

İllegal Madencilik Faaliyetlerinin Dınsar İle Belirlenmesi

Hakan Ş. KUTOĞLU¹, Hakan AKÇIN¹, Hüseyin KEMALDERE¹, Tomonori DEGUCHI², Masatane KATO²

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'yi 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 alınmamaktadır. Bu çalışmayla yasadışı madencilik tespiti için, rutin saha kontrollerinin Uzay Bazlı Diferansiyel InSAR (DInSAR) tekniğiyle desteklenmesi önerilmektedir. Bu çalışmada Jers-1, RADARSAT-1 ve PALSAR uydularının SAR görüntü çiftleri kullanılmıştır. 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 resmiyette bulunmayan kömür ocaklarının varlığı saptanmıştır.

Anahtar Sözcükler

İnterferometri, SAR, Madencilik Ölçmeleri, İllegal Madencilik, Zonguldak

Abstract

Detecting Illegal Mining Activities Using Dınsar

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. SAR image pairs of Jers-1, RADARSAT and PALSAR

satellites have been used in this 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

İnterferometri, SAR, Mining Surveying, İllegal Mining, Zonguldak

1. Giriş

Zonguldak Türkiye'nin en büyük taşkömürü üretim merkezidir. 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 gösterilmektedir. Ülkedeki olumsuz ekonomik gelişmelere bağlı olarak bu ocakların sayısı her geçen gün daha artmaktadır. Kaçak üretimlerin varlığı TTK'yi 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.

Bu çalışmada, kaçak madencilik faaliyetlerinin izlenmesine yönelik Uzay Bazlı Diferansiyel InSAR (DInSAR) tekniğine dayalı pilot bir çalışma gerçekleştirilmektedir. Bölgenin yoğun ormanlık olması göz önünde bulundurularak, pilot çalışmanın bitki örtüsüne geçip zeminden yansıma sağlayabilen L-Bant verisiyle gerçekleştirilmesine karar kılınmıştır. Bu nedenle, çalışmada JERS-1 uydusunun arşiv ve PALSAR uydusunun güncel alınmış görüntülerinden yararlanılmıştır. Sonuçlar yersel ve uydu tabanlı optik kamera görüntüleri ile karşılaştırılmıştır.

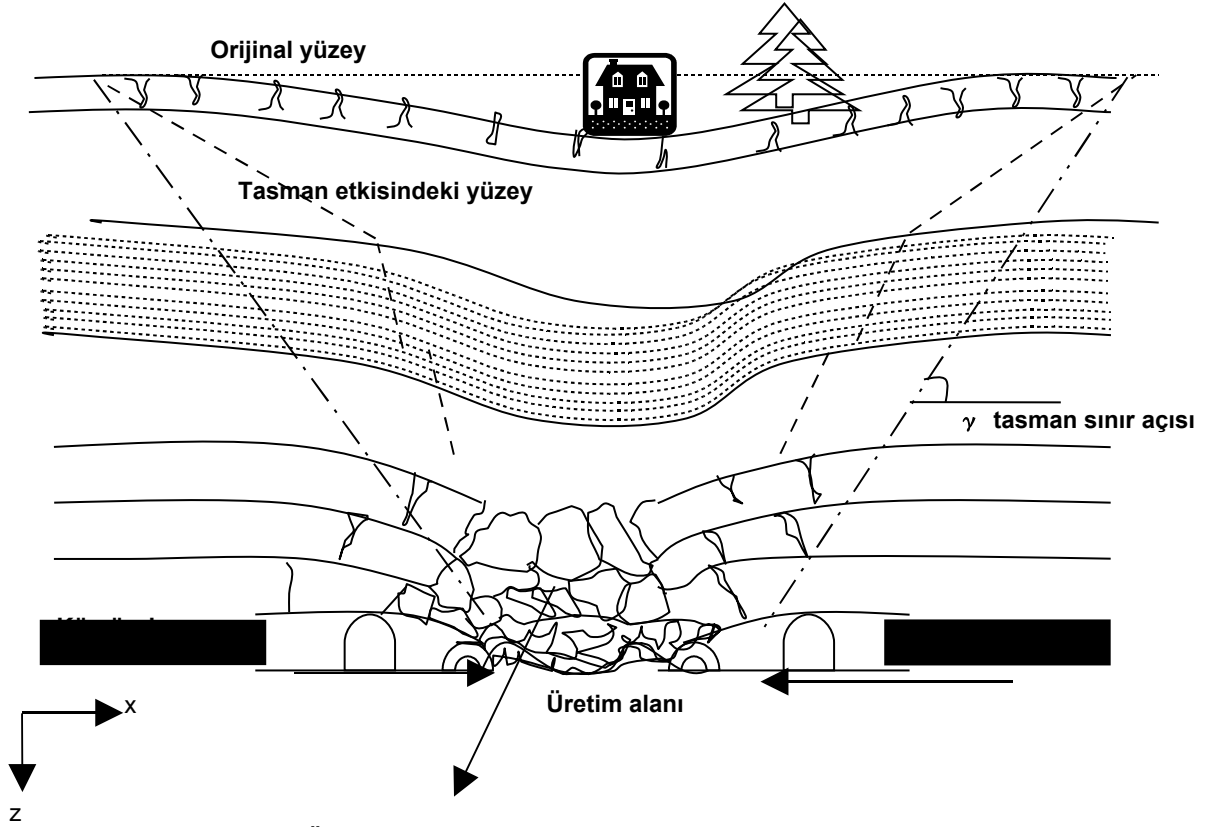
¹ZKÜ, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, 67100 Zonguldak, kutogluh@hotmail.com

