

## **İNSANSIZ HAVA ARACI İLE ÜRETİLEN ORTOFOTO HARİTALARDA DOĞRULUK ANALİZİ**

V. Yılmaz, A. Akar, Ö. Akar, O. Güngör, F. Karşlı, E. Gökçalp

KTÜ, Harita Mühendisliği, 61080, Trabzon, Türkiye  
(volkanyilmaz.jdz, oguzgungor, fkarşli, alperakar24, ozlemerden)@gmail.com, ertan@ktu.edu.tr

**ANAHTAR KELİMELER:** İnsansız Hava Aracı, Ortofoto, Sayısal Yükseklik Modeli, GPS, Doğruluk Analizi

### **ÖZET:**

İnsansız hava araçlarına (İHA) monte edilen kameralar yardımıyla yeryüzünün görüntülenmesi yersel ölçüm tekniklerine göre bazı avantajları beraberinde getirmektedir. İnsansız hava araçlarının kullanılması ile az maliyetle kısa sürede çok yüksek konumsal ve zamansal çözünürlüklü görüntüler elde edilebilmektedir. Elde edilen bu yüksek konumsal çözünürlüklü görüntüler oldukça farklı amaçlar için kullanılabilir. Haritacılık ile ilgili uygulamalarda kullanılan ortofoto haritalardaki geometrik doğruluk oldukça büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı insansız hava aracına monte edilen dijital kamera ile alınan görüntülerden elde edilen ortofoto haritanın konum hassasiyetlerinin ortaya konulmasıdır. Bu amaçla Gatewing X-100 insansız hava aracıyla bütünleşik olan dijital kamera kullanılarak pilot bölgeye çekilen görüntüler yardımıyla ortofoto harita üretilmiştir. Üretilen bu ortofoto haritanın geometrik doğruluğunun belirlenmesi amacıyla yeryüzünde koordinatları RTK GPS yöntemiyle ölçülen noktalar kullanılmış ve bu noktaların koordinatları karşılaştırılmıştır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda bu yöntemle elde edilen ortofoto haritanın yataydaki konum doğruluğunun RTK GPS ile belirlenen koordinatlardan yaklaşık olarak maksimum 7-8 cm civarında saptığı belirlenmiştir.

## **ACCURACY ASSESSMENT OF THE ORTHOPHOTO PRODUCED USING UNMANNED AERIAL VEHICLE**

**KEY WORDS:** Unmanned Aerial Vehicle, Orthophoto, Digital Elevation Model, GPS, Accuracy Assesment

### **ABSTRACT:**

Using Unmanned Aerial Vehicles (UAV) instead of terrestrial techniques may be more advantageous in the area of surveying. It is possible to produce high spatial and temporal resolution images with lower costs in short period of time. This kind of images can be used in various mapping applications. Geometric accuracy is a very important issue in surveying. The aim of this study is to evaluate the accuracy of a digital orthophoto produced using images taken from a digital camera mounted on Gatewing X-100 unmanned aerial vehicle. The X, Y coordinates of Ground Control Points (GCPs) are measured using RTK GPS method, and these coordinate values are compared with the ones measured on the orthophoto to determine the geometric accuracy of the orthophoto. Preliminary results show that the accuracy of the point positions in the orthophoto coincides with the positions acquired with RTK GPS method within 7-8 cm.

### **1. GİRİŞ**

İnsansız hava araçlarının günümüzde başta askeri uygulamalar olmak üzere, jeolojik ve meteorolojik araştırmalar, doğal afet yönetimi, uluslararası sınır devriyesi, orman yangını tespiti, deformasyon analizi, yeryüzünün haritalanması ve 3 boyutlu şehir veya arazi modelleme gibi kullanım alanları bulunmaktadır. Bu tür hava araçlarının kullanımı haritacılık anlamında pek çok avantajı beraberinde getirmektedir. İHA' lara yerleştirilen dijital kameralar ürettikleri görüntüler ile insanların erişmesinin zor veya tehlikeli olabileceği yerlerde ölçüm yapabilmelerini sağlayabilmektedirler. İHA' lar ile elde edilen görüntüler yardımıyla gerçekleştirilen ölçümler hassasiyet bakımından neredeyse yersel tekniklerle yarışabilecek düzeydedir. Bu bakımdan yersel ölçüm tekniklerine uygun bir alternatiflerdir.

