

**AFŞİN-ELBİSTAN KÖMÜR HAVZASINDAKİ MADENCİLİK
FAALİYETLERİNDE COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ İLE KÜRESEL
KONUMLAMA SİSTEMLERİNİN KULLANIM OLANAKLARININ
ARAŞTIRILMASI***

*The Research Of The Possibilities Of The Use Of Geographical Information
Systems And Global Positioning Systems On The Mining Activities In The Afşin-
Elbistan Coal Field*

Bayram Ali MERT
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

Ahmet DAĞ
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZET

Gelişen teknoloji ile CBS/GPS entegrasyonunun birçok uygulama alanı ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, madencilik faaliyetlerini içeren bir maden bilgi sistemi oluşturularak, maden mühendisinin madencilik faaliyetlerini ve ürün hareketlerini gerçek zamanda izlemesi, gerekli sorgulamaları ve analizleri yaparak doğru karar vermesi amaçlanmaktadır.

Bu amaçla, öncelikle Afşin-Elbistan linyit havzasına ait jeolojik ve sondaj verileri analiz edilerek tablosal veritabanları hazırlanmış, daha sonra madencilik faaliyetlerinde kullanılan sayısal tematik haritalar oluşturularak CBS çatısı altında birleştirilmiştir. Bunun sonucunda, grafik ve grafik olmayan veriler ile bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri bütünleşik olarak işleyebilme ve böylece konuma bağlı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip "Üretim Takip ve Planlama Bilgi Sistemi" yazılımı geliştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CBS, GPS, Afşin-Elbistan Kömür Havzası, Madencilik

ABSTRACT

Together with the developing technology many fields of application of the integration of CBS/GPS have emerged. By creating mine information system containing the activities of mining in this study the real-time monitoring of the mining activities and the product movements and making decision by carrying out the necessary inquiries and the analysis have been intended.

For this purpose firstly the table of the databases has been prepared by analyzing the geological and probing data of the Afşin-Elbistan lignite basin and then they are combined under the CBS roof by creating the digital thematic maps used in the activities of mining. For the reason that, the graphical and the non-graphical data and the logical and the topological relations between these data; the "Production Tracking and Planning Information System" software has been developed with the possibility of processing as integrated and therefore carrying out the analysis based on the position.

Key Words: GIS, GPS, Afşin-Elbistan Coal Field, Mining

* Doktora Tezi-PhD Thesis

Giriş

Coğrafi Bilgi Sistemi kavramını kısaca veritabanları ile ilişkilendirilmiş mekansal objelerin haritalanması olarak nitelenebilir. Madencilik alanında harita kullanımının yaygın olduğu düşünülürse CBS'nin madencilikte kullanım alanı bulmaması düşünülemez. Konuya kömür madenciliği açısından örnek verilecek olursa; klasik üretim haritasında basamaklar ve kömürün kalınlık eğrileri aynı anda gösterilebilir, fakat nem eğrileri veya birkaç değişken daha harita üzerinde göstermek istenilirse harita içinden çıkılmaz bir hal alacaktır. İşte bu noktada coğrafi bilgi sistemleri mantığı ile hazırlanmış bir haritada her değişken bir katman olarak ifade edilir ki, istenilen katman üzerinde çalışma yapabileceği gibi haritayı ifade eden sayısal verilere de rahatça ulaşılabilir.

Coğrafi Bilgi Sistemlerinde harita katmanları üzerindeki her objenin bir konum-koordinat bilgisi vardır, öyle ki objeler bu bilgi sayesinde harita üzerinde tanımlanırlar ve ifade edilirler. Konum-koordinat bilgisinin elde edilmesi veya konum verisi üreten cihazlar üzerinden CBS bilgisine erişme ihtiyacı oldukça önemli ve güçtür. Bu anlamda klasik veri elde etme yöntemlerine göre, en pratik alternatiflerden biri olarak Küresel Konum Belirleme Sistemi (GPS) benimsenmektedir.

GPS 1990'lı yılların ortalarından itibaren güvenilirliğini ve sürekliliğini kanıtlamıştır. Ayrıca 2000 yılının Mayıs ayında itibaren sivil GPS kullanıcıların ölçülerine bilinçli olarak getirilen Sinyal Yanıltması (Selective Availability) etkisinin kaldırılmasıyla da mutlak konum belirleme doğruluğu ± 10 metrenin altına inmiştir (Mintsis, 2004).

