

HARİTA ÜRETİMİNDE YAPAY AÇIKLIKLI RADAR VE OPTİK GÖRÜNTÜLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Mustafa ERDOĞAN, Altan YILMAZ

Harita Genel Komutanlığı, Fotogrametri Dairesi, Dikimevi Ankara-(mustafa.erdogan, altan.yilmaz)@hgk.mil.tr

ANAHTAR KELİMELER: Yapay açıklıklı radar, optik görüntü, detay toplama, karşılaştırma.

ÖZET

Gerçek açıklıklı radarın dezavantajı yüksek azimut çözümü için gerçekçi olmayan boyutlarda anten uzunluğuna (çok uzun) ihtiyaç duymasıdır. Bu problem 1950 lerde Amerikan ordusunun Sentetik Açıklıklı Radarı (SAR) geliştirmesiyle çözülmüştür. SAR aynı zamanda yan bakışlı bir sistemdir. Fakat mesafeden bağımsız ve anten boyunun yükseltilmesine gerek olmaksızın yüksek azimut çözümü için akıllı sinyaller kullanır. 1960 ların sonlarında, Kuzey Amerika ve tropikal bölgelerde sivil amaçlı uzaktan algılama görevlerinin başlamasından sonra SAR ve SLAR birbirinden ayrılmıştır. Bundan sonra çalışmalar çok frekanslı ve çok polarize görüntüler üzerinde yoğunlaşmıştır. Oşinografi ve Jeoloji uzmanlarının ilgilerinin artması ile 1991 de ERS-1 ile uzun süreli yeryüzü gözlemleri için radar görevleri başlamıştır. Sel, fırtına gibi doğal felaketlerin gözlenmesinde uydu radar görüntüleme sistemlerinin kullanılması ve büyük fayda sağlaması radar sistemlerinin büyüyen önemine örnektir. 1990 lı yıllarda Kanadanın RADARSAT, ESA'nın POEM, ABD'nin SIR uydu sistemleri kullanıma girmiştir. Günümüzde Interferometrik SAR (IfSAR) sistemlerinin kullanımı üzerinde çalışmalar yoğunlaşmaktadır. Bu amaçla Mekik Radar Topoğrafya Görevi (Shuttle Radar Topography Mission – SRTM) adı altında bir proje yürütülmüştür. Projeyi gerçekleştirmek amacıyla 11 Şubat 2000'de bir uzay mekiği yörüngeye yerleştirilmiştir. Proje kapsamında mekik üzerinde bulunan iki adet SAR anteni ile 11 günde dünya yüzeyinin %80'nini kaplayacak şekilde görüntü alımı gerçekleştirilmiştir.

Yapay açıklıklı radar görüntüler (SAR) daima haritacılık için en son tercih olarak düşünülmüştür. Bugün bile, çoğu kullanıcılar, geometrik olarak bozuk olan ve gürültü içeriği nedeniyle yorumlanması güç olan SAR verisi ile çalışma konusunda isteksizdirler. SAR, uzun süredir askeri kurumlarda kabul görmüş olmasına rağmen, haritacılık ve uzaktan algılama alanlarında teknolojik gösterilerle sınırlandırılmıştır. Farklı çalışmalar, SAR'ın toprak nemi tahmini, maden ve gaz rezervlerinin tespiti, ormanlık alanların ölçümü gibi konularda oldukça büyük bir uygulama potansiyeli olduğunu göstermiştir. Verinin mevcudiyeti, veri analizini otomatikleştirmede kullanılacak algoritma ve yazılımların eksikliği ve son olarak radar görüntülerini yorumlayacak operatörlerin yetersizliği gibi sınırlamalar daima olagelmıştır. Fakat, radarın hem arazi hem de arazi detaylarına duyarlı olmasından dolayı, yolların, hidroloji ağının ve binalar, elektrik direkleri gibi arazi ve yüzey detayların otomatik olarak tespiti ve çizilmesi mümkün olabilir. Bunlardan yollar ve binaların ve geriye kalan arazinin parçalara ayrılmış olarak (su, ağaçlar, çim/arazi ve yerleşim yeri) çıkarımını içermesi beklenir. Ayrıca optik ve SAR görüntülerinin birleşiminin potansiyeli geliştirilmiş otomatik veri sınıflandırması ve detay toplama yeteneğidir. Sonuç olarak, SAR görüntülerinin haritacılık amaçlarıyla ilgili potansiyelini araştırmak için, EuroSDR, "YAPAY AÇIKLIKLI RADAR VE OPTİK GÖRÜNTÜLERDEN HARİTACILIK AMAÇLARIYLA BİLGİ" adı altında bir proje başlatmıştır. Bu makalede, Harita Genel Komutanlığında yürütülen proje çalışmalarının sonuçları sunulmuştur.

