen ve birbirini yaşamsal rakip gören ve aynı zamanda da ortak menfaatler için bir arada davranması gereken kutuplar oluşan bir yapıya sahip olması nedeni ile olması gereken mutlak birlikteliğin kurulmasını zorlaştırmaktadır.

Ülkemiz doğal kaynaklar açısından önemsenir bir potansiyel taşıyor olsa da; ülke ekonomisinde madenciliğin önemli bir yeri olduğu maalesef söylenemez. Madencilik ve madene dayalı sanayi birlikte düşünüldüğünde oluşan katma değer GSMH içindeki payı yüzde 12'yi bulmaktadır. Bu 22 milyar dolarlık bir değer yaratıldığı anlamına gelmektedir. Bu bağlamda ülkemiz açısından madencilik sektörünün küçülmesi ya da yok olması bir binanın taşıyıcı kolonlarının kesilmesi kadar hayati önem taşımaktadır. [8]

Madencilik sektörü %90 yerli girdi kullanılarak 35 milyar dolar ihracat yapılmasını sağlayan, kırsal kesimde istihdam yaratan, iç göçü önleyen temel sektördür.

Dünyanın ve ülkemizin içinde bulunduğu koşullar dikkate alındığında, madencilik sektörünün acil, orta ve uzun erimli önlemleri gerektiren, yasal ve yönetsel düzenlemelerden kaynaklanan, etkin çözüm bekleyen sorunları bulunmaktadır. [8]

Yasanın bu haliyle yürürlüğe girmesi, bilgi paylaşımını olamayacağı, yetki karmaşasının meydana gelmesi kaçınılmazdır.

## 6 ÖNERİLER

Enerji ve madencilikte dışa bağımlılığı azaltma çalışmalarındaki gayretler ve sektöre verilen destekler yeterli değildir. Dünya ortalamasına bakarak bile Türkiye'nin madencilik gelirinin artırması gerektiğini, bunun için öncelikli olarak arama faaliyetlerine hız verilerek, ülkemizin sahip olduğu tüm rezervlerin ortaya çıkarılmasını ve gerekli yatırımların yapılması için kamu ve özel sektörü teşvik edecek bir yapılanma içinde olunması gerekliliğini vurgulayabiliriz.

- ◆ Potansiyellerin tespiti rezerv güvenilirliği açısından gerçekçi ve kabul edilebilirliği onaylanabilecek olarak tespit edilmelidir. Arama faaliyetlerinin artırılması ile daha fazla üretim yapılabilmesi ve potansiyelimizin mümkün olduğu kadar değerlendirilmesi için, kamu ve yerli özel sektör gerek ayrı ayrı gerekse de birlikte, ulusal çıkarlar için kısır çekişmeler yerine işbirliği içinde arama seferberliği içine girmelidir. Böylece kapalı kapılar ardında birbirini yok saymak yerine ulusal çıkarlar adına eşit ve şeffaf bir platformda her iki sektör de birleşik bir cephe oluşturacaktır. Bunun zeminini sağlamak ise öncelikle bir devlet stratejisi olmalıdır.
- ◆ Dışa bağımlılığın azaltılması, ancak yerli üretimin tüketimi karşılama oranının artırılmasıyla mümkündür. Bu bağlamda sektörün bünyesine uygun arama yatırımları için kamu ve özel yerli ve yabancı sermayeyi özendirici teşvikler getirilmeli, ruhsat tekelleşmesi engellenmeli, kamu ve özel kuruluşlar açık, şeffaf ve rekabet edebilir bir model içerisinde olmalıdır.
- ◆ Ayrıca Devlet adına Sektörün (arama-işletme) denetleme modeli; uygulanabilir ve eşitlikçi anlayışta; bağımsız bütçesi, yeterli insan kaynağı

ve yeni teknoloji takibini sağlayıcı olmalıdır.

- ◆ Yasayla ilgili uygulama yönetmeliklerinin, kamu yararı öncelikli tutularak madencilik sektöründen ülkeye beklenen en yüksek yararı elde etmek üzere, konuyla ilgili tüm tarafların katılımıyla hazırlanması uygun olacaktır. [10]

### SON SÖZ:

Türkiye’de doğal kaynaklar konusunda söylenebilecek tek söz yeterince arama yapılmadığıdır.

### TEŞEKKÜR

Kaynaklarda belirlenen, desteklerini, bilgilerini paylaşan tüm meslektaşlarıma, MTA ve MİGEM Genel Müdürlüğüne, Madencilik Müşavir Mühendisler Birliği (Madenbir) Derneği’ne ve Kongre Kurullarına ve Maden Müh. Odasına teşekkürü bir borç bilirim.

### KAYNAKLAR

- [1] Petrol İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.pigm.gov.tr>,
- [2] MTA Faaliyet Raporları [www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr)
- [3] A.Uğur Gönülalan, “Ülkemizdeki Doğal Kaynaklardan Maden, Petrol ve Jeotermal Aramalarının Teknik ve Hukuksal Boyutları”, VI. Enerji Sempozyumu, 24 Ekim 2007
- [4] Mehmet Kayadelen, 24 Haziran 2010 Maden Yasası’ndaki Değişiklikler, [www.enerjienergy.com](http://www.enerjienergy.com)
- [5] A.Uğur GÖNÜLALAN, “Jeotermal Kaynaklar ve Mineralli Sular Kanunu’nun”, Diğer Doğal Kaynaklar Kanunları İle Karşılaştırılması ve Jeotermal Kaynak Aramacılığının Boyutları, TMMOB Jeotermal Kongresi, 21-24 Kasım 2007
- [6] A.Uğur GÖNÜLALAN, Ülkemizdeki Doğal Kaynakların Aranması ve Bulunmasında Jeofizik Çalışmaların Dönemsel İncelenmesi, Türkiye 17. Uluslararası Jeofizik Kongre ve Sergisi, 14-17 Kasım, 2006
- [7] Cemil ÖKTEN, Madencilik Sektörünün Çıkış Yolu, 27 Ocak 2006, [www.gemad.org.tr](http://www.gemad.org.tr)
- [8] MADENCİLİK FORUMU” SONUÇ BİLDİRGESİ, 5-6 Mart 2009, [www.gemad.org.tr](http://www.gemad.org.tr)

[9] A.Uğur Gönülalan, “Tarihsel Süreçlerde Petrol Arama ve Üretim Faaliyetleri, 6326 Sayılı Kanundaki Engeller ve 5574 Sayılı Kanun Tasarısının Olumlu ve Olumsuz Tarafları”, Türkiye 17. Uluslararası Petrol ve Doğal Gaz Kongre ve Sergisi, 13-15 Mayıs, 2009, Petrol Kanunu Bildirileri, Ankara

[10] Yasalar, Ülkenin İhtiyaçlarına Göre Düzenlenmelidir. TMMOB, MADEN M.O. BASIN AÇIKLAMASI 15.06.2010

[11] Maden Kanununda Ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 24.06.2010 Resmî Gazete Sayı: 27621 Kanun No. 5995 Kabul Tarihi: 10.6.2010

[12] 3213 Sayılı Maden Kanunu, Kanun Numarası: 3213, Kabul Tarihi: 04.06.1985, Resmî Gazete Tarihi: 15.06.1985, Resmî Gazete Sayısı: 18785 <http://www.tbmm.gov.tr>

[13] Maden İşleri Genel Müdürlüğü, <http://www.migem.gov.tr>

## Bismuth Minerals in the Molybdenum Showings from Salto di Quirra District, SE Sardinia, Italy

S. Fadda, M. Fiori

*Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, IGAG, Consiglio Nazionale Ricerche (C.N.R.), Cagliari, Italy*

**ABSTRACT** The mineralizations related to the Hercynian magmatism of Sardinia are represented by interesting ore-associations. Molybdenum is scattered in several part of the island and many Mo prospects are known in the Ogliastra region, SE Sardinia where the molybdenite-wolframite vein of Perda Majori displays mineralogical peculiarities of extreme rareness. A member of the lillianite-gustavite series has been detected and the samples compared with data collected from the literature. In the system  $PbS-Ag_2S-Bi_2S_3$ , most of our samples spread between the line lillianite-gustavite and the lillianite-pavonite join. The possible occurrence of solid solutions having compositions along both these joins is suggested in literature but there is a miscibility gap in the series at temperatures above 500°C. High-temperature natural phases belonging to the lillianite-like structures situated in the compositional gaps should commonly exhibit exsolution phenomena. The exsolved textures of Pb-Ag-Bi sulphosalts from Perda Majori let the mineralization under study be referred to pneumatholitic - hydrothermal stages of deposition.

### 1 INTRODUCTION

The Sardinian Mo mineralizations in the Hercynian calc-alkaline rocks have no economic value, the bulk of the metal being distributed through large rock volumes, but apart from the size or grade, their study may be useful to understand their genesis and for prospecting. The mineralizations occur mainly as molybdenite bearing quartz veins, stockworks, fracture fillings, and disseminations. High silica plutonites emplaced at shallow depth in the crust are the commonest host to which the mineralizations are genetically linked. Ores are in fact usually centered on stocks of leucogranite-porphiry or fine-grained varieties of leucogranites, except for showings from Ogliastra that are related to granodiorites and minor tonalites generally

trending NW-SE. All these igneous rocks belong to the Sardo-Corsica batholith of Hercynian age. The leucogranites were emplaced during the last stage of the magmatic cycle, while the granodiorites represent products of earlier stages. Mo showings would be connected with the hydrothermal circulation linked to the leucogranitic magmas but the bulk of the metal could not derive from leaching of the intruded metamorphic rocks. The late magmatic fluids merging into the meteoric water likely introduced molybdenum in the hydrothermal system that scarcely penetrates into the metamorphic cover preferentially affecting the igneous rocks. However, as these mineralizations occur at the contact between the Hercynian plutonites and the pre-Hercynian metasediments an involvement of both rock suites may be

reasonably inferred. Cu and Zn also may have been inherited from the pre-Hercynian rocks where there are important occurrences of Cu-Zn-Pb ores of volcano-sedimentary origin. Mo on the contrary seems to be characteristics of the Hercynian magmas as no mineralizations of this element are known in the pre-Hercynian terranes. A major propylitic halo, typical of many Mo deposits throughout the world, is absent. This alteration type is more developed in the Ogliastra showings in agreement with the more mafic character of the wallrocks which likely provided most of Cu and Zn (Fiori et al., 1986). Potassic assemblages are not frequently observed being restricted to some veins. Three different districts, Sulcis-Iglesiente, Ogliastra and Oschiri-Monti (Fig. 1), illustrate the main features of the various alteration-mineralization styles of these Mo-showings (Guasparri et al., 1984). In the mineralized areas of SW Sardinia molybdenite is mostly contained in quartz veins near the hydrothermally altered porphyries.  $\text{MoS}_2$  is accompanied by abundant and widespread pyrite, base metal sulfides and wolframite are also present. In the mineralized sectors of NE Sardinia  $\text{MoS}_2$  with pyrite, minor wolframite and chalcopyrite are disseminated in highly altered intrusive rocks. Perda Majori vein is the most relevant and by far the best known among the molybdenite bearing quartz-vein of the Salto di Quirra-Ogliastra district in the central part of the eastern coast of SE Sardinia (Fig. 1). As regard ore and gangue paragenesis, this mineralization exhibits quite unusual features in Sardinia. Minor quantities of native bismuth and bismuthinite are usually intergrown with molybdenite but can also be found dispersed in the quartz gangue where topaz and fluorite are common accessories. A distinctive feature is the widespread development in the form of exolutions of a sulphosalt mineral of composition close to  $\text{PbAgBi}_3\text{S}_6$  very similar to gustavite, a mineral structurally related to lillianite. Sulphosalt minerals which have compositions lying within the Ag-Bi-Pb-S system are among the more common in ores. The study of phase relations in this system

can provide knowledge for understanding temperature conditions under which ore formation occurs.

## 2 GEOLOGY AND MINERALIZATION

In central Sardinia the granitoid rocks form large stocks where the mineralizations occur as disseminations and/or vein systems, often along the contact with the paleozoic met sediments. The oldest rocks consist of more than 500m of conglomerates, metasandstones, metaquartzites and metasiltsstones of Middle-Upper Cambrian age. The Ordovician consists of metasandstones, metaconglomerates and shales with intercalations of metarhyolites and metandesites. The Silurian contains rocks ranging from black quartzites to graptolite-bearing carbonaceous shales with lenses of *Orthoceras* limestone. During the Hercynian orogeny the Paleozoic basement was affected by polyphase folding and synkinematic regional metamorphism (Carmignani et al., 1986). This orogenic event took place approximately 350 to 290 Ma ago. The rocks range in composition from tonalites to leucogranites emplaced at the end of the orogeny. The deformation produced fracture systems, which acted as guides for the emplacement of various dikes, a few of them rich in Mo-W mineralizations. The *Salto di Quirra* granite stock consists principally of monzogranite emplaced in Silurian slates, sandstones and meta-volcanics; the more common rocks are represented by tonalites composed of plagioclase sometimes altered, of biotite, epidote and green hornblende, granodiorites are made up of plagioclase quartz and biotite sometimes transformed to chlorite. Zircon, rutile, apatite, garnet, fluorite and magnetite are the accessory minerals (Garbarino et al., 1980; Fiori et al., 1991). Some stock-like bodies of coarse grained leucogranites occur within a short distance of the Mo-W mineralized dyke intruding the metamorphic sequence. Skarns and hornfels developed along many of the contacts while several

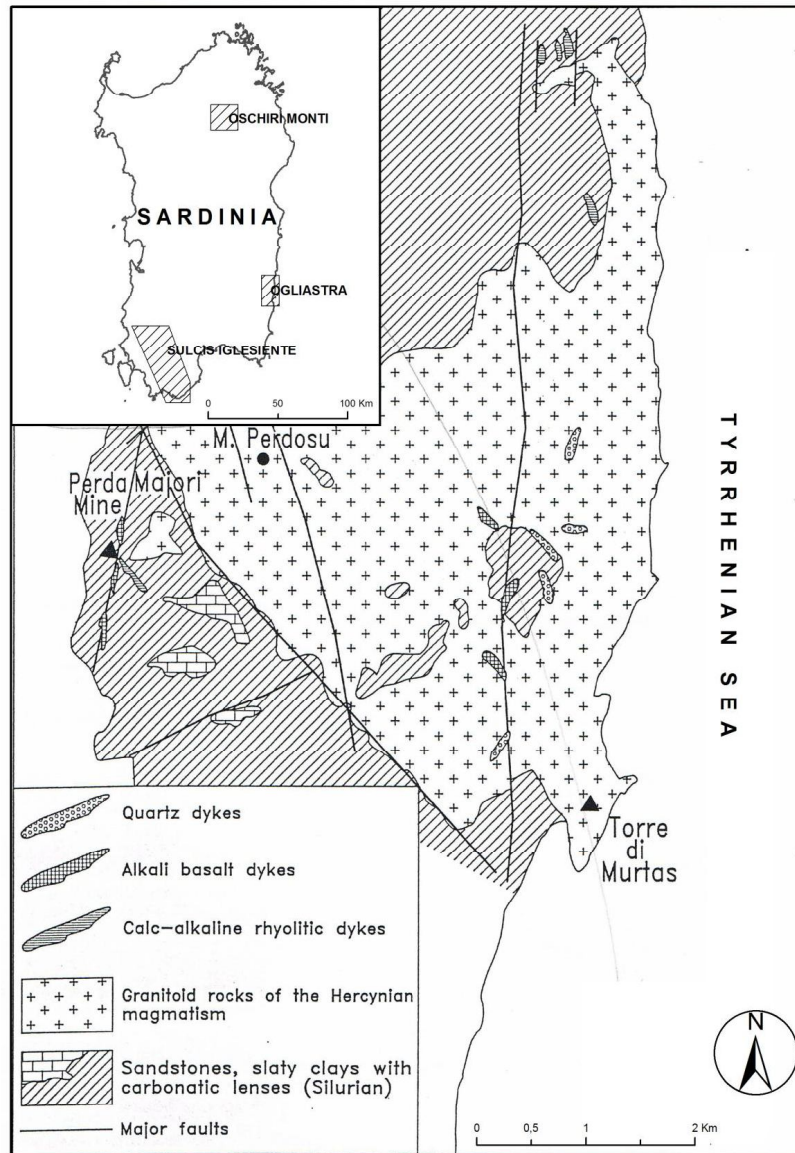


Figure 1. Geologic sketch map of the Salto di Quirra-Ogliastra district.

rhyolite dikes, sometimes of considerable size, cut the “granitoid “ stocks of calc-alkaline suite. The dykes are characterized by a porphyric texture with quartz and feldspar phenocrists.

The mineralizations consist of small orebodies scattered over the area, according to the main tectonic trend, the alteration is mainly of propylitic type. On a regional scale they may be considered as «porphyry

type» according to the geodynamic environment, the ore association (Cu-Mo) and the geochemical trends of the granitoid host rocks with mineralized skarns. On a local scale the absence of the typical “core” of prevalent molybdenite with typical alteration and zoning and the very low contents of Cu and Mo seem to give rise to a sort of «aborted» porphyry deposits with small bodies of Fe-Cu-Mo-Zn scattered throughout the Hercynian plutonites as a result of deposition from hydrothermal fluids along a network of fractures (Garbarino et al., 1980). Genetically the mineralization seems to have formed at different times and successive mineralization phases alternating with tectonic movements. The formation of the host fracture of the mineralization seems attributable to compression movements connected to the emplacement of the Hercynian eruptive mass of Monte Perdosu (Fig.1). These compressive movements have determined the uprising of the block of terrains underlying the metalliferous orebody. When the compressive forces came to an end, the whole area collapsed forming distension fractures that enlarged the original fracture. Quartz and feldspar, and later, in successive phases and times, all the other minerals could thus be deposited. As the fracture increased the empty spaces were filled by new minerals both gangue and metallic. The presence of breccias and their re-cementation especially by the metallic minerals confirm these genetic hypotheses. The Perda Majori vein varies in width from few centimetres to more than one metre and was traced for almost 700 m along the strike in proximity to the south western flank of the Monte Perdosu leucogranitic stock. The vein displays a symmetrical texture with molybdenite (Mo values range is 0.3-0.5%) and wolframite (W range is 0.4-0.6%), mostly coarsely crystalline, arranged near the selvages (Tab. 1). Quartz and orthoclase form the bulk of the gangue while topaz, of extreme rareness in the other Mo-mineralizations of the island, and fluorite are common accessories. Late sericite appears ubiquitously and mainly as flecks on orthoclase, but sericite also fills fractures

throughout the quartz. Wall-rocks appear chloritized to different extents and penetrated by quartz-orthoclase-fluorite veinlets or permeated by the same new formed minerals. As regards the polytypism of molybdenite, the 2H<sub>1</sub> (hexagonal) modification was found to be the most prevalent in Sardinia (Bralia et al., 1983a) but pure rhombohedral (3R) molybdenite and 3R + 2H<sub>1</sub> mixtures are present in samples from the Perda Majori Mo-mineralization.

### 3 ORE MINERALOGY

Wolframite occurs as tabular, fractured crystals of centimetric size that are sometimes replaced by scheelite. The molybdenite, formed after the wolframite, has a lamellar habit and is seldom deformed (Venerandi, 1968). Native bismuth, bismuthinite and sulphosalts are sometimes found between the lamellae (Fig. 2a). Scheelite generally occurs as pseudomorphs after wolframite and is therefore later. Bismuthinite is found in platy habit with a pavement texture or forms thin prism-like crystals, often associated with native bismuth, molybdenite and chalcopyrite. Native bismuth is present as anhedral grains showing characteristic twin lamellae. Chalcopyrite is present as exsolution bodies in the sphalerite (Fig. 2b) and associated with native bismuth and bismuthinite. Chalcopyrite and pyrite fill microfractures in the wolframite. Iron-rich sphalerite (up to 9%) forms anhedral granular intergrowths with chalcopyrite and galena. Pyrite occurs



Table 1. Selected analyses in Wt % of primary ore minerals

Native Bismuth	S	Ag	Pb	Bi	Total
Mo 63e	0.60	0.15	3.00	92.91	96.66
Mo 63f	0.17	0.05	0.51	94.89	95.62
Mo 63i	1.80	0.01	0.82	94.90	97.53

Bismuthinite	S	Ag	Cu	Pb	Bi	Se	Total
Mo 63	18.31	1.92	0.25	4.34	74.46	0.02	99.30
Mo 16	18.70	0.05	0.30	1.22	79.45	0.16	99.86
Mo 16	19.05	0.07	0.28	1.82	78.23	0.13	99.57
Mo 16a	18.82	0.01	0.25	1.26	79.72	0.07	100.10
Mo 16a	18.70	0.01	0.15	1.51	79.54	0.04	99.96

Galena	S	Ag	Fe	Cu	Zn	Pb	Bi	Total
Mo 63h	13.36	0.92	0.02	0.03	0.20	81.67	2.23	98.41
Mo 63h	13.24	0.92	0.02	0.02	0.01	81.39	2.14	97.72
Mo 63d	13.22	0.87	0.01	0.03	0.15	81.23	2.32	97.86
Mo 63d	13.34	0.86	0.96	0.01	0.33	80.87	1.91	98.48
Mo 64d	13.24	0.78	0.04	0.05	1.38	84.03	1.92	101.43
Mo 65g	12.67	0.78	0.01	0.01	0.01	80.44	1.92	95.92
Mo66f	13.70	1.02	0.06	0.02	0.01	83.21	2.45	100.45

Sphalerite	S	Cd	Fe	Cu	Zn	Pb	Total
Mo63h	33.20	0.54	5.26	0.13	60.00	0.07	99.19
Mo63Py	32.72	0.60	5.19	0.09	58.68	0.04	97.31
Mo64PbS	32.85	0.57	5.29	0.12	59.15	0.01	97.98
Mo65Cpy	33.14	0.57	4.34	0.17	60.01	0.46	98.70
Mo63d	34.10	0.49	6.21	0.88	59.67	0.01	101.34
Mo63d1	32.97	1.11	9.44	0.15	55.99	0.30	99.96
Mo64d1	33.21	0.49	10.26	0.15	56.13	0.02	100.26

Wolframite	FeO	MnO	WO <sub>3</sub>	Tot
Wo 1	13.44	9.38	61.90	84.72
Wo 2	14.39	9.31	72.31	96.00
Wo 3	14.22	9.23	71.95	95.4
Wo 4	10.57	12.92	71.7	95.19

Scheelite	CaO	MnO	FeO	WO <sub>3</sub>	Tot
Sch 1	19.78	0.03	0.03	64.95	84.80
Sch 2	20.78	0.02	0.08	75.75	96.63
Sch 3	21.02	0.01	0.03	75.22	96.27

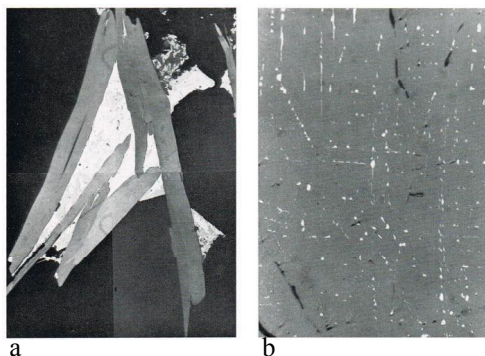


Figure 2: a) microphotograph, Nicols // 140 X, showing associated molybdenite (light to dark grey) and bismuthinite (white at centre) in quartz matrix; b) microphotograph, Nicols // 84X, showing oriented exsolutions of chalcopyrite developed.

in blenda in fractures in wolframite and as cubic crystals. Quartz, prevalent among the gangue minerals within the ore, is often idiomorphic and in pseudo-hexagonal prismatic crystals. Feldspars are represented by k-feldspars and plagioclase, the former as microcline orthoclase, while, among the plagioclase, two terms attributable to albite and more rarely oligoclase have been recognized (Fiori et al., 1991). Among the micas, sericite prevails as an alteration product of the feldspar and topaz. Muscovite is clearly subordinate and is found in fan-shaped laminae in the spaces between the crystals or along the fractures of minerals. Topaz is found mainly as large fractured, colourless individuals in high relief, altered in sericite and muscovite. Calcite, one of the latest minerals, is found where metallic minerals are scarce, and is concentrated in the middle part of the vein where also fluorite is found in cubic idiomorphic green-violet or colourless crystals.

#### 4 THE SULPHOSALT MINERALS

Some phases reported to belong to the system  $PbS-Ag_2S-Bi_2S_3$  is shown in Figure 3. Other minerals have been described as existing in it especially on the  $PbS-Bi_2S_3$  join, but have subsequently been shown to

be mixtures of phases. In addition to sulphosalts the Ag-Bi-Pb-S system contains common simple sulfide minerals with metallic elements. With the exception of galena these minerals generally occur as accessories in many and varied deposits. Of interest in the case under study are argentite ( $Ag_2S$ ), bismuthinite ( $Bi_2S_3$ ), galena ( $PbS$ ), matildite ( $AgBiS_2$ ), lillianite ( $Pb_3Bi_2S_6$ ), pavonite ( $AgBi_3S_5$ ) and gustavite ( $Pb_6Ag_3Bi_{11}S_{24}$ ).

On the basis of natural intergrowths of galena and matildite, Ramdohr (1938) suggested an extensive solid solution along the  $PbS-AgBiS_2$  join that divides the plane into two portions, with the crest of the solvus between the two minerals at about 350°C. At 500°C stable phases include lillianite, pavonite, matildite and galena. An extensive solid solution exists along the lillianite-pavonite join with a miscibility gap between 25 and 46 mole percent  $PbS$ . Experiments conducted at temperatures above 500°C show that melting near 670°C precludes complete solid solution between lillianite and pavonite (Hoda & Chang 1975). However the lillianite-pavonite solid solution suggests the possible occurrence of minerals having compositions along this join while the presence of a miscibility gap further suggests that such minerals should commonly exhibit exsolution phenomena. Karup-Moller (1970) reported the new mineral gustavite  $Pb_6Ag_3Bi_{11}S_{24}$  and its associated phase  $PbAgBi_3S_6$  in an assemblage from Greenland. On the base of similarity in crystallographic and chemical data, he suggested a continuous solid solution between lillianite and the end-member  $PbAgBi_3S_6$  and its possible extension all the way to the  $Ag_2S-Bi_2S_3$  join at  $Ag_3Bi_7S_{12}$  composition that however has been neither synthesized nor reported in nature. The composition of each of the intermediate phases can be derived from that of lillianite by double substitution of  $Ag^{1+} + Bi^{3+}$  for  $2Pb^{2+}$  with the possibility that copper and antimony may substitute for silver and bismuth respectively.

The series would be therefore similar to the

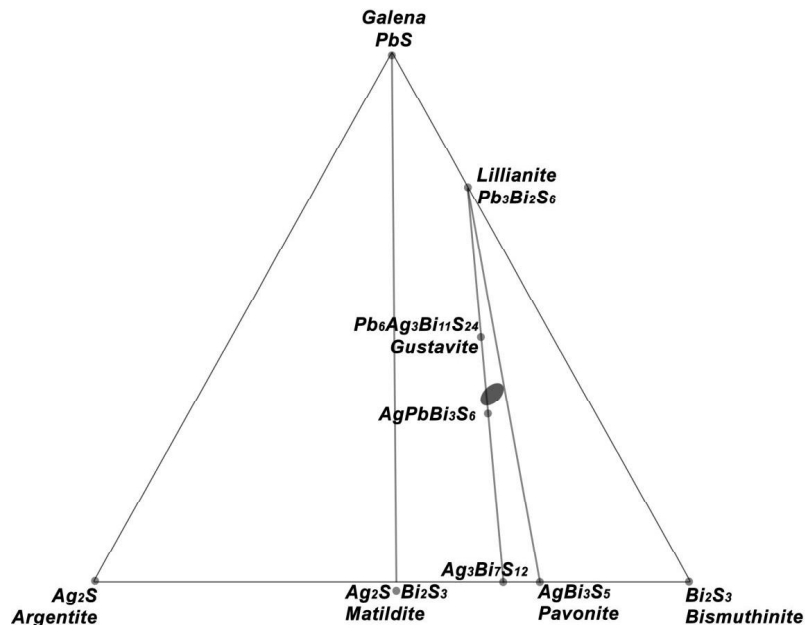


Figure 3. The compositional triangle  $\text{PbS-Ag}_2\text{S-Bi}_2\text{S}_3$  with the phases studied at Perda Majori reported. The hatched area shows the composition range of the analysed samples between the lillianite–gustavite solid–solutions series and the lillianite–pavonite join.

$\text{PbS-Ag}_2\text{S-Bi}_2\text{S}_3$  (matildite) series. However natural samples analysed by Karup-Moller do not fall exactly on the line connecting lillianite and  $\text{Ag}_3\text{Bi}_7\text{S}_{12}$  but may also coincide with the lillianite–pavonite join. The nature of the “gustavite phase” from Perda Majori vein, with idealized formula  $\sim \text{PbAgBi}_3\text{S}_6$ , the intimate intergrowth of this material with galena as apparent exsolutions from the predominant component (Fig. 4), prevents its isolation for X-ray investigation and elemental analyses. The chemical compositions showed in Table 2 were thus determined by an electron microprobe (Fiori et al., 1991) and gave the averaged empirical formula  $\text{Pb}_{1.08}\text{Ag}_{0.91}\text{Bi}_{2.86}\text{S}_6$  similar to the chemical data  $\text{Pb}_{1.06}\text{Ag}_{0.96}\text{Bi}_{2.82}\text{S}_6$  and  $\text{Pb}_{1.02}\text{Ag}_{0.84}\text{Bi}_{2.67}\text{Sb}_{0.31}\text{S}_6$  published by Makovicky and Karup-Moller (1977). Table 3 contains concentration estimates for

natural samples of lillianite–gustavite collected from literature. The studied sulphosalts from Perda Majori represent phases with compositional variations that may be explained by the scheme developed for minerals related to the lillianite homologous series (LHS). From a crystal-chemical point of view the structures of these sulphosalts arise from the ability of Pb, Bi and Ag to combine into very nearly “galena-like” structures in which valency accommodations  $2\text{Pb} = \text{Ag} + \text{Bi}$  take place to form, with proper Me:S ratio certain Pb:Ag:Bi combinations.

The ratio of metal atoms to sulphur atoms is reduced in the layers of the “lillianite-like” structures while the valency balance is restored. The plot of the available chemical analyses in Figure 3 do not comply with the hypothesis that compositions of the gustavite

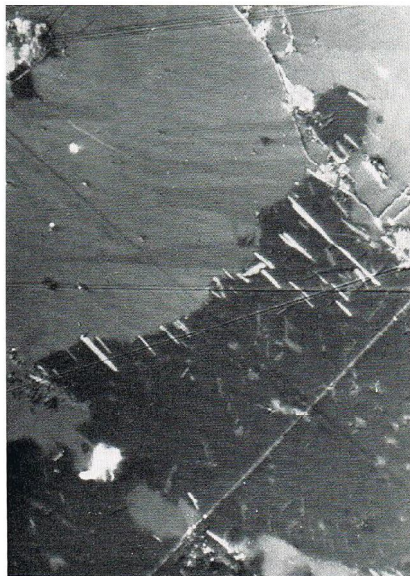


Figure 4. Microphotograph, crossed Nicols 400 X, showing exsolutions of the gustavite-like (white needles) sulphosalt from previously homogeneous galena phase. The light grey plague, middle and upper left, is chalcopyrite

solid solutions should lie on the lillianite–pavonite join. The majority of our samples spread between the **lillianite**–pavonite join and a line, almost parallel with the galena–matildite tie-line that connects lillianite, through gustavite, with a phase having composition  $\text{Ag}_3\text{Bi}_7\text{S}_{12}$  on the  $\text{Ag}_2\text{S}$ – $\text{Bi}_2\text{S}_3$  join. However many individual analyses cluster around the composition line for the members of the lillianite–gustavite solid-solution.

The presence of exsolution products in galena suggests that the original  $\text{PbS}$  composition was situated on the  $\text{Bi}_2\text{S}_3$  richer side of the  $\text{PbS}$ – $\text{AgBiS}_2$  join at some distance from it (Fig. 5). During exsolution in the high-temperature miscibility gap (Makovicky and Karup-Moller, 1977) galena altered into variable and generally lower Ag and Bi contents by exsolving the gustavite-like products (Fig. 6).

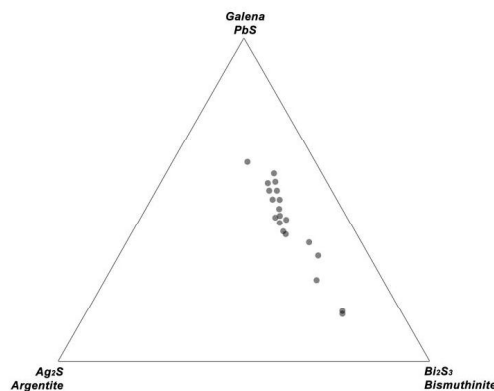


Figure 5. Compositions of galenas in the triangle  $\text{PbS}$ – $\text{Ag}_2\text{S}$ – $\text{Bi}_2\text{S}_3$ .

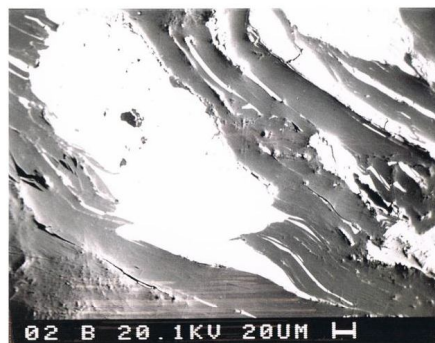
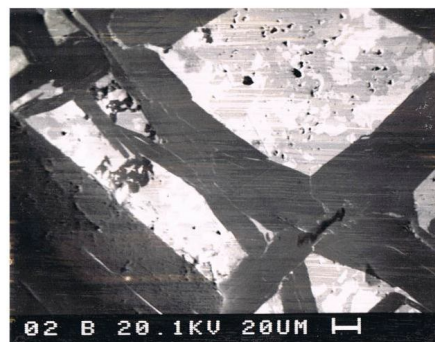


Figure 6: a) large rhomboidal grain made up of  $\text{PbAgBi}_3\text{S}_6$  and native bismuth, galena and bismuthinite in molybdenite. BSE image; b) the same as a, but lens shaped. BSE image.

Table 2. Selected microprobe analyses in Wt% on the gustavite-like samples from Perda Majori.

	S	Ag	Cu	Pb	Bi	Se	Tot
Mo63 I	16.74	9.10	0.01	19.27	54.42	0.31	99.85
	16.77	9.00	0.03	18.68	54.30	0.41	98.78
	16.55	9.45	0.01	19.02	54.43	0.23	99.70
Mo63 b	16.92	9.11	0.01	18.08	51.26	0.09	95.45
	17.72	8.37	0.01	16.89	52.11	0.25	95.34
	17.39	7.31	0.05	15.98	57.66	0.14	98.54
Mo16	16.60	8.88	0.03	18.65	53.74	0.16	98.07
	16.47	7.77	0.18	22.27	51.92	0.21	98.83
	16.60	8.69	0.13	18.55	51.65	0.01	95.70
Mo18	16.69	8.85	0.14	18.23	53.29	0.24	97.50
	16.87	8.76	0.15	19.28	53.75	0.08	98.89
	16.36	8.85	0.01	19.29	54.62	0.51	99.65
Mo26	16.83	8.80	0.16	18.54	52.84	0.16	97.35
	16.73	8.88	0.16	18.36	54.00	0.12	98.27
	16.72	8.83	0.17	18.57	53.23	0.20	97.23
Mo30	16.88	8.76	0.15	19.28	53.74	0.08	98.89
	16.86	8.65	0.12	19.53	53.32	0.21	98.70
	14.95	8.97	0.17	20.45	54.42	0.25	99.21
Mo45	16.87	8.97	0.20	19.36	54.82	0.17	100.39
	16.12	8.63	0.18	18.72	55.71	0.15	99.51
	16.50	8.16	0.31	23.58	51.21	0.19	99.96
Mo50	16.43	7.79	0.25	23.46	48.07	0.20	96.21
	17.12	8.28	0.17	19.45	53.62	0.14	98.76
	16.98	8.39	0.15	19.64	52.91	0.06	98.12
Mo54	15.83	8.52	0.13	19.87	54.14	0.15	98.65
	17.07	8.43	0.17	20.39	53.25	0.14	99.45
	16.55	8.44	0.15	19.52	53.20	0.14	98.00
Mo54	17.02	8.50	0.14	19.38	52.46	0.01	97.50
	17.17	8.65	0.12	19.96	53.41	0.12	99.43
	17.18	8.38	0.17	19.13	52.34	0.08	97.28
	17.06	8.21	0.17	20.45	52.42	0.12	98.44
	16.67	8.00	0.17	23.94	52.01	0.24	100.92

Table 3. Published chemical data in Wt% on gustavite from Karup-Moller 1970, lillianite homologues from Makovicky et al. 1977, and pavonite from Karup-Moller et al. 1972.

	S	Ag	Cu	Pb	Bi	Sb	Total
Gustavite	17.13	7.39		22.82	51.15		98.49
Karup-Moller	17.27	7.37		22.00	51.71		98.35
Lillianite-Gustavite							
1139Colorado	16.96	7.35	0.50	25.26	47.16	2.54	99.77
Alaska Mine	17.19	8.83	0.24	18.69	54.54	0.24	99.73
Kingston W.	16.09	3.35	0.05	38.03	42.23	1.05	100.80
Ivigut 1973	17.05	6.62	0.05	27.10	50.51		101.33
Pavonite							
No 1124	17.80	6.40	5.60	13.00	58.80		101.60
No 1139	17.80	10.90	2.70	4.40	64.20	0.90	100.90
BSF 1821	18.40	9.40	2.30	2.90	66.70	0.80	100.50

## 5 CONCLUSIONS

In the present study it is shown that the sulphosalts recognized in the metallic paragenesis of the Perda Majori mineralization represent phases with compositional variations that may be explained by the lillianite-gustavite scheme but nevertheless they seem also related to the pavonite variety listed in literature but not found in the investigated specimens. We feel able to conclude that we might be dealing with exsolution processes at different temperatures from 300°C to above 500°C in compositional gaps across the lines connecting lillianite with both pavonite and gustavite suggesting for these materials a similar mode of formation. The geological context, the paragenetic association of ore minerals and the exsolved textures of Pb-Ag-Bi sulphosalts documented at Perda Majori suggest for ore deposition a pneumatholitic-hydrothermal field.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This research was supported by “Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, IGAG, Consiglio Nazionale Ricerche (C.N.R.)”, Cagliari, Italy

## REFERENCES

- Bralia, A., Guasparri, G., Riccobono, F. and Sabatini, G., 1983. Polytypism of Molibdenite in the Mo-Deposits of the Sardinian Batholith. *Periodico di Mineralogia, Roma*, Anno 52, pp235-251.
- Carmignani, L., Cocozza, T., Grezzo, C., Pertusati, P.C. and Ricci, C.A., 1986. Outlines of the Hercynian basement of Sardinia. *Guide-book to the excursion on the Palaeozoic basement of Sardinia, IGCP project n.5. Newsletter, special issue*, pp. 11-21.
- Fiori, M., Garbarino, C., Padalino, G., Masi, U., 1986. Chemical features of wallrocks from Mo-showings of Sardinia (Italy). *Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, 41, pp.25-39.
- Fiori, M., Garbarino, C., Maccioni, L., Padalino, G., Tamanini, M., 1991. The Mo-W-Bi Mineralization of Perda Majori (SE Sardinia, Italy) and Phase Relations in the PbS-Ag<sub>2</sub>S-Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> System. *Associazione Mineraria Subalpina, Anno XXVIII, Numero 4*, pp. 591-599.
- Garbarino, C., Grillo, S.M., Marini, C., Mazzella, A., Melis, F., Padalino, G., Tocco, S., Violo, M. Maccioni, L., Fiori, M., 1980. The Paleozoic Metallogenesis

- Epochs of the Sardinian Microplate (Western Mediterranean): An Attempt of Synthesis on Geodynamic Evolution and Mineralizing Processes. *Rendiconti Società Italiana di Mineralogia e Petrologia*, 39, pp. 193-228.
- Guasparri, G., Riccobono, F., Sabatini, G., 1984. *Hercynian Mo-Mineralizations of Porphyry-Style in the Sardinian Batholith*, 39, pp. 629-648.
- Hoda, S. And Chang, L., 1975. Phase Relations in the Systems PbS-Ag<sub>2</sub>S-Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. *American Mineralogist*, 60, pp. 621-633.
- Karup-Moller, S., 1970. Gustavite, a new Sulphosalt Mineral from Greenland. *The Canadian Mineralogist*, 10, pp.173-190.
- Ramdhor, P., 1938. Über schapbachit, matildit und den silver- und wismthgehatt mancher bleiglanze. *Stizungsben. Preuss. Akad. Wiss. Phys. Math. Kl.*, 6, pp.71-91.
- Makovicky, E. and Karup-Moller, S., 1977. Chemistry and crystallography of the lillianite homologous series, part II. *N. Jb. Miner. Abh.*, 131, pp.56-82.
- Venerandi, I., 1968. Il giacimento a Molibdenite e Wolframite di Perda Majori. *Rend. Istituto Lombardo*, 102, pp. 678-716.

---



## Bologna Process and Quality Assurance – Evolution or Revolution from the Teachers Point of View

B. Kovacevic Zelic

*University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Zagreb, Croatia*

**ABSTRACT** The Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering of the University of Zagreb is the only higher education institution in Croatia in the fields of mining and petroleum engineering, and one of two institutions in the field of geology. Bologna process was introduced into Croatian higher education system in 2005. New study programmes were created by combining experiences from some leading European universities and by taking into account some peculiarities of the Croatian educational system and labour market. Besides that, substantial effort was made to solve some problems like insufficient attractiveness of our study programmes, high drop-out rate etc. In recent years we have also faced the introduction of quality assurance into the higher education and scientific research. After almost a decade since the beginning of a Bologna process, we have made a thorough analysis of its implementation and recognized some new trends and challenges.

### 1 INTRODUCTION

#### 1.1 Higher Education System in Croatia

The Croatian higher education system is composed of three cycles (undergraduate, graduate and postgraduate studies), in line with the principles of the Bologna Declaration which Croatia signed in May 2001 during the Ministers conference in Prague. Furthermore, Croatia has a binary higher education system which consists of university and professional studies. University studies cover all three cycles of higher education while professional one cover only undergraduate and graduate study programmes ([www.mzos.hr](http://www.mzos.hr)).

#### 1.2 University of Zagreb

In Croatia there are seven universities among which the University of Zagreb, founded in 1669, is the oldest one. It consists of 29 faculties, three art academies and the Centre for Croatian Studies. With its comprehensive

programmes and over 60,000 full-time undergraduate, graduate and postgraduate students the University is the strongest higher education institution in Croatia. It offers a wide range of academic degree courses leading to Bachelor's, Master's and Doctoral degrees in Arts, Biomedicine, Biotechnology, Engineering, Humanities, Natural and Social Sciences ([www.unizg.hr](http://www.unizg.hr)).

#### 1.3 Croatian Agency for Science and Higher Education

The Croatian Agency for Science and Higher Education (ASHE) was established according to the Act on Quality Assurance in Science and Higher Education in 2004.

Agency performs a part of the procedure of initial accreditation, procedures of re-accreditation, thematic evaluation and audit, and collects and processes data on Croatian higher education, science and related systems ([www.azvo.hr](http://www.azvo.hr)).

During 2005 initial evaluation of more than 900 study programmes was carried out. In the academic year 2011/12 re-accreditation procedure was carried out for all higher education institutions in the field of technical sciences.

#### **1.4 Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering**

The roots of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering (FMGPE) date back to 1919, when the Chair of Mineralogy and Geology was established at the Technical College. A comprehensive study of mining engineering in Zagreb began in the academic year 1939/40 with founding of the Mining and Metallurgy Section at the Technical Faculty. The Mining Section remained a part of the Technical Faculty until the 1964 when the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering was established.

Today, the Faculty conducts university studies and carries out scientific research and professional work in the area of technical sciences, the field of mining engineering, petroleum engineering and geological engineering (as the only faculty in the Republic of Croatia), as well as in the area of natural sciences, the field of geology (as one of two faculties in the Republic of Croatia).

The Faculty was accredited for conducting three undergraduate and four graduate study programs in 2005, as well as a postgraduate doctoral study program in 2008.

Moreover, the Faculty had participated in the creation and implementation of a number of common study programs at the University of Zagreb:

- Undergraduate study program in engineering in English, with five other technical faculties;
- Interdisciplinary postgraduate specialist study – Crisis management;
- Interdisciplinary postgraduate specialist study – Ecological engineering;
- Joint doctoral study – Geoengineering and Water Management – with two other faculties of the University of Zagreb and

two foreign universities i.e. Graz University of Technology (Austria) and University of Maribor (Slovenia).

## **2 BOLOGNA PROCESS**

### **2.1 Previous Study Programmes**

Our Faculty offered from 1998/99 to 2005/06 so called 'old programmes' i.e. bachelor and master's degree programmes (Kovacevic Zelic, 2006). The bachelor degree programme in mining, geology and petroleum engineering lasted four years (8 semesters). The master's degree programme was designed with the possibility of obtaining the title of Master of Science (minimum 2 years of studies) and the title of Doctor of Science (minimum 3 years of studies).

In total, we had seven modules three of which were related to mining engineering, while geological engineering and petroleum engineering each had two modules. The duration of the modules wasn't synchronized and the internal mobility was therefore almost blocked. Some other problems were also recognized, including:

- a low passing rate, where passing from 1st to 2nd year was especially critical with a drop-out rate of approximately 50%;
- the average time needed to finish the program was between 7 and 8 years for a 4-years programme;
- relatively low number of graduates in comparison to the number enrolled into the programmes (about 1/3 of those who enrolled actually graduated).

### **2.2 New Programmes**

Since the academic year 2005/06 three educational cycles are organized at FMGPE: undergraduate, graduate and postgraduate studies.

The undergraduate cycle (three years, 180 ECTS) includes the following study programs:

- Mining Engineering,
- Geological Engineering, and
- Petroleum Engineering.

The graduate study (two years, 120 ECTS) program in Mining Engineering includes three subprograms:

- Mining Engineering,
- Geotechnical Engineering, and
- Waste Treatment and Disposal.

The graduate study program in Geological Engineering includes two subprograms:

- Hydrogeology and Engineering Geology, and
- Environmental Geology.

There is only one graduate study program in Geology:

- Geology of Mineral Resources and Geophysical Exploration.

The graduate study program in Petroleum Engineering includes three subprograms:

- Petroleum Engineering,
- Energy Production and Supply, and
- Environmental Protection in Petroleum Engineering.

The postgraduate doctoral study (3 years, 240 ECTS) offers four programs. Upon completion of the programs in Mining, Geological or Petroleum Engineering, the academic title of PhD in technical sciences is awarded, while upon completion of the program in Geology, the academic title of PhD in natural sciences is awarded.

### **2.3 Bologna Process – Goals and Plans**

Bologna Declaration states the following general objectives (<http://ec.europa.eu/education>):

- adoption of a system of easily readable and comparable degrees;
- adoption of two-tier system (undergraduate and graduate);
- establishment of a system of credits (ECTS);
- promotion of mobility;
- promotion of European co-operation in quality assurance, and,
- promotion of the necessary European dimensions in higher education.

### **2.3.1 Additional goals and plans at FMGPE**

Besides the external incentive for the adoption of Bologna declaration in the higher education area in Croatia, there were some more important reasons for curriculum revision at FMGPE, such as (Kovacevic Zelic, 2006):

- to enhance the employability in Croatia and abroad;
- to attract future students by introduction of modern subject areas like environmental protection;
- to increase the study effectiveness, i.e. to shorten the average study length;
- to introduce "soft skills" interesting to employers;
- to promote the need for lifelong learning as the total knowledge in science and engineering is constantly increasing.

### **2.4 Trends, Challenges and Achievements in Croatia**

After almost a decade since the beginning of a Bologna process in Croatia, we have noticed some appearances and trends.

Area of higher education in Croatia is regulated by the Act on Scientific Activity and Higher Education from 2003 with changes and additions made in 2004, 2007, 2009 and 2011. During the last academic year a public hearing was initiated by the Ministry of Science, Education and Sports (MSES) on the major changes in HE area and new laws which were proposed. It caused a huge and controversial discussion, with a lot of pro and contra arguments. The process is recently stopped at the parliament level.

Quality assurance is regulated by the 2009 Act on Quality Assurance in Higher Education and Science. Internal quality assurance is provided by the institutions' internal QA systems and the level of implementation varies considerably. Study programmes are accredited by the university senates. ASHE is an independent public body responsible for external quality assurance in Croatia and implements regular audits, evaluations, initial accreditation and

re-accreditations of all higher education institutions. As ASHE is a full member of ENQA (European Association for Quality Assurance in Higher Education) and has been listed in EQAR (European Quality Assurance Register for Higher Education), we believe that Croatian universities can guarantee comparable degrees.

Main sources of funding of Croatian higher education institutions are state budget (provided by MSES), project-based funding (MSES, EU funds etc.), and institutions' own funds. It was already envisaged in the 2003 Act on Scientific Activity and Higher Education that lump sum financing would be introduced allowing HEI independent allocation of received funds. In reality, it did not come into practice until today. In the same time, and especially in the last couple of years, state funding is decreasing gradually but continuously. Croatian Science Foundation (CSF) – the government agency responsible for funding scientific projects – was only recently established, which means that HEI suffered from inconsistent financing of research activities in the last couple of years. Own incomes are also decreasing because of the overall economic crisis.

The majority of HEI transformed the usual four year programmes into the 3+2 model of the Bologna process. Some institutions adopted the so-called integrated programmes, such as Law (5+0) and Medicine (6+0). Recently, there are some more incentives for the integration of 3+2 programmes.

Mobility of our students has not significantly improved although it is slightly increasing. Major obstacles for the expansion of mobility are related to financial matters. Financial support for Croatian students cannot cover all costs, especially for Western European countries, which are favourable destinations from a students point of view.

Employability was also not improved. On a contrary, it is difficult to obtain a job in their own country, even. It is caused partly by economic situation and partly by the fact that employers still do not recognize

Bachelor's degree as sufficient level of education. It will be interesting to see if the accession of Croatia into European Union will enable greater mobility and increased employability for our graduates, or is it just another unrealistic hope.

#### **2.4.1 Peculiarities of FMGPE**

At FMGPE we have made a thorough analysis of the implementation of new study programmes (Group of authors, 2011) after several generations of Bologna students had completed their 3+2 studies.

We have recognized some problems like excessive workload for students and teachers, overlapping contents, allocation of ECTS-points based on teacher's instead of student's experience, lack of financial support for new contents and activities etc.

Students enrolled into undergraduate study programs of our Faculty completed grammar or vocational school with an average grade from 3 to 3.5 (national grade range is from 1 to 5 with 5 as the best grade). Unfortunately, their prior knowledge is often insufficient for engineering studies, and a particularly large number of students have insufficient prior knowledge in mathematics.

In order to resolve that problem, we are trying for years to inform prospective students as efficiently as possible about the Faculty, study programmes and possible career development by some specific activities like participation at the University of Zagreb Fair and Science Fair, by organizing visits to selected high schools and Open Days etc. Every academic year the so called 'First Lecture' is organized for freshmen in order to provide them some basic information about the University of Zagreb, FMGPE, as well as rules and procedures of their study, Code of Ethics and other practical information. The same data are given to them in a small publication named 'Guide for Freshmen'.

Over the past decade, the Faculty has invested significant funds in the renovation of lecture rooms, laboratories and library. Further improvements are still necessary in order to provide more computer rooms and

modern software. Our Faculty has obtained several donations in equipment and software from some global companies which is highly welcomed.

Bologna process caused the prolongation of study programmes for one year comparing to old ones. Moreover, the number of courses increased also within the study programmes, which did not coincide with the proper increase in the number of employees. That significantly contributed to the increase of the average teaching workload, i.e. almost 1/3 of our teaching staff has a workload above the standards.

In order to improve the implementation of the process we have already undertaken measures like introduction of new teaching methods and techniques, pedagogical education of teachers, different types of student surveys, intensifying the work of study councils etc. In spite of all these facts, a lot of work has to be done in a near future.

### 3 STRATEGIC GOALS OF FMGPE

In trying to resolve the problems related to the implementation of Bologna process as well as the quality assurance, it was noticed that we are missing institutional strategy. Therefore, we have initiated a discussion at the faculty level about our future mission, vision and strategic goals in the academic year 2010/11. The 'Development Strategy of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering' was adopted at the Faculty Council meeting in October, 2011. This document defines four general goals related to teaching, scientific research, professional work, and quality assurance system and resource management:

(1) Achieving high quality and regional recognition of the teaching process based on the integration of scientific research, teaching and professional work, as well as improving mobility of students and teachers;

(2) Increasing the range and raising the quality of scientific research to a level that ensures international recognition, competitiveness and visibility of the Faculty in the European Research Area;

(3) Strong regional competitiveness based on the intense cooperation of the Faculty with leading industrial subjects in the region, strong alumni organization, and regionally recognizable programs of life-long learning and training;

(4) Expanding and developing the existing Quality Management System to all Faculty activities, providing personnel, material and financial resources which will ensure high-quality work environment and responsible business conduct.

### 3.1 Main Obstacles

In order to define the institutional strategy of our Faculty, SWOT analysis was made at the beginning of the discussion. It enabled us to recognize our main advantages and perspectives vs. obstacles and difficulties.

As the main obstacles and difficulties in achieving strategical goals, the following was recognized:

- relatively low interest in engineering studies, difficulties in attracting excellent high-school students to the Faculty study programs, negative trends on the labour market;
- establishment of university and college studies similar to those of our Faculty;
- insufficient communication and feedback on study programs from employers;
- insufficient and inconsistent funding from all sources and especially from the national budget;
- fragmented research activities;
- continuously increasing administrative demands from different institutions;
- relatively feeble administrative support for teaching staff under new circumstances (especially increased international cooperation);
- difficulties in receiving substitutes for retired teachers, or new positions like research assistants;
- insufficient recognition of the positive role of professionals that we educate, partly due to weak relations between the Faculty and real sector.

### 3.2 Main Advantages

Our main advantages and perspectives for the future were also recognized and could be summed as follows:

- the Faculty is a unique higher education institution in the field of mining engineering, petroleum engineering and geological engineering in the Republic of Croatia. In regard to the field of geology, only one other faculty offers a similar program;
- interdisciplinary study programs in two scientific areas i.e. technical and natural sciences;
- the infrastructure has recently been thoroughly renovated offering proper material standards for education;
- active partnership with several universities in Croatia and abroad, state agencies, ministries as well as public and private companies;
- collaboration with several European universities through joint initiatives (FP projects, bilateral projects, joint PhD etc.);
- regional reputation, knowledge and experience transfer to neighbouring countries;
- well established and recognized lifelong learning programmes.

### 3.3 Future Challenges

In our strategic plans some priorities had been elected for the near future.

It is necessary to increase the number of courses taught in English, not only to enable enrolment of foreign students, but to increase overall mobility of students and teachers.

In addition it is necessary to intensify continuous pedagogical training of teachers, especially younger ones.

Problems in the teaching process and course plan implementation are mostly caused by huge expenses related to the fieldwork and summer training. As we are well aware that, due to the particularity of the profession, such restrictions would extremely influence the quality of training, additional efforts will be aimed towards

stronger cooperation with companies, Alumni's and donators.

Professional education of administrative staff is also necessary.

## 4 EXTERNAL EVALUATION

As aforementioned, FMGPE has been re-accredited by the Agency for Science and Higher Education in the last academic year. Re-accreditation of higher education institutions and study programmes is performed in 5-year cycles, on the basis of the self-evaluation report of the higher education institution.

The re-accreditation procedure is carried out by the expert panel appointed by the Accreditation Council. The panel consists of five members: four university professors or scientists (two of them must be from abroad) and one student. Members of the expert panel must have appropriate competences in the field covered by the activities of the Faculty and be recognised for teaching or research excellence ([www.azvo.hr](http://www.azvo.hr)).

Table 1 shows the grades which have been assigned to our Faculty according to the Criteria for the Assessment of Quality of Higher Education Institutions within Universities.

Table 1: External evaluation report.

CRITERION	GRADE
Institutional management and quality assurance	4
Study programmes	4
Students	4
Teaching staff	4
Scientific and professional activities	4
Mobility and international cooperation	3
Resources: administrative staff, material and financial resources	4

Legend:

1 Not conducted; 2 At an early stage; 3 Partly conducted; 4 Mainly conducted; 5 Fully conducted.

Expert panel recognized strong points of our Faculty such as good learning environment for students, as evidenced by student satisfaction and the enthusiasm of its staff during the site visit, a good range of teaching resources (laboratories, classrooms, books) available for the delivery of its programmes, a broad programme of research, and an extensive quality assurance system for the administration.

They also recognized some weak points, like small number of students relative to the number of teaching staff, relatively low passing rates of students, limited international orientation of its staff and students, as well as uncertainty surrounding the financial support from the Government of Croatia.

On the basis of completed re-accreditation procedure and final report of the expert panel, the minister responsible for higher education and science issued to our Faculty confirmation on compliance with conditions for continued scientific activity and higher education.

The comparison of observations and recommendations given by expert team with our own SWOT analysis shows a huge overlapping. This fact together with the obtained grades shows that we are able to take a proper care for quality assurance at our Faculty in the future.

## 5 CONCLUSIONS

In the last decade, the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering as well as the entire University of Zagreb, witnessed profound changes caused by the Bologna process and changing environment (legislation, funding, internationalization of all activities and introduction of the quality control and assurance).

Republic of Croatia is very close to the moment of full accession to the European Union. In that sense, Croatian HE institutions should also become an active member of the European Higher Education Area (EHEA) and the European Research Area (ERA).

Teaching and research are the core activities of the Faculty which must be based on high standards. For such achievements, human and material resources together with encouraging environment are the necessary prerequisites.

The fact is that with the existing financing system and difficulties in replacing the retired teachers or employing young researchers, it is exceedingly difficult to meet the European standards we strive for.

Keeping up with the world trends in scientific research is also becoming very difficult due to the reduced financial support in recent years. Our teachers and associates must allocate a lot of their time and efforts in obtaining additional resources for that purpose through their professional activities. This, consequently, reduces the time spent on research activities.

Professional work represents an important segment of the work at the Faculty for many reasons. The first is that this type of cooperation supplements for the lack of financial resources necessary for scientific work (for example the acquisition of equipment or material expenses of working laboratories). The second and equally important is that in this way we provide the arrangements for the fieldwork and training of our students, which represents an important segment of education of engineers.

In conclusion, introduction of Bologna programmes coincided with huge changes in regulations and financing. In the same time, Croatia was faced with the economic crisis. Altogether, it caused a lot of negative side effects for HE institutions and their employees. It is the reason why, from the teachers point of view, Bologna process much more resembles revolution than evolution. Teachers would rather prefer evolution than revolution, which should be in education as a very important human activity something to which we should strive.

## REFERENCES

Group of authors, 2011: Self-analysis of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering of the University of Zagreb, FMGPE, 308 p.

Kovacevic Zelic, B., 2006. Curriculum Development at the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, University of Zagreb, *7th World Congress on Engineering Education – MOBILITY OF ENGINEERS*, March 4–8, 2006; Budapest, Hungary.  
www.azvo.hr: Overview of higher education in Croatia (2011).  
www.mzos.hr  
www.unizg.hr



## Optimum Depth of Grout Curtain In Accordance With Seepage Conditions (Sangtuda2- Dam&Hpp-Tajikistan)

A. Aalianvari

*Department of Mining Engineering, Faculty of Engineering, University of Kashan, Kashan, I. R. Iran*

**ABSTRACT** This paper presents finite element model using SEEP/W software and analytical equations for prediction of groundwater inflow into Sangtuda2 power plant to determine optimum depth of grout curtain. According to results, without grout curtain about 6m<sup>3</sup>/sec water will be flow from karstic and caves into the pit, so this amount of water is critical for construction, after modeling grout curtain in different depth (60, 80 and 100 m), groundwater flow into the pit reduces to 3.5, 3.1 and 2.8m<sup>3</sup>/Sec respectively. The efficiency of grout curtain in these depths of grout curtain (60, 80 and 100 m) is about 42%, 52% and 54%. Sensitivity analysis in grout curtain depth show that increase in depth of grout curtain over than 80 m has not reduce groundwater flow into pit remarkable. According to feasibility study results in this site, grout curtain with 80 m depth is the optimum depth for power plant. Regarding results and general geologic considerations, caves and karstified limestones in depth below 80 m cause the conduit for groundwater to flow into pit.

**Keywords:** Grout curtain, Sangtuda, Seepage

### 1 INTRODUCTION

Excavation of a large open-pit below the water table can create a number of water-related problems that affect the operational efficiency and economic viability of the operation. The unexpected water flows in large scale may reduce the production, delay the time of application and danger the total safety. When a pit penetrates in an aquifer, the significant amounts of groundwater flow occur to a pit. Therefore, the large volumes of water must be pumped to provide a dry condition.

Determination of groundwater regime in around of an open pit and hydraulic properties of layers in the pit area is important to control water inflows to open pit. To design an effective dewatering system for an open pit, the modeling of water-related problems and prediction of water inflow into a pit are necessary. The results of such simulations in the feasibility

stage of pit design would be used to develop an appropriate water management strategy in order to minimize the operational problems below the water table and long-term environmental problems. In open-pit operations carrying out below the water table, pit operators are potentially faced with two important water-related problems. These are the amount and pressure of groundwater that could flow into an open pit and the effect of pore water pressure on the stability of an open pit highwall. Many analytical solutions for prediction of water inflow into pit excavations can be found in the literature (Singh and Atkins, 1985a, Krusseman, 1979; Vandersluis, 1995 and Hormazabalz, 2005); these models often were developed based on some very specific assumptions and boundary conditions that restrict their applicability in many mining situations. The prediction of the amount of water inflow into a pit is very important for development of a dewatering program. Moreover, taking into

account that the analytical solutions are not as versatile as numerical methods, which can deal with complex situations, so, it is necessary to develop a numerical model that includes all aquifer conditions. Numerical models have not the limitations of analytical solutions and they are suitable for the simulation of all aquifer conditions. Furthermore, numerical models can provide a more realistic representation of the interaction between groundwater systems and excavations. In this paper, a numerical finite element model using SEEP/W software (Geo-Slope International Ltd, 2006) and analytical equations to predict water flow into Sangtuda2 powerhouse in different conditions and according to their results the optimum grout curtain depth around powerhouse pit has been selected.

## 2 CASE STUDY-SANGTUDA2 POWER PLANT

Sangtuda2 Dam and Hydropower Plant Project is located on the Vakhsh River in the southwest part of Tajikistan. The Vakhsh River is one of the largest rivers of Tajikistan with an average annual yield of 20500 Mm<sup>3</sup>/year and hydroelectric energy potential of about 8950 MW.

Sangtuda2 Dam is one of the 9 dams arranged in cascade, with its power plant capacity of 220 MW. The Sangtuda-1 Hydroelectric Power Plant is located on 9km upstream the Sangtuda-2 Dam and Hydropower Plant that influenced on groundwater surface around Sangtuda-2. The location of these dams is shown on Fig. 1.

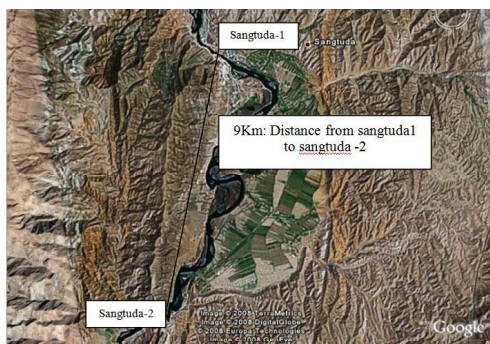


Fig 1. Location of Sangtuda1, 2 Dams

## 2.1 Regional Geology

Sangtuda-2 Dam and HPP site are located in the tectonic unit of Tajikistan Depression. This unit is located in the tectonic plate of Eurasia west of SYNTAXIS of Himalaya (northwest of PAMIR Mountains).

