

İLLEGAL MADENCİLİK FAALİYETLERİNİN DINSAR İLE BELİRLENMESİ

Hakan Ş. Kutoğlu¹, Hakan Akçın¹, Hüseyin Kemaldere¹, Tomonori Deguchi², Masatane Kato²

¹ZKÜ, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, 67100 Zonguldak, kutogluh@hotmail.com

²Earth Remote Sensing Data Analysis Center, 3-12-1 Kachidoki, Chuo-ku, Tokyo, Japan, 104-0054

ÖZET

Zonguldak kenti Türkiye'nin en büyük yeraltı madencilik havzasının tam merkezinde kuruludur. Bu havzada kömür üretimi yasal olarak Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK) yetkisindedir. Kurum bazı üretim alanlarında kömür çıkarma yetkisini bazı özel şirketlere devretmiştir. Bununla birlikte, bölgede çok sayıda yasadışı kömür çıkarımı söz konusudur. Bu yasadışı üretimler TTK'yı ekonomik zarara uğratmanın yanı sıra bölgedeki can ve mal güvenliğini de tehlikeye atmaktadır. Söz konusu yasadışı üretimleri engellemek amacıyla TTK görevlileri tarafından rutin kontroller yapılmaktadır, ancak havzanın bozuk ve yoğun ormanlık bir arazi yapısına sahip olması nedeniyle tatminkar sonuçlar alınamamaktadır. Bu çalışmayla yasadışı madencilik tespiti için, rutin saha kontrollerinin Uzay Bazlı Diferansiyel InSAR (DInSAR) tekniğiyle desteklenmesi önerilmektedir. 1995 yılına ait JERS-1 SAR görüntü çiftinden yararlanarak gerçekleştirilen analizlerden, havzanın değişik lokasyonlarında deformasyon faz anomalileri tespit edilmiştir. Maden imalat planları incelendiğinde, bu lokasyonlardan bazıları gerçekten de resmi üretim alanlarına denk düşmektedir. Ancak deformasyon saptanan bazı bölgelerde kömür üretimi bulunmaması gerekmektedir. Bu bölgelerde tespit edilen yüzey deformasyonlarının nedenlerinin belirlenmesi amacıyla saha keşiflerine çıkılmış ve resmîyette bulunmayan kömür ocaklarının varlığı saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler: İnterferometri, SAR, Madencilik Ölçmeleri, İlegal Madencilik, Zonguldak