Bu projede üç test bölgesi (Trudering/Almanya, Fjordhundra/İsveç, Kopenhag/Danimarka) kullanılmıştır. Bu alanların haritaları iki farklı operatör tarafından yapılmıştır. Operatörler kıyımendirmes sırasında birbirlerini görmemişlerdir. Böylelikle birbirinin yorumlarından etkilenmemişlerdir. Her bir test bölgesinin kıyımendirmes sonucu ayrı ayrı araştırılmıştır.

1. GİRİŞ

Yapay Açıklıklı Radar (Synthetic Aperture Radar: SAR) görüntüleri çok çeşitli uygulamalarda kullanılabilir. Bu uygulamalar SAR sisteminin frekans ve polarizasyonuna göre değişiklik göstermektedir. Bu uygulama alanlarına toprak nem dağılımı, toprak üst yüzeyi tuzluluğu belirlenmesi, jeoloji (örneğin petrol araştırması) ve geomorfoloji (örneğin kıyı su hattı haritalanması) çalışmaları, hidroloji (örneğin sel-taşkın alanlarının belirlenmesi), ormancılık, tarım, haritacılık, arkeoloji ve arazi analizleri (örneğin hasta veya ölü ağaçların belirlenmesi) örnek gösterilebilir. Örneğin ENVISAT uydusu üzerindeki geliştirilmiş Yapay Açıklıklı Radar tek geçiş ile yeryüzü topoğrafyasını birkaç on metre doğrulukla haritalayabilir. Fakat iki yörünge geçişinden birleştirilen ve interferometri denilen teknikte elde edilmiş görüntülerle ENVISAT bir caddedeki çökmeyi, bir yanardağ eğimindeki ani artışı veya erimiş bir bölgedeki buzul çöküntüsünü bu hareket birkaç santimetre olsa bile belirleyebilir. Her iki görüntüde de sabit olan bina, kaya gibi yapılar düzenli olarak görüntülenerek

daha yüksek doğrulukların elde edilmesi de mümkündür(www1).

Wong ve Posner (1993) tarafında yapılan bir çalışmada SAR görüntülerinin sınıflandırma yöntemleri araştırılmıştır. Bu sayılanlar radar görüntülerinin sadece birkaç uygulama alanıdır ve bu sayılanlardan çok daha fazlası yakın gelecekte gelmektedir.

Bu teknolojinin yaygın kullanımını düşünerek EuroSDR tarafından " Uçaklara Takılı Sistemlerle Elde Edilen SAR ve Optik Görüntülerinden Haritacılık Alanında Faydalanılması" adı altında ve SAR görüntülerinin haritacılık alanında kullanım potansiyelinin araştırılması hedeflenen bir proje başlatılmıştır. Proje kapsamında farklı yapılarda dört bölge seçilmiş ve bu bölgelerin hava fotoğrafları ile SAR görüntüleri alınmıştır. Bu görüntülere ilişkin bilgiler Tablo 1'de verilmiştir. Projeye Türkiye'den Harita Genel Komutanlığı katılmış ve 4 bölgenin 3'ünde çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