İHA' ların uydu görüntülerine olan birtakım üstünlükleri bulunmaktadır. İHA' lar ile günümüzde kullanılan uydu görüntülerinden elde edilmesi mümkün olmayan konumsal çözünürlüklerde görüntüler üretilir. Bunun yanında İHA' lar ile istenilen zamanda görüntü elde edilebilir. Bilindiği üzere bu durum uydu görüntülerinde pek mümkün olamamaktadır. Aylarca sıra beklemek, sıra geldiğinde ise bulut vb. nedenlerden dolayı hava şartlarının müsait olmaması gibi birtakım problemlerden dolayı istenilen kalitede uydu görüntülerine her zaman ulaşmak mümkün olamamaktadır. İHA' lar sayesinde zamansal çözünürlükleri yüksek görüntüler elde edilebilmektedir. İHA' ların bir diğer avantajı da uydu görüntülerine göre daha ucuz maliyet ile görüntü elde edilebilmesini sağlamalarıdır.

Resimlerdeki eğikliklerin ve yükseklik farklarından kaynaklanan hataların (rölyef hatası) giderilmesi sonucu elde edilen görüntü ortofoto harita denilmektedir (URL-1). Bir

bölgeye ait uydu görüntüleri veya hava fotoğraflarının yine o bölgeye ait sayısal yükseklik modelleri (SYM) ile ilişkilendirilmesiyle ortofoto haritalar elde edilir. Ortofoto haritalar arazinin durumunu oldukça başarılı şekilde ifade etmektedirler. Bu nedenden dolayı kullanım alanları oldukça geniştir. Hava fotoğraflarının aksine, ortofoto görüntüler sahip oldukları konum doğrulukları sayesinde yatay mesafe, açı ve alan ölçümleri gibi işlemlerde kullanılabilirlerdir (Smimard, 1997; Erden, 2006). Ortofoto haritalar aynı zamanda coğrafi bilgi sistemleri (CBS) için oldukça elverişli bir altlıktır (Rossi, 2004; Erden, 2006). Bundan dolayı birçok CBS uygulamasında rahatlıkla kullanılabilirler.

### 1.1. RTK GPS (Real Time Kinematik) Yöntemi

RTK GPS işleminde koordinatları bilinen bir noktaya sabit GPS alıcısı yerleştirilir, bir diğer alıcı da koordinatları belirlenecek olan noktaların konumlarını çözümler. Alıcı ve uydu arasındaki mesafe koordinat farklarından hesaplanır. Hesaplanan mesafe ile sabit alıcı ve uydu arasındaki herhangi bir t anında ölçülen taşıyıcı faz uzunluğu kıyaslanır. Taşıyıcı faz ölçülerine getirilecek olan düzeltmeler hesaplanır ve radyo sinyalleri aracılığıyla gezici alıcılara iletilir. Düzeltmeleri alan gezici alıcılar taşıyıcı faz ölçülerine düzeltmeleri uygular ve gezici alıcıların üzerinde buldukları noktaların konumları hassas bir şekilde belirlenir (Aykut, vd., 2005; Akar, 2009). RTK GPS yöntemiyle arazideki herhangi bir noktanın koordinatını  $\pm 2-3$  cm ile belirlemek mümkündür (Gökalp, 2001; Akar, 2009). Yöntemin pratikliği ve sonradan herhangi bir işleme gerek duymadan konumların direkt olarak hesaplanabilmesi RTK GPS yönteminin avantajıdır.