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

2. Madencilik Kaynaklı Tasman Etkileri

Yeraltı kömür madenciliği yerkabuğunun kırılabilir üst katmanında gerçekleştirilir. Bu katman milyonlarca yılda oluşan son derece hassas bir stabiliteye sahiptir. Madencilik aktiviteleri sırasında büyük miktarda kütlelerin maden damarlarından alınarak yer üstüne çıkarılması yer altında büyük boşlukların meydana gelmesine neden olur. Böylece hassas denge zarar görür ve kömür damarından yeryüzüne doğru tasman adı verilen yavaş bir hareket tetiklenir (Shadbolt, 1977) (Şekil 1).

Kömür damarının bulunduğu yükseklikte meydana gelen tasman yukarı doğru yayılarak yeryüzünde çok daha geniş bir alanı etkiler. Tasman etkisi altında kalan yüzey alanının genişliği ve bu alandaki tasman miktarı, yüzey ve tasman oluşum merkezi arasındaki jeolojik yapıya ve üretim panosunun, derinlik, genişlik, uzunluk, kalınlık ve eğim açısı gibi geometrik özellikleri bağlıdır (Shadbolt, 1977). Çoğu durumda tasman gelişimi görsel olarak algılanamaz, ancak GPS, Diferansiyel InSAR vb. jeodezik yöntemlerle tespit edilebilir.



Şekil 1: Madencilik kaynaklı tasman oluşumu.