Günümüzde WAAS, EGNOS gibi sistemlerin de kullanılmasıyla optimum koşullardaki mutlak konum belirleme doğruluğu ± 3 metre civarındadır (Hunter, 2003). Bu doğruluğun yeterli olmadığı durumlarda DGPS (diferansiyal GPS) gibi yöntemler kullanılarak ± 50 cm' ye kadar konumsal doğruluk elde etmek mümkündür (Yıldırım ve ark., 2007). Diğer yandan, ülkemiz Harita Genel Komutanlığınca, askeri ve sivil projelere yönelik veri toplama şeklini, aktif ve sürekli yapıya dönüştürerek, daha duyarlı 3 boyutlu konum belirlemek amacıyla başlatılan proje kapsamında, mevcut olan 20 adet sabit GPS istasyonu sayısının tüm ülke düzeyinde daha da yaygınlaştırılması hedeflenmektedir. Henüz tamamlanmamış projenin tamamlanması ile ülkemiz ve KKTC genelinde birkaç saniyede ve cm duyarlığında koordinat belirleme imkanı sağlanacaktır (www.hgk.gov.tr). Konum belirleme alanlarında gerçekleşen bu gelişmelerin yanında, piyasalarda oldukça uygun fiyatlarla taşınabilir boyutlara sahip GPS alıcıları üretilmekte ve bunlar birçok CBS uygulamasında da rahatça kullanılabilir. Mobil cihazlarla arazideki bir CBS kullanıcısı, internet aracılığıyla sunulan bilgi ve haritalara ulaşabilmekte, hatta gezici halde topladığı verileri anında diğer kullanıcılar ile paylaşabilmektedir.

Bu kapsamda, madencilik faaliyetlerinde CBS/GPS entegrasyonunun birçok uygulama alanı ortaya çıkmakla birlikte, bu araştırma çalışmasında, madencilik faaliyetlerini içeren bir bilgi sistemi oluşturularak, maden mühendisinin tüm madencilik faaliyetlerini toplu halde bir sistemde görmesi, gerekli sorgulamaları ve analizleri yaparak doğru karar vermesine olanak sağlanması amaçlanmaktadır.

Ayrıca, uygulama alanı olarak seçilen Afşin-Elbistan Linyit İşletmelerinde stoklara beslenen linyitlerin kazılma zamanına bağlı ortalama kalite değerlerinin takip edilerek harmanlama prosesine ışık tutulması ve linyitin yanma kalitesinden kaynaklanan problemlerin azaltılması amaçlanmıştır.

Bu amaçla çalışma, literatür araştırmaları, kömür yatağına ait jeolojik ve sondaj verilerinin analiz edilerek jeolojik blok model veritabanının oluşturulması, linyit kazı konumu ve konuma bağlı bilgilere GPS teknolojisi ve CBS yöntemleri kullanılarak ulaşılması ve kömür üretim miktarı ile kalitesinin takibine olanak sağlamasına yarayacak bilgisayar yazılımının hazırlanması şeklinde yürütülmüştür.

Materyal ve Metod

Materyal

Çalışmaların sağlıklı yürütülebilmesi ve gerçekçi sonuçların üretilebilmesi mevcut veri tabanının yeterli ve güvenilir olmasına bağlıdır. Yeterli ve doğru veriye sahip olduğunda CBS son derece etkili olacaktır. Bu kapsamda projeye ait coğrafi ve coğrafi olmayan öznitelik verileri çeşitli kuruluşların mevcut veri tabanlarından sağlanmış ve analiz edilmeden önce gerekli düzeltmeler ve eklemeler yapılarak sisteme dahil edilmişlerdir. Havzada yapılan sondaj verileri, topografik ve kartografik haritalar, güncel ve geçmişteki arazi kullanım durumu, araştırmanın temel materyallerini oluşturmaktadır. Çalışmanın yürütülmesi sırasında kullanılan temel kartografik veri, donanım ve yazılımlar aşağıda verildiği gibidir.