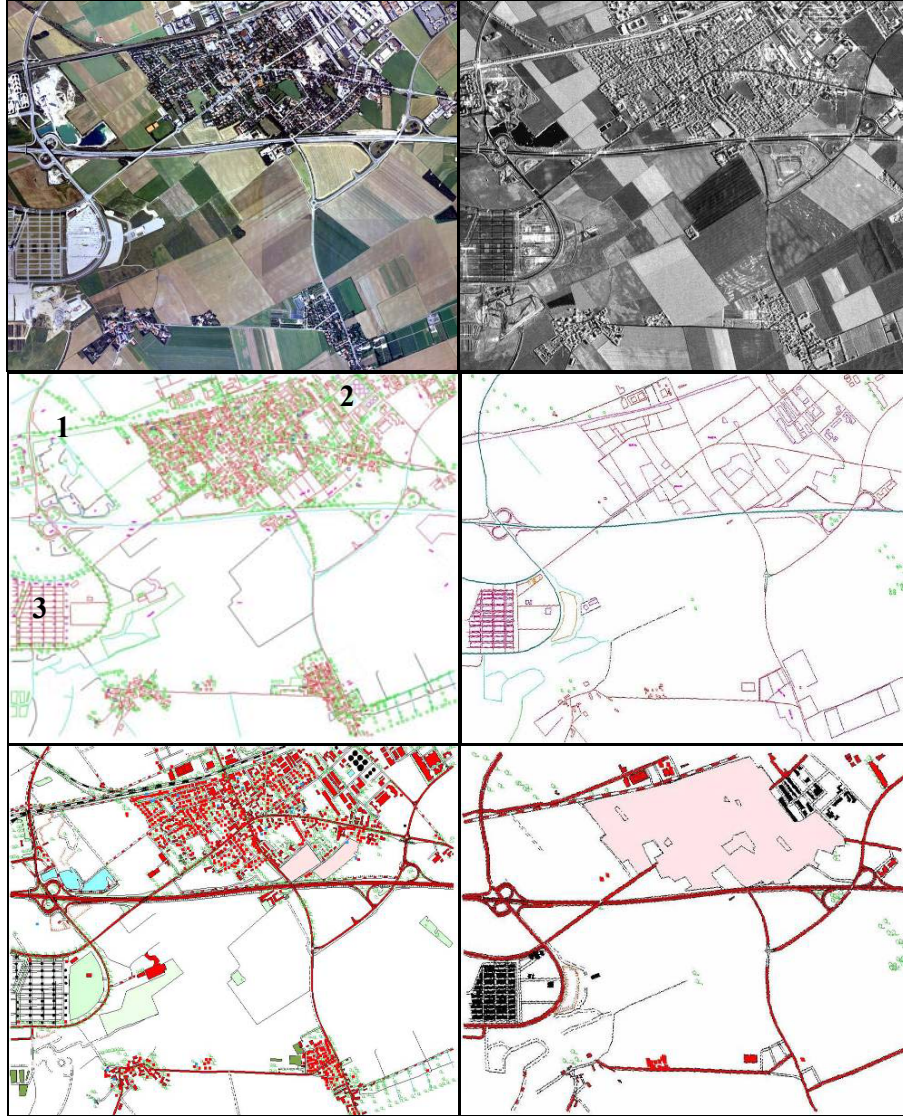
Çalışma Bölgesi	Karakteristik	Sensör	Tip	Bant	Çözünürlük
Trudering	Endüstriyel, kırsal	AeS-1	SAR	X	0.5 m
Oberpfaffenhofen	Havaalanı, kırsal	E-SAR	POL-SAR	L	2 m
Kopenhag	Kentsel	EMI-SAR	POL-SAR	C	3 m
Fjordhundra	Tarım, orman	EMI-SAR	POL-SAR	C	3 m

Çalışma kapsamında üç test bölgesi (Trudering / Almanya, Fjordhundra / İsveç, Kopenhag / Danimarka) kullanılmıştır. Bu alanlara ait optik ve SAR görüntülerinin iki farklı uzman fotogrametri operatörü tarafından fotogrametrik değerlendirilmesi yapılmıştır. Değerlendirme esnasında operatörler ayrı ayrı çalıştırılmış, böylece diğerinin yaptığı değerlendirmeden etkilenmemiştir. Her bölge için değerlendirme sonuçları ayrı ayrı araştırılmıştır.