From morphological point of view, Sangtuda-2 Dam site including the reservoir basin is located at a relatively flat zone. The reservoir extends northeast and towards the right abutment at a relatively acute angle from the dam axis location. At the dam axis and abutment locations, bedrock is limestone (Unit pg2-3/2). Other lithological units are marly limestone (Pg2-2), brecciated (syngenetic) limestone (Pg2-1), gray limestone to dolomitic limestone (Pg2-3/2), porous limestone and brecciated porous brownish cream limestone (Pg2-4/1, this unit is about 10-14 m wide and Karstified), syngenetic brecciated massive limestone (Pg2-4). Figures 2 and 3 show these layers. These layers (porous limestones (Pg2-4) and Karstified limestones (Pg2-4/1) can conduit groundwater to powerhouse plant, so it is very important to estimate amount of groundwater inflow into open pit to design an optimum grout curtain depth. Regarding to boreholes studies results because of lithological conditions Vakhsh river can drainage groundwater.

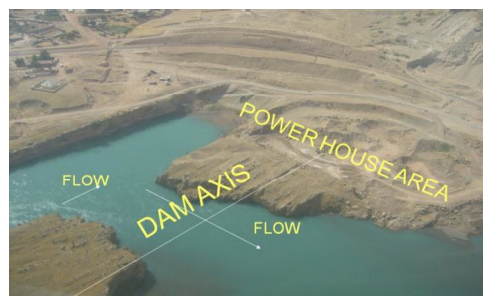


Fig 2. A view of Sangtuda-2 Dam axis and powerhouse

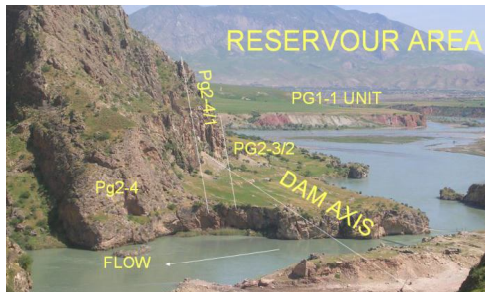


Fig 3. Location of right bank



Fig 4. A view of Sangtuda-2 geological layers

### 3 PREDICTION OF GROUNDWATER FLOW INTO POWERHOUSE PLANT

The prediction of groundwater inflows into power plant is one of the many components involved in open pit design; ground water flows can be dangerous for human and equipment so it is very important to control water inflows to open pit. A number of boreholes was drilled, cored and hydraulically tested in the investigation stage. Records at the boreholes have been considered as the main source of facts for seepage calculations. To calculation of groundwater, according to geological conditions, power plant house has been divided into 3 zones, (A, B, C) with accordance to geological conditions (fig.2). In each zone, hydraulic and geological test done separately. Regarding to power plant geometry, depth of pit is about 40 m below river (river elevation ≈ 490 masl).

In this paper, a numerical finite element model using SEEP/W software (Geo-Slope International Ltd, 2006) and analytical equations to predict water flow into

Sangtuda2 powerhouse in different conditions. Rock mass permeability, head of water around pit and geological conditions are parameters that regulate to groundwater flow into open pit.

#### 3.1 Analytical equations for groundwater inflow into open pit

The governing partial differential equation for a two dimensional saturated/unsaturated flow condition can be obtained by coupling the Darcy's law and continuity equation (Freeze and Cherry, 1979) as given below:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( K_x \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K_y \frac{\partial h}{\partial y} \right) = C \frac{\partial}{\partial t} (h) + Q$$

where,  $K_x$  and  $K_y$  are the hydraulic conductivities in the X and Y directions respectively, Q is the recharge or discharge per unit volume, h is the hydraulic head and t is the time. The hydraulic head is correlated to the volumetric water content ( $\theta$ ) using the following equation:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = C \frac{\partial h}{\partial t}$$

where C is the slope of the water storage curve.

The first analytical equation quoted in Krusseman and De Ridder (1979) and Singh et al. (1985) is based on well hydraulics and can be used for estimation of steady state inflow rate to an open pit mine. This equation was derived from Thiem-Dupuit equation and can be applied for unconfined aquifer. Analytical Equation presented by Krusseman and De Ridder (1979) and Singh et al. (1985):

$$Q = \frac{\pi K (H^2 - h^2)}{\ln \left( \frac{R}{r_p} \right)}$$

The radius of influence R is reduced to:

$$R = 5755(HK)^{0.5}$$

Analytical Equation presented by Vandersluis et al. (1995):

$$Q = \frac{1.366 \times K (2H - \Delta h) \Delta h}{\text{Log}(R + r_0) - \text{log } r_0}$$

In above equations:

Q = groundwater inflow ( $\text{m}^3/\text{day}$ );

K = permeability of the unconfined aquifer ( $\text{m}/\text{day}$ );

$H$  = potentiometric surface or initial water table elevation (m);  
 $R$  = radius of influence (m);  
 $r_0$  = reduced radius of the open pit by level (m);  
 $H$  = potentiometric surface elevation at a specific point (m);  
 $r_p$  = radius of the pit at the desired level (m);  
 $h^-$  = drawdown at the desired level (m)

Hormazabalz presented analytical equation for estimation of groundwater inflow into open pit mine according to Dupuit and Darcy law's. In this method geometry of pit is divided into two portions through the use of "impermeable virtual boundary". These two components of flow will be defined as the Dupuit and Darcy. Then, the flow is determined using the principle of superposition. Figure 5 shows the geometry of a typical cross section of an open pit mine slope.

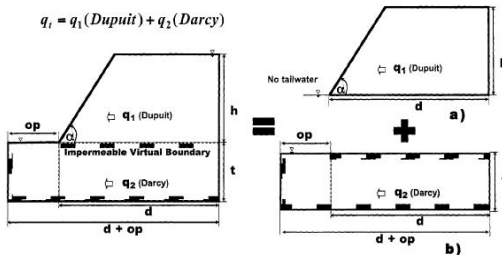


Fig 5. the geometry of a typical cross section of an open pit mine slope (Hormazabalz, 2005)

Then, the flow is determined using the principle of superposition. So, this equation is applied for isotropic and homogeneous:

$$q = q_1 + q_2$$

$$q_1 = \frac{kh^2}{2d}$$

$$q_2 = \frac{kh}{\alpha + \frac{d}{t}}$$

where :

$$\alpha = 0.44 \text{ if } \rightarrow \frac{op}{t} > 0.5$$

or

$$\alpha = 0.2 - \log\left(\frac{op}{t}\right) \text{ if } \rightarrow \frac{op}{t} \leq 0.5$$

where,  $q_1$  is the quantity of flow for Dupuit component,  $q_2$  is the quantity of flow for Darcy's component,  $h$  is the total head in the

slope,  $k$  is the hydraulic conductivity of rock mass,  $d$  is the horizontal distance between the slope toe and the point where the total head is measure,  $op$  is the horizontal distance between the slope toe and the boundary chosen,  $\alpha$  is the shape factor depending of  $op/t$  and  $t$  is the thickness of the saturated rock mass layer. So respected to karstified layers and lugeon tests in boreholes equivalent permeability has been considered about  $6.5 \times 10^{-3}$  m/sec.

### 3.2 Results of numerical method

Numerical simulation of groundwater flow and transport has become a standard tool in water resources management. In contrast to analytical solutions, numerical simulations can easily be adopted in order to accommodate irregular geometries, spatial variability of hydraulic properties and time varying boundary conditions. Increasing computer power and progress in the development of accurate and efficient schemes has made it possible to simulate multi-dimensional systems accounting for most of the natural structures within aquifers. Numerical models have not the limitations of analytical solutions and they are suitable for the simulation of all aquifer conditions. Furthermore, numerical models can provide a more realistic representation of the interaction between groundwater systems and mine excavations. In this paper, a numerical finite element model using SEEP/W software (Geo-Slope International Ltd, 2006) is presented, that is capable to predict the water inflow and estimate the height of the seepage face in a deep pit. SEEP/W model is able to analyses different flow conditions such as saturated/unsaturated flow, confined/unconfined aquifer in a two-dimensional situation. Table 1 shows results from analytical and numerical methods for groundwater inflow into Sangtuda2 power plant in the case that there is not grout curtain and pit excavated to 50 meter below groundwater level.

Table 1. results from analytical and numerical methods for groundwater inflow into sangtuda2 power plant (m<sup>3</sup>/Sec).

Method	Analytical method			Numerical method
	Singh	Vandersluis	Hormazabalz	Seep/W
Zone B	1.12	1.04	0.91	0.85
Zone C	5.06	4.92	4.85	5.34
Total water inflow into pit	6.18	5.95	5.67	6.19

Figures 6 and 7 show the model constructed by the software

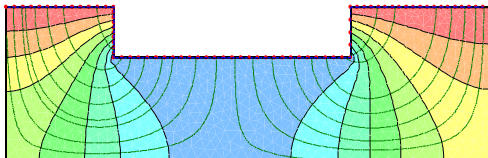


Fig 6. Water flow into pit without grout curtain (Flow lines (green), water level (blue) and Isopotential lines (Shading))

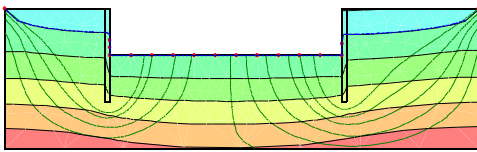


Fig 7. Reduce the water head in grout curtain (Flow lines (green), water level (blue) and Isopotential lines (Shading))

#### 4 RESULTS AND DISCUSSION

According to results, without grout curtain about 6 m<sup>3</sup>/sec water from karstic and caves limestone flows into pit, so this amount of water is very dangerous for construction and it is very important to design optimum drainage systems to exit water from pit. Result from analytical and numerical show that amount of 0.9 m<sup>3</sup>/sec water flow into zone B that is in agreement with observed flow in this zone. In other zone, C, because of geological conditions (such as karstified limestone, breccia and porous limestone) and surface water basins in these parts of power plant, seepage may hazardously occur during construction; hence the seepage analysis is very importance in this area. Result shows that about 5.3 m<sup>3</sup>/sec, water flows into Zone

C, without grout curtain, that is very critical condition. Observed flow confirm these results. In this research using analytical methods and FEM to choose optimum depth of grout curtain. After modeling grout curtain in different depth (100, 80 and 60 m), groundwater flow into pit reduce to 3.5, 3.1 and 2.8 m<sup>3</sup>/sec respectively, Table 2 shows amount of water flow into pit in both zones B, C and total flow to power plant.

Table 2. Amount of water flow into pit in both zones B, C and total flow to power plant

Grout curtain depth	60 m	80m	100m
Zone B	0.404	0.342	0.31
Zone C	3.1	2.780	2.58
Total	3.504	3.122	2.89

As shown in the Figure 8, an increase in grout curtain depth tends to decrease in the water flow into each zone. The rate of reduction in water flow diminished below depth of 100 m in curtain

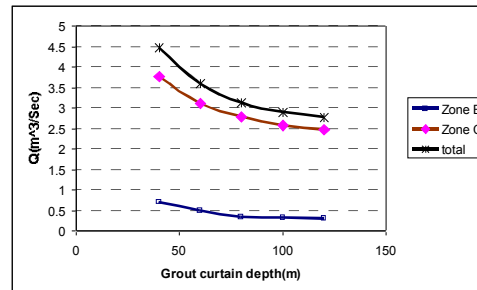


Fig 8. Water permeation to power plant site at 450 m level according to grout curtain depth.

According to results, in spite of increasing the performance of grout curtain with depth, but the rate of reduction in water flow diminished below depth of 80 m in curtain also high cost of curtain operation, cause to choose the 80 m depth as optimum depth of curtain. Table 3 shows performance of curtain according to grout curtain depth.

Table 3. Performance of curtain according to grout curtain depth

Curtain depth	40m	60m	80m	100m	120m
Zone B	20	41	59	63	66
Zone C	30	42	47	51	54
Total	27	42	49	53	57

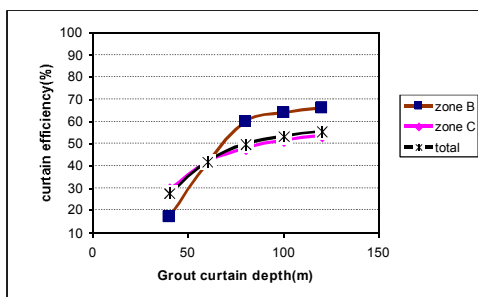


Fig 9. Performance of curtain in different depth

Observed and measurements of water inflow into Sangtuda-2 power plant show that despite grout curtain below 80 m underground surface about 6 m<sup>3</sup>/sec water inflow into power plant. That result related to presence of limestone layers in zone C which are of karstification abilities, especially in Pg2-4 and Pg2-4/1 breccia limestone.

According to the results, with attention to karsts and dissolved caves under the base of the grout curtain (at 80m below the ground water level), it is proposed to design a two step pumping and drainage systems with 12 m<sup>3</sup>/s capacity at least .

## 5 CONCLUSION

Due to the completion of Sangtuda1, 9km up the Vakhsh River, the numbers of artesian springs have been increased in B and C zones. As a result ground water influx into the power plant and the dam's outlet achieved at a critical level; therefore, a grout curtain has to be built in these zones.

On the other hand, seepage analysis at different levels indicates that the optimum depth of the grout curtain is to be at 80m below the ground water level. Besides, the efficiency of grout curtain is reduced

because of followings that should be taken into account:

- Geological conditions, e.g. near to vertical dip layers existence.
- Presence of limestone layers in zone C which is of karstification abilities, especially in Pg2-4 and Pg2-4/1 breccia limestone.
- Presence of artesian spring in Pg2-4/1 breccia limestone layer (karstified layer) in zone C, amount of 3m<sup>3</sup>/sec water inflow into pit greater than predicted flow, so it is necessary to consideration in suitable drainage systems scheme.

According to the results, with attention to karsts and dissolved caves under the base of the grout curtain (at 80m below the ground water level), it is proposed to design a proper pumping and drainage systems with 15 m<sup>3</sup>/s capacity at least.

## REFERENCES

- Esteban Hormazabal, 2005, "Estimation flow and pore pressures in open pit mines", M.Sc thesis, Dept of Geology and Geophysics, Boston college.
- Geo-Slope International, Ltd. (2006). SEEP/W for finite element seepage analysis. Available online at: <http://www.geo-slope.com/products/seepw.asp> (accessed 10 January 2006).
- Hotchkiss, J.S. Downey, E.D. Gutentag and J.E. Moore (Eds.), American Institute of Hydrology, 162-177.
- Kruseman G.P., De Ridder N.A. (1979). Analysis and evaluation of pumping test data. Bulletin 11, International Institute for Land Reclamation and Improvement, The Netherlands, 200 p.
- Mahab Ghodss geotechnical report "Sangtoda power plant".
- Singh R.N., Atkins A.S. (1985a). Application of idealized analytical techniques for prediction of mine water inflow. Journal of Mining Science and Technology 2, 131-138.
- Vandersluis G.D., Straskraba V., Effner S.A. (1995). Hydrogeological and geochemical aspects of lakes for mining in abandoned open pit mines. Proceedings on Water Resources at Risk, W.R.

## Fluid Evolution of The Magmatic Hydrothermal Porphyry Copper Deposit at Darrehzar, Iran

B. Alizadeh Sevari

*Department of Mining Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran*

A. Hezarkhani

*Department of Mining and Metallurgy Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran*

H. Katibe

*Department of Mining and Metallurgy Engineering, Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran*

**ABSTRACT** The Darrehzar porphyry Cu-Mo deposit is located in Southwestern Iran (~70 km southwest of Kerman City). The porphyries occur as Tertiary quartz-monzonite stocks and dikes, ranging in composition from microdiorite to diorite and granodiorite. The Darrehzar stock is highly altered, and even in the outermost part of the intrusion it is not possible to find completely fresh rock. Hydrothermal alteration and mineralization at Darrehzar are centered on the stock and were broadly synchronous with its emplacement. Early hydrothermal alteration was dominantly potassic and propylitic, and was followed by later phyllic and argillic alteration. The hydrothermal system involved both magmatic and meteoric water and boiled extensively. Copper mineralization was accompanied by both potassic and phyllic alteration. Based on number, nature and phases number which are available in room temperature, three types of fluid inclusions are typically observed in these veins: (1) vapor-rich, (2) liquid-rich (3) multi-phase. The primary multiphase inclusions within the quartz crystals were chosen for micro-thermometric analyses. Early hydrothermal alteration was caused by high temperature, high salinity orthomagmatic fluid and produced a potassic assemblage. Phyllic alteration was caused by high salinity and lower temperature orthomagmatic fluid. Magmatic and meteoric water mixture were developed peripheral part of the stock and caused propylitic alteration which is attributed to a liquid-rich, lower temperature.

### 1 INTRODUCTION

Due to their low metal grade and very large volume, porphyry-type deposits are described as disseminated and mineralization is, to a great extent, controlled by fractures and faults. Porphyry copper deposits are formed where magmatic-hydrothermal fluids are expelled from a crystallizing magma (Burnham, 1979; Ulrich, 2001) and initiated

by injection of oxidized magma saturated with S- and metal-rich, aqueous fluids from cupolas on the tops of the subjacent parental plutons. The sequence of alteration-mineralization is principally a consequence of progressive rock and fluid cooling caused by solidification of the underlying parental plutons and downward propagation of the lithostatic-hydrostatic transition (Sillitoe,

2010). Cooling, depressurization, and reaction between the fluids and the wall rocks cause metals to precipitate in and around the fractures, forming veins with alteration envelopes. Alteration assemblages and associated mineralization in porphyry ore deposits develop from huge hydrothermal systems dominated by magmatic and meteoric fluids (Sillitoe, 1997 ; Hedenquist and Richards, 1998).

Porphyry Cu systems host some of the most widely distributed mineralization types at convergent plate boundaries including porphyry deposits centered on intrusions. The systems commonly define linear belts, some many hundreds of kilometers long, as well as occurring less commonly in apparent isolation (Sillitoe, 2010).

Sahand-Bazman volcanic belt in Iran is a part of the collisional Alpine-Himalaya orogenic belt, which extends north-westward from Sahand volcano in Azarbaijan province, to Bazman volcano in south-east Iran, a distance of approximately 1700km. This belt was formed by subduction of the Arabian plate beneath central Iran during the Alpine orogeny as first identified by Stocklin and Setudenia (1972) and consists of alkaline and calc-alkaline volcanic rocks and related intrusives (I-type) (Stocklin, 1977 ; Berberian, 1976 and 1983).

Darrehzar deposit is located southeast of the Sar-Cheshmeh porphyry Cu deposit. Proven reserve of Darrehzar deposit is >80 million tons of disseminated sulfide ore, with an average grade of 0.55% Cu and approximately 0.005% Mb (Derakhshani, 2009).

First studies at Darrehzar carried out in 1969 by Geologic Survey of Iran, containing detailed geophysical, geochemical and geological surveys. Next studies were published by Grujicic and Volickovic (1991), Maanijou (1993), Ranjbar (2001).

In this study, we will elucidate the hydrothermal history of the Darrehzar

porphyry deposit. We have conducted a fluid inclusion study, analyzed oxygen and sulfur isotopic compositions of selected minerals. This information has enabled us to determine the conditions under which the deposit formed, reconstruct the fluid evolution, and develop a model which satisfactorily explains the concentration of Cu mineralization to economic levels.

## 2 GEOLOGICAL SETTING

The Darrehzar porphyry copper deposit is located ~70 km southwest of Kerman City in the Kerman province of southwestern Iran (Fig. 1). The stock is a part of the Sahand-Bazman igneous and metallogenic, a deeply eroded Tertiary volcanic field, roughly 100 by 1700 km in extent, consisting mainly of rhyolite and andesite, with numerous felsic intrusions. Subduction and subsequent continental collision from Paleocene to Oligocene caused extensive alkaline and calc-alkaline volcanic and plutonic igneous activity (Etminan, 1977 ; Shahabpour, 1982 ; Hezarkhani, 2006 ; Shahabpour, 2007).

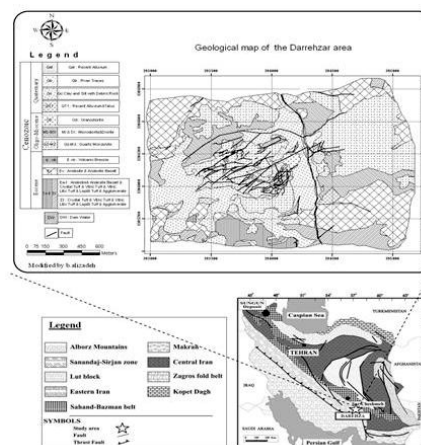


Fig. 1. Geological map of Iran (Stocklin, 1977 and Shahabpour, 2007) showing Sahand-Bazman belt: Calc-alkaline volcanic and Quartz monzonite and quartz diorite intrusions, hosting Cu-Mo porphyry type mineralization and Detailed geological map of the Darrehzar area showing the distribution of different suites.



The Darrehzar porphyries occur as Tertiary quartz-monzonite stocks and dikes, ranging in composition from microdiorite to diorite and granodiorite, intruding into volcanic, volcanic-clastic and volcanic sedimentary complexes. The volcanic sedimentary complex is the oldest rock with eocene age, covering large area of Darrehzar.

Andesite and pyroclastics rocks are situated in the peripheral parts of altered rock while microdiorite, diorite and granodiorite stock build the central part of alteration zone. In this part alterations are more intensive, rocks are crushed, and system of fracturing is well developed. Along the both side of Darrehzar river remnant of the river trace are situated and composed of pebbles of andesite and altered rocks, cemented with clay and limonite.

The Darrehzar stock is highly altered, and even in the outermost part of the intrusion it is not possible to find completely fresh rock. Surface weathering has developed Fe-rich lithological units in leached zone and concentrated copper minerals in supergene zone.

### 3 HYDROTHERMAL ALTERATION AND MINERALIZATION

Alteration assemblages and related mineralization in the Darrehzar porphyry copper deposit have been investigated by geological mapping, and detailed mineralogical petrographical and chemical studies of a large number of drill cores and outcrop samples from various parts of the stock. Hydrothermal alterations at Darrehzar deposit are very intensive and weathering process changed them even more. The central part of Darrehzar is composed of intensively hydrothermally altered rocks, covering the surface of about 1.8 km<sup>2</sup>. Altered zone is elongated in east-west direction, 2.2 km x 1 km in size. Boundary between the altered and unaltered rocks is sharp and in some parts it is very irregular. At some area altered rocks interfinger with unaltered ones.

Early hydrothermal alteration was dominantly potassic and propylitic, and was followed by later phyllic and argillic alteration. The earliest alteration is represented by potassic mineral assemblages developed pervasively and as halos around veins in the deep and central parts of the Darrehzar stock. Potassic alteration is characterized by K-feldspar and secondary biotite. This alteration displays a close spatial association with mineralization. Eastern boreholes reached potassic alteration in shallower depth than western boreholes, indicating the presence of north-south reverse fault and erosion of overall alterations in this area.

The change from potassic to phyllic alteration is gradual and is marked by an increase in the proportion of muscovite. Phyllic alteration is characterized by the replacement of almost all rock-forming silicates by sericite and quartz and overprints the earlier formed potassic alteration. Surface samples of phyllic alteration with gray color have quartz contain in rocks and veins and are harder. Quartz veins are surrounded by weak sericitic halos. Vein-hosted pyrite is partially replaced by chalcopyrite. Silicification was synchronous with phyllic alteration and variably affected a large part of the stock and most dikes. In contrast to the transition zone, appreciable Cu was added to the rock during phyllic alteration.

Because of erosion, propylitic alteration zone especially at eastern area of Darrehzar was rarely detected in borehole samples and only were seen in contact area of porphyry stock with eocene volcanic and volcano-clastic rocks.

Propylitic alteration represented mainly by chloritization of primary and secondary biotite and groundmass material in rocks peripheral to the central potassic zone. Epidote replaced plagioclase, but this alteration is less pervasive and less intense than chloritization. Minor minerals associated with propylitic alteration are albite, calcite, sericite, anhydrite (gypsum), and pyrite.

The shallow argillic alteration is interpreted to represent a supergene blanket over the deposit and the deeper clay alteration of feldspar may have had the same origin. Rocks with argillic alteration are highly fractured and bleached. Some samples have aggregation of chlorite and clay minerals.

Feldspar is locally altered to clay down to a depth of 300 m, and within 80 m of the erosional surface the entire rock has been altered to an assemblage of clay minerals. XRD analyses indicate that kaolinite is the dominant clay minerals mixed with rarely montmorillonite and other erosion minerals. This alteration is manifested by advanced replacement of plagioclase and mafic phases by clay minerals.

Based on drill cores, hypogene copper mineralization was introduced during potassic and phyllic alteration, and exists as disseminations and as veinlets form. During potassic alteration, the copper mineralization consisted of chalcopyrite and bornite; later hypogene copper mineralization consisted mainly of chalcopyrite.

Copper grades and sulphide content increase toward the margins of the central potassic zone, from less than 0.10 wt % to 0.9 wt%. There is also a positive correlation between silicification and copper mineralization.

At the exposed surface of the deposit, rocks are highly altered and the only mineral which has survived supergene argillization is quartz. Most of the sulfide minerals have been leached, and copper was concentrated in an underlying supergene zone by downward percolating ground waters.

#### 4 FLUID INCLUSIONS STUDIES

Fluid inclusions are abundant in quartz of all vein types, and range in diameter from 1  $\mu\text{m}$  up to 15  $\mu\text{m}$ . The majority of inclusions examined during this study had diameters of 4-12  $\mu\text{m}$ . Only fluid inclusions within the quartz crystals in quartz-sulfide and quartz-molybdenite veinlets were chosen for microthermometric studies. Most of the

observations were restricted to fluid inclusions in coarse-grained quartz of early mineralized veins.

Fluid inclusions were classified into three main types based on the number, nature, and proportion of phases at room temperature. The following types of fluid inclusions have been identified (Fig.2).

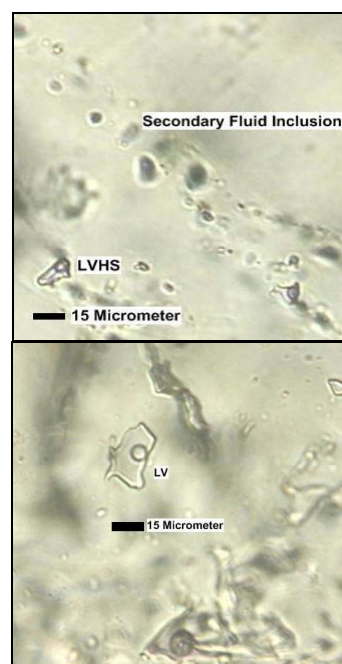


Fig. 2. Photomicrographs of different inclusion types within mineralized quartz vein

LV (Liquid Vapor) inclusions consist of liquid + vapor  $\pm$  solid phases with the liquid phase volumetrically dominant. These fluid inclusions are common in all mineralized quartz veins, and are abundant in Group II and III veins. VL (Vapor Liquid) inclusions also contain vapor + liquid  $\pm$  solid phases. These inclusions mainly homogenize to vapor, and rarely to liquid, or by critical behavior. LVHS (Liquid Vapor Halite Solid) inclusions are multiphase, and consist of liquid + vapor + halite + other solids. Based on the number and type of the solids, this

type of inclusions is further classified into three subtypes. Subtype LVHS<sub>1</sub> inclusions are characterized by the presence of halite + chalcopyrite ± anhydrite ± K-Fe-Cl phase. Halite, anhydrite and chalcopyrite have consistent phase ratios and are interpreted to be daughter minerals. Vapor bubbles occupy <25% of the inclusions by volume. Subtype LVHS<sub>2</sub> inclusions contain sylvite in addition to the phases in LVHS<sub>1</sub> inclusions. The solid phases occupy 60% of inclusion volumes, and the vapor bubbles 20% of inclusion volumes. Subtype LVHS<sub>3</sub> inclusions contain halite, which is commonly accompanied by hematite, but do not contain chalcopyrite, sylvite and K-Fe-Cl phase. The volume of the solid phases is typically <40% of the inclusions, and bubble volumes range between 20 and 60%.

#### 4.1 Microthermometric analysis

The Linkam operating unit was applied to measure the temperatures of phase changes in fluid inclusions, which operates by passing pre-heated or pre-cooled N<sub>2</sub> vapor around the sample (Were et al, 1979). Stage calibration was performed using synthetic and/or well-known fluid inclusions. Accuracy at the standard reference temperatures was ±0.2°C at -56.6°C (triple point of CO<sub>2</sub>), ±0.1°C at 0°C (melting point of ice), ±2°C at 374.1°C (critical homogenization of H<sub>2</sub>O), and ±9°C at 573°C (alpha to beta quartz transition). The heating rate was approximately 1°C/min near the temperatures of phase transitions. Descriptive statistics of microthermometric data in vein groups are shown in Table 1.

#### 4.2 Homogenization temperatures

LV fluid inclusions homogenize to liquid T<sub>h</sub> (L+V→L) at temperatures between 215 ° and 514 °C, with an average of 297°C. Most of VL inclusions homogenize to vapor T<sub>h</sub> (V+L→V) between 287 ° and 575 °C.

In the halite-bearing inclusions, T<sub>s</sub>NaCl (the temperature at which halite dissolves) and Th(L-V) (temperature of vapor and

liquid homogenization) were recorded. (Fig. 3)

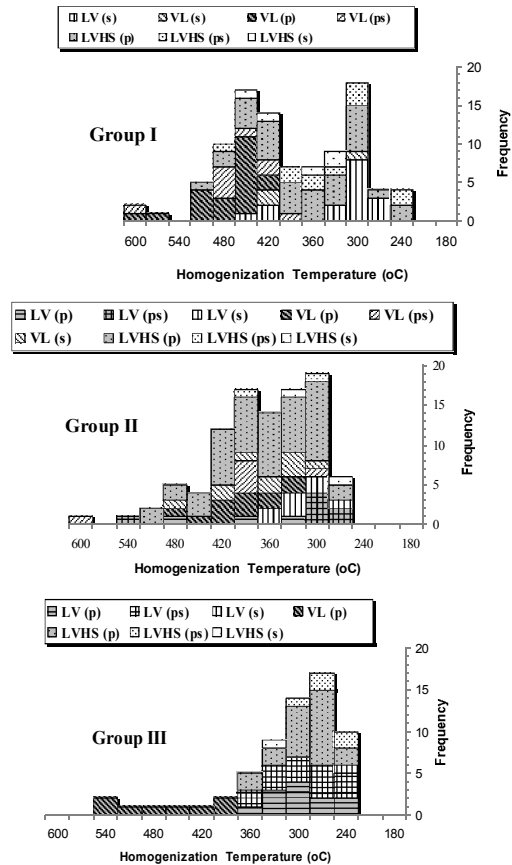


Fig. 3. Histograms of homogenization temperatures for LV, VL and LVHS fluid inclusions from mineralized quartz veins (p: primary, ps: pseudosecondary, s: secondary).

The liquid and vapour phases in LVHS inclusions homogenize to liquid at temperatures between 211 ° and 487 °C. The liquid–vapour homogenization temperature for LVHS inclusions is from 215 ° to 350 °C in Quartz veins. The halite dissolution temperatures (T<sub>s</sub>NaCl) for LVHS inclusions are between 211 ° to 510 °C. Anhydrite and chalcopyrite did not dissolve on heating to temperatures in excess of 600°C. Chalcopyrite was identified on the basis of its optical characteristics (opacity and triangular cross section) and composition in

opened inclusions (SEM-EDAX analyses yielded peaks for Cu, Fe and S). Anhydrite forms transparent anisotropic prisms and was shown by SEM-EDAX analyses to consist only of Ca and S (elements lighter than F could not be analyzed) (Hezarkhani, 1999).

Table 1. Descriptive statistics of microthermometric data at Darrehzar area.

FI Type	Statistical Parameter	T <sub>h</sub>	T <sub>s</sub> NaCl	L / V	Salinity
LV	Minimum	215	-	1.2	2.01
	Maximum	514	-	19	16.32
	Mean	297	-	4.38	8.02
	STD*	56.6	-	2.96	3.8
VL	Minimum	287	-	0.11	0.87
	Maximum	575	-	1	18.55
	Mean	421	-	0.49	9.36
	STD	67.8	-	0.3	5.2
LVHS	Minimum	211	211	0.47	31.44
	Maximum	487	510	9	59.86
	Mean	330	351	3.66	43.21
	STD	65.9	72.19	2	6.74

\*Standard Deviation

### 4.3 Salinity in the fluid inclusions

Halite-bearing and non-halite-bearing liquid-rich inclusions at Darrehzar exhibit a wide variation in salinity, ranging from 0.9 to 59.9 wt% NaCl. (Fig. 4)

LVHS fluid inclusions (high salinity population) have higher salinities than LV and VL inclusions (low saline population) and clearly separated each other by a salinity gap within the range of 19–31 wt%. (Fig. 4). Low salinity inclusions have salinity from 0.9 to 18.6 wt% NaCl and their correlation coefficient between the salinity and their homogenization temperature is weak ( $R^2=0.07$ ). High salinity inclusions have salinity between 31.4 and 59.9 wt% NaCl and have good correlation coefficient ( $R^2=0.7$ ) between the salinity and their homogenization temperature. (Fig. 5)

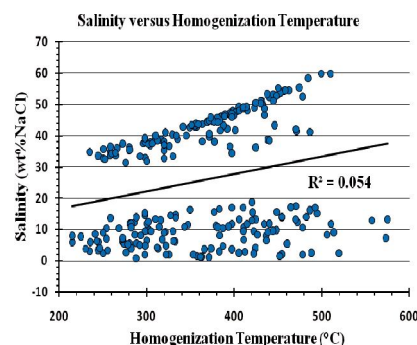


Fig. 4. Scatter plot of salinity versus homogenization temperature showing two different populations

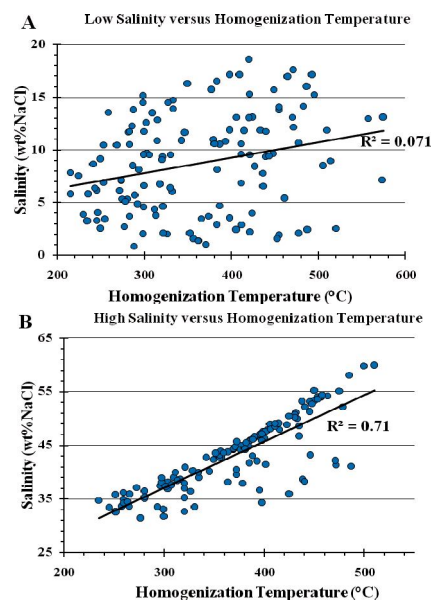


Fig. 5. A) Weak correlation coefficient between the salinity and their homogenization temperature in low salinity population ( $R^2=0.071$ ), B) Good correlation coefficient ( $R^2=0.71$ ) between the salinity and their homogenization temperature in high salinity inclusions (LVHS).

## 5 STABLE ISOTOPE INVESTIGATION

Samples containing veinlets of sulfides, quartz, and sulfates were selected for stable isotope analysis.

Oxygen isotope analyses were conducted on the samples of quartz veins in the potassic, transition and phyllic alteration zones. Quartz grains were separated using both heavy liquid and hand picking methods.

Sulfide (pyrite, chalcopyrite and molybdenite) and sulfate (anhydrite) samples were selected for sulfur isotopic analyses. These samples were prepared through crushing, sieving, and hand-picking. S, O isotope analyses were carried out in laboratories at Centre for Stable Isotope Research and Analysis, University of Gottingen, Germany.

### 5.1 Oxygen isotopes

The  $\delta_{18}\text{O}$  values of quartz are in range of 9% to 10.3 relative to Standard Mean Ocean Water (SMOW) with a mean of 9.6%.  $\delta_{18}\text{OH}_2\text{O}$  values were calculated from the quartz analyses using the fractionation equation of Matsuhisa et al. (1979).

The range of  $\delta_{18}\text{OH}_2\text{O}$  values are between 6.13% to 7.06% (Group I veins), and 4.92% to 6.25% (Group II veins) and 3.31% to 4.22% (Group III veins) (Fig 6).

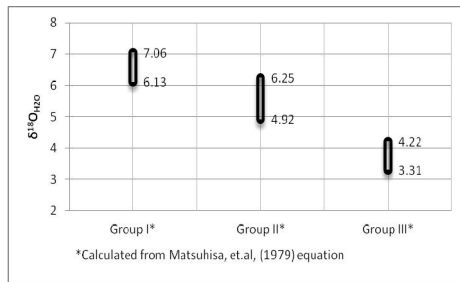


Fig. 6. Oxygen Isotope Results of the Mineralized group Quartz Veins

The result showed that hydrothermal fluids with different origin have circulated in three phases, responsible for fluid mineralization. In the first phase orthomagmatic fluid ( $\delta_{18}\text{O}(\text{fluid}) > 6\%$ ) was circulated at system and was caused paragenetic mineralization of quartz + k-feldspar + molybdenite + anhydrite  $\pm$  pyrite  $\pm$  chalcopyrite which formed Group I veins.

In the next phase by decreasing temperature and fluid cooling up to 350°C meteoric water flowed inward system ( $\delta_{18}\text{O}(\text{fluid}) \sim 5\%$  to 6%) and formed Group II veins consist of quartz + chalcopyrite  $\pm$  pyrite  $\pm$  bornite  $\pm$  molybdenite. Phyllic alteration Resulted from invasion of mixed meteoric waters with decreasing temperature of the system.

In the last phase, the hydrothermal system changed from magmatic to meteoric water and caused porphyry stock altered ( $\delta_{18}\text{O}(\text{fluid}) < 4.5\%$ ). Based on fluid inclusion study and calculation of the isotopic composition of ore-forming fluid with decreasing of temperature up to 300°C, ore-forming fluid with properties close to the meteoric water caused paragenetic mineralization of quartz + pyrite + calcite + chalcopyrite  $\pm$  anhydrite and made Group III veins.

### 5.2 Sulfur isotopes

Sulfur isotopic analyses were performed on pyrite, anhydrite, chalcopyrite and molybdenite samples separated from Group I, II and III veins. The eight pyrite samples analyzed have  $\delta_{34}\text{S}$  values between -3.1% to -0.4%, the three chalcopyrite samples have  $\delta_{34}\text{S}$  values of -1.8% to -1.3%, the two molybdenite samples have  $\delta_{34}\text{S}$  values ranging from -1.8% to -0.7% and the eleven anhydrite samples have  $\delta_{34}\text{S}$  values from 10.3% to 11.7%.

The  $\delta_{34}\text{S}$  values of the anhydrite are approximately constant and heavier than those of associated or coexisting sulfides. One of two samples of molybdenite is enriched  $\delta_{34}\text{S}$  relative to pyrite and pyrite in turn is similarly enriched in  $\delta_{34}\text{S}$  relative to chalcopyrite. These isotopic trends are consistent with isotope equilibrium theory and sulfur-isotope fractionation trends (Ohmoto and Goldhaber, 1997).

## 6 DISCUSSION

The maximum pressure of fluid entrapment can be calculated from the estimated thickness of the overlying rock column at the

time of intrusion. The latter represent 1500 m to 2000m of volcanic, volcanic-clastic and volcanic sedimentary complexes. This corresponds to a lithostatic pressure of 450 to 500 bars, assuming an average rock density of 2.7 g/cm<sup>3</sup> and a hydrostatic pressure of 150 to 200 bars, assuming a fluid density near 1 g/cm<sup>3</sup>.

LVHS<sub>2</sub> fluid inclusions occur with VL inclusions in Group I quartz veins associated with potassic alteration, define fluid population I. The homogenization temperatures for type LVHS<sub>2</sub> inclusions ( $T_h(L-V) > T_sNaCl$ ) vary between 330 ° and ~ 500 °C, and for co-existing VL inclusions vary between 400 ° and 500 °C (Fig. 7).

At these temperatures the maximum pressure for the co-existence of these two fluid inclusion types (bubble point curve) is approximately 300 to 400 bars. On the other hand, the existence of LVHS fluid inclusions with  $T_sNaCl > T_h(L-V)$  implies that pressure was locally or temporarily much higher. In fact, pressures estimated for those inclusions (fluid pressure) range up to 800 bars which is exceeded lithostatic pressure (as already discussed, the lithostatic pressure was 450 to 500 bars) and that pressure generally oscillated between 150 to 200 bars (hydrostatic) and >500 bars in response to repeated cracking and sealing of the rock at 450°C. So pressure during the trapping of fluid population I varied from 150-200 to >500 bars and temperature was ~450°C.

Fluid II is defined by the co-existence of LVHS<sub>3</sub> and VL inclusions. In Group I and II veins, LVHS<sub>3</sub> inclusions homogenize by vapor disappearance after halite dissolution at a modal temperature of 350°C.

Based on data from Sourirajan and Kennedy (1962) and Chou (1987) for the NaCl-H<sub>2</sub>O system, the corresponding fluid pressure was ~200 bars.

VL inclusions homogenize to a vapor at between 380° and 520°C, i.e., at significantly higher temperatures than LVHS<sub>3</sub> inclusions,

could indicate heterogeneous entrapment of liquid and vapor during boiling.

In Group III veins, the LVHS<sub>3</sub> inclusions homogenize at temperatures <300°C by both vapor disappearance and halite dissolution.

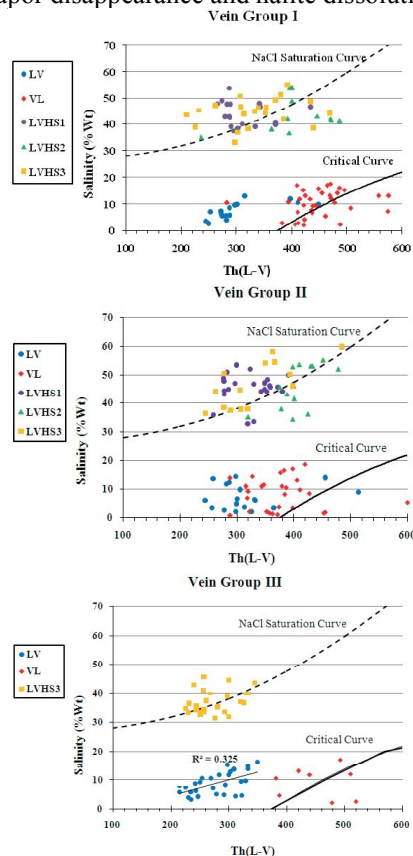


Fig. 7. Liquid–vapour homogenization temperature vs. salinity plotted on a section from the NaCl–H<sub>2</sub>O system (halite saturation and critical curves from Boodnar, 2003 and Roedder, 1984)

Fluid II was thus trapped at considerably lower temperatures than fluid I (350° vs. 350 - 500°C) and underwent cooling with the development of a progressively more open fracture system represented by Group III veins. The pressure was dominantly hydrostatic (150 - 200 bars).

Fluid III is defined by the existence of LV inclusions and represents a later fluid that circulated in the intrusion. These inclusions

homogenize to liquid at temperatures between 240 ° and 330 °C. Based on data of Chou (1987), the minimum corresponding pressure is between 30 to 150 bars.

### 6.1 Fluid evolution

The high trapping temperatures and high salinity of LVHS1 and LVHS2 fluid inclusions suggest that Fluid population I probably represent an orthomagmatic fluid which is exsolved as a high density phase from diorite-granodiorite magma and subsequently saturated with halite and boiled.

We propose that the source of Fluid II (LVHS3 and VL fluid inclusions) was also mainly orthomagmatic (high salinity) but that it circulated at lower temperature than Fluid I and mixed with an external fluid. It is also suggested by a trend from higher temperature and higher salinity to lower temperature and lower salinity for LVHS3 and LV fluid inclusions. Coexistence of LVHS3 fluid inclusions with VL fluid inclusions indicate that Fluid II boiled extensively. Fluid III was mainly meteoric water (low salinity), and that it mixed to great value with magmatic fluids (low temperatures) (Fig. 7). Also it circulated mainly in Group II and Group III veins.

### CONCLUSIONS

The multiple intrusions of microdiorite to diorite and granodiorite rocks at Darrehzar indicate a long-lived intrusive episode associated with repeated fracturing and hydrothermal activity. Fluid inclusion and isotopic analyses from the deposit indicate three distinct hydrothermal fluids. The first hydrothermal was characterized by high temperatures, high salinities and  $\delta_{18}\text{O}(\text{fluid})\delta > 6\%$ . The presence of molybdenite and anhydrite in Group I veins, chalcopyrite and anhydrite in Group II veins and chalcopyrite and anhydrite in LVHS1 and LVHS2 inclusions from vein Groups I and II suggest that Fluid I was responsible for the transport and eventual deposition of Fe, Cu, Mo and S. Fluid population I could

indicate an orthomagmatic fluid which is subsequently saturated with halite and boiled. The second hydrothermal fluid (Fluid II) was formed mainly by the mixing of magmatic fluid, at moderate to high temperatures and  $\delta_{18}\text{O}(\text{fluid})\delta \sim 5$  to 6%.

The third hydrothermal fluid (Fluid III) consisted of low temperature, low to moderate salinity and  $\delta_{18}\text{O}(\text{fluid})\delta < 4.5\%$ . This fluid was responsible for peripheral propylitic alteration. The circulation of Fluid III, which did not penetrate into the hotter and most central part of the intrusion, caused this alteration zone. This fluid also caused some distribution of argillic alteration, in which almost all the feldspars were altered to kaolinite and other clay minerals.

These three interpreted hydrothermal fluids correspond to three different populations of fluid inclusions in Darrehzar veins.

Fluid III formed by progressive dilution of magmatic fluid with a great volume of meteoric waters.

### REFERENCES

- Berberian, M., 1976. An explanatory note on the First Seismotectonic Map of Iran; a seismotectonic review of the country. In Geological Survey of Iran, Report No. 39, pp.7-142.
- Berberian, M., 1983. the southern Caspian: A compressional depression floored by a trapped, modified oceanic crust: Canadian Journal of Earth Sciences 20:163- 183.
- Bodnar, R.J., 2003. Introduction to aqueous fluid systems. In: Samson I, Anderson A, Marshall D (eds) Fluid inclusions: analysis and interpretation. Mineralogical Association of Canada: short course 32. Mineralogical Association of Canada Quebec pp 81–99
- Burnham, C. W., 1979. Magmas and hydrothermal fluids: in Geochemistry of Hydrothermal ore deposits, H. L. Barnes, Jon Wiley & Sons, Inc, 71- 136.
- Derakhshani, R and Abdolzadeh, M., 2009. Geochemistry, mineralization and alteration zones of Darrehzar porphyry copper deposit, Kerman, Iran. Journal of applied sciences, 9:1628-1646.
- Etmnian, H., 1977. The discovery of porphyry copper–molybdenum mineralization adjacent to Sungun village in the northwest of Ahar and a proposed program for its detailed exploration.

- Confidential Report, Geological Report. Geological Survey of Iran, p. 26.
- Grujicic, B and Volickovic, S., .1991. Copper deposit Darrehzar mineral inventories computation. National Iranian Copper Industries, Exploration Department, Internal Report, 27pp.
- Hedenquist, J. W and Richards, J. P., 1998. The influence of geochemical techniques on the development of genetic models for porphyry copper deposits. In: Richards JP, P. B. Larson (Eds): Techniques in hydrothermal ore deposits geology. Rev Econ Geol, 10:235–256.
- Hezarkhani, A., 2006. Hydrothermal evolutions at the Sar-Cheshmeh porphyry Cu–Mo deposit, Iran: evidence from fluid inclusions. J Asian Earth Sci Engl 28:408–422.
- Maanijou, M., 1993. Alteration halos and their connection to mineralization of Darrehzar porphyry Cu deposit and its geochemical zoning, Pariz area, Kerman, Iran. M. Sc. Thesis (in Farsi), Shahid Beheshti University (Tehran), 254p.
- Ranjbar, H, Hassanzadeh, H, Torabi, M and Ilaghi O., 2001. Integration and analysis of airborne geophysical data of the Darrehzar area, Kerman Province, Iran, using principal component analysis. Journal of Applied Geophysics, 48: 33-41.
- Roedder, E., 1984. Fluid Inclusions: Mineralogical Society of America, Reviews in Mineralogy, 12, p. 644.
- Shahabpour, J and Doorandish, M., 2007. Mine drainage water from the Sar Cheshmeh porphyry copper mine, Kerman, IR Iran, Environ Monit Assess, Accepted: 4 July 2007.
- Shahabpour, J., 1982. Aspects of alteration and mineralization at the Sar-Cheshmeh copper–molybdenum deposit, Kerman, Iran: Ph.D. thesis, Leeds University, 342p.
- Sillitoe, R.H., 1997. Characteristics and controls of the largest porphyry copper-gold and epithermal gold deposits in the circum-Pacific region – Austral J. Earth Sci., 44: 373–388.
- Sillitoe, R.H., 2010. Porphyry copper systems. Econ Geol, 105:3-41.
- Stocklin, JO., 1977. Structural correlation of the Alpine ranges between Iran and Central Asia. Mem. H. Aser. Soc. Geol. France, p. 333-353.
- Ulrich, T., Gunther, D., and Heinrich, C. A., 2001. The evolution of a porphyry Cu-Au deposit, based on La-ICP-MS analysis of fluid inclusions, Bajo de la Alumbrera, Argentina. Economic Geology 96, 1743-1774.
- Were, R.W Jr., Bodnar, R.J., Bethke, P.M and Barton, P.B., 1979. A novel gas- flow fluid inclusion heating- freezing stage (abstract). Geological Society of America. Abstracts and Programs 11, 539.



## **A Framework for the Sustainable Development of Turkey's Mineral Wealth**

I. Singh,

*Principal, Mining Consultancy International, Thunder Bay, Ontario, Canada*

**ABSTRACT** A key challenge in the 21<sup>st</sup> century is to convert mineral wealth into sustainable development to benefit society, meet growing demands for minerals and metals, and allow realistic returns on investment. Over the past two decades, responsible and sustainable development of minerals has attracted worldwide attention. Mining jurisdictions now pay increased attention to environmental protection, economic development and social wellbeing.

However, continuing progress is needed on legislative frameworks; policies and practices; workforce development; equitable resource distribution; environmental protection; local capacity; mineral resource surveys; and deployment of state-of-the-art technology. Institutional collaboration among key entities will be essential. Knowledge exists, but the implementation models are lacking.

This paper advocates collaboration using a cluster approach to: establish common objectives for responsible and sustainable development; explain clusters, identify examples, and their benefits; share Canada's experience, including catalyzing Ontario's mineral industry cluster; and proposes a framework for action applicable to Turkey's mining and mineral sector.

### **1 INTRODUCTION**

#### **1.1 Background**

The unprecedented demand for mined minerals has resulted in demands for environmental protection and social and political engagement. The result has been an increase in global efforts to develop "sustainable" and "responsible" mining.

Over the last decade, achieving the responsible and sustainable development of minerals has attracted attention from governments, the mineral industry and its associations, academia, development agencies and civil society organizations from around the world. Mining jurisdictions now aspire to develop their mineral endowments with a balance between environment protection, economic development and the social wellbeing of the communities most affected by mining.

At the same time, there is wide spread recognition that achieving responsible and sustainable development is a complex undertaking, and that progress is required on

many fronts, including: legislative framework; policies and practices; skilled workforce development; equitable resource distribution; environmental protection; local capacity; infrastructure; information on mineral resources; and the deployment of state of the art technology.

To make progress on these fronts, institutional collaboration among key entities such as governments, the mineral industry and its associated organizations, and academic and educational institutions is required, where institutional collaboration is defined as the ability of organizations to work cooperatively and collaboratively. Institutional collaboration is crucial for the simple reason that it is beyond the sphere of authority, capacity or control of any one entity, neither the government nor private sector alone can achieve goals relating to responsible and sustainable development.

## 1.2 Making Progress

While sustainable development has become a major concept driving reform in legislation and regulation; mining companies have introduced corporate social responsibility, development agencies such as the World Bank, the International Council on Mining and Metals (ICMM) and the World Economic Forum (WMF), have developed resource materials, the educational institutions have introduced sustainability programs and have established sustainable development institutes.

The Government of Canada has announced a strategy “The Building the Canadian Advantage Strategy” to encourage the Canadian companies in extractive sector operating in other countries to support and adhere to the principles of corporate social responsibility. (Department of Foreign Affairs & International Trade Canada, 2009)

Also, the Government announced, as part of its Economic Action Plan 2012, a plan for Responsible Resource Development which is aimed at streamlining the review process for major economic projects and “to create skilled, well-paying jobs in cities and communities across Canada, while maintaining the highest possible standards for protecting the environment”. (Natural Resources Canada, 2012)

The OECD's Sustainable Development Project is aimed at striking a healthy balance between striving for rising income and ensuring due regard to environmental and social issues. The Mining, Mineral and Sustainable Development Project initiated by the World Business Council for Sustainable Development has as its objective identifying how mining and minerals can best contribute to the global transition to sustainable economic development. The Global Mining Initiative (GMI) was established by mining multinationals to promote sustainable economic development around natural resources.

Mining roundtables and workshops are now held on a regular basis focusing on sustainable development, corporate social responsibility and environmental sustainability. For example, environmental

sustainability and corporate social responsibility were high on agenda on the recently held Canadian Mining Roundtable Meeting in Istanbul in February 2012. (Mining Turkey, 2012b).

Leading Asset Management firms will participate in a panel on Sustainability and Investors: a critical relationship to discuss how environmental, social and governance factors link to a company's long term profitability. (International Mining and Metals Council, 2013)

An extensive body of knowledge and a vast amount of resource material on sustainable development exist, resulting in greater public awareness and expectations for equitable resource distribution, environmental sustainability and economic and social well-being of the resource dependent communities affected by mineral resource development.

In spite of all this progress, advancing sustainable development objectives, especially in developing countries, is slow. “In the 1980s, foreign investment in the large scale commercial mining industry boomed in many developing countries. In spite of this, a similar boom in sustainable development has not taken place. Large scale commercial mining in resource rich developing countries must not be discouraged, but rather be developed by involving all stakeholders (companies, host country governments, donors and NGOs) to foster economic development in a just and sustainable manner” (Bourgouin, 2011).

Similarly in its recent report the World Economic Forum identified the need to establish “collaborative processes for stakeholder engagement”. Yet there is a scarcity of tested model and frameworks which have been successfully used in a sustained manner to bring all stakeholders together to achieve sustainable development objectives.

In a recent discussion, the panel of experts of the Guardian Responsible Business discussed the issues and impacts around responsible mining. “Governance weaknesses are a challenge” and “Efforts where government, industry, development

partners and civil society stakeholders come together to work towards improving public sector capacity will be the most effective." (Guardian Responsible Business, 2013)

Against this backdrop, the purpose of this paper is to introduce an approach which brings together the key entities, provides a collaborative platform for constructive dialogue and is inclusive: the cluster approach. It has been used successfully in over 30 countries to set the context for a dialogue which explores the risks and challenges which can have a major impact on achieving sustainable development objectives and orderly and responsible mineral resource development.

## **2 SUSTAINABLE MINERAL RESOURCE DEVELOPMENT**

### **2.1 Definitions**

According to the United Nations, sustainable development seeks to meet the needs and aspirations of the present without compromising the ability to meet those of the future. Far from requiring the cessation of economic growth, it recognizes that the problems of poverty and underdevelopment cannot be solved unless we have a new era of growth (United Nations, 1987).

The Global Development Research Center lists many definitions of sustainable development on its Definitions website at [www.gdrc.org/sustdev/definitions.html](http://www.gdrc.org/sustdev/definitions.html), including sustainable development as maintaining a delicate balance between the human need to improve lifestyles and feelings of well-being on one hand, and preserving the natural resources and ecosystems on which we and future generations depend.

Three main areas emerge from these definitions of sustainable development: economics, the environment and the society. The objectives of sustainable development can be defined as ensuring that mineral resource development results in the equitable distribution of economic profits (not the greatest benefits for the few at the expense of others) and leave a net positive

environmental legacy (e.g., parks, wetlands, fertile farmland, enhanced biodiversity and the removal of contaminants); that will benefit the people and communities most affected by mining activities (e.g., income, employment, training, infrastructure development).

An orderly and responsible development of mineral resources integrates stakeholder engagement, community development, environmental best practices, responsible resource use, respects for human rights, and provides fair labour conditions and health and safety standards. It helps parties to express their interests and concerns in a constructive and proactive way and identify areas of mutual benefits. The idea is to contribute to the prevention or resolution of conflicts and ultimately to the economic and social development of a region in a responsible environmentally manner. The World Economic Forum's report on advancing responsible mineral development proposes six building blocks which can be applied throughout the mine life cycle (World Economic Forum, 2011).

### **2.2 Global Trends, Risks, Constraints and Challenges**

The developed world is coming to realize that current modes of mineral extraction and processing are not sustainable. The mining sector is an intensive user of energy, water and land at a time when competition for these resources is increasing. The sector is also a significant generator of emissions and environmental waste.

There is also increasing scrutiny of the mineral sector's social and environmental performance as governments around the world seek a larger development dividend from mining activities. Many governments are now seeking a greater take from the sector through mandated beneficiation, export levies and limits on foreign ownerships. More assertive communities are seeking their fair share and community protests are not confined to the developing countries but are also taking place in

developed countries such as Australia, Canada, Finland and the US.

The mounting rehabilitation costs associated with post-extraction cleanup are estimated in \$\$\$ billions. And the short term volatility of commodity prices can make it increasingly difficult for both governments and companies to cost out the full lifecycle risk/reward equation for future mining projects in a way that facilitates broadly based economic growth. Mining projects around the world are being deferred or delayed because of uncertain or unknown factors in the cost/benefit equation.

The transformation of mining sector governance to cope with this new situation has been slow, specifically in the areas of broad based economic empowerment, community involvement and equitable distribution of resource benefits. Consequently, labour disputes and unrest, and illegal strikes are on the rise worldwide. Inadequate mining community social and living conditions increasingly attract attention. And the broader public/private governance of legacy issues, the adverse impact on broader communities (including displacement and relocation), the environment, wildlife, and crops, has yet to be effectively addressed.

The capacity of existing governance systems is often just not up to present day challenges. The need for innovation cannot, generally, come from the closed and highly focused governance mechanisms inherited from the past, where a private minority have harvested a disproportionate level of benefits while the public majority have inherited a significant share of the degradation. While this economic disparity continues to exist, and even grow within and between countries within new extraction ecosystems, local social unrest and upheaval will continue.

However, resource scarcity is increasingly a significant motivator of change in this new and more complex equation. It is leading to both short term policy and longer term governance responses beyond immediate cost/benefit equations. These include resource nationalism, and attempts at engagement and collaboration to define

business and community interrelationships affecting: skills development and workplace participation; land, water, energy management; the impact on crops, wildlife and the broader ecosystem; downstream minerals and metals processing and the impact of extraction and processing on community health and climate change.

The risk in all of this is that short term policy initiatives trump the evolution of longer term governance frameworks. A fundamental expression of this complex cocktail of issues frequently appears as the widespread dissatisfaction with the benefits received from mining. Ernst and Young lists ten risks facing the mining sector, including cost inflation, capital management and project execution, the social license to operate, price and currency volatility, and access, fraud and corruption (Ernst & Young Annual Report, 2012-2013). And resource nationalism, as a policy response, is rated as the number one risk.

### **2.3 Cluster Definition and Evolution**

A number of Cluster definitions exist. Basically a group of inter-connected companies and associated institutions in a particular field are linked by commonalities and complementarities (Porter and Stern , 2001).

The evolution of Mining and Minerals Clusters: First, natural resources are extracted and exported with minimal local processing, and machinery and equipment are imported. Then, processing and export activities are initiated with local production of some inputs and equipment. And finally clusters begin exporting some of the goods and services that they originally began to produce for import substitution purposes; then all types of goods and services are produced locally and are exported.

Some 30 countries deploy clusters, successful examples exhibit a direct correlation between clusters and prosperity; productivity and productivity growth are fundamental drivers of prosperity, and innovation is the key driver of productivity. But innovation does not happen in isolation.

For example, any new breakthrough in technology or new product from concept/idea to market requires several organizations working together.

The Innovation and the commercialization of new technologies occur disproportionately in clusters, and clusters can provide a stabilizing force and an engine for growth and a positive identity for the region.

Clusters are a driving force in increasing exports and are magnets for attracting foreign investment. Porter asserts that a nation can be prosperous and productive in virtually any field. What matters is how a nation competes, not what industry it competes in. We need to stop thinking that traditional industries are bad and that the nation must move into high tech (Mining Consultancy International, 2012).

#### **2.4 Clusters Promote Institutional Collaboration**

Mining is a complex and interdependent web of businesses and organizations. The schematic diagrams of the Ontario's Mineral Industry Cluster and the Linkages show mining complexity, scope and interdependencies of players. (Singh and Evans, 2009b). Institutional collaboration requires all major entities to work together collaboratively. Competitive advantage of one sub sector or organization reinforces the other.

The cluster approach is an inclusive and integrated approach to creating a sustainable economic development. It requires all key entities/players (e.g., such as government, private sector organizations, research and educational institutions, NGOs and business associations) to work together (Ketels and Memedovic, 2008). It breaks down 'silos', brings together partners and stakeholders who otherwise will not come together and provides collaborative platform for constructive. For example, working in a cluster environment provides business leaders access to government officials, enabling them to influence policies and programs that affect their sectors and industries. It provides government officials

access to top business leaders to proactively seek and receive their advice and input on major policies. It provides industry leader's access to researchers and academics to convey their requirement for applied research. It provides suppliers access to major mining companies to understand their requirements for products and services. And it enables business associations to influence major public policy directions. The cluster approach promotes a paradigm shift from "control to engagement" and from "conflict to consultation". It requires a shift from "looking after our patch" to a "broader view of responsibility" In clusters, the sum is greater than its parts.

Governments use their "Power of Convocation" to bring together the players mentioned above to engage them and create a sense of urgency. Usually the government act as "broker" "facilitator" and as a "Conveyor". The cluster building process involves private sector and community driven leadership. Successful clusters need staying power, often taking a decade or more to mature.

Clusters are typically launched through sponsorship and advocacy and are sustained through energy and momentum. They are not about direction and control. They are enablers of innovation through interactive dialogue, exploration and discovery based on a common commitment, language and platform of engagement.

The Government of Canada has committed millions of dollars to cluster building initiatives over a decade to fan the spark of innovation in eleven communities across Canada (National Research Council, 2009). A number of examples of clusters based on natural resources and the roles played by major entities such as the government, industry associations and research and educational institutions and others can be found in both developed and developing countries. (Ketels and Memedovic, 2008).

### **3 ONTARIO MINERAL INDUSTRY CLUSTER DEVELOPMENT**

The Ontario mining industry is a major contributor to the provincial and national economy. It has an experienced workforce and a commanding international reputation for its technology and innovative capacity.

But the public and political perception is that mining is a legacy industry in a sunset sector. The sector, beyond its strengths, also had enduring issues with access to land, land tenure and Aboriginal rights. And overcoming challenges in a multi-ministry and multi-jurisdictional government environment can, of itself, be a barrier.