ABSTRACT

DETECTING ILLEGAL MINING ACTIVITIES USING DINSAR

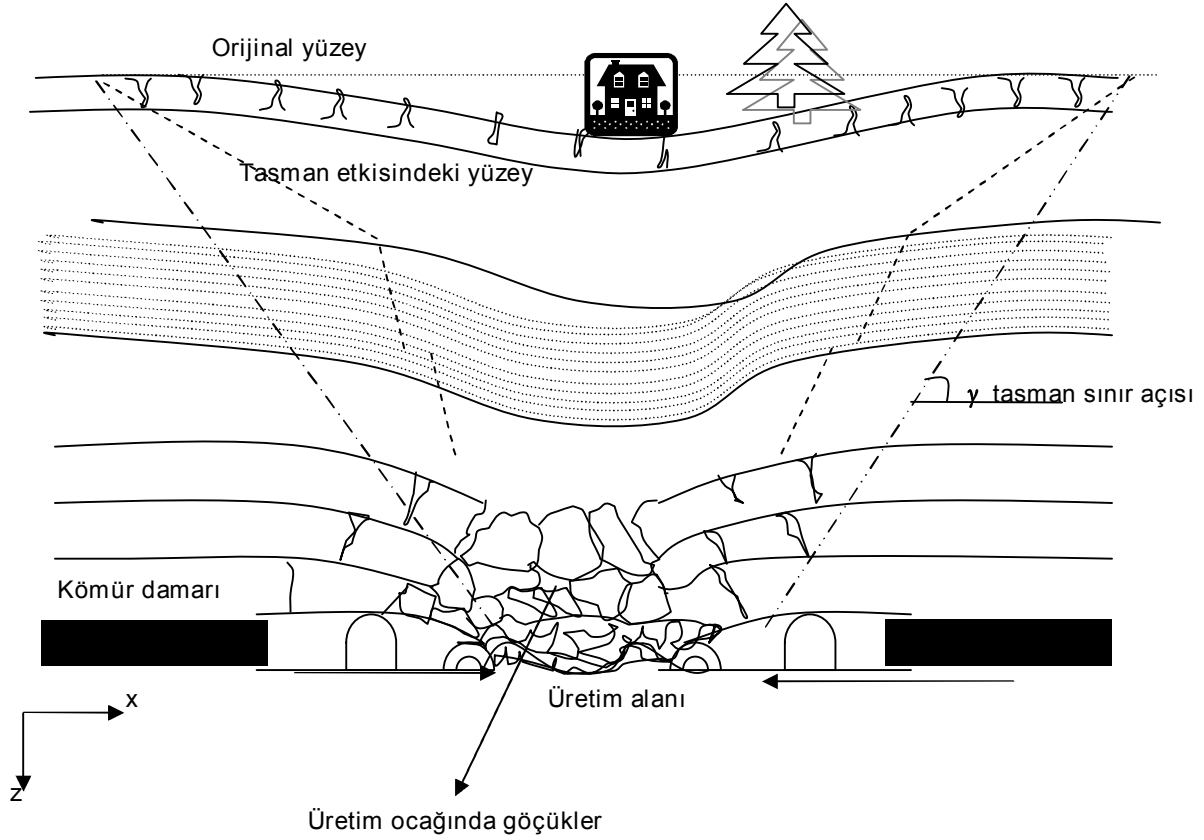
The city of Zonguldak is located at the center of the biggest underground mining basin of Turkey. In this basin, hard coal extraction has been officially carried out by Turkish Hard Coal Enterprise (TTK) and some private companies authorized by TTK. However, there are also numerous illegal productions in different places of the basin. These illegal activities not only shortchange TTK economically and threaten life and property safety. To determine and prevent the illegal activities, routine controls on the field are carried out by the TTK officers, but satisfactory results can not be achieved by the traditional methods due to rough and heavily forested terrain. This study suggests using Space-Based Differential InSAR (D-InSAR) to detect the illegal mining activities in the Zonguldak hardcoal basin. JERS-1 data archives has been applied and obtained two SAR images acquired in 1995 for conducting a pilot study. InSAR processing of the images has been resulted phase anomalies caused by surface deformations at different locations of the basin. Some locations at which the deformation anomalies obtained correspond to the areas where the legal activities have been carried out, but some don't. These areas were explored to define the possible reasons of the surface changes, some mine activities were determined at some of the fields.

Keywords: Interferometry, SAR, Mining Surveying, Illegal Mining, Zonguldak

1. GİRİŞ

Batı Karadeniz bölgesinde kurulan Zonguldak kentinin nüfusu yaklaşık 200.000'dir (Şekil 1). Son derece dağlık bir topoğrafyaya sahip olan şehirde sahil şeridinde bile yükseklikler deniz seviyesinden itibaren ani değişimler göstermektedir. Arazi, kent yerleşimlerinde içine alan yoğun ormanlıktır.

Zonguldak Türkiye'nin en büyük taşkömürü üretim merkezidir (Şekil 2). Havzada taşkömürü üretimi 1848 yılından itibaren aralıksız devam etmektedir. Günümüzde taşkömürü üretim yetkisi Türkiye Taşkömürü Kurumu (TTK)'na aittir. Ancak TTK 1990'lı yıllardan itibaren bazı bölgelerde "rödevans" adı altında bazı özel şirketlere de kömür çıkarma yetkisi tanımıştır. Bu tip kömür üretim sahaları "rödevanslı sahalar" olarak tanımlanmaktadır. Resmi rakamlara göre, havzadan yılda yaklaşık 3 milyon ton taşkömürü çıkarılmaktadır. 150 yıllık süreçte toplam üretim 400 milyon tonun üzerine çıkmıştır (URL 1). Bununla birlikte bölgede özellikle rödevanslı sahalar içerisinde çok sayıda kaçak ocakta faaliyet göstermektedir. Ülkedeki olumsuz ekonomik gelişmelere bağlı olarak bu ocakların sayısı her geçen gün daha artmaktadır. Kaçak üretimlerin varlığı TTK'yı ekonomik zarara uğratmanın yanı sıra kentteki can ve mal güvenliğini de olumsuz yönde etkilemektedir. Topoğrafyanın bozuk ve yoğun ormanlık olması nedeniyle, bu tür faaliyetlerin tespiti ve engellenmesi yönünde etkin bir denetim de mümkün olamamaktadır.