Tablo 1. SAR görüntüleri

2. TEST ÇALIŞMASI

2.1 Trudering / Almanya



Şekil 1: Trudering test alanı (Sol sütun: optik ve sağ sütun: SAR, birinci sıra: görüntüler, ikinci sıra: ham vektör veri, üçüncü sıra: sembolji giydirilmiş vektör veri)

Trudering kentsel ve tarımsal arazilerle kaplı ve bir kaç küçük göl bulunan düz bir bölgedir (Şekil 1). Bölgeye ilişkin kıymetlendirme sonuçları incelendiğinde optik görüntülerden elde edilen sonuçların çok daha detaylı olduğu görülebilir.

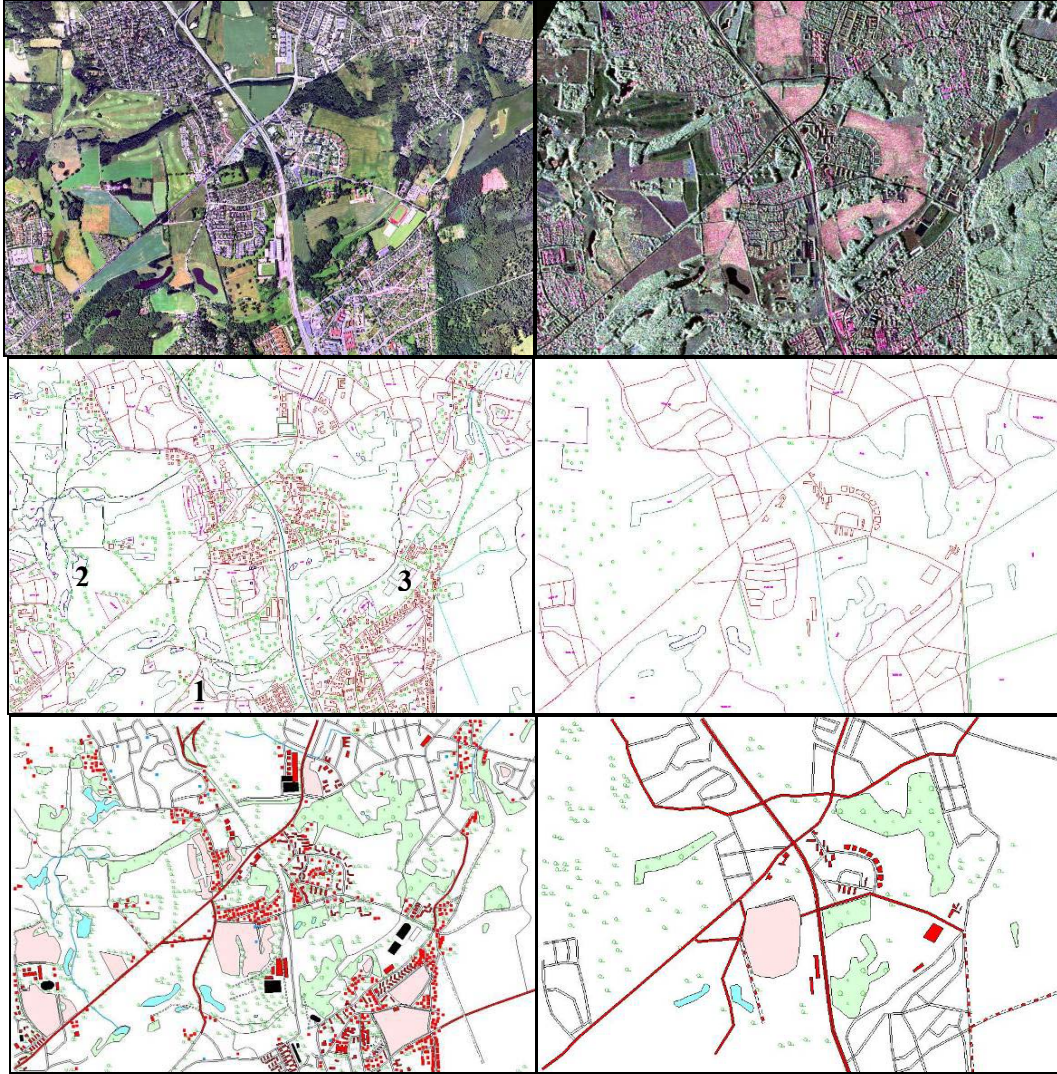
Optik görüntüde kentsel alandaki bütün müstakil binalar ve ağaçlar ayrı ayrı kıymetlendirilmiştir. Fakat radar görüntüsünde bu alanlar sadece dış sınırlarıyla kıymetlendirilmiş, içerdeki detaylar görülemez. Bazı tek detaylar görülmekle birlikte

