

## Yer Kontrol Noktası Sayı ve Dağılımına Göre Rasat Uydu Görüntülerinin Geometrik Düzeltme Doğruluğunun Araştırılması

(Investigating the Accuracy of RASAT Satellite Imagery Geometric Correction According to the Number and Distribution of Ground Control Points)

Mustafa ERDOĞAN, Altan YILMAZ, Oktay EKER

Harita Genel Komutanlığı, Ankara  
mustafa.erdogan@hgk.msb.gov.tr

### ÖZET

Uydu görüntülerini yönlendirmede algılayıcı modeli, görüntü (2B görüntü düzlemi) ile obje uzayı (3B obje uzayı) arasındaki geometrik ilişkiyi tanımlar. Görüntüleme yaygın olarak kullanılan 2 algılayıcı modeli vardır: Fiziksel algılayıcı model ve genelleştirilmiş algılayıcı model. Fiziksel model, algılayıcının konum ve dönüklük bilgilerinden yararlanarak kurulan kolarite (eş doğrusallık) eşitliklerini kullanarak çalışır. Genelleştirilmiş algılayıcı modelde ise algılayıcı konum ve dönüklük bilgileri kullanılmaz. Bu çalışmada, daha yüksek doğruluklar sağlayan fiziksel model kullanılarak görüntülerin geometrik düzeltilmesi yapılmış ve elde edilen doğruluklar araştırılmıştır. Daha önceki araştırmalarda RASAT görüntüleri ortorektifiye edilerek doğruluğu araştırılmış, X ve Y yönünde yaklaşık  $\pm 9$  metre civarında doğruluklara ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalarda uydu görüntüsü parçalara ayrılarak ve geometrik düzeltmelerde kullanılan polinom dereceleri değiştirilerek elde edilecek doğruluklar araştırılmıştır. Bu yaklaşımlar geometrik düzeltmede ihtiyaç duyulan yer kontrol nokta sayısını (YKN) da değiştirmektedir. Bu çalışmada YKN sayısına bağlı olarak elde edilebilecek doğruluklar irdelenmiştir. Yapılan çalışma, YKN sayısındaki artışın belli bir seviyeden sonra doğruluklarda belirgin artış sağlamadığını göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** RASAT, Uydu Görüntüleri, Ortorektifikasyon, Geometrik Doğruluk

### ABSTRACT

Sensor model for the orientation of satellite imagery defines the geometric relation between the image (2D image plane) and object space (3D image space). There are 2 sensor models commonly used: Physical sensor model and generic sensor model. Physical model uses collinearity equations by the help of position and rotation of sensor. Position and rotation information of sensor are not used in generic sensor model. In this study, the image is corrected by using physical model which achieves higher accuracy and the accuracy is investigated. In recent studies, RASAT imagery is orthorectified and accuracies are investigated. An accuracy of approximately  $\pm 9$  meter is achieved in both X and Y directions. In these studies, accuracies are investigated by orthorectifying imagery in small pieces and by changing the polynomial coefficients used for geometric correction. These

approaches change the required number of ground control point (GCP) for the geometric correction. In this study, accuracies according to the number of GCPs are investigated. Results show that increase in the number of GCPs after a certain degree doesn't affect the accuracy noticeably.

**Key Words:** RASAT, Satellite Imagery, Orthorectification, Geometric Accuracy

### 1. GİRİŞ

Bilgi çağı olarak adlandırılan günümüzde, bilişim teknolojisindeki gelişmeler, ekonomik, kültürel ve toplumsal yapıları derinden etkilemekte, ticaret, eğitim ve yönetim biçimlerini farklı boyutlara taşımaktadır. Gelişmeler birey, toplum ve yönetim yapılarını değiştirmekte ve örgütleri günümüzün rekabet ortamında, yeni teknolojileri ve yöntemleri üretim sürecine uygulamaya zorlamaktadır. Avrupa Birliği ile bütünleşme sürecinde, kurum ve kuruluşların ulusal ve uluslar arası alanda rekabet edebilmesi de, sürekli değişim ve gelişme ile olası görülmektedir. Gelişmeler emek yoğun olan teknoloji yoğun yönünde olmakta, harita üretim süreci de buna paralel olarak, arazi çalışmaları ile zaman ve maliyet gerektiren diğer aşamaları azaltma ve/veya ortadan kaldırmaya yönelik olarak değişmektedir (Erdoğan ve Akdeniz, 2004).