2. JERS-1 ve PALSAR Verisi ile Veri 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.

Bu görüntülerin karşılaştırılması sonucu

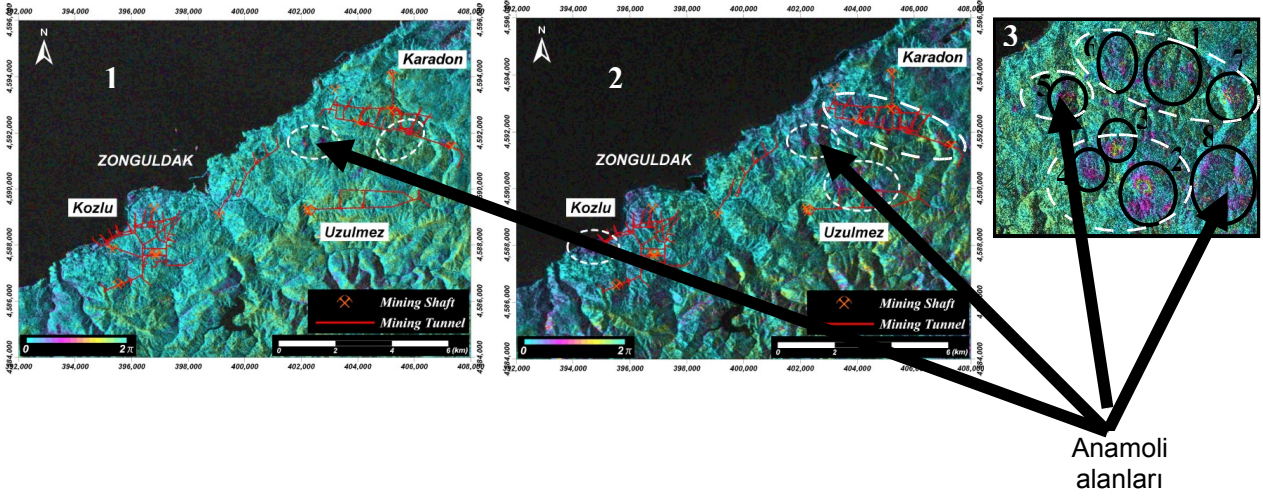
$$\phi = \phi_{orbit} + \phi_{topo} + \phi_{atm} + \phi_{def} + \phi_{noise} \quad (1)$$

eşitliğiyle ifade edilen faz anomalileri elde edilmiştir. Burada, ϕ_{orbit} iki görüntünün alındığı yörünge faklarından 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).

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

Şekil 4. JERS-1 arşiv görüntülerinden analizler ile elde edilen yüzey deformasyonları ve yasal maden üretim alanları ilişkisi.



Şekil 5. PALSAR görüntülerinden 2005 sonrası tespit edilen yüzey anomalileri.