### 1.2. Ortofoto Üretimi

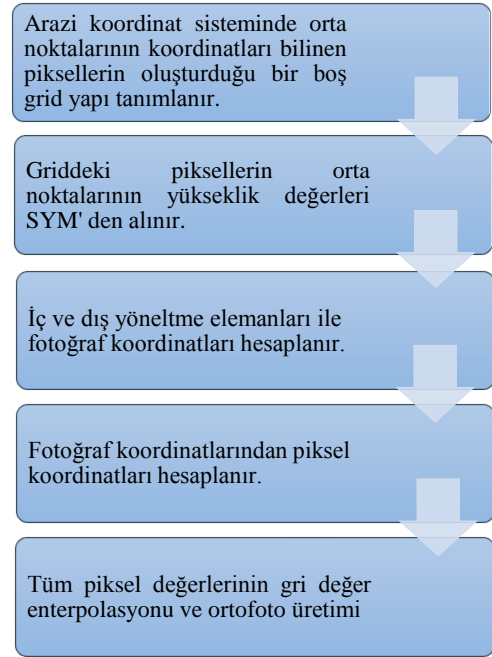
Orijinal bir uzaktan algılanmış görüntüdeki nesnelere sensör eğiklikleri ve yükseklik farkından kaynaklanan kaymalardan dolayı gerçekte olması gereken yerlerde değildirler (Tao, 2004). Ortorektifikasyon işlemi ile söz konusu kaymalardan meydana gelen hatalar giderilir.

Ortorektifikasyon işleminde bölgeye ait sayısal yükseklik modeli yükseklikten kaynaklanan hataların düzeltilmesi amacıyla kullanılmaktadır. İhtiyaç duyulan yükseklik verisi SYM' den entropolasyon ile elde edilmektedir. SYM' nin doğruluğu ve kullanılan görüntülerin konumsal çözünürlükleri ortofoto haritaların doğruluklarını ve çözünürlüklerini doğrudan etkilemektedir (Yastıklı, 2009). Yükseklik farkı az olan bölgeleri kaba bir sayısal yükseklik modeli temsil edebilir. Eğimi fazla olan bölgelerde ise sayısal yükseklik modeli bölgeye çok iyi uyum sağlamalıdır.

Bölgeye ait hava fotoğrafları veya uydu görüntüleri, kamera kalibrasyon bilgileri ve iç yöneltme elemanları, her bir fotoğrafın dış yöneltme elemanları ve rektifiye edilecek olan nesnelere yüksekliklerinin belirlenebilmesi için bölgeye ait sayısal yükseklik modeli ortofoto üretimi için kullanılan girdi verileridir (Yastıklı, 2009). Ortofoto üretiminde kullanılacak olan görüntülerin dış yöneltme elemanları yeryüzünde belirlenen kontrol noktaları kullanılarak izdüşüm denklemleri vasıtasıyla belirlenir. Arazide seçilen kontrol noktaları koordinatı kesin olarak bilinen belirgin detay noktaları olmalıdır. Ayrıca kontrol noktaları çalışma bölgesine homojen olarak dağılmalıdır. Kontrol noktalarının doğruluğu, dijital ortofotonun doğruluğunu doğrudan etkilemektedir (Erden, 2006). Kontrol noktalarının yanı sıra yazılım tarafından otomatik olarak koordinatları bilinmeyen bağlantı noktaları

atılmaktadır. Bu bağlantı noktalarının koordinatları üçgenleme aşamasında otomatik olarak hesaplanmaktadır (Tarhan, 2004).

İzdüşüm denklemleri kullanılarak arazi (referans) koordinat sistemi ile fotoğraf koordinat sistemi arasındaki ilişki kurulur. Ortofoto üretiminde piksel piksel bölümlenmiş boş bir grid yapı tanımlanmaktadır. Bu grid üzerindeki her bir pikselin orta noktasının arazi koordinat sistemindeki koordinatları bilinmektedir. Sayısal yükseklik modeli üzerinden bu orta noktaların yükseklik değerleri temin edilir ve izdüşüm denklemleri kullanılarak fotoğraf koordinat sistemine geçiş yapılır. Hesaplanan fotoğraf koordinatlarından piksel koordinatları hesaplanır. Piksel koordinatları genellikle resimdeki piksellere karşılık gelmez, dolayısıyla her bir piksel bölümlenmesi için yeniden örnekleme yöntemlerinden biri uygulanır ve ortofoto harita elde edilir (Yastıklı, 2009).