- 1/25.000 ölçekli L38-A1;A4, L37-B2;B3 pafta numaralı topografik haritalar
- Kışlaköy ve Çöllolar açık linyit ocaklarının Nisan 2009'a ait imalat haritaları
- Kışlaköy açık linyit ocağının vaziyet planı
- Afşin-Elbistan Linyit Havzası tesis yerleşim planı
- İ23 ve İ24 pafta numaralı 1/100.000 ölçekli jeoloji haritaları (MTA, 1994)
- MTA tarafından havza genelinde yapılmış 738 adet elmaslı sondaj verileri (6°'lik koordinatlara dönüşüm yapılmıştır)
- Park Teknik A.Ş. tarafından Çöllolar sektörü üzerinde yapılmış 36 adet elmaslı sondaj verisi
- Visual Basic 6.0, Map Basic, MapInfo 9.0, Vertical Mapper, NatCAD for GIS 5.0, Datamine, Surfer 9.0 ve Office XP yazılımları
- 1 adet Garmin GPS - III Plus GPS alıcısı
- Yazıcı, Tarayıcı ve WinXP işletim sistemli dizüstü bilgisayar

Metod

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve GPS teknolojisinin Afşin-Elbistan Linyit Havzasındaki madencilik faaliyetlerinde kullanım olanaklarının araştırılmasına yönelik olarak, öncelikle harita materyalleri CBS tekniklerinden faydalanılarak

sayısal haritalara dönüştürülmüş, daha sonra sondaj verileri ile jeostatistik yöntemler kullanılarak linyit yatağı modellenmiştir.

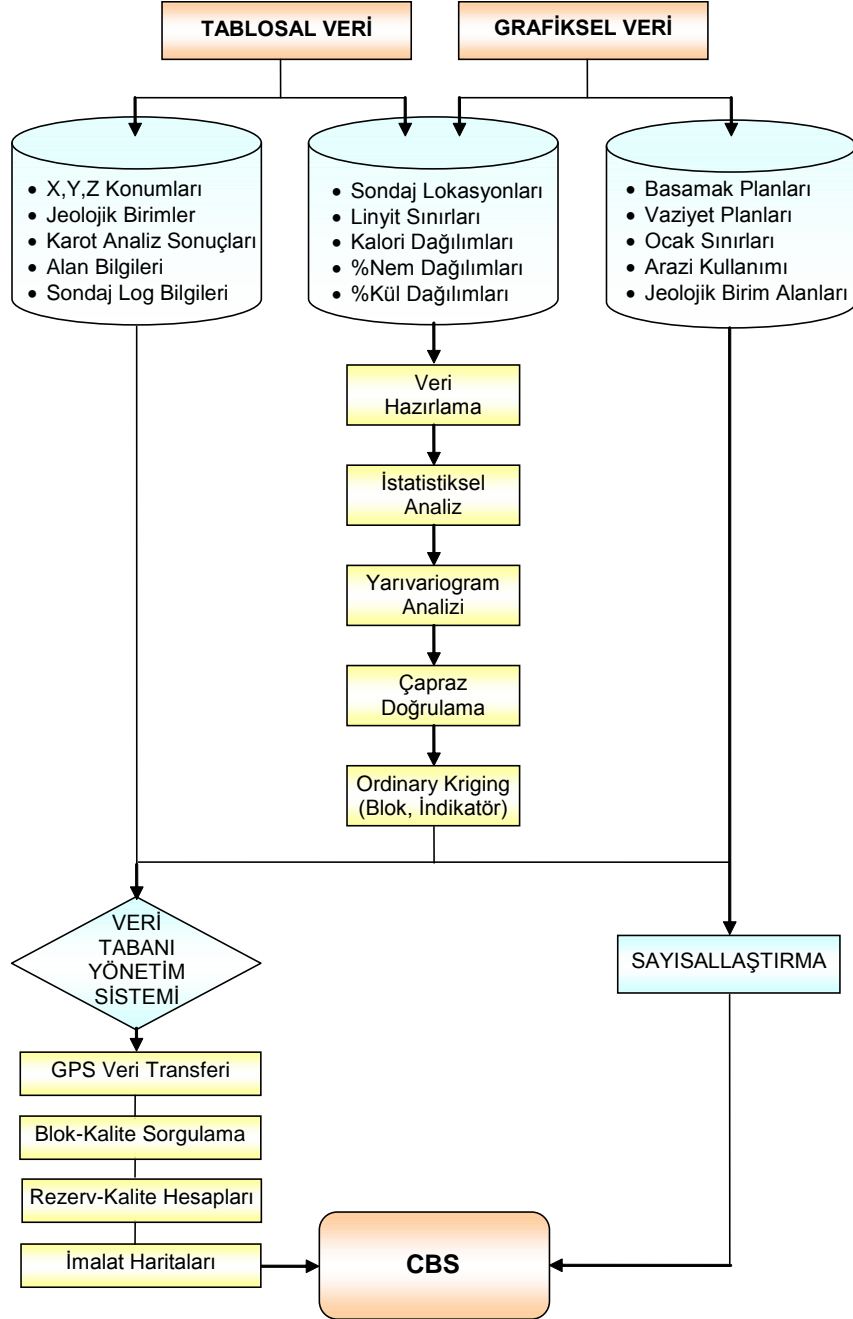
Elde edilen tablosal ve grafiksel veri tabanları CBS çatısı altında birleştirilerek konuma bağlı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip "Üretim Takip ve Planlama Bilgi Sistemi" yazılımı geliştirilmiş ve bir adet Garmin GPS III Plus marka GPS alıcısı RS-232 seri port üzerinden dizüstü bilgisayara bağlanarak Döner Keççeli Ekskavatör üzerine yerleştirilerek GPS alıcısının belirlediği kazı koordinatları NMEA protokolü kullanılarak bilgisayara aktarılmıştır. Ekskavatörün kazısıyla eş zamanlı olarak alınan WGS-84 koordinat sistemindeki koordinatlar ED-50 Datumunda UTM 6⁰ koordinat sistemine dönüştürülmüş ve nokta/blok/kalite sorgulamaları gerçekleştirilmiştir. Ayrıca analiz bulguları ile imalat haritalarının hazırlanmasına ve rezerv-kalite dağılımlarının tespitine olanak sağlanmıştır.