4. Sonuçlar

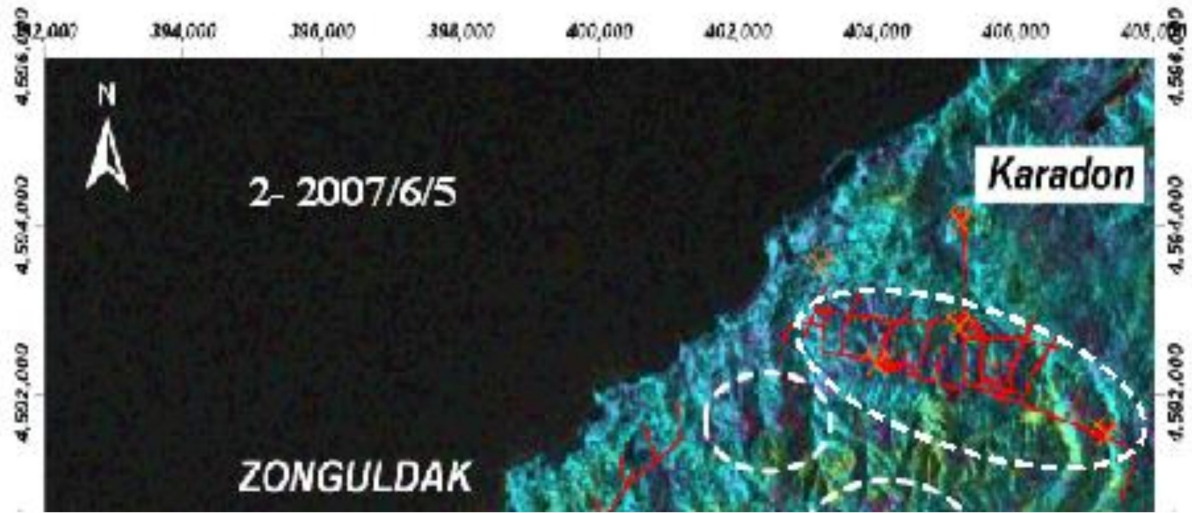
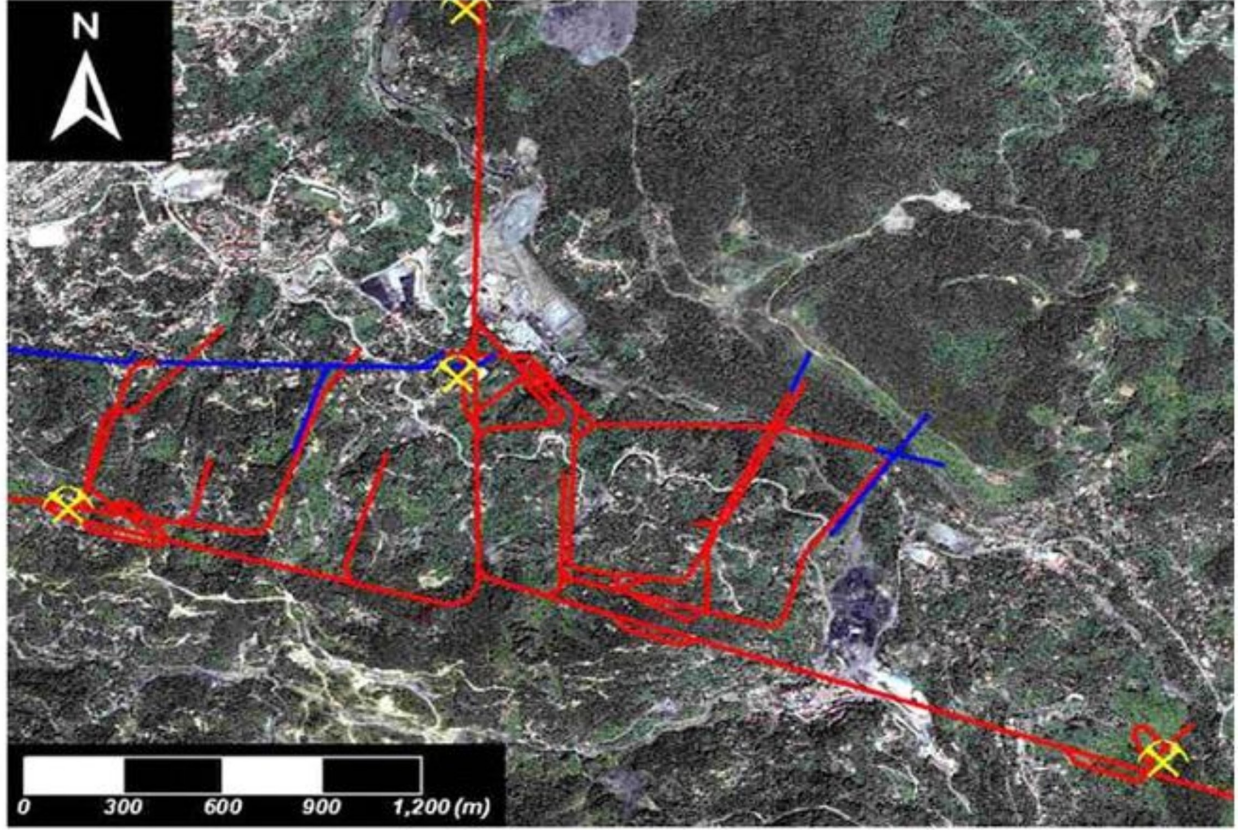
Yeraltı madencilik çalışmaları da yer yüzeyinde tasman etkilerine neden olduğundan DInSAR tekniğiyle tespit edilebilirler. Bu bağlamda, söz konusu yöntemle kaçak aktivitelerin gerçekleştirildiği alanların saptanması olasılık dahilindedir.