The first efforts to catalyze the Ontario Mineral Industry Cluster took place at a forum in Toronto in February, 2003. The Forum was sponsored by the Ontario Ministry of Northern Development and Mines and attracted approximately 80 participants directly and/or indirectly involved with the mining industry, from presidents of large and small mining companies to Northern Ontario mayors, college presidents and prospectors. Some eleven sectors (financial services, junior and senior exploration, mine operations, R&D, mine equipment suppliers, analytical and metallurgical, consulting, technology, colleges, universities and mining municipalities) were present, and each presented their perspective of the strengths, weaknesses, opportunities, threats facing the mining cluster. A summary of that analysis is shared here as it may be instructive to the Turkish mineral sector (Mills, 2003).

#### **3.1 Strengths**

In 2003 (and continuing to the present), mining is a \$5-billion industry in Ontario, and the largest producer of non-fuel minerals in Canada. The mineral potential of the province's geology remains high. All levels of government are stable and offer consistent support to industry through an established Mining Act.

Infrastructure is developed, and the industry's collective technology and

innovation capabilities are in place. The industry is among the top ten most innovative industrial sectors in Canada with a successful R&D track record. There are well established research centres and leadership. The Ontario mining industry also has an experienced labour force.

Mature support sectors exist, with a mining financial infrastructure in Toronto, a comprehensive array of mining equipment and services companies, with technical knowledge among the highest in the world. The environment and health and safety are established industry priorities, and Colleges provide workplace ready, entry level employees. Canadian mining school university graduates have a strong reputation in Canada and worldwide. There is easy access to U.S. capital markets.

#### **3.2 Weaknesses**

In 2003 the Canadian mineral and financial industry was perceived as over-regulated. Business case development suffered from long lead times to production, and was often held back by a need for better infrastructure (i.e. roads) in northern areas. Access to capital for expansion initiatives was costly, and funding for exploration could be difficult to obtain. The cyclical nature of the business was leading to a boom-and-bust mentality, making it difficult for smaller organizations to sustain themselves through the slow periods.

Foreign equipment manufacturers threaten the strength of domestic suppliers, and the industry approach to mining education was not generating sufficient numbers of workforce participants. This was limiting the industry's ability to build on its strengths.

The lack of access to land further inhibited exploration. A great deal of uncertainty existed around land tenure and Aboriginal rights.

#### **3.3 Threats**

The entire spectrum of mining companies and equipment suppliers was under the

constant threat of foreign takeovers, and global competition was increasing in all sectors. Globalization of the industry meant the potential fragmentation of opportunities, and overlapping government regulations, including environmental regulations, was creating undue complexity and uncertainty.

A heavy tax burden and a lack of incentives discouraged investment, and uncertain commodity prices affected the willingness of companies to invest in research and development and exploration.

### **3.4 Opportunities**

In 2003, the Ontario mining industry was perceived as lacking a champion. All of the necessary players to create a cluster were in place but competition was dissuading cooperative cluster initiatives. However, a cluster was needed to create a holistic industry strategy that included governments, industry, labour, educational institutions and others.

It was perceived that a cluster could benefit society long past the extraction of the resources; create employment and attract people and investment to Ontario; resolve conflicts over land rights with First Nations; lead to improved infrastructure and more tax incentives; help realize the benefits of increased investment in technology and innovation; identify new export opportunities; help international student recruiting and university research efforts; and create a market for highly technical value-added services in new areas.

### **3.5 Approach**

In 2004, the Ontario Government announced the creation of the Ontario Mineral Industry Cluster Council (OMICC). It was mandated to foster a sustainable and rising standard of living from Ontario's rich mineral endowment; lever the current mineral industry assets to create a larger and more globally competitive cluster of mineral and related industries and organizations; and to bring together the cluster of mineral-related industries and organizations that must

compete and cooperate to win more prosperity. Council membership was drawn from key sectors, including: exploration, major mine operators, service & supply sectors, R & D institutions, educational institutions and industry associations.

The Ontario Government saw the Ministry role as “facilitator”, bringing together partners in a productive dialogue and as a “sponsor” of a catalyzed mineral industry cluster with a five year time horizon. The priority was to promote clusters through legislation, policies and incentives and encourage public/private partnerships to enhance them. In the longer term, the ambition was to develop cluster energy and momentum through “seed” funding of initiatives such as a Centre for Excellence in Mining Innovation (C\$20 million: C\$10 million from the provincial government followed by C\$ 10 million from two major mining companies) with a ten to fifteen year timeline.

During the first five years, the Ministry maintained a program of cluster assessment to track the influence of clusters on improving competitiveness of industries, and held regular forums and workshops to improve participant capacity to engage and develop social capital. But the priority was always to create the longer term cluster capacity, not to develop specific near term strategies and deliverables. A few notable achievements of the Council include: the establishment of the Centre for Excellence for Mining Innovation; the Federated school of Mines, the Mineral development Strategy and a number of tools and products which raised profile of mining, improve public perception of the mining, advocated resource benefit sharing with the First Nations communities, a long standing issue. More importantly, a broader and wider view of the mining and mineral development was promoted through the cluster lens.

## **4 MINING IN TURKEY AT A GLANCE**

Turkey has diverse mineral deposits due to its complex geology. The country is a major producer of a great many industrial minerals.

The sector contributes significantly economic and social development. It contributed 8.6% directly to GDP in 2010. With an indirect multiplier, the contribution is closer to 19%. Investor friendly government policies have paved the way for international mining companies to increase their exploration efforts.

Turkey's mining industry has gone through dramatic changes. Only 15 years ago, 85% of the mining operations were controlled by the state; today the ratio has been reversed. Positive developments that have taken place include diminishing government intervention, liberalizing economic sectors, implementing a floating exchange rate policy, loosening import and export regulations, encouraging foreign investments, deregulating financial markets and privatizing public entities, and decreasing the GDP share of the public sector.

Despite its recent mining reforms, Turkey's production of base metals is still unable to meet the needs of the booming national economic. For example, Turkish gold mining has not been able to keep it the pace of booming international demands for gold (Mining Turkey, 2012d).

The mining sector needs to be competitive in terms of technology and skills. Over the years the mining industry has made major investments in organizations such as universities and science council, but more need to be done. The export of unbeneficiated material, rather than finished products, continues.

Growing mineral exploration and operations need a vibrant service and equipment supplier base. The main focus has been on the exploration and exploitation activities. Almost all of the minerals deposits in shallow environments have been discovered and consumed. Therefore exploration for deeper deposits has gained priority. Turkey adds little value at the end of the mining value chain. The country has a limited processing capacity.

#### **4.1 Turkey on an Upward Trajectory**

Turkey has emerged as a key regional and global player politically. It has surpassed many of its rich Middle Eastern country counterparts and its debt-burdened western neighbors, who have stalled its membership to the European Union. Turkey plays an important role in the international market. "Despite the economic crises all over the world and instability in the Middle-east, Turkey's export sales value hit the record high of Turkish Republic history" (Mining Turkey, 2012a).

Turkey is increasingly integrated into the global economy and the Turkish economy is expected to grow in excess of 4% in the coming year (Economist, 2012). Neither the domestic financial crisis 2001, nor the more recent global financial crisis managed to stall the anticipated growth rate. The country ranks 17<sup>th</sup> in the world in terms of nominal GDP and Prime Minister Recep Tayyip Erdogan has vowed to make it one of the world's 10 biggest economies by 2023, the 100<sup>th</sup> anniversary of the Turkish republic (Mining Turkey, 2012c).

#### **4.2 Transforming Turkey's Mining: A Call for National Cluster Strategy**

"The mission of the Ministry of Energy and Natural Resources is to realize a restructuring of the mining sector in order to achieve environmental friendly and sustainable development. We also have to put in place contemporary standards in terms of job security. By uncovering the country's mineral reserves, our final aim is to transform Turkey from a country that produces and sells raw materials into a country that is industrially integrated and has a voice in the world market in terms of high-value products" Taner Yildiz, the Minister of Energy and Natural Resources,

As noted in the above statements by Minister Yildiz, Turkey needs to transform its mining to achieve sustainable development, ensure responsible mineral resource development, and to develop and export value added products, thereby securing a place in the world market.



Incremental improvements and reforms can only go so far. A deliberate and focused cluster development strategy, used successfully around the world, is warranted.

Given the complexities and multitude challenges and constraints associated with transformation, no single entity can address and make advances towards achieving targeted outcomes. On the other hand, if each contributes within its spheres of control or expertise then the collective efforts of all can surely prevail. A cluster strategy can be developed to leverage Turkey's inherent strengths; support national priorities and government policies; ensure sustainable development goals; incorporate best practices; secure private sector organization participation and focus on areas of improvement that are of national significance to its citizens.

#### **4.3 Proposed Governance Structure for the National Cluster Strategy**

A choice of governance models exists for developing and executing a national cluster strategy. In some cases it is led by the government, in other case by the private sector, and in some circumstances a public private partnership might be appropriate. That choice depends on the readiness of the participants. But experience suggests that private sector led governance structures supported by government are most effective. In all cases both the private and public sectors active participation and collaboration are critical.

Key components of the governance structure include its leadership council; its secretariats and subcommittees, and its platform developers.

##### **4.3.1 National cluster leadership council**

Members of the council are drawn from all key entities including government, businesses, associations, educational and research institutes, NGOs, industry association, and any other group that has an vested interest or which can contribute to the "greater good". Both the leadership and the membership need to be periodically rotated.

The members bring expertise in their respective areas but need to rise above own interest and advance the interests of the entire cluster *not* the interest of their firm or business. The leaders must have credibility, both in the industry and the community they live in.

The Council mandate is broad and would include initiatives and projects which would make the mineral industry competitive. It provides direction and oversight. It takes ownership for strategy frameworks and implementations, and momentum building. Members commit their own time, secure funding and resources for the subcommittees, champion the cluster agenda publically and resolve any issue and matters and foster the energy that sustains momentum. The Council would meet 4 times a year and host an annual Cluster forum. It is proposed that, in view of business sophistication, a National Mining Cluster Strategy Council be private sector led.

##### **4.3.2 Secretariat**

This serves as an "engine" and provides executive support and services. It mediates the top down council and bottom up working groups. It prepares and monitors implementation plans, prepares budget and manages projects. In some case, secretariat support is provided by the government.

##### **4.3.3 Subcommittees**

A number of subcommittees are established to support council's work. The members of the subcommittees come from all key entities. At the subcommittee level is where the bottom up innovative thinking takes place and where strategy gets validated and or reshaped in keeping with evolving priorities of the Council.

##### **4.3.4 Platform developers**

The Leadership Council needs to ensure a common purpose exists for cluster development. A group needs to be tasked with identifying the platforms and tools that will enable ongoing dialogue and for

recording and sharing work in progress and potential outcomes.

#### **4.4 An Approach to Implementing the National Cluster Strategy**

Beyond the content, how to execute a National Cluster Strategy is equally important. It is proposed that the national government Turkey announces the establishment of the private sector led leadership at an inaugural cluster forum. The Leadership Council develops vision, mandate, strategic imperatives and established subcommittees. Subcommittees then prepare action plans that are rolled into a single implementation plan, which is announced at a second cluster forum. Periodic reviews of the effectiveness of both the Leadership Council and implementation should be undertaken by an independent agency

#### **5 THE WAY FORWARD**

Over the past decade, sustainable development has gained significant importance but progress remains disappointing, especially in developing countries. The mining sector faces challenges and constraints which act as impediments towards achieving sustainable development goals. Overcoming the complexities and the challenges is beyond the sphere of any one entity. Institutional collaboration is critical to progress. A cluster approach is proposed to facilitate and promote institutional collaboration in Turkey to achieve sustainable development goals and to transform its mining, an espoused national goal.

Empirical evidences and case studies from around the world show that natural resource based clusters promote economic progress for all as "the whole is greater than the sum of the parts".

It is imperative that government and private sector leaders and other entities in Turkey work together to advance the objectives of the sustainable development that will result in mineral resources being

explored, developed and used in a manner that supports the distribution of wealth close to the resource areas, protects the environment and promotes positive values (social equity, social justice and democracy), and recognizes and builds upon the best in its culture and history.

Turkey's success in transforming its mineral resource endowment into a global competitive advantage will depend on its ability to catalyze its mining.

Development of mineral resources has been identified as a key driver of global economic growth with the potential to transform economies and societies, including some of the world's poorest nations.

A coordinated National Mining Cluster Strategy is essential for unleashing Turkey's rich mineral endowment; to make its industry more competitive and to boost innovation.

A dynamic and transformative mining cluster can contribute to the ambitious goal of making Turkey the 10<sup>th</sup> largest economy by 2013 on its 100<sup>th</sup> anniversary as espoused by the Turkish Prime Minister.

#### **BIBLIOGRAPHY**

- Anac,S., Tamzok, N., 2007. "The Mining Industry of Turkey", Slobodan Vujic (ed.), 2<sup>nd</sup> Balkan Mining Congress Book of Proceedings, s.37-43.
- Delgado, M, Porter, Stern, S, 2011. Clusters, Convergence, and economic performance, paper submitted for publication.
- Department of Foreign Affairs & International Trade Canada, 2009, Corporate Social Responsibility, Building the Canadian Advantage: A Corporate Social Responsibility (CSR) Strategy for the Canadian International Extractive Sector, <http://www.international.gc.ca/trade-agreements-accords-commerciaux/ds/csr.aspx?view=d>
- Guardian Responsible Business, 2013, "Responsible mining: can it work?" ideas insights for progressive business leaders, <http://www.guardian.co.uk/sustainable-business>
- International Council for Mining and Minerals (ICMM), 2012, The Role of Mining in National Economies, <http://www.icmm.com/document/4440>
- International Council for Mining and Minerals (ICMM), 2012. Trend in the Mining &Metals Industry, <http://www.icmm.com/document/4441>

- International Mining and Metals Council, 2013, Sustainable Development Sessions at Investing in African Mining Indaba <http://www.miningindaba.com>
- Ketels, C., Memedovic, O., 2006-07b. Cluster initiatives in Developing and Transition Economies, Cluster-Research Org.
- Martin, R., December 20, 1999. "A Remedy for Canada's Competitiveness Problem," Toronto Globe and Mail.
- Martin, R., Porter, M., 2001b. Canadian Competitiveness: A Decade After The Crossroads Working Paper No.1, C.D. Howe Institute.
- Mining Turkey, 2012, Mining & Earth Sciences Magazine Vol.2, Number 2, [http://www.madencilik-turkiye.com/engdergi/sayi2/MiningTurkey\\_sayi2.pdf](http://www.madencilik-turkiye.com/engdergi/sayi2/MiningTurkey_sayi2.pdf)
- Natural Resources Canada, 2012, Government Announces Plan for Responsible Resource Development [www.actionplan.gc.ca/responsibleresourcedevelopment](http://www.actionplan.gc.ca/responsibleresourcedevelopment)
- Porter, M., 1990. *The Competitive Advantage of Nations*, New York: The Free Press.
- , 1997. "Building Competitive Advantage: Lessons from Other Countries," <http://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=1328>
- , 2001. "Location, Competition, and Economic Development: Local Clusters in a Global Economy," *Economic Development Quarterly*, Vol. 14 No.1, February.
- , 2001. Monitor Group, on the FRONTIER, Council on Competitiveness, *Clusters of Innovation: Regional Foundations of U.S. Competitiveness*, Council on Competitiveness.
- Richards, J., 2005. The Role of minerals in sustainable human development, Geological Society, London, Special Publication, <http://sp.lyellcollection.org/content/250/1/25.short>
- Singh, I., 2001. Natural Resources Based Clusters in the New Economy: Theory and Reality, 4<sup>th</sup> Annual International Conference of the Competitiveness Institute, Tucson, United States, [http://www.tci-network.org/media/asset\\_publics/resources/000/000/391/original/ISingh.pdf](http://www.tci-network.org/media/asset_publics/resources/000/000/391/original/ISingh.pdf)
- Singh, I., 2003. Can Governments Catalyze Clusters? Examples of Government Actions, 6<sup>th</sup> Annual International Conference of the Competitiveness (TCI), Gothenburg, Sweden, [http://www.tci-network.org/media/asset\\_publics/resources/000/000/706/original/gburg\\_govment\\_clusters.pdf](http://www.tci-network.org/media/asset_publics/resources/000/000/706/original/gburg_govment_clusters.pdf)
- Singh, I., 2009. Pilot Cluster Development in the Northern regions under the Canada Russia Northern Development Partnership Program: Lessons learned and outcomes, 6<sup>th</sup> Annual International Conference of the Competitiveness Institute, Jyväskylä, Finland, <http://www.cerbanet.org/intranet/Documents/Regional%20Office%20-%20Toronto/Events/PDAC2010/Indira.ppt>
- Singh, I., 2010a, Determinants of Global Competitiveness and Their implications for the Indian Mineral Industry, Global Mining Summit, Kolkata, India, download from <http://www.docstoc.com/docs/111385165/Determinants-of-Global-Competitiveness-and-their-Implications>
- Singh, I., 2010b. Mining clusters fuel economic growth, Sudbury Mining Solutions Journal, September 2006. <http://www.docstoc.com/docs/36303452/Mining-clusters-fuel-economic-growth>
- Singh, 2010c. The Role of the Government in Creating Prosperity, 13<sup>th</sup> Annual Global Conference of the Competitiveness Institute (TCI), Gurgaon, India, P.119 in <http://competitiveness.in/wp-content/uploads/2012/01/JOCS-2011.pdf>
- Singh, I., 2012. Catalyzing Colombia's Mining Cluster: A Proposed Framework for Action, COLOMBIA GENERIA 2012, Cartagena, Colombia, [http://www.andi.com.co/Archivos/file/CEE/ColombiaGenera/Memorias/Indira\\_Singh.pdf](http://www.andi.com.co/Archivos/file/CEE/ColombiaGenera/Memorias/Indira_Singh.pdf)
- Singh, I and Evans J, 2009a, "Natural Resource-Based Sustainable Development Using a Cluster Approach", *Mining, Society and a Sustainable World*, Springer (pp.183-201).
- World Economic Forum, 2012-2013. Explaining Turkey's improved Competitiveness, <http://www.todayszaman.com/columnist-293085---explaining-turkeys-improved-competitiveness.html>

## REFERENCES

- Economist, 2012. "The World in 2013", *The Economist Newspaper Limited* (p.112).
- Ernst & Young Annual Report, 2012. Business Risks Facing Mining & Metals, 2012-2013.
- France Bourgouin, 2011, Mining for Sustainable Development: A Missed Opportunity, Danish Institute for International Studies (DIIS) Policy

- Brief (p.1), <http://www.diis.dk/graphics/Publications/Policybriefs%202011/France%20Bourgouin%20pol%20brief%20small.pdf>
- Ketels C and Memodovic O, 2008. "From Clusters to Cluster Based Economic Development", *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, Vol.1, Number 3, (pp.375-392)  
<http://www.inderscience.com/info/inarticle.php?artid=19979>
- Mills P, 2003. "Mining Cluster Forum, A First", *Northern Ontario Business*, Vol 25, No 5, March.
- Mining Consultancy International, 2012. "References in" *Resource Repository for Catalyzing Clusters*  
<http://www.mcirepository.bluherson.net>
- Mining Turkey, 2012a. "From the Editor", *Mining Turkey, Mining & Earth Sciences Magazine*, Vol.2, Number 2 (p.2), [http://www.madencilik-turkiye.com/engdergi/sayi2/MiningTurkey\\_sayi2.pdf](http://www.madencilik-turkiye.com/engdergi/sayi2/MiningTurkey_sayi2.pdf)
- Mining Turkey, 2012b. "Canadian Mining Roundtable Meeting, February 2012", *Mining Turkey, Mining & Earth Sciences Magazine*, Vol.2, Number 2 (p.8).
- Mining Turkey, 2012c. "Turkey's move to unleash its mining potential", *Mining Turkey, Mining & Earth Sciences Magazine*, Vol.2, Number 2 (p.36).
- Mining Turkey, 2012d. "Gold: Turkey's Glittering Treasure", in Global Business Reports, *Mining Turkey, Mining & Earth Sciences Magazine*, Vol.2, Number 2 (p.50).
- National Research Council, 2009. "Fostering a dynamic business environment", *National Research Council Canada*, <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/dimensions/issue1/clusteroverview.html> and <http://www.mcirepository.bluherson.net/slide18.htm>
- Porter M and Stern S, 2001). "Innovation: Location Matters" *MIT Sloan Management Review*, Vol.42 No. 4, (Summer 2001)
- Singh I and Evans J, 2009b. "Natural Resource-Based Sustainable Development Using a Cluster Approach", *Mining, Society and a Sustainable World*, Springer (p.189).
- United Nations, 1987. "Our Common Future, Towards Sustainable Development", *Report of the World Commission on Environment and Development*, (Ch. 2, p.41).
- World Economic Forum, 2011. "Responsible Mineral Development Initiative: A Framework for Advancing Responsible Mineral Development", *World Economic Forum, with the Boston Consulting Group*, Chapter 3. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_MM\\_Report\\_2011.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_MM_Report_2011.pdf)

## ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank my mentor, Jim Evans of Blue Heron, for the guidance, encouragement and support he has provided over the years, including for this paper. I have been influenced by Harvard Professor Porter's work and thinking on cluster development and strategy. Over the past decade I have worked with many organizations and people in mining around the world including Dr. John Gammon, John Gammon Associates Inc., Warren Holmes, Executive Vice Chairman, Atlanta God Inc., George Pirie, President and CEO, San Gold, and Mark Cutifani, CEO, Anglo Gold Ashanti Inc. I have benefited from the work of the International Council on Mining and Metals and others on sustainable development. Their experiences have informed my perspectives on cluster development, mining as a driver for economic growth and my passion for sustainable development. They have all influenced my thinking and the contents of this paper. The views and the opinions expressed in the paper are, however, my own.

## Geological and Geophysical Researches to Identify Kaolin Clay Bodies in Tomnatic Area

M. Marinescu, M. Maftciu

*Faculty of Geology and Geophysics, University of Bucharest, Romania*

G. Tiess

*University of Leoben, Leoben, Austria*

**ABSTRACT** Low cost surveys as geological mapping, short manual drillings and geophysical research was done for kaolin clay bodies' detection. In Liasic quartzite sandstone, effected geophysical measurements (resistivity method by VES measurements) had discovered two kaolin clay bodies (very large lens) in the 100 m investigation depth limit. The geological interpretation of geophysical data processed on geophysical sections and maps of the bodies are made according to mapping, drilling and old mining information.

A second stage of drilling network program was proposed by geological mapping, geophysical interpretation and after a short drilling control.

**Key words:** kaolin clay, kaolin clay body, Tomnatic kaolin clay deposit, geophysical investigation

### 1. INTRODUCTION

On the 50.000 m<sup>2</sup> area, part from its property near Tomnatic village. Padurea Craiului Mountains (Bihor County, Romania), S.C. BRUMA S.R.L. Company complex investigations to detect kaolin clay bodies had executed.

The information about the kaolin clay existing in Tomnatic area come from the survey effectuated in the middle of XX century, but palpable data was lost.

Geological mapping and manual drillings did not discover kaolin clay bodies but geological mapping had specified the geological formation (and in it the depth level), who hosted, in the Suncuius neighbour perimeter, kaolin clay strata and large lens.

### 2 THE LOCATING OF TOMNATIC RESEARCH PERIMETER

#### 2.1 Geographical Aspects

From geographical point of view, the Tomnatic village, where is located research perimeter (see fig. 1), is placed in the centre of the Padurea Craiului Mountains (Western Carpathians), on a large and lower plateau.

In the interior of the Tomnatic perimeter exists Cross Hill, with the maximum altitude of 723,90 m.

The field headquarter building topographic coordinates are 46°06'13" N latitude cross with 22°53'62" E longitude.

#### 2.2 Administrative Aspects

The Tomnatic village is component part of the Vadu Crisului commune (Bihor county), together with Vadu Crisului, Birtin si Topa de Cris villages.



Figure 1. Access to Tomnatic perimeter (after Road and touring atlas, 2005). (  $\circ$  = research perimeter).

The access in Tomnatic perimeter can be done on secondary roads, detached from two European roads (fig.1): E 60 (Oradea – Alesd – Cluj) or E 79 (Oradea – Beius).

Many railway stations exist along the Crisul Repede River, connected with secondary roads.

### 3 GEOLOGICAL CONTEXTS

#### 3.1 The Framing in Romanian Geo structural Context

There are two distinct geo tectonic domains into which the major Romanian geologic units can be separated, within a larger, Central East European geo structural context (Mutihac and Mutihac, 2010): Carpathian area and pre-Carpathian Domain (Carpathian vorland).

The Carpathian area, corresponding to the active southern margin of the Euro-Asiatic Plate, folded during the later Alpine orogenesis, is constituted from three branches of the Romanian Carpathian Mountains (Eastern Carpathians, Southern Carpathians and Apuseni Mountains), the Transylvanian Depression and eastern margin of the Pannonian Depression.

The Tomnatic research perimeter is located Padurea Craiului Mountains, an component part of the Southern Apuseni subunit, Apuseni Mountains geological unit.

#### 3.2 Geology of the Tomnatic Perimeters and Environging Zones

##### 3.2.1 Geological formations

In the Tomnatic perimeters and surrounding area there are inferior Liasic and inferior Cretaceous sedimentary deposits (fig. 2).

The Liasic deposits are constituted from conglomerate, sandstone, clay and limestone. Inferior Cretaceous deposits are formed from marl-limestone, some limestone types, schistose clay, marl, conglomerate, sandstone.

Strictly, at the surface of the Tomnatic perimeter exists only two geological formations: Hettangian – inferior Sinemurian (limestone breccias, sandstone and quartzite sandstone, micro conglomerate,) and upper Sinemurian – Pliensbachian (sandy limestone, loamy limestone). In the geological map from figure 2 is represented the upper part of the Pliensbachian, named Domerian. The he-si<sub>1</sub> / si<sub>2</sub> - do limit across the Tomnatic perimeter.

##### 3.2.2 Tectonic aspect

In the surrounding area exists many faults who generates compartments (horsts and grabens) at depth different levels.

The structure of these compartments is of monoclinic and large folded sedimentary formations. Every compartment is displaced by other small faults.

Tomnatic research perimeter is not affected of important tectonic movements. In the southern adjacent area exists a very large anticline, who raises to surface, in the axial part, Hettangian – inferior Sinemurian deposits. The perimeter structure is a large anticline.



Figure 2. Tomnatic perimeter (red rectangle) and surrounding areas on geological map (1:50.000). qp<sub>1</sub><sup>f</sup> = inferior Pleistocene (gravel, sand); pPg<sub>1</sub> = Paleocene riolite; ap = Aptian (limestone, marl); ne - ap<sub>1</sub> = inferior Aptian - Neocomian (limestone); th = Tithonic (limestone); cl<sub>2</sub> - th = Tithonic - medium

Callovian (limestone); cl<sub>2</sub> - km = Kimmeridgian - medium Callovian (limestone); si<sub>2</sub> - do = Domerian - upper Sinemurian (limestone); he + si<sub>1</sub> = inferior Sinemurian - Hettangian (breccia, sandstone). (Geology after Romanian Geologic Survey, with modifications, 1:50.000 scale).

## 4 FIELD EFFECTED RESEARCH

### 4.1 Geological Research

#### 4.1.1 The existence possibility of the kaolin at the ground surface

Three possible origin of the kaolin was investigated: deposition from hydrothermal solutions, alteration of feldspar rocks and sedimentation genesis.

The hydrothermal solutions (hot, with acid pH) did not circulate in geological times in Tomnatic perimeter to laying metalliferous ore deposits (where kaolin is usually gangue material) or altering (kaolinisation phenomenon) the rocks.

The rocks with high feldspar minerals content do not exist at the ground surface in

Tomnatic perimeter to be weathering by atmospheric factors (rainfall water, air, carbon dioxide) or underground water (with carbon dioxide and hydrogen sulfide) in organic environ and to be concentrate in kaolin bodies.

Surface waters (rivers, lakes) do not exist in Tomnatic perimeter to be possibly a sedimentation genesis (kaolin transport and deposition).

Geological mapping and short manual drillings had confirmed these considerations and did not discover kaolin or kaolin clay bodies at and near surface ground.

#### 4.1.2 The possible kaolin existence in depth

The kaolin existence possibility in depth, without the drillings execution, was solved after it was studied in scientific literature.

V.Brana (1967) had presented Suncuius kaolin clay deposit (refractory or non refractory clay) in a similar structure near Tomnatic perimeter (fig.3).

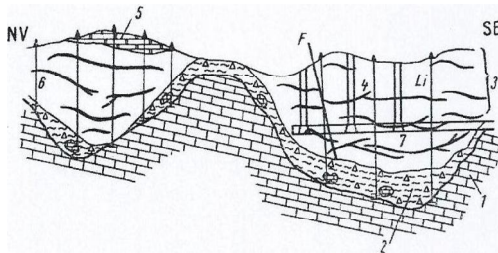


Figure 3. Vertical geological sketch in the Suncuius kaolin clay deposit. 1 – white limestone (Norian); 2 – red clay with sandstone and limestone fragments; 3 – productive horizon (sandstone, clay); Li - inferior Liasic; 4 – kaolin clay bodies; 5 - black limestone (medium Liasic); 6 – exploring boreholes; 7 – research and mining works (after Brana, 1967).

The Suncuius village (fig. 1) is located at approximately six kilometers north east by Tomnatic perimeter. In this deposit (fig. 3), kaolin clay allonged lens or strata are presented in inferior Liasic formations.

They have up 200 m length and 0,2 – 6 m thickness.

Ianovici et al. (1976) specify, in Padurea Craiului Mountains, the existence of the kaolin contribution phase in the Hettangian quartz sand sedimentation. The authors divide Hettangian – inferior Sinemurian in three litho-stratigraphic units:

- a. the basis of Hettangian: 50 - 60 m thickness of red clay with sandstone and limestone fragments (breccias);
- b. Hettangian: 100 – 180 m thickness of sandstone and quartzitic sandstone, with kaolin clay intercalations; at the upper part exist quartz microconglomerate;
- c. Inferior Sinemurian: 40 – 60 m thickness of clay, marl, sandstone, quartz sandstone.

They limit the existence of kaolin clay intercalations from inferior Liasic (Brana, 1967) to Hettangian.

M. Marinescu (2003) signalizes the existence of the refractory clay in Dealul Crucii perimeter and adjacent perimeters: Carmazan, Recea – Rujet, Suncuius (Balabca, Recea, Dumbrava, Dealul Simion, Taul Rosu, Butan-Astileu, Damis, Rosia-Albioara sectors).

In this situation, it had appeared the necessity to detect, in the Hettangian deposits, under the quartzite micro conglomerate discovered in Tomnatic perimeter, elongate kaolin clay lens (or strata) by rapid geophysical methods.

## 4.2 Electrometric Investigation Approach

Given the indicated conceptual model, one electrometric methods has been assumed appropriate providing relevant information about kaolin lenses (bodies) morphological and physical parameters.

### 4.2.1 Geophysical premises

The conceptual structural model supposes here two low resistivity levels laying intercalated on high resistivity bedrock.

In apparent resistivity domain the clays with iron oxides and some silicates content have relative low average values between 250-450  $\Omega$ m toward limestone and quartzite sandstone average values between 600-700  $\Omega$ m. This is an adequate petro physical contrast for some low resistive level in bedrock [Botezatu, 1987].

Extreme resistivity values between 1000-1800  $\Omega$ m belongs to some limestone and sandstone compact or karstic inactive wet zones. According to drilling and mining Suncuius clays older exploitations the geological model of clays level thickness are between 0,10-5,00 m, maximum 22,00 m. The low Liasic level have here a 50,00-150,00 m thickness with 3-15 clays sublevels.

The standard deviation in resistivity and clay levels parameters estimation is generally speaking under 10%.



#### 4.2.2 Geological conceptual model

In the investigated Tomnatic perimeter exists, in the sandstone and quartzite sandstone from Hettangian, levels with kaolin clay intercalations.

The two litho logical deposits, as 100 – 180 m thickness of sandstone and quartzite sandstone and its kaolin clay intercalations up 200 m length and 0,2 – 6 m thickness represent geological conceptual model who will be take in consideration.

#### 4.2.3 Data acquisition and processing

Resistivity method named VES method (direct current power vertical electro soundings) is one of the oldest and more used electrometric field investigation technique by a relative low cost and rapid acquisition and processing of data.

The symmetrical survey device consist in an four electrodes array: an emission line AB device injecting an DC (direct current) 400 V and 0,2 mA power (Intensity) in ground and a reception MN line measuring  $\Delta V$  potential (mV) due to AB current (mA).

Conventional apparent resistivity relation:

$$\rho_a = \pi AM \cdot AN /_{MN} \cdot \Delta V / I \quad [\Omega m]$$

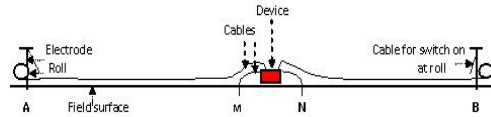


Figure. 4. Schlumberger field measurement array

The apparent resistivity sections, build on the measurements by a Schlumberger array, in prospecting stratified terrains, are more real from the point of view of the spatial resistivity distribution.

Graphical drawing of a litho geologic limit consist on aligned flexion of resistivity curves on cross sections (fig. 5 and 6) surrounding lower values (kaolin clay bodies).

The same depth information can be obtained from VES resistivity curve using computing methods [Stefanescu and Radulescu, 1974].

#### 4.2.4 Data integrated interpretation

The graphical representation by Golden Software (Surfer 7.0 and 8.0) through proportional interpolations with the measure step on the profile (130-170m) and in depth (5-100m) was made.

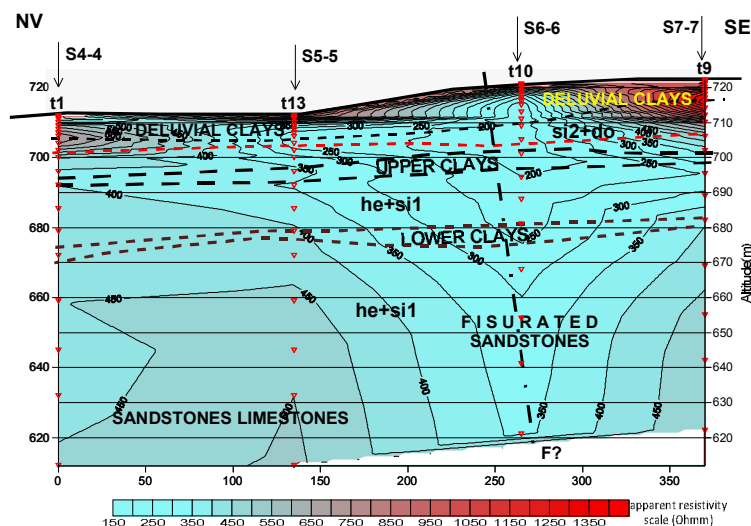


Figure 5. Longitudinal interpretative cross section S1-1, Tomnatic location, Cross Hill zone, t1-t13 – VES location; S1-1÷S7-7 geophysical cross sections; - - - upper clay limit; ..... lower clay limit; - . - . liasic limit si2+do/he+si1.

The geophysical image, a pseudo section of aligned profile made by vertical electro soundings became interpretative from the moment when the structural, litho logical and hydro geological elements are drawn. [Botezatu, 1987].

Seven interpretative geophysical sections on different orientation and two profundity maps were made using 13 VES field data.

Geophysical measurements have been arranged on a relative symmetrical network on 120 000 m square surface around the cross hill point (fig. 5-8).

#### 4.2.5 Geophysical investigation results

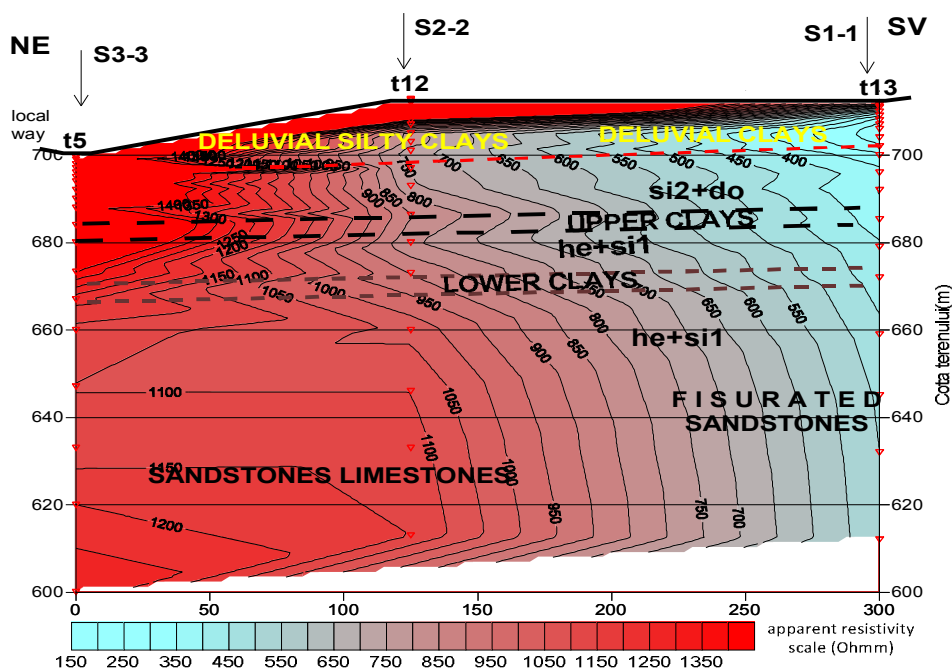


Figure 6. Longitudinal interpretative cross section S5-5, Tomnatic location, Cross Hill zone, **t1-t13** – VES locations; **S1-1+S7-7** geophysical cross sections; - - - upper clay limit; ..... lower clay limit; - . - . - liasic limit si2+do/he+si1.

Two low resistivity level were determinate by statistical and graphical interpretation in geological terms of cross sections geophysical images, as follows:

- a. 170-700  $\Omega$ m, maximum 1800  $\Omega$ m (average 420  $\Omega$ m) at 680-700m altitude (average 685 m). Upper level depth average is 10-12 m (fig.5, 6, 7). Thickness are between 0,10 m și 4,8 m with an average near 1,40 m.
- b. 245-900  $\Omega$ m, maximum 1450  $\Omega$ m (average 520  $\Omega$ m) at 660-680 m altitude

(average 675m). Second lower level depth average is 28-33 m (fig. 9). Thickness are between 0,10-3,9 0 m with an average near 1,20 m.

c. A possible N-S oriented nearly vertical fracture in the east side of Cross Hill point was also detected (fig. 5).

On the geophysical resistivity image this tectonic element it seems to be a step slowly lifting kaolin bodies on the southeast part of the investigated area [Mafteiu, 1996].

d. These two clay level have a very near ancient relief. diapason of resistivity values and the kaolin lenses have an approximate same shape following the quartzite or limestone bedrock

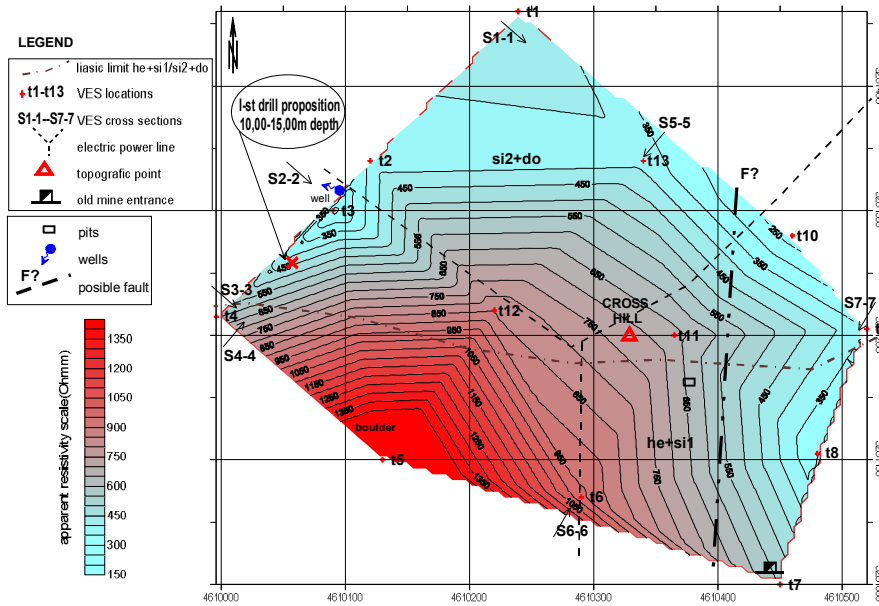


Figure 7. Interpretative resistivity map at 685 m altitude, upper clay level, Cross Hill zone

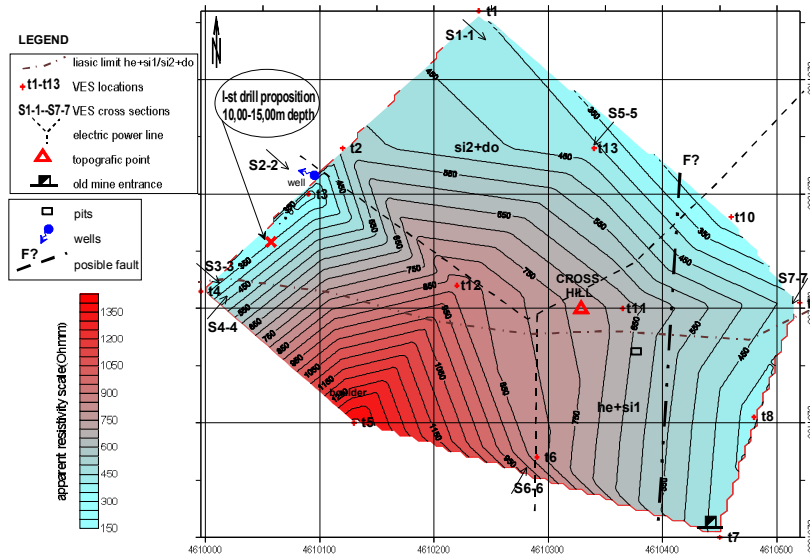


Figure 8. Interpretative resistivity map at 675 m altitude, lower clay level, Cross Hill zone

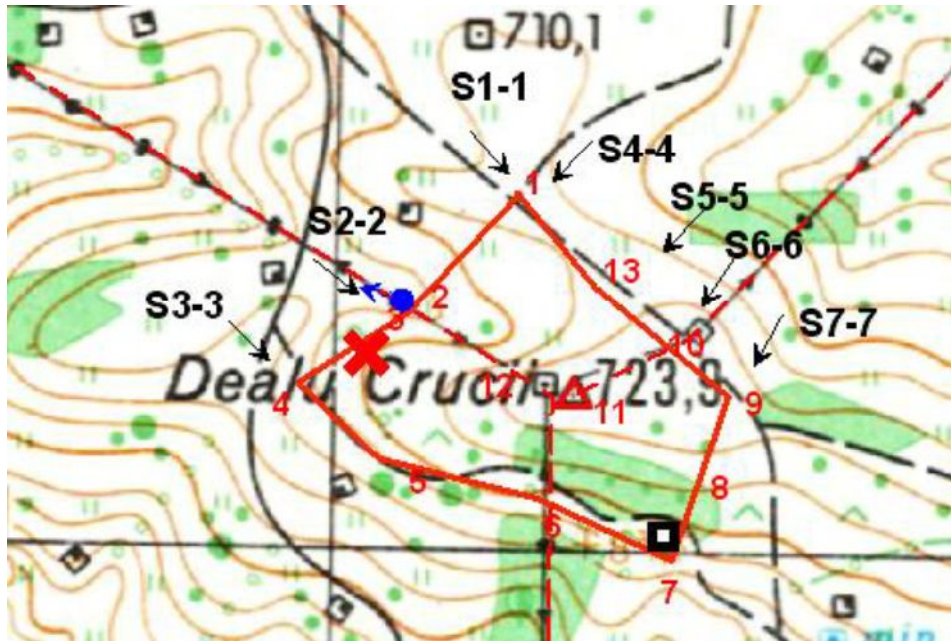


Figure 9. Resistivity survey area, Cross Hill, Tomnatic, 1-13 = VES locations; S1-1÷S7-7= geophysical cross sections; ■ = ancient mine gallery; ● = well; ◊ = survey area; ✕ = prospecting drill location; — = aerial current line, — = roads

The priority of the prospecting works refers first to two zone, between t3 and t4 VES location and a second zone between t7 and t8 VES location where the first upper clay level (located altitude 685 m) lays at 3-5 m deep and 5-15 m deep respectively.

The executed prospecting drill (fig. 9), in a location where the interception depth was minimum, had confirmed the kaolin content and the profundity of the first clay lens. These new parameters obtaining from drill, was used to refine the first ore deposit model.

## 5 CONCLUSIONS

Effected geophysical measurements (resistivity method by VES measurements) had discovered two kaolin clay bodies (very large lens) in the 100 m investigation depth limit. We consider it needs a drills network for the research of the both kaolin clay lens. One from drills must to be executed under lower lens (located at the average altitude of 675 m). It must to research until the basis of

Hettangian (red clay with sandstone and limestone fragments) and to discover possible new kaolin clay lens.

The drills network will clarify the surface extending, the thickness and kaolin content variability and morphologic aspects of the kaolin clay lenses. In this conditions, the second step of the research, with preliminary exploration stage by mechanic drillings it was strong recommended. Finally, it was proves again, that the electrometric research is a very good, rapid and low cost tool in a preliminary analysis of a future ore deposit contouring the real shape of this one.

## REFERENCES

- Botezatu R., 1987, Geological interpretation fundamentals of geophysical information, (in Romanian). Technical Publishing House, Bucharest, 366p.
- Brana V., 1967, Non-metallic deposits in Romania. (in Romanian). Technical publishing house, Bucharest, 472p.
- Ianovici V., Borcos M., Bleahu M., Patrușiu D., Lupu M., Dimitrescu R., Savu H., 1976, Apuseni

- Mountains Geology (in Romanian), Academic publishing house, Bucharest, 631p.
- Maftciu M., Pripoiaie A., 1996, Contributions to radioactive clay mineralization research by non radiometric geophysics, *1-st Congress of the Balkan Geophysical Society*, 23 to 27 September 1996, Athens, Greece, abstract volume1, page interval (pp.122-123).
- Marinescu M., 2003, Management and Marketing in Geology (in Romanian). Bucharest University Publishing House, Bucharest, 196p.
- Mutihac V., Mutihac G., 2010, The Geology of Romania within the Central East-European Geostructural Context, Didactica si Pedagogica Publishing House, Bucharest, 690p.
- Stefanescu S., Radulescu M., 1974. On a Class of Theoretical Models for the Direct Current Electrical Prospecting Methods of Sedimentary Ground - Revue Roumaine de Geologie, Geophysique et Geographie, serie Geophysique PI v.18 pp. 8-18, PII v.20, pp.3-12 publishing house of Romanian Academy.
- \*\*\* (2005) – Road and touring atlas (in Romanian), 1: 500.000, International Maps, Bucharest.



## Resistivity Method Used for the Overlaying Rock Thickness Determination above Dumitra Salt Body

M. Marinescu, M. Maftciu

*Faculty of Geology and Geophysics, University of Bucharest, Romania*

**ABSTRACT** Near Dumitra village, in Bistrita Nasaud County (Romania), to obtain necessary detailed data for the exploration project was needful to apply resistivity method on two perimeters, in the limit of 40 m deepness. Low cost surveys as geological mapping, and geophysical research was done for overlaying rock thickness detection

In Badenian-Buglovian clays and sands, effected geophysical measurements (resistivity method by SEV - vertical electric section - measurements) had detected the overlaying rock thickness and morphology at the salt body upper part. The geological interpretation of resistivity processed data on geophysical sections and maps are made according to mapping and old mining pits information.

Interpretative geoelectric sections and maps with the disposition of the overlaying rocks thickness at the salt body upper part were obtained. The resulted new geological data was used to project the drilling program of the future exploration project.

**Key words:** Dumitra salt deposit, overlaying rock, brine level, geophysical investigation, resistivity method

### 1 INTRODUCTION

With more 300, Romania is the country with the most salt deposits in the world. The salt resources, evaluated only in 25 from these deposits, totalize approximate 40 milliard tones (Marinescu, 2003).

The salt formation appears both in inner and external of the Carpathian Mountains arch. The salt deposits have a good exploitation conditions and the quality of salt is very well (Atudorei et al., 1971).

The information about the salt existence and extraction tentative in the Dumitra salt deposit come from the old pits in the middle of XVIII century. Today, there are some brine wells and springs in this perimeter.

Geological mapping had identified the surface extending of the host geological formation for the salt body.

In this zone, on two perimeters, in the center-north (I-st future salt mine) and south (II-nd future salt mine) side of Dumitra village (Bistrita - Nasaud County, Romania), complex investigations to detect overlaying

rock thickness and its morphology had carried out.

### 2 THE LOCATING OF DUMITRA SALT DEPOSIT

#### 2.1 Geographical Settings

From geographical point of view, Dumitra village there are in the Bistritei Hills, part of Transylvanian Subcarpathians (Transylvania Plateau). The Bistritei Hills are constituted from hills and three little depressions. Dumitra village is located in the little Dumitra – Taure Depression.

#### 1.1 Geological Settings

Geologically, the Dumitra salt deposit is approximate located in the north – east part of the very extensive Romanian geostructural unit: Transylvanian Depression.

### 1.2.1 Transylvanian Depression

This unit (Fig. 1) is bordered by the three branches of the Carpathian Mountains: Eastern Carpathians, Southern Carpathians and Apuseni Mountains. Its evolution took place from the beginning of the Paleogene until the Quaternary.

The Transylvanian Depression has a geological structure with two main subdivisions (Fig. 2): the pre-Cenozoic crystalline basement and sedimentary cover.

In the Badenian of the sedimentary cover, over Dej Tuffs Formation, exists the Salt bearing Formation. The Dumitra salt deposit belongs to this geological formation.

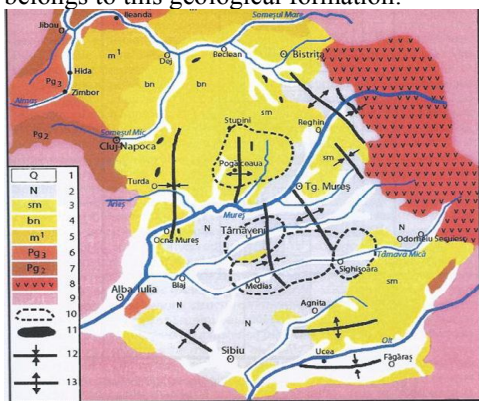


Figure 1. Geological Map of the Transylvanian Depression. 1 – Quaternary; 2 – Pliocene (N); 3 – Sarmatian (sm); 4 – Badenian (bn); 5 – Aquitanian–Burdigalian (m<sup>1</sup>); 6 – Oligocene (Pg<sub>3</sub>); 7 – Eocene (Pg<sub>2</sub>); 8 – Neogene volcanic rocks; 9 – neighbouring Carpathian units; 10 – gas-bearing dome fields; 11 – salt massifs; 12 – depressionary structures; 13 – uplifted structures (after Mutihac and Mutihac, 2010, with modifications).

On presented geological map (fig. 1) of Dumitra salt deposit there is at 12 km north by Bistrita city, near Eastern Carpathians.

### 1.2.2 Geology of the Dumitra perimeters

In the two Dumitra perimeters and surrounding area there are the Upper Pleistocene, Volhinian - Bassarabian and Badenian – Buglovian (Fig. 3).

The Badenian (on map it is named Tortonian) appears at north of Dumitra village and is constituted from conglomerate, Dej Tuff Formation and Salt-bearing Formation (ashen marl, salt and gypsum, schistose clay, tuff, black and blue-lead sandy marl).

Directly, over salt, sequential rock is schistose clay with sand intercalations. It have an very high radiolarian tests content.

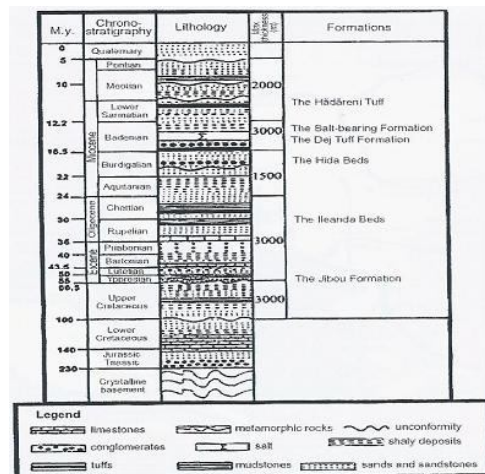


Figure 2. Generalised stratigraphic column of the Transylvanian Depression (after Ciulavu, from Mutihac et Mutihac, 2010)



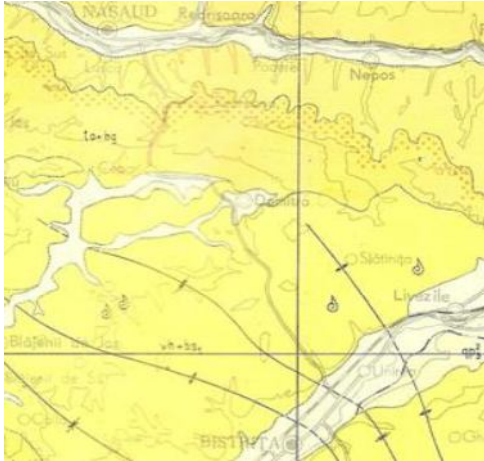


Figure 3. Geological map of the Dumitra perimeter and surrounding area (scale 1:200.000). qp<sub>3</sub><sup>2</sup> = Upper Pleistocene (gravel, sand); vh+bs<sub>1</sub> = Volhinian-Bassarabian (clay, sand, tuff); to+bg = Badenian-inferior Sarmatian (Buglovian) (clay, sand, tuff, salt); = syncline, = anticline (after Romanian Geological Survey).

Upper part of Badenian is not separated by inferior Sarmatian, named Buglovian.

The Dumitra perimeters are not affected of tectonic movements but in southern adjacent area exist some anticlines and synclines.

### 1.2.3 Hydrogeology of the Dumitra perimeters

Important aquifers levels there are not above of the Dumitra salt deposit. But two brine springs exist in the central and southern parts of the inquired perimeter. It proves the infiltration phenomena existence by the rainfall water to salt underground surface.

On this salt surface the underground waters circulate, dissolve and create an complicate flow system. In more after rainy periods and in only two points in droughty time, brine appears at surface of the ground and generates springs.

The determination of this morphology at the salt body upper part was very necessary.

## 1.2 Litho structural model

In the two investigated Dumitra perimeters exists a salt rugged surface, covered by schistose clay with sand intercalations.

The two litho geological deposits, as overlaying rock and salt deposit, with the third transitional component ordinarily saturated with salt water (brine) represent geological conceptual model who will be take in consideration.

## 2 ELECTROMETRIC INVESTIGATION APPROACH

Given the above indicated conceptual model, one electrometric methods has been assumed appropriate for providing relevant information.

Exactly 44 vertical electric soundings were carry out and finally 9 interpretative electric sections and 2 maps with the disposition of the overlaying rocks thickness and its morphology of the salt body upper part were obtained.

### 2.1 Geophysical premises

In apparent resistivity domain the clays and sandy clays have relative low average values between 8-22 Ωm toward salt deposit average values between 600-700 Ωm or higher [Botezatu, 1987]. If the overlaying (coluvial-deluvial) rock is permeable the groundwater level laying on the top of salt rock decrease drastically the limit resistivity (brine is a very good electrolytic conductor 0,2-4,0 Ωm).

This phenomenon blure the overlaying/salt limit on the geophysical cross sections. A roughly accepted morphological limit by isocurves modulation is possible to outline on processed resistivity images.

### 2.2 Data acquisition and processing

Resistivity method by VES measurements (DC power vertical electro soundings) is one of the oldest and frequent used electrometric field investigation technique by a relative low cost and rapid acquisition and processing data.

The symmetrical survey device (fig. 4) consist in an four electrodes array: an emission line A-B (or C1-C2 electrodes) device injecting an DC (continuous current) 400 V and 0,2 mA power in ground and a reception M-N (or P1-P2 electrodes) line measuring  $\Delta V$  potential (mV) due to AB current (mA).

Conventional apparent resistivity ( $\rho_a$ ) relation is:

$$\rho_a = \pi AM \cdot AN / MN \cdot \Delta V / I \quad [\Omega m]$$

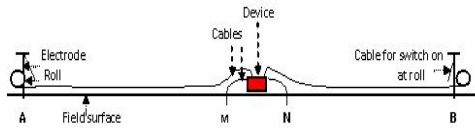


Figure 4. Schlumberger field measurement array

The apparent resistivity sections, build on the measurements by a Schlumberger array, in prospecting stratified terrains, are more real from the point of view of the spatial resistivity distribution.

Graphical drawing of a lithologic limit consist on aligned flexion of resistivity curves on cross sections surrounding lower values (overlying rock/salt limit). The same depth information can be obtained from VES resistivity curve using computing methods [Stefanescu et Radulescu, 1974].

A specific rocks resistivity domains are agreed in geological interpretation of VES information (Fig. 5).

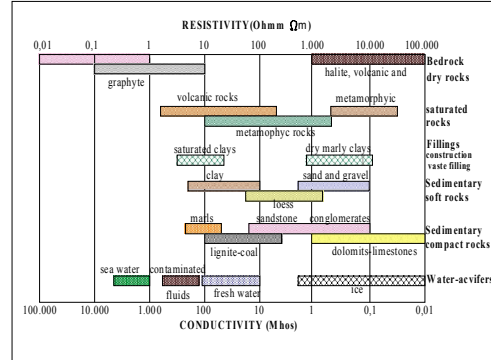


Figure 5. Rocks and aquifers electric parameters

### 2.3 Data integrated interpretation

The graphical representation by Golden Software (Surfer 7.0 and 8.0) through proportional interpolations with the measure step on the profile (30-70m) and in depth (1-40 m) was made.

The geophysical image, a pseudo section of aligned vertical electro soundings became interpretative from the moment when the structural, litho logical and hydro geological elements are drawn. [Botezatu, 1987].

### 2.4 Geophysical investigation results

Using statistical and graphical interpretation in geological terms of cross sections geophysical images, a large low resistivity level and two different resistivity domains were estimated as follows:

- a. 0,4-4  $\Omega m$ , maximum 6  $\Omega m$  (average 0,2  $\Omega m$ ) low resistivity level at 350-360 m altitude (average 355 m). The saturated level outlines the salt deposit morphology as a freatic groundwater corrosion result.
- b. The overlying rock with 10-40  $\Omega m$  according to sandy content. The overlying rock thickness are between 0,10 m și 6,0 m with an average near 1,90 m.
- c. Salt deposit with 4-12  $\Omega m$  as apparent values views in the shadow of the overlying/salt limit very low resistivity. [Mafteiu, 1996]. Real salt

resistivity are between 100-200 000  $\Omega$ m measured inside the other salt mines all over Romania (Slanic-Prahova, Prahova County; Ocna Dej, Cluj County; Ocna Sibiului, Sibiu County; Ocna Mureş, Mureş County, etc).

Nine interpretative geophysical sections on different orientation and two thickness maps were made using 44 VES field data.

Geophysical measurements have been arranged on a relative symmetrical network on both surfaces around the brine springs (Fig. 6-9).

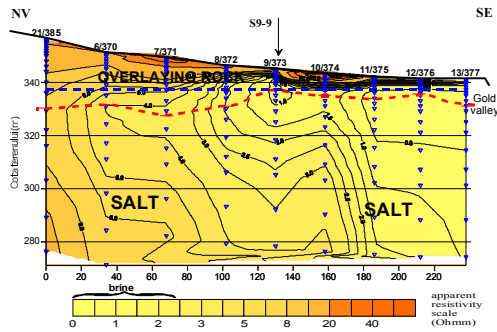


Figure 6. Interpretative resistivity cross section S4-4, I-st future salt mine northern Dumitra village. 1/365-40/409 = VES locations; - - - = water level; - - - = overlaying inferior limit; S9-9 = resistivity cross section.

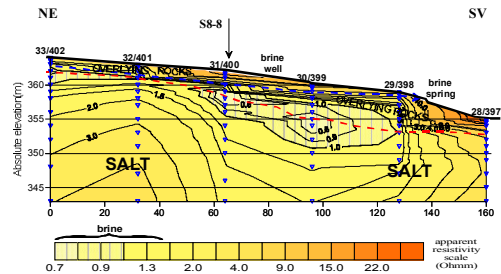


Figure 7. Interpretative resistivity cross section S6-6, I-st future salt mine northern Dumitra village. 28/397-33/402 = VES locations; - - - = water level; - - - = overlaying limit; S8-8 = resistivity cross section.

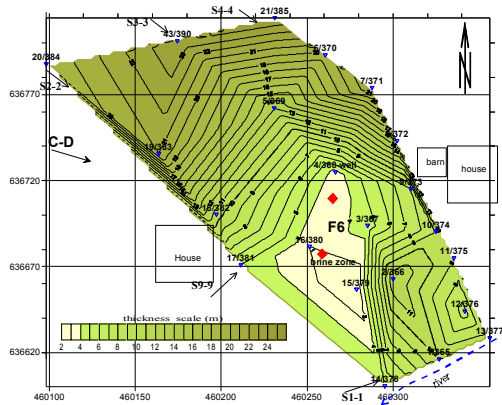


Figure 8. Overlaying thickness map, I-st future salt mine, northern Dumitra village. 1/365-40/409 ♦ VES locations; = brine well and spring; S1-1÷S4-4, S9-9 = resistivity cross sections; C-D = geological cross section; F6 = proposed exploration drill.

In extension of geophysical research including the whole proposed drilling area some geological cross section were made as a result of geological mapping according to resistivity data interpretation (Fig. 10, 11).

### 3 CONCLUSIONS

The geophysical expertise separates the limit between salt deposit and sandy clay overlaying rock. By these geophysical data (overlying thickness maps, fig. 8, 9), without prospecting drillings, a more realistic drilling program for salt exploration and for a more correct resources estimation was possible on field.

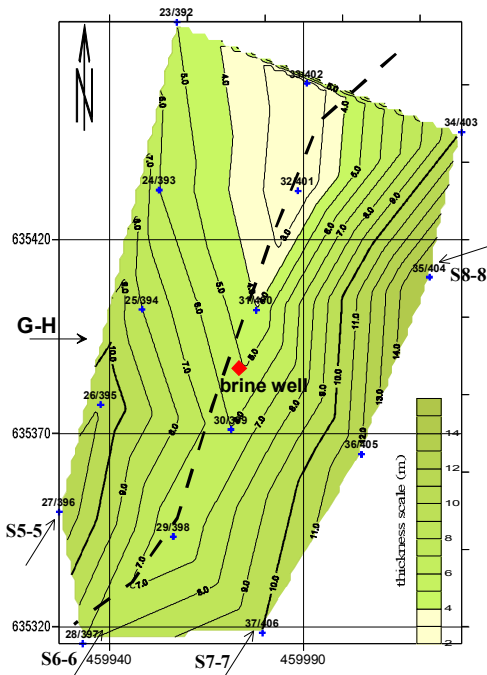


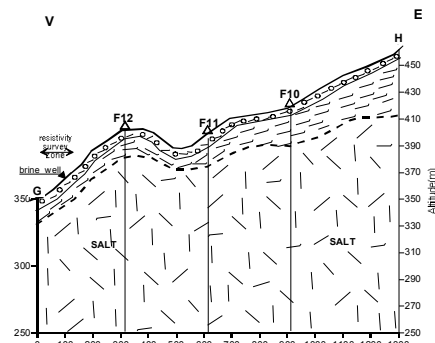
Figure 9. Overlying thickness map, II-nd future salt mine, southern Dumitra village. 1/365-40/409 ♦ = VES locations; = brine

well; S6-6÷S8-8 = resistivity cross sections; G-H = geological cross section; - - - - = card-road.

In both I-st and II-nd future salt mine zones were built some vertical geological cross sections and were proposed focused exploration drillings.