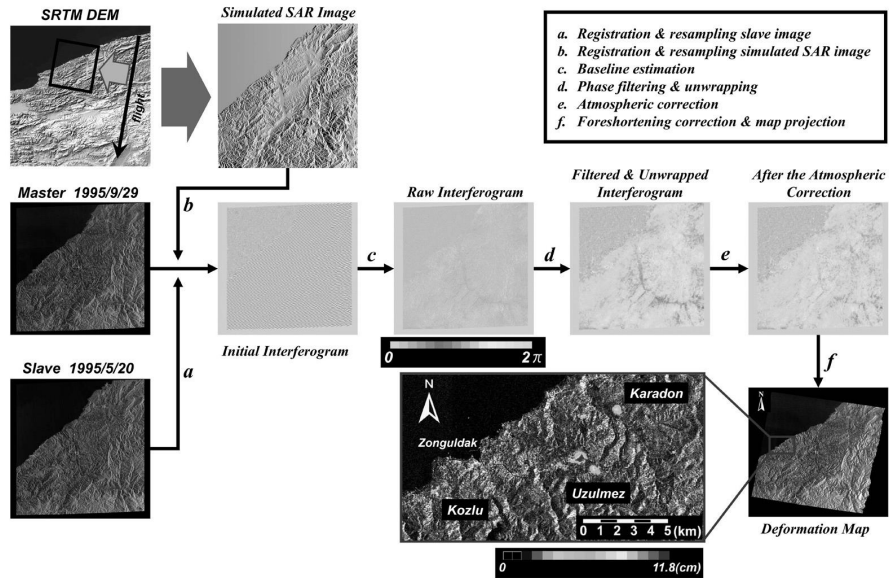


Şekil 3: Madencilik kaynaklı tasman oluşumu

3. JERS-1 VE PALSAR VERİSİ İLE VERİ İŞLEME

Giriş bölümünde ifade edildiği gibi, Zonguldak yoğun ormanlık bir havzadır. Böyle bir ortamda, en doğru seçim L-Bant InSAR verisi kullanmak olacaktır. Çünkü L-Banttaki mikrodalgalar bitki örtüsünü aşarak yeryüzeyinden yansıma sağlayabilmektedirler. Bu nedenle pilot çalışmada L-Bant JERS-1 SAR veri arşivinden yararlanılmasına ve ayrıca yeni PALSAR görüntülerinin alınmasına karar verilmiştir.

JERS-1 uydusunun görevi 1998 yılında sona erdiğinden 19 Eylül ve 20 Mayıs 1995 tarihlerinde alınmış iki SAR görüntüsü bu çalışma için Master and Slave görüntü olarak kullanılmıştır. Her iki görüntü arasındaki zaman aralığı 132 gündür.



Şekil 4: InSAR değerlendirme şeması (Deguchi, 2007)

İllegal Madencilik Faaliyetlerinin DInSAR İle Belirlenmesi

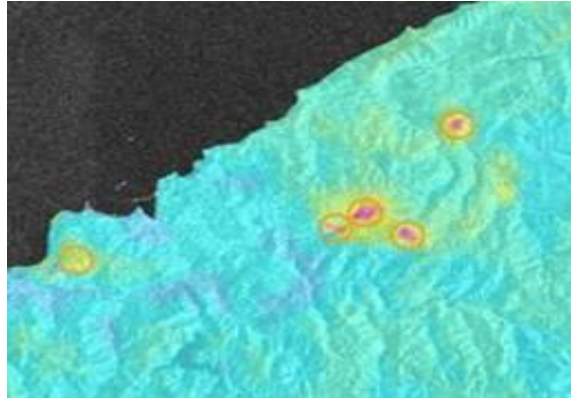
Bu görüntülerin karşılaştırılması sonucu

$$\phi = \phi_{orbit} + \phi_{topo} + \phi_{atm} + \phi_{def} + \phi_{noise} \quad (1)$$

eşitliğiyle ifade edilen faz anomalileri elde edilmiştir. Burada, ϕ_{orbit} iki görüntünün alındığı yörünge faktöründen kaynaklanan faz anomali, ϕ_{topo} topoğrafik bileşen, ϕ_{atm} atmosferik gecikme bileşeni, ϕ_{noise} gürültü anomali ve ϕ_{def} yüzey deformasyonundan kaynaklanan faz anomali bileşenidir (Hanssen, 2001, Deguchi, 2006).