Araştırma Bulguları

CBS için veritabanı çatısının oluşturulması, verilerin veritabanına girilmesi, projenin en önemli ve en çok emek-zaman alan kısmıdır. Elde edilecek verilerin kalitesi, yapılacak analizleri ve dolayısıyla da sonuçları doğrudan etkilemektedir. Bu çerçevede, çalışma alanının sınırları, kullanılacak koordinat sistemi, gerekli olacak veri katmanları ve verilerin nasıl kodlanarak organize edileceği önceden belirlenerek, çalışmanın ileri aşamalarında ortaya çıkabilecek değişiklikler için veritabanının doğru tasarlanması gerekmektedir. Bu amaçla, coğrafi bilgiler başlangıçta grafik ve grafik olmayan şekilde ayrı ayrı olarak ele alınmış, grafik coğrafi bilgiler için "Bilgisayar Destekli Tasarım Sistemleri" kullanılırken, grafik olmayan coğrafi bilgiler için "Veritabanı Yönetim Sistemleri" nden yararlanılmıştır. Bunun sonucu olarak grafik ve grafik olmayan veriler ile bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri bütünleşik olarak işleyebilme ve böylece konuma bağlı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip "Üretim Takip ve Planlama Bilgi Sistemi" geliştirilmiştir (Şekil 1).

Bu bölümde, uygulama alanı olarak seçilmiş Afşin-Elbistan Linyit Havzası sınırları içerisinde yer alan yapıları, karayollarını, ocak içi yolları, üretim kademeleri v.b. bilgileri içeren vaziyet planları, linyit yatağının kalite dağılımları ve jeolojik birimlere ait veriler için, CBS veri tabanının oluşturulması ve veritabanı yönetim sisteminin aşamaları anlatılmıştır. Bu aşamalar sırasıyla;

- Grafiksel veritabanlarının oluşturulması,
- Tablosal veritabanlarının oluşturulması,
- Veritabanı yönetim sisteminin kurulması olarak belirlenmiştir.



Şekil 1. Çalışmanın metodolojik genel akım şeması

Grafiksel veritabanının oluşturulmasında ilk olarak söz konusu çalışma sahasını da kapsayan 1/25.000 ölçekli L38/A1-A4, L37/B2-B3, 1/100.000 ölçekli L37 ve L38 pafta numaralı topografik ve jeolojik haritalar tarayıcı kullanılarak bilgisayar ortamına aktarılmış ve üzerinde görsel yorumun daha iyi yapılabilmesi için Adobe Photoshop programı yardımıyla gerekli filtrelemeler uygulanmıştır. Daha sonra harita, MapInfo 9.0 programı ortamında UTM projeksiyon sisteminde 37. Zone - 39. Dilim Orta Meridyeninde ve ED50 elipsoide uygun olarak düzlemsel izdüşüme oturtularak memleket koordinatlarına dönüştürülmüştür.