ne oldukları tanımlanamadığından bu detaylar kıymetlendirilememiştir. Ana ve tali yollar ise her iki görüntüde benzer şekilde görülmüş ve tanımlanmıştır. Fakat optik görüntüde demiryolu olarak tanımlanan bir detay radar görüntüsünde yol olarak tanımlanmıştır (Şekil 1, nokta 1). Optik görüntünün kuzeydoğusunda bazı dairesel metal tanklar görülmüş ve kıymetlendirilmiştir (Şekil 1, nokta 2). Fakat bu tanklar radar görüntüsünde tanımlanamamıştır. Kıymetlendirmeler arasındaki diğer bir belirgin farklılık çalışma bölgesinin batısındadır. Bu bölgede yollar ve sokak lambaları optik görüntüde tanımlanmaktadır (Şekil 1, nokta 3). Ayrıca alanın sol tarafında yüksek bir kule görülmüştür. Radar görüntüsünde ise bu alan ticaret ve sanayi tesisi olarak kıymetlendirilmiş, sokak lambaları ile kule ise hiç görülmemiş, sadece yol ve bina sınırları çizilmiştir. Aslında radar görüntüsündeki yüksek ve parlak yansımadan, radar görüntüleri konusunda uzman bir operatör bu sokak lambaları ve kuleyi kolaylıkla ayırt edebilir.

2.2 Kopenhag / Danimarka

Kopenhag kentsel, tarımsal ve orman alanları ile kaplıdır (Şekil 2). Bu bölgede özellikle aralarında tek ağaçlar bulunan kentsel alanların yorumlanmasında operatörler zorluk çekmiş, bir çok binayı kıymetlendirememişlerdir.

Bu bölgede de ana ve tali yollar her iki görüntüde de benzer şekilde görülmüştür. Fakat kenarlarında ağaç sıraları bulunan bazı tali yollar radarın eğik alım geometrisinden dolayı görülebilmiştir (Şekil 2, nokta 1). Bölgenin kuzeybatısındaki küçük göller de radar görüntüsünde görülmesine rağmen tanımlanamadığından kıymetlendirilmemiş (Şekil 2, nokta 2), doğudaki spor alanı bina olarak değerlendirilmiştir (Şekil 2, nokta 3). Trudering'e benzer olarak optik görüntüden yapılan kıymetlendirme çok daha detaylıdır. Radar görüntülerinden ormanlık alanlarda yapılan kıymetlendirme ise çok daha tatmin edicidir. Orman sınırları rahatlıkla bu görüntülerde görülebilmektedir.