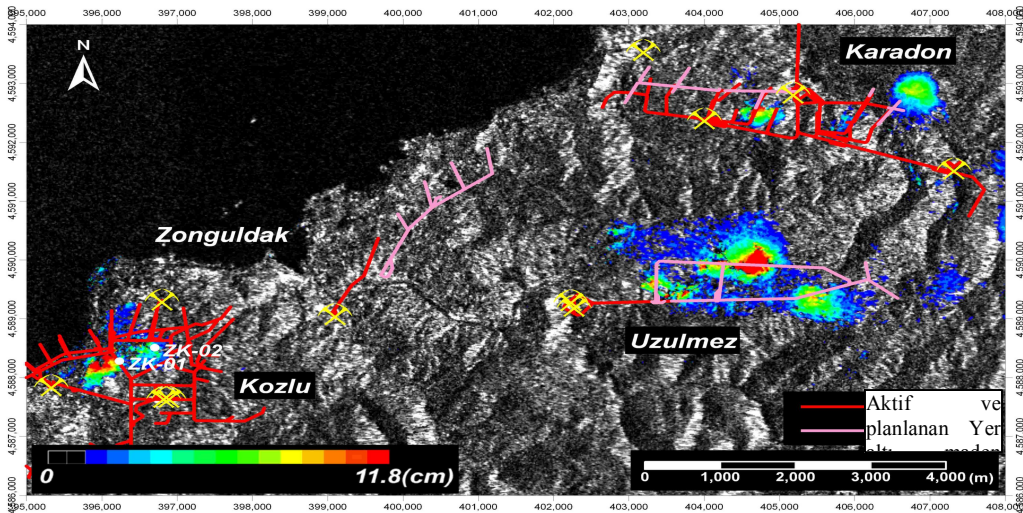
ϕ_{orbit} , ϕ_{topo} , ϕ_{atm} ve ϕ_{noise} InSAR değerlendirme sürecinde elemine edilirler ve geriye deformasyon faz anomali bileşeni ϕ_{def} kalır. InSAR değerlendirme sürecinin şematik bir gösterimi Şekil 4'te sunulmaktadır.

JERS-1 SAR verisinin işlenmesi sonucu Zonguldak havzasının 5 değişik bölgesinde anlamlı deformasyon anomalileri saptanmıştır (Şekil 5). Bunlardan biri Kozlu bölgesine, biri Karadon bölgesine ve diğer üçü Üzülmöz bölgesine denk düşmektedir.