The exploration drillings program begins and the first projected drill had identified the salt body at the specified depth by geophysical measurements (drill F6, fig. 8).

Geological cross sections extend the



overlying rock/salt limit from geophysical cross sections and maps image interpretation. The actual relief surface contours approximately overlying rock/salt limit morphology.

Figure 10. Geological cross section C-D on I- st northern Dumitra future salt zone, [stippled] = deluvial material; [dotted] = overlying rock; [cross-hatched] = salt rock; F5-F6 = proposed exploration drillings; - - - - = overlying rock/salt limit.

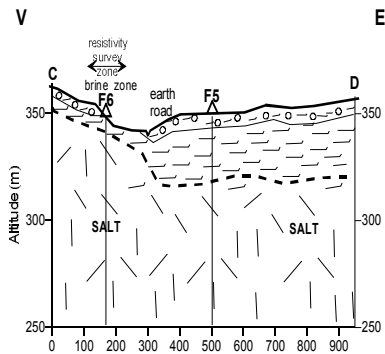





Figure 11. Geological cross section **G-H** on II - nd southern Dumitra future salt zone,  = deluvial material;  = overlying rock;  = salt rock; **F10-F12** = proposed exploration drillings; - - - - = overlying rock/salt limit.

## REFERENCES

- Atudorei C., Bocanete E., Miclea P., 1971, The research, exploitation and capitalization of the salt (in Romanian). Technical Publishing House, Bucharest, 396 p.
- Botezatu R., 1987, Geological Interpretation Fundamentals of Geophysical Information (in Romanian), Technical Publishing House, Bucharest, 366 p.
- Maftciu, M., 1996, Contributions to Radioactive Mineralisations Research by Nonradiometric Geophysics., *1-st Congress of the Balkan Geophysical Society*, 23 to 27 September 1996, Athens, Greece, abstract volume1, page interval (pp.192-193).
- Marinescu M., 2003, Management and Marketing in Geology (in Romanian). Universitatii din Bucuresti publishing house, Bucharest, 196 p.
- Mutihac V., Mutihac G., 2010, The Geology of Romania within the Central East-European Geostructural Context, Didactica si Pedagogica Publishing House, Bucharest, 690 p.
- Stefanescu S., Radulescu M., 1974, On a Class of Theoretical Models for the Direct Current Electrical Prospecting Methods of Sedimentary Ground - *Revue Roumaine de Geologie, Geophysique et Geographie*, serie Geophysique PI v.18 pp. 8-18, PII v.20, pp.3-12 Publishing house of Romanian Academy.
- \*\*\* 1967, Bistrita Geological Map, 1: 200,000 scale, Romanian Geological Survey, Bucharest.

---

## Sustainable Mining Construction Materials in Eastern Antioquia

V. Villa, G. Franco

*Mines Faculty, National University of Colombia, Medellin*

**ABSTRACT** The goal of this paper is to approach the issues of mineral resource extraction in Eastern Antioquia (Colombia), its sustainability and its impact on the planet from an environmental and economic point of view. During the assessment of the mining activities (which was carried out through technical visits to mining projects), it was also possible to assess the sustainability of the material extraction processes. This assessment focused on the use and management of natural resources and the progress and development of mining activities.

Since there are few studies evaluating the mining process and the sustainability of mining activities in this region, the authors decided to conduct an analysis that made it possible to obtain information regarding such processes and the status of exploitation of these materials in order to expand the knowledge on the conflicts generated by this activity and the overall dynamics of their extraction and marketing.

### 1 INTRODUCTION

Mining is a potential source of resources that contribute to the achievement of sustainability in the communities of Antioquia. However, it still has adverse effects on the environment because of the poor exploration, mining and material use practices.

The primary feature in this respect is the lack of State control, and there is a growing sector of informal mining, which at this moment makes up a large portion of the total current mining activities in the east of Antioquia. Consequentially, those that promote and carry out mining activities implement practices that cause them to operate outside of the control mechanisms dictated by mining and environmental authorities, thus evading the legal requirements demanded of them.

With the aim of supporting the development of mining activities, this article seeks to ascertain the sustainability and repercussions on the environment that the extraction of

mineral resources in the east of Antioquia produces. It analyzes the contribution made by mining to the economy, and the efforts made by the mining sector to comply with mining and environmental regulation.

With regards to methodology, this study analyzes the sustainability and repercussion of mineral extraction, based on what was observed during technical visits made to different mining projects. Limitations to the research arise primarily from the lack of a database which allows a more detailed analysis of the production and sales of this resource, as well as a comparison of this data with current data.

### 2 OVERVIEW

This study was carried out in the following municipalities in Eastern Antioquia: Guarne, Rionegro, Marinilla, El Santuario, La Ceja, La Unión, El Retiro and San Vicente Ferrer (Figure 1). These have a total area of 1,385km<sup>2</sup>, and a total population of 323,290 (DANE, 2005).

This area of Antioquia is characterised by its high rate of urban expansion, and it has also been a key area for road expansion and the relocation of metropolitan activities. Agroindustrial processes, the development of mining activities and in general the

irrational use of natural resources require a management strategy which takes into account all tools and instruments for command and control, and which aim to reduce the impact these activities generate (CORNARE, 2003).

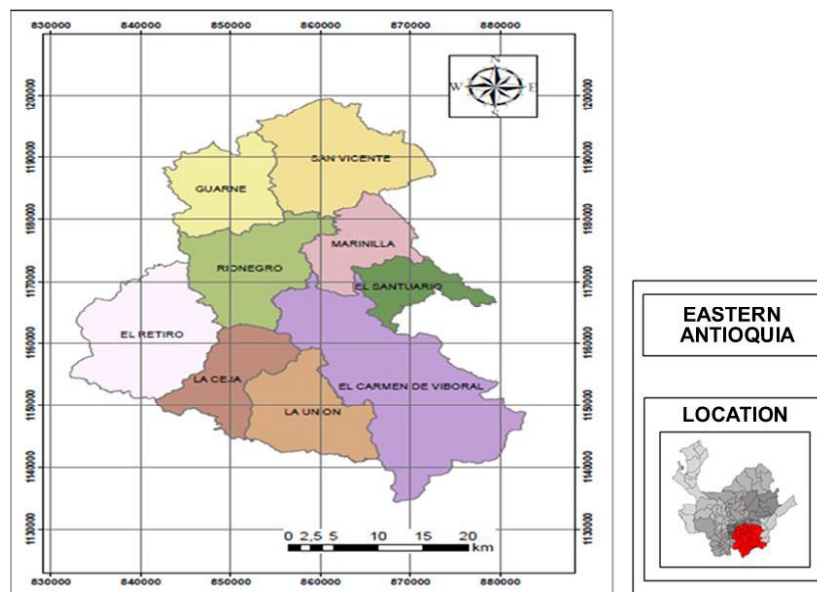


Figure 1. Map of the location of the study

The eastern district of Antioquia stands out on account of its kaolin and clay production which supplies the ceramics industry in the region, forming part of the construction materials aggregate. This is one of the main areas of the national mining activities, surpassed only by carbon production (UPME, 2006).

When carrying out an analysis of the state of the infrastructure with regards to the development of exploitable potential in the area, and in relation to production and export volumes, the Unidad de Planeación Minero Energética (Mining and Energy Planning Unit) concluded that the area had a production scale of less than five million tons per year. Based on this, below is a breakdown by material, based on reserve, demand and supply values for 2010.

## 2.1 Kaolin and Clay

Kaolin and clay production is carried out in the La Unión and Rionegro municipalities. Based on Minercol's records, the reserves for kaolin and clay in 2001 were 1,962.9 kt and 1,208.51 kt respectively. Most of the kaolin and clay produced goes to ceramic plants in Medellín, whilst a smaller proportion is ground and exported to countries such as Venezuela, Ecuador, Mexico and the Dominican Republic (UPME, 2005).

## 2.2 Construction Materials

Construction materials for this district come primarily from flood deposits. According to the Antioquian government, the construction material reserves that were tested in 2001 were 5,896.8 kt, and are located primarily in the La Unión and Rionegro municipalities.



These materials are sold in the La Ceja, Rionegro, Marinilla, San Vicente and Guarne municipalities, as well as in Medellín (UPME, 2005).

With the aim of limiting its scope, this study will focus solely on construction materials: clay, sand, gravel, roadbed materials and kaolin

### 3. METHODOLOGY

In the mining industry, the extraction of minerals that are used as raw materials has become important, since minerals are humanity's second most consumed resource, the first one being water. Mineral extraction activities are vital for the economy, not only as they provide irreplaceable materials used in construction, but also as it is an industry which generates a number of indirect and direct sources of work, throughout the entire mining and construction chain. 49 technical reconnaissance visits were made to the different mining projects, with the aim of obtaining the results of the analyses for mineral resource extraction, sustainability and the environmental impact on the

different villages of the municipalities of Eastern Antioquia (Figure 2). The visiting process involved aspects such as checking the state of development of the mining activity and making recommendations for environmental management, while establishing first and foremost the legality of the operation. This process arose from the need to control the mining activities by evaluating and monitoring them.

To begin the process, a search was conducted (Figure 2) of each mining project, allowing the condition of the activity to be identified using the records that had been provided, in this case by Eastern Antioquia's environmental authorities. The technical visit made it possible to check the background details that had been found in the archive, thus allowing the condition of the activity to be updated, as well as clarifying its legality. The material that was being extracted and the extraction method itself were identified through this process, as well as how to arrive at the site and the tools being used in the operation.

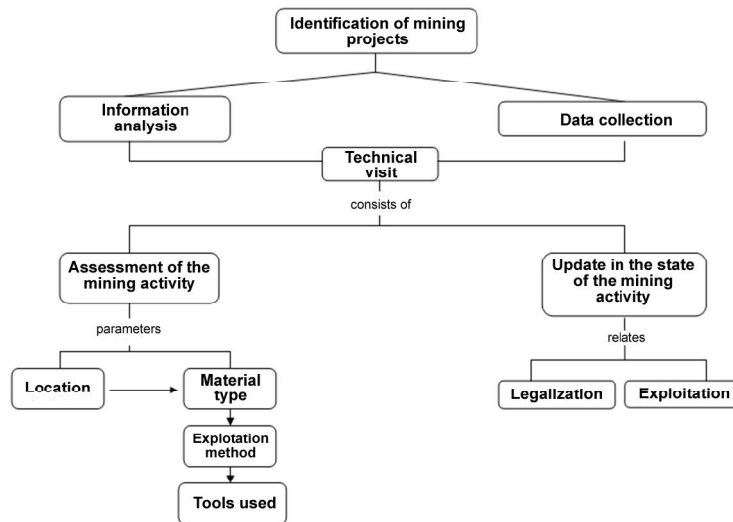


Figure 2. Identification of mining projects

Having identified these guidelines, service visits were scheduled in order to assess mining activity using variables which allowed mining projects to be evaluated and monitored. The measures which allowed for an assessment of the exploitation and material use were contained in the following parameters: general information, site in question, extracted material, tools used, production (m<sup>3</sup>/day), interventions/environmental liabilities, sloping terrain, environmental control work carried out and permits and authorizations.

Forty nine service visits were made to mining projects over a period of six months, applying the above parameters. An analysis was carried out with the results that were obtained which enabled the mining technique to be evaluated and the sustainability of the clay and kaolin construction materials to be assessed in Eastern Antioquia. The extraction, loading and transportation of materials were taken into account based on the mining record; as well as the assessment of damages made to the environment by this extraction process.

### 3 RESULTS AND DISCUSSION

Based on the information found in the records provided by the environmental authorities and the information verified and identified during service visits, it was possible to establish five categories which can be grouped in order to describe the integrated open pit mining planning process. These categories are:

- (A). Extraction method: (I). Mechanical (II). Artisanal.
- (B). Mining status: (I). In operation (II). Abandoned.
- (C). Production (m<sup>3</sup>/day).
- (D). Activity status: (I). Legal (II). Illegal.
- (E). Supply of sediment to water sources.
- (F). Activity carried out on the floodplain.

The evaluation of mining activities located in various villages of eastern Antioquia is shown in Table 1 below.

It is important to highlight that out of the 49 mining projects visited, 13 were considered to be operating illegally. This is due to the fact that, on first instance, they have not been awarded a mining title or an environmental license for the operating area.

Table 1. Evaluation of mining activities in the area of study

Municipality	Extracted resource	A		B		C	D		E	F
		I	II	I	II		I	II		
La Ceja	Sand and gravel	2		2		34	1	1		
	Gravel							2	1	1
Rionegro	Clay	5		5		1839.95	4	1	2	4
	Sand	1	2	3		8	1	2	3	3
El Retiro	Sand and gravel	3	1	3	1	66	3	1	1	2
	Sand	1	11	12		127	12			
Guarne	Sand and gravel	1		1		12		1		
	Silt	1		1		200		1		
San Vicente	Sand and gravel	2		1	1	70	1	1	1	1
	Silt	2		1	1	16	2		2	1
La Unión	Sand	2		1	1	150	2			
	Kaolin		1	1		10		1		1
Marinilla	Sand and gravel	6		4	2	428	6		1	
	Sand		1	1		2		1	1	1
El Santuario	Sand and gravel		1	1		14	1		1	1
	Sand	1		1		20	1		1	1
El Santuario	Sand and gravel	2		2		34	2		1	
	Sand		1	1		14		1	1	

The main liabilities found for the mining activities are:

- A. There are no water retreat areas between the mining areas and the water sources.
- B. A technical mining method is not applied during extraction activities with heavy machinery, thus producing instability on adjacent land and damages to roads or nearby communities, generating potential risk.
- C. An abandonment plan, including a proper design for closure and planning for mining operations based on the following criteria (MME, 2003), is not implemented.
  - i. Define stable surfaces
  - ii. Control risks
  - iii. Control erosion
  - iv. Maintain water quality
  - v. Comply with water quality regulations
  - vi. Recovery for later alternate use
  - vii. Recovery of drainage patterns

- D. Upon having contact with the owners or those in charge of the mining operations, a lack of knowledge on regulations for the activities that were being carried out was expressed. This is commonly found in artisanal mining work.
- E. For a few of the projects there is evidence of recovery processes in previously mined areas.
- F. Riverbed diversion is an issue which, although not common in the projects that were visited, was seen in three mining fronts.
- G. In projects established by large companies, it is common to find problems with water dumping, as fluids from wells containing sedimentation flow into channels which in turn enter water sources used by local inhabitants.

Although found in another geographic location, away from the department of Antioquia (outside this paper's reach and scope), some cases can be considered successful (Government of Antioquia, 2011); one of them is Empresa Agregados Garantizados del Norte S.A. (Company of Northern Guaranteed Aggregates), as it takes responsible and sustainable mining into account. This concept covers various components such as environmental management, technological and production management, OHSAS management and social management. These aspects allow the organization to constantly improve their processes and mining cycle.

#### 4 ENVIRONMENTAL IMPACT

Construction materials make up one of the most important economic sub-sectors of the mining sector, due to their economic production value, as well as their environmental and social impact. In fact, the price of these materials has a significant effect on the economy since they impact directly on the cost of buildings and infrastructure projects (UPME, 2006). Economically, the rise of demand in the

construction sector in Eastern Antioquia has generated an increase in the extraction of raw material in quarries, gravel pits and sand pits. This action involves a set of activities which modify the conditions of the area in which the mining takes place as a consequence of the use of machinery, water catchment systems, the construction of infrastructure and the change of land use through the exploitation of mineral resources.

In the studied case, mining in the municipalities of eastern Antioquia presents critical and vital points related to water and soil resources and regulations, which are outlined below:

**a. Water Resource:** Surface flows, water filtrations through rock mass and fluid dumping are factors which affect the resource in some of the projects that were visited. As a result of the lack of water handling measures in mining activities, bad use and bad handling of water can cause drag material and sediment to be picked up. In some projects there are no treatment plants to control the material trapped in the flow. Neither are there simple drainage ditches or works of art for handling the water through a water retention system for particulate material. This in turn causes obstructions on account of sediment, floods, water source contaminations and landslides.

**b. Land Resource:** Every mining extraction system alters the surface to some degree. All impacts from the development of mining activities have a short duration and are in effect only when the mine is operating. However, in this case the changes remain after all mining activity has been concluded, given that there is no plan for the abandonment and recovery of the affected area. The main impacts include: changes to the surface ground due to access roads and test pits (in the exploration phase); emission of particulate material arising from the drilling and excavation, and changes to the soil, vegetation, rivers, drains and forest reserves (Vargas, 2001). These impacts can be observed in a more particular case, which

is the area of study taken for this research, since these problems were visible in some of the mining projects that were visited.

Anti-technical mining of this resource is an instability factor, as it does not guarantee quality in the extraction process of the material as a benefit of the exploitation, thus generating severe erosive processes (CORNARE, 2006) as a result of the mining not being carried out properly. This is due to the failure to apply terracing practices when necessary, the existence of slopes with an almost perpendicular gradient as a result of the cutting carried out there, as well as the lack of efforts to reshape and plant more vegetation on the slopes that were affected, as a way to stabilize them.

The previous cases were observed with some frequency in several of the mining projects that were visited.

**c. Regulation:** Parts of the mining sector are not aware of the environmental management measures that should be taken into account when carrying out mining activities which are in favor of preserving both natural resources and the environment, this being a factor which mitigates and compensates environmental impact. As a result of this, there is greater control and monitoring of the means for recuperating and compensating the condition of resources, than for controlling and monitoring the means to prevent harm to the environment.

## 5 CONCLUSIONS

The following are some of the conclusions that have been drawn from this study:

A. Evaluating and monitoring all mining activities is an appropriate tool to control and survey these activities. This can be extended to both small and large mining projects in order to apply mining and environmental regulations, thus bringing about the possibility of exploiting mineral resources, a process which requires the joint presence of the relevant authorities in order to tackle the problem of illegal mining.

B. The progress and management of the mining activities were analyzed for the mining projects that were visited. This was done because of their importance in the development of projects which aim to prevent, recuperate, mitigate and compensate the exploration and mining of construction materials such as clay, sand, gravel, roadbed material and kaolin. Similarly, the legality of the activities and its compliance with environmental law were also analyzed.

C. The instability of the mining activities is shown in relation to artisanal mining, as it limits the possibilities for sustainable development due to environmental contamination, poor handling of the material extraction method, social and economic discrimination, as well as conflicts arising from the transparency of the mining activity.

D. With percentages of 24.49%, 16.33% and 26.53% respectively, Rionegro, La Unión and El Retiro are the municipalities where the greatest concentration of mining is to be found in Eastern Antioquia. The materials extracted in these municipalities are clay, sand, gravel and kaolin.

E. Given the scarcity of information allowing for the evaluation of the consumption of materials extracted in Eastern Antioquia, and based on the information regarding constructions, repairs performed on rural roads and imports of raw material in order to produce supplies, it is not possible to establish exact figures for mining demand in this area of Antioquia.

## REFERENCES

- CÁRDENAS, M Y REINA, M. 2008. *La minería en Colombia: Impacto socioeconómico y fiscal*. En: Cuadernos FEDESARROLLO. Bogotá D. C. pp. 130.
- CORNARE. 2003. *Plan de Gestión Ambiental Regional 2003-2020*.
- CORNARE. 2006. *Elementos Ambientales a tener en cuenta para la delimitación de retiros a corrientes hídricas y nacimientos de agua en el Suroriente Antioqueño*, segunda edición.
- CORNARE. 2007-2011. *Plan de Acción. Gestión Ambiental con desarrollo Social*. El Santuario, Octubre de 2009.

- CORNARE. 2010. *Formato de evaluación y seguimiento de actividades mineras*.
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) 2005. *Estimación y proyección de población nacional, departamental y municipal total por área 1985-2020*. [En línea], [citado 16 julio 2011]. Disponible en Internet: [http://www.dane.gov.co/daneweb\\_V09/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75&Itemid=72](http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=72)
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) 2005. *Censo oficial DANE 2005, Perfiles Departamentos y Municipios*. [En línea], [citado 26 julio 2011]. Disponible en Internet: [http://www.dane.gov.co/daneweb\\_V09/index.php?option=com\\_content&view=article&id=75&Itemid=72](http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/index.php?option=com_content&view=article&id=75&Itemid=72)
- DISTRITOS MINEROS. 2008. *Estimación de la Producción Minera Colombiana, basada en proyecciones del PIB minero latinoamericano*. Bogotá D.C.
- FORERO, C Y LEÓN, R. 2010. *Indicadores de Sostenibilidad en la Industria de Agregados: La Experiencia Colombiana*.
- GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA. 2011. *Minería responsable: Mejores prácticas*. Medellín, pp 182.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. 2003. *Guía minero ambiental 2: Explotación*. Bogotá D.C.
- UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) 2005. *Distritos Mineros: Exportaciones e Infraestructura de Transporte*. Bogotá D.C.
- UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) 2006. *Plan Nacional para el desarrollo minero visión 2019*. Bogotá D.C.
- UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) 2011. *Boletín Estadístico de minas y energía 1990-2010*. Bogotá D.C.
- VARGAS, V. 2001. *Indicadores de sostenibilidad y de desempeño socioambiental para dos grupos de usuarios Mineros en Colombia*. Medellín.

## The Methodology of PBL Applied to Undergraduate Engineering Students

M. Cabeza, B. Díaz, L. Freire

*Department of Materials Sciences, Applied Mechanics and Construction, E.E.I. University of Vigo, Vigo, Spain*

I. Sánchez

*Civil Engineering Department, University of Alicante, Alicante, Spain*

**ABSTRACT** This paper describes the application of the new methodology of Problem-based Learning (PBL) in an undergraduate module for students of the Mining Engineering Degree at University of Vigo and University of Alicante. This system has been adopted by several universities in Europe because the students can acquire several skills which would be impossible to develop using other methodologies: solving problems by themselves, self-directed learning and collaborative work.

We have already been using the PBL system for 4 academic years in a final-year Materials Engineering module with a satisfactory result, although some corrections should be introduced in subsequent years.

This year, for the second time we have used PBL with younger students obtaining encouraged results. It was observed that for younger students the problems formulation has to be clear with restricted number of solutions and the tutor needs to monitor the groups closely to ensure the problems are solved and detect “bystanders”.

### 1 INTRODUCTION

Recent years have seen a complete renovation of the degree system in Spanish universities. One of the disciplines affected is Engineering Studies (6 or 5 years), which has been combined with Technical Engineering (3 years), to create a Bachelor's Degree of a duration of 4 years. In all cases, the student must reach certain skills, specific to the discipline (specific) and generic (transversal) common to any field (MEC, 2010). The aim is to attain the same levels of theoretical and practical knowledge associated with a particular discipline, and to acquire the necessary skillset to analyze and solve problems, to work collaboratively, to communicate, to make decisions, to manage time, to master computer skills, etc.

Among the new methodologies, ones of the most interesting are Problem-based Learning and Project-based Learning, which

both respond to the same acronym PBL. The system was successfully used in fields as health or medical education, engineering, and economics as reported elsewhere (Crawford, 2011; Ruiz Gallardo et al., 2011; Mohammad Zamry Jamaludin et al., 2012).

An extended review describing different aspects of the system can be found in the literature (Hmelo-Silver, 2004).

This system consist on proposing the student a series of problems which should be resolved, alone or in groups, with no background needed. The teacher is responsible for providing the student with the tools necessary for resolution. It seeks to help students acquire knowledge of a given subject by themselves, becoming responsible for their own education. Research has identified numerous advantages in this methodology; participants will develop various skills such as problem solving, teamwork, research and information

management, communication skills, planning, critical thinking, etc.

PBL can be used within a given area of knowledge acquisition, or at the macro level as part of the course. In some cases, it may include multiple subjects, which is the case for Engineering.

Due to the complexity of the new degree system, we have focused on the implementation of PBL in younger students to see the results of the method and analyze the various difficulties that they find.

PBL methodology has already been used within a module of the Mining Engineering degree, which has changed in content and length under the new degree system. Although PBL has been used for several years, it has undergone gradual changes depending on the results; since the transition to this unconventional learning system has been complicated for both teachers and students. However, we will show in this paper that PBL leads to better results. It should be pointed out that, under the previous degree system, the module was taught towards the end of the course; therefore the students were effectively working at Master's level.

The experience in this work has been the starting point for the introduction of the PBL methodology in an undergraduate course for students of the Energy and Mining Engineering Degree at the University of Vigo for the first time. The module is Materials Science.

In this paper, we will discuss the differences we have found in using PBL with older and younger students, the comparison with the past course results and the perceptions of the younger students about the tutor role and the methodology employed.

## 2 PBL PLANNING

This basic technique establishes learning objectives, which help to determine how to apply the PBL methodology (Amador et al., 2007). We have to bear in mind that the goal of this system is not only to resolve a problem but also it is useful for students to

discover collaboratively, the process leading to the resolution. The PBL methodology is combined with other teaching techniques to form a single problem that encompasses one of the subject-specific skills.

In the present study for the younger students, we chose a straightforward module taught towards the end of the syllabus, namely Composite Materials. PBL activity starts at the beginning of the module, when knowledge about materials is very limited. For this reason we consider that is a good module in which to apply PBL, because the students are forced to develop the following general skills to achieve success (Escribano and del Valle, 2008):

- ✓ Interrelate and interpret knowledge, accessing sources of necessary information.
- ✓ Propose practical solutions, using the information.
- ✓ Promote cooperative work, communication skills, organization, planning and personal responsibility for the completion of the work.
- ✓ Know the necessary sources for the continuous updating of all information, accessing current and future tools to search for information.

The last point was the most challenging for the undergraduate students because they are not used to look for information in the library, their preferred source is Internet. It is of paramount importance to combine information sources, Internet and real books, to acquire the knowledge. The tutor provides to the students a list of books signposting them to where they can look for information to solve the problems (with the older students this step was not necessary) (Cabeza et al., 2011).

The proposed problem must satisfy a number of features to make the students feel involved (Morales and Landa, 2004):



- ✓ The problem must engage and motivate learning and should be related to real cases.
- ✓ Students are required to justify their decisions, by defining assumptions made, identifying relevant information and outlining the necessary steps.
- ✓ For the completion of the work the cooperation of all students is needed, and it should not be possible to divide up the problem.

As above mentioned, knowledge of materials is poor under the new degree system (Amador et al., 2007), but we try to raise students' interest through sports, as the composite materials are used in Formula 1 cars, tennis rackets, golf clubs, etc. We give them different problems (Bao and Castresana, 2010) to solve, of several composite materials and guard against the division of the work; the presentation of the solutions at the end of the task is to be done by one student chosen randomly.

In order to motivate young students, we also propose the creation of a web site (by means of google-sites) about the subject "cement and concrete", a traditional composite material which results very attractive for the future engineers.

The introduction of computer tools in substitution of one of the numeric problems, is a novelty this course in order to improve their computer skills and oral presentation abilities.

### **3 DEVELOPMENT OF PBL DURING THE COURSE**

The first difference under the new degree system is that these new methodologies have been allocated some hours within the module timetable (it is not parallel with the teaching subject). At University of Vigo, they are in the form of seminars; five hours were divided in three sessions as follows in the past course:

In the first hour we presented and organised the work, the next session of two hours was dedicated to the discussion of the problems with the tutor and in the last session, also lasting two hours, each group presented one of the problems and the evaluation of the work was decided.

During the present course, this seminar timetable was redistributed, providing just two sessions of two and three hours respectively to complete the same work. In this case, tutorial classes with each group have to be included between the presentation session and the final evaluation to follow closely their works.

Finally the PBL sessions were organized as described following:

- ✓ First session (2 hours):

The tutor presents the work to the students, and helps them to form the groups (another difference with the older students).

Then, the tutor distributes three different numerical problems about "Composite Materials" for each group to solve. A form to fill out is also given to describe different characteristics about the composite material proposed in each problem, components, applications and manufacture.

The tutor suggests some specific books that they can find easily in the library. They can supplement this material with a reasonable amount of information found by internet.

Moreover the google sites work is also proposed, without any previous information about the use of the informatics application.

Only some minimum points were detailed by the tutor to be obligatorily mentioned in the site.

The evaluation of the total work is explained in detail, because it is considered as an important motivation argument for the young students.

- ✓ Second session (3 hours):

The last session is used for each group to present one of the problems on the

blackboard and its web site using a projector.

The tutor tries that all the group members participate in the presentation, asking questions randomly to induce to discussion between the teammates and the other groups. This is important because applying this system all the students is involved in doing a good presentation on the day and they know that a part of the mark at the end depends on this collaboration.

One of the students has to classify the material and explains its characteristics to the classmates. Another student solves the problem on the blackboard and one or two more present the structure and main contents of the web site.

The tutor selects previously the students, the problem to solve and the part of the web to explain in order to cover the most important aspects of the proposed topic and keep an order in the contents, to be easy to understand.

The other students in the class have the opportunity to ask questions about the method used to solve the problem or the contents. A summary of the contents seen during the class and uncertain topics will be expounded by the teacher.

At the end of this last session, the evaluation of the work and the methodology employed is done using the Rubric System (RubiStar Home), although literature (Escribano and del Valle, 2008) discusses different evaluation methods.

In this case, each student evaluates himself, his mates and the other groups.

It is necessary to evaluate the transversal or generic skills. We have tested some of them and we think that the most appropriate is co-evaluation, as described in Cabeza et al., 2012. The acquisition of specific skills is evaluated by a test at the end of the course, not forgetting that the methodology is applied in one part of the module, the rest being taught by the traditional methods of

theory, problems and laboratories. The generic skills are allocated a mark of 10% of the overall assessment of the module. This mark is obtained from the average provided by: the self-assessment undertaken by the student, the evaluation of the peer group and the tutor. The same questionnaire is employed in all three cases, based on obtaining generic skills and abilities. In addition, the student is asked for feedback on the methodology and the role of tutor after the course. This is of great importance since it has served to keep improving the system, year after year.

Between these two sessions, two obligatory meetings with the tutor are stipulated in a schedule that each group organized the first day in agreement with the teacher. In this schedule, the roles and the functions of each member of the group may be perfectly defined.

This schedule should be accomplished strictly (because they are totally 90 students divided in 18 groups). These meetings allow the tutor to guarantee the organization and the participation of all the students, to evaluate their responsibility and to detect any "bystanders".

In the first meeting (by internet or personally) each group has to present a report describing the sources employed to fill the form, the contribution of each student and how is progressing the work. Any problem with the development of the work or any member of the group should be mentioned. The table describing the materials may be finished to be corrected.

In the second meeting, they have to give the problems solved and the site link to correct any mistake and allow them present the work without errors in the last day. This tutorial should be in person.

Indeed, the tutor offers to help in his own office or by mail if they need. This last media is more used for the students,

especially during the weekend because it allows an immediate resolution of the doubt.

It is worth to mention that with young students the role of the tutor is real important because he has to be in control how the students managed their time and their work effectively.

The transversal skills are assessed: ability to propose practical solutions, use of information, cooperative work, communication skills and organization.

#### 4 EVALUATION OF PBL: RESULTS AND DISCUSSION

The PBL methodology has been used in the teaching of the traditional subject of Mining Engineering. Despite the introduction of several corrective measures in subsequent years, the results have been satisfactory, as Figure 1 shows. Year after year the number of students who have passed the subject has increased.

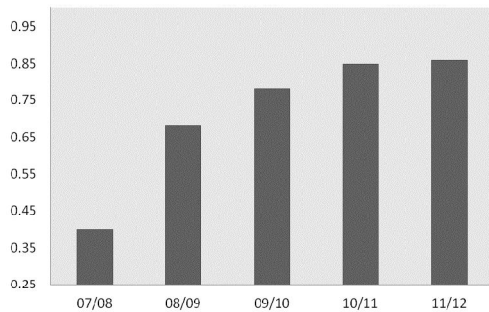


Figure 1. Students who have passed the subject

The first year that we ran the system with the young students we have found several problems (Cabeza et al., 2011). The main problem was that few students are not accustomed to these types of evaluation and teamwork, and then the result of the assessment did not correspond to the acquisition of the skills. For example, some groups did not acquire the skills because there was poor evidence of collaborative

working. Yet in the self and peer group assessments, they gave themselves the highest marks. In order to avoid the problem, this year we have introduced in the co-evaluation the tutor estimation in order to correct the final mark. The tutor values the behavior of the students during the two sessions and the tutorial as well. The assessed points are the same of the students (transversal skills).

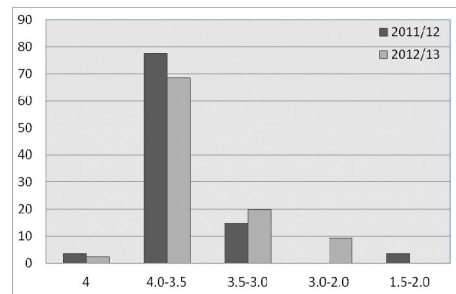


Figure 2. Results of the PBL application for the undergraduate students in the Basic Materials Science module for engineering

Figure 2 compares the result of the co-evaluation process during these two courses. The co-evaluation system without any correction from the tutor allocates higher marks to the students. However, this factor forces the students to do the work only for the mark rather than for the learning. But we consider that, at present, it is absolutely necessary not to use this new assessment methodology with younger students.

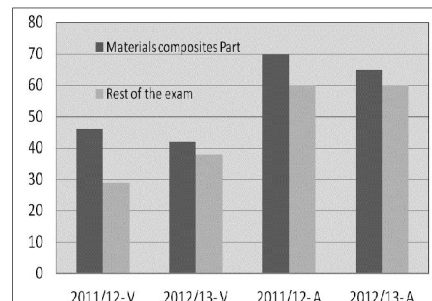


Figure 3. Students who have passed the subject. V- University of Vigo, A- University of Alicante

Figure 3 demonstrates that the PBL system is beneficial not only to acquire the generic skills; at both Universities the results for the text from this part gave better marks than the rest of the subject. The PBL also contributes to the acquisition of specific skills. It should be pointed out that the professor at the University of Alicante applies diverse systems for the continuous evaluation of the subject, which motivates the students to learn, rather in Vigo, the rest of the subject is teaching by traditional methods.

This year the young students' opinions about the system were diverse: the 61% of the students are satisfied with the methodology and self-learning and consider it motivating and amusing whereas the 37% prefers the traditional system or, at least, some previous lesson about the topic in order to save time looking for information.

Among this 37%, the negative aspects principally found by the students are based on problems in the selection of the valuable information; they cannot distinguish which is or not important.

Only a 2% of the students think that they spent a lot of time with the work (the average time was about 10 hours), which seems to indicate a good distribution and organization of the majority of the groups.

In general, the role of the tutor was good valued, with an average mark of 4.3/5. The immediate availability of the professor by email is well appreciated by the students.

## 5 CONCLUSIONS

We had to try to integrate the PBL methodology in the basic module of Materials Science within the new Engineering degrees, and we had some problems related to the behavior of the

students not accustomed to this system. The result in the specific skill of the exercise, namely knowledge of composite materials, has been good when compared with the other parts of the subject. However in order to acquire the transversal skills some changes are required, especially in the evaluation method. In order to avoid the poor organization of the work, it is necessary to include the tutor's feedback on the sessions in the evaluation.

The number of students per group and the distribution of the sessions are factors that affecting the results this year and they have to be considered next courses.

## REFERENCES

- Amador, J., Miles, L., Peter, C.B., 2007. *The practice of problem-based learning: A guide to implementing PBL in the college classroom*. Bolton: Anker Publishing Company, Inc.
- Bao, C., Castresana, J.M., 2010. Student learning enhancements through problem based learning (PBL) in materials technology, *Proceedings of ICERI2010 Conference*, Madrid, Spain.
- Cabeza, M, Diaz, B., Freire, L., Sánchez, I. 2012. Using PBL with undergraduate engineering students, 4th International Symposium for Engineering Education, 2012, The University of Sheffield, July 2012, UK
- Crawford Tonia R., 2011. Using problem based-learning components of nurse education, *Nurse Education in Practice* 11, pp. 124-130.
- Escribano, A., del Valle, A., 2008. *El aprendizaje basado en problemas una propuesta metodológica en educación superior*. Madrid. Narcea
- Himelo-Silver, Cindy E., 2004. Problem based-learning: what and how do students learn?, *Educational Psychology Review* 16, pp. 235-262 .
- MEC 2010. *¿Cómo es la Universidad del Plan Bolonia?*, <http://www.queesbolonia.gob.es/>
- Mohammad Zamry Jamaludin, Khairiyah Mohd Yusof, Nor Farida Harun, Syed Amad Helmi Syed Hassan 2012. Crafting Engineering Problems for Problem-Based Learning Curriculum, *Procedia Social and Behavioral Sciences* 56, pp. 377-387.
- Reyes Ruíz Gallardo J., Castaño S., Gómez Alday Juan J., Valdés A., 2011. Assessing student workload in problem based- learning: relationships among teaching method, student workload and achievement. A case studied in Natural Sciences, *Teaching and teacher education* 27, pp. 619-627.

## Ground Instability and Formation of Sinkholes in the Post Mining of Gold Operations

K. S. Phogole, A. F. Mulaba-Bafubiandi

*Minerals Processing and Technology Research Centre, Department of Metallurgy, School of Mining, Metallurgy and Chemical Engineering, Faculty of Engineering and the Built Environment, University of Johannesburg, Johannesburg, South Africa,*

**ABSTRACT** The discovery of gold at Langlaagte led to the development of gold mining in the Far West Rand in 1934. When the mines cease operating, re-watering of the dolomitic compartments will occur as a natural consequence. When water comes to within six metres of the roof of the aquifer, ground instability which will result in the formation of dolines and sinkholes will occur. This will threaten the rail link between Pretoria and Cape Town, as well as the N12 between Johannesburg and Potchefstroom, and also the R28 to the Vaal Industrial area. Dewatering caused the soil which formed the roof of the aquifers to dry. Re-watering will cause this dry, stable roof to become wet and unstable as it already happened in the past when mines were not coping with water abstraction during rainy seasons. If re-watering is not carefully managed the rising water table will undoubtedly trigger sinkholes, with catastrophic consequences.

**Key words:** sinkholes, gold operations, Far west Rand South Africa

### 1 INTRODUCTION

Gold was discovered in the Witwatersrand in 1886 which resulted in considerable interest in the area and its surroundings. The Pullinger brothers drilled prospect holes on the farms Gembokfontein, Libanon and Venterspost. They sank a shaft on the Gembokfontein farm and at a depth of approximately 29 metres, dolomite was intercepted and the shaft had to be abandoned due to the large volumes of water encountered. (Enslin, 1956). The Mines had to abstract the water in order to continue sinking their shafts. This resulted in farmers' losing boreholes borehole water, prompting complaints from the farmers to government.

The mines had government support because the mines provided government with the much needed revenue to support their idea of separate development. Dealing with underground water for the mines was like dealing with waste which was to be disposed off in whichever convenient way they saw fit. Arrangements were made for the farmers to get water but, another problem emerged whereby infrastructure and properties in the Westonaria and Merafong municipalities suffered considerable damage due to sinkholes and subsidences.

### 2 AREA COVERED

The area covered is in the continent of Africa, the south most portion which is

called South Africa, in the smallest but densely populated province of Gauteng.(Figure 1)

The dolomitic area of the FWR extends from the east in the Zuurbekom compartment, south of Roodepoort, to Welverdiend in the west, approximately fifty-five kilometers from Potchefstroom in the west along the Wonderfonteinspruit.(Figure 2). This figure also shows important infrastructure, such as the Railway line which connects Pretoria and Cape Town, the N12 from Witbank through Johannesburg, Potchefstroom, Klerksdorp, and Kimberley to Cape Town, the R28 from Pretoria through Krugersdorp to the Vaal Triangle and the 1 metre pipe line which was constructed to carry the Wonderfontein Spruit water over the Venterspost, Bank and Oberholzer compartments to join the Turffontein compartment in order to avoid the recirculation of water. The municipalities of Merafong and Westonaria area are also located within this area.

The area is divided into a number of ground water compartments by watertight syenite dykes, which intruded the sediments along tension faults, generally striking in a north – south direction. The large quantities of water are stored in these aquifers, which have been found to extend to depths of 200 metres below the dolomite. The ground water compartments vary in area from a few square kilometers to more than 400 square kilometers. (Jordaan & Enslin, 1960)

P111/R501 road, which branch from the N12 at the mining village of Glenharvie, through Carletonville to Potchefstroom will be our main focus. Most of the mines affected by sinkholes and subsidence are located along this road. There are other affected areas such as the road between Westonaria and Venterspost which is completely closed due to sinkholes, the P89/1, and the railway line which links Randfontein and Carletonville, as well as the Venterspost township most of which has been evacuated due to sinkholes and subsidence.

## **2.1 The sinkholes along the P111 road,which forms part the troubled area**

In the mid-1950s, the Carletonville, Blyvooruitzicht area experienced a series of sinkholes. Gravity and geophysical surveys were used for monitoring purposes because they were faster and the results could quickly be validated on the suspected area through borehole drilling. Gravity survey stations were laid out by Far West Rand Dolomitic Water Association team of specialists, over an area extending approximately 150m South and 250m north of the P111 road, from Carletonville to Potchefstroom over a distance of 4km. About 2 500 magnetometer readings were taken this team and the profile of the vertical magnetic force in gammas was used to produce a map which classified the area according to the risk profile of the area.

Unfortunately the Driefontein, Blyvooruitzicht and Doornfontein mines constructed their slimes dams along this road.(Figure 3). From 1964 as a result of dewatering and the construction of slimes dams along this road, cracks, subsidences and sinkholes were noticed on and also along the sides of the road close to the Blyvooruitzicht slimes dams.(Fison, 1965). The road was closed, repaired and re-opened after levelling results showed stability on the road. Gravity surveys and boreholes drilling along the road in order to determine the cause and extent of damage were carried out. (Smit, 1955)

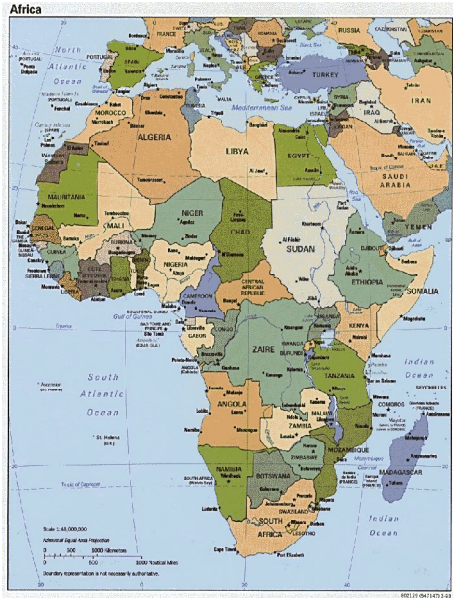


Figure 1.

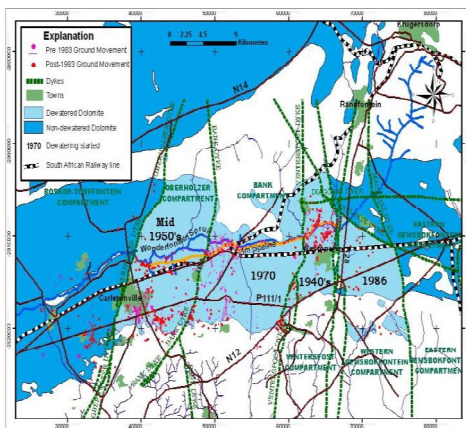


Figure 2.

Movement on this road was again noticed on the side of Blyvooruitzicht mine in the form of cracks during May, 1980. The possible cause of the movement was slime rushing into a sinkhole close to both the road and the slimes dam. Monitoring in the form of levelling was carried out regularly and within the first fourteen days a downward movement of 15mm was observed. In order to determine the geological formation

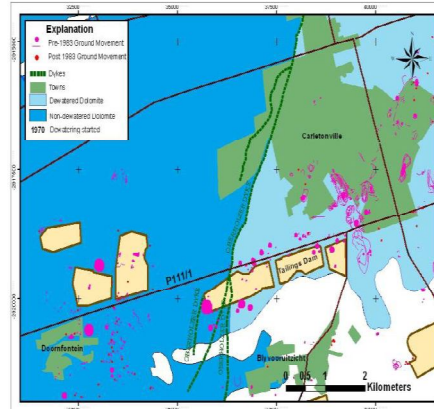


Figure 3

underneath the road, a number of boreholes were drilled on both sides of the road. Eight of the ten boreholes drilled intersected cavities and in order to stabilize the road, it was decided to pump slime into the cavities. (See the accompanying figures 4 and 5 for the positions of levelling stations and borehole positions.)(Swart, 1980).

Gravity surveys indicated that certain areas would be free from the possible occurrence of sinkholes. This area is defined by the relatively low gravity values, due to the combined total gravity effect of a thick cover of chert, rubble and soil. This area is marked on the plan as "safe". The second area on the plan is marked as dangerous and should be regarded as an area where sinkholes may possibly occur. All the steep gravity gradients fall in this area, as well as areas of relatively high gravity values. The third area is marked as doubtful. In this area, the thickness of overburden on dolomite is unknown and may be anything from 6m to 20m. Wherever the suggested deviations traversed this area or the dangerous area, boreholes were drilled to confirm the underground conditions.

The levelling by Far West Rand Dolomitic Water Association (FWRDWA) on critical areas such as the P111, or the R501 as it is known today, continued even after the bulk of dewatering was completed. At that stage nobody knew what would happen when the water was removed. For that reason

precautions had to continue and monitoring continued so that any future movement could be noticed. In any event, the levelling on Far West Rand is a Constitutional requirement of the FWRDWA.

P111/R501 has been recently monitored and the results on the first section of the road, (Loop 1A) show very slight movements as observed on the graph below. The graph shows results from as early as April 2005. Twenty five pegs have been established on this section of the road and levelling observations are carried out quarterly to see how this differs from the previous quarter. Different Loops leveled are shown on the plan below. (Fig 6) The road is fairly stable with the biggest progressive elevation difference obtained being nine millimeters. (Oosthuizen, 2012)

The SCTC recommended the closure of the road for safety reasons in December 1970, this time close to the Driefontein side of the mine and also adjacent to the Brickor Holding properties. After extensive levelling and gravity surveys as well as drilling boreholes along the road in order to determine the cause of the problem, the SCTC agreed to the deviation recommended by the Provincial Roads Department. The road was repaired and re-opened two years later in 1972. (Tindall, 1972). Since then this part of the road has been fairly stable, but we have to keep in mind that the repair of the sinkhole was done with slime, the composition of which is not the same as that of the soil and rock formations of the area. The deviation can clearly be seen on figure 1 above and it has so remained since the occurrence of that sinkhole.

It is near this area where 29 people and a crusher plant were swallowed by a sinkhole on the 12<sup>th</sup> December, 1962. Gold Fields is currently monitoring this area on behalf of the SCTC through levelling and other methods, such as visual observation of the area. In summer, particularly during rainy periods, water is not allowed to accumulate anywhere near the road. Storm water drainage on both sides of the road is regularly inspected to make sure that no blockage occurs.

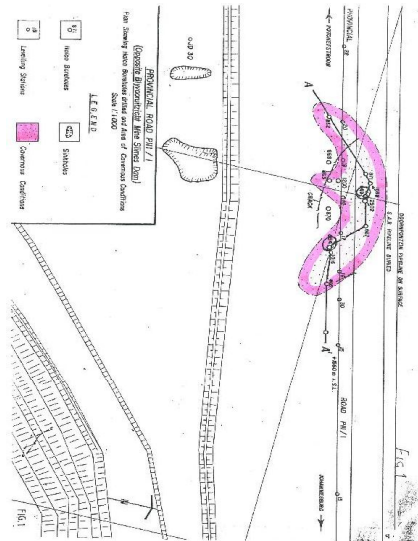


Figure 4.

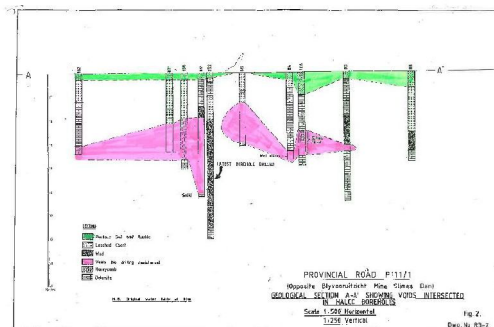


Figure 5.

Figure 3 shows part of the P111/R501 road which passes between the town of Carletonville and Blyvooruitzicht Township where slimes dams were built on a chert rich zone which had always been problematic with the development of sinkholes and dolines. Sinkholes that developed in this area are known to have absorbed a large amount of slime. The plan also shows the dewatered Oberholzer compartment by the Driefontein Mines and Blyvooruitzicht Mine and also the Turffontein compartment that has not been dewatered.



According to a retired Gold Fields official, the P111/R501 was developed over a chert rich area, which according to geologists has a high potential for sinkholes formation. A further observation from plans and FWRDWA documents is that this area crosses the green belt, the area which is a subject of close monitoring by the FWRDWA due to it being extremely vulnerable to ground movement. The road has been repaired several times in the past. (Erasmus, 2012)

Figure 6 below shows part of the P111/R501 road which is being monitored because of its previous history of continued subsidence, cracks and sinkholes. The continued instability along this road is brought about by slimes dams built in close proximity to the road. Large amounts of slime have been deposited in sinkholes which developed in the slimes dam areas until no more could be absorbed by these sinkholes. The water table has dropped and, possibly the slime has solidified, hence the stability that is observed particularly close to 'Loop 1a' (Erasmus, 2012)

The results of the three Loops in the form of graphs have been plotted below. No significant movement can be noticed on Loop 1a, which is made up of twenty five (25) survey pegs, even if there has been significant movement in the 1980s, as shown by sinkholes and dolines on the area. Maximum vertical movement recorded over a period of seven year is ten millimeters.

This part of the road was more problematic in the past. According to eye witnesses a large portion of Tailings Dam No. 1 disappeared into a sinkhole in 1981. From the levelling observations from peg 25 to peg 38, the maximum elevation difference measured throughout the period in question has been nine millimeters. According to the elevation differences, the area has been fairly stable until 2007, where after a number of stations started showing significant elevation differences over time. This section of the levelling is shown in an orange colour on figure 8 above.(Loop 1b). From the graph below we can clearly see that from around

2008 the pegs 85 to 107 recorded movement of up to 60 millimeters.

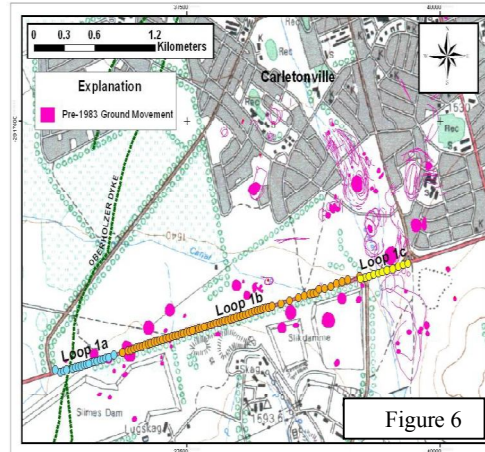


Figure 6.

Gravity surveys, together with boreholes that were drilled on the sides of the road, were done in an attempt to intercept the locations of cavities in the vicinity of the road. When these were encountered, a mixture of slime and cement was pumped into these cavities with the objective of strengthening the road, but because the cement and slime mixture was not part of the local geology of the area, it kept on being washed away, resulting in the reactivation of old sinkholes and most likely new ones. Levelling is not a mechanism to detect, or monitor sinkholes because when sinkholes occur it is usually sudden. The surface will, often, not show any movement until a sinkhole forms. Gravity surveying is considered better because the possibility of cavities developing beneath the surface can be detected through a gravity survey. The road has been repaired several times in the past due the re-activation of sinkholes.(Erasmus, 2012)

Paragraph starts immediately after a heading or a gap.

### 3 RECOMMENDATIONS

The presence of Dolomitic water has always been a challenge to successful mining in the Far West Rand. Before mining, people in this area depended on farming for their survival. In order for farming to succeed, water was needed and this came from the dolomites. Mining brought about a different dimension and provided Government with taxes, as close to 60% of profits derived from the mining was paid to the State and as a result Government turned a blind eye to the 'irregularities' of the mining industry. In brief, the mines on Far West Rand were allowed to regulate themselves through the Agreement that led to the establishment of the Far West Rand Dolomitic Water Association. (Gibbs, 1958). It appears that the Constitution of Far West Rand.

### 4 ACKNOWLEDGEMENT

The Authors would like to thank Far West Rand Dolomitic Water Association for allowing them to use their archive and levelling results. A special word of thanks is reserved for Professor Leslie Stoch, for his encouragement to look at sinkhole and subsidence as a research topic. Finally, I would like to thank the University of Johannesburg for allowing time off to carry out this work.

### REFERENCES

- Enslin, J. F., 1956. *Review of Data and Conclusions Drawn by Government Mining engineer's Division*, s.l.: Government Mining Engineer.
- Erasmus, E., 2012. *Mr [Interview]* (18 July 2012).
- Fison, J. D., 1965. *Minutes of the Management Committee Meeting of FWRDWA*, s.l.: Chamber of Mines.
- Jordaan, J. M. & Enslin, J. F., 1960. *Final Report of the Inter-Departmental Committee*, s.l.: Department of Water Affairs.
- Oosthuizen, N., 2012. *Monthly Levelling Report by Gold Fields Stability Unit*, s.l.: s.n.
- Smit, J., 1955. *Preliminary Report on a Gravity Survey Along the Provincial RD. No.P111/1. Blyvooruitzicht. Transvaal*, s.l.: FWRDWA.
- Swart, C. J., 1980. *Brief History of Movement, North of Blyvooruitzicht Slimes Dam*, s.l.: s.n.
- Tindall, B. T., 1972. *FWRDWA Annual Report*, s.l.: FWRDWA.
- Bibliography**
- Winde, F. and Stoch E. J. Threats and opportunities for Post-Closure development in dolomitic Gold-Mining areas of the West Rand and Far West Rand (South Africa) – a hydraulic view Part 1: Mining legacy and future threats. *North – West University; School of Environmental Science and Development*
- Winde, F. and Stoch E. J. Threats and opportunities for Post-Closure development in dolomitic Gold-Mining areas of the West Rand and Far West Rand (South Africa) – a hydraulic view Part 2: Opportunities. *North – West University; School of Environmental Science and Development*
- Buttrick, D. B., Kleywegt, R. J., Watermeyer, R. B and van Schalk, A. 2001. Proposed method for dolomite land hazard and risk assessment in South Africa. *Journal of the South African Institution of Civil Engineering*.
- Winde, F. and Stoch E. J. Threats and opportunities for Post-Closure development in dolomitic Gold-Mining areas of the West Rand and Far West Rand (South Africa) – a hydraulic view Part 3: Planning and Uncertainty – lessons from history. *North – West*

## Nickel Mining ... or Nickel Farming?

R.D.Schuiling,  
*Geosciences, Utrecht University, The Netherlands*

C.Mambote,  
*Consultek Research, Rotterdam, The Netherlands*

N.Özgür,  
*General Directorate for the Protection of Natural Assets, Ankara, Turkey*

**ABSTRACT** Most nickel ores fall under the category of sulphide or lateritic ores. Apart from the environmental impact of mining, their treatment is energy intensive and polluting. A new way of concentrating nickel by nickel hyperaccumulating plants may solve these problems.

A metallurgical process to recover nickel from the ashes of such plants will be cheaper and less polluting than its recovery from sulphidic or lateritic ores. In this paper, the perspective and the challenges for nickel “farming” are discussed, and a business case for this approach is outlined.

### 1 INTRODUCTION

Nickel is recovered from its ores by pyrometallurgical (smelting) or hydrometallurgical (leaching) processes. Both are energy intensive and environmentally unfriendly. The situation would improve if a first concentration step can be found that is cheap and compatible with the environment. Such a preliminary concentration step would already reduce the volume of the throughput of the metallurgical processes, and thereby reduce their environmental impact.

There are a number of plant species that accumulate nickel very efficiently. One of these plants was collected on the mine tailings of a former asbestos mine on Cyprus. The crushed rock on which this plant grows contains less than 0.3 % nickel, but the nickel content of the plant ashes turned out to be 5%, richer than almost any nickel ore, and extracted not from a rare nickel ore but from a common ultramafic rock, without any human interference. In Italy it was found that the ash from *Alyssum bertolonii*, growing on serpentinite soil contained even

up to 11% of nickel! In Turkey (rich in serpentinites) nickel accumulator plants on serpentinite soils are common, and some are even allelopathic, which would be an advantage if one wants a monoculture of nickel hyperaccumulating plants [Altinozlu et al., 2012].

It is likely that a metallurgical process to recover the nickel from these ashes will be cheaper and less polluting than its recovery from sulphidic or lateritic ores. Understandably, ideas about phytomining metals were already voiced in the nineties by the late professor Brooks and co-workers after the discovery of such hyperaccumulator plants, but so far never implemented on a commercial scale [Robinson et al., 1997]. of such hyperaccumulator plants, but so far never implemented on a commercial scale [Robinson et al., 1997].

## 2 IS THERE A BUSINESS CASE?

Let us try to see, in a very preliminary way, if there might be a business case for the phytomining of nickel. Nickel prices are quite volatile, but assume that they will be around 21.000 US\$ per ton (price level beginning of 2012). Rock-types with elevated Ni-contents around 0.3% (peridotites and serpentinites) are found in many countries all over the world. Such rocks also form the normal host rocks of chromite or magnesite deposits, so there are a number of tailing dumps available, where these rocks are already mined, and are present as crushed and milled waste material.

If 1 km<sup>2</sup> of these rocks (either solid rock, serpentine soils or in already crushed form) would be planted with the most suitable nickel hyperaccumulator plants for that region, these could be harvested after one or more growing seasons. Most Alyssum species are perennial, so they can be harvested a number of times without renewed sowing or planting, by cutting them at 10 cm above ground.

It should be mentioned that in the long list of nickel hyperaccumulator plants, there are several species that are even more effective as nickel collectors than the *Alyssum cypriacus* that was tested.

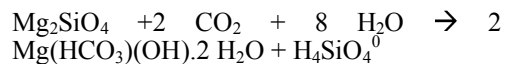
Let us assume we can harvest 900 ton of dry plant material from one km<sup>2</sup>. After ashing this is reduced to 90 ton, with a Ni-content of 11%, so a total of 10 ton Ni per km<sup>2</sup>, with a gross value of 210.000 US\$ per harvest.

This should be decreased by the cost of fertilizers, land use, sowing and harvesting, as well as the cost of the metallurgical process used to recover the nickel metal from the ashes, and increased by a modest sum for the energy content of the dry plants.

## 3 HOW CAN IT BE IMPLEMENTED?

The operation can be carried out by a nickel mining company or any other organized group, like an arrangement between a mining company and some villages around the mine, or as a cooperative of farmers living on ultramafic rocks. The

best solution is probably the so-called outgrower concept, in which a nickel company has an agreement with farmers around their site to grow a product which they sell to the company. By carrying out such an operation they can improve their green image because the CO<sub>2</sub> expenditure per ton of nickel is considerably less than for the nickel metallurgy by the classical metallurgical routes, and also less polluting. Moreover, the tailing material of olivine/serpentine that is spread will capture CO<sub>2</sub> [Wilson et al., 2009] by weathering reactions of the type



At a Ni-content of 0.3 % in the rock, 330 tons of olivine powder must weather to recover 1 ton of nickel, equivalent to a sequestration of around 400 ton of CO<sub>2</sub>. In this natural way such operations will make a significant contribution to the mitigation of climate change [Schuiling and Krijgsman, 2006].

## 4 GLOBAL POTENTIAL

The proposed farming of nickel from common rocktypes is extensive. In order to show what this means with respect to traditional mining from high-grade nickel deposits, the following simple order of magnitude calculation is presented.

Surface of land occupied by dunites or serpentinites 1 million km<sup>2</sup>

Nickel concentration 0.3%

Thickness of soil to be used for nickel farming 0.5 meter

Specific mass of soils on ultramafic rocks 2000 kg/m<sup>3</sup>

These results in an amount of 3 x 10<sup>9</sup> tons of nickel that could be farmed from common rocks, 2000 times the annual nickel production of the world (and then, after 2000 years, they can start farming the next 0.5 meter).

Mining companies with large tailing dumps of peridotites or serpentinites can plant these with nickel hyperaccumulators. After some landscaping and mixing the tailings with top soil and adding the required fertilizer, they can become nickel *farmers* instead of nickel *miners*.

#### REFERENCES

- Altinozlu, H., Karagöz, A., Polat, T., Unver, I. (2012) Nickel hyperaccumulation by natural plants in Turkish serpentine soils. Turkish J.Botany, 36, 269-280
- Robinson, B.H., Chiarucci, A., Brooks, R.R., Petit,D., Kirkham,, J.H., Gregg, P.E.H. and De Dominicis, V. (1997) The nickel hyperaccumulator plant *Alyssum bertolonii* as a potential agent for phytoremediation and phytomining of nickel. J.Geoch.Expl., 59, 75-86.
- Schuiling, R.D. and Krijgsman, P.(2006) Enhanced weathering: an effective and cheap tool to sequester CO<sub>2</sub> . Climatic Change, 74, nrs 1-3, p.349-354.
- Wilson, S.A., Dipple, G.M., Power, I.M.,Thom, J.M., Anderson., R.G., Raudsepp, M., Gabites, J.E., Southam, G. (2009) Carbon dioxide fixation within mine waste of ultramafic-hosted ore deposits: examples from the Clinton Creek and Cassiar chrysotile deposits, Canada. Econ.Geol. 104, 95-112.

---

## Geomanagement: a New Geoscience or Concept for Mining

M. Marinescu

*Faculty of Geology and Geophysics, University of Bucharest, Romania*

**ABSTRACT** Because it is spread in every human activities domain, management is used in geology also. Further more, today we witness to a new science or a new concept birth, at the geology and management domains intersection, called geomanagement or geological management. The geomanagement activity object is, generally speaking, geological environment and, especially, mineral and power substances (resources) included and extracted from environment in the shape of raw materials, prevention, attenuation and fighting off the environment degradation as a result of obtaining mineral and energetic products processes.

Some geomanagement problems examples can be: mineral and power resources general management; growth management of the efficiency in geological research; growth management of the efficiency in obtaining processes of the mineral or power products; mineral or power waste recovery management; prevention, attenuation and combating of the environment degradation affected of products obtaining.

The geomanagement can be a new geosciences for geology domain and an new concept for mining domain.

**Key words:** geomanagement, managerial geology, geological management, geological research optimizing, mining optimizing

### 1 THE MANAGEMENT CONCEPT: SHORT SUMMARISED

#### 1.1 Definitions, Character

The management can be defined (Marinescu, 2003, 2011) in various ways:

- the science that insures the leadership of all economic and non-economic processes and units;
- an important social technique of directing, leading and controlling all the group's efforts in order to achieve a certain common aim;
- process of organization, the skill of leading, of administering, which enhances the efficacy of using material (including geo-resources) and human resources;
- economical definition: a production factor which organizes and

coordinates the other production factors (labour, land, capital) in order to attain maximum of efficacy;

- defined from the business point of view: a social process which implies planning and efficient and economic regulation of a business activity in order to achieve the assigned aim and duties.

Management has a complex and comprehensive character, being met in any domain of activity of human collectivities, especially in the economic domain.

#### 1.2 The Need for Management

Any collectivity, which wishes to achieve its aims, needs (Marinescu, 2011):

- an action plan (the forecast function of management),
- a certain structure (organizing function),

- amortization of common efforts (coordination);
- as wide involvement on its members' behalf (involving);
- as well as a check-up (assessment-control) in order to observe that everything is carried out according to the established schedule.

Thus, any collectivity requires management.

### 1.3 Scope, Importance and Spreading of the Management

The management has the task of the society's general orienting towards progress and prosperity in which it is applied.

Its importance is out of the ordinary, a key factor of economic growth, having the same importance as advanced technique.