Sayısallaştırma sürecinde harita üzerinde farklı türden her eleman sınıfı farklı katmanlarda sınıflandırılmıştır. Benzer mantıkla Afşin-Elbistan Termik Santraline halen kömür tedarik eden Kışlaköy ve Çöllolar açık kömür ocaklarının 2009 Nisan ayına ait vaziyet planları, üretim ve jeolojik haritaları sayısallaştırılmış, basamak sınırları ve ocaktaki diğer coğrafi koordinatlar GPS ise ölçüm yapılmak suretiyle sisteme dahil edilmiştir. Böylelikle proje alanına ilişkin grafiksel bir veri tabanı oluşturulmuştur.

Çalışmalarda kullanılan grafiksel verilerden karayolları, ocak içi yollar, üretim nakil bantları çizgisel olarak sayısallaştırılırken, ocak sınırları, ruhsat sınırları, idari sınır ve binalar, yeşil alanlar, basamaklar, şevler ve jeolojik birimler alan olarak sayısallaştırılmıştır. Herhangi bir çizgi ya da alan ile temsil edilemeyen sondaj lokasyonu, ilçe, bucak, köy, vb. yerler ise noktasal olarak sayısallaştırılmıştır.

Grafiksel verilerin hazırlanmasında ikinci aşama olarak; coğrafi koordinatları bilinen linyit havzası, yatay eksenler boyunca 100x100 m eninde, düşey eksen boyunca 112 ayrı seviyede 2.5 m'lik boylarda bloklara bölünmüş, her bir bloğun ortalama ısı değer, %Kül, %Nem değeri ve linyit sınırları, kriging tahmin teknikleri ile modellenerek çizgisel olarak sayısallaştırılmıştır.

Sayısallaştırılan grafiksel verilerin özneliklerinin bulunduğu tablosal veritabanını hazırlamak, bu çalışmanın önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Eleman sınıflarının özneliklerinin seçimi çalışmanın doğru sonuçlanması bakımından önem arz etmektedir. Bu nedenle, kullanılacak sorgulamalar da göz önünde bulundurularak, oluşturulan grafiksel veri tabanı katmanlarının, her biri için farklı içerikte öznelik belirlenmiştir. Örneğin, jeolojik birim alanları, karakter olarak tanımlanır iken, üretim bantlarının uzunluk özneliği sayısal olarak veri tabanında yer almıştır.

Topografik haritalar üzerinde bulunan eşyükselemler, yollar ve dereler gibi çizgisel grafiklerin tablosal veri tabanı girişi için geliştirilen topografik harita sayısallaştırma programı sayesinde kullanıcı, çizgileri oluşturan noktaları veya bir tepe noktasını coğrafi koordinatları (x,y,z) ve isimleri ile tanımlama imkanı elde ederek, oluşturulan tablolar sayesinde eş yükselti eğrilerinin CBS ortamında korelasyonuna ve üç boyutlu görünümüne imkan sağlayabilmektedir.

Bilindiği üzere, iki boyutlu grafiksel veriler, x-y düzlemlerinde bir haritada tüm detayları ile tanımlanabilmelerine rağmen, üç boyutlu bir grafiksel veri iki boyutta ancak lejant verilme suretiyle gösterilebilmektedir. Bu sebeple, düşeyde 2.5 m'lik 112 ayrı seviyeye bölünerek tanımlanan ısı değer, %Kül, %Nem ve linyit

sınırlarının, çeşitli öznelikleri ve konumlarına bağlı tablosal veri tabanları her katman için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Daha sonra bu tablosal veriler, grafiksel veritabanı ile ilişkilendirilerek, iki boyutlu bir harita üzerinde, üç boyutlu koordinatları GPS alıcısı ile tespit edilmiş bir noktanın, üçüncü boyuttaki öznelikleri sorgulanabilir hale getirilmiştir.