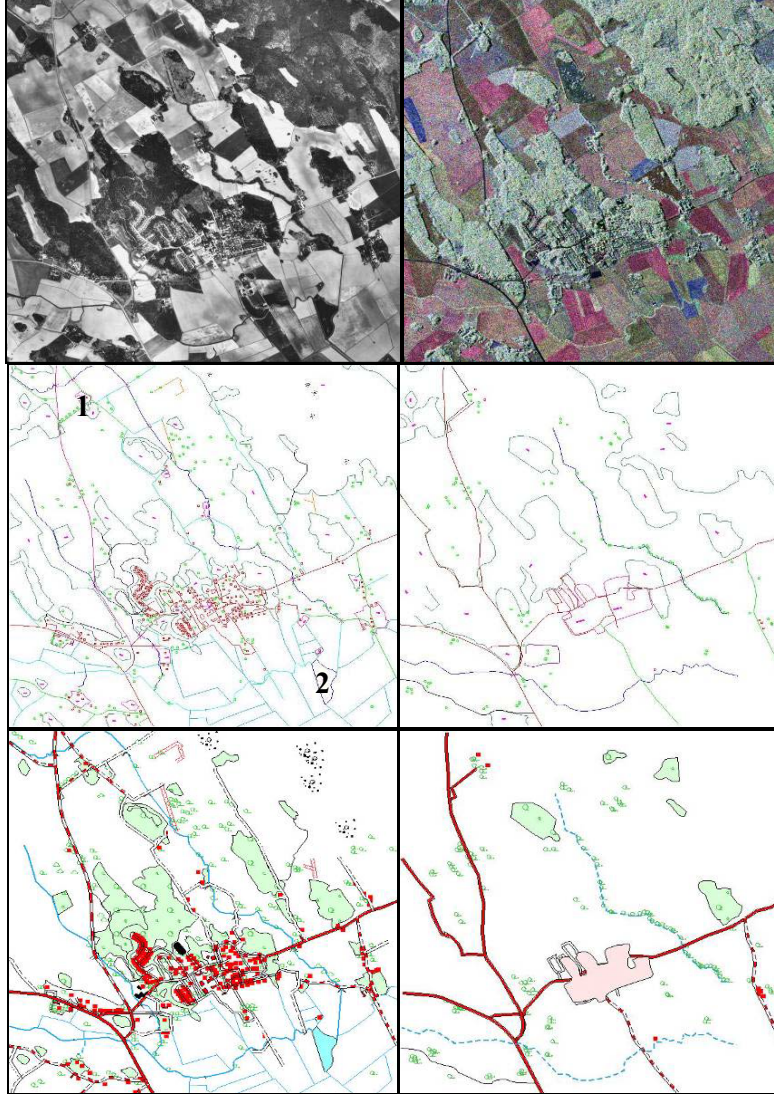
Şekil 2: Kopenhag test alanı (Sol sütun: optik ve sağ sütun: SAR, birinci sıra: görüntüler, ikinci sıra: ham vektör veri, üçüncü sıra: semboloji giydirilmiş vektör veri)

2.3 Fjordhundra / İsveç

Fjordhundra, tarımsal, orman ve kısmen kentsel alanlar ile kaplıdır (Şekil 3). Bütün ana yollar her iki görüntüde de benzer olarak kıymetlendirilmişlerdir. Fakat bazı tali yollar radar görüntüsünde tespit edilememiştir (Şekil 3, nokta 1). Operatörler optik görüntülerdeki tecrübelerinden faydalanarak bu yolları optik görüntüden kıymetlendirmişlerdir. Operatörler bir detay hakkında emin olmadıkları zaman, o detayı kıymetlendirmeme eğilimindedirler. Bunun sonucu olarak radar

görüntülerinin yorumlanması konusunda eğitimli ve uzman bir operatör bu görüntülerden çok daha detaylı ve doğru değerlendirme yapabilir.