RASAT Araştırma Uydusu, Türkiye'nin ve TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü'nün (TÜBİTAK UZAY) BİLSAT uydusundan sonra sahip olduğu ikinci uzaktan algılama uydusudur. RASAT, 17 Ağustos 2011 tarihinde Rusya'dan uzaya gönderilmiştir. TÜBİTAK UZAY tarafından Devlet Planlama Teşkilatı'nın (DPT) desteğiyle tasarlanıp üretilen uzaktan algılama uydusu RASAT'ın dünyanın dört bir tarafından çektiği ilk görüntüler, 18 Ekim 2011 tarihinde Enstitünün Ortadoğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) yerleşkesinde kurulu binasındaki yer istasyonundan başarıyla indirilmeye başlanmıştır. Uydu ile iletişim kurmak için Ankara'daki ana yer istasyonuna ek olarak, Norveç'in kuzeyindeki Andoya'daki geçici yer

istasyonu kullanılmaktadır. Kutupsal yörüngeye sahip olan RASAT, Ankara'daki ana yer istasyonunun kapsama alanından günde 4 defa geçerken, kutup dairesine yakınlığından dolayı Andoya'daki istasyonun kapsama alanından günde 11 defa geçmektedir. Uydunun teknik bilgileri Tablo 1'de verilmiştir. (RASAT, 2013)

Tablo 1. RASAT Uydusu Teknik Özellikleri (RASAT, 2013)

Ağırlık	93 kg
Yörünge	700 km'de dairesel, güneşe eşzamanlı
Yörünge süresi	98.8 dakika
Ekvator geçişi yerel zamanı	10:30
Yersel çözünürlük	Pankromatik: 7.5 m Çok bantlı: 15 m
Spektral çözünürlük (µm)	0.42 – 0.73 (Pankromatik)
	1. Bant: 0.42 – 0.55 (Mavi)
	2. Bant: 0.55 – 0.58 (Yeşil)
	3. Bant: 0.58 – 0.73 (Kırmızı)
Radyometrik çözünürlük	8 bit
Zamansal çözünürlük	4 gün
Şerit genişliği	30 km

RASAT'tan elde edilen uydu görüntülerinin, şehir ve bölge planlama, ormancılık, tarım, afet yönetimi ve benzeri amaçlarla da kullanılması planlanmaktadır. RASAT uydusunun sistem mühendisliği ve sistem tasarımı Türkiye'de, yurt dışından alınmış herhangi bir danışmanlık olmadan ve mühendislik desteği alınmadan, TÜBİTAK UZAY'da görevli Türk mühendisler ve teknisyenler tarafından yapılmış ve tüm testler Türkiye'de gerçekleştirilmiştir. Görev ömrünün 3 yıl olması planlanan RASAT, Türkiye'nin bundan sonraki tüm uzay projeleri için bir mihenk taşı olarak Türkiye'de yeni bir dönemi başlatmıştır. RASAT, gelecek nesil askeri ve bilimsel amaçlı Türk uydu görevleri için, alt sistemlerin uzayda denenmesinde bir test ve doğrulama aracı olarak katkı sağlayacaktır (RASAT, 2013).

Literatürde ülkemizin uzaktan algılama uydu çalışmalarından ikincisi olan RASAT uydu sisteminin geometrik düzeltilmesi ve elde edilecek doğruluklar konusunda RASAT'ın yeni bir uydu olması ve henüz yaygın olarak kullanılmaması gibi sebeplerle fazla çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada RASAT uydu görüntülerinin farklı sayı ve dağılımda yer kontrol noktaları (YKN) ile geometrik düzeltilmesi ve elde edilen sonuçlar sunulacaktır.