Tablosal veri tabanlarımızda bulunan Isıl değer, %Kül, %Nem gibi değişkenlerin ortak özelliği linyit yatağına özgü olmaları ve koordinatlarla ifade edilebilmeleridir ve sadece linyit yatağımızın sondajlar ile tespit edilmiş noktalarında bellidirler, diğer noktalardaki bilinmeyen değerleri hesaplamak gerekmektedir (Mert, 2004). Bilinmeyen bir değer hesaplanması ise sondajlar ile elde edilen gerçek değerler yardımıyla yapılmaktadır. Bu amaçla, öncelikle linyit içeren seviyeler ve sınırları tahmin edilmeye çalışılmış daha sonra bu sınırlar dahilindeki kalite dağılımlarının tablosal ve grafiksel verileri hazırlanmıştır. Yapılan analizlerde jeostatistik yöntemler kullanılmış olup, bir sonraki başlık altında ise analizlerden elde edilen bulgular verilmeye çalışılmıştır.

Bu bölümde elde edilen grafik ve grafik olmayan veriler ile bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri bütünlük olarak işleyebilme ve böylece konuma bağlı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip "Üretim Takip ve Planlama Bilgi Sistemi" nin geliştirilme aşamaları ve niteliklerinden bahsedilmiştir.

Sistemin geliştirilmesi sırasında düşünülen ana prensip gerek Afşin-Elbistan Linyit İşletmelerinde gerekse diğer madencilik faaliyetlerinde görev yapan maden mühendislerine veya üretimden sorumlu diğer kişilere sayısal karar vermede kolaylık sağlamak ve işletmelerde gelişen olaylar ile ürün hareketlerini gerçek zamanda izlemek olmuştur. Bu amaçla hazırlanan yazılım sayesinde kullanıcı, ekranda sondaj lokasyonu üzerinden sondaj logu bilgilerine veya herhangi bir basamağa ilişkin Isıl değer, %Kül, %Nem içeriği gibi kalite bilgileri ve tanımlanan diğer tablosal veri tabanlarına ulaşabilmektedir. Benzer şekilde tanımlanan tüm grafiksel veriler sayısal olarak tanımlandığı için harita üzerindeki diğer objelerin özneliklerine yazılım sayesinde ulaşılabilenmektedir. Ayrıca, ekran üzerinden mesafe hesaplamaları yapabilmesi Maden Mühendisine konuma bağlı doğru karar vermede kolaylıklar sağlamaktadır.

Tartışma ve Sonuçlar

Literatür araştırmaları, GPS teknolojisi ve CBS yöntemleri kullanılarak kömür üretim ve kalitesinin takibine olanak sağlamasına yarayacak bir algoritma geliştirmek ve programlamak, kömür yatağına ait jeolojik ve sondaj verilerinin araştırılması, verilerin geliştirilen programa aktarılması ve analiz sonuçlarının değerlendirilerek raporlarının hazırlanması şeklinde yürütülmüş olan bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara varılmıştır.

İ. CBS veritabanı çatısının kurulması sonucu olarak grafik ve grafik olmayan veriler ile bu veriler arasındaki mantıksal ve topolojik ilişkileri bütünlük olarak işleyebilme ve böylece konuma bağlı analizleri gerçekleştirme olanağına sahip "Üretim Takip ve Planlama Bilgi Sistemi" geliştirilmiştir. Sistem sayesinde madencilik faaliyetlerinde kullanılan veriler düzen içerisine oturtularak

erişilebilirlikleri artırılmıştır. Bu sayede de madencilik faaliyetlerini yerine getirilmesinde optimum kararlar verebilmek, maden faaliyetlerini bir bütünlük içerisinde irdelemek, madenlere ait konumsal ve konumsal olmayan verilerin ilişkilendirilip gerekli sorgu ve analizlerin yapılmasına olanak sağlanmıştır.

ii. Isıl değer, %Kül, %Nem gibi değişkenlerin tablosal veri tabanlarının hazırlanması için öncelikle linyit içeren seviyeler ve sınırları tahmin edilmeye çalışılmış, daha sonra bu sınırlar dahilindeki kalite dağılımlarının, tablosal ve grafiksel verileri hazırlanmıştır. Modelleme için ve cevherleşmenin karakteristiğini belirlemek amacıyla sondajlara ait kalite verileri ele alınarak, tanımlayıcı istatistikleri belirlenmiş ve linyit yatağının düzenli yataklanma gösterdiği tespit edilmiştir.