Initially used in Anglo-Saxon countries, management has seen a rapid development all over the world, nowadays being critical for any organized activity. Today it can be met in every collective human activity domain (Marinescu, 2007 a).

## 2 THE GEOLOGICAL DOMAIN

### 2.1 Definition, Scope, Importance

In largo sensu, the geology is defined the science about the Earth, the term being coined in 1657, by Escholt (Lazarescu, 1980).

A exact definition (stricto sensu) for the geology: a group of sciences (science domain) which study the composition (chemical, litho-stratigraphic, mineralogical, petrographic, paleontological) and the architecture (local and overall structure) of the lithosphere, the phenomena and processes which induce exchanges within it and the overall natural ambience in which the Earth evolves (Lazarescu, 1980).

Practical scope of geology is to identify and research (Marinescu, 2007a):

- resources of mineral and energetic substances;
- setting fields (basement), in order to place on them different buildings or to counteract the degradation tendencies (erosion, landslides, downfalls).

Development of geology domain was conditioned and propelled by the practical needs of mining. In present, the importance of geology for human society is first class.

### 2.2 Constituent sciences

If, initially, it was considered a single science, afterwards, along the development and accumulation of knowledge regarding the Earth (especially the crust of the Earth), within its study there have been individualized several sciences, called geosciences: strictly geological sciences and border sciences.

Strictly (pure) geological sciences arose especially by studying the earth by independent sciences. They are following: crystallography, mineralogy, petrography, geological cartography, physical geology, structural geology, deposits, hydrogeology, geological prospects, geological exploration and so on.

The border sciences (see fig. 1) arose by overlapping or combining proper geology with different non-geological sciences. They are following (with some informations after Popescu, 2003):

- planetology (combining geology with astronomy);
- geomechanics (combining geology with mechanics);
- economic geology (combining geology with economics);
- paleoecology or geology of the environment (combining geology with ecology);
- engineering geology (combining geology with engineering);
- paleogeography (combining geology with geography);
- historical geology (combining the geology with archeology) etc.



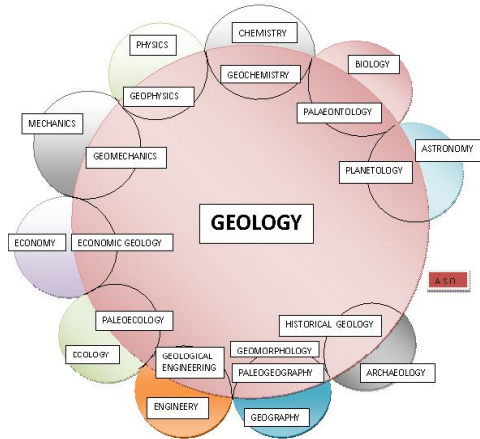


Figure 1. Border sciences in geological domain and their relationship with the other non-geological sciences (with some informations after Popescu, 2003).

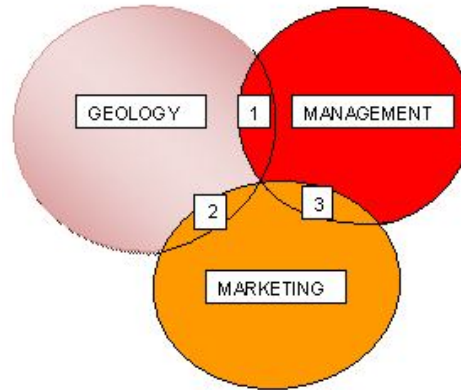


Figure 2. Geomanagement location, at the boundary between Geology and Management domains (1 = Geomanagement; 2 = Geomarketing; 3 = Management of the marketing)

### 3 THE MEETING BETWEEN MANAGEMENT AND GEOLOGY: GEOMANAGEMENT

Spreading in any human collectivities' domain of activity, management has reached in geology as well.

#### 3.1 Geomanagement Location

We believe that nowadays we witness the emergence of a new geo-science (Marinescu, 2007b), at the intersection between the geological domain and management (fig. 2), called **geomanagement** or managerial geology. It could have been called as well geological management if the managerial aspect develops further.

Supplementary, as a synonym, at the same time with marketing dissemination, we could talk about **geomarketing** (Marinescu, 2009), at the intersection between the geological domain and marketing (see, again, fig. 2).

#### 3.2 Definitions and Object of Activity

*A first definition* of geomanagement can be: the science of optimizing the set of activities (planning, decision making, organization, leadership and control) aimed at adequate and efficient used of available resources (human, financial, material and informational) in order to increase the geological knowledge of a certain area, discovery and research of mineral resources (including their use as basement lands for buildings) and energetic ones, obtaining raw materials for processing industries and protecting the environment against their polluting effects (Marinescu, 2003).

*A second geomanagement definition*, from other point of view can be: the science of leading and optimizing the set of activities, works and taken measures, so that, by using all global resources at hand and under the condition of observing the laws (juridical, economic, concerning taxes and contributions, environment and labour protection) to achieve a better knowledge of the geological environment, discovery and research of mineral resources (including foundation terrains) and energetic ones,

industrial assessment and exploitation, improving their quality by processing and treatment (to finite mineral and energetic raw materials), prevention, attenuation and fighting off the environment degradation as a result of obtaining mineral and energetic products processes (Marinescu, 2011).

The *activity object* of geomangement is (Marinescu, 2007 b), generally, the geological environment and, especially, mineral substances it contains and detached from it, on which it is acted by managerial methods and means.

### 3.3 Structure of Geomangement

Geomangement is structured (divided) on production processes with geological character, which it studies, makes more efficient and orients towards prevention, attenuation and fighting off environmental degradation.

Production processes are activities carried out by people in order to change the nature of their requirements, aiming at creation of goods and services (Marinescu, 1997, 2011).

Production processes with geological character are those production processes carried out by intervening in geological environment or in a mineral or energetic substance extracted by it.

Geomangement discerns between two types of production processes with geological character: service producing and good producing processes (Marinescu, 1997, 2011).

The **services producing processes** there are:

- fundamental geological research;
- geological prospecting of of some areas or bodies of mineral / power substances
- exploration of mineral and power bodies and deposits;
- industrial assessment and design of deposits exploitation.

Performed services are those of research and design.

The **processes which produce goods** there are:

- deposits exploitation;
- processing of the raw mineral or power substances, extracted from deposits;
- treating these substances.

The produced good are:

- raw mineral and power substances, extracted from deposits;
- mineral and power substances with improved quality (minerals, ores, ore concentrates, coals, petroleum, natural gases etc.);
- different mineral and energetic
- components (goods: metals, non-metals, coke, petroleum products).

### 3.4 An Approach of the Geomangement Concept

A way to structure or approach geomangement is that taught in University of Bucharest, Geology and geophysics Faculty (Marinescu, 2003, 2009, 2011). Here we pursue the following aspects:

- mineral resources - the main object of activity of the geomangement;
- management of production processes with geological character;
- management of increasing the efficacy of geological research;
- management of increasing efficacy of achieving mineral and energetic products;
- management of prevention, attenuation and fighting off the environment degradation as a result of obtaining mineral and energetic products processes.

Mineral resources - the main object of activity of geomangement includes:

- the general issue (common concept) of mineral resources;
- mankind's main mineral resources;
- mineral resources of the country.

The management of production processes with geological character comprises:

- management of geological character processes: fundamental geological research, geological prospecting, geological exploration, industrial

assessment of deposits and their exploitation design;

- management of achieving of the mineral and energetic products: deposits exploitation, processing of the raw substances extracted from deposits, treatment of such substances in order to obtain finite products;

The management of increasing the efficacy of geological research contains:

- research method optimising: carrying out the research step by step; shortening of the research duration; choosing the most adequate method of research;
- carrying out research depending on the requirements of exploitation, processing and treatment (treating);
- geological assessment optimizing: determining parameters in research drilling by geophysical methods; determining the average values of the calculus parameters for resources by special methods; choosing the most adequate method of calculus for reserves etc.

The management of increasing of the efficiency of processes necessary to obtain mineral and power products:

- optimizing the deposits exploitation;
- optimizing processing of mineral and energetic raw substances extracted from deposits;
- optimizing the treatment of mineral and power substances in order to obtain finite products.

The management of prevention, attenuation and fighting off the environment degradation as a result of obtaining of the mineral and power products:

- prevention, attenuation and fighting off the environment degradation during the exploitation process and its rehabilitation;
- prevention, attenuation and fighting off the environment degradation during the processing process;
- prevention, attenuation and fighting off the environment degradation during the treatment.

Resources types (human, financial, material and informational) and laws (juridical, economic, concerning taxes and contributions, environment and labour protection) regarding mineral and power resources can be studied.

#### 4 CONCLUSION

Nowadays, at the geology and management domains intersection, we witness the emergence of a new geo-science called geomangement, managerial geology or geological management.

The geomangement can be a new geosciences for geology domain and a new concept for mining domain.

The management is the science of optimizing the set of activities aimed at adequate and efficient use of available resources in order to increase the geological knowledge of a certain area, discovery and research of mineral resources and energetic ones, obtaining raw materials for processing industries and protecting the environment against their polluting effects.

It is too, the science of leading and optimizing the set of activities, works and taken measures, so that, by using all global resources at hand and under the condition of observing the laws to achieve a better knowledge of the geological environment, discovery and research of mineral resources and energetic ones, industrial assessment and exploitation, improving their quality by processing and their reduction to finite mineral and energetic raw materials.

The activity object of geomangement is, generally, the geological environment and, especially, mineral substances it contains and detached from it, on which it is acted by managerial methods and means.

Geomangement is structured on production processes with geological character, which it studies, makes more efficient and orients towards prevention, attenuation and fighting off environmental degradation.

First, the mining businessmen have geomangement need. The mining managers,

miners, and geologists have need management, too.

#### **REFERENCES**

- Lazarescu V., 1980, Physical Geology (in Romanian), Tehnica publishing house, Bucharest, 512 p.
- Marinescu M., 1997, Optimisation of the exploration and evaluation of non-iron ore deposits (in Romanian), Ph. D. Thesis, Bucharest University, 274 p.
- Marinescu M. (2003) – Management and marketing in geology (in Romanian), Vol.1., Universitatii din Bucuresti publishing house, Bucharest, 196 p.
- Marinescu M., 2007a, Geomanagement – a new geoscience? (in Romanian), Revista minelor, nr. 191, pp. 27-29.
- Marinescu M., 2007b, Geomanagement: the meeting of management and Geology, 15<sup>th</sup> Meeting of the Association of European Geological Societies, 16-20 sept. 2007, Tallinn, Estonia, pp 41-41 pp.
- Marinescu M., Matei M., Marinescu G., 2009, Management and marketing in geology (in Romanian), Vol.2., Universitatii din Bucuresti publishing house, Bucharest, 211 p.
- Marinescu M., 2011, Exploitation and management of mineral resources (in Romanian), Universitatii din Bucuresti publishing house, Bucharest, 233 p.
- Popescu C. Gh., 2003, From mineral to metallogenetic belt (in Romanian), Focus publishing house, Bucharest, 618 p.

## Seismic Observations Data Processing during Mining Operations

Iu. V. Fedotova, O. G. Zhuravleva  
*Mining institute KSC RAS, Apatity, Russia*

**ABSTRACT** “Mining-Induced Earthquakes Prediction System” (MIEPS) software developed in the Mining Institute KSC RAS provides data base analysis of mine field seismic monitoring for mining enterprise. The analysis results are obtained by prediction criteria complex for giving solution to problems of higher seismic activity zones prediction and probability calculation of strong seismic events. The system automatically determines type of each outlined seismic active zone (increasing, pulsatory, stable, attenuated). At the moment the adaptation of developed MIEPS software is carried out in mines of “Apatit” JSC in the real time mode. Software advancing is implemented through addition of new prediction criteria. Developed software is multi-purpose and can be adapted to any mining enterprises.

### 1 INTRODUCTION

Dynamic events in the rock mass are random process. To interpret correctly the results of seismic events recording the statistical analysis of the data is needed. Data should be obtained for sufficiently long time period and within large observation area. Development of monitoring, analysing of large number of seismic setting parameters, improving of rockburst prediction models are necessary for large-scale mining in a highly stress rockburst-prone massif.

The main task of prediction based on analysis of the seismic setting parameters is to determine potentially seismic hazardous zones taking into account the time factor.

### 2 METHODS

In the Mining Institute KSC RAS method of seismic hazardous zones prediction was developed based on continuous registration of seismicity. To automate the calculations the program MIEPS (Mining-induced Earthquakes Prediction System) was developed. The program can be used to solving problems of seismic hazardous zones prediction and calculate probability of strong seismic events occurrence. Using the program we can analyze the seismicity in both real-time and retrospectively.

General data flowchart is shown in Figure 1.

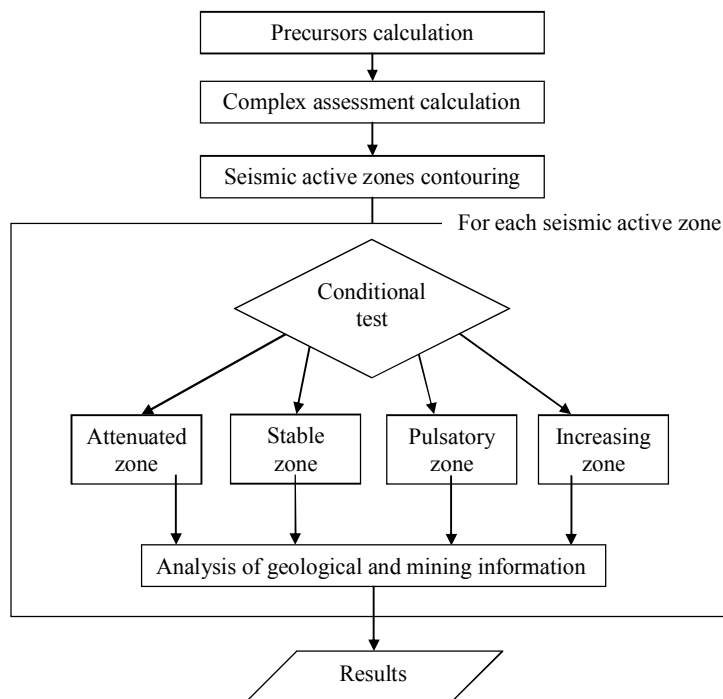


Figure 1. MIEPS general data flowchart

The first stage of the program is to calculate the precursors values. At present the following precursors are considered to be rock seismicity characteristics: a decreasing fractal dimension, b-value, concentration, and average length of fractures (Kozyrev et al., 2010, Sobolev, 1993, Xie et al., 1993, Zhurkov et al., 1981).

At this stage, the process of method adaptation to mine conditions, seismic

monitoring network parameters are important, as well as the requirements for prediction results (e.g. events energy prediction).

At present method and software were adapted to the Khibiny apatite mines conditions. The parameters for processing seismic data are determined (see Table 1).

Table 1. The parameters for processing seismic data

Energy range	Space window	Time window
analyzed events $10^3$ - $10^5$ J	cell size 200×200m	30 days
predicted events $10^6$ - $10^8$ J	75% overlapping	1 day step

Result of the first stage is spatial-temporal maps of precursor values distribution.

The second stage of the program is complex analysis of precursors based on different parameters of seismic emission. For that purpose we have developed a complex

assessment method of different precursors (Kozyrev et al., 2010, Kozyrev et al., 2011).

Firstly, the values of each precursor are made comparable using the following formula:

$$X'_i = \frac{X_i - \min(X)}{\max(X) - \min(X)}$$

where X – range of precursor values; X<sub>i</sub> – precursor initial value; X'<sub>i</sub> – changed precursor value; i = [1..m], m – number of precursor values.

Then the complex assessment value in a cell is calculated by formula:

$$X^* = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N X'_j$$

Table 2. Seismic active zone type definition

Complex assessment value	Type of zone	Possible evolution
>0.50	Increasing	The probability of events group or strong seismic event is high
0.45-0.50	Pulsatory	Both an occurrence of strong seismic event and transition zone to the stable state is possible
0.40-0.45	Stable	The probability of events group or strong seismic event is low
<0.40	Attenuated	Using retrospective analysis we determined that in such zones, there were no strong seismic events

After the seismic active zone contouring strong the seismic event probability is calculated. Prediction algorithm for the Khibiny apatite mines conditions based on the calculation algorithm of precursor retrospective statistical characteristics (Zavjalov, 2006).

For each precursor statistical characteristics are calculated: event waiting average time, probability of event occurrence, probability of false alarm, efficiency of prediction by time, efficiency of prediction by area.

### 3 RESULTS

Experimental testing was carried out for the seismic events registered at the United Kirovsky Mine (UKM), “Apatit” JSC.

Database of seismic events registered by Automated System of Rock Mass Seismicity Monitoring in high accuracy area was considered.

Figure 2 presents an example of seismic zone type determination by analysis of events occurred in Ukspor side of UKM.

where N – number of separate precursors, X'<sub>j</sub> – precursor value.

As result maps of the seismic active zones are obtained for selected observation period (the third stage). Using complex assessment values the seismic active zone type is determined (the fourth stage). Seismic active zone classification by type of possible evolution is presented in the Table 2.

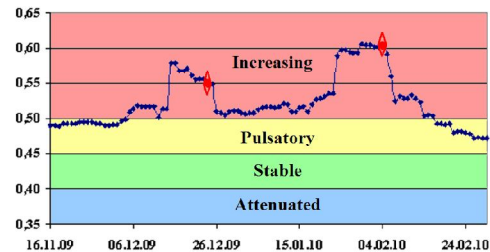


Figure 2. Types of seismic active zones

It is clearly seen that given time-space cell is characterized by high complex assessment values. During the analyzed period seismic active zone changed its type twice. Since the beginning of the seismic setting analysis for a given cell (from 16.11.2009 to 04.12.2009) there is a slight change in complex assessment values (range 0.45-0.50). Type of seismic active zone is pulsatory.

Significant increasing of complex assessment values (>0.5) was observed on 05.12.2009. Type of seismic active zone is increasing. Before 14.12.2009 there was no significant change of complex assessment

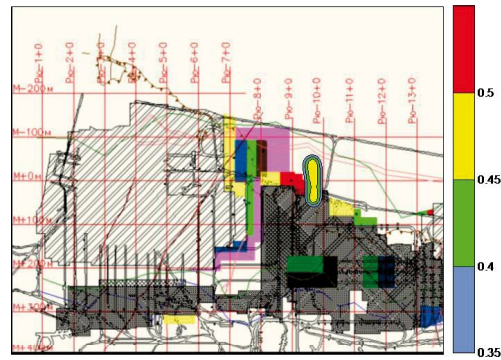
values. Significant increase was observed starting from 15.12.2009. This is due to a high concentration of seismic events (energy class  $K < 5$ ) in the center of the cell in comparison with the previous days. On 24.12.2009 seismic events with energy class  $K=5$  occurred. After that the fall of the complex assessment values was observed. From 26.12.2009 to 23.01.2010 the complex assessment values increased. During this period the type of seismic active zone is increasing. Therefore, probability is high of events group or strong seismic event occurrence.

The increase of values on 24.01.2010, apparently, indicates the beginning of strong event or events group forming. This assumption is confirmed by group of events occurred on 04-05.02.2010. During these two days 25 seismic events occurred (one of  $K=6$ , 3 events of  $K=4$  and 21 events of  $K=3$ ).

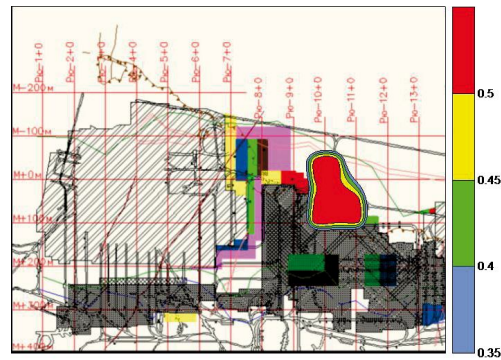
Later in the cell no more than 2 of seismic events per day occurred. Sometimes no events occurred. The complex assessment values decreased gradually. On 14.02.2010 the type of seismic active zone was pulsatory. This indicates that after the events group occurrence the rock mass changed to a more stable state.

Thus, the seismic active zone can evolve from one type to another making it possible to identify the forming stage of strong seismic event or events group. Timely detection of the focal source forming is an important stage of the prediction. This is demonstrated by the following example.

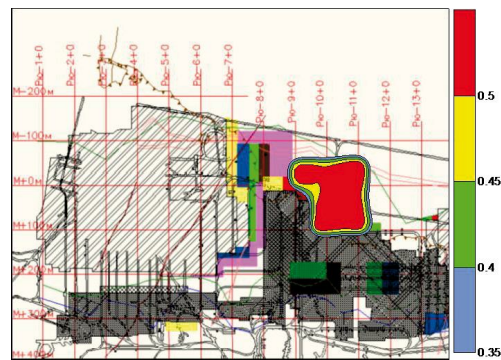
One of successful prediction by complex assessment method used was detection of main fault forming and occurrence of roofing failure in the Ukspor side of UKM (Figure 3). A precursor was detected 3 days before roofing failure (short-term prediction). In this time a complex assessment value changed from 0.50 to 0.55 (transfer of pulsatory seismic zone to increasing seismic zone), and a seismic active zone increased in 1.5 times within 24 hours.



a) 20.05.2012 8:00:00 Stable period



b) 21.05.2012 8:00:00 Forming failure



c) 24.05.2012 8:00:00 Failure

Figure 3 – Maps of seismic active zone before and after failure (Ukspor side of UKM).



After detection of precursor of strong seismic event or events group (on 21.05.2012) there were calculated probability of event occurrence, event waiting average time and other statistical characteristics. Calculation results are presented in the Table 3.

Table 3. Report of strong seismic event probability calculation

Statistical characteristic	Value
Observation area (m <sup>2</sup> )	160000
Observation period (days)	213
Event waiting time (days)	7
Probability of event occurrence	0.38
Probability of false alarm	0.12
Efficiency of prediction by time	2.89
Efficiency of prediction by area	11.89

It is clearly seen that the probability of event occurrence is 0.38, event waiting time is 7 days.

#### 4 DISCUSSION

In general, geodynamic regime in the Khibiny apatite mines is characterized by the fact that over the last seven years the number of rockbursts and mining-induced earthquakes has increased significantly. It can be determined by increasing field of mining operation in the joint zones of adjacent mines. Therefore, daily detailed analysis of the spatial-time regularities of the seismicity evolution in the rock mechanic space of mines ("Apatit" JSC) is necessary using data of seismic monitoring system.

Factors determining the region's seismicity are high horizontal stresses in the rock mass, long-term exploited deposits and seasonal rock watering. They result in blocks movements along the faults. The blasting of blasthole rings in this part of the rock mass (23.05.2012) triggered the growing of the main fault, accompanied by seismic events (with energy  $< 2 \cdot 10^7$  J). This caused rock self-caving. Figure 3 shows that in May 2012 seismic active zone changed configuration during the observation period.

Using the complex assessment method precursor was detected 3 days before seismic

events group occurrence. Complex assessment values and seismic active zone size increased significantly. Type of seismic active zone changed from pulsatory to increasing. This can indicate a more intense destruction of the rock mass.

Therefore, if consider complex assessment value change in time, it makes possible to determine time for failure forming and related strong seismic event.

In addition, probability of the strong seismic event occurrence was calculated and found equal to less than 50% by the waiting time of 7 days. When making result assessment of probability prediction it is necessary, first of all, to meet the requirements of the mining enterprises.

As it is known (Ulomov et al., 2002) there are four types of earthquake prediction: long-term – for decades; mid-term – for years; short-term-for days-months; real-time prediction for minutes and hours.

It works well for natural earthquake prediction. Analysis of mining-induced seismicity stands for seismic events of lesser energy class rather than natural earthquakes. That is why the duration of mining-induced seismicity prediction is less. Moreover, it is necessary to meet the requirements of the mining enterprises to prediction results. The most preferable one is the prediction with waiting time of up to 3 days. Prediction results of waiting time up to 1 month can be taken into notice, however, to shutdown the operations for such a long period of time makes no economic sense. Therefore, in our studies we take short-term prediction as a prediction of 1-3 days, mid-term prediction of 3 days to 1 month, long-term prediction of more than 1 month.

Based on these assumptions, failure prediction results in Yukspor side of UKM can be considered close to the requirements of the mining enterprise in time of strong event waiting. However, event probability value (up to 50%) for the mining enterprise in this case is not appropriate. Nevertheless, the scope of obtained results (significant change of seismic zone size, significant increase of complex assessment values, statistical characteristic calculation results)

allow monitoring service to take into account the data of seismic observations and to make decision on preventive measures in advance (i.e. 3 days before the failure).

Proceedings of Academy of Sciences, V. 259, №6, p.p.1350-1353.

## 5 CONCLUSIONS

Results presented in the paper are obtained using MIEPS software. The time spent for calculation was about 15 minutes. The most of time takes the strong seismic event probability calculation and other statistical characteristics. Therefore, developed program provides with operational assessment of seismic setting changes.

Developed methods and software can be applied for various deposits after adaptation to specific conditions.

At present the complex assessment method and the software are tested at the mines owned by "Apatit" JSC.

## ACKNOWLEDGEMENT

The reported study was partially supported by RFBR, research project No. 12-05-00507.

## REFERENCES

- Kozyrev A.A., Fedotova Iu.V., Zhuravleva O.G., Zvonar A.Yu., Zaporozhets V.Yu., 2010, *Contouring of zones with increased seismic hazard by complex of precursors*, Gornyi Zhurnal, № 9, p.p.44-47.
- Kozyrev A.A., Fedotova Yu.V., Zhuravleva O.G., Zvonar A.Yu., Zaporozhets V.Yu., 2011, *Contouring of zones with increased seismic hazard by complex of prediction criteria*, Eurasian Mining, N1, pp. 29-32.
- Sobolev G.A., 1993, *Fundamental principles of the earthquakes prediction*, Nauka, Moscow, p.313.
- Ulomov V.I., Polyakova T.P., Medvedeva N.S., 2002, *On long-term prediction of strong earthquakes in the Central Asia and Black and Caspian Sea region*, Fizika Zemli, V4, p.p.31-47.
- Xie H. Pariseau W.G. 1993, *Fractal character and mechanism of rock bursts*, Int. J. Rock Mech. and Min.Sci, V.30, №4.
- Zavjalov A.D., 2006, *Medium-term prediction of earthquakes: foundations, technique, implementation*. The Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, Nauka, Moscow, p.254.
- Zhurkov S.N., Kuksenko V.S., Petrov V.A., 1981, *Physical processes of failure prediction*,

## Impact of Natural Factors on Mining-Induced Seismicity

Iu. Fedotova,

*Mining Institute of the Kola Science Center RAS (MI KSC RAS), Apatity, Russia*

S. Zhukova

*Center of Geophysical Monitoring, "Apatit" JSC (CGM "Apatit" JSC), Kirovsk, Russia*

**ABSTRACT** A partial destruction of rocks filling tectonic failures has occurred as a result of long-term mining-induced effects. It has resulted in loss of massif stability on the whole. Large seismic events have begun to occur for last decade. One should pay attention to their occurrence in the periods of the maximum rock mass flooding (watering). The paper presents results of analysis of meteorological factors influence on seismic behavior changing.

### 1 INTRODUCTION

The Khibiny massif is characterized by high horizontal stresses and complicated geodynamic situation. Seismic activity within the mine fields of "Apatit" JSC developing high-stressed apatite-nepheline deposits has been registered since 1987 by Automated System of Rockmass Seismicity Monitoring (ASRSM) of Geophysical Monitoring Center (GMC). Registered data analysis established that seismic setting is non-stationary within the area of large-scale mining works. The reason is disturbing factors such as blasting works during ore breaking in mines and rock mass flooding during the periods of intense rains and snow melting. Different scale fracturing defines liquid saturation of the rock mass. Seismic response can be different depending on the porosity and moisture permeability of the rocks made up the developed deposit.

Large-scale mining and active tectonic processes results in redistribution of stresses and accumulation of potential energy in the rock mass. This energy is transformed into kinetic one as geodynamic processes (movements along the previously weakened faults and rock mass fracturing). Due to this, geodynamic processes result in different

rock pressure occurrences in mine workings and fracture opening thus accompanying by scaling along plane of rupture formed before. As a consequence, seismic process activation takes place that causes seismic setting change and registered events increasing. Each large seismic event can be preceded and accompanied by series of smaller ones – foreshocks and aftershocks. Impact of hydrogeological factor on the static condition of the rock mass was revealed during operation of many deposits. There are cases when sharp changes of atmospheric pressure connected with meteorological fronts coincide with local earthquakes.

The Khibiny massif with elevation over the surrounding flatland at average 800-850m (maximum heights are about 1200m) is natural barrier for circulations in the atmosphere. As some researchers note, its induced raising for flowing around the massif sharply changes the climatic situation in the Khibiny. As a result, the general temperature fall occurs, the wind and cloud formation increases, precipitation amount and air humidity rises.

The precipitation in Khibiny is abundant as Kola Peninsula is located on the way of

cyclones. Meteorological station Khibiny registers annual precipitation amount of 650mm. Yukspor plateau – 1340mm.

The United Kirovsky Mine (UKM) has been developing Kukisvumchorr and Yukspor deposits by underground mining since 1929. Operating deposits are plasto-lenticular orebeds and form one orebody of north-western trending strike. There are 4 heights under development: +410m, +320m, +250m and +170m. Part of the reserves of the orebody footwall is developed by open-pit mining in Severny mine.

Rocks of deposit, oxide and fractured, are relieved of tectonic stresses. Probably due to the same reason, cross and sheet fractures are found mainly in apatite-nepheline rocks. One of the examples can be the sheet fracture in the upper contact of orebody found over the entire Kukisvumchorr-Yukspor deposit. Such fractures break usual rectangular block system and form more complicated - polygonal one. Block structure, high horizontal stresses, hard brittle rocks and dynamic occurrences of the rock pressure allow to refer developed deposits to prone-to-rockburst and hazardous.

On the one hand, induced by engineering activities related deposit development, and on the other hand – natural geological processes in the Earth's crust in the Khibiny massif took place either sudden block movements along the faults relative to one another or fracture propagation inside the blocks resulting as seismic events of different energy level. Water coming from surface into the rock mass, increases pressure in the pores and fractures, and rock blocks found on the brink of sliding sharply shift from its locations (Kozyrev, 2010).

Therefore, interrelations of natural factors (as temperature, precipitation and watering of rocks) and seismic activity of the rock mass is of interest.

## 2 METHODS

In order to reveal the interrelation of data analyzed, the parameters of normal distribution law were used in calculations: root-mean-square value and standard deviation.

In order to reveal higher seismicity indicator was selected of fracture length (L, m), of higher watering – average watering value in UKM, including Saamskii open-pit (W, m<sup>3</sup>/hour).

Fracture length (L) being the basic precursor (parameter of zone hazard) is calculated using the following formula:

$$L = \frac{\sum(0.1525 \cdot E^{0.3635})}{V \cdot T}$$

Where: E – event energy (J); V – registration area (km<sup>3</sup>); T – time interval for average long-term (days).

Watering values were taken and processed from the measurement log of water inflows in mine. Each value of these parameters deducts root-mean-square value and standard deviation.

For analyzed period average value of fracture design length was 8,6m, the average value of watering level of the rock mass was 1936 m<sup>3</sup>/hour.

During studies the periods of rock mass higher seismicity and watering were revealed with a probability of about 0,7 according to the normal distribution law. Figure 1 presents histogram based on the calculation results. The simultaneous peak formation of higher watering (W) and higher seismicity (L) can be seen there. The interrelation can be followed this way: for 10 maximums/peaks of higher seismicity there are 8 maximums of higher watering per one time period. Local meteorological station registered significant increasing of precipitation for that period.

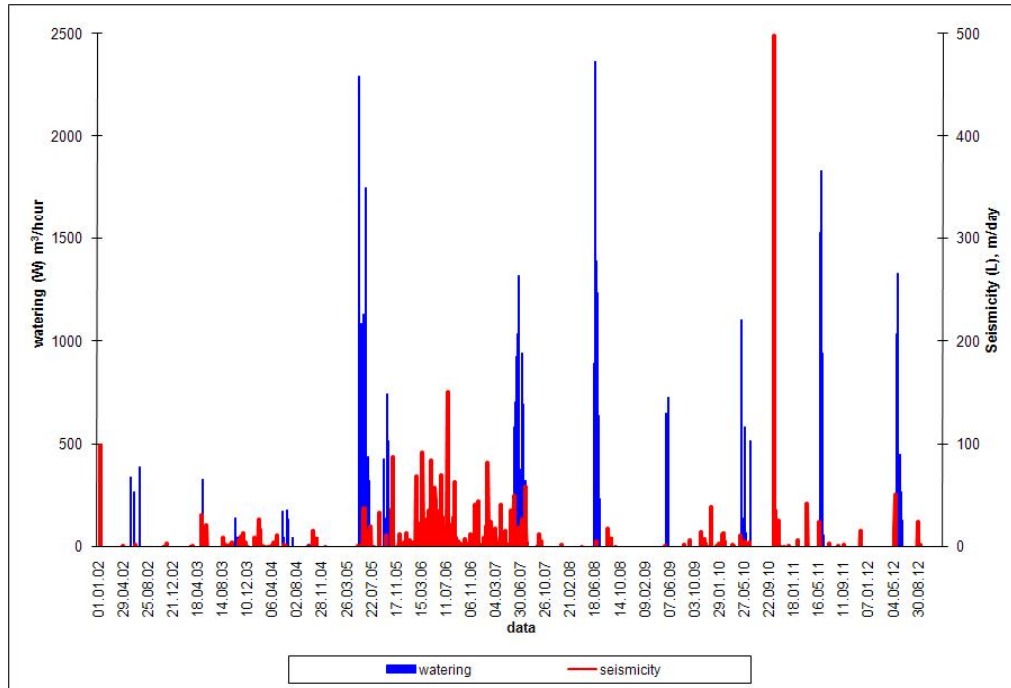


Figure 1. Seismicity increase (L) and watering (W) for the period 2002-2010 taking into account normal distribution law. The United Kirovsky Mine

### 3 RESULTS

Let's make analysis of mining-induced earthquake that took place on 21.10.2010. The population of Kukisvumchorr settlement, towns of Kirovsk and Apatity experienced the event with energy of  $E=3.18 \times 10^9 J$  that further on was accompanied by the long-term aftershock series of seismic events. Figure 2 shows atmospheric precipitation values and seismicity parameters one month before the event. It is clearly seen from the graph by maximum peaks that there were steady rains one month before the event; they initiate seismicity increase resulting in higher number of seismic events and fracture length propagation.

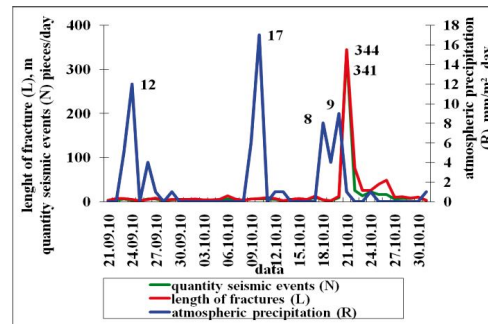


Figure 2. Dependence of rockmass seismicity on atmospheric precipitation.

Large number of atmospheric precipitation impacted the inflow increase, i.e. rock mass watering increase (Fig.3), total value for September was 9204 m<sup>3</sup>/hour. Total values of rock mass watering were less in October and November. Negative

temperatures (below 0°C) during these months were registered more often than in September. Fractures filled with water got frozen thus resulting in higher seismicity of the region.

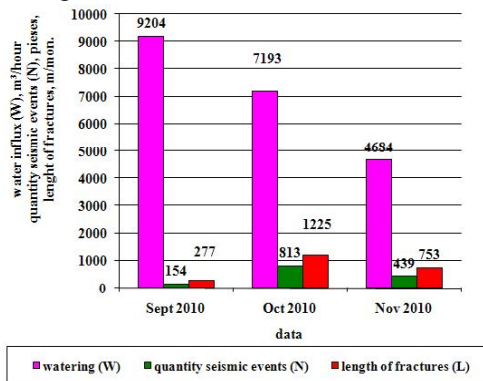


Figure 3. Total value of rock mass watering and seismicity for a month

Figure 4 shows seismic energy distribution and increase of natural seismic events amount for the day of earthquake. It is evident from the graph that amount of events after the main shock decreased but, however, energy of the event didn't reduce. This points to the fact that seismic activity in this region changed upwards.

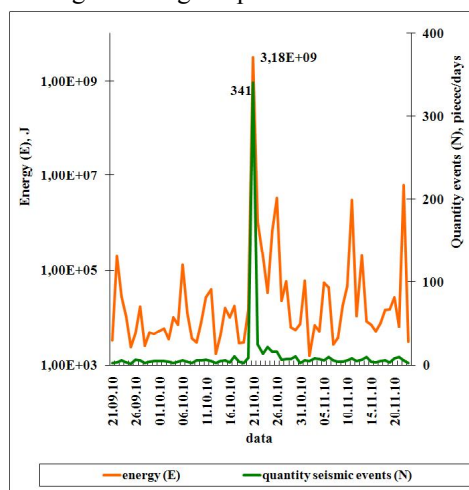


Figure 4. Distribution of seismic energy (E) and increasing amount of seismic events (N)

As follows from the analysis of the interrelation between the amount of atmospheric precipitation and rock mass seismicity, the correlation coefficients were computed. The computation data showed that correlation coefficient is equal to 0,64 – between the precipitation and fracture length propagation and 0,72 – between the precipitation and amount of seismic events. Obtained correlation coefficients approached to 1 thus proving fine convergence.

Geodynamic event indicators can be gas components as well found in any geological formations. Gases due to its mobility are quite sensitive to the host rock state change. There are prospects of using molecular hydrogen emanations as precursors of natural and man-made processes.

In the Khibiny massif the significant and available for study accumulations of molecular hydrogen in the Earth' crust have been established before. For gases of self-induced (free, spontaneous) emanations (GSE) it is characteristic to have various combinations of filtration (jet efflux) and diffusion efflux out of rocks. Bubbling of gas bubbles through the water is observed, intensive short-term gas and drilling fluid releases takes place from drill-holes.

In most cases GSE hydrogen (during diffusion emanation) is often the prevailing component. Hydrocarbon generation, to a considerable degree or in full, relates to the processes of rock mass formation, but for spontaneously emanated hydrogen there are different sources including Earth' core. GSE are specific for spatial and temporal composition variations, excess pressure and emanation intensity. Space localization of gas showings is mainly defined by the structure and tectonics of the rockmass and changing of its characteristics in time is determined by overall influence of many factors among which are geodynamic, seismic, hydrogeological, space and man-made ones.

Figure 5 presents the map with geodynamic events taken place during 24 hours on 20-21 October 2010. It can be seen that registered events coincide with the main regions of geological faults.

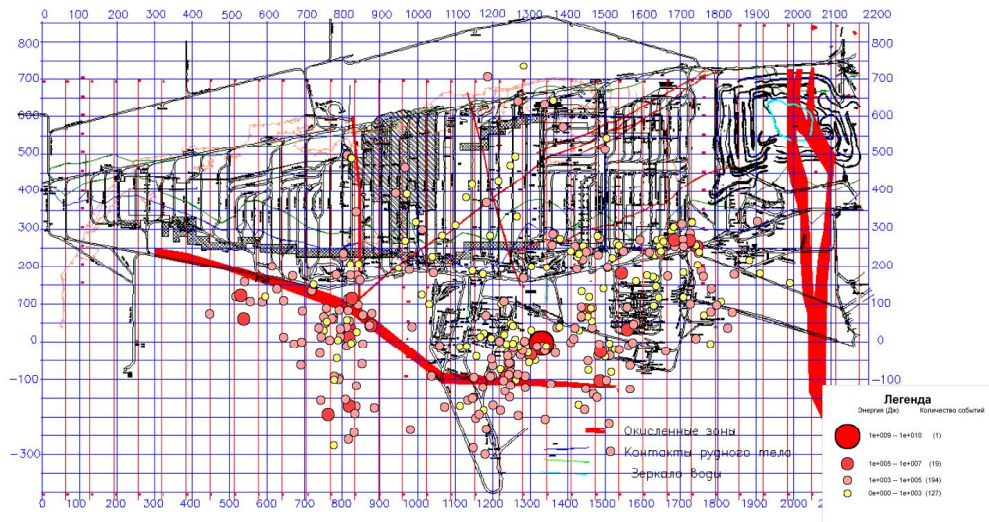


Figure 5. Map of seismic events, 21.10.10

For more than half of a century of the gas studies in the Khibiny massif, free hydrogen emanation was undeservedly underpaid attention. In geoecological aspect study of molecular hydrogen emanation is important due to its high reaction capacity, mobility and occurrence. Under certain conditions combustible and explosion-prone GSR can be accumulated in ore mining workings thus seriously disturbing the technological cycle and create a threat for health and life of mining workers.

The Khibiny massif is characterized by unusually for magmatic formations high gas content and inhomogeneous distribution of tectonic stresses sometimes ten times higher than lithostatic as well as presence of significant natural and induced seismicity.

One of the most challenging problems for developing deposits is assessment of rock stress-strained state and prediction of dynamic manifestations of the rock pressure, such as rockbursts and shallow-focus mining-induced earthquakes. Therefore, various interrelations of gasometric and rock mechanical parameters of the rock mass are of special interest (Nivin, 2010).

#### 4 DISCUSSION

In this paper the study results are presented on interrelation of emanated subsoil hydrogen concentration change and bulk blasting and seismicity change in the area of the United Kirovsky Mine. In order to reveal this dependence, the database and message register of rock mass seismicity control (ASKSM) automated system of the Geophysical Monitoring System, "Apatit" JSC from 2007 to 2009 have been processed.

Using Seismic Time System (STS) software (subsystem of roundup analysis ASRSM) there have been found and analysed the most important seismic events for the study. These events are the following: bulk blasts, natural events with energy of  $E > 10^6$  J and events that took place outside of registration zone but important in respect of the time and coordinates. In order to obtain hydrogenometric indexes the modification device VG-3 with measuring range of hydrogen concentration in the air of 0,0001 to 0,01 volume % (1-100ppm), accuracy

grade 0,0001 volume %, relative error  $\pm 3\%$ , recording period – from 1sec to 99hours.

Study results were obtained based on retrospective data analysis for the period of observations 2007-2009. It can be seen from this chart on Figure 6, subsoil hydrogen concentration increase mainly preceded the

increase of natural seismic events (e.g., on 23.10.09 subsoil hydrogen emanation increased from 14 to 62ppm, on 25.10.09 fracture propagation was observed from 6,40m to 31,02m).

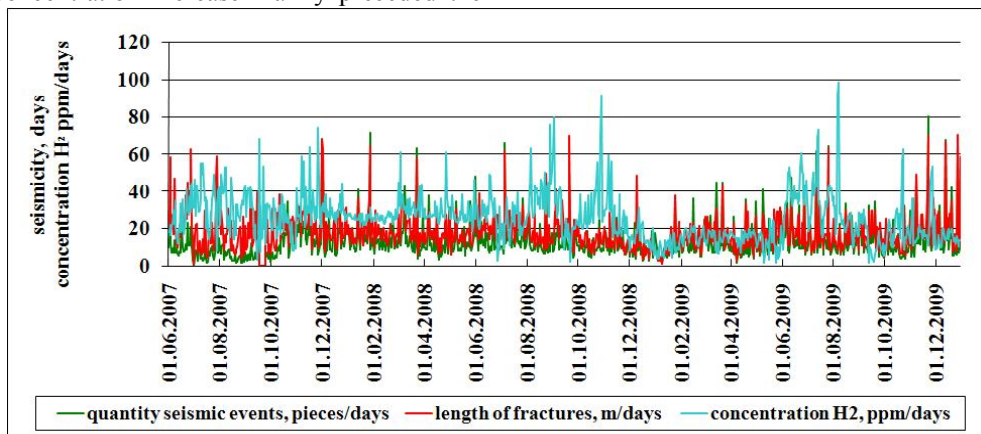


Figure 6. Distribution of seismicity in UKM and H<sub>2</sub> subsoil hydrogen emanation

Blasting information correlation with the results of subsoil hydrogen amount measurements in UKM for the given observation period is demonstrated in Figure 7. It is clearly seen that after bulk blasting the dynamics of deep hydrogen emanation

changes to higher concentration. Therefore, it can be concluded that blasting works in the mine contributes to the dynamics of subsoil hydrogen emanation.

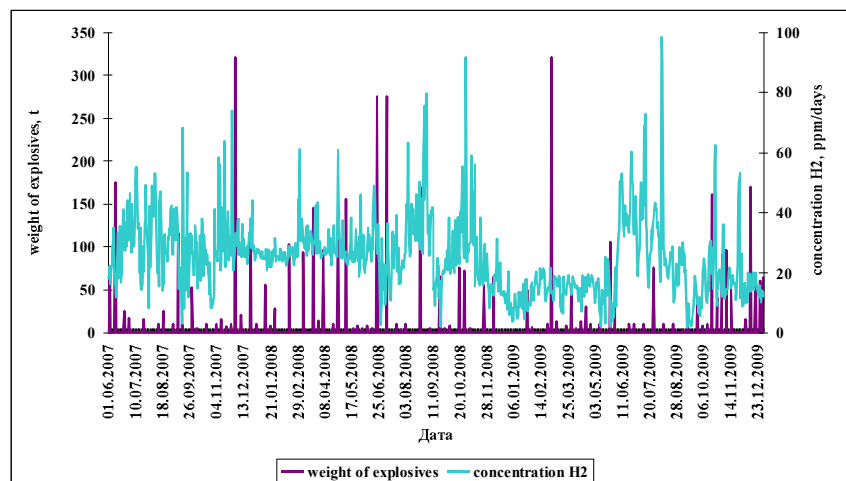


Figure 7. Bulk blasting in UKM and H<sub>2</sub> subsoil hydrogen concentration distribution



Let's analyze the periods of the deep hydrogen high concentrations and bulk blasting with seismicity changed for specific time interval.

On 1.11.07 the subsoil hydrogen concentration is 41ppm, in three days hydrogen concentration decreased to 27ppm. On 4, 11, 18 & 25 November 2007 there were bulk blasting works in UKM. For that time period it is observed either increasing (up to 74ppm) and decreasing (21ppm) of hydrogen emanation (Fig.8). According to

hydrogen measurement instrument readings the values of concentration changes upward the next day after blasting. Then, as the graph shows (Fig.6), follows sharp increase of seismicity – fracture computational length changed from 32m (data of 4.11.07) to 68m (1.12.07). For that time period higher seismicity zones were registered 4 times having 1st level of rockburst hazard 10.11.07, 26.11.07, 28.11.07, 29.11.07 (Fig. 8).

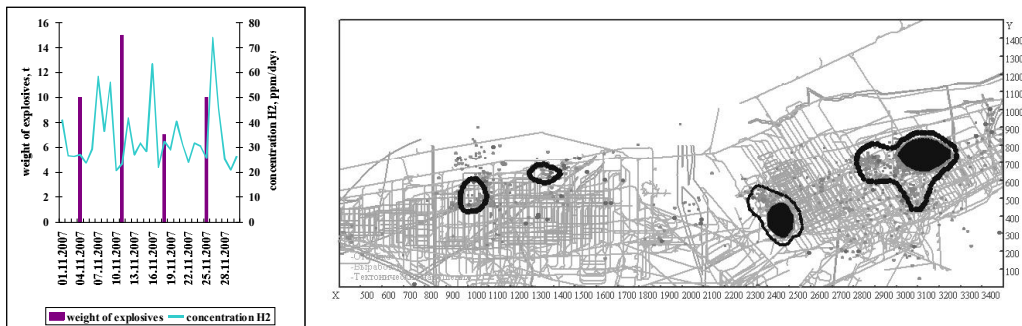


Figure 8. Bulk blasting in UKM and H2 subsoil hydrogen concentration distribution for periods of higher seismicity zone activation. 2007

Let's consider summer season: on 1.07.08 the amount of free hydrogen emanated was 14,2ppm. Bulk blasting in July of 2008 was on 6th, 20th and 27th day (Fig.9). According to the readings of hydrogen measurement instrument dated 6th and 7th July subsoil hydrogen concentration didn't change –

22,3ppm, fracture length increased from 15 m (1.07.08) per day up to 62m (9.07.08) (Fig.6). Based on message registry data for 9th and 10th July 2008 there were announced the 1st level of regional/local rockburst hazard (Fig.9).

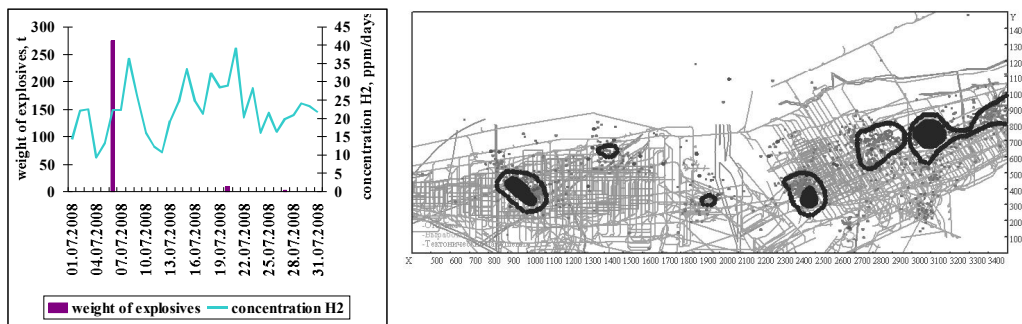


Figure 9 Bulk blasting in UKM and H2 subsoil hydrogen concentration distribution for periods of higher seismicity zone activation.2008

In October 2009 subsoil hydrogen concentration for 1.10.09 was equal to 6ppm, after bulk blast on 4.10.09 this value increased up to 16ppm (Figure 10). Bulk blasting were on 11th, 18th and 25th, on the graph (Fig. 10) it is easily observed subsoil hydrogen concentration increase after blasting in mine. Figure shows that peaks of subsoil hydrogen concentration emanated precede peaks of fracture length. Based on

message log data for 9 and 13 October 2008 there were announced the 1st level of regional/local rockburst hazard. Figure 10 (on the right) presents the map of prone-to-rockburst zones of higher seismicity I and II levels for October 2009; isolines stand for the most seismic hazardous sites of the mine for the given observation period.

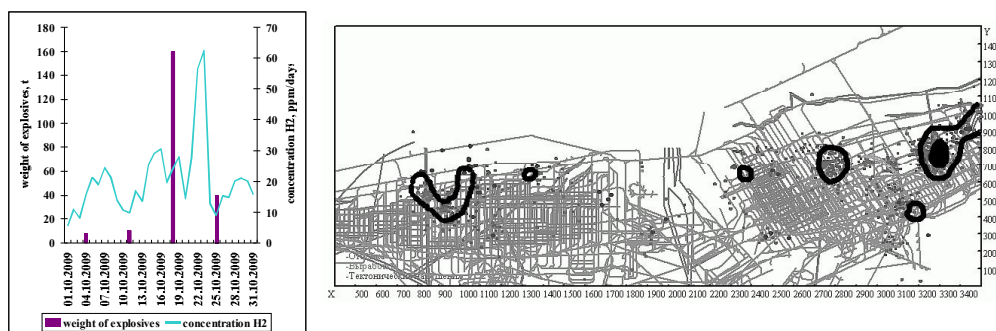


Figure 10. Bulk blasting in UKM and H<sub>2</sub> subsoil hydrogen concentration distribution for periods of higher seismicity zone activation.2009

- Zone of higher seismicity I level (Average +1x Standard deviation)
- Zone of higher seismicity II level (Average +3x Standard deviation)

Therefore, seasonal peaks of deep hydrogen emanation after bulk blasting coincide with further higher seismicity zones manifestation thus proving mining-induced character of seismicity in the Khibiny massif.

Figure 11 presents bar graph of seismicity distribution in the Khibiny massif, deep H<sub>2</sub> concentration emanation and amount of explosives by months during the period 2007-2009. Based on increasing and decreasing peaks the interrelation of rock mass seismicity decline and increase is observed depending on increasing or decreasing of subsoil hydrogen emanated after bulk blasting. Comparison of the small seismic events with hydrogen trace shows that it is often preceded by the increase (to a greater or lesser degree) of gas emission intensity thus answering the expectations.

However, on the whole the interrelation between these phenomena at this stage of investigations is unambiguous. Many seismic events including large ones took place before and under the slight increase of hydrogen emanation or even against its relatively constant low concentration. On the other hand, by no means, all maximums of gas emission are accompanied by the following seismicity. Among the reasons that in practice can't reliably prove important relation of considered parameters, probably are short duration of time series, neglecting of seismic events distance from hydrogen monitoring station and lack of 1 or 2 stations on the boundary of the mine field and outside the massif.

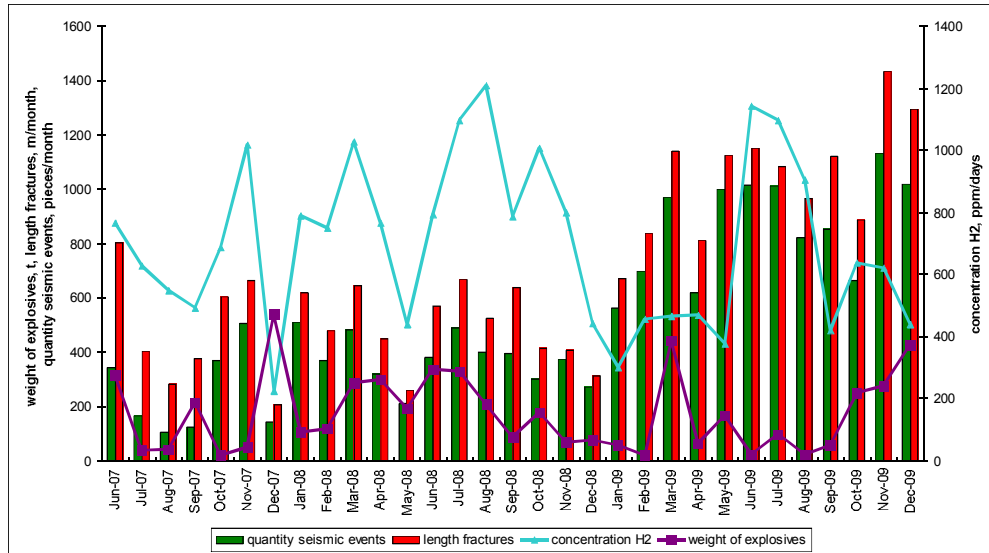


Fig. 11. Bar chart of the Khibiny massif seismicity and deep H<sub>2</sub> emanation after bulk blasting by months for 2007-2009

Further on the data time series will be extended and subjected to computational processing. Moreover, spatial coordinates of seismic events will be taken into account, and it is supposed to single out and consider separately the components in the dynamics of hydrogen trace that are determined by the global geophysical factors and change in stress-strained state of the rock mass local sites.

Therefore, the prospects of gasometric indexes of seismic hazard assessment and prediction for local natural-engineering systems such as the Khibiny massif's operating mineral deposit are seen actual. If these indexes prove to be successful, in future obtained experience can be applied when finding solutions of the extremely challenging problem of strong natural earthquake prediction.

## 5 CONCLUSION

Study results allow to make the following conclusions relating the impact of the natural factors on the mining-induced seismicity:

With increasing amount of atmospheric precipitation, the rock mass watering rises during the process of pore and fracture water filling in the rocks thus resulting in geodynamic events increase in the rock mass. Rock failure can be of two types: either it is the block movement along the dividing fault filled with water ("sliding" mechanism), or during new fractures formation due to sudden change of temperature regime ("discontinuous" mechanism). It can be checked out by increasing amount of natural events per day with high energy ( $10^5$ - $10^8$ J) and increasing total length of fractures as well (Melnikov, 2007).

Seasonal growth of water inflows results in water saturation of weakened zones where water comes from the surface to the deep rock mass. During underground mining it takes much trouble to drain water out of mining workings. It is necessary to take into account the change in the stress-strained state of the rock mass under the impact of operational (type of mine development) and natural (hydrological regime) factors.

Considered results confirmed the assumption that peaks of deep hydrogen emanation after bulk blasting coincide with the following higher seismicity zone occurrence thus proving mining-induced character of seismicity in the Khibiny rock massif.

#### **ACKNOWLEDGEMENTS**

The reported study was partially supported by RFBR, research project No. 12-05-00507.

#### **REFERENCES**

- Kozyrev A.A., Maltsev V.A., Fedotova Yu.V. et al. 2010. Guidance for safe mining in the deposits prone-to-rockbursts (Khibiny apatite-nepheline deposits). LLC "Apatit-Media" Apatity; 117 p.
- Nivin V.A. Geo-ecological effects and hydrogen degasing applications (based on alkaline massifs of the Kola Peninsula). *Environmental issues of the northern regions and ways to its solution. Proceedings of the third All-Russian scientific conference with international participation*. Part 2. – Apatity: Kola Science Center RAS publishing, 2010. pp.121-125.
- Melnikov N.N., Kozyrev A.A., Fedotova Yu.V. & Reshetnyak S.P. 2007. Mining-induced earthquakes focal mechanisms in the Khibiny massif. *Proceedings of the 11th Congress of the International Society for Rock Mechanics (ISRM 2007), Lisbon, Portugal, 9-13 July*. Publ. by Taylor & Francis / Balkema. Vol.2, pp. 1151-1154.

## Pegmatite Productive Terrains in the Variscan Granite Hosts From Northern and Central Portugal

P. A. Dias, B. Pereira, J. Azevedo, J. Oliveira,  
*Sinergeo, Lda, Vila Verde, PT*

C. Leal Gomes  
*DCT, University of Minho, Braga, PT*

J. Carvalho  
*GGC, Lda, Porto, PT*

**ABSTRACT** The detection of suboutcropping pegmatite deposits in regions recognizably fertile regarding the occurrence of pegmatites depends upon the optimization of conceptual models which support the interpretation of the regional distribution of pegmatites and the structure of their assemblies. In intra-granitic context is at concern the more conventional cartographic expression of pegmatites in connection with the structuring of granitic cupolas. The establishment of occurrence situations linked to certain lithological units or structural alignments is a pathway for the delimitation of productive research areas. Some productivity situations deduced from geological mapping include: accommodation in preferred structural directions, proximity to mixing-mingling corridors, certain petrographic structuring units that reflect irregularities in terms of flow and fractionation processes, and trends of hydrothermal and supergene alteration of host granitic masses. The detection of these aspects, to regard as exploration guides, can avail itself of remote sensing, as they represent contrasting chromatic lithotypes with sufficient surface continuity.

### 1 INTRODUCTION

The detection of sub outcropping pegmatite deposits in regions recognizably or hypothetically fertile regarding the occurrence of pegmatites of economic interest, depends upon the optimization of conceptual models which support the interpretation of the regional distribution of pegmatites and the structure of their assemblies.

In intra-granitic context it at concern, the more conventional cartographic expression of pegmatites occurrence in connection with the structuring of granitic domes, often batholithic. The deduction of its potential to generate pegmatites and the levels of emplacement within the granitic columns depends on reconstitution of the functioning of the cupolas and plutonic evolution.

The establishment of occurrence situations in connection with certain structuring lithological units or structural alignments that can be envisioned by the location of known bodies is a pathway for the delimitation of productive research areas, which can, hypothetically be extrapolated and applied to most intra-granitic pegmatite occurrences.

Using geological mapping studies in the surroundings of pegmatitic occurrences in northern and central Portugal, and remote analysis of satellite images, it was possible to discriminate in compartments representing different levels of accommodation, a multitude of significant productivity situations tending for the evidence of hidden pegmatites, which are discussed below.

### 1.1 Tectonic-orogenic conditioning of the emplacement of pegmatites

In North and Central Portugal most pegmatites appear in a cartographic space more or less coincident with the limits proposed by Lotze (1945) for the Central Iberian Zone (CIZ) of the Variscan Chain. The Central Iberian Pegmatite Belt (CCI) (Leal Gomes & Nunes, 2003) corresponds to the encompassing unit set for the regional distribution of bodies and dykes in the North and Centre of Portugal, which can hold all classes of pegmatites discriminated by Ginsburg *et al.* (1979) (Fig. 1). In this compartment, the regional division - pegmatite field - is the level of organization best suited to structurally discriminate pegmatites (Leal Gomes & Nunes, 2003).

In CCI, the pegmatites are related to granitic intrusions associable to the Variscan Orogeny. Ages are close to those that characterize the granites – 300 Ma (evolution of older granites) and 290 Ma (later granites). The parental plutonites are syn-tectonic two-mica granites and late to post-tectonic biotite granites.

In the final stages of the Variscan orogeny, are defined mega-scale corridors and ductile-brittle shear zones, subject to successive events of reactivation.

Thus, the geometric configuration of the fields is also influenced by horst-graben type displacements and adjustments, associated with major accidents parallel to the Vilariça type lineaments (Fig.1).

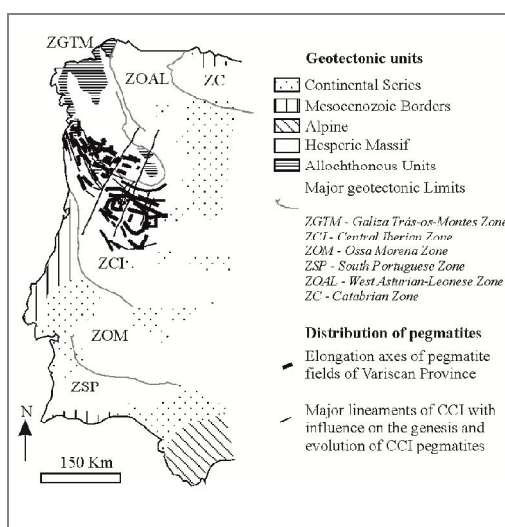
The diversity of pegmatites represented here comes from metallogenic specialization of parental granites, magmatic fractionation trends of their more evolved terms and deformational conditions of installation environments (Leal Gomes & Nunes, 2003).

Pegmatites hosted in granites, correspond to miarolitic ceramic pegmatites, related to late to post-tectonic granites regarding the 3rd phase of Variscan deformation (intra-Westphalian, D3). In most cases these are essentially biotite granites, medium to coarse grained sometimes porphyroid.

The sets and pegmatitic bodies acquire irregular shapes, or more regular geometries:

A- Irregular miarolitic or massive bodies - related to diapir like mobilizations.

B- Tabular bodies - related to intrusion into cupolas decompression bands in upper levels of the crust, where there is a prevalence of fragile conditions.



**Figure 1** – Position of pegmatite fields in the Central Iberian Pegmatite Belt (CCI). Paleogeographic zonography to the West of the Iberian Peninsula (adapted from Leal Gomes and Nunes, 2003).

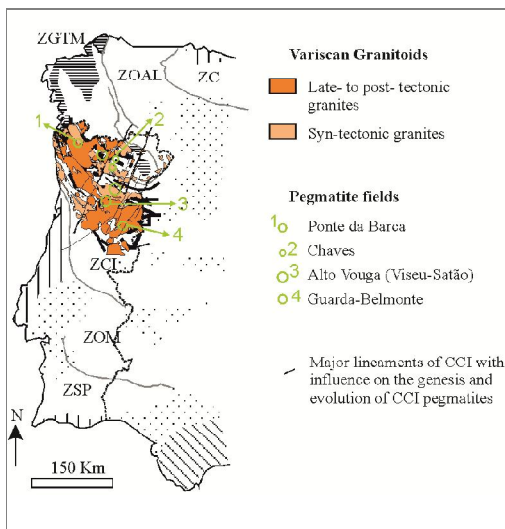
Leal Gomes & Nunes (2003) and Guimarães & Leal Gomes (2010), suggest a correlation between the dimensions and shapes of the pegmatite bodies and the chronology of parental granite emplacement.