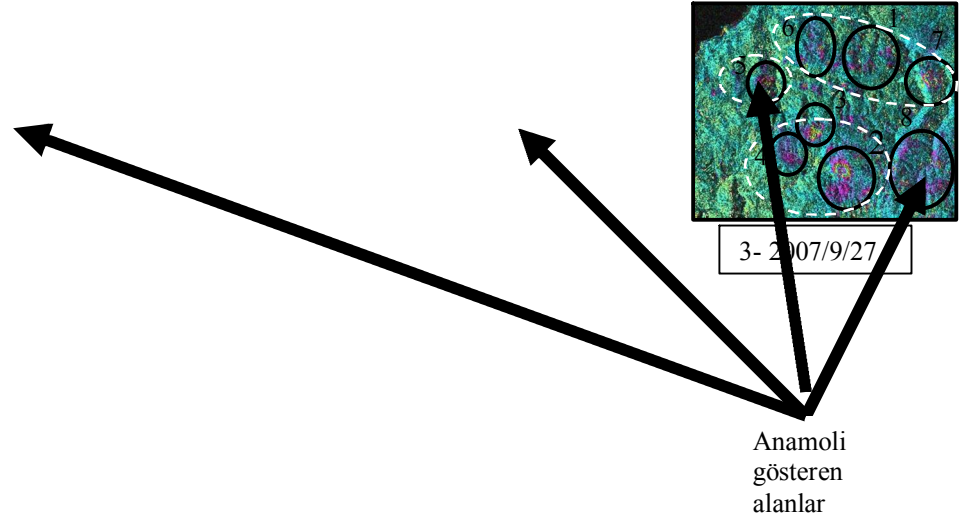


Şekil 5: JERS-1'den elde edilen deformasyon anomalileri

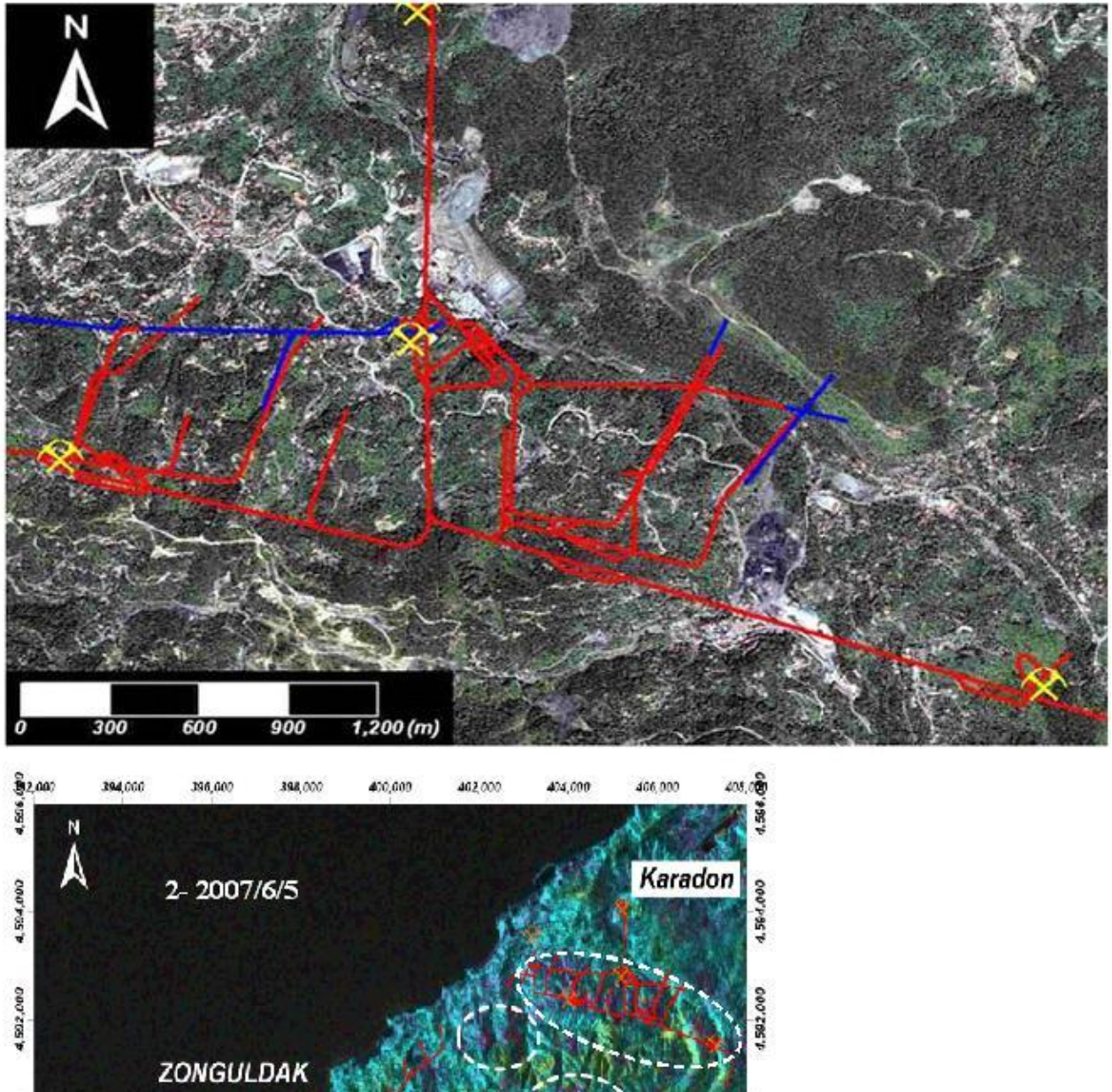
En büyük deformasyon 20.4 cm ile Kozlu bölgesinde elde edilmiştir. Üzülmöz ve Karadon'da 13 cm'ye ulaşan yüzey deformasyonları söz konusudur. Zonguldak topoğrafyası çok eğimli olduğundan bölgede yağışa bağlı ani heyelanlar gözlenebilmektedir. Bu nedenle elde edilen deformasyonların peşinen madencilik kaynaklı deformasyonlar oldukları söylenemez. Bunun için, TTK'nın maden imalat planları arşivinden, deformasyon saptanan bölgelerde yasal maden üretimlerinin varlığı araştırılmıştır. Araştırma sonucunda 1995 yılında Kozlu Üzülmöz ve Karadon'daki deformasyon alanlarının altında yasal üretim ocaklarının varlığı tespit edilmiştir (Şekil 6). Ancak, 2005 yılından sonra alımı yapılan PALSAR görüntüleri ile gerçekleştirilen analizlerde yasal maden üretim alanları dışında özellikle Üzülmöz ve Karadon işletmeleri arasındaki denetimsiz ve ormanlık alan içerisinde çok sayıda anomali belirlenmiştir (Şekil 7). Belirlenen bu anomalilerin geliştiği alanlar PALSAR görüntüleri ile aynı tarihli Quickbird pasif uydu görüntüleri ile karşılaştırılmıştır (Şekil 8). Ayrıca saha araştırmalarından bazı yasadışı maden ocaklarının varlığı tespit edilmiştir. (Şekil 9 ve 10).