## 2. BOZULMALARIN GEOMETRİK MODELLENMESİ

Uydu görüntülerini yöneltmede algılayıcı modeli, görüntü ile obje uzayı arasındaki geometrik ilişkiyi tanımlar. Bu model, 2B görüntü düzlemi ile 3B obje uzayı arasındaki ilişkiyi tanımlar. Görüntüleme yaygın olarak kullanılan 2 algılayıcı modeli vardır: Fiziksel algılayıcı model ve genelleştirilmiş algılayıcı model. Fiziksel model, algılayıcının konum ve dönüklük bilgilerinden yararlanarak kurulan kolinerite (eş doğrusallık) eşitliklerini kullanarak çalışır. Genelleştirilmiş algılayıcı modelde ise algılayıcı konum ve dönüklük bilgileri kullanılmaz. Bunun yerine ISO 19130 "Coğrafi Bilgi – Konumlama için Algılayıcı Modelleri"nde tanımlanan ve algılayıcı yerine geçen üç farklı model kullanılmaktadır: (1) Basit Polinom Uydurma (simple polynomial fitting), (2) Rasyonel Fonksiyon Modeli (Rational Function Model - RFM) ve (3) Evrensel Gerçek Zamanlı Model (universal real-time model - USM). Bu modeller görüntülemenin gerçek fiziksel durumunu yansıtmayan, onu yaklaşık olarak ifade eden jenerik modellerdir. RASAT uydu sisteminden RFM modellemeyi sağlayan katsayılar alınarak geometrik düzeltme yapılabilmekte (Hu vd., 2004) ve çeşitli uydu görüntülerinde az sayıda YKN kullanılarak piksel altı seviyelerde yatay doğruluklar elde edilebilmektedir (Yılmaz vd., 2008). Ancak bu çalışmada daha yüksek doğruluklar sağlayan fiziksel model kullanılarak görüntülerin geometrik düzeltilmesi ve doğruluk araştırması yapılmıştır.

Görüntü işleme yazılımlarına uydu/algılayıcı bilgilerini vermek istemeyen görüntü satıcıları ve kamu kurumları RFM yaklaşımının temel kullanıcılarıdır. Bu yöntemde görüntü sağlayıcıları görüntüleri 3B rasyonel fonksiyonlarının (RF) tüm parametreleri ile birlikte vermektedir. Sonuçta kullanıcı, sayısal yükseklik modeli (SYM) ile ortogörüntüler üretmek için YKN olmaksızın görüntüleri RF ile doğrudan yöneltebilmekte veya RF parametrelerini YKN'ları ile iyileştirebilmektedir. Bu yaklaşım başlangıçta yüksek çözünürlüklü görüntü sağlayan iki firma tarafından uygulanmıştır. Bunlar 3'üncü dereceden RF parametreleri kullanan, IKONOS Geo görüntülerini sağlayan Space Imaging (Grodecki, 2001) ve Quickbird-2 görüntülerini sağlayan MacDonald, Dettwiler ve Ortakları (MDA) (Hargreaves ve Robertson, 2001) firmalarıdır. RF'leri uyguladıktan sonra belli miktarlarda hatalar devam ettiğinden sonuçların hassas YKN'ları ile (en az bir) (Fraser vd., 2001) tekrar düzeltilmesi gerekir veya orijinal RF

parametreleri daha hassas YKN'ları gerektiren doğrusal eşitliklerle iyileştirilir (Lee vd., 2002).