### 1.2 Concerned pegmatite fields

The intra-granitic pegmatite fields of CCI, considered most useful for detecting conspicuous pegmatite distribution organizations and relevant compositional properties of host granitic masses, capable of assisting the detection of sub-outcropping pegmatite sets and bodies, and at the same time, able to cover a multitude of significant evidence situations, correspond to the areas of study: Ponte da Barca (Silva, 2002), Chaves (Pereira *et al.*, 1998 and Pereira,

2005), Satão-Aguiar da Beira (Leal Gomes, Trabulo *et al.*, 1995, Guimarães, 2012), Guarda-Belmonte (Silva *et al.*, 2006, Ramos, 1998; Correia Neves, 1960).

The location and tectonic-orogenic conditioning of the studied pegmatitic fields and granitic areas are shown in Figure 2.



**Figure 2** – Identification of areas with studied granitic pegmatite fields. Location in relation to the distribution of syn- and late- to post-tectonic Variscan granites. Legend as in Figure 1.

There, are represented contrasting granitoid types in contact, showing specific aspects of the distribution of genetically related pegmatites.

Overall, these express different levels of exhumation, morphological expression, and structural levels of swarms emplacement. In all cases, pegmatites have cupolar location in relation to the late-tectonic granites.

The contrasts of the pegmatites are manifested in the chemical typology, LCT and NYF, in the paragenetic and morphological diversity and, in respect of specific mineralizations (Table 1).

## 2 SITUATIONS OF ACCOMODATION AND ENTITIES RELATED TO THE CCI PEGMATITES

Are here contemplated the more consistent geometric organizations of pegmatite bodies in relation with the main brittle-ductile deformation structures, the cartographic expression of pegmatites relative to the host granites and certain related petrographic abnormalities, which are apparent in the studied pegmatite fields of the CCI.

### 2.1 Structural and geomorphological patterns of pegmatites emplacement

The late-Variscan shear corridors correspond to polycyclic magma feeding systems capable of transmitting the installation of pegmatite magmas, which evolve by gradual and direct "in situ" fractionation. The drainage and accommodation environments are fundamentally transtensive, formulated in ductile-brittle ruptures developed during the consolidation of magmas, or resulting from reactivation of earlier structures, precocious in the structuring of the Iberian Variscan Chain.

In northern and central Portugal, directions NW-SE, NNE-SSW and ENE-WSW (see Fig. 2) and especially their intersections, have decisive influence on pegmatite accommodation and seem to control the alignment of pegmatite bodies.

In the several pegmatite fields considered for study, the more consistent shears have N10-30°E direction, observing the strict alignment of bodies under this direction. These should represent preferred percolation corridors, and may express paths linking pegmatite bodies. Simultaneously, suggest that the emplacement is related to an episode more or less bounded on the evolution of the regional stress field.

In Chaves (Fig. 2), this direction also plays the role of transmitting post-tectonic magmas, in the last stages of transcurrent deformation, already in uplifting, which should provide the felsic differentiated pegmatite magmas, which evolve from gravitational stratification panels, in successive stages of granitic cupola collapse

- stocksheider pegmatites with endogranite / exogranite complex (Pereira *et al.*, 1998 and Pereira, 2005).

It is also deduced from the analysis of intra-granitic fields, that the pegmatites often

have locations near elongated ridges, which are adjacent to continuous lineaments. This topographic location should retract the main structural domains of emplacement in granitic domes.

**Table 1** – Emplacement domains and discrimination of morphologies, paragenesis and mineralizations specific to the pegmatites of CCI fields covered in this study.

STUDIED AREAS *	PONTE DA BARCA	CHAVES	ALTO VOUGA	GUARDA-BELMONTE		
<b>Emplacement domains</b>	Intra-granitic	Peri-granitic	Intra-granitic	Peri-granitic	Intra-granitic	
<b>Morphoscopy and morphometry</b>	Irregular bodies (inverted drop and hourglass forms); tabular miarolitic bodies	“Stocksheider” (related to granite cupola collapse)	Irregular bodies (dumbbell, inverted drop, hourglass and spidery forms)	Bodies related to granite cupola collapse and rooted sills	Spidery irregular bodies	Sills
<b>Typology</b>	Miarolitic	Hybrid miarolitic NYF-(LCT)	Hybrid miarolitic	Rare elements (LCT-petalitic)	Hybrid	Rare elements (LCT-lepidolitic)
<b>Paradigmatic pegmatites</b>	Pedra da Moura, Dornas, Mata da Galinheira, Brufe, Carvalheira, Covide	Seixigal	Senhora de Assunção, Vigia, Pestarenga, Corujeira, Vila Longa, Venturinha	Queiriga-Lousadela	Fonte da Cal, Bendada	Alvarrões, Vela, Porto Tomé
<b>Typomorphic accessory paragenesis</b>	- Fe, Mn, Li phosphates + Sphalerite, Arsenopyrite, Pyrite, Pyrrhotite, Ilmenite; - Beryl + Li muscovite + Tantalite + Zircon.	-Fluorapatite +Chlorite+Schorl - Cassiterite +Molibdenite+Tantite; - Fluorapatite+ Phenakite+Bertrandrite+OH-Herderite	Beryl + Li-Fe-Mn-Al phosphates + sulphides + Nb-Ta-Ti-U oxides.	Petalite+Lepidolite+spodumene +topaz+beryl+cassiterite+wolframite+Nb-Ta-Ti oxides + sulphides + sulphosalts + carbonates+ fluorite.	- Beryl + Columbite-tantalite+ Zinwaldite + lollingite + Fe-Mn phosphates	- Lepidolite + topaz + tantalite + cassiterite + polyalthionite+ beryl
<b>Mineralization</b>	Ti>Zn>As>(Li) Be>Li>Ta>Nb>Zr	Mg Sn>Mo>Ta>Ti Be>Mo	Be > Nb > Ta > W > Mo > Li>Sn	Li>Be>Sn>Ta>Nb>W>Bi	Be > Nb > Ta > W > Mo > Li>Sn	Li>Ta>Nb>Be>Sn>Cs

\* corresponding to pegmatite fields of the CCI. Location in Figure 2.

## 2.2 “Roof-pendants”, “stopped-blocks”, and magma mixing corridors (mixing-mingling processes)

The pegmatitic productivity in some sectors appears to be related to contamination processes produced by the interaction of different types of magma, during the rise in the chambers, or resulting from the incorporation of portions of host rock, by collapsing of the chambers roofs.

At issue is the compositional hybridization by mixing with more basic magmas and digestion of polygenic metamorphic rocks, resulting from the transfer of “liquidus” depressors - hygromagmaphile and volatile elements – to the felsic magma, increasing its pegmatite generating potential (Leal Gomes and Nunes, 2003).

The proximity of the contaminated cupola chamber is revealed by the presence of stopped-blocks and roof-pendants. The



inclusion or proximity to mixing corridors is revealed by stripes of concentration or proliferation of enclaves. These are common in directions that seem to converge to the pegmatitic bodies or constrain their alignment. They can take mega-scale expression, defining magmatic flow patterns consistent with the trajectories of pegmatitic magmas injection.

Mixing and contamination corridors are especially notable in the area of Ponte da Barca, where the most abundant enclaves, hosted in coarse grain porphyroid granites are hyper-micaceous xenoliths and rounded to ellipsoidal heterogeneous enclaves with meso to melanocratic tendency, fine-grained with or without phenocrysts. Fine to medium grain leucogranitic enclaves may be common in corridors established close to apical contacts between co-magmatic granites.

### **2.3 Heterogeneities in granitic cupolas and petrographic signatures of apical fractionation and segregation trends**

Interface environments between granites, arising or not from cupola differentiation, appear to control the distribution of pegmatite swarms on its periphery.

In the geographical areas discussed herein, the bodies appear to have a well defined relationship with these interfaces between two or more granite.

Moreover, depending on the evolutive complexity of the generator plutonite, are expressed structuring lithologic units in host domes, which reflect irregularities in terms of flow processes and fractionation, showing a greater pegmatitic productivity in their neighborhood.

Some productive transitions on these interfaces could be discriminated and are marked by certain fluidal configurations, petrographic fractionation and segregation trends that are discussed below.

#### **2.3.1 Leucocratic facies with low granulometry and strong evidence of granitic differentiation**

Often pegmatitic bodies are concentrated in areas with strong evidence of granitoid

differentiation towards more leucocratic systems.

Transitional terms of fractionation, correspond to fine grained leucogranites and felsic composites of granite with graphic pegmatite with coarse, radial and feathery micaceous intergrowths. The transitional granites can then evolve to pegmatites in bands and pockets, and suffer internal fractionation, potentially generator of zonality.

Lithological masses of this kind are observed in most intra-granitic pegmatite groups studied.

In markedly hyper-aluminous environments, possibly contaminated through contact with metapelitic host rocks, these granites present garnet and cordierite and the fractionated and affiliated, morphologically evolved pegmatites, manifest abundant andalusite and Al phosphates.

#### **2.3.1 Penetrative lineations marked by the fluidal planar alignment of potassic megafeldspars**

Lineations corresponding to fluidalities established at low viscosity, assume approximately aureolar and cupular cartographic relation to the surrounding granites. Its attitude, usually accompanies the topography of the apical contact. The distribution of pegmatites is often coincident with the surrounding boundaries of proliferation of these fluidalities which can express upward ballooning plumes organization sectioned by erosion (Pereira *et al.*, 2012).

The most typical fluidal aspects, are marked by linear and planar alignment of small potassium feldspar phenocrysts, with very high aspect ratio.

The kinematic interpretation of the geometric arrangement of feldspar phenocrysts may be functional for the establishment of magmatic flow components and reveal paths connecting pegmatite bodies, constrained by the topography of the granitic cupolas. Namely, in Ponte da Barca, granitic masses with fluidalities have

sufficient continuity to be useful in pegmatites exploration, observing the mass expansion, and the proliferation of granitic pegmatoid structures and diffuse pegmatitic differentiations in interfaces between different lithologic terms.

### **2.3.2 Clustering phenomena of K-feldspar megacrysts in the granite host rocks**

Agglomerations of K-feldspar megacrysts are also common in granites immediately hosting pegmatites. These are possibly determined by a higher rate of crystallization of the granitic mass, and a relatively higher viscosity or represent cumulated organizations influenced by physical separation in conditions of mobility of liquids. These surfaces with density or rigidity contrast usually manifest vertical tendency sub-parallel to the attitude of some shear zones, suggesting the influence of the D3 stress field on the emplacement of granites and affiliated pegmatites.

In the area of Viseu (Alto Vouga pegmatite field, Fig. 2), these settings are common in the porphyroid facies proximal to some bodies.

### **2.3.3 “Filter-pressing” phenomena**

Often the contact between granitic facies arising from cupola differentiation expresses enrichment in ferromagnesian constituents, mainly biotite. These represent side segregations by removal of felsic constituents by filter-pressing (compare to Weinberg et al., 2001), and have banded and schlierenitic aspect, with coarse grain size. The proximity to fluidal organization units suggests that possibilities of segregation are strongly influenced by the mobility of liquids.

Relationships such as these are contemplated in interfaces between porphyroid granites and fine grained differentiated leucogranites, as for example in Ponte da Barca, where the modal content of biotite in schlierenitic bands with thickness greater than 1 m, may exceed 80%.

Less penetrative schlierenitic aspects are also observed in most granites hosting pegmatites, in the other geographical areas.

### **2.3.4 “Bubbling” phenomena**

The early stages of pegmatitic installation can be characterized by the rise of fluid bubbles in the host granitic cupolas. Result from magmas with culminating enrichment in volatiles that tend quickly to supersaturation at low crystallization rate. The degassing phenomena and mobilization would be facilitated by relatively rapid decompression and cooling of the granite host (e.g. Peretyazhko, 2010).

In a subsequent evolutionary stage of pegmatitic differentiates drainage, bubbles can form pockets morphologically and paragenetically more evolved (Guimarães, 2012 and Leal Gomes & Nunes, 2003).

In the area of Viseu (Fig. 2), the freezing of the ascensional process, resulted in the crystallization of myriads of bubble-like pegmatites with a volume of a few cubic centimeters in a fine grained leucogranite. The spheres and ellipsoids are miarolitic, and distributed below the topographic level of emplacement of Senhora de Assunção pegmatite (Tab.1).

## **2.4 Patterns of hydrothermal and supergene alteration of productive granitic masses**

Trends of yellowing of the granitic mass, caused by supergene leaching of Fe from biotite and garnet crystals, are observed frequently in the vicinity of pegmatitic bodies, particularly in relation to leucogranitic transitional facies. The biotites are discolored and chloritized, occurring consistently the late fixation of Fe in the form of vacuolar replenishments.

Epidotization can also be widespread along major shear structures that control the accommodation of pegmatitic differentiates. In particular, directions N30°E and ENE-WSW, considered determinant of accommodation and upward mobilization of residual differentiates can, in face of

subsequent reactivations, present epidote and influence its concentration in proximal granites and pegmatites.

The most pervasive reddening is typical of the peripheries of mixing corridors, observing in coarse grained porphyroid granitic facies the red shading, both of megacrysts and matrix.

Phenomena of albitisation of granitic host masses are very rare. The fluids that originate replacement units in the later stages of the evolution of pegmatites, not normally extend beyond the contours of the bodies and tabular boxes.

**Table 2** –Accommodation situations and entities related to the pegmatites of CCI intra-granitic fields: Ponte da Barca, Chaves, Alto Vouga and Guarda-Belmonte.

PEGMATITE FIELDS	PONTE DA BARCA	CHAVES	ALTO VOUGA	GUARDA-BELMONTE
<b>EXPLORATION GUIDES</b>				
Structural and geomorphological patterns	NW-SE to ESE-WNW, N30°E	N30°E	N30°E conjugated with E-W	N20°E conjugated with E-W
Mixing-mingling processes	Mixing-mingling corridors.		Domains with “magmatic stopping” and “roof-pendants” .	
Heterogeneities in granitic cupolas and petrographic signatures of apical fractionation and segregation trends				
<i>Leucocratic facies with low granulometry and strong evidence of granitic differentiation</i>	Fine-grained leucogranites with garnet and cordierite; pegmatoid leucogranites with coarse, radial and feathery micaceous intergrowths.		Fine-grained leucogranites; graphic leucogranites with coarse, radial and feathery micaceous intergrowths.	Heterogeneous granites with rounded quartz; pegmatoid leucogranites.
<i>Penetrative lineations marked by the fluidal planar alignment of potassic megacrysts</i>	Linear and plan-linear concentric fluidalities.			
<i>Clustering phenomena of K-feldspar megacrysts</i>			K-feldspar megacrysts agglomerations with vertical trend.	
<i>“Filter-pressing” phenomena</i>	Exuberant shlieren between porphyroid granites and garnet-cordierite bearing leucogranites.		Frequent within porphyroid granites and interfaces with fine-grained leucogranites.	Occasional on the periphery of transitional leucogranites.
<i>“Bubbling” phenomena</i>			Miarolitic bubble-like pegmatites: spheres and ellipsoids with small volume.	
Patterns of hydrothermal and supergene alteration of productive granitic masses	Yellowing and reddening.	Peri-pegmatitic banded albitisation.	Epidotization	Yellowing and reddening

### 3 REMOTE EXPRESSION IN SATELLITE IMAGES

The lack of consistent physical and chemical contrasts in relation to granitic host rocks, complicates the geophysical and geochemical exploration of intra-granitic pegmatitic bodies.

Lately, remote sensing using satellite imagery is beginning to be explored as a way for the exploration of outcropping bodies (Silva, 2009). The mineralogical characteristics of residual magmatic composites make viable its detection in hyperspectral images.

#### 3.1 Valuation of remote sensing analysis in the context of exploration of hidden pegmatites

When equating the identification of new hidden shallow deposits, geological exploration, especially structural analysis of pegmatites and rocks in its vicinity, seems to be the most sustainable path (Leal Gomes, 2010; Guimarães, 2012). From the organization of attitudes, shapes and internal structures of the deposits and host masses, are deduced three dimensional conceptual models, which can be extrapolated assuming predictive efficacy (Leal Gomes, 2010).

The diversity of situations deduced in this work, support useful models in exploration. These have utility for defining levels of emplacement of pegmatites in the granitic cupolas, and from a conceptual point of view, are in principle usable by remote sensing, as they represent extreme and contrasting chromatic types with sufficient continuity in the surface (length and width). The chromatic thresholds of the contacts (granite) / (pegmatite) or (granite) / (granite with peculiar structuration units) expressed in the prior inventory of productivity situations are the following: fractionated granites with low granulometry and marked felsitic composition, *clear*; segregations and facies resulting from contamination and mixing with high modal expression of mafic ferromagnesian constituents, *dark*; trends of hydrothermal and supergene alteration

promote *yellowing*, *reddening* and *greenish* colorations.

Besides the chromatic effect, also the conspicuous structural organization of these targets is usable in conjunction, to the delimitation of favorable areas for exploration.

#### 3.2 Usefulness of processing satellite images for remote evidence of exploration guides

The previous inventory of productivity situations, serves geological exploration of sub-outcropping deposits in strategic and tactical steps.

By providing coherent textural and chromatic contrasts, exploration may resort to remote sensing, existing inclusively possibilities of evidence in constrained spectral images such as those resulting from Landsat.

Methodologically, filtered images subjected to any type of mathematical processing, are more effective and functional in the analysis of the surface. Such analysis has been sustained with the software SPRING (Camara *et al.*, 1996); among the most revealing tests are:

- *directional filtering* –for evidence of shear networks and their points of intersection, where are receptioned pegmatitic differentiates.

- *Principal component analysis* – for evidence of anomalous lithological units with important spectral contrast relative to host rocks, which may correspond to exploration guides for pegmatites.

- *Maxver classification* (maximum likelihood algorithm) – for extrapolation to the region of spectral configurations correlated with pegmatites.

Also equates on a next phase, the determination of field spectral parameters representative of the described petrographic entities, using a spectroradiometer.

This survey should reflect a greater diversity of situations and possibilities of remote detection by permitting the establishment of quantitative relationships between pegmatites exploration guides and its expression in satellite images.

It is expected to expand the pegmatitic and related entities spectral database, and ultimately refine and standardize procedures for exploration, through remote sensing, of irregular and tabular bodies situated in intra-granitic context, with operational use analogous to geophysical and geochemical methods.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This contribution results from work undertaken within the project PROSPEG (ref. 11480, [www.prospeg.org](http://www.prospeg.org)), co-supported by the “ON.2 – O Novo Norte” and QREN through the European Regional Development Fund (ERDF)

#### REFERENCES

- Camara, G., Souza, R.C.M., Freitas, U.M., Garrido, J., 1996. Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. *Computers & Graphics*, vol. 20, 3, pp. 395-403.
- Correia Neves, J., 1960. Pegmatitos com berilo, columbite-tantalite e fosfatos da Bendada (Sabugal, Guarda). *Memórias e Notícias*, Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico da Universidade de Coimbra, Coimbra, 50, 163 p.
- Ginsburg, A. I., Timofeyev, I. N., Feldman, L. G., 1979. *Principles of Geology of the granitic pegmatites*, Nedra, Moscow.
- Guimarães, D., Leal Gomes, C., 2010. Evolução de forma e implantação de pegmatitos intra-graníticos Variscos – N de Portugal. I - dispositivos ascensionais. *e-Terra, Geosciences on-line Journal, Geotic*, vol. 11.
- Guimarães, D., 2012. *Cinemática da mobilidade pegmatítica em enxames epi a mesocorticais : modelos conceptuais aplicados à prospeção*, Tese de Mestrado, Univ. Minho, Braga, 104 p.
- Leal Gomes, C., Nunes, J. E. L., 2003. Análise paragenética e classificação dos pegmatitos graníticos da Cintura Hercínica Centro-Ibérica. *A Geologia de Engenharia e os Recursos Geológicos*, Coimbra – Imprensa da Universidade, vol. II, pp. 85-109.
- Leal Gomes, C., 2010. Distribuição espacial dos recursos de materiais cerâmicos pegmatíticos no noroeste de Portugal – Matriz orogénica e metalogénese relacionada. In: *Ciências Geológicas – Ensino e Investigação e sua História*, vol. II, pp. 25-35.
- Lotze, F. (1945) - Zur Gliederung der Varisciden der Iberischen Meseta. *Geotect Forsch*, 6, pp. 78-92.
- Pereira, B., Azevedo, J., Oliveira, J., Dias, P. A., Leal Gomes, C., Carvalho, J., Marques, A., 2012. Contributos da detecção remota para a evidência e localização de pegmatitos em contexto intra-granítico – Ponte da Barca (Minho). In: *Quinta- Ferreira, M., Barata, M. T., Lopes, F.C., Andrade, A. I., Henriques, M. H., Pena dos Reis, R., Ivo Alves, E. (Coords). Para Desenvolver a Terra, Memórias e Notícias de Geociências no Espaço Lusófono*, Imprensa da Universidade de Coimbra, cap. 51 (in press).
- Pereira, M.F., 2004. Organização estrutural e mineralógica do aparelho pegmatítico de Pereira de Selão (Seixigal) – Vidago (N de Portugal), *Tese de doutoramento*, Univ. Téc. Lisboa, 393 p.
- Pereira, M. F. C., Leal Gomes, C., Aires Barros, L., 1998. Análise estrutural do modo de instalação do pegmatito granítico de Pereira do Selão – Vidago (N de Portugal), *Comunicações I.G.M.*, T. 84, Fasc. 1, pp. B-43-B-46.
- Peretyazhko, I. S., (2010). Genesis of mineralized cavities (miaroles) in granitic pegmatites and granites, *Petrology*, vol. 18, pp. 183-208.
- Ramos, J., 1998. Mineralizações de metais raros de Seixo Amarelo-Gonçalo (Guarda). Contribuição para o seu conhecimento. *Tese de doutoramento*, Fac. Ciências, Univ. Lisboa, 659 p.
- Silva, P., Neiva, A., Ramos, J., 2006. Geoquímica de aplito-pegmatitos de Pega (Sabugal, Centro de Portugal). *VII Cong. Nac. Geol. (J. Mirão & A. Balbino, eds.)*, Estremoz, pp. 1203-1206.
- Silva, S.M., 2009. Espectroscopia de imageamento e gamaespectrometria aérea e terrestre de pegmatitos e granitos da porção Sul da Província Pegmatítica da Borborema (PPB), Nordeste do Brasil, Tese de Doutorado, Univ. Estadual de Campinas, Brasil, 173 p.
- Silva, V., 2002. Qualificação dos recursos de minerais cerâmicos pegmatíticos. Contributo para a gestão dos recursos pegmatíticos do Minho, *Tese de Mestrado*, Univ. Minho, Braga, 151p.
- Trabulo, L. C., Leal Gomes, C., Lopes Nunes, J. E., 1995. Enquadramento geológico, estrutura e paragéneses do grupo pegmatítico de Senhora da Assunção – Aguiar da Beira – centro de Portugal, *Publ. Museu Lab. Min. Geol.*, Univ. Porto, Memoria nº4, pp. 837-841.
- Weinberg, R. F., Sial, A. N., Pessoa, R. R., 2001. Magma flow within the Tavares pluton, northeastern Brazil: Compositional and thermal convection. *Geological Society of America Bulletin*, 113:508-520.

---

## Considering of Damage in Different Parts of Rotary Three Cone Bit- A Case Study of Golgohar Mine

M.Barzegar, S.Gharedash, M. Osanloo  
*Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran*

**ABSTRACT** The bit, which has directly contact with rock, is the main component of the drill tools since the bit cost is major part of drilling cost. Considering of bit damage will lead to appropriate view and optimum condition to drilling process. In this paper, damage on the four parts of three cone bit includes of button, cone, leg protection and reaming gage from drilled bit in Golgohar mine is analyzed. Results show that button and leg protection are the more vulnerable parts so that the most bits with the low performance have damage in these parts. Additionally, 80% of bits had damage at least in two parts when show the low lifetime. Damage in leg protection and button occur together approximately to half of bits. Produce of damage in the both leg protection and button simultaneously can lead to very low lifetime (under 800 m/bit) in the most time.

### 1 INTRODUCTION

Typical tools for drilling in surface mining are rotary drills. The bit is most important component of rotary drill tool because directly contact between bit and rock in the rock excavation always leads to produce of several damages on the bit surface and consequently cost of bit is higher than other parts of drill machine. Common rotary bits are three cone bits, which are mounted on rolling and ball bearings. These tools are equipped with cemented carbide (CC) buttons that provide a unique combination of hardness and toughness. These properties are resulted of the composite structure of very hard WC grains glued together with a ductile Co Binder phase that allows some plastic deformation in the structure bits (Beste, 2004). The main reason of damages is appearance of wear phenomenon. Several wear types such as abrasion, erosion, fatigue wear can occur in the bits with regard to contact condition. Best et al (2008) show that the

mechanism of deterioration on rotary/ percussive drill bit is due to appearance of different wear. Hence, most of researches and studies on the bit deterioration have been limited to analysis of wear types. Plinninger (2008) correlation of some indexes like Cerchar Abrasiveness Index (CAI), Rock Abrasiveness Index (RAI) and Schimazek Wear Index (SWI) by the bit lifetime in the rotary- percussive drill bit. Normally drill bit wear is taken as the bit lifetime; therefore, as a describe drill bit lifetime is expressed in drilled meters per bit [m/bit] (plinninger et al, 2002). Dominant concern in drilling process is increasing of bit performance by optimizing of the bit lifetime. This is impossible without analyzing of damage. Therefore, finding a proper approach about bit's damage and vulnerable parts of bits can be helpful to get bright understand about wear effects in order to improvement of bit quality with a very high lifetime. Most of research about bit's lifetime or damage has been done on the

rotary/percussive drill yet, but with growing of need for using of rotary three cones bit in open mines, it is necessary to analyzing of this bit. So, in this paper damage in the main parts of rotary three cone bit as common tool in open pit mine were studied in the Golgohar iron mine.

## 2 GOLGOHAR IRON MINE

Golgohar iron mine is located in 55 km distance from the Sirjan city in Kerman province, southeastern of Iran. Average elevation from sea level is 1750 meters. The proved ore reserve is 180 million tones. Approximately 145 million tones can be extracted from proved reserve. The elementary planned ore production rate was 5 million tones per year. Ore types in this mine were mainly hematite and magnetite with ranges of compression strength between 35.2 to 114 MP, and Schmidt hardness between 57 and 35 respectively.

## 3 DAMAGE ANALYSIS

The purpose of this paper is given an explicit analysis of damage of the different parts of bits, and considering of impact of damages on these parts on the decreasing of the bit lifetime. For this study, 30 drilled bits with poor lifetime from Golgohar mine have been analyzed. The amount of bit lifetime for these bits was under 1210 m/bit. All the bits were cemented carbide buttons from a model S60, which was manufactured by Sandvik cooperation. In addition, the bit lifetime was amounted as bore meters drilled in ore (Hematite and Magnetite), and it did not calculate the amount of bore meters drilled in waste ore. So, we consider four parts of a bit include button, cone, leg protection and reaming gage that is shown with abbreviate word B, C, L and R respectively. Fig.1 shows a schematic view of from three cones bit.

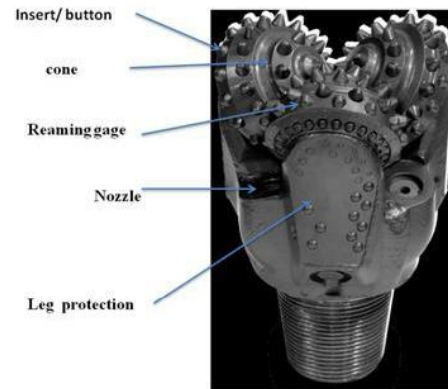


Figure1. Rotary tri cone

Reaming gage is located between leg and cone. It has twice the number of tungsten carbide inserts that actively cut gage diameters on conventional bits. Wear gage affects both steer ability and bearing life. Reaming gage wear causes to bearing failure by detouring of ball bearing. The main duty of leg protection is maintaining bearing and cone offset. Continuous contact between a leg with rock and as a result of that appearance of abrasive wear leads to remove material from leg surface and produce of deterioration in this area. Observations in the bits showed that breaking, cutting, flattening, rounding and removing of the buttons from the bit surface occur during the drilling process. These problems depend on the different conditions as well as inconsistency between the feed force and rotational speed, severe impact between bit and rough part of rock. In addition, formation of oxidation layer on the bit and elimination of these layers due to rock adherence to the bit and lack of transportation worn particles were another factors to create of damage in button of the bits. Analysis for cone part also showed that cone interaction, cone cracking and cone corrosion are the most important causes for cone damage.

Excessive temperature due to crashing of a bit into blast hole, cone plough, ball roller



break, inefficient cooling system, weaknesses of cone ridge layer against corrosion are the principal reason for cone damage. Damage analysis and the bit lifetime for each bit are shown in table 1.

Table shows that many of bits encounter with damage in more than one part. Damage in these parts depended on drilling condition and mechanism of material removal from the bit surface due to wear types.

Combination of the wear mechanisms such as fatigue wear, abrasive wear and erosive wear because of some changes in the rock properties and machine parameters affects to appearance of damage on the different parts. 80% of bit had damage at least in 2 parts; and 37% of bits undergone damage in any four parts. This data are given in the figure 2.

Table 1: damage analysis and the bit lifetime for each bit

Num	Damaged parts	Bit lifetime (m/bit)	Num	Damaged parts	Bit lifetime (m/bit)	Num	Damaged parts	DBL
1	L-B-C	821	11	L-R	911	21	R-C	973
2	L-B-R	1195	12	L-C	856	22	B	650
3	C	646	13	L-B-C	1210	23	L-B-C	481
4	L-B	697	14	L-B	849	24	R-B	634
5	B-C	1045	15	L-R	1041	25	R-B	854
6	L-B-R	523	16	B	792	26	L-B	611
7	L-B-R	1113	17	B	629	27	L	585
8	L-B	955	18	L-B-C	735	28	L-R-C	923
9	L-B-R-C	765	19	L-B-R	730	29	R	496
10	L-B-R	923	20	B-R-C	1073	30	B-R-C	721

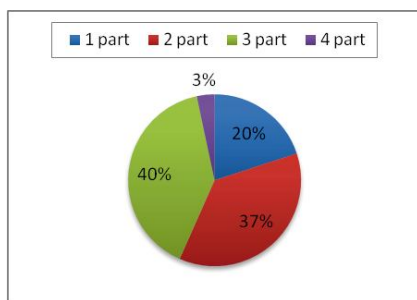


Figure 2. percent of involved parts in damage of bits

Analysis shows that both leg protection and button encounter simultaneously with damage in more than 14 bits (46.6%).

Simultaneously damage of leg with reaming gage, and reaming gage with button observed in 30% and 33.3% of bits, which this information are shown in the fig 3.

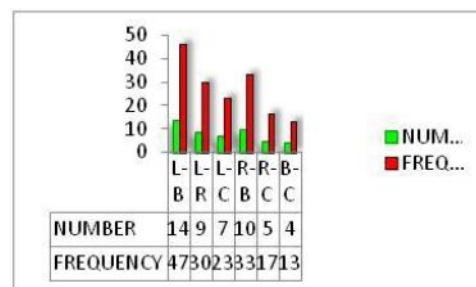


Figure 3. frequency of simultaneous damage in different parts of bit together

In figure 4 frequency of damage of each part are given. As result of that button in the bits was a sensitive part so that 73.3% bits faced with damage in this part. After button, the most of damages occurred in the leg protection. Therefore, leg protection, button vulnerable parts of bits because majority of bits had damage in these parts. Suitable design for these parts will decrease wear and cost in rotary drill bits.

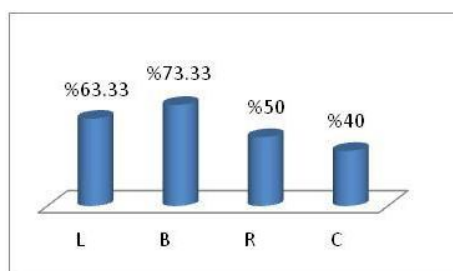


Figure 4. Frequency of damage in the parts of bit

The scatter diagram of damage for each parts of bit versus of the bit lifetime is shown in the figure 5. It shows that in the very low lifetime (under 800 m/bit) the most damage can produce in the both leg protection and button. So, it should be prevent from simultaneously occurrence of damage in leg and button in during of drilling operation to avoid of severe deterioration and very low lifetime. Fig.5 also expresses that damage in leg and reaming gage together will observe upper 800 m/bit in most of situation.

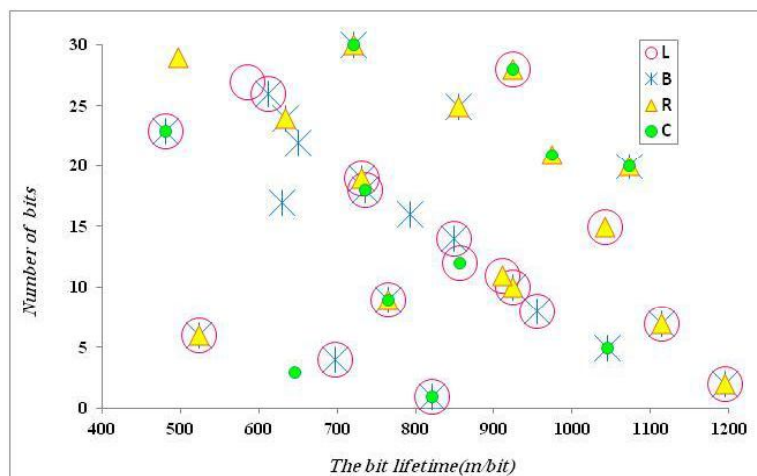


Figure 5. Scatter damage of parts of bits versus the bit lifetime

#### 4 CONCLUSION

In this paper, we consider influence of damage in the different parts of the rotary three cone bit. Results led to this study are shown in below:

- 80% of analyzed bit faced with damage at least in 2 parts. So, decrease in the bit lifetime and bit performance is due to damage in several parts together.
- Damage in leg protection and button occur together approximately half of bits. After, simultaneous damage in

reaming gage and button, leg and reaming gage observed in %33 and % 30 of bits respectively.

- Button in the bits was a sensitive part so that 73.3% bits faced with damage in this part. After button, the most of damages occurred in the leg protection.
- It shows that in the very low lifetime (under 800 m/bit) the most damage can produce in the both leg protection and button.

#### **REFERENCE**

Beste, U. Jacobson, S. Hogmark. 2008. Rock penetration into cemented carbide drill buttons during rock drilling. *Wear* 264: 1142-1151. Doi: 10.1016/j.wear.2007.01.030.

Beste, U. 2004. On the nature of cemented carbide wear in rock drilling. *Acta Universitatis Upsaliensis. Comprehensive summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of science and technology*; 964: p 13-17.

Plinninger, R. 2008. Abrasiveness Assessment for Hard Rock Drilling. *Geomech and Tunn* 1: 38-41. doi: 10.1002/geot.200800004.

Plinninger, R. Spaun, G. Thuro, K. 2002. Predicting tool wear in drill and blast. *Tunn & Tunnelling Int Mag*. 1-2.

---

# Fossil Fuel Use and Related Carbon Dioxide Emissions: A Global Perspective

I. Karakurt, G. Aydın

*Karadeniz Technical University, Department of Mining Engineering, Trabzon-Turkey*

**ABSTRACT:** The energy resources have been split into three categories: fossil fuels, renewable, and nuclear resources. Among these, the world relies heavily on fossil fuels to meet its energy requirements. They provide over 80% of the global energy demands. However, the fossil fuels are the largest global source of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions. Renewable and nuclear resources, therefore, are capable of being a substitute for fossil fuels since they services with zero and/or almost zero emissions of both air pollutants and greenhouse gases. In this paper, global status of fossil fuel use and reserves are reviewed. Additionally, fossil fuel-related carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions over the period of 1990 to 2035 are globally examined.

## 1 INTRODUCTION

The world energy demand has rapidly risen as a result of social and economical growth, urbanization and economic expansion (Asif and Munacer, 2007; Karakurt et al., 2009). Therefore, the uses of all kinds of energy increase over time, especially uses of fossil fuels are expected to continue supplying much of the energy used worldwide.

The world depends heavily on fossil fuels to meet its energy requirements. Fossil fuels that are oil, natural gas and coal, are projected to remain the mainstay of power generation, heating, and transportation purposes in many major economies. They provide over 80% of the global energy demands. On the other hand presently renewable energy and nuclear power are, respectively, only contributing 13% and 6% of the total energy needs. Without any climate policies, fossil-fuel energy will remain the dominant energy source for the next 30–50 years (Garg and Shukla, 2009; Panwar et al., 2011). However, fossil fuels, main source of energy, are inflicting enormous impacts on the environment. The increasing use of fossil fuels causes a

significant increase in greenhouse gases (GHGs) (Aydın et al., 2010; Karakurt et al., 2011). New and renewable energy sources will, therefore, become a solution for the growing challenges related to fossil fuels. Although at present, renewable energy contributes only 13% to world primary energy, it is expected that 60% of all world energy will come from renewable energy sources by the year 2070 (Karstad, 2011).

## 2 GLOBAL FOSSIL FUEL SOURCES

The fossil fuels, which are coal, natural gas, and oil, supply over 80% of primary energy used in the world and this figure is expected to remain largely the same through to 2030 (Keleş, 2011). Oil is the most used fossil energy source worldwide, accounting for 36.4% of primary energy consumption and 94.5% of global energy used for transportation (Maggio and Cacciola, 2009). Proved world oil reserves were estimated at 234.3 thousand billion tonnes at end of 2011. Almost 50% of the world's proved oil reserves is located in the Middle East. (BP, 2012). It is estimated that world proved reserves of oil in 2011 are sufficient to meet 54.2 years of global production. Proved reserves presented in the Table 1 include

only those estimated quantities of crude oil from known reservoirs. These proved reserves may be increased by the future as technologies advance. World oil production increased by 1.1 million barrels per day in 2011. OPEC economies are responsible for nearly all of these increases. On the other

hand; world oil consumption increased by approximately 600,000 barrels per day. Asia, South & Central America, and the Middle East consumed the majority of the oil in the same period.

Table 1. Proved oil reserves of the world at the end of 2011 (BP, 2012)

Region	Reserve (10 <sup>3</sup> x million tonnes)	Share (%)
Total North America	33.5	13.2
Total S. & Cent. America	50.5	19.7
Total Europe & Eurasia	19.0	8.5
Total Middle East	108	48.5
Total Africa	17.6	8.0
Total Asia Pacific	5.5	2.5
<b>World total</b>	<b>234.3</b>	<b>100</b>

It is estimated that world natural gas reserves were at 208.4 trillion cubic meters (see Table 2). That means, world proved reserves of natural gas in 2011 are sufficient to meet 63.6 years of global production. Majority of gas reserves is located in Middle East (38.4%), followed by Europe&Eurasia, and others. World natural gas production and consumption increased by 3.1 and 2.2%

respectively in 2011. The Middle East recorded the largest production increment among the regions, while the European Union experienced the sharpest decline in natural gas consumption. As a consequence, natural gas is projected to be the fastest growing fossil fuel globally to 2030 (BP, 2012; BP, 2012a).

Table 2. Proved natural gas reserves of the world at the end of 2011 (BP, 2012)

Region	Reserve (trillion m <sup>3</sup> )	Share (%)
Total North America	10.9	5.2
Total S. & Cent. America	7.6	3.6
Total Europe & Eurasia	78.7	37.8
Total Middle East	80.0	38.4
Total Africa	14.5	7.0
Total Asia Pacific	16.8	8.0
<b>World total</b>	<b>208.4</b>	<b>100</b>

The world benefits from a plentiful supply of coal. It has many uses critically important to economic development and poverty alleviation worldwide with the most significant being electricity generation, steel and aluminum production, cement manufacturing and use as a liquid fuel (Höök et al., 2010). Almost every country worldwide has coal reserves, however, approximately 70 of those has recoverable coal reserves. It remains abundant and broadly distributed around the world (Mason, 2007). Proved coal reserves in the

world at the end of 2011 were 861 billion tonnes (Gt) (Table 3). It is estimated that the proved reserves of coal in 2011 were sufficient to meet 112 years of global production. It is seen from Table 3 that world coal reserves can be distributed in thirds; one is located in North America (28.5%), dominated by the United States; other is located in Europe&Eurasia (35.4%), dominated by Russia and the last is located in Asia Pacific (30.9%), dominated by China and Australia.

Table 3. Proved coal reserves of the world at the end of 2011 (BP, 2012)

Region	Reserves (million tonnes)			
	Bituminous and anthracite	Sub-bituminous and Lignite	Total	Share (%)
North America	112835	132253	245088	28.5
S. & Cent. America	6890	5618	12508	1.5
Europe & Eurasia	92990	211614	304604	35.4
Middle East	1203	-	1203	0.1
Africa	31518	174	31692	3.7
Asia Pacific	159326	106517	265843	30.9
<b>World total</b>	<b>404762</b>	<b>456176</b>	<b>860938</b>	<b>100</b>

### 3 FOSSIL FUEL-RELATED CARBON DIOXIDE (CO<sub>2</sub>) EMISSIONS

Climate change is one of the most difficult challenges facing the world today and preventing will necessitate profound changes in the way we produce, distribute and consume energy. Fossil fuels such as coal, oil and gas provide about three-quarters of the world's energy. However, when these same fuels are burned, they emit greenhouse gases (GHGs) that are now recognized as being responsible for climate change (Yuksel, 2008; Yuksel, 2009). Fossil fuels, the main energy source, are the largest global source of CO<sub>2</sub> emissions. They are responsible for CO<sub>2</sub> emissions both directly and indirectly through the consumption of secondary form of energy. The activities resulting directly in CO<sub>2</sub> emission release are the production of electricity and heat and the combustion of fuels in non-electric transportation such as road, air and water-based transport (Douthwaite and Healy, 2003).

Global dependence on fossil fuels has led to the release of over 1100 GtCO<sub>2</sub> into the atmosphere since the mid-19th century. Currently, energy-related GHG emissions, mainly from fossil fuel combustion for heat supply, electricity generation and transport, account for around 70% of total emissions including carbon dioxide, methane and some traces of nitrous oxide (IPCC, 2007; Yuksel, 2010). The past, recent and future trends in fossil fuel-related CO<sub>2</sub> emissions are shown in Fig.1. As can be seen; the relative contributions of different fossil fuels to total CO<sub>2</sub> emissions have dramatically changed

over time. It can be also concluded from the Fig.1 that coal-related emissions is the fastest growing emissions over time since the coal is the most carbon-intensive of the fossil fuels.

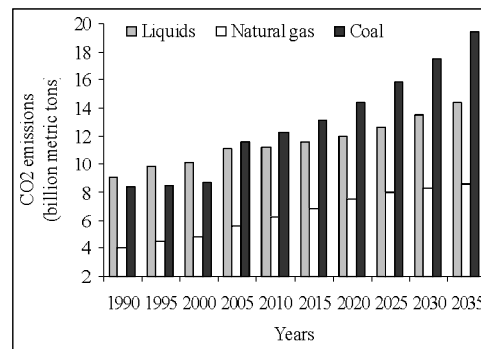


Figure 1. Fossil fuel-related CO<sub>2</sub> emissions by fuel type

The trend of CO<sub>2</sub> emissions from liquid fuels worldwide over a couple of decades is depicted in Fig.2. As can be seen, world CO<sub>2</sub> emissions from the consumption of liquid fuels show an increasing trend over time and are projected to continue to increase towards 2035. The majority of the increasing in CO<sub>2</sub> emissions comes from non-OECD countries, despite a low growing rate in OECD countries.

World CO<sub>2</sub> emissions from natural gas consumption over the period of 1990 to 2035 are shown in Fig.3. It can be clearly seen that the growth in CO<sub>2</sub> emissions is occurring in both OECD and non-OECD countries. However, it can be concluded that

the non-OECD would lead as the predominant source of future emissions.

Coal is the most abundant fossil fuel in the world and continues to be a vital resource in many countries (IPCC, 2007; Aydin and Karakurt, 2009). Among the fossil fuels, coal is the only fossil fuel with estimated reserves sufficient to dramatically increase the global CO<sub>2</sub> emissions (Thielemann et al., 2007; Rufael, 2010). Figure 4 presents the past and future trends of global CO<sub>2</sub> emissions from coal consumption. In the Fig.4, it can be obviously seen that the growth of CO<sub>2</sub> emissions over time has shown substantial variation.

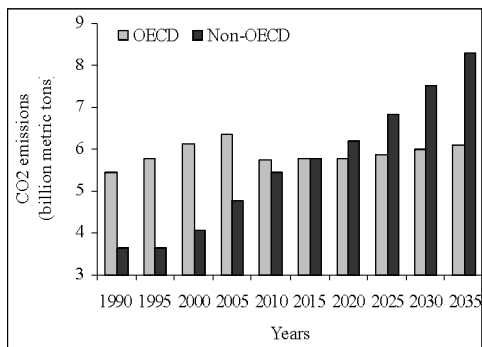


Figure 2. World CO<sub>2</sub> emissions from liquid combustion

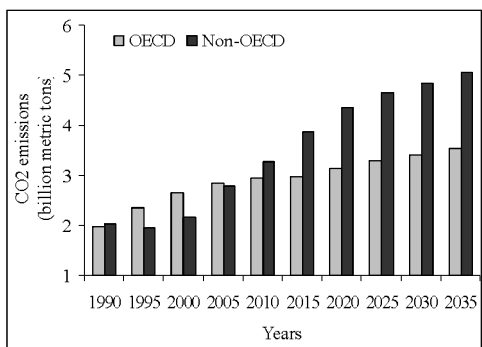


Figure 3. World CO<sub>2</sub> emissions from natural gas combustion

The emissions from non-OECD countries show an increasing trend, especially after 2005, whereas the emissions from OECD countries remain stable over the same

period. The majority of coal-related CO<sub>2</sub> emissions comes from China, the United States and India. China's heavy reliance on coal will make it the largest emitter of CO<sub>2</sub> in the world (Guan et al., 2008).

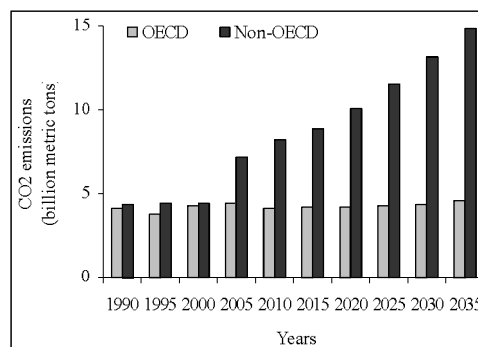


Figure 4. World CO<sub>2</sub> emissions from coal combustion

#### 4 CONCLUSIONS

Fossil fuels which are known as oil, coal and gas, play a crucial role in the global economy. Among them, oil is the most used fossil energy source worldwide. All kinds of fossil fuels provide currently over 80% of the global energy demands. From the current figures, energy from fossil fuels will continue to dominate energy supplies towards 2070. Fossil fuels are the largest global source of CO<sub>2</sub> emissions. Global dependence on fossil fuels has led to the release of over 1100 Gt CO<sub>2</sub> into the atmosphere. It can be disclosed from the absolute figures that the total fossil fuel-related CO<sub>2</sub> emissions have dramatically increased over time. Coal is the largest contributor to the world fossil fuel-related CO<sub>2</sub> emissions since coal is the most carbon-intensive of the fossil fuels, whereas natural gas is the fossil fuel that produces the lowest amount of CO<sub>2</sub>. The majority of fossil fuel-related CO<sub>2</sub> emissions results from Non-OECD countries.



## REFERENCES

- Asif, M., Munaeer, T., 2007. Energy supply, its demand and security issues for developed and emerging economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 1388-1413.
- Aydin, G., Karakurt, I., 2009. The utilization technologies of methane produced from underground coal seams. Pamukkale University, *Journal of Engineering Sciences* 15 (1), 129-136 (in Turkish).
- Aydin, G., Karakurt, I., Aydiner, K., 2010. Evaluation of geologic storage options of CO<sub>2</sub> : Applicability, cost, storage capacity and safety. *Energy Policy* 38(9): 5072-5080.
- BP, 2012a. Energy Outlook Booklet 2030 by British Petroleum, available at [http://www.bp.com/liveassets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2008/STAGING/local\\_assets/2010\\_downloads/2030\\_energy\\_outlook\\_booklet.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/2010_downloads/2030_energy_outlook_booklet.pdf), accessed on 10 December 2012.
- BP., 2012. Statistical review of World energy full report by British Petroleum, available at [http://www.bp.com/assets/bp\\_internet/globalbp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2011/STAGING/local\\_assets/pdf/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_full\\_report\\_2012.pdf](http://www.bp.com/assets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGING/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.pdf), accessed on 1 November 2012.
- Douthwaite, R., Healy, D., 2003. Subsidies and emissions of greenhouse gases from fossil fuels. A report to Comhar the National Sustainable Development Partnership on behalf of Feasta, the Foundation for the Economics of Sustainability and Friends of the Irish Environment.
- Garg, A., Shukla, R.P., 2009. Coal and energy security for India: Role of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) capture and storage (CCS). *Energy* 34, 1032-1041.
- Guan, D., Hubacek, K., Weber, L.C., Peters, P.G., Reiner, M.D., 2008. The drivers of Chinese CO<sub>2</sub> emissions from 1980 to 2030. *Global Environmental Change* 18, 626-634.
- Höök, M., Zittel, W., Schindler, J., Aleklett, K., 2010. Global coal production outlooks based on a logistic model. *Fuel* 89, 3546-3558.
- IPCC., 2007. Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate change mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the IPCC Cambridge University Press.
- Karakurt, I., Aydin, G., Aydiner, K., 2009. Energy production by oxidation of mine ventilation air. In proceedings of the 3<sup>rd</sup> Balkan Mining Congress, pp. 585-592, Izmir, Turkey (in Turkish).
- Karakurt, I., Aydin, G., Aydiner, K., 2011. Mine ventilation air methane as a sustainable energy source. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15: 1042-1049.
- Karstad, I.P., 2011. The energy and climate challenges: A threat to economic development?, available at <http://www.pikarstad.com/downloads/Paper%20-%20World%20Economics%20-The%20energy%20and%20climate%20challenges.pdf>, accessed on 14.07.2011.
- Keleş, S., 2011. Fossil Energy Sources, Climate Change, and Alternative Solutions. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* 33(12), 1184-1195.
- Maggio, G., Cacciola, G., 2009. A variant of the Hubbert curve for world oil production forecasts. *Energy Policy* 37, 4761-4770.
- Mason, J.E., 2007. World energy analysis: H<sub>2</sub> now or later?. *Energy Economics* 35, 1315-1329.
- Panwar, L.N., Kaushik, C.S., Kothari, S., 2011. Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, 1513-1524.
- Rufael, W.Y., 2010. Coal consumption and economic growth revisited. *Applied Energy* 87, 160-167.
- Thielemann, T., Schmidt, S., Gerling, P.J., 2007. Lignite and hard coal: Energy suppliers for world needs until the year 2100-An Outlook. *International Journal of Coal Geology* 72, 1-14.
- Yuksel, I., 2008. Global warming and renewable energy sources for sustainable development in Turkey. *Renewable Energy* 33, 802-12.
- Yuksel, I., 2009. Hydroelectric power in developing countries. *Energy Sources Part B: Economics, Planning, and Policy* 4, 377-86.
- Yuksel, I., 2010. As a renewable energy hydropower for sustainable development in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, 3213-3219.



## A Review of Turkey Energy Sources and Related CO<sub>2</sub> Emissions

G. Aydın, I. Karakurt

*Karadeniz Technical University, Department of Mining Engineering, 61080, Trabzon-Turkey*

**ABSTRACT:** Turkey has many energy resources to meet its own energy requirements. However, since its energy consumption is growing faster than its energy production depending on the rapidly growth in population and economy, Turkey has become an energy importer country. On the other hand, the dependence on energy resources, mainly fossil fuels which are the main source of energy, is inflicting enormous impacts on the environment throughout the world in addition to Turkey. For instance, the increasing use of fossil fuels causes a significant increase in greenhouse gases (GHGs) especially carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions. In this study, a review on energy sources and related CO<sub>2</sub> emissions in Turkey is provided. Energy sources and related CO<sub>2</sub> emissions of Turkey are presented on the basis of past, current and future directions.

### 1 INTRODUCTION

Energy is one of the most important strategic subjects for both developing and non-developing countries. Increased rates of industrialization in North America, Europe and Japan had dominated the increases in energy use by cheap fossil fuels in the past. However, recently additional factors such as China's and India's rapid growth in energy use since they are about a third of the world's population, the expected depletion of oil sources in the near future and the effect of climate change make the picture a few couple of decades more complex (Goswami, 2007; Ozyurt, 2010). On the other side, the renewable energy sources and/or technologies and nuclear power are becoming power solutions for the future increasing energy demands (Balat, 2007).

The total primary energy demand in the world increased from 7.228 Mtoe in 1980 to 12.842 Mtoe in 2010, and it would be 17.095 Mtoe by 2030 (Yuksel, 2010; Keleş, 2011). Almost 88% of this demand is met by fossil fuels. On the other hand; world primary energy consumption grew by 5.6% in 2010,

the strongest grow since 1973. Growth was above average for oil, natural gas, coal, nuclear, hydroelectricity in addition to for renewables in power generation. Oil remains the dominant fuel (roughly 37% of world total). The share of coal in total energy consumption continues to rise, and the share of natural gas was the highest on record (BP, 2012). Worldwide energy consumption would continue to increase in particular due to the China's and India's increasing use energy. Even these increases continue for a few years, it can not be continued too long. Therefore, this picture shows that it is highly important to search for all of the available strategies to meet the future energy demand for sustainable development all over the world.

Turkey is an energy importing country. Almost 70% of the energy requirement is supplied by imports. Fossil fuels have the biggest share in the country's total primary energy consumption (Kömürçü and Akpınar, 2009). At present, fossil fuels account for more than 90% of the total energy consumption in the country (Kaygusuz, 2010; Erdem, 2010). Turkey, with a population of over 70 million, is a bridge

between Europe and Asia. As also a developing country, Turkey has been one of the fast growing power markets of the world for more specifically the last two decades.

Turkey's primary energy production and consumption reached 39.22 and 152.23 Mtoe in 2010 respectively (Table 1 and Table 2) Toklu et al., 2010). The most significant developments in production are observed in hydropower, coal, geothermal and solar

energy production. Turkey's use of hydropower, geothermal and solar thermal energy has increased since 1990, while the total share of renewable energy sources in total final energy consumption has declined, owing to the declining use of non-commercial biomass and the growing role of natural gas in the system.

Table 1. Present and future total energy production in Turkey (Mtoe)

Energy sources	History			Projections		
	1990	2000	2006	2010	2020	2030
Coal and lignite	12.41	13.29	12.90	26.15	32.36	35.13
Oil	3.61	2.73	2.28	1.13	0.49	0.17
Gas	0.18	0.53	0.84	0.17	0.14	0.10
Biomass and wastes	7.21	6.56	5.17	4.42	3.93	3.75
Nuclear	-	-	-	-	7.30	14.60
Hydropower	1.99	2.66	3.86	5.34	10.00	10.00
Geothermal	0.43	0.68	0.70	0.98	1.71	3.64
Solar/wind/other	0.03	0.27	0.42	1.05	2.27	4.28
<b>Country total</b>	<b>25.86</b>	<b>26.71</b>	<b>26.17</b>	<b>39.22</b>	<b>58.20</b>	<b>71.68</b>

Table 2. Present and future total energy consumption in Turkey (Mtoe)

Energy sources	History				Projections	
	1990	2000	2006	2010	2020	2030
Coal and lignite	16.94	23.32	35.46	39.70	107.57	198.34
Oil	23.61	31.08	34.60	51.18	71.89	102.38
Gas	2.86	12.63	19.40	49.58	74.51	126.25
Biomass and wastes	7.21	6.56		4.42	3.93	3.75
Nuclear	-	-	-	-	7.30	14.60
Hydropower	2.01	2.68	3.86	5.34	8.76	10.00
Geothermal	0.43	0.70	0.70	1.23	1.71	3.64
Solar/wind/other	0.03	0.27	0.42	1.10	2.27	4.28
<b>Country total</b>	<b>53.05</b>	<b>77.52</b>	<b>99.61</b>	<b>152.23</b>	<b>279.20</b>	<b>463.24</b>

## 2 ENERGY SOURCES OF TURKEY

The main energy resources of Turkey are hard coal, lignite, asphaltite, petroleum, natural gas, hydroelectric energy, and geothermal energy. Turkey has poor oil and natural gas reserves; 44.3 million tonnes and 6.2 million m<sup>3</sup>, respectively (Kaygusuz,

2009; Baris, 2011). However, oil is the most important fuel in Turkey, contributing 43% of the total primary energy supply (TPES), followed by coal (almost 30% of TPES) and natural gas (11.8% of TPES) (Canyurt and Ozturk, 2008). Currently, oil and coal supply over 70% of energy needs in Turkey. As can be understood, oil and coal have the biggest

share in total primary energy consumption. The country has large reserves of coal, particularly of lignite (Karakurt et al., 2011). The proved coal reserves as of end 2010 are 2343 million tonnes. Approximately 0.3% of the world's coal reserves are in Turkey. Domestically produced coal accounts for more than half of the country's total energy production. Coal is used mainly for power generation, cement production, and steel manufacturing (Kilic and Kaya, 2007; Balat, 2010). Turkey is one of the biggest producers of lignite in the world. The majority of lignite comes predominantly from deposits of the Afşin-Elbistan Basin (Akdeniz et al., 2002). In contrast to large coal and lignite reserves, Turkey's oil and natural gas reserves seem limited (Table 3). The country also has a large potential for renewable energies.

In Turkey, renewable sources represent the second-largest domestic energy source after coal (Ozturk et al., 2007; Toklu et al., 2010). In 2009, renewable sources provided 19.6% of the total power generation in

Turkey (hydropower accounted for 95% of this total and wind power for 4%, the remaining 1% came from biomass and geothermal energy), while natural gas, coal, oil and other sources were responsible for 49, 28, 3 and 1% in power generation respectively (IEA., 2009). Table 4 presents the country's renewable energy resources (Ozgun, 2008). On the other hand, Turkey currently does not have any nuclear power plants in operation. However, it has a long-standing nuclear research programme and has been considering nuclear power for many years. A number of steps have been taken over recently to prepare the legal and institutional framework needed for a nuclear programme. For this purpose, two suitable sites have been identified, one at Akkuyu in Mersin, on the Mediterranean coast of the Turkey and the other at Sinop, on the Black Sea coast of the Turkey. Activities in both sites are underway (Sirin, 2010).

Table 3. The amount of fossil energy resources in Turkey (Toklu et al., 2010)

Sources	Appar ent	Proba ble	Possi ble	T otal
Hard coal (million tonnes)	428	449	249	1126
Lignite (million tonnes)	7339	626	110	8075
Asphaltite (million tonnes)	45	29	8	82
Bituminous schist (million tonnes)	555	1086	269	1641
Oil (million tonnes)	36	-	-	36
Natural gas (billion m <sup>3</sup> )	8.8	-	-	8.8

Table 4. Renewable energy potential of Turkey

Energy type	Usage purpose	Natural capacity	Techni cal	Economi cal
Solar energy	Electric (billion kWh)	977,000	6105	305
	Thermal (Mtoe)	80,000	500	25
Hydropower	Electric (billion kWh)	430	216	127.4
Wind energy (land)	Electric (billion kWh)	400	110	50
Wind energy (off shore)	Electric (billion kWh)	-	180	-
Wave energy	Electric (billion kWh)	150	18	-
Geothermal energy	Electric (billion kWh)	-	-	1.4
	Thermal (Mtoe)	31,500	7500	2.843
Biomass energy	Fuel (classic)(Mtoe/year)	30	10	7
	Fuel (modern) (Mtoe/year)	90	40	25

### 3 FOSSIL FUEL-RELATED CO<sub>2</sub> EMISSIONS IN TURKEY

Turkey is not in a critical place in the world from the standpoint view of its greenhouse gas (GHG) emissions since CO<sub>2</sub> emissions per capita are only three quarters of world average. Although the energy demand of the country increases rapidly, Turkey's contribution to global GHG emissions is considerably below the average of Annex I countries (Pehlivan and Demirbas, 2008).

Related to its rapid economic growth, Turkey's total emissions of the GHGs have increased since 1980. As can almost be seen in all countries, the energy sector in Turkey has also the key position for the emission of GHG. In the country, the highest emission increase has been observed in energy industries with 201.4%. Then it has followed by other sectors with 128.7%, transport with 80.0% and manufacturing industries with 46.8%. The emission from the energy sector mainly comprises the fuel combustion. Approximately 90% of the total CO<sub>2</sub> emission has been emitted from the energy consumptions. The total CO<sub>2</sub> increase in energy sector in 2009 compared to year 1990 was 114.0%. As a sectoral base, the electricity production is the largest contributors, representing 38% of total emissions and electricity production was followed by other sectors accounting for 25% of total emissions. After these sectors, industries and transportation sectors were the next largest contributors with shares of 20% and 17% respectively (Anon., 2011).

CO<sub>2</sub> emissions from the electricity production have increased faster than the other sectors due to the rapid development of fossil fuel-fired power plants in the country. 33% of the country's total CO<sub>2</sub> emissions come from fossil fuel-fired power plants. Found almost all over the country, lignite represents more than 90% of the production in Turkey and comes mainly from open mines. It has a very low calorific value and high content in sulphur and ash (Yılmaz and Uslu, 2007). Therefore, most of produced lignite is consumed at power plants for electricity generation and these power plants

have big share in total CO<sub>2</sub> emissions from consumption of coal in Turkey. It is estimated that installed capacity of fossil fuel-fired power plants will increase from 38.09 megawatts (MW) in 2010 to 69,19MW in 2020 (Demirbas, 2006; Erdem, 2010). Increase in CO<sub>2</sub> emissions of Turkey is closely linked to the increase in the population and the country's energy consumption (EIA., 2011).

Since 1975, fossil fuel-related CO<sub>2</sub> emissions have risen from 58.75 million metric tons (Mt) to 200.5 Mt in 2000 and 253 Mt in 2009 (Fig.1). Emissions grew by almost 330% compared to 1975 levels. During 1975 to 1995, oil had historically the most share representing an average of 56.8%, while coal had the second share with an average of 41.9% in total emissions. On a fuel basis; following the year 2000, coal has historically remained dominant source of CO<sub>2</sub> emissions with a share of average 43%, followed by oil and gas in total fossil fuel-related emissions. Oil has seen its share decline after 2000, while emissions from natural gas use, mostly due to the power generation and residential heating, have increased rapidly following the gasification of the country (Akpınar et al., 2008).

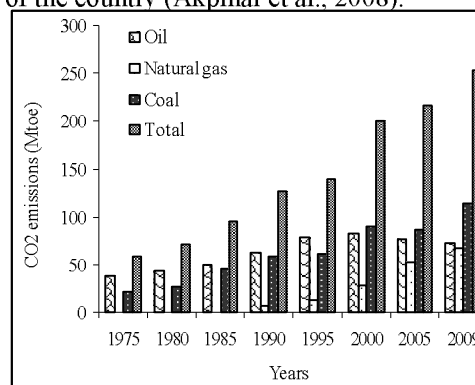


Figure 1. Historical trends in fossil fuel related CO<sub>2</sub> emissions of Turkey

According to recent projections, total primary energy supply in Turkey will almost double between 2002 and 2020, with coal accounting for an increasingly important

share, rising from 26 % in 2002 to 36 % in 2020, principally replacing oil, which is expected to drop from 40 % to 27 %. Such trends will lead to a significant rise in CO<sub>2</sub> emissions, which are projected to reach nearly 600 Mt in 2020, nearly three times of 2004 levels (Conzelman and Koritarov, 2002; Ozgur, 2008).