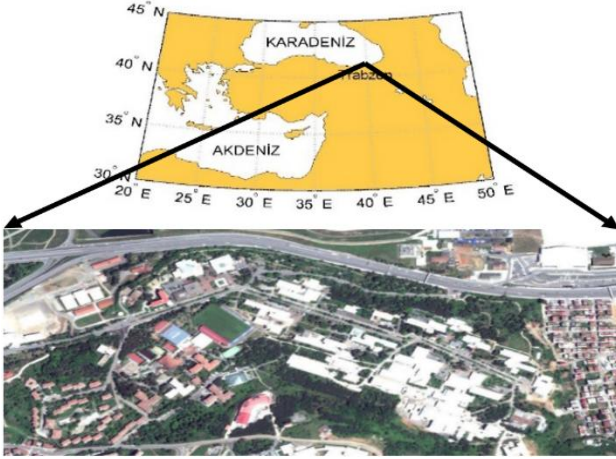


Şekil 1. Ortofoto üretimi iş akış şeması

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Çalışma Bölgesi

Bu çalışmada pilot bölgeler olarak Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni kampüsü yerleşkesi seçilmiştir. Bu yerleşke Doğu Karadeniz Bölgesinde yer alan Trabzon ilinin kuzey kıyı kesiminde bulunmaktadır. Trabzon ili ve çalışma alanı Şekil 2' de gösterilmiştir.



Şekil 2. Çalışma Bölgesi

## 2.2. Kullanılan Veri ve Özellikleri

Çalışma kapsamında Gatewing X-100 insansız hava aracı kullanılmıştır. Bu insansız hava aracı 1 m kanat açıklığına sahip olup yaklaşık 2 kg ağırlığındadır. Yaklaşık 150-200 m ortalama yükseklikten çok yüksek konumsal çözünürlüklü görüntüler elde edebilmesini sağlayan bu araç sıcak, soğuk, hafif yağmurlu ve 60 km/saat hıza kadar olan rüzgârlı havalarda çalışabilir. Bu aracı uçurabilmek için herhangi bir pilotaj becerisine ihtiyaç duyulmamaktadır. Bunun yerine uçuştan önce uçuş planlaması yapılarak uçağın iniş ve kalkış noktaları ile uçağın takip edeceği güzergâh belirlenir. Güzergâh takibi üzerindeki GPS alıcısı sayesinde olmaktadır (URL-2). Kullanılan insansız hava aracı Şekil 3' de görülmektedir.



Şekil 3. Gatewing X-100 insansız hava aracı (URL-3)

Pilot bölgenin görüntülenmesi amacıyla RICOH GR DIGITAL IV kamerası kullanılmıştır. Bu kamera 10 MP çözünürlükte olup 6 mm odak uzaklığına sahiptir. Kamera oldukça hafif olmasının yanı sıra yüksek kalitede görüntüler elde edebilmektedir. Sahip olduğu ISO çeşitliliği ile çeşitli ışık koşullarında kaliteli görüntüler üretilmesini sağlamaktadır. Kullanılan kamera ve teknik özellikleri Şekil 4' de gösterilmiştir.