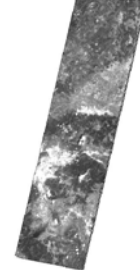
Geometrik düzeltme işlemlerinde kullanılan 2B/3B fiziksel fonksiyonlar ise algılayıcıya, platforma ve görüntü alım geometrisine bağlı olarak değişiklik gösterir:

- Anlık alım sistemleri, örneğin fotogrametrik kameralar, metrik kamera veya büyük formatlı kameralar.
- Dönen veya salınan tarama aynaları, örneğin Landsat-MSS, TM veya ETM+.
- Süpürme (Push-broom) tekniğiyle çalışan tarayıcılar, örneğin SPOT\_HRV, IRS-1C/D, IKONOS veya Quickbird.
- SAR algılayıcıları, örneğin JERS, ERS-1/2, RADARSAT-1/2 veya ENVISAT.

Her algılayıcının kendine özgü özellikleri olmasına rağmen, bozulmaları düzeltmek için 2B/3B fiziksel modellerin gelişimi için genelleştirmeler çıkarılabilir. Fiziksel model, matematik olarak platform (konum, hız, eğiklik ve dönüklük), algılayıcı (görüntüleme açısı, panoramik etki), dünya (elipsoit ve 3B için rölyef) ve kartografik projeksiyon bozulmalarını modellemelidir. 3B fiziksel modeli elde etmek için kullanılan matematiksel fonksiyonlar genelde iyi bilinen kolinearite (eş doğrusallık) eşitliklerini kullanmaktadır. Fiziksel model, algılayıcı ve görüntüleme düzeneğinin fiziksel özelliklerini modellemelerdeki gücü nedeniyle, genelde fotogrametrik uygulamalarda tercih edilen geometrik modeldir. Bu çalışmada da gerçek fiziksel model ile geometrik düzeltme yapılmıştır.

### 3. ÇALIŞMA BÖLGESİ

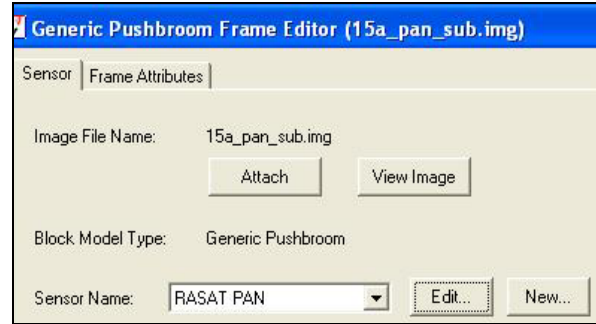
Çalışmada İzmir'in kuzeyine doğru uzanan 120 x 30 kilometrelik bir şerit RASAT uydu görüntüsü kullanılmıştır. RASAT uydu görüntüleri TÜBİTAK UZAY tarafından ücretsiz olarak sağlanmıştır. Görüntünün kapsadığı bölge yerleşim yeri, orman ve tarım arazileri gibi değişik arazi örtüsünü içermekte ve 0 ile 1497 metre arasında değişen yüksekliklere sahip düz ve dağlık alanlardan oluşmaktadır. Bölgede bulunan çok sayıda yerleşim yerleri ve yol ağı yer kontrol noktası seçimini kolaylaştıracak yapıdadır. Tüm bu özellikleri nedeniyle bölge geometrik düzeltme doğruluğu testi için idealdir. Kullanılan uydu görüntüsü Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Çalışmada kullanılan RASAT uydu görüntüsü.

### 4. RASAT UYDU GÖRÜNTÜLERİNİN GEOMETRİK DÜZELTMESİ

Geometrik düzeltme amacıyla LPS (Leica Photogrammetry Suite) yazılımı kullanılmıştır. Yazılımda RASAT uydu modelinin tanımlanmamış olması nedeniyle uydu modeli olarak modelin elle tanımlanabildiği "generic pushbroom" modeli seçilmiştir. Daha sonra RASAT PAN adında bir algılayıcı ve RASAT algılayıcısına ait odak uzaklığı, piksel boyutu gibi parametreler tanımlanmıştır (Şekil 2). Bu model ile tarayıcı sistemle çalışan algılayıcılarla elde edilen görüntülerin dış yöneltme elemanları polinomlar ile hesaplanabilmektedir. Diğer bir deyişle, konum (X, Y, Z) ve dönüklüklerin (kapa, fi, omega) kaçınıcı derece bir polinom ile hesaplanacağı tanımlanabilmektedir. Polinom katsayıları arttırıldıkça hesaplanacak bilinmeyen sayısı ve bu bilinmeyenleri çözmek için ihtiyaç duyulan YKN miktarı artmaktadır.