#### 4 CONCLUSIONS

The energy sector in Turkey is dependent upon fossil sources. Oil and coal are of two major fossil sources used in Turkey. Also natural gas use clearly has increased. Turkey's fossil fuel reserves in terms of the oil and natural gas are limited and therefore the country will have difficulty in meeting the anticipated demand for oil, natural gas and even coal in the future. New and renewable energies will, therefore, become a solution for the growing challenges related to fossil fuels for both Turkey and world.

From the absolute figures; the fossil fuels has the key position for CO<sub>2</sub> emissions in Turkey. Almost 90% of the total CO<sub>2</sub> emission is emitted from the energy consumptions, mainly fossil fuels. CO<sub>2</sub> emissions from the electricity production have increased faster than the other sectors due to the rapid development of fossil fuel-fired power plants in the country. On a fuel basis; it can be noted that coal has historically remained dominant source of CO<sub>2</sub> emissions with a share of average 43%, followed by oil and gas in total fossil fuel-related emissions.

#### REFERENCES

- Akdeniz, F., Çağlar, A., Güllü, D., 2002. Recent energy investigation on fossil and alternative nonfossil resources in Turkey. *Energy Conversion and Management* 43, 575-89.
- Akpınar, A., Kömürcü, I.M., Kankal, M., Özölçer, H.I., Kaygusuz, K., 2008. Energy situation and renewables in Turkey and environmental effects of energy use. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12, 2013-2039.
- Anon., 2011. Turkey Greenhouse Gas Inventory, 1990 to 2009. Annual Report for submission under the Framework Convention on Climate Change, available at [http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/5888.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/5888.php), accessed on 19 May 2011.
- Balat, H., 2007. A renewable perspective for sustainable energy development in Turkey: The case of small hydropower plants. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 2152-2165.
- Balat, M., 2010. Security of Energy Supply in Turkey: Challenges and Solutions. *Energy Conversion and Management* 51, 1998-2011.
- Baris, K., 2011. The role of coal in energy policy and sustainable development of Turkey: Is it compatible to the EU energy policy?. *Energy Policy* 39, 1754-1763.
- BP., 2012. Statistical review of World energy full report by British Petroleum, available at [http://www.bp.com/assets/bp\\_internet/global\\_bp/globalbp\\_uk\\_english/reports\\_and\\_publications/statistical\\_energy\\_review\\_2011/STAGI/NG/local\\_assets/pdf/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_full\\_report\\_2012.pdf](http://www.bp.com/assets/bp_internet/global_bp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2011/STAGI/NG/local_assets/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_report_2012.pdf), accessed on 1 November 2012.
- Canyurt, E.O., Ozturk, K.H., 2008. Application of genetic algorithm (GA) technique on demand estimation of fossil fuels in Turkey. *Energy Policy* 36, 2562-2569.
- Conzelman, G., Koritarov, V., 2002. Turkey energy and environmental review, Task 7: energy sector modeling, prepared by Center for Energy, Environmental, and Economic Systems Analysis (CEEESA), Argonne National Laboratory.
- Demirbas, A., 2006. Turkey's renewable energy facilities in the near future. *Energy Source Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* 28, 527-36.
- EIA., 2011. International Energy Statistics. Available at <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedind/ex3.cfm?tid=3&pid=3&aid=8&cid=regions&syid=2000&eyid=2009&unit=MMTCD>, accessed on 1 July 2011.
- Erdem, B.Z., 2010. The contribution of renewable resources in meeting Turkey's energy-related challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, 2710-2722.
- Goswami, Y.D., 2007. Energy: The burning issues. *Refocus* 8(1), 22-25.
- IEA., 2009. International Energy Agency. Energy policies of IEA countries: Turkey 2009 Review, available at <http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2009/turkey2009.pdf>, accessed at 24 July 2011.

- Karakurt, I., Aydin, G., Aydiner, K., 2011. Methane emissions from Turkey: The share of mining activities. In proceedings of the 22<sup>nd</sup>. International Mining Congress and Exhibition of Turkey, pp. 449-453, Ankara, Turkey.
- Kaygusuz, K., 2009. Energy and environmental issues relating to greenhouse gas emissions for sustainable development in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, 253–270.
- Kaygusuz, K., 2010. Sustainable energy, environmental and agricultural policies in Turkey. *Energy Conversion and Management* 51, 1075–1084.
- Keleş, S., 2011. Fossil Energy Sources, Climate Change, and Alternative Solutions. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects* 33(12), 1184-1195.
- Kilic, F.C., Kaya, D., 2007. Energy production, consumption, policies, and recent developments in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 1312–20.
- Kömürcü, I.M., Akpınar, A., 2009. Importance of geothermal energy and its environmental effects in Turkey. *Renewable Energy* 34, 1611-1615.
- Ozgun, A.M., 2008. Review of Turkey's renewable energy potential. *Renewable Energy* 33, 2345-2356.
- Ozturk, H.K., Yilanci, A., Atalay, O., 2007. Past, present and future status of electricity in Turkey and the share of energy sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 11, 183–209.
- Ozyurt, O., 2010. Energy issues and renewables for sustainable development in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14(9), 2976-2985.
- Pehlivan, O., Demirbas, A., 2008. Energy economy, energy policy, and energy/carbon taxes of Turkey. *Energy Source Part B: Economics, Planning, and Policy* 3, 26-40.
- Sirin, M.S., 2010. An assessment of Turkey's nuclear energy policy in light of South Korea's nuclear experience. *Energy Policy* 38, 6145-6152.
- Toklu, E., Güney, S.M., Işık, M., Comaklı, O., Kaygusuz, K., 2010. Energy production, consumption, policies and recent developments in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, 1172-1186.
- Yılmaz, O.A., Uslu, T., 2007. The role of coal in energy production-consumption and sustainable development of Turkey. *Energy Policy* 35, 1117–1128.
- Yuksel, I., 2010. As a renewable energy hydropower for sustainable development in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 14, 3213-3219.



## Volkanik Cüruf Agregaların Çimentosuz Yalıtım Plakaların Üretiminde Kullanımı *Use of Volcanic Slug Aggregates to Produce Cementless Insulation Plates*

L. Gündüz, N. Şapcı

*Süleyman Demirel Üniversitesi, Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi, Isparta*

İ. Elmaşu

*Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh. Fak., Maden Müh. Böl., Isparta*

**ÖZET** Son yıllarda yalıtım amaçlı plâkaların binaların gerek iç cephe, gerekse dış cephelerinde yalıtım kaplama elemanı olarak yaygın bir kullanımı söz konusudur. Bu çalışmada, volkanik cüruf agregalar ile Portland çimentosuz kompozit bileşenler şeklinde düşük birim ağırlıklı yalıtım plâkası üretimi üzerine bir ArGe çalışmasının bulguları tartışılmaktadır. Isısal konfor özelliği yüksek ve birim hacim ağırlığı  $1000 \text{ kg/m}^3$ 'den daha düşük plaka ürünlerin geliştirilebileceği belirlenmiştir.

**ABSTRACT** In recent years, the use of insulation plates applied on both interior and exterior surfaces of buildings is a well-known subject as an insulation coating elements. In this study, an extensive research finding was discussed on low density insulation plate production by volcanic slug aggregate with Portland cementless composite components. Improving the plate products as high thermal comfort properties and having unit volumetric weight less than  $1000 \text{ kg/m}^3$  was determined.

### 1 GİRİŞ

Ülkemizin genellikle zengin yeraltı ve yerüstü kaynaklarına sahip olduğu bilinen bir gerçektir. Gerek metalik madenler, gerekse de endüstriyel hammaddeler açısından önemli değerlere sahiptir. Ancak ülkemizdeki en büyük problem, var olan malzemenin ya da madenin hak edildiği derecede işlenip endüstriye ve güncel hayata kazandırılması noktasında eksik kalışımızdır. Konu üzerine yoğunlaştırılacak ArGe çalışmalarıyla, ülkemizin endüstriyel hammadde kaynaklarının endüstriyel alanlarda değerlendirilebilirlik olanakları incelenmeli ve yeni ürün türevlerinin gelişimi için yeterli düzeyde bilimsel çalışmalar yapılmalıdır.

Bunların yanı sıra, bugün için mecburi olarak bağımlı olduğumuz değerler söz konusudur. Bu değerlerin başında enerji

hammaddeleri gelmektedir. Ülke olarak ısınmak, ulaşım, sanayii ölçekli çalışma amaçlı, hayatımızı devam ettirmek için zorunlu ihtiyaçlarımızı karşılamak nedeniyle bu enerji hammaddelerine gereksinim duymaktayız. Bu ihtiyacımızdan vazgeçebilme gibi bir lüksümüz pek de mümkün görülmemektedir. Ancak aynı iş ya da ihtiyaç, daha az enerji kullanarak karşılanabilirse hem bireysel ekonomi, hem de ülke ekonomisine katkı sağlanmış olur.

Günümüzde ısı yalıtım amaçlı birçok malzemenin varlığı söz konusudur. Ancak bunların büyük bir kısmı suni malzemelerden oluşmakta ya da organik malzeme içeriklidir. Bunun birçok dezavantajlı hususları söz konusu olabilmektedir. Alev alması, yangına karşı dayanımlarının düşüklüğü ve atmosferik şartlardan etkilenmesi gibi özellikler sadece bunlardan birkaçıdır.

Bu makale kapsamındaki yürütülen ArGe çalışmasındaki en önemli amaç, doğal bir malzemeden ürün türevleri ortaya koymaktır. Ancak bazen tek bir doğal malzemeyle istenilen tüm ihtiyaçlara cevap bulabilmek pek de mümkün görülmemektedir. Bu bağlamda, kompozit malzeme kullanımlarına doğru yönelmek daha anlamlı olabilmektedir. Kompozit harçlar, bağlayıcı maddeler, agrega ve yeterli miktardaki suyun ve gerektiğinde harcın özelliklerini geliştirmek amacı ile kullanılan polimer katkı maddelerinin karıştırılması ile elde edilen bir yapı malzemesidir (Gündüz vd., 2007).

Bu makale çalışmasında, kompozit bir ürün olarak nitelendirilebilecek normal Portland çimentosu içermeyen yalıtım amaçlı plâka ürünü geliştirilmesi üzerine bir dizi deneysel çalışmalar yapılmıştır. Bu incelemede, TS EN 998-1 standardı ve ASTM standartlarında öngörülen parametrelere göre bir dizi teknik analizler yapılmıştır. Elde edilen bulgular yalıtım amaçlı plâka olarak kullanılabilirlik açısından irdelenmiştir.

## 2 VOLKANİK CÜRUF AGREGA

Volkanik cüruf agrega, çeşitli volkanik aktivitelere bağlı olarak, bazaltik karaktere sahip lavların, patlamanın oluşturduğu basıncın etkisiyle, çatlaklar boyunca sızması sonucu oluşan bazaltik-andezitik kompozisyona sahip, gözenekli, camsı volkanik bir kayaç türüdür.

Volkanik orijinli, boşluklu ve doğal gözenekli bir yapıya sahip olan cüruf oluşumları, volkanik faaliyetlerin bulunduğu dünyanın birçok bölgesinde bulunmaktadır. Ülkemiz, bu kayaç oluşumu ve ekonomik olarak değerlendirilebilirlik bakımından, önem arz etmektedir. Özellikle, Ege Bölgesi ve Akdeniz Bölgesinin bazı illerinde, oldukça geniş oluşumlara rastlamak mümkündür. Manisa bu iller arasında yer almaktadır. Özellikle, Manisa ili Kula ve Salihli ilçeleri çevresinde bulunan, volkanik cüruf oluşumlarının dağılımı göz önüne alındığında, bu volkanik kayaç oluşumlarının endüstriyel olarak değerlendirilebilirliği

önemli olmaktadır (Demirdağ ve Gündüz, 2003).

Volkanik cüruflar, aynı zamanda fiziksel, kimyasal ve yapısal özelliği itibariyle, inşaat sektöründe kullanılan doğal hafif agrega sınıfına girmektedir. Bu agregaların bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri genel olarak Çizelge 1 ve Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 1. Volkanik Cüruf Agregaların Kimyasal Özellikleri.

Majör Bileşen	% Değer
SiO <sub>2</sub>	45,1 – 46,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,5 – 15,8
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10,4 – 10,8
CaO	8,5 – 8,9
MgO	5,6 – 6,1
SO <sub>3</sub>	0,03 – 0,04
Na <sub>2</sub> O+ K <sub>2</sub> O	11,1 – 11,8
A.K.	1,3 – 1,9

Çizelge 2. Volkanik Cüruf Agregaların Bazı Fiziksel özellikleri.

Boyut Aralığı (mm)	Gevşek Birim Hacim Kütle (kg/m <sup>3</sup> )	Su emme Oranı (%)
>32	200 - 220	32 - 35
16-32	320 - 360	25 - 28
8-16	470 - 510	22- 25
4-8	620 - 670	18 - 21
2-4	750 - 820	14 - 17
1-2	900 - 950	12 - 14
0,5-1	980 - 1100	11 - 13
0,25-0,50	1200 - 1290	8 – 9,5
<0,25	1340 - 1420	-

Bilindiği gibi deprem sistematığı açısından binaların ölü yükünü azaltmak önemli bir faktördür. Bu nedenle inşaat sektöründe yoğun bir şekilde hafif agrega kullanım gereksinimi gün geçtikçe artmaktadır. Ayrıca hafif agregaların düşük birim ağırlıkları sebebiyle, son yıllarda yalıtım amaçlı kompozit ürünlerinin geliştirilmesinde tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışmada, gözenekli ve

birim ağırlığı düşük Salihli-Kula yöresi volkanik cürüfları, hafif agrega olarak yalıtım amaçlı plâka örnek üretimlerinde kullanılmıştır.

### 3 KOMPOZİT YALITIM AMAÇLI PLÂKALAR

#### 3.1 Sarf Malzemeler

Bu çalışmada, hazırlanan tüm karışımlarda Salihli-Kula bölgesinden tedarik edilen volkanik cüruf agregaları, primer kırıcılarda kırılarak -1 mm boyutta sınıflandırılarak kullanılmıştır.

Karışımlarda magnezyum oksit, inorganik pigment ve 5 µm mikronize malzemeyle harmanlanarak bağlayıcı ve dolgu malzemesi elde edilmiştir.

Bilindiği gibi, magnezya (MgO) genellikle manyezit (MgCO<sub>3</sub>) mineralinden veya deniz sularından elde edilir. Kalsinasyon işlemi döner veya dik fırınlarda gerçekleştirilir. Dik fırınlarda genellikle 1 cm tane boyutu üstündeki, döner fırınlarda ise 1 cm tane boyutu altındaki manyezit cevheri kalsine edilir. Kalsine edilmiş manyezit minerali farklı kırıcılar ile istenen boyuta kırılır ve değirmenle öğütülür (Özer ve Kınkoğlu, 2001).

Karışım kombinasyonlarının tamamında ayrıca toz formda magnezyum klorür heksahidrat, -75 µm boyutunda inorganik doğal puzzolan malzemeyle modifiye edilerek yardımcı bileşen olarak kullanılmıştır.

Bilindiği gibi magnezyum klorür heksahidrat (MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O), suda ve alkolde çözünür. Magnezyum klorür ısıtıldığında kısmi olarak hidrolize uğrar. Tuzlu su veya deniz suyundan ekstrakte edilir. Elektroliz kullanılarak magnezyum klorürden ekstrakte edilen magnezyum metalinin en çok bilinen kaynağıdır. Magnezyum klorür heksahidrat çimento, delme ve öğütme çarklarında, kimyasal üretim ve toz bağlamada, magnezyum metal üretiminde, ateş geçirmezlik ajanlarda, tekstil ve kâğıt üretiminde katkı olarak, dezenfektanlarda, yangın söndürücülerde ve seramiklerde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu geniş kullanım alanı bağlamında, magnezyum

klorür heksahidrat toz formda yüksek SiO<sub>2</sub> içerikli (>%97) mikronize doğal puzzolan malzeme ile modifiye edilerek beyaz renkte bir bileşen olarak kompozit yalıtım amaçlı plâka üretiminde kullanılmıştır (Gündüz ve Elmakuşu, 2012).

Ülkemizde madencilik sektöründe her geçen gün mermer ocaklarında kesme, işleme ve jeolojik faktörlerden kaynaklanan CaCO<sub>3</sub> kökenli atık malzeme birikimi söz konusudur. Dolayısıyla bu çalışma kapsamında, hem karışım kombinasyonlarının işlenebilirliğini, harç (hamur) yapısını ve kıvamını iyileştirmesi, hem de atık malzemenin değerlendirilmesi amacıyla -100 µm boyutlu mermer atık tozu kullanılmıştır.

Bu ArGe çalışması kapsamında, plâka ürünlerinin birim hacim ağırlığını düşürmek ve dolayısıyla ısı yalıtım özelliğini iyileştirmek amacıyla karışım kombinasyonlarında -1 mm boyutlu genleşmiş perlit kullanılmıştır.

Karışım kombinasyonlarında kullanılan diğer bir malzeme ise, atık olarak adlandırılabilen ağaç talaşlarıdır. Ağaç talaşının lifsi yapısı ve tutuculuk özelliği sağlaması, karışımlara teknik bir avantaj sağlamaktadır. Bu sebeple, plâka ürünlerinin geliştirilmesinde bazı karışım kombinasyonlarında -2 mm boyutlu talaş malzeme kullanılmıştır.

#### 3.2 Kompozit Harç Kombinasyonları

Bu çalışmada, konutların iç ve dış cephelerinde kaplama elemanı olarak kullanılması amacıyla plâka ürün geliştirilmesi için normal Portland çimentosuz alternatif karışım kombinasyonları hazırlanmıştır. Kompozit örneklerine ait farklı karışım bileşenleri aşağıdaki şekilde tasarlanmıştır.

- ✓ Magnezyum Oksit + Dolgu
- ✓ Modifiye Magnezyum Klorür
- ✓ Volkanik cüruf agrega
- ✓ Mermer atık tozu
- ✓ Genleşmiş Perlit
- ✓ Ağaç Talaşı

Bu çalışma kapsamında 2 grup belirlenmiş ve her bir grup 4'er seriden oluşmak üzere toplam 8 seriden oluşan alternatif karışım kombinasyonları hazırlanmıştır.

Her iki gruptaki bütün karışım serilerinde dolgu amaçlı olarak kullanılan atık mermer tozu karışımlarda ağırlıkça %10 oranında kullanılmıştır. Bağlayıcı olarak kullanılan MgO+Dolgu/Modifiye MgCl<sub>2</sub> oranı ise bütün karışımlarda 2 olarak sabitlenmiştir. Ancak iki grubu birbirinden ayıran parametreler:

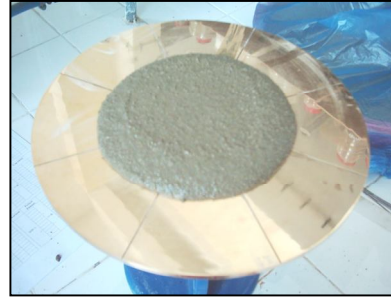
1. *gruptaki* karışım serilerinde MgO+Dolgu ağırlıkça %40 ve Modifiye MgCl<sub>2</sub> ağırlıkça %20 olarak belirlenmiştir. Bu gruptaki karışımlarda bileşenlerin ürün üzerindeki analitik olarak etkilerinin irdelenebilmesi amacıyla 4 farklı seri tasarımı yapılmıştır. Bu şekilde, volkanik cüruf agregasının, genişmiş perlitin ve ağaç talaşının ayrı ayrı ve birlikte kullanılmasının plâka ürünlerine olan ısı yalıtım performans etkileri de detay olarak irdelenmiştir.

2. *gruptaki* karışım serilerinde ise, MgO+Dolgu ağırlıkça %45 ve Modifiye MgCl<sub>2</sub> ağırlıkça %22,5 olarak belirlenmiştir. Buradan bağlayıcı malzemelerin artışının harç ve ürünlere olan etkisi incelenmiştir.

Bu karışımlar öncelikli olarak taze harç formunda elde edilmiş olup, daha sonra deney örneklerinin hazırlanması amacıyla farklı boyutlardaki kalıplara dökümleri yapılmıştır. 2 grupta toplam 8 farklı karışım kombinasyonları Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir.

Karışım örneklerinin hazırlanmasında optimum su/katı oranını belirlemek amacıyla, ASTM-C 230 ve TS EN 1015-3 standartlarına uygun akma tablası yöntemiyle kıvam analizi yapılmıştır (Şekil 1). Bu yöntemde, taze harç olarak hazırlanan

karışımın uygun su oranı, ilk yayılma çapının ortalama 165±5 mm olması esas alınarak elde edilmiştir (Gündüz v.d., 2007). Bu analizlere göre 1. grup karışımlarda sırasıyla su/katı oranı 0,148, 0,56, 0,31 ve 0,55 olarak belirlenmiştir. 2. Grup karışımlarda ise 0,148, 0,48, 0,24, 0,37 olarak su/katı oranlarının en uygun karışım kıvamlarını sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 1. Taze harçın akma tablosundaki yayılma durumu.

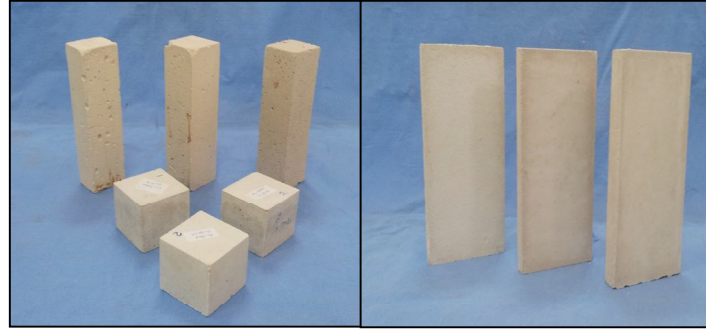
Taze harç olarak hazırlanan karışımlar fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesi amacıyla 5x5x5 cm boyutundaki küp kalıplara, 4x4x16 cm boyutlarında prizmatik kalıplara ve ayrıca 5x20x40 cm plâka kalıplara dökülmüştür (Şekil 2). Bu örnekler, 24 saat sonra kalıplardan çıkartılarak normal ortam koşullarında kürlenmiş olup, 28 günlük kür sonrasında örneklerin birim hacim ağırlık, kılcal (kapiler) su emme ve basınç dayanımı gibi teknik özellikleri belirlenmiştir (Çizelge 5). Bu çalışmada yürütülen tüm deneysel çalışmalar Süleyman Demirel Üniversitesi, Pomza Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarlarında yapılmıştır.

Çizelge 3. Kompozit örnekler için 1. Grup karışım kombinasyonları

	1. GRUP			
	Karışım 1 Ağırlıkça %	Karışım 2 Ağırlıkça %	Karışım 3 Ağırlıkça %	Karışım 4 Ağırlıkça %
MgO+Dolgu	40	40	40	40
Modifiye MgCl <sub>2</sub>	20	20	20	20
Mikronize Dolgu	10	10	10	10
1 mm Volkanik Cüruf	30	20	20	15
Genleşmiş Perlit	0	10	0	7,5
Ağaç Talaşı	0	0	10	7,5

Çizelge 4. Kompozit örnekler için 2. Grup karışım kombinasyonları

	2. GRUP			
	Karışım 5 Ağırlıkça %	Karışım 6 Ağırlıkça %	Karışım 7 Ağırlıkça %	Karışım 8 Ağırlıkça %
MgO+Dolgu	45	45	45	45
Modifiye MgCl <sub>2</sub>	22,5	22,5	22,5	22,5
Mikronize Dolgu	10	10	10	10
1 mm Volkanik Cüruf	22,5	15	15	11,25
Genleşmiş Perlit	0	7,5	0	5,625
Ağaç Talaşı	0	0	7,5	5,625



Şekil 2. Kompozit numune örneklerinden genel bir görünüm

#### 4 BULGULAR VE TARTIŞMA

Kompozit yapıda yalıtım amaçlı plâka üretimi üzerine 2 grup şeklinde toplam 8 seri karışım kombinasyonu hazırlanmıştır. Karışımlar arasında bağlayıcı malzeme

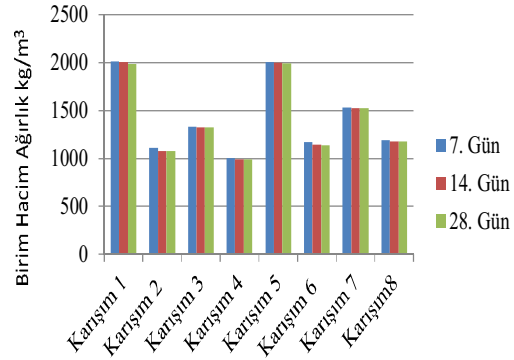
miktarı artırılarak, bu artışın numuneler üzerindeki etkisini görebilmek amacıyla birim hacim ağırlık, basınç dayanımı, kılcal (kapiler) etkiyle su emme ve ısıl iletkenlik açısından irdelemeler yapılmış olup, teknik bulgular Çizelge 5’de verilmiştir.

Çizelge 5. Kompozit örneklerin teknik analiz verileri.

Özellik	Karışım1	Karışım2	Karışım3	Karışım4	Karışım5	Karışım6	Karışım7	Karışım8
Volkanik Cüruf agregası miktarı (%)	30	20	20	15	22,5	15	15	11,25
Birim Hacim Ağırlık (Kg/m <sup>3</sup> )	1989	1074	1326	990	1996	1135	1525	1177
28 gün kür sonrası Basınç Dayanımı (Kg/cm <sup>2</sup> )	536	41	161	35	555	98	265	150
Kılcal Su Emme (kg/m <sup>2</sup> dak <sup>0,5</sup> )	0,032	1,594	0,093	0,81	0,026	0,922	0,038	0,234
Isıl İletkenlik Değeri (W/mK)	1,192	0,297	0,435	0,261	1,205	0,326	0,589	0,347

Her bir karışıma ait örneklerin birim hacim ağırlık değerleri kür serilerine göre belirlenmiş ve grafiksel olarak Şekil 3'de verilmiştir. Nihai priz süresi sonunda 1. gruptaki karışım kombinasyonlarından elde edilen numunelerin birim hacim ağırlık değerlerinin 990 kg/m<sup>3</sup>-1989 kg/m<sup>3</sup> aralığında değiştiği gözlenirken, 2. gruptaki karışım kombinasyonlarından elde edilen numunelerde ise bu değerlerin 1135 kg/m<sup>3</sup>-1996 kg/m<sup>3</sup> arasında değiştiği gözlenmiştir.

Karışımlarda volkanik cürufun tek başına etkisi karışım 1 ve karışım 5'te görülmektedir. Volkanik cürufu serilerin daha düşük birim ağırlık değerlerine ulaşması amacıyla genişmiş perlit, ilâve bileşen olarak kullanıldığında ise karışım 2 ve karışım 6 numuneleri elde edilmiştir. Grafiksel analizden de görüldüğü gibi genişmiş perlitin bileşen olarak kullanılmasıyla, bu karışımlarda birim hacim ağırlık değerleri düşmektedir. Diğer bir parametre olarak ta karışımlarda volkanik cüruf agregası ile birlikte ağaç talaşının kullanılmasıyla elde edilen numunelerin (Karışım 3 ve Karışım 7) birim hacim ağırlık değerlerinde, volkanik cüruf agregalarının tek başına kullanıldığı diğer karışım serilerine göre yaklaşık %28'lik bir azalmanın meydana geldiği de görülmüştür.



Şekil 3. Kür süresine bağlı olarak numunelerin birim hacim ağırlık değişimi

Çalışma kapsamında, 28 günlük priz süresini tamamlamış plâka numuneleri için kuru birim hacim ağırlık sınıflaması yapılmıştır. Bu sınıflama;

- ✓ Düşük yoğunluklu plâka :600-1200 kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Orta yoğunluklu plâka :1200-1600 kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Yüksek yoğunluklu plâka :1600 kg/m<sup>3</sup> ve

üzeri sınır değerler kabul edilerek sınıflanmıştır.

Bu sınıflamaya göre, çalışmada elde edilen örneklerin karışım kombinasyonları farklı kategorilere ayırabilmektedir (Çizelge 6).

Çizelge 6. Karışım kombinasyonlarının birim hacim ağırlık kategorilerine ayrılması

Düşük yoğunluklu plâka (kg/m <sup>3</sup> )	Orta yoğunluklu plâka (kg/m <sup>3</sup> )	Yüksek yoğunluklu plâka (kg/m <sup>3</sup> )
Karışım 2: 1074	Karışım 3: 1326	Karışım 1: 1989
Karışım 4: 990	Karışım 7: 1525	Karışım 5: 1996
Karışım 6: 1135		
Karışım 8: 1177		

Ülkemiz deprem kuşağında olan bir ülke olduğu için yaşanan mekânların depremin zararlı etkilerine karşı dayanıklı olması gerekmektedir. Yalıtım amaçlı kullanılacak ürünlerin yüksek ısı performans göstermesi ve bina ağırlığına olası en düşük seviyelerde etki etmesi, aynı zamanda depremsellik açısından da son derece kaçınılmaz olmaktadır. Bu nedenle plâka ürünlerin basınç dayanım analizleri deneysel yöntemlerle belirlenerek elde

edilen veriler ışığında, test örneklerinin dayanım değerleri için aşağıda tanımlanan bir sınıflama şeklinin daha uygun olabileceği görülmüştür:

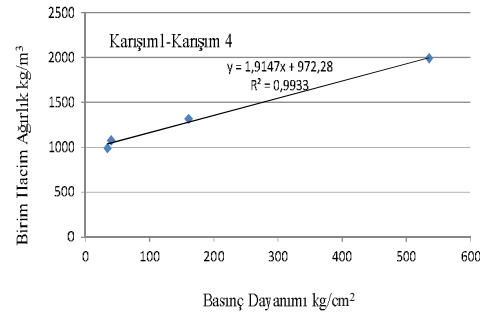
- ✓ <50 kg/cm<sup>2</sup> : Taşıyıcı olmayan nitelikteki ürünler
- ✓ 50-150 kg/cm<sup>2</sup> aralığı: Yarı taşıyıcı nitelikte ürünler
- ✓ 150-350 kg/cm<sup>2</sup> aralığı: Taşıyıcı nitelikte ürünler
- ✓ >350 kg/cm<sup>2</sup> :Yüksek dayanım performansına sahip ürünler

Bu sınıflama kapsamında hazırlanan karışım kombinasyonlarının basınç dayanım değerleri bazında kategorilere ayrılmıştır (Çizelge 7).

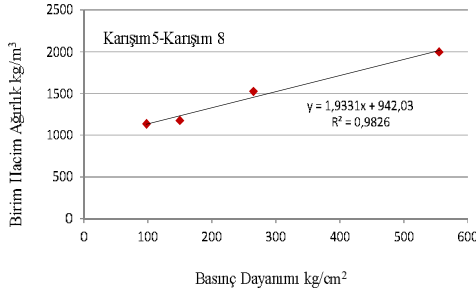
Çizelge 7: Karışım kombinasyonlarının basınç dayanım değerlerine göre kategorik gruplanması

Taşıyıcı olmayan (kg/cm <sup>2</sup> )	Yarı taşıyıcı (kg/cm <sup>2</sup> )	Taşıyıcı nitelikte (kg/cm <sup>2</sup> )	Yüksek mukavemetli (kg/cm <sup>2</sup> )
Karışım 2: 40,56	Karışım 6: 97,82	Karışım 3: 160,66	Karışım 1: 535,5
Karışım 4: 34,61	Karışım 8: 149,77	Karışım 7: 265,27	Karışım 5: 555,3

Isı yalıtım performansının yüksek olması arzu edilen ürünlerde, birim hacim ağırlık değerlerinin olabildiğince minimal seviyelerde olması öngörülebilir. Ancak birim ağırlık değerinin düşük olması, yoğunlukla o malzemenin mukavemet değerinin de düşük olmasını sağlamaktadır. Bu nedenle, kullanım koşullarına bağımlı mukavemet değerlerinin korunabilmesi açısından, basınç dayanım değerlerinin düşürülmemesi hedef alınmalıdır. Bu bağlamda numunelerin birim hacim ağırlık-basınç dayanım ilişkileri grafiksel olarak irdelenmiş olup, Şekil 4 ve Şekil 5'de verilmiştir.



Şekil 4. Karışım 1 - Karışım 4 ürünlerinin birim hacim ağırlık-basınç dayanım ilişkisi



Şekil 5. Karışım 5 - Karışım 8 ürünlerinin birim hacim ağırlık-basınç dayanım ilişkisi

Şekil 4 ve Şekil 5 irdelendiğinde görüldüğü gibi, numunelerin birim hacim ağırlıkları arttıkça basınç dayanım değerlerinde de bir artış trendi görülmektedir. Şekil 5'deki karışım ürünlerinin Şekil 4'de belirtilen karışım ürünlerinden temel farkı, bağlayıcı olarak kullanılan malzeme miktarının karışımlar içerisindeki ağırlıkça miktarının toplamda %7,5'lük artışıdır. Bu artış miktarına bağlı olarak birim hacim ağırlık değerlerinde bir artış gözlenirken, basınç dayanım değerlerinde de bu artışın olduğu görülmüştür.

Yalıtım performansı yüksek plâka örnekleri elde edebilmek için, belirli bir mukavemet değerinin sağlanmasının yanı sıra, bu malzeme türünde ısıl iletkenlik değerinin de olabildiğince düşük değerler göstermesi aranan temel özelliktir. Bu bağlamda, plâka harç örneklerinin birim ağırlık değişimlerine göre ısıl iletkenlik değerlerindeki değişim olgusu, her bir grup örnek için detaylı analiz edilmiş olup, bulgular Çizelge 5'de verilmiştir. Buradan da görüleceği üzere, test örneklerinin birim hacim ağırlık değerleri arttıkça, ısıl iletkenlik değerlerinde de doğrusal kabul edilebilecek bir artış trendi olduğu gözlenebilmektedir. 1. grup çalışmada elde edilen örneklerin ısıl iletkenlik değerleri 0,261 W/mK – 1,192 W/mK aralığında değişim göstermektedir. Özellikle karışım kombinasyonu içerisine ağaç talaşı ilâvesi, bulgulardan da açıkça görüldüğü gibi plâka malzemesinin ısıl

iletkenlik performansını genişmiş perlit ilâve edilmesine kıyasla kötüleştirmektedir. Ancak, karışım kombinasyonunda genişmiş perlit ve ağaç talaşı aynı zamanda kullanıldığında ise, plâka malzemesinin ısıl iletkenlik performansını çok önemli ölçekte iyileştirmektedir. 1. grup çalışmada ilk yapılan karışım (Karışım 1) kompozisyonu sadece volkanik cüruf agrega içeren karışım olarak kontrol örneği bağlamında ele alınacak olur ise, bu karışıma ağırlıkça %10 genişmiş perlit ilâvesi, malzemenin ısıl yalıtım performansında %75,1 oranında bir iyileşme sağladığı görülebilmektedir. Benzer şekilde, bu karışıma ağırlıkça %10 ağaç talaşı ilâvesi, malzemenin ısıl yalıtım performansında %63,5 oranında bir iyileşme ve genişmiş perlit+ağaç taşının birlikte kullanıldığı karışım kompozisyonunda ise %78,1 oranında bir iyileşme olgusu görülebilmektedir.

2. grup çalışmada, ilk gruptaki plâka örneklerinin ısıl iletkenlik irdemelerine benzer bir karakteristik oluştuğu tespit edilmiştir. 2. grup çalışmada elde edilen örneklerin ısıl iletkenlik değerleri 0,326 W/mK – 1,205 W/mK aralığında değişim göstermektedir. Özellikle karışım kombinasyonu içerisine ağaç talaşı ilâvesi, bulgulardan da açıkça görüldüğü gibi plâka malzemesinin ısıl iletkenlik performansını genişmiş perlit ilâve edilmesine kıyasla kötüleştirmektedir. Ancak, bu karışım grubu kombinasyonlarında en düşük ısıl iletkenlik değeri ağırlıkça %7,5 genişmiş perlit ilâvesinin yer aldığı 6 nolu karışım örneğidir. Bu grupta yer alan Karışım 5 kompozisyonu kontrol örneği olarak düşünülecek olur ise, bu karışıma ağırlıkça %10 genişmiş perlit ilâve edildiğinde, kontrol örneğine göre malzemenin ısıl yalıtım performansında %72,9 oranında bir iyileşme görülebilmektedir. Benzer şekilde, bu karışıma ağırlıkça %10 ağaç talaşı ilâvesi, malzemenin ısıl yalıtım performansında %51,1 oranında bir iyileşme ve genişmiş perlit+ağaç taşının birlikte kullanıldığı karışım kompozisyonunda ise %71,2 oranında bir iyileşme olgusu görülebilmektedir.



Bir plâka malzemenin uygulama alanında kullanılan kalınlığı sabit olmak koşuluyla, enerji verimliliğine etkisi malzemenin ısı iletkenlik değerinin bir fonksiyonu olarak değişim gösterebilmektedir. Genel olgu, malzemenin ısı iletkenlik değeri düştükçe, ısı yalıtım performansı iyileşmekte, bunun doğal bir sonucu olarak da enerji verimliliği daha yüksek olmaktadır. Bu bağlamda, yapılan ArGe çalışması sürecinde genişmiş perlit ve ağaç talaşı katkılı karışım kombinasyonlarının daha düşük ısı iletkenlik değerine sahip olduğu genel bir karakteristik olarak ele alınabilir. Bu nedenle, aynı bir plâka kalınlığı kullanıldığında genişmiş perlit + ağaç talaşı katkılı plâka örneklerinin, diğer karışım kombinasyonlarına ait plâka örneklerine kıyasla daha yüksek enerji verimlilik oranlarına sahip olabileceği görülmektedir. Örneğin, 1. grupta yer alan ve genişmiş perlit+ağaç talaşı katkılı plâka kombinasyonu, sadece volkanik cüruf agregalı plâka örneğine göre yaklaşık 4,6 kat daha enerji verimli ve yüksek yalıtım sağladığı görülmektedir. Bu olguda bu tarz plâka malzemelerin uygulandığı duvar modellerinde, o kapalı mekâna önemle ölçeklerde enerji verimliliği sağlayacağı da kaçınılmaz olmaktadır.

## 5 SONUÇLAR

Bu çalışmada elde edilen bulgular ışığında, kompozit yapıda Portland çimentosu kullanılmaksızın elde edilen ve-magnezya+dolgu bağlayıcı bileşenli karışım kombinasyonlarında plâka ürünlerin geliştirilebileceği görülmektedir. Bu kombinasyonlara ait ürünlerin mukavemetli, aynı zamanda günümüzde iç ve dış cephe kaplama elemanı olarak kullanılan diğer plâka ürünlerine göre ısısal konfor özelliklerinin daha yüksek performanslar sergileyebilen ürünler olduğunu da göstermiştir. Ayrıca bu karışımlar içerisinde kullanılan volkanik cüruf agregaların plâka ürünlerinin geliştirilmesinde gözenekli yapısı ve hafifliği nedeniyle önemli bir materyal olduğu görülmüştür. Dolayısıyla farklı yapı ve orijindeki volkanik kökenli malzemeler

veya pomza kayaç oluşumlarının da hafif agrega bağlamında yeni nesil plâka ürünlerin geliştirilmesinde kullanılabileceği öngörülebilmektedir.

Çalışmada elde edilen bulgulara göre yapılan ön değerlendirmelerde, piyasada mevcut olarak kullanılmakta olan plaka ürünlere göre daha ekonomik ve daha yüksek ısısal konfor özelliklerine sahip olabileceği görülmüştür.

## KAYNAKLAR

- ASTM C230/C230M-08 Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement, USA
- Demirdağ S. ve Gündüz. L., 2003. "Volkanik Cürufların İnşaat Endüstrisinde Hafif Beton Agregası Olarak Değerlendirilme Kriterleri", III.Ulusal Kırmataş sempozyumu,3-4 Aralık 2003, İstanbul.
- DIN 273 Standartları, *Magnezyah Horasan Döşemeleri*, Almanya.
- Gündüz L., Bekar M. and Şapcı N., 2007, Influence of a new type of additive on the performance of polymer-lightweight mortar composites Cement and Concrete Composites, Volume 29, Issue 8, September, Pages 594-602.
- Gündüz L., Elmakuşu İ., 2012, Yüksek Yalıtım Performanslı Suni Mermer Üretimi Üzerine Teknik Bir Analiz, MERSEM 2012, 8. Uluslararası Mermer ve Doğaltaş Kongresi, 13-15 Aralık, Afyon, s751-762.
- Lee HS, Lee JY, Yu MY., 2005, Influence of inorganic pigments on the fluidity of cement mortars, Cement Concrete Research 2005; Volume 35: 703 –10.
- Özer, O. ve Kınkoğlu M.S., 2001, "Türkiye'de Üretilen Magnezyaların Sorel Çimentosu Parametrelerinin İncelenmesi", 4. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 18-19 Ekim 2001, s189 – 213, İzmir, Türkiye.
- TS 825, Mayıs 2008 Binalarda ısı yalıtım kuralları Ankara, TSE.
- TS EN 1015-3 Kasım 2000 Kâgir Harcı- Deney Metotları- Bölüm 3: Taze Harç Kıvamının Tayini (Yayımla Tablası ile) Ankara, TSE.
- TS EN 1015-18 Ocak 2004 Kâgir harcı - Deney metotları - Bölüm 18: Sertleşmiş harcın kapiler etkiler esnasında su emme katsayısının tayini Ankara, TSE.
- TS EN 1745 Nisan 2004 Kâgir ve kâgir mamulleri - Tasarım ısısal değerlerinin tayini metotları Ankara, TSE.



## Türkiye'nin Radyoaktif Maden Potansiyeli ve Geleceği *The Radioactive Minerals Potentials of Turkey and Its Future*

Abdullah Çoban

*Erciyes Üniversitesi, Fen Fakültesi, Kimya Bölümü, Kayseri*

**ÖZET** Bu çalışma Türkiye'nin radyoaktif mineraller potansiyelini belirlemek için yapılmıştır. Çalışmada Türkiye'nin büyük radyoaktif maden rezervleri olduğu ve buralardaki radyoaktif element muhtevasının oldukça yüksek olduğu bulunmuştur. Bu çalışma yabancı firmaların bu maden potansiyelinin farkında olduğunu ve 2010 yılındaki kanun ile radyoaktif elementlerin diğer minerallerden ayrılmasının arkasındaki sebebin bu olduğunu ortaya koymaktadır.

**ABSTRACT** This research has been carried out for the determination of radioactive minerals potential in Turkey. During this investigation it has been found that Turkey have huge amount of radioactive mineral reserves and their radioactive elements contents is also very high. This study proved that this potential has been noticed by the foreign companies of the world. This reason behind the separation of radioactive element from the rest of the minerals containing ores by the law 2010 becomes obvious.

### 1 GİRİŞ

#### 1.1 Yer altı Kaynaklarımız

Ülkemizin gerek petrol gerekse madenler bakımından son derece zengin olduğu bilinmektedir. Krom, demir, kurşun, çinko, bakır gibi metalik madenlerin ve bentonit, diatomit, alçı, kuvars gibi endüstriyel hammaddelerin üretimi yıllardır yapılmaktadır [1].

Ülkemizde yıllardır “petrol yok” denilse de Petrol İşleri Genel Müdürlüğü'nün internet sitesinde Doğu ve Güneydoğu Anadolu Bölgemizin petrol arama ve işletme ruhsatları ile dolu olduğu görülmektedir [2]. Ayrıca 2010 yılı resmi verilerine göre 1 milyar metrik ton petrol ülkemizde mevcuttur[2].

Hızla gelişen teknolojiye paralel olarak enerji ihtiyacı da artış göstermektedir. Enerji

üretiminde kullanılan petrol, doğal gaz, kömür gibi fosil enerji kaynaklarının ömrü 100-150 yıldır. Bu nedenle enerji üretiminde alternatif kaynaklar özellikle nükleer enerji üzerine araştırmalar yoğunlaştırılmaktadır. Nükleer enerji üretimi için radyoaktif elementlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle radyoaktif madenler açısından zengin rezervleri olan ülkeler geleceğin enerjisinin üretiminde büyük rol oynayacaklardır. Diğer yer altı kaynakları bakımından oldukça zengin olan ülkemiz radyoaktif madenler açısından da oldukça zengindir.

Sahip olduğumuz bu zenginliklerimizin öneminin farkında olan pek çok yabancı ülke bunları elde etmek istemektedir. Bu olaya sadece basit bir maden işletmeciliği gözü ile bakılmamalıdır. Olayların nedenleri ve sonuçları iyi tahlil edilerek ülkemizin

geleceği açısından doğru bir değerlendirme yapılması gerekmektedir.

## 1.2 Maden Kanunundaki Düzenlemeler

2004 yılında 3213 sayılı maden kanununda bazı düzenlemeler yapıldı. Bu düzenlemelerin yapıldığı sırada yaklaşık bir yıl süre ile Maden İşleri Genel Müdürlüğü'nden hiçbir maden ruhsatının alınmasına izin verilmedi. Düzenleme resmi gazetede yayımlandıktan sonra yapılan müracaatlarda en dikkat çekici nokta maden ruhsatı almak için müracaat edenlerin büyük bir çoğunluğunun yabancı firma olmasıydı. Bu düzenleme yapılıncaya kadar yabancı firmalar çoğunlukla yerli ortaklıkları üzerinden madencilik yaparken düzenleme yapılır yapılmaz bizzat kendileri madencilik yapmak için kolları sıvamışlardır.

Şu anda yabancı firmaların elinde pek çok maden ruhsatı vardır ve bu sahaları kendileri terk etmedikleri sürece geri almamız mümkün değildir. Bu ne anlama gelmektedir? Şu anda yer altı zenginliklerini elde edebilmek için ülkeler işgal edilirken biz kendi rızamız ile yer altı kaynaklarımızı yabancılara açmış bulunuyoruz.

Konuyu başka bir bakış açısından daha inceleyecek olursak konunun vahametinin daha da büyük olduğu anlaşılacaktır. Yabancı firmalar ülkemizdeki maden sahalarında gerekli araştırma ve rezerv tespiti çalışmasını yaptıktan sonra bu madenin nihai ürüne dönüşeceği bir fabrika veya tesis kurmamaktadırlar. Bazıları sahayı sadece maden borsasında değerlendirirken bazıları zenginleştirme tesisi kurarak madeni ara ürün halinde ülkesine götürmektedir. Ara ürünün içerisinde ne götürüldüğü konusunda şirketin kendi beyanı esas alınarak daha da büyük bir hataya sebebiyet verilmektedir. Cevherin zenginleştirme ara ürününün içerisinde ne kadar kıymetli madenin çoğunlukla hiçbir beyan dahi yapılmadan götürüldüğü aşikârdır. Çünkü beyanın

doğruluğunu kontrol etme imkânı bulunmamaktadır.

Madenlerimiz konusunda yapılan bu yanlış uygulamalardan sonra 2010 yılında yeni bir düzenleme daha gerçekleştirildi. Bu düzenleme önceleri 4. grup madenler içerisinde yer alan radyoaktif madenler içindi. Neden 4. grup içerisinde yer alan uranyum, toryum ve radyum gibi elementleri ihtiva eden cevherler için yeni bir gruplandırma gereği duyuldu? Bu sorunun cevabı oldukça acıdır. Yabancıların ülkemizdeki tespit etmiş oldukları radyoaktif madenleri de alabilmeleri için yapılmıştır.

Bu düzenlemede yıllardır 4. grup içerisinde değerlendirilen radyoaktif madenler ayrı bir grupta toplanmış ve mevcut 4. grup ruhsatlar için ruhsat sahibi talep ederse 6. Grup intibakı yaptırılmasına izin verilmiştir. Ancak hemen hemen %90 Türk madencisinin kendi sahalarında radyoaktif elementlerinin bulunduğu haberi olmadığı için intibak yaptırmamış dolayısıyla da Türk madencilerin elindeki sahalarda 6. Grup için yabancılara açılmıştır. Buradan da açıkça görüldüğü gibi asıl hedef ülkemizde tespit edilen radyoaktif madenlerin yabancıların kullanımına açılmasından başka bir şey değildir.

Mayıs 2011 tarihli Madencilik ve Yer Bilimleri Dergisinde çıkan yazı, yabancıların ülkemizdeki radyoaktif madenlerin farkında olduğunu ve ilgili yasal düzenleme yapılır yapılmaz bu sahaları alıp işletebilmek için hemen çalışmalara başladıklarını ortaya koymaktadır. Yazının bazı kısımları şu şekildedir[3].

*“Avustralya kökenli Anatolia Energy Grubu tarafından, Yozgat-Temrezli, Akoluk, Mehmetbeyli köyleri etrafında yapılan çalışmalarda yüksek tenörlü uranyum kaynağı bulunduğu tesbit edilmiştir.”*

*“Temrezli uranyum projesi MTA tarafından 1980 yılında başlatılmış ve proje kapsamında toplam 507 kuyuda 74.000 metrelik sondaj yapılmıştır. Sahanın çeşitli*

*noktalarında farklı değerlerde uranyum değerleri tespit edilmiş ancak proje 1990 yılında durdurulmuştur. Proje, son üç yıl içerisinde, daha önce MTA'nın çalıştığı 94 uranyum sahasının arama lisansını alan Aldridge Uranyum ve Anatolia energy ortaklığı ile yeniden hayata geçmiştir.”*

## 2 RADYOAKTİF ELEMENTLER

### 2.1 Radyoaktivite

Radyoaktivite, ilk olarak Becquerel tarafından 19. yüzyılın sonunda keşfedilmiştir. Atom çekirdeğinin kendiliğinden bozunuma uğrayarak ışınlar yayınlayıp başka çekirdeğe dönüşmesi olayına radyoaktivite denilmektedir. Bozunuma uğrayan radyoizotop doğada kendiliğinden bulunuyor veya doğada bulunan diğer radyoizotopların bozunmasından ortaya çıkıyorsa buna **doğal radyoaktiflik** denilmektedir. Eğer bozunuma uğrayan radyoizotop insan tarafından, yapay olarak reaktörlerde veya hızlandırıcılarda üretiliyorsa buna da **yapay radyoaktiflik** denilmektedir [4].

### 2.2 Radyoaktif Elementler

Tabiatta bulunan radyoaktif elementler dört gruba ayrılır:

**Radyum grubu:** Bu grup uranyum 238 ile başlar ve art arda parçalanmalarla kararlı kurşun 206'ya dönüşür.

**Aktinyum serisi:** Bu seri uranyum 235 ile başlar ve kurşun 207'ye dönüşerek biter.

**Toryum serisi:** Adını aldığı toryum 232 ile başlar ve kurşun 208 ile son bulur.

**Neptünyum serisi:** Neptünyum 237 ile başlayıp, bizmut 209 ile biter[5].

### 2.3 Radyoaktif Kayaçlar

Yerkabuğunu meydana getiren kayaçlar, ihtiva ettikleri radyoaktif elementlerle farklı katmanlar oluşturmaktadırlar. Genel olarak

magmatik, tortul ve metamorfik olmak üzere üçe ayrılan kayaçlar farklı radyoaktivite seviyesine sahiptirler.

Magmatik kayaçlar, sıcak ve viskoz magmanın soğuması ile meydana gelmektedir. Tabiatta bulunan radyoaktif elementlerden uranyum, toryum ve potasyum magmatik kayaçlar içerisinde yer almaktadır.

Tortul kayaçlar, tortulaşma ve sedimantasyon sonucu meydana gelmektedir. Magmatik ve tortul kayaçların uranyum ve toryum oranları kıyaslandığında, tortul kayaçlarda uranyum ortalama 2.4 ppm, toryum 6.5 ppm iken magmatik kayaçlarda uranyum ortalama 3.5 ppm, toryum 13.5 ppm bulunmuştur [6].

### 2.4 Türkiye'nin Uranyum Rezervi

Ülkemizde MTA Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen çalışmalar sonunda 9.129 Ton uranyum tespit edilmiştir. Uranyum bulunan belli başlı yataklar ve tenör bilgileri şu şekildedir:

Yozgat-Sorgun (3 850 ton  $U_3O_8$ , % 0,10  $U_3O_8$  tenörlü), Salihli-Köprübaşı (2 852 ton  $U_3O_8$ , % 0,04-0,05  $U_3O_8$  tenörlü), Aydın-Demirtepe (1 729 ton  $U_3O_8$  % 0,08  $U_3O_8$  tenörlü), Uşak-Fakılı (490 ton  $U_3O_8$ , % 0,05  $U_3O_8$  tenörlü), Aydın-Küçükçavdar (208 ton  $U_3O_8$ , % 0,04  $U_3O_8$  tenörlü), Çanakkale-Ayvacık (250 ton  $U_3O_8$ , % 0,1  $U_3O_8$  tenörlü) [7].

### 2.5 Türkiye'nin Toryum Rezervi

1959 yılı sonlarına doğru MTA tarafından yapılan araştırmalar sonucunda, Eskişehir'e bağlı Sivrihisar ilçesinin kuzey batısında, Kızılcaören, Karkın ve Okçu Köyleri arasında yer alan 15 km<sup>2</sup>-lik bir sahada, toryumun yanı sıra nadir toprak elementleri, barit ve fluorit de bulunduran karmaşık yapıya yataklara rastlanmıştır. 1977 yılında MTA tarafından hazırlanan rapora göre bölgedeki cevherin ortalama tenörü % 0,21  $ThO_2$  olup, toplam rezerv yaklaşık 380 000

ton ThO<sub>2</sub> civarındadır. Bu bölgelerle birlikte, Malatya-Hekimhan-Kuluncak, Kayseri-Felâhiye ile Sivas ve Diyarbakır il sınırları içinde rastlanan toryum yataklarında gerekli çalışmaların yapılması sonucunda, ülkemiz toryum rezervinin artacağı tahmin edilmektedir [7].

### 3 MATERYAL VE METOD

#### 3.1 Materyal

2003 yılından başlayarak bugüne kadar devam eden yaklaşık 10 yıllık madencilik çalışmalarımız esnasında ülkemizin pek çok yerindeki maden zenginliklerimizi özel ilgin nedeni ile de radyoaktif maden zenginliklerimizi inceleme ve araştırma imkânımız oldu. İnceleme ve araştırma yapmış olduğumuz bölgelerin bir kısmı yabancı veya yabancı ortaklık yapısı olan firmalar tarafından, maden kanununda gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra ruhsatlandırılmıştır. Henüz ruhsatlandırılmamış, yabancıların farkında olmadığı bölge ve radyoaktif element ihtiva eden farklı mineralojik yapılarında deşifre olmaması için yaklaşık bölge belirtilmiştir. 10 yılı geçen süre içerisinde bu belirtilen bölgelerin tamamı sistematik olarak taranmış, birim numuneler alınmış, standartlara uygun olarak temsili numuneler hazırlanmış, analizleri yapılarak radyoaktif elementlerin yaklaşık dağılımları belirlenmiştir.

Yapmış olduğumuz incelemelerde radyoaktif maden anomalisi gösteren bölgelerde tekrar Geiger Müller dedektörü ile doz ölçümleri yapılmıştır. Özellikle yüksek doz ölçümü sonuçları veren Doğu Karadeniz ve İç Anadolu Bölgesinden incelediğimiz bölgeyi bütünüyle temsil edecek birim numuneler alınmış, numuneler standarda uygun olarak dörtlenip azaldıktan sonra analiz edilmiştir.

#### 3.2 Metot

Numune alma ve hazırlama standartlarına uygun olarak alınıp hazırlanmış temsili numunelerin,

-Kanada'daki Acme Laboratuvarında,

-İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümünde (Claisse marka M4 Fluxer model cihaz ile),

-Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde (Pananalytical Axios Advanced marka dalga boyu dağılımlı X-Işını Floresans Spektrometresi ile) XRF analizleri yaptırılmıştır.

Geiger Müller doz ölçümleri Erciyes Üniversitesi Fen Fakültesi Kimya Bölümünde ÇNAEM marka NEB.211 model cihaz ile yapılmıştır.

### 4 DENEYSEL SONUÇLAR

İç Anadolu Bölgesinden incelediğimiz bölgeler bundan sonraki kısımda Bölge I ve Bölge II olarak adlandırılacaktır. Doğu Karadeniz bölgesinden incelediğimiz bölgede Bölge III olarak adlandırılacaktır.

Bölge I'den alınan numunelerin Kanadaki laboratuvarında yapılan analiz sonuçları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1.

Bölge Adı	Toryum (ppm)	Uranyum (ppm)
I-A	18,8	13,6
I-B	15	17
I-C	24,4	46
I-D	28,1	55,5
I-E	8,5	8,6
I-F	14,8	24,6
I-G	5,9	7,4
I-H	3,4	82,6
I-I	0,9	5,9
I-J	20,9	11
I-K	15	487,4

Bölge II'den aldığımız numunelerin İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümünde yapılan analiz sonuçları Tablo 2'de, Bölge III'den alınan numunelerin analiz sonuçları da Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 2.

Bölge Adı	Toryum (ppm)	Uranyum (ppm)
II-A	1,2	3,4
II-B	23,5	15
II-C	47,7	14
II-D	46,9	12
II-E	66,7	19,6
II-F	68,6	14,4
II-G	27,6	3,9
II-H	22,9	2,3

Tablo 3.

Bölge Adı	Toryum (ppm)	Uranyum (ppm)	Radyum (ppm)
III-A	0,2	1,1	6,12
III-B	0,1	0,7	6,98
III-C	0,1	0,7	4,67
III-D	0,5	0,1	1,89
III-E	1,2	0,7	2,9
III-F	0,4	0,5	3,21
III-G	0,9	1,9	7,9

I-K, II-E ve II-F numunelerinin Erciyes Üniversitesi Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezinde yapılan XRF analizlerinin sonuçları Tablo 4'de gösterilmiştir.

Tablo 4.

Bölge Adı	Toryum (ppm)	Uranyum (ppm)
I-K	-	313
II-E	91	-
II-F	102,8	-

Bu numunelerin Geiger Müller dedektörü ile doz ölçümleri yapılmıştır. Referans madde olarak uranil asetat kullanılmış olup yayılım hızları Tablo 5'te gösterilmiştir.

Tablo 5.

Numunenin Adı	Yayılım Hızı (mR/s)
Uranil asetat	1,241±0,051
I-K	0,208±0,022
II-E	0,085±0,012
II-F	0,062±0,017
Sorgun	0,044±0,018

## 5 SONUÇLAR

Yukarıda da izah edildiği gibi, ülkemizde MTA verilerine göre 9129 ton uranyum bulunmaktadır. Ancak bunun gerçek radyoaktif maden rezervimizi tam olarak belirtmediği 2003-2013 yılları arasında sadece 3 bölgede yapmış olduğumuz araştırmalar açıkça göstermektedir. Birinci bölgede 42 km genişliğinde, 500 km uzunluğundaki alanda Geiger Müller ölçümleri yapılmış, yer yer cevherin başka minerallerce kaplanması nedeni ile düşük sinyaller alınmış olsa da bölgenin büyük bir kısmı önemli radyasyon yayılımı göstermiştir. Bu bölgeden alınan sistematik örneklerin yapılan analizleri Tablo 1'de görüldüğü gibi 487,4 ppm uranyuma kadar çıkmıştır.

İkinci bölgede ise 100 km genişliğinde 100 km uzunluğundaki bir alan araştırılmış ve sistematik olarak alınan numunelerin analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Birinci bölgeye kıyasla nispeten düşük değerler tespit edilmiş olsa dahi MTA'nın araştırma yapmış olduğu Yozgat Sorgun Bölgesinin yüzeyden alınan numunelerinin analiz sonuçları ile kıyaslandığında bu bölgenin de radyoaktif madenler yönünden oldukça zengin olduğu söylenebilir.

Diğer taraftan hiç tahmin edilmeyen ve Geiger Müller dedektörü ile de fazla miktarda radyoaktivite ölçülemeyen üç ayrı bölgede ise geniş radyum cevherine rastlanmıştır. 3,5 ppb radyum ihtiva eden cevherlerin işletme için ekonomik olduğu[8] düşünülürse Tablo 3'te verilen sonuçlar bu değerlerin binlerce katı üzerinde olduğu,

cevherleşmenin ise çok geniş alanlara yayıldığı tesbit edilmiştir.

Anatolia Energy'nin Yozgat Sorgun, Mehmetbeyli, Temrezli, Babalı bölgesinde yapmış olduğu sondajlardan elde edilen sonuçlar Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6.

Lokasyon adı	Numune boyu (m)	Uranyum Miktarı (ppm)	Derinlik (m)
Tur 1	1 m	650	50,4
Tur 7	1 m	1240	66,3
Tur 10	2,4 m	1650	27,8
Tur 11	2,9 m	760	82,2

Bu tablodan da açıkça görüleceği gibi çalışmış olduğumuz bölgelere kıyasla çok düşük radyoaktivite gösteren bu bölgede uranyum konsantrasyonu 1650 ppm'e kadar çıkabildiğine göre çalışma bölgemizin uranyumca daha zengin olacağı kanaatindeyiz. Elbetteki bunun sondaj verileri ile de doğrulanması gerekmektedir.

Çalışmış olduğumuz bölgelerde MTA'nın herhangi bir uranyum araştırması yaptığı bilgisine ulaşamamıştır. Zaten MTA tarafından araştırılan bölgelerinde 2010'da yapılan düzenleme ile 6. Grubun neden ayrıldığı ve bu bölgelerin önemli bir kısmının 94 ruhsatla kimlere verildiğinin nedenlerini açıkça göstermektedir.

Konunun stratejik olması nedeni ile çalışılan bölgeler net olarak belirtilmemiştir. Fosil yakıtların yakın bir gelecekte Dünyanın enerji ihtiyacını karşılamayacağı göz önüne alınırsa gelecekte radyoaktif enerjinin ne kadar önemli olduğu, bu nedenle de yabancı şirketlerin ülkemizde yeni bir düzenleme yaptırarak Türk şirketlerinin ve bireylerinin elindeki sahalardaki radyoaktif elementlere de göz dikmiş olduklarını açıkça göstermiştir.

Bu nedenle ülkemizin öncelikli amacının önemli radyoaktif cevher rezervlerine sahip olması daha temiz mini ve mikro nükleer

santraller geliştirme konusunda bir an önce çalışmalarını teşvik etmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Anatolia Energy'nin Uranyum Projesinden Cesaretlendirici Haberler, 2011. Madencilik ve Yer Bilimleri Dergisi, 15, 10.
- Özger, A.G., 2005. Ceyhan, Yumurtalık ve Pozantı Bölgelerinin Doğal Radyoaktivite Düzeylerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- Aykamış, A.Ş., 2008. Türkiye'de Yapı Malzemesi Olarak Kullanılan Bazı Doğal Taşlardaki Radyoaktivite Seviyelerinin Belirlenerek, Kimyasal ve Mineralojik Bileşim İlişkilerinin Araştırılması, Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi.
- DPT Müsteşarlığı, 2006. Dokuzuncu Kalkınma Planı (2007-2013), Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu.
- Holde, C.S., Burchfield, L.A., 2008. Separation of Radium and Rare Earth Elements from Monazite, WO200810888.
- <http://tr.wikipedia.org>
- [www.mta.gov.tr](http://www.mta.gov.tr)
- [www.pigm.gov.tr](http://www.pigm.gov.tr)



## Türkiye’de Biyodizel Üretiminde Karşılaşılan Sorunlar *Biodiesel Production Problems in Turkey*

Yasin Erdoğan

*M.K.Ü. Mühendislik Fakültesi, Petrol ve Doğalgaz Mühendisliği Bölümü, İskenderun/Hatay*

Mustafa Keskin

*M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İskenderun/Hatay*

**ÖZET:** Dünyadaki artan nüfus, sanayileşme ve insan ihtiyaçları, enerji talebini her geçen gün daha fazla olacak şekilde arttırmaktadır. Artan enerji talebi, enerji fiyatlarını doğrudan etkileyerek arttırmakta ve bunun sonucunda hizmet sektörü, tarım, ulaşım, gıda gibi insanoğlunun en temel ihtiyaçları da olumsuz yönde etkilenmektedir. Enerji arzında yaşanan bu sıkıntılar dünya üzerinde yenilenebilir enerji kaynaklarını cazip hale getirmektedir. Dünyadaki biyodizel, biyoethanol ve biyogaz gibi alternatif enerji yakıtlarının gün geçtikçe artan bir oranda kullanılmaya başlanması fosil yakıtlar yerine ikame olacak yakıtlar için yapılan arayışa en önemli örneklerdendir. Bu çalışmada, biyodizelin avantaj ve dezavantajları, ülkemizde biyodizel konusunda yapılan çalışmalar ve biyodizel üretiminde karşılaşılan sorunlar araştırılmıştır. Elde edilen bilgiler sonucunda biyodizel üretiminde karşılaşılan sorunların giderilmesi amacıyla çözüm önerilerinde bulunulmuş ve balık kılçığı diyagramı ile sorunların değerlendirilmesi yapılmıştır.