Radar görüntülerinde tespit edilemeyen diğer önemli bir detay görüntünün güneydoğu bölgesindeki göldür (Şekil 3, nokta 2). Bu göle bağlanan sulama kanalları da radar görüntüsünden belirlenememiş, ancak optik görüntü kullanılarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3: Fjordhundra test alanı (Sol sütun : optik ve sağ sütun: SAR, birinci sıra: görüntüler, ikinci sıra: ham vektör veri, üçüncü sıra: semboloji giydirilmiş vektör veri)

3. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ana yolların büyük bir kısmı her iki görüntüde de benzer şekilde tespit edilmiş ve hemen hemen aynı yol türü ile sınıflandırılmışlardır. Ancak radar görüntülerinde özellikle kenar hataları boyunca ağaç sıraları olan tali yolların değerlendirilmesinde sorun yaşanmıştır. Bu sorun radarın eğik alım geometrisinin bir sonucu olarak açıklanabilir. Ağaçlar yolu gölgeleyebilmektedir. Trudering'deki demiryolu radar

görüntüsünde tali yol olarak değerlendirilmiştir. Bu durum operatörlerin radar görüntüleri konusunda eğitimi ile aşılabilir.

Tek binalar ve kentsel alanlar her iki görüntüde de benzer şekilde değerlendirilmiştir. Ancak içinde tek ağaçlar barındıran yerleşim alanlarının yorumlanmasında zorluk çekilmiştir. Yine bu problemin de operatörlerin eğitimi ile çözülebileceği değerlendirilmektedir.

Pınar vb. hidrolojik nokta detaylar radar görüntülerinde tespit edilememiştir. Benzer şekilde birçok su kanalı ve dere de radar görüntülerinde değerlendirilmemiş veya yanlış değerlendirilmiştir. Bazı göller radar görüntüsünde de doğru olarak değerlendirilmiştir.

Orman alanlarında belirgin bir problem yaşanmamıştır. Kentsel alanlar içindeki birkaç yanlış yorumlama hariç radar görüntülerinden iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu tür alanlarda otomatik yöntemlerle sınırların belirlenmesinin gerçekleştirilebileceği değerlendirilmektedir.

Her görüntü için toplanan detay sayısı Tablo 2’de gösterilmiştir. Bu tabloda da optik görüntüler konusunda uzman operatörlerin optik görüntüler kullanarak daha detaylı ve daha doğru değerlendirme yaptığı görülmektedir.

Operatörler radar görüntülerinde detayların tespit ve yorumlanmasında zorluk çekmektedirler. Operatörlerin radar görüntülerinin özellikleri ve yorumlanması konusunda eğitilmeleri durumunda bu görüntülerden çok daha iyi sonuçlar elde edilmesi beklenmelidir.

Detaylar	Her Detay Sınıfındaki Toplam Detay Sayısı					
	Trudering		Kopenhag		Fjordhundra	
	Optik	SAR	Optik	SAR	Optik	SAR
Menfez	38	4	30		48	8
Üstgeçit, köprü	12	5	3		5	
Yol	256	117	213	63	72	18
Demiryolu	6					
Demiryolu istasyonu, yol kavşağı	25	2	3			
Çit, duvar	60	13	15	2	1	2
Enerji tesisi (nokta)	1					
Anten, lamba	44					
Enerji nakil hatları	2					
Enerji tesisi (alan)	7		11		3	
Bina (nokta)	7					
Bina (alan), park	357	40	260	42	15	2
Tank, silo, ticaret ve sanayi tesisi	14	65				
Kuyu, pınar	22		14			
Ark, dere	5		9		29	4
Göl, gölet, havuz	634	24	529	2	238	6
Ağaç, çalı	2408	114	1599	210	364	250
Meyve bahçesi, orman	28		43	10	49	17
Kaya, taş					50	
Kazi, dolgu	49	14			4	
Toplam	3975	398	2729	329	878	307

Tablo 1: Detay sınıflarına göre kıymetlendirilen detay sayıları

KAYNAKÇA:

www1, <http://envisat.esa.int/applications/la/overview.html>,
Millimetric Land Subsidence in an Urban Area in California

Wong, Y., Posner, E.C.(1993), *Scale-Space Clustering And Classification Of Sar Images With Numerous Attributes And Classes*, ACV(93), pp. 74-81.