Şekil 2. RASAT uydu modeli tanımlama ekranı

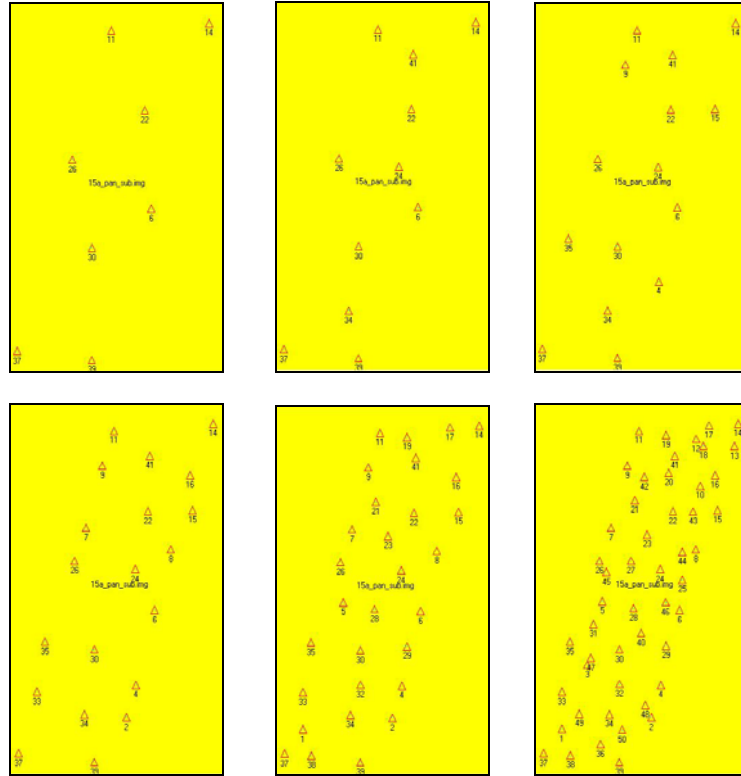
Çalışmada kullanılan uydu görüntüsü X yönünde 30 km, Y yönünde 120 km uzunluğundadır. RASAT sisteminde istenildiği şekilde uydu yörünge bilgileri elde edilememektedir. Bu da uzun şeritler halinde geometrik düzeltmede özellikle Y yönünde doğruluğu düşürmektedir. Erdoğan vd. (2013-1) tarafından yapılan çalışmada bu etkiyi azaltabilmek için uzun şerit halindeki görüntü 30x45 kilometrelik bindirmeli 3 parçaya bölünerek

blok halinde dengelenmiş ve Y yönündeki doğruluklarda artış sağlanmıştır. Erdoğan vd. (2013-2) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise Y yönünde doğruluk artışının model polinom katsayıları değiştirilerek artırılması hedeflenmiş, en uygun polinom katsayılarının kapada 0'inci derece polinom, fide 1'inci derece polinom, X, Z ve omega'da 2'nci derece polinom, Y'de 3'üncü derece polinom olduğu tespit edilmiştir. Her iki çalışmada da geometrik düzeltmede 30 adet YKN kullanılmış ve YKN sayısı sabit tutulmuştur. Bu çalışmada Erdoğan vd. (2013-2) tarafından belirlenen en uygun polinom katsayıları kullanılarak ve YKN sayısı ve dağılımı değiştirilerek elde edilen doğruluklar araştırılmıştır.

Çalışma kapsamında görüntü üzerine homojen dağılmış 8, 11, 15, 20, 30 ve 50 YKN

ölçülmüştür. Ölçülen YKN'ler ve dağılımları Şekil 3'te gösterilmiştir.