**ABSTRACT:** The world's growing population, industrialization and human needs, so that the demand for energy increases with each passing day more and more. Energy prices, because of increasing energy demand are affected directly and as a result of this, the service sector, agriculture, transport, food, the most basic needs of human beings are affected adversely. The problems facing in energy supply attract renewable energy resource in the world. Alternative energy fuels such as biodiesel, bioethanol to be started to use increasingly is the most important example for fuel substituted instead of fossil fuels. In this study, the advantages and disadvantages of biodiesel, biodiesel production was examined, and the problems encountered are presented here. As a result of the information obtained for the purpose of solving the problems, Suggestions were presented and evaluations of problems by using Ishikawa diagram were made.

### 1 GİRİŞ

Dünyada artan nüfus, sanayileşme ve insan ihtiyaçları, enerji talebini her geçen gün daha fazla arttırmaktadır. Artan enerji talebi, enerji fiyatlarını doğrudan etkileyerek arttırmakta ve bunun sonucunda hizmet sektörü, tarım, ulaşım, gıda gibi insanoğlunun en temel ihtiyaçları da olumsuz

yönde etkilenmektedir. Özellikle fosil kökenli yakıtların (petrol, kömür vs.) fiyat artışı enerjide dışa bağımlı ülkeler için büyük sorunlara neden olmakta ve enerji ihtiyaçlarını kendi özkaynaklarından kullanabilmek için yatırımlarda bulunmaktadırlar.

Doğalgaz ve kömür yoğun olarak elektrik üretiminde kullanılmakta olup petrolden hem

elektrik üretimi hem de ulaşım araçlarının yakıtı olarak faydalanılmaktadır. Genel olarak dünya refah seviyesinin her geçen gün artması ve teknolojinin hızla ilerlemesi, insanoğlunun yaşam ihtiyaçlarını giderek daha çok konfor aramaya doğru yöneltmiş ve bu da enerji ihtiyacının sürekli artmasına neden olmuştur. Bu durum sınırlı enerji kaynaklarının tükenme riski açısından olduğu kadar, acımasızca dünyamıza verdiği çevresel zararlar açısından da büyük önem arz etmektedir. Ulaşım araçlarında yakıt olarak kullanılan petrol ürünü yakıtlarda bu zincirin bir parçasıdır. Geldiğimiz nokta itibarı ile bilim insanları her alanda olduğu gibi araç yakıtları ile ilgili olarak da alternatif enerji kaynakları aramaya yönelmişlerdir. Bu arayış iki ana başlıkta kendini göstermektedir: Birincisi kaynağın yenilenebilir(sınırsız) bir enerji kaynağı olması, ikincisi ise çevre etkileri açısından zararı azaltılmış bir kaynak olması şeklinde ifade edilebilir. Bu durumda en uygun çözüm olarak biyodizel görülmektedir. Yapılan araştırmalara göre petrolün 41, doğalgazın 62, kömürün ise 218 yıl içinde tükeneceği belirtilmiştir. Bu sebepten ötürü, fosil yakıtların yerine yenilenebilir ya da atık malzemedir üretilen yakıt türleri ve bunların üretim teknolojileri büyük önem arz etmektedir(Yaşar, 2008; Ögüt ve Oğuz, 2006; Ögüt ve Oğuz, 2011; Acaroğlu, 2003).

Günümüzde benzin yakıtına alternatif yakıt etanol ve dizel yakıtına alternatif yakıt biyodizeldir. Biyodizel, üretim yöntemlerinden biri olan transesterifikasyon ile organik yağların baz ve alkolle karıştırılarak dizel yakıtıya çevrilmesi sonucu elde edilen bir üründür. Biyodizel, genellikle kolza (kanola), ayçiçek, soya, aspir gibi yağlı tohum bitkilerinden elde edilen yağların veya hayvansal yağların bir katalizör eşliğinde kısa zincirli bir alkol ile (metanol veya etanol) reaksiyonu sonucunda açığa çıkmasıyla oluşur. Evsel kızartma yağları, donmuş yağ ve balık yağı gibi hayvansal yağlar da biyodizel hammaddesi olarak kullanılmaktadır (Türe, S., 2001).

Biyodizel, hayvansal veya bitkisel yağlar gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen alternatif bir dizel yakıtıdır. Kimyasal olarak

ise, uzun zincirli yağ asidi mono alkil esteri olarak tanımlanabilir.

Fiziksel ve kimyasal özellikleri bakımından petrol kökenli dizel yakıtları ile benzerlik göstermektedir. Biyodizel, dizel motorlarında saf olarak kullanıldığı gibi petrol kökenli dizel yakıtı ile de karıştırılarak kullanılabilir. Saf olarak biyodizel kullanıldığında B100 olarak isimlendirilirken, %20 biyodizel ve %80 dizel yakıtı içeren bir karışım B20 olarak isimlendirilmiştir. Biyodizelin, dizel ile karışım oranlarının adlandırılması Çizelge 1'de verilmiştir. (Anonim, 2012a; Anonim, 2012n).

Çizelge 1. Biyodizel ve dizel karışımlarının adlandırılması

Kodu	Biyodizel (%)	Dizel (%)
B5	5	95
B20	20	80
B50	50	50
B100	100	0

Dünyadaki enerji ihtiyacının giderek artması, yenilenebilir enerji kaynaklarının gittikçe artan bir taleple desteklenmesi, biyodizel üretimi konusunda çoğu ülkede devlet tarafından desteklenmesine rağmen ülkemizde biyodizel üretimi ve kullanımı konusunda çok sayıda problemle karşılaşmaktadır. Bu amaçla yapılan çalışmada Türkiye'deki biyodizel üretim potansiyeli, biyodizelin avantaj ve dezavantajları, biyodizel üretiminde karşılaşılan sorunlar irdelenmiş ve maddeler halinde sıralanmıştır. Elde edilen bilgiler sonucunda sorunların giderilmesi amacıyla çözüm önerilerinde bulunulmuş ve ülkemizdeki biyodizel üretiminin teşvik edilmesi için yapılması gerekenler verilmiştir.

## 2 ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Biyodizel konulu ulusal ve uluslararası çok sayıda çalışmalar bulunmaktadır. Ancak çalışmaların çoğu farklı hammaddeler ve materyallerden biyodizel üretimine yöneliktir. Yapmış olduğumuz çalışmaya uygun tez ve makale bazlı literatür

çalışmalarında elde edilen bilgiler aşağıda verilmiştir.

Aksoy(2010) tarafından yapılan “Alternatif enerji kaynağı olarak biyodizel ve üretim prosesleri” başlıklı makalede, fosil kökenli yakıtların dezavantajlarından bahsedilmiş ve fosil kökenli yakıtlara alternatif olarak biyodizelin kullanılacağı ifade edilmiştir. Yağların yakıt olarak kullanılması için ilk olarak viskozitelerini düşürecek işlemlere tabi tutulması gerektiğinden ve bu işlemi gerçekleştirmede kullanılacak biyodizel üretim metotlarından bahsedilmiştir. Biyodizel üretim metotlarından en çok tercih edilenin transesterifikasyon olduğu ve proses sürecinde katalizör olarak daha düşük sıcaklıklarda ve daha kısa sürede gerçekleşmesi sebebiyle ticari olarak en çok tercih edilen alkali NaOH, katalizörün kullanıldığı vurgulanmıştır.

Öğüt ve Oguz (2006) tarafından hazırlanan “Üçüncü milenyum yakıtı biyodizel” adlı kitapta, fosil kökenli yakıt kullanımından kaynaklanan sorunlar, yenilenebilir enerjiler, dizel motorlarda yakıt olarak kullanımının tarihsel gelişimi, biyodizelin dünyadaki durumu, biyodizelin tanımı, biyodizelin üstünlükleri, biyodizelin sakıncaları, biyodizelin teknik özellikleri, bazı yağ bitkilerinin yetiştiriciliği, tohumlardan yağ elde edilmesi, biyolojik yağların yakıtı dönüştürülme yöntemleri, gliserinin ayrıştırma yöntemi, biyodizel üretiminde otomasyon sistemi uygulanması, biyodizel üretim maliyeti, biyodizelin standartları ve teknik özellikleri, biyodizel çevre ve sağlık, Türkiye’de biyodizele ait mevzuat, Türkiye’de biyodizel üretiminin mevcut durumu gibi konulara yer verilmiştir.

Yaşar ve Eren(2008), tarafından yapılan “Türkiye’de tarım sektöründe kullanılan petrodizelin çevresel etkileri ve biyodizel alternatifiyle karşılaştırılması” başlıklı makale, Türkiye’de enerji alanında yaşanan sorunlardan bahsedilmiş olup en önemli enerji kaynağı olan petrolün %90’ının ithal edilmekte olduğu ve ülkemizin toplam enerjisinin %70’inin dış alım yoluyla karşılandığı ifade edilmiştir. Yaşar ve Eren (2008), Çelik ve ark.(2008, 2009, 2011).

Enerji, tarım, çevre ilişkisi ile biyodizelin motorlar üzerindeki etkisine de değinen yazarlar, biyodizelin; çevre dostu, yenilenebilir hammaddelerden elde edilebilen, atık bitkisel ve hayvansal yağlardan üretilen, anti-toksik etkili, biyolojik olarak hızlı ve kolay bozunabilen ayrışabilen yada çözünebilir, kanserojenik madde ve kükürt içermeyen, yüksek alevlenme noktası ile kolay depolanabilir, taşınabilir ve kullanılabilir, yağlayıcılık özelliği mükemmel, motor ömrünü uzatan, motor karakteristik değerlerinde iyileşme sağlayan, kara ve deniz taşımacılığında kullanılabilen, ısıtma sistemleri ve jeneratörlerde kullanıma uygun, stratejik özelliklere sahip, mevcut dizel motorlarında hiçbir tasarım değişikliği gerektirmeden kullanılabilen ve ticari başarıyı yakalamış çevre dostu yakıt olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Türkiye’de sera gazı emisyonlarının %13,5’lik bir değerle tarımsal sebeplerden ötürü kaynaklandığı belirtilmiştir. Tarımsal işlemlerde petrodizel yerine biyodizel kullanımının çevresel açıdan değerlendirmesini yaptıktan sonra her bir tarımsal ürün yetiştiriciliği için ülke bazında sera gazı emisyonları veri tabanları oluşturulmasını önermişlerdir. Bu veri tabanı sayesinde sera gazı emisyonlarını tarımsal üretimde azaltmaya yönelik yeni teknolojiler geliştirilebileceği vurgulanmıştır.

### 3 MATERYAL VE METOT

Biyodizel, yağ bitkisi olarak adlandırılan avciçeği, kanola(kolza), soya gibi bitkilerin tohumları, atık yemeklik yağlar ve hayvansal yağlar gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen alternatif dizel yakıttır. Biyodizel, ilk olarak Rudolf Diesel tarafından, 1898’de düzenlenen Paris’teki dünya fuarında fıstık yağı ile çalıştırıldığı dizel motorunda kullanılmıştır. Biyodizel ismi ise ilk olarak 1992 yılında Amerika Ulusal Soydiesel Gelistirme Kuruluşu (National Biodiesel Board, NBB) tarafından kullanılmıştır.

Türkiyede ise biyodizel ile ilgili ilk olarak 1934 yılında “Bitkisel Yağların Tarım Traktörlerinde Kullanımı” adı altında Atatürk Orman Çiftliğinde bir toplantı

düzenlenmiş ve alternatif vakıtların kullanılması üzerine araştırmalarda bulunulması gerektiği sonucuna varılmıştır.

#### 4 ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Ülkemizde biyodizel üretimi konusunda karşılaşılan tüm problemler üretici, tüketici ve denetleyici kurumlar gözünden incelenmiş, sorunlar tespit edilmiş ve çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

Yapılan çalışmada biyodizel üretiminde karşılaşılan en önemli altı problem belirtilmiş ve sonrasında balık kılçığı diyagramıyla yaşanan tüm sorunlara değinilerek çözüm önerilerinde bulunulmuştur.

##### 4.1 Hammadde Temini Sorunu

Biyodizel üretiminde karşılaşılan sorunlarından ilki biyodizelin hammaddesi olarak kullanılan kanola, soya gibi bitkilerin üretimi yada atık yağların toplanması konusunda yaşanan problemlerdir. Üretici halkın bu konu hakkında yeterli bilince sahip olmaması, üretimlerin yeterli düzeyde desteklenmemesi ve üretim sonrası yaşanan pazarlama sıkıntıları ile diğer bir hammadde kaynağı olarak görülen atık yağların toplanması konusundaki yasal boşluklar ve kullanıcı bilinçsizliği hammadde temini konusunda yaşanan en önemli sorunlardandır.

Hammadde konusunda yaşanan eksikliğin haricinde dünyada ve ülkemizde yağlı tohumların önemi giderek artmaktadır. Yenilenebilir ve temiz enerji kaynağı olan biyodizel sektörden gelecek hammadde ihtiyacına ilave olarak artan nüfus yağ tüketim ihtiyacı daha arttıracaktır. Bu artan ihtiyacı dışa bağlı olmadan kendi iç kaynaklarımızla karşılamak için yağlı tohum tarımını geliştirecek faaliyetlerin artarak devam etmesi gerekmektedir. Bu bağlamda enerji tarımı yapan çiftçilere teşvik primleri verilmeli, vergi indirimleri yapılmalı, tarımsal destek(tohum desteği, mazot desteği, gübre desteği vs. gibi) sağlanmalı, atıl durumda olan kullanılmayan araziler enerji tarımında değerlendirilmeli, enerji

tarımına alım garantisi verilmeli, sözleşmeli çiftçilik yaygınlaştırılmalı ve nöbetleşe ekim yöntemi ile araziler enerji tarımına yönlendirmelidir.

Ülke olarak bu alandaki Ar-Ge çalışmalarına kaynak ayrılmalı ve Ar-Ge çalışmaları ile biyoyakıt çalışmaları desteklenmelidir. Bu sayede çiftçilere iş imkânı doğacak, kırsal kesimden şehirlere göç azalacaktır. Biyoyakıt yapımında kullanılacak bitkisel yağların rekoltesinin artması bitkisel yağ sanayi endüstrisinin de gelişmesini sağlayacaktır. Ayrıca, diğer gıda kaynaklı (buğday, arpa vs.) bitkilerinin ekildiği alanlara zarar vermeden, biyodizel üretiminde aspir gibi yağlı tohumlu bitkilerin ekimi desteklenmeli ve çiftçilerimiz bu konuda bilinçlendirilmelidir.

Neticede ülkemiz ithalat tasarrufu sağlayacak ve dışa bağımlılığı azalacaktır. Ayrıca büyük şehirlere olan göçü engelleyecek, göçün büyük şehirlerde yarattığı çarpık kentleşme, trafik, artan suç oranları, eğitim ve ekonomi gibi sorunları önleyecektir.

##### 4.2 Biyodizelin Tanımlanması ve Kurumsal Kimlik Eksikliği Sorunu

Biyodizel, bitkisel yağlar, hayvansal yağlar, evsel ve endüstrivel atık yağlardan elde edilen alternatif enerji kaynağı olmasına rağmen ülkemizde 5015 sayılı Petrol Kanunu çerçevesinde değerlendirilmektedir. Biyodizel, petrol içermeyen temiz ve yenilenebilir alternatif enerji kaynağı olarak dünyada ve ülkemizde kabul görmesine karşın Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK)'nun biyodizeli petrol ürünü olarak değerlendirmesi biyodizelin gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir.

Kurumsallaşmayı, kurumun kendini ifade etme şekli olarak kısaca tanımlayabiliriz. Biyodizel şu anki haliyle, Maliye Bakanlığı, Sanayi Bakanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Enerji Bakanlığı sorumluluğu içerisinde. Birçok kurumun ilgi alanında olması ve tamamıyla bir kuruma bağlı olmaması nedeniyle biyodizelle ilgi sorunların giderilmesi mümkün olmamaktadır.

Biyodizelin bir kuruma bağlanması, ülkemizin bu yönde yapacağı atılımların daha hızlı gerçekleştirmesini sağlayacaktır.

#### 4.3 Biyodizel Standartları Sorunu

Biyovakıt üreten ülkeler dışarıdan hammadde ithal etmek yerine kendi tarımsal ürünlerini yetiştirip üretim sürecinde kullanmaktadır. Ülkeler özellikle kendi iklim şartlarına uygun tarım ürününde uzmanlaşmaktadır. Örneğin AB ülkeleri biyodizel üretiminde kolza yağını kullanmış ve bu hammaddeye uygun standart geliştirmiştir. ABD bivoetanol üretiminde hammadde olarak mısır ürününü, Brezilya ise hammadde olarak şeker kamışını tercih etmiştir. Asya ülkelerinden Endonezya ve Malezya biyodizel üretiminde palm yağını kullanmaktadır.

Biyodizelin 2003 yılında 5015 no'lu Petrol Piyasası Kanununda harmanlanan ürünler kısmında yer almasıyla birlikte üretimde kullanılacak standartla ilgili çalışmalar başlamıştır.

13.10.2005'te "Otomotiv vakıtları-Yağ asidi metil esterleri (Yame/Biyodizel)- Dizel motorlar için" Gereklere ve deney yöntemleri standardını kabul etmiştir. Ardından 2009 ve 2010 yıllarında bu standart TSE tarafından revize edilmiştir.

Suan 02.03.2010 tarihinde kabul edilen TS EN 14214+A1 "Otomotiv vakıtları-Yağ asidi metil esterleri (Yame/Biyodizel)-Dizel motorlar için" Özellikler ve deney yöntemleri standardı yürürlüktedir.

Paralel olarak 06.12.2007 de TS 13314 numaralı "Biyodizel Yağ Asidi Metil Esterleri (Yame) Üretim Tesisleri-Genel Kurallar" adlı standardı hazırlamış ve yürürlüğe alınmıştır. Bu standartlar oluşturulurken AB'nin biyodizel üretimi için oluşturduğu standartlar baz alınmıştır.

Ülkemizin tarımsal ürün portföyü, iklim şartları hesaplanmadan kullanılmaya başlanan bu standartlardan dolayı sıkıntılar yaşanmaktadır.

AB ülkeleri biyodizel üretiminde hammadde olarak, kolza yağını kullanmaktadır. Kolza yağı ülkemizin fazla üretmediği bir hammadde olup detayları pek

bilinmemektedir. Kolza yağının hammadde olarak kullanılması durumunda ülkemizin ilk etapta ithalatçı konuma düşeceği görülmektedir. Bu durum enerji ihtiyacımızı kendimiz karşılayalım mantığıyla ters düşmektedir. Bu amaçla ülkemizin tarımsal şartlarına uygun bitkilerin kullanılmasına yönelik standartların geliştirilmesi daha mantıklı olacaktır.

#### 4.4 Biyodizel Kullanımı Konusundaki Toplumun Bilinç Yetersizliği Sorunu

Bilindiği üzere biyodizel, sera gazı etkisini ve dışa bağımlılığı azaltan, tarım sektörünü canlandıran temiz ve yenilenebilir enerji kaynağıdır. Bunun yanında biyodizel, dizel motorlu araçlarda, havayolu ve demiryolu taşımacılığında ve kalorifer yakıtı gibi birçok alanda kullanılabilir. Dünya çapında birçok ülke bu yakıtı etkin bir şekilde kullanırken ve kullanımının artırılması için politikalar belirleyip ülkeler biyodizel vizyonu oluştururken ülkemizde gelişmemesi ve bilinirliğinin az olması uygulanan yanlış politikaların olmasının yanında halkın konu hakkında bilgi sahibi olmaması da yatmaktadır. Biyodizel hakkında birçok akademik çalışma yapılmış olmasına, bazı meslek kuruluşları ve kooperatiflerin aktif olmasına ve Ar-Ge çalışmaları yapılmasına rağmen halkın konuya yabancı olması üzüntü vericidir. Bu bağlamda halkın biyodizel hususunda bilinçlenmesi adına bazı faaliyetlere girişilmesi gerekmektedir.

Öncelikli olarak bu konuda ortaöğretim ve liselerde dersler konulmalı, kitlesel iletişim araçlarından radyo, televizyon, dergi, gazete, internet kullanılmalıdır. Hatta kamu spotu adında kısa filmler hazırlanmalı, ulusal ve yerel televizyon kanallarında yayımlanmalıdır.

#### 4.5 Biyodizel Maliyetindeki ÖTV Sorunu

Özel Tüketim Vergisi (ÖTV), belirli mal veya ürünler üzerinden maktu veya oransal olarak alınan bir harcama vergisidir. İlk olarak Avrupa Birliği ile uyum çerçevesinde yapılan kanun değişiklikleriyle gündeme gelmiş ve yine aynı amaçla 2002 yılında

4760 sayılı kanun ile kabul edilmiştir. Avrupa Birliği'nde bu verginin uygulanmasındaki amaç, gelir elde etmekten ziyade sosyal fayda sağlamaktır. Bu nedende ÖTV, lüks (mücevher, kürk vb.), sağlığa zararlı (alkol, sigara vb.), çevreye zararlı (benzin vb.) mallara uygulanır. ÖTV, KDV gibi aynı malın her el değiştirmesinde tekrar alınmaz. Malın ithal edilmesi veya üretilen malın ilk alıcısına teslimi esnasında ÖTV bir kez olmak üzere tahsis edilir.

Motorlu taşıtlarda ise, nihai tüketicinin ÖTV ödemesi gerekir. Vergin mükellefi olan ithalatçılar belirtilen duruma göre ilk satıcılar olmaktadır. Bu yüzden, kanuna ek 4 ayrı tarifede yer alan ürünlerin vergilendirilmesi esastır (Anonim, 2012g).

1. Savılı tarife, akaryakıt ve yağ türevlerini vergiler, eski Akaryakıt Tüketim Vergisi yerine
2. Savılı tarife, taşıtları vergiler, eski Taşıt Alım Vergisi yerine
3. Savılı tarife, tütün ve alkol türevlerini vergiler, eski Ek KDV yerine
4. Savılı tarife, bevaz ve kahverengi esvaler ve türevlerini vergiler, eski Lüks KDV yerine gelmiştir (Anonim, 2012g).

Yapılan araştırmalar sonrası, ÖTV'nin biyodizelin ülke genelinde yaygınlaşmasının önündeki engellerden biri olduğu görülmüştür. Normal şartlarda ÖTV'nin sosyal amaç gütmesi gerektiği düşünüldüğünde, sera etkisi yaratmayan, dışa bağımlılığı azaltacak, istihdamı artıracak, tarımsal üretimi artıracak, büyükşehirlere göçün azalmasını sağlayacak biyodizelden ÖTV'nin alınmaması en doğru karar olacaktır. Biyodizelin belirtilen pozitif etkileri düşünüldüğünde Malive Bakanlığının ÖTV'den gelecek vergi gelirlerinden feragat etmesi gerekir. EPDK'nın da ÖTV'nin biyodizel kullanımında muaf tutulmasını haksız rekabet olarak görmemesi gerekmektedir.

Biyodizel ilk olarak 30.12.2003 tarihli 5015 sayılı Petrol Pivasası Kanununda yer almıştır. Kanunun 7.maddesinde biyodizel akaryakıtla harmanlanan ürünler arasında yer almıştır. Ayrıca kanunun 9.maddesinde akaryakıtla harmanlanan ürünlerin akaryakıt ile eşdeğer vergiye tâbi olduğu belirtilmiş ve

yerli tarım ürünlerinden elde edilen ve akaryakıtla harmanlanan ürünlerin bunun dışında olduğu ifade edilmiştir.

Daha sonra 08.04.2006 tarihinde 5479 Gelir Vergisi Kanunu, Amme Alacaklarının Tahsil Usulü Hakkında Kanun, Özel Tüketim Vergisi Kanunu ve Vergi Usul Kanununda Değişiklik Yapılması Hakkındaki Kanunun 16. maddesinde litre başına 0,6498 TL ÖTV uygulaması getirilmiştir. Ancak 08.12.2006 tarihinde bakanlar kurulu kararı ile 4760 Sayılı Özel Tüketim Vergisi Kanununun 2.maddesinde Türkiye'de üretilen tarım ürünlerinden elde edilen biyodizelin %2'lik kısmına ÖTV muafiyeti getirilmiştir. Yalnız atık kızartma yağlarından elde edilen biyodizel bu ÖTV muafiyetinin dışında bırakılmıştır.

Daha sonraki yıllarda biyodizel üzerinden ÖTV alımı artarak devam etmiştir.

02.11.2007 tarihli bakanlar kurulu kararıyla, Atık yağlardan ve hammadde olarak yerli tarım ürünleri kullanılmayarak elde edilen biyodizelden 0,72 TL ÖTV,

15.07.2009 tarihindeki bakanlar kurulu kararı ile 0,8 TL ÖTV,

31.12.2009 tarihindeki bakanlar kurulu kararı ile 0,91 TL ÖTV,

20.09.2012 tarihindeki bakanlar kurulu kararı ile 1,1209 TL ÖTV alım uygulanması getirilmiştir.

Yıllara göre dış ticaret rakamları incelendiğinde, dış ticaret hacminde ithalatın payının sürekli arttığını görmekteyiz.

2000 yılında ülkemizin tüm ithalat mallarında yapmış olduğu ithalat gideri 54 milyar dolar düzeyindeyken,

2011 yılı itibarıyla bu rakam 240 milyar dolar düzeyine ulaşmıştır (Anonim, 2012h.).

Diğer taraftan yıllara göre ham petrol ithalat rakamları incelendiğinde, 2002 – 2011 yılları arasında ortalama 21 milyon ton civarında petrol ithalatı gerçekleştirilmiştir. Ham petrolün varil fiyatını ortalama 120 dolar düşündüğümüzde, yıllık ortalama 20 milyar dolar civarında ham petrol ithalatı gerçekleştirildiği görülmektedir.

Yıllara göre kok kömürü ve rafine edilmiş petrol ürünleri dış ticaret hacmi incelendiğinde, 2011 yılında yaklaşık 18 milyar dolar civarında ithalat

gerçekleştirildiği görülmektedir. Türkiye toplamda 40 milyar dolara yakın petrol ve petrol ürünleri ithal etmektedir. Ayrıca petrol ve petrol ürünleri tüketiminin yıllar itibariyle artması sera etkisi yaratacak eksoz emisyonlarının artmasına neden olduğu bilinmektedir.

Ülkemizdeki, enerji, endüstriyel işlemler, tarımsal faaliyetler gibi kaynakların neden olduğu sera gazı emisyonları incelendiğinde,

1990 yılında toplamda 187 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğer iken,

2010 yılında 401 milyon ton CO<sub>2</sub> eşdeğer olmuştur (Anonim, 2012 l).

Bu bağlamda biyodizelle uygulanan ÖTV'nin azaltılması ya da tamamen kaldırılması ile dış ticaret açığımız dolayısıyla dışa bağımlılık ve küresel ısınmaya neden olan sera etkisi önemli ölçüde azalacaktır.

#### 4.6 Biyodizel Dağıtım ve Lojistik Sorunu

Lojistik, biyoyakıt maliyetini etkileyen en önemli faktörlerden biridir ve nihai ürünün satış istasyonuna nakli, depolanması ve bu işlemlerin organizasyon ve planlamasını kapsamaktadır.

Bu faaliyetlerin yerine getirilmesi için devletin firmaları vergi indirimi, sigorta priminin karşılanması, KDV iadesi, KDV istisnası, arazi tahsis, lojistik yatırımcılarına düşük faizle fon sağlanması gibi teşviklerle desteklemelidir. Bu yapılan destekler neticesinde biyoyakıt üretim maliyetleri düşecek, dolaylı olarak da lojistik sektöründe canlanma olacaktır.

#### 4.7 Biyodizel İle İlgili Son Gelişmeler

EPDK, 2013 yılından itibaren benzin ve motorinde her yıl kademeli arttırılmak üzere yerli katkı ilave zorunluluğu getirmiştir. Piyasaya akaryakıt olarak arz edilen motorin türlerine, yerli tarım ürünlerinden üretilmiş yağ asidi metil esteri (Yame) içeriğinin (biyodizel);

1 Ocak 2014 tarihi itibariyle en az yüzde 1,  
1 Ocak 2015 tarihi itibariyle en az yüzde 2,

1 Ocak 2016 tarihi itibariyle en az yüzde 3 olması gerekmektedir.

EPDK'nın bu kararı akaryakıt tarımsal ürün katkısını zorunlu hale getirirken, bu karar bir anlamda yerli biyoyakıtların üretiminin teşviki anlamına da gelmektedir. Türkiye'de 2011 yılında, motorinin yoğunluğu ortalama 0,845 gr/cm<sup>3</sup> olarak alındığında yaklaşık 14,7 milyon ton ya da 17,4 milyon m<sup>3</sup> motorin tüketimi yapılmıştır. Motorine % 3 lük harmanlama yapılmasının zorunlu hale getirilmesi durumunda ise 522 bin metre<sup>3</sup> ya da 441 bin ton biyodizelle ihtiyaç duyulmaktadır.

EPDK'nın yerli katkı konusundaki olumlu yaklaşımını, sorunlar olarak belirttiğimiz diğer hususlar konusunda da desteklemesi gerekmektedir. Bu durum, ülkemizin en önemli ithalat kalemlerinden olan enerji ithalatını azaltacağı gibi kendi kendine yetebilen bir devlet olma yolunda hızlı adımlarla ilerlememize de büyük bir katkı sağlayacaktır.

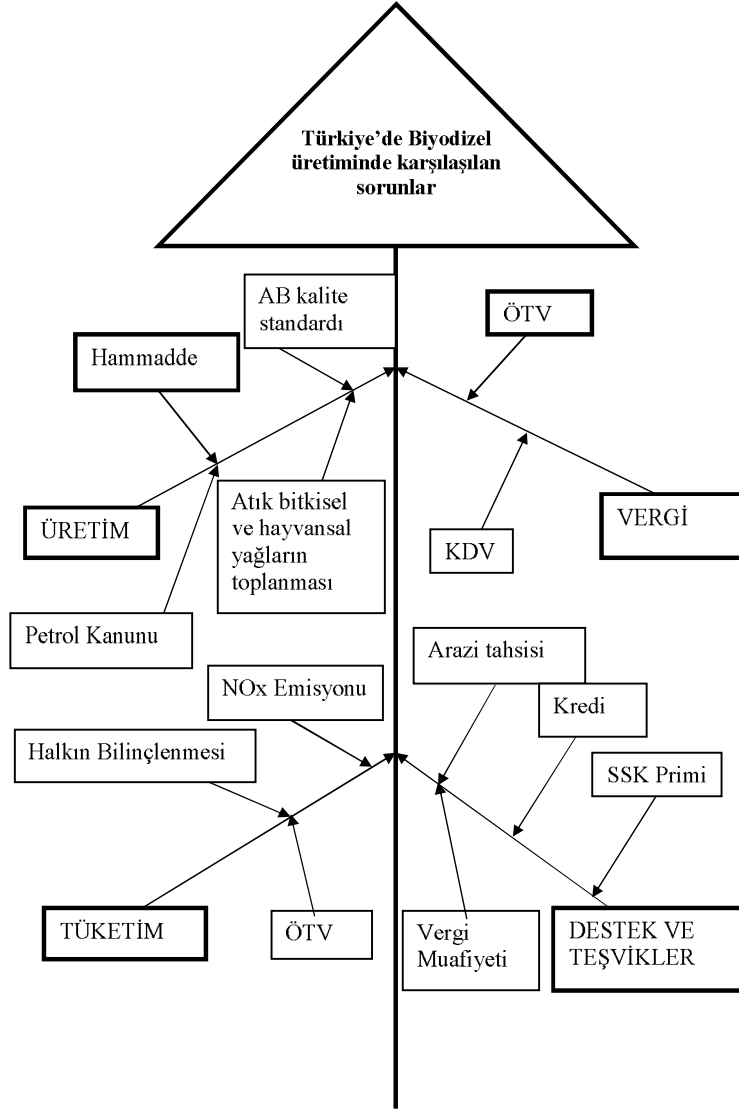
#### 5 BALIK KILÇIĞI DİYAGRAMI İLE SORUNLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Balık Kılçığı Diyagramı, bir sonuç ve buna neden olabilecek değişik etmenler arasındaki ilişkinin grafik açıklamasıdır.

Balık Kılçığı Diyagramı oluşturulurken izlenen işlem adımları

- Araştırılacak sorun kutu içine alınarak okla gösterilir.
- Bu soruna sebep olabilecek ana nedenler birer kutu içine alınarak bu oka bağlanır
- Her ana nedenin alt nedenleri işaretlenir.
- Belirlenen bu nedenler verilerle doğrulanır. Önemli neden ve alt nedenlere ağırlık verilerek çözümler aranır.

Bu çalışmada Balık Kılçığı Diyagramı kullanılarak Türkiye'de biyodizel sektörü değerlendirilmiştir. Kullanılan analiz yöntemi ile Türkiye'de biyodizel üretiminde karşılaşılan sorunların asıl ve alt nedenleri belirtilerek tanımlamaya çalışılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Balık kılıçğı diyagramı ile biyodizel üretiminde karşılaşılan sorunların değerlendirilmesi

## 6 SONUÇLAR

Enerji arz ve güvenliği ülkelerin birinci öncelikleri arasındadır. Çünkü ülke ekonomilerinin gücü sanayisine, sanayisinin gücü de enerji temininin sürekli ve güvenilir olmasına bağlıdır. Bu bağlamda ülkeler son

yıllarda, enerji portföyünü genişletmek ve gelecekte karşılaşılabilecek, enerjiden kaynaklanacak riskleri minimize etmek adına alternatif enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Bu amaçla, Biyodizelin yaygınlaşması önemli ölçüde tarım potansiyeline sahip ülkemizde çarpan etkisi yaratacaktır. Tarım



sektöründe istihdam oluşturulmasının dışında kırsal kesimden büyükşehirler göçü önleyecektir. Üretim tarafı için kurulacak tesisler önemli ölçüde istihdam yaratacaktır.

Üretim sonucu elde edilen gliserin ve küspenin üretimi artacağı için bu yan ürünleri kullanan sektörlerde(kozmetik ve yem sanayi) maliyet yönünden rahatlama sağlayacaktır. Bu bağlamda biyodizel hususunda sürekli ve kalıcı politikalar oluşturulmalı ve hedefler belirlenmelidir.

Biyodizelin yaygınlaşmasıyla sera gazı ile mücadelede dünya ile hareket edilecek ve çevreye duyarlı bir toplum oluşturulacaktır. Diğer taraftan kendi enerji sorunlarını aşmanın dışında biyodizel yakıtını ihraç eden ülke pozisyonuna girilecektir.

## KAYNAKLAR

- Acaroğlu, M., 2003. Alternatif enerji kaynakları. Atlas yayını, 341 s, İstanbul.
- Aksoy, L., 2010. Alternatif enerji kaynağı olarak biyodizel ve üretim prosesleri. Taşıt Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2(3): 45 – 52.
- Anonim, 2012 a. Biyodizel üretim yöntemleri. <http://eng.ege.edu.tr/~otles/foodwaste-oil.tripod.com/biodizel/id2.html>
- Anonim, 2012 g. Özel Tüketim Vergisi. [http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%96zel\\_T%C3%BCketim\\_Vergisi](http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%96zel_T%C3%BCketim_Vergisi)
- Anonim, 2012 h. Yıllara göre dış ticaret. [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt\\_id=12](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=12)
- Anonim, 2012 l. Sektörlere göre toplam sera gazı emisyonları. [http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt\\_id=10](http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=10)
- Anonim, 2012 n. Atık Bitkisel Yağlar ve Biyodizel. [http://www.albiyobir.org.tr/aby\\_b.htm](http://www.albiyobir.org.tr/aby_b.htm)
- Celik, I., Koç, Ö., 2011. An Experimental and Comparative Examination of the Effect of Biodiesel Fuel on Engine Wear, Energy Sources, Part A, 33:1–12.
- Celik, I., Sensogut, C., Aydin, O., 2009. Usage Biodiesel As Fuel And Examining Its Effects On An Engine, Energy Sources , Part A, vol:31, pp:1857-1865.
- Celik, I., Sensogut, C., Ceylan, N., 2008. The Effects Of Biodiesel Usage On The Components Of An Engine, International .Journal of Global Energy Issues, vol:29, no:03, pp.303-313.

Öğüt, H., Oğuz, H., 2006. Üçüncü milenyum yakıtı biyodizel. Nobel yayın dağıtım, 745, 190 s, Ankara.

Öğüt, H., Oğuz, H., 2011. Konya’da tarıma dayalı yenilenebilir enerji kaynakları potansiyeli. I. Konya Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Yayını, ISBN: 978-605-01-0205-5: 409 – 420, Konya.

Türe, S., 2001. Biyokütle enerji. Temiz Enerji Vakfı Yayını, ISBN: 975-8547-09-7, 27 s, Ankara.

Yaşar, B. 2008. Türkiye’de biyodizel üretim maliyeti ve yaşanan sorunlar.(Z. Şen, A.D. Şahin, Editörler). 7. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. Su vakfı yayını, ISBN – 978 – 975 – 6455 – 35 - 7: 197 – 204, İstanbul.

Yaşar, B., Eren, Ö. 2008. Türkiye’de biyodizel üretim maliyeti ve yaşanan sorunlar.(Z. Şen, A.D. Şahin, Editörler). 7. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu. Su vakfı yayını, ISBN – 978 – 975 – 6455 – 35 - 7: 83 – 90, İstanbul.



## Maden Aramalarında Kullanılan Jeofiziksel Yöntemler *Geophysical Methods Used in Mines Exploration*

Ö. Bilgin

*Şirnak Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Erzurum*

A. Sakcalı

*Atatürk Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Erzurum*

Ç. Özer

*Atatürk Üniversitesi, Jeofizik Mühendisliği Bölümü, Erzurum*

**ÖZET** Maden aramalarında kullanılan jeofiziksel yöntemler uygun jeolojik şartlarda yer altındaki maden yatağının tespitinde başarılı sonuçlar vermektedir. Jeofiziksel aramalar matematiksel ve fiziksel bağıntılar kullanarak yeraltındaki olası değişimleri modellemeyi amaçlamaktadır. En uygun jeofizik yönteminin seçiminde, cevher yatağı ve yan kayaç arasında fiziksel özelliklerin farklılığından kaynaklanan ilişki kullanılacak yöntemi belirlemede önemli bir etkidir. Veri toplama elektronik aygıtların kullanımı ile gerçekleştirilmektedir. Sayısal veriler çeşitli jeofizik cihazlarıyla ölçülmektedir. Maden aramalarında yeraltındaki jeolojik değişimden kaynaklanan farklılıkları sayısal olarak ölçen elektrik, gravite ve elektromanyetik gibi birçok jeofiziksel yöntem vardır. Bu çalışmada, maden aramalarında kullanılan bazı jeofiziksel yöntemlerin temel prensipleri açıklanarak, yapılmış çalışmalara örnekler verilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Mineral exploration, Geophysical methods

**ABSTRACT** Geophysical methods used in mineral exploration give satisfactory results in the determination of underground mineral deposit. Geophysical surveys aim that modeling possible changes in subsurface by using mathematical and physical correlations. The relationship arising from differences in physical characteristics between the ore bed and wall rock is an important factor in determining method to be used on selection of the most suitable geophysical methods. Data collection is carried out by the use of electronic devices. Digital data are measured by a variety of geophysical devices. There are many geophysical methods such as gravity, electricity and electromagnetic which measure differences arising from underground geological variety. In this study, some of basic principles of geophysical methods used in mineral exploration are explained and examples are given to studies which are made.

**Keywords:** Maden arama, Jeofiziksel yöntemler

### 1 GİRİŞ

Maden aramalarında olası rezervlerin yayılımını tespit etmek için jeofizik çalışmalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Hangi cevherleşmede hangi yöntemin kullanılacağı arama çalışmalarında çok önemlidir. Bunun sebebi her jeofizik

yöntemin birbirlerinden farklı temel prensiplere dayanması ve bu temel prensipler çerçevesinde ölçümleri gerçekleştirmesidir. Örnek olarak gravite yönteminde yoğunluktan kaynaklanan yerçekim ivmesi hesaplanmaktadır. Benzer olarak doğal potansiyel yönteminde yeraltında oluşan doğal gerilim ölçülmektedir. Bu sebeple

kullanılacak jeofizik yöntemi belirlemede, aranacak madenin özellikleri ve jeolojik yapısı çok önemlidir. Maden aramalarında kullanılan başlıca jeofizik yöntemler probleme göre değişmekle birlikte doğal potansiyel yöntemi, elektromanyetik-vlf, gravite yöntemi, manyetik yöntem, rezistivite yöntemi olarak sıralanabilir. Probleme göre diğer jeofizik yöntemlerden de faydalanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında bu yöntemlerin çalışma prensipleri hakkında kısa bilgiler verilmiş ve yapılmış çalışmalarla örneklendirilmiş maden araştırmalarında jeofizik yöntemin yeri hakkında bilgilendirme yapılmaktadır.

## 2 MADEN ARAMALARINDA YAYGIN KULLANILAN YÖNTEMLER

### 2.1 Gravite Yöntemi

Gravite yöntemin temel prensibi; yerküre gravite ivmesi değişimlerinin ölçülüp yorumlanmasına dayanmaktadır. Bu yöntemle elde ettiğimiz sonuçların temel sebebi yeraltındaki yoğunluk değişiminden kaynaklanmaktadır. Bu yöntemde net bir sonuca ulaşmak için yeraltında belirgin bir yoğunluk farkı olmalıdır. Gravite yönteminde ölçümler, gravimetre adı verilen cihazlar yardımı ile yapılmaktadır. Gravimetre, yerkabuğu içerisinde bulunan yoğunluğu çevresine göre az veya yüksek bir kütle o bölgenin yerçekimi ölçüm değişimleri prensibine dayanılarak, yerçekim ivmesi farklılıklarının saptanmasıyla olası bir kütleyi tespit etmeyi amaçlayan jeofiziksel bir cihazdır.

Gravite yönteminin amaçları; askeri amaçlı güdümlü füzelerin gönderimi için yerçekimi ivmesinin hesaplanması, yeraltındaki jeolojik durumun belirlenmesi, yerkürenin gravitasyon alanındaki farklılıklarının belirlenmesi, maden araştırmaları olarak sıralanabilmektedir. Gravite (yer çekim kuvveti) formülü:

$$g = G \frac{m}{r^2} \quad ;$$

Burada g yer çekimi ivmesi, r uzaklık, m kütle, G ise sabit değerdir. Gravite

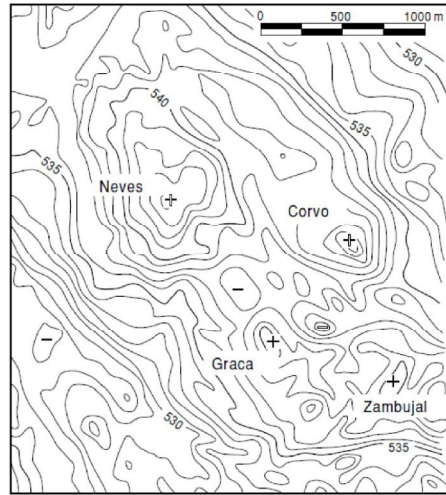
vektörünün koordinat eksenleri boyunca bileşenleri:

$$g_x = -\frac{\partial U}{\partial x} = G \iiint \frac{(x-x')dm}{r^3}$$

$$g_y = -\frac{\partial U}{\partial y} = G \iiint \frac{(y-y')dm}{r^3}$$

$$g_z = -\frac{\partial U}{\partial z} = G \iiint \frac{(z-z')dm}{r^3}$$

Formül;  $r^2 = (x-x')^2 + (y-y')^2 + (z-z')^2$  olarak verilmektedir. Gravite yönteminde  $g_z$  bileşeni ölçülmektedir ve g olarak gösterilmektedir. Maden aramalarında gravite yönteminin önemini anlatan önemli bir çalışma Şekil 1'de sunulmuştur. Bu çalışmada Leca (1990) tarafından sülfür yataklarında Portekiz Neves Corvo bölgesinde pirit kuşağı üzerinde uygulanmıştır. Artı(+) ile simgelenen bölgeler yüksek yoğunluklu bölgeleri göstermektedir.



Şekil 1. Örnek bir gravite çalışması (Leca, 1990)

### 2.2 Manyetik Yöntem

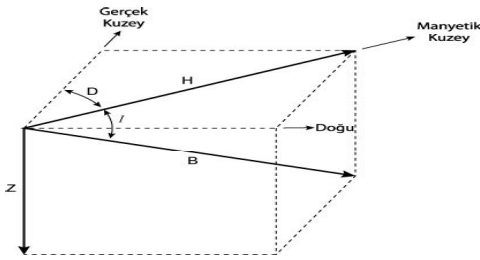
Mıknatıslanma özelliği olan kayalar yeraltındaki yapıyı yansıtacak jeofizik anomaliler vermektedir. Manyetik yöntemi uygulayabilmek için aranan cismin yan

kayaçlardan farklı bir manyetik süseptibiliteye sahip olması gerekmektedir. Manyetik ölçümler manyetometre ile ölçülmektedir. Bu yöntem; mıknatıslık özelliği gösteren kayaç ve minerallerin aranmasında, sedimanter kayaçların belirlenmesinde, petrol yataklarının aranmasında, arkeolojik alanlarda geniş kullanım alanı bulmaktadır (Aydın, 2003). Manyetik yöntemde, süseptibilite önemli bir kavramdır. Laboratuarda yapılmış bazı kayaç ve minerallerin manyetik süseptibilitesi Tablo 1'de sunulmuştur. Süseptibiliteye; kayacın içerisinde bulunan manyetit miktarıyla doğrudan orantılıdır.

Tablo 1. Bazı kayaç ve minerallerin manyetik süseptibilitesi (SI dönüşümü yapılmıştır.) (Telford et al., 1976)

Kayaç ve mineraller	Ortalama
Kireçtaşı	300
Kumtaşı	400
Şist	1500
Pirit	1600
Gnays	4000
Hematit	7000
Kromit(manyetitli)	7500
Andesit	170 000
İlmenit	1875 000
Manyetit	6250 000

Şekil 2'de yer manyetik alanının elemanları gösterilmiştir.



Şekil 2. Yer manyetik alanının elemanları

$$X = H \times \sin D$$

$$Y = H \times \cos D$$

$$Z = H \times \tan I$$

$$Z = T \times \sin I$$

$$H = (x^2 + y^2)^{1/2} = T \cos I$$

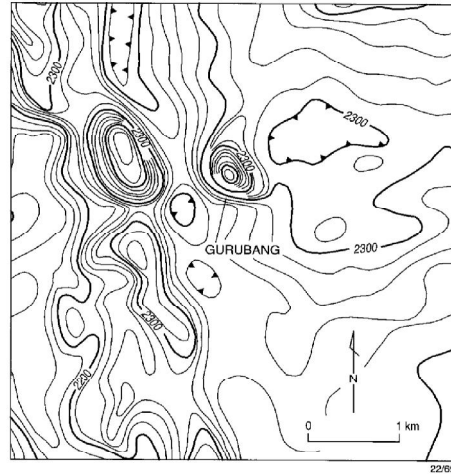
$$T = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2} = (H^2 + z^2)^{1/2} = H \cos I$$

$$\tan I = z / H = z / (x^2 + y^2)^{1/2}$$

$$\tan D = x / y$$

D sapma açısı ve I meyil açıları 0 ile 90 derece arasında değişmektedir. Düşey bileşen (z)  $\Rightarrow$  0-0.7 gauss arasında değişmektedir. Yatay bileşen (H)  $\Rightarrow$  0-0.4 gauss arasındadır.

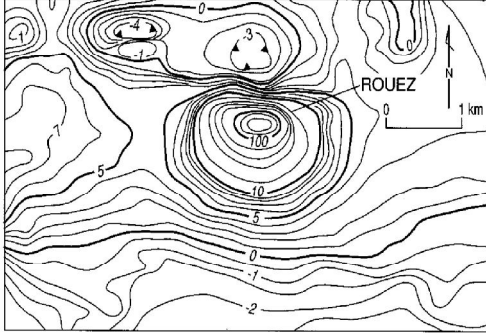
Gunn 1997'de yaptığı çalışmada Kuzey Avustralya'nın Tennant Creek bölgesinde Bakır-Altın yatakları üzerinde çeşitli manyetik çalışmalarda bulunmuştur. Şekil 3'de Gurubang bölgesindeki Manyetik harita verilmiştir. Buradaki Manyetik anomali yaratan sebep Masif Pirotinin varlığıdır. Bölgenin doğusundaki alterasyon sürecinden dolayı manyetik etkiyi örtebileceği



saptanmıştır.

Şekil 3. Gurubang Bölgesinde yapılmış örnek bir manyetik ölçüm çalışması (Gunn, 1997)

Şekil 4’ de Rouez Bölgesinde yapılmış örnek bir manyetik ölçüm çalışması gösterilmektedir. Burada manyetik ölçümler alınmış ve pirotin varlığı sebebiyle manyetik anomaliler belirlenmiştir.



Şekil 4. Rouez Bölgesinde yapılmış örnek bir manyetik ölçüm çalışması (Gunn, 1997)

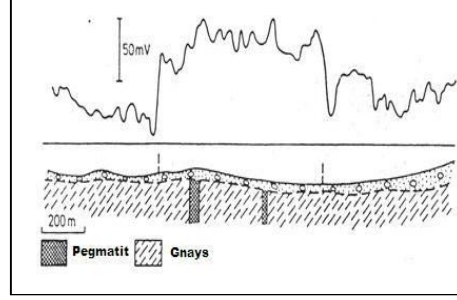
### 2.3 Doğal Potansiyel Yöntemi

Doğal potansiyel yöntemi yapay akım kullanılmadan uygulanan tek yöntemdir. Yeraltındaki doğal elektrik akımının doğal alanını ölçmektedir. Doğal potansiyel yöntemi, jeofiziğin en eski yöntemlerinden biri olup, birçok jeolojik problem çözümünde etkin olarak kullanılmaktadır. Yöntemin ilk uygulanma alanı sülfürlü cevherlerin aramasıdır. Doğal potansiyel yönteminin uygulama alanları şu şekilde sıralanmaktadır;

- Fay ve kırık hatlarının belirlenmesi,
- Jeotermal kaynakların araştırılması,
- Hidrojeoloji çalışmaları,
- Yer altı boşluklarının saptanması,
- Metalik maden yataklarının aranması,
- Depremlerin önceden belirlenmesi,
- Mühendislik çalışmaları,
- Çevre jeofiziği çalışmaları,
- Baraj ve sızıntı denetimi çalışmaları,
- Arkeolojik çalışmalar.

Şekil 5’ de örnek bir cevher üzerinde doğal potansiyel çalışması ölçümleri sunulmaktadır. Burada gnayslardan

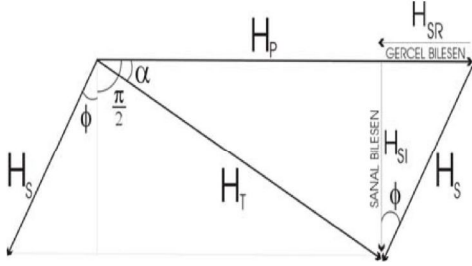
pegmatitli zona geçildiğinde yaklaşık 50 mV’ a yakın bir değişim gözlenmiştir.



Şekil 5. Örnek bir cevher üzerinde doğal potansiyel çalışması (Semanov, 1980)

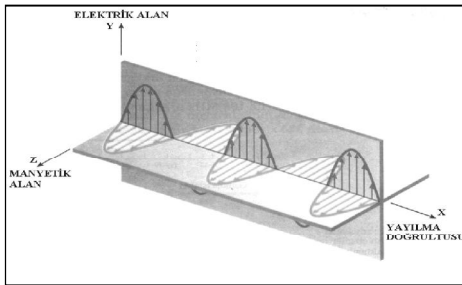
### 2.4 EM-VLF Yöntemi

EM-VLF yöntemi (çok alçak frekans elektromanyetik yöntem) bağıl olarak yerin sığ kesimlerinin araştırılması amacıyla kullanılan bir jeofizik yöntemdir. Bu yöntemde, kaynak verici olarak dünyanın çeşitli yerlerinde deniz aşırı haberleşmeler için yapılan 15-30 kHz frekans aralığında yayın yapan çok güçlü askeri radyo istasyonlarının yaydığı elektromanyetik alanlar kullanılmaktadır (Timur, 2009). EM - VLF vericileri, sabit duran ortalama 50-150 m boyunda ve 100-1000 kW gücünde dikey antenlerdir (Özürlan vd., 2005). EM - VLF yöntemi, kaynak vericiden yayılan elektromanyetik dalgaların yarattığı indüksiyon sonucu araştırma yapılan ölçü noktaları civarındaki süreksizlik veya iletken bölgelerde oluşan ikincil alan bileşenlerinin (gerçek bileşen, sanal bileşen, eğim açısı ve toplam alan) ölçülmesi ilkesine dayanmaktadır. Bu yöntemde In-Phase, Out of Phase, Tilt ve total field değerleri ölçülmektedir. EM-VLF yöntemi birçok mühendislik problemlerin çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Em-Vlf uygulamada oldukça hızlı, kolay ve ucuz bir yöntem olduğu için birçok araştırmada yerini almıştır. Şekil 6’da Birincil alan  $H_p$  ve ikincil alan  $H_s$  bileşenlerinden oluşan toplam alan  $H_t$  ve alanlar arasındaki faz kaymasını gösteren vektör çizimi sunulmaktadır.



Şekil 6. Birincil alan  $H_p$  ve ikincil alan  $H_s$  bileşenlerinden oluşan toplam alan  $H_t$  ve alanlar arasındaki faz kaymasını gösteren vektör çizimi (Telford et al., 1976)

Genel olarak yatay yöndeki iletkenlik değişimlerinin saptanması amacıyla kullanılan EM - VLF yöntemi, kırık ve çatlaklar ile kesme bölgeleri içerisinde biriken yeraltı suyu araştırmalarında (Palacky et al., 1981), karstik boşlukların aranmasında (McNeill, 1990), jeolojik haritalamalarda (Guerin et al., 1995), yeraltı suyu kirliliği araştırmalarında (McNeill et al., 1991) jeolojik çalışmalarda (Benson et al., 1997; Tezkan, 1999 ; Karlık vd. 2000; Telford vd. 1976), arkeolojik prospeksiyon (Drahor vd., 2006) alanlarında da kullanılmıştır. Şekil 7'de elektromanyetik bir dalganın yayılımı gösterilmektedir.

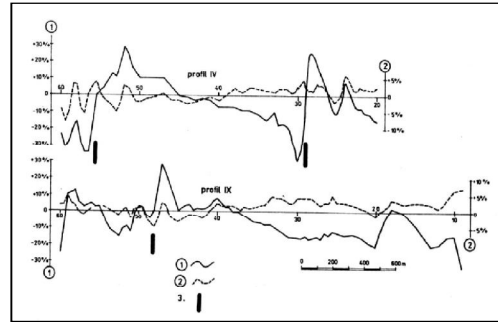


Şekil 7. Bir Elektromanyetik dalganın yayılımı. Elektrik alan hem elektrik alana hem de yayılma doğrultusuna diktir (Bueche et al., 2000)

Gerçek bileşen birincil alanla aynı fazda olduğundan in-phase ile, sanal bileşen farklı fazda olduğu için out-of-phase veya quadrature isimleriyle adlandırılmaktadır. Ayrıca dalganın eğim açısı (wave-tilt) ve

elektrik alan bileşenleri yardımıyla özdirenç değerleri ölçülmektedir. Problemi çözmek için alınan EM - VLF yönteminde birbirinden farklı frekansta ölçüm yapılması avantaj sağlamaktadır.

Şekil 8'de Örnek bir Em-Vlf çalışması verilmektedir. Burada 1 no'lu simge gerçek bileşeni, 2 no'lu simge sanal bileşeni 3 no'lu simge ise maden damarlarını göstermektedir (Antoniuk,1980). Bu çalışmada; olası cevherleşmenin olduğu kısımlarda gözle görülür bir anomali değişimi saptanmıştır.



Şekil 8. Örnek bir Em-Vlf çalışması (Antoniuk, 1980)

## 2.5 Özdirenç Yöntemi

Jeofizikte özdirenç yönteminin temel prensibi akım elektrotları sayesinde yaratılan akımdan kaynaklanan potansiyeli potansiyel elektrotlar ile algılanmasıyla yeraltı katmanlarının derinlik ve özdirenç değerlerinin hesaplanması prensibine dayanmaktadır. Elektrik alanı uygulanan elektrotlara akım elektrotları adı verilmektedir. Akım elektrotları arasındaki mesafe arttırıldığında incelenen derinlik artmaktadır, fakat çözünürlük azalmaktadır. Bu yöntemde; elektrik ve potansiyel elektrotlarının bir çok farklı dizilim türleri vardır. Bu dizilimler örnek olarak schulumberger, wenner, dipol gibi çeşitli isimler ile ifade edilmektedir. Şekil 9'da özdirenç çalışmalarını tanıtan elektrot dizilim şeması verilmiştir. Burada A ve B akım elektrotlarını, M ve N potansiyel elektrotlarını ifade etmektedir.

Şekil 9'a göre; özdirenç değeri aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır:

$$MN = V_M - V_N = \frac{\rho I}{2\pi} \left( \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right)$$

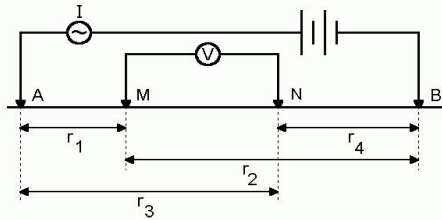
$$\rho = \frac{2\pi MN}{I} \left( \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right) - \left( \frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4} \right) \right)$$

I: akım

r: uzaklık

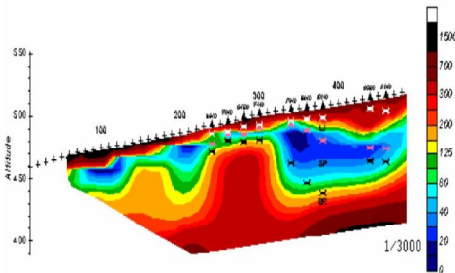
MN: potansiyel fark

r: uzaklık



Şekil 9. Özdirenç çalışmalarını tanıtan elektrot dizilim şeması

Şekil 10'da Yeni Kaledonya'nın Kuzeyinde yapılan bu çalışma sonucunda oluşturulan ERT kesiti sunulmuştur.



Şekil 10. Örnek bir özdirenç çalışması (Savin, 2003)

### 3 SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında; Dünya'da uygulanmış bazı maden araştırmalarında kullanılan jeofizik yöntemlerinin temel prensipleri hakkında bilgiler verilmiş ve dünyadaki çeşitli çalışmalardan örnekler

sunulmaktadır. Bu kapsamda; maden araştırmalarında ön etüplerde jeofizik biliminin önemi büyüktür. Madenlerin yeri, dağılımı ve rezervi gibi bilgiler jeofizik etüpler sayesinde, ekonomik ve hızlı şekilde saptanmaktadır. Sondaj çalışmalarından önce jeolojik yapı üzerindeki jeofizik ölçümler zaman ve ekonomik anlamda çok önemlidir. Maden araştırmalarında; jeolojik-jeofiziksel ölçümler, araştırmanın planlanmasında doğru sonuçlar vereceğinden jeofizik çalışmalarına öncelik verilmelidir.

### KAYNAKLAR

- Antoniuk, J., 1985. Electromagnetic investigations by the VLF method of the ore bearing veins in the Hornsund Fiord area, *Polish polar research*, 6, 3, 349-356
- Aydin, İ., 2008. *Maden Arama Jeofiziği Ders Notları*, Ankara, 62 .
- Başokur, A.T. and Candansayar, E., 2003, Enhancing VLF data for qualitative interpretation: An example of massive chalcopyrite exploration, *First Break*, June Issue
- Benson, A.K., Payne, K.L., Stubben, M.A. ,1997, Mapping groundwater contamination using the resistivity and VLF geophysical methods-A case study. *Geophysics*, 62, 80-86
- Bueche, F.J., & Jerde, D.A., 2000. *Fizik İlkeleri-II*. Palme Yayınları, 677-678
- Drahor, M.G. & Berge, M.A. ,2006, Geophysical investigations of the Seferihisar geothermal area. *Geothermics*, 35,302-320
- Guerin, R., and Benderitter, Y., 1995. Shallow karst exploration using MT-VLF and DC resistivity methods: *Geophysical Prospecting*, 43, 635-653.
- Gunn, P.J., Dentith, M.C., 1997, Magnetic Responses associated with mineral deposits, *Journal of Australian Geology & Geophysics*, 17(2),145-158.
- Karlık, G., & Kaya, M.A., 2000, Investigation of groundwater contamination using electric and electromagnetic methods at a solid waste disposal site-A case study from Isparta West-Turkey. *Environmental Geology*, 40, 725-731.
- Leca X. ,1990, Discovery of a concealed massive sulphide deposit at Neves-Corvo, southern Portugal – a case history. *Trans. Instn Min. Metall. Sect B*, 99, B139-B152
- McNeill, J.D. ,1990, Use of electromagnetic methods for groundwater studies., *Geotechnical and*



environmental geophysics. *Society of Exploration Geophysics*, 1, 191-218.

McNeill, J.D., & Labson, V., 1991. Geological mapping using VLF Radio Fields. *Society of Exploration Geophysicists*, 3, 522-559.

Özürlan, G. ve Ulugergerli, E.U. 2005. *Jeofizik Mühendisliğinde Elektromanyetik Yöntemler*. İstanbul: Birsen Yayınevi.

Palacky, G.J., Ritsema, I.L., De Jong, S.J., 1981, Electromagnetic prospecting for groundwater in precambrian terrains in the Republic of Upper Volta. *Geophysical Prospecting*, 29, 932-955

Savin, C., Robineau, B., Monteil, G., Beauvais, A., Parisot, J. C., Ritz, M., 2003, Electrical imaging of peridotite weathering mantles as a complementary tool for nickel ore exploration in New Caledonia, *ASEG 16th Geophysical Conference and Exhibition*.

Semenov, A.S. 1980. Electroexploration with method of natural electrical field (self-potential). (In Russian.). *Nedra. Leningrad. Russia*.

Telford, W.M., Geldart, L.P., Sheriff, R.E., Keys, D.A. (1976). *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, 42-48.

Tezkan, B., 1999, A review of environmental applications of quasi-stationary Electromagnetic Techniques. *Survey in Geophysics*, 20, 279-308.

Timur, E. (2009). *Manyetik ve Elektromanyetik verilerin birleşik ters çözümü*. Doktora Tezi-Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