Şekil 6: JERS-1 arşiv görüntülerinden analizler ile elde edilen yüzey deformasyonları ve yasal maden üretim alanları ilişkisi



Şekil 7: PALSAR görüntülerinden 2005 sonrası tespit edilen yüzey anomolileri



Şekil 8: PALSAR ve QuickBird görüntülerinden yasal olmayan maden alanlarının karşılaştırılması



Şekil 9: QuickBird uydu görüntüsü ve sahada yasal olmayan üretim alanlarına ilişkin çekilmiş fotoğraf



Şekil 10: Yasal olmayan üretim alanlarına ilişkin çekilmiş fotoğraf

4. SONUÇLAR

Diferansiyel InSAR tekniğinin yüzey deformasyonlarını izlemekte son derece kullanışlı bir yöntem olduğu bir gerçektir. Yeraltı madencilik çalışmaları da yer yüzeyinde tasman etkilerine neden olduğundan DInSAR tekniğiyle tespit edilebilirler. Bu bağlamda, söz konusu yöntemle kaçak aktivitelerin gerçekleştirildiği alanları saptanması olasılık dahilindedir. Böylece kaçak üretimlerle çok daha etkin bir şekilde baş etmek mümkün olabilir. Bu pilot çalışma, yöntemin bu konudaki etkinliğini göstermek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Gelecekte çalışma, TTK'nın işbirliğine bağlı olarak sürdürülebilecektir.

Yanı sıra Çevre ve Orman Bakanlığının 14 aralık 2007 tarih ve 26730 sayılı “Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliđi”nin 10. maddesi kapsamındaki f ve g fıkralarında belirtilen “f) Yeraltı işletmelerinin neden olduğuy ya da olması beklenen tasman etki alanlarında, herhangi bir yapılaşmaya izin verilmez. Bu alanlarda çökmenin etkilerinin önemsenecek boyutlara indiği uzmanlarca hazırlanacak jeolojik-jeoteknik etüt raporları ile saptandıktan sonra Afet İşleri Genel Müdürlüđünün onayı alınarak sınırlama kaldırılır.”, “g) Yeraltı işlemlerinin neden olabileceği ve jeolojik-jeoteknik etüt sonucunda jeolojik risk oluşturmadığı belirlenen yüzey yarıkları yaban hayatına zarar vermeyecek şekilde sürekli denetim altında bulundurulur” ibaresi kapsamında, yasadışı madencilik uygulamalarının CBS'ye dayalı olarak DInSAR tekniği ile sürekli denetim altında tutulması söz konusu olabileceği bu çalışma ile kanıtlanmıştır.

KAYNAKLAR

Deguchi, T., Kato, M., Akcin, H., Kutoglu, H.S., 2006. *Automatic Processing of Interferometric SAR and Accuracy of Surface Deformation Measurement*, Remote Sensing Europe 2006, Stockholm.

Deguchi, T., Kato, M., Akcin, H., Kutoglu, H.S., 2007. Monitoring of Mining Induced Land Subsidence using L- and C-band SAR Interferometry, IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Barcelona.

Hanssen, R.F., 2001. *Radar Interferometry Data Interpretation and Error Analysis*, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.

Shadbold C. H., 1977. *Minining subsidence – historical review and state-of-the-art. Proc. Conf. Large Ground Movements*, 705-748 sh., UWIST, Cardiff. Ed. J. D. Geddes, Pentech Pres, London Plymouth.

URL 1, TTK İnternet sitesi, *Taşkömürü Üretimi*, <http://www.taskomuru.gov.tr/index.php?entityType=HTML&id=138>, 20 Mart 2009.