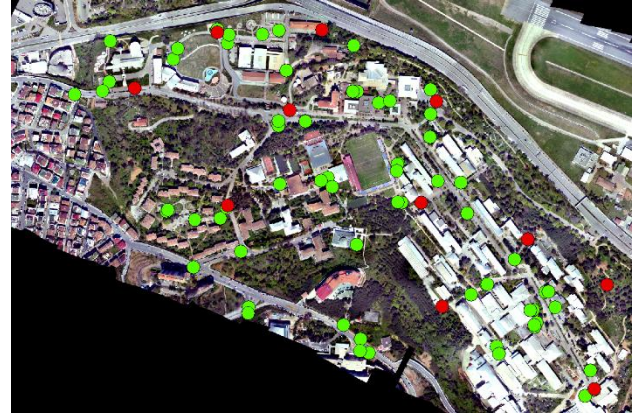
Çözünürlük	3648 x 2736
Odak Uzaklığı	6 mm
Sensör	1/1.7- inç
Deklanşör Hızı	1/2000 s
ISO Duyarlılığı	ISO80-3200
Ağırlık	219 gram
Diyafram Açıklığı	F1.9 - F9

Şekil 4. RICOH GR DIGITAL IV ve özellikleri (URL-4)

## 2.3. Uygulama

Uçuş öncesindeki hazırlık aşamasında insansız hava aracına entegre edilen kameranın ayarları yapılmış ve aracın pilot bölge

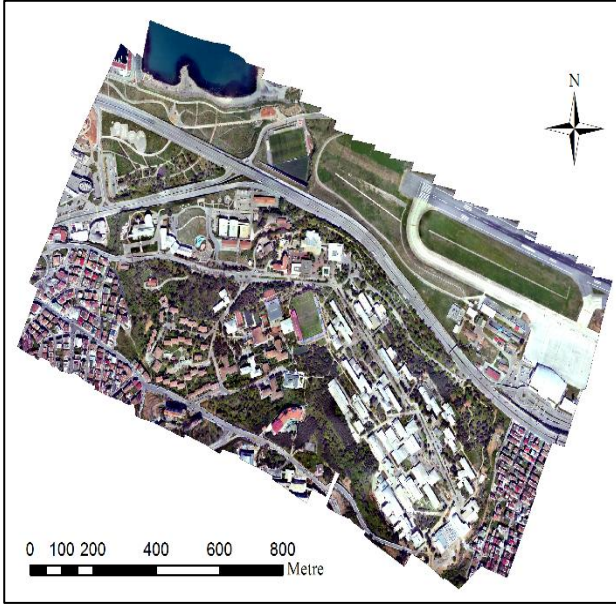
üzerinde takip edeceği güzergâh belirlenmiştir. Üretilen ortofoto haritanın koordinatlandırılması amacıyla kampüsün her yerine dağılmış 11 adet kontrol noktası işaretlenmiş ve RTK GPS yöntemiyle koordinatları ölçülmüştür. Ayrıca üretilen ortofoto haritanın konum hassasiyetinin irdelemesi amacıyla kampüse dağılmış 70 adet detay noktasının koordinatları yine RTK GPS yöntemiyle ölçülmüştür. Koordinatlandırmada kullanılan kontrol noktalarının kampüs üzerindeki dağılımı Şekil 5' de, kontrol amaçlı kullanılan noktaların dağılımı ise Şekil 6' da gösterilmiştir. Uçuş öncesi hazırlıklarından sonra 195 m yükseklikten 8 hat boyunca gerçekleştirilen uçuşta 3648 x 2736 çözünürlüklü 167 adet fotoğraf çekilmiştir. Görüntü işleme yazılımında değerlendirilen görüntüler ile 13 cm konumsal çözünürlüklü sayısal yükseklik modeli ve 5 cm konumsal çözünürlüklü ortofoto harita üretilmiştir.