iii. Linyit yatağının sınırlarının belirlenmesi amacı ile bölgede yapılan 774 adet sondajdan elde edilen 25791 karotun sonuçları cevher kesip kesmediğine göre sınıflandırılmış; yarivariogram analizi neticesinde indikatör deneysel yarivariogram eğrisini temsil eden en uygun modelin Gauss tip yarivariogram modeli olduğu belirlenmiştir. Elde edilen model parametreleri yardımıyla indikatör kriging yöntemi kullanılarak linyit yatağı 100x100x2.5 m boyutlarında bloklara bölünerek 112 ayrı seviyede sınırları saptanmıştır.

iv. Bilinen linyit yatağı sınırlara göre kalite dağılımlarını belirlemek amacıyla Isıl değer, %Kül, %Nem değişkenlerinin öncelikle yarivariogram analizleri yapılmış ve elde edilen deneysel Isıl değer, %Kül, %Nem yarivariogram yapılarına karşılık en uygun teorik yarivariogram belirlenerek çapraz doğrulama tekniği ile doğrulanmıştır.

v. Isıl değer, %Kül içeriği ve %Nem içeriği teorik yarivariogram modellerine göre kriging çalışması için, öncelikle, linyit sınırları koordinatları belli olan bir poligon alanı olarak tanımlanmış, daha sonra coğrafi koordinatları 316800 - 337300 (doğu-batı), 4237200 - 4250000 (kuzey-güney), 950 - 1250 m (yükseklik) olan çalışma alanı, 100x100x2.5 m boyutlarında bloklara bölünerek, her bir bloğun ortalama kalite değerleri blok kriging yöntemi ile tahmin edilerek tablosal veritabanları ve dağılım haritaları hazırlanmıştır.

vi. CBS yazılımı olan MapInfo yardımıyla, toplamış olduğumuz grafiksel ve tablosal veritabanları üzerinde koşullu analizler yapılmış, ekrandan seçilen rastgele alanlar üzerinden veritabanında bulunan tüm özneliklerin veya sorgulamalarla oluşturabilecek diğer veritabanlarının istatistiksel bilgileri ve rezerv miktarlarına ulaşılabileceği, ayrıca tematik haritalarının hazırlanabileceği ortaya konulmuştur.

CBS ve GPS teknolojileri kullanımı ile madencilik faaliyetlerinin hepsini içeren bir bilgi sistemi oluşturularak, maden mühendisinin tüm madencilik faaliyetlerini toplu halde bir sistemde görmesi, gerekli sorgulamaları ve analizleri yaparak doğru karar vermesine olanak sağlayan bu türden bir çalışma ile ayrıca:

- Üretim planlamasının yapılmasına,
- Maden kazalarının ocak haritasında işlenmesi ve bu haritadan yararlanılarak olası risk haritasının elde edilmesine,

- Personele ait veri tabanının oluşturulması ve personelin çalıştığı bölümler ile ilişkilendirilmesine,
- Ocak ile ilgili istenilen her türlü tematik haritanın hazırlanabilmesine,
- Madene ait her türlü değişim ve ölçümlerin bilgisayar ortamında kısa zamanda güncellenebilmesine,
- Kamyon gibi diğer iş makinelerinin sayısal haritalar üzerinde izlenebilmesine de, olanak sağlanmaktadır.

CBS ve GPS teknolojilerin madencilikte kullanımı, madencilikte kontrol ve izleme işlemlerini daha etkin hale getirdiğinden bu teknolojilerin kullanımının ülkemiz madenciliğine büyük katkılar sağlayacağı şüphesizdir. Bu çerçevede, Maden Mühendisliği bölümlerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri eğitimlerinin verilmesi ve madencilerimizin kendi maden bilgi sistemleri ve GPS istasyonlarını tesis ederek daha ekonomik ve etkin bir üretim gerçekleştirmeleri önerilir.

Kaynaklar

- HUNTER, A. 2003. Using Your Enterprise GIS in the Field. URISA Caribbean GIS and Annual Conference, Barbados, 2003.
- MAPINFO CORPORATION, 2004. MapInfo Professional V7.8 User Guid. Mapinfo Corporation, New York, p.680.
- MERT, B.A. 2004. Jeostatiksel Analiz Üzerine Bir Bilgisayar Programı: Antalya-Akseki-Kızıltaş Boksit Yatağına Uygulanması. Çukurova Üniv., Fen Bil. Ens., Yüksek Lisans Tezi, Adana, Turkey, s.120.
- MINTIS, G., 2004. Applications of GPS Technology in the Land Transportation System, European Journal of Operational Research. sayı 152, , School of Technology, Aristotle University of Thessaloniki, Greece, p.399-409.