YKN'ler bölgeye ait sayısal hava kamerası ile alınmış hava fotoğraflarından üretilmiş 45 santimetre çözünürlüklü ve  $\pm 2$  metreden yüksek doğruluklu ortofotolardan seçilmiştir. Yükseklik bilgisi olarak bölgeye ait 30 metre çözünürlüklü SYM'ler kullanılmıştır. Daha sonra görüntüler her YKN kombinasyonu için ayrı ayrı ortorektifiye edilmiş ve üretilen ortogörüntülerin doğruluğu bağımsız 30 denetleme noktasında kontrol edilmiştir. Dengeleme sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Dengeleme sonuçları santimetre doğruluğundadır ve yapılan dengelemenin iç doğruluğunun oldukça yüksek olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. Ölçülen YKN'ler (8, 11, 15, 20, 30, 50) ve dağılımları

Tablo 2. Dengeleme sonuçları (iç doğruluk)

YKN Sayısı	$\sigma_x$ (metre)	$\sigma_y$ (metre)	$\sigma_z$ (metre)
8	0.26	0.01	0.02
11	0.24	0.15	0.02
15	0.30	0.21	0.02
20	0.24	0.20	0.02
30	0.27	0.28	0.02
50	0.25	0.27	0.02

Farklı YKN sayılarına göre üretilen 6 adet ortogörüntünün 30 bağımsız noktada kontrol edilmesi sonucu elde edilen x ve y yönlerindeki ortalama hata (OH) (1), mutlak ortalama hata (MOH) (2), karesel ortalama hatalar (KOH) (3) ve planimetrideki  $KOH_s$  (4) Tablo 3 ve Şekil 4'de sunulmuştur. 8 YKN kullanılması durumunda planimetride KOH 18 metre civarındadır. 50 YKN kullanılması durumunda ise planimetride KOH iki kat iyileşerek 9 metre civarına düşmektedir. Elde edilen sonuçlar 15 ve daha fazla YKN kullanılması durumunda X ve Y yönünde ortalama hataların 0.5 piksel, karesel ortalama hataların ise 1 piksel civarında olduğunu göstermektedir. Ancak Y yönündeki hatalar X yönüne göre daha yüksektir. Çalışmada kullanılan uydu görüntüsü doğu-batı (X) yönünde 30 km, kuzey-güney (Y) yönünde 120 km uzunluğundadır. RASAT sisteminde istenildiği şekilde uydu yörünge bilgileri elde edilememektedir. Bu da uzun şeritler halinde geometrik düzeltmede özellikle Y yönünde doğruluğu düşürmektedir. 8 YKN'ye göre 11 ve 15 YKN'ye göre 15 YKN kullanılması durumunda doğruluklarda belirgin bir artış olmaktadır. Ancak 15 YKN'den sonra YKN sayısındaki artış doğruluklarda belirgin bir artış sağlamamaktadır.

$$OH = \frac{\sum_{i=1}^n x_i - x_{i(RASAT)}}{n} \quad (1)$$

$$MOH = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - x_{i(RASAT)}|}{n} \quad (2)$$

$$KOH = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{i(RASAT)})^2}{n}} \quad (3)$$