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 sürdürülebilir. Yanı sıra Çevre ve Orman Bakanlığının 14 aralık 2007 tarih ve 26730 sayılı "Madencilik Faaliyetleri ile Bozulan Arazilerin Doğaya Yeniden Kazandırılması Yönetmeliği"nin 10. maddesi

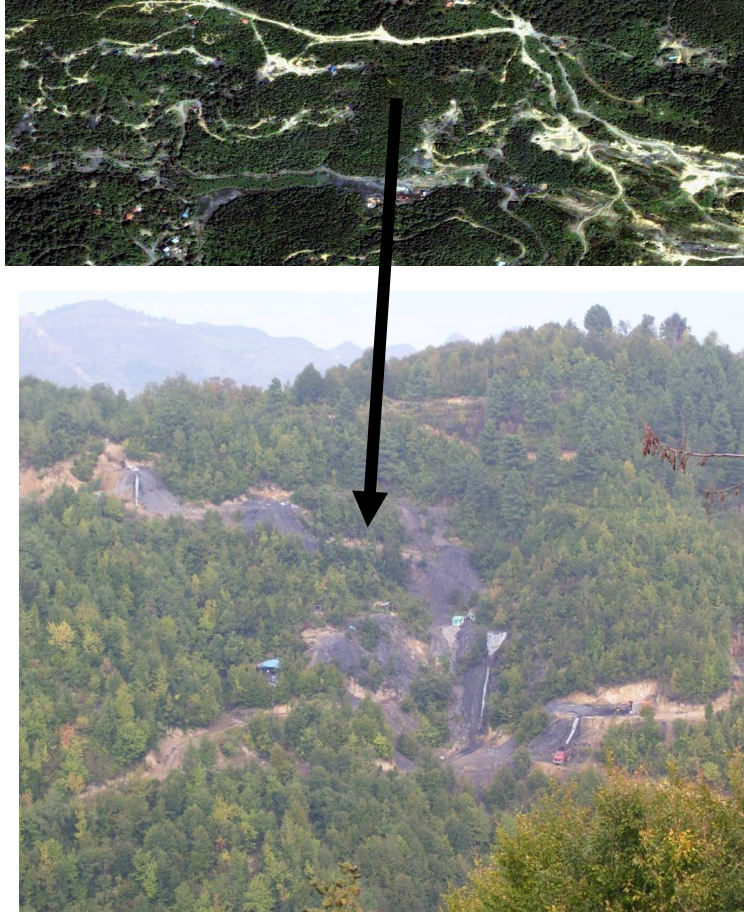
kapsamındaki f ve g fıkralarında belirtilen "Yeraltı işletmelerinin neden olduğu ya da olması beklenen tasman etki alanlarında, herhangi bir yapılaşmaya izin verilmez. Bu alanlarda çökmenin etkilerinin önemsenmeyecek boyutlara indiği uzmanlarca hazırlanacak jeolojik-jeoteknik etüt raporları ile saptandıktan sonra Afet İşleri Genel Müdürlüğü'nün onayı alınarak sınırlama kaldırılır.", "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.

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



Şekil 6. PALSAR ve QuickBird görüntülerinden yasal olmayan maden alanlarının karşılaştırılması.



Şekil 7. Yasal olmayan üretim alanlarına ilişkin QuickBird uydu görüntüsü ve eşleniği sahadan çekilmiş fotoğraf.



Şekil 8. Terkedilmiş bir kaçak maden ocağı girişi.

Kaynaklar

DEGUCHİ, T., KATO, M., AKCİN, H., KUTOGLU, H.S.:
“Monitoring of Mining Induced Land Subsidence using L-
and C-band SAR Interferometry” IEEE International
Geosience and Remote Sensing Symposium, Barcelona,
23-27 July 2007
URL 1: <http://www.taskomuru.gov.tr>

SHADBOLD C. H.: “Mining 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., 1977

DEGUCHİ, T., KATO, M., AKCİN, H., KUTOGLU, H.S:
“Automatic Processing of Interferometric SAR and
Accuracy of Surface Deformation Measurement” Remote
Sensing Europe 2006, Stockholm, 2006

HANSSEN, R.F.: “Radar Interferometry - Data Interpretation
and Error Analysis” Springer, 2001