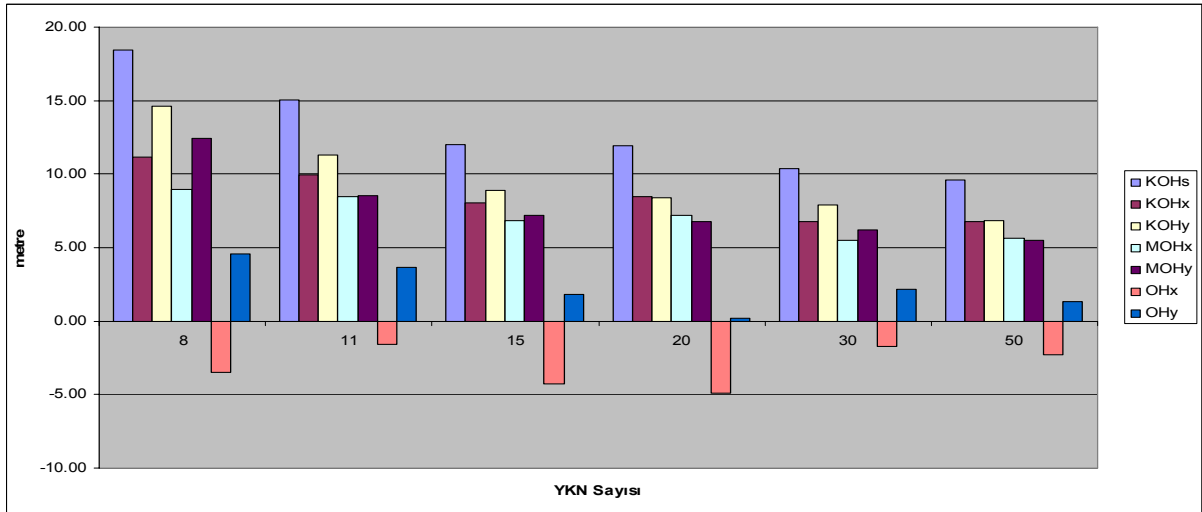
$$KOH_s = \sqrt{KOH_x^2 + KOH_y^2} \quad (4)$$

Burada;

- $x_i$  : i noktasının gerçek koordinatını,  
 $x_{i(RASAT)}$  : i noktasının RASAT ortogörüntüsündeki koordinatını,  
 $n$  : nokta sayısını göstermektedir.

Tablo 3. Ortogörüntü doğrulukları (dış doğruluk)

YKN Sayısı	Ortogörüntü Doğrulukları						
	OH <sub>x</sub> (m)	OH <sub>y</sub> (m)	MOH <sub>x</sub> (m)	MOH <sub>y</sub> (m)	KOH <sub>x</sub> (m)	KOH <sub>y</sub> (m)	KOH <sub>s</sub> (m)
8	-3.47	4.60	8.93	12.45	11.15	14.65	18.41
11	-1.61	3.63	8.46	8.54	9.96	11.32	15.07
15	-4.28	1.83	6.86	7.17	8.07	8.90	12.02
20	-4.88	0.20	7.22	6.80	8.46	8.38	11.90
30	-1.70	2.17	5.47	6.17	6.76	7.89	10.39
50	-2.27	1.33	5.65	5.47	6.77	6.84	9.62



Şekil 4. Ortogörüntü doğrulukları (dış doğruluk)

RASAT uydusunun da dâhil edilebileceği orta çözünürlüklü uydu sistemlerinin geometrik düzeltilmesinde genellikle 0.5 piksel civarında doğruluklara ulaşılabilmektedir. Erdoğan vd. (2004) tarafından yapılan çalışmada 10 metre çözünürlüklü SPOT-2 uydu görüntülerinin farklı yöntemlerle geometrik düzeltilmesi yapılmış, X ve Y'de 4 metre ve daha yüksek doğruluklara ulaşılmıştır. Ancak RASAT uydusunda elde edilebilen en yüksek doğruluklar X ve Y'de 1 piksel civarındadır. Çok sayıda YKN kullanılmasına rağmen bu doğruluklar artırılmamaktadır. Uydu kamera modeli ve yörünge bilgilerindeki eksikliklerin ve görüntünün uzun bir şerit halinde kullanılmasının hataların 1 pikselin altına indirilmesini engellediği değerlendirilmektedir.

## 5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında 7.5 metre yersel çözünürlüklü RASAT uydu görüntüsü ortorektifiye edilerek doğruluğu araştırılmıştır. Geometrik düzeltmede uydunun fiziksel modeli kullanılmıştır. Fiziksel model ile görüntünün dış yöneltme parametreleri polinomlar ile hesaplandığından ve hesaplama için seçilen polinom dereceleri nedeniyle, çözüm için en az 8 YKN'a ihtiyaç duyulmaktadır. Seçilecek polinom derecelerine göre ihtiyaç duyulan YKN sayısı da değişmektedir.

Uygulamada uydu görüntüsünün yönelttilmesinde kullanılan YKN sayısı ve dağılımı değiştirilerek ortogörüntü doğruluğuna etkisi araştırılmıştır. 30 bağımsız kontrol noktası ile ortogörüntüler karşılaştırılmış ve hatalar hesaplanmıştır. Karşılaştırma sonucu elde edilen ortalama hatalar 0.5 piksel civarında, planimetride karesel ortalama hatalar ise YKN sayısı ve dağılımına bağlı olarak yaklaşık 1-2 piksel aralığındadır. Sonuçlar X ve Y yönünde en fazla 7 metre civarında bir doğruluğa ulaşılabileceğini, Y yönündeki hataların X yönüne göre daha yüksek olduğunu, YKN sayısı artırılarak doğruluğun artırılabilirliğini, ancak YKN sayısının 15'den fazla olmasının doğrulukta belirgin bir artış sağlamayacağını göstermektedir.

## KAYNAKLAR

- Erdoğan, M., Akdeniz, H., (2004), **Uzaktan Algılama Amaçlı Uydu Sistemlerindeki Son Gelişmeler**, Harita Dergisi, Sayı 132
- Erdoğan, M., Eker, O., Yılmaz, A., Aksu, O., (2004), **Orthorectification of SPOT Images with the Same-Pass Constraints**, XXth ISPRS Congress, 12-23 July 2004, İstanbul
- Erdoğan, M., Yılmaz, A., Eker, O., (2013-1), **RASAT Uydu Görüntülerinin Geometrik Doğruluğu**, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 14. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 14-17 Mayıs 2013, Ankara.
- Erdoğan, M., Eker, O., Yılmaz, A., (2013-2), **Rasat Uydu Görüntülerinin Geometrik Düzeltmesi İçin En Uygun Model Parametrelerinin Belirlenmesi**, Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu (TUFUAB'2013), 23-25 Mayıs 2013, KTÜ, Trabzon.
- Fraser, C. S., Hanley, H. B., ve Yamakawa, T., (2001), **Sub-metre geo-positioning with IKONOS Geo imagery**, Proceedings of Joint ISPRS Workshop on High Resolution Mapping from Space, 19-21 September (Hannover: International Society of Photogrammetry and Remote Sensing (CD ROM)), pp. 61-68.
- Grodecki, J., ve Dial, G., (2001), **ikonos geometric accuracy**, Joint ISPRS Workshop on HRM From Space, 6-8 October, Hannover, 6 p.
- Hargreaves, D., ve Robertson, B., (2001), **Review of Quickbird-1/2 and Orbview-3/4 products from MacDonald Dettwiler Processing Systems**, Proceedings of the ASPRS Annual Conference, St Louis, Missouri, USA, 23-27 April 2001
- Hu, Y., Tao, V., Croitoru A., (2004), **Understanding The Rational Function Model: Methods And Applications**, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, 12-23 July, İstanbul, vol. XX, 6 p.

Lee, J.-B., Huh, Y., Seo, B., ve Kim, Y., (2002), **Improvement the positional accuracy of the 3D terrain data extracted from IKONOS-2 satellite imagery**, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Graz, Austria, September 9–13 (Institute for Computer Graphics and Vision: Graz, Austria), Vol. 34 (B3), pp. B142–B145.

Yılmaz, A., Özerbil, Ö.T., Eker, O., Erdoğan, M., Maraş, E.E., (2008), **Investigation of 3D Geopositioning and DEM Accuracy of Cartosat-1 Stereo Imagery**, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Pekin, Çin, Vol.37 (B1), pp.799-803.

URL-1: RASAT, (2013),  
<http://rasat.uzay.tubitak.gov.tr/>, [Erişim  
27 Ocak 2013].