Şekil 5. Koordinatlandırmada (kırmızı noktalar) ve konum doğruluğu irdelemesinde (yeşil noktalar) kullanılan noktaların dağılımı

## 3. BULGULAR

Gatewing X-100 insansız hava aracına monte edilen dijital kamera ile Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni kampüsünün fotoğrafları çekilmiş ve ortofoto haritası üretilmiştir. Kampüsün çeşitli bölgelerinde tesis edilen kontrol noktaları yardımıyla üretilen ortofoto haritanın konum hassasiyeti değerlendirilmiştir. Kontrol amaçlı kullanılan noktaların ortofoto üzerinden ve RTK GPS ile ölçülen koordinat değerleri Tablo 2' de gösterilmiştir. RTK GPS ile elde edilen koordinatlar kesin koordinatlar olarak kabul edilmek üzere, kontrol noktalarının RTK GPS ile ölçülen koordinatları ile ortofotodan ölçülen koordinatlarının farkları hesaplanmıştır. Bu farklar kullanılarak hesaplanan konum hataları X ve Y yönlerinde sırasıyla  $m_x = \pm 5$  cm ve  $m_y = \pm 6$  cm olarak belirlenmiştir. Yataydaki konum hatası ( $m_k$ ) ise  $\pm 7.8$  cm olarak hesaplanmıştır. Kampüsün dış bölgelerindeki noktaların konum hatalarının iç bölgelerindeki noktalara göre biraz daha fazla olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 6. Üretilen ortofoto

	RTK GPS ile (m)		Ortofoto Haritadan (m)		Farklar (m)	
	X	Y	X	Y	$\Delta X$	$\Delta Y$
P1	4540394,671	565265,549	4540394,713	565265,543	-0,042	0,006
P2	4540395,271	565271,780	4540395,288	565271,771	-0,017	0,009
P3	4540182,791	565370,972	4540182,770	565371,022	0,021	-0,050
P4	4540170,341	565351,607	4540170,363	565351,628	-0,022	-0,021
P5	4540329,072	565247,179	4540329,102	565247,163	-0,030	0,016
P6	4540319,249	565242,396	4540319,288	565242,455	-0,039	-0,059
P7	4540324,195	565241,501	4540324,231	565241,471	-0,036	0,030
P8	4540356,900	565239,186	4540356,925	565239,187	-0,025	-0,001
P9	4540355,898	565232,680	4540355,926	565232,715	-0,028	-0,035
P10	4540277,516	565160,412	4540277,490	565160,462	0,026	-0,050
P11	4540261,189	565165,638	4540261,174	565165,601	0,015	0,037
P12	4540389,144	565105,436	4540389,186	565105,394	-0,042	0,042
P13	4540411,200	565137,484	4540411,271	565137,462	-0,071	0,022
P14	4540412,012	565139,586	4540412,076	565139,594	-0,064	-0,008
P15	4540828,890	564856,603	4540828,940	564856,633	-0,050	-0,030
P16	4540828,744	564858,527	4540828,800	564858,524	-0,056	0,003
P17	4540828,371	564848,300	4540828,428	564848,297	-0,057	0,003
P18	4540804,017	564905,218	4540804,085	564905,215	-0,068	0,003
P19	4540808,327	564928,888	4540808,393	564928,897	-0,066	-0,009
P20	4540832,378	565017,320	4540832,428	565017,297	-0,050	0,023
P21	4540780,362	565016,652	4540780,404	565016,652	-0,042	0,000
P22	4540673,459	564947,024	4540673,439	564947,042	0,020	-0,018
P23	4540670,538	564945,611	4540670,579	564945,649	-0,041	-0,038
P24	4540657,500	564943,788	4540657,535	564943,788	-0,035	0,000
P25	4540634,947	565033,219	4540634,972	565033,254	-0,025	-0,035
P26	4540588,169	564954,514	4540588,172	564954,550	-0,003	-0,036
P27	4540589,746	564946,379	4540589,808	564946,437	-0,062	-0,058
P28	4540641,814	564794,320	4540641,813	564794,293	0,001	0,027

<b>P29</b>	4540636,138	564779,898	4540636,153	564779,909	-0,015	-0,011
<b>P30</b>	4540497,389	564857,560	4540497,367	564857,580	0,022	-0,020
<b>P31</b>	4540482,300	564606,242	4540482,331	564606,266	-0,031	-0,024
<b>P32</b>	4540448,728	564503,402	4540448,691	564503,434	0,037	-0,032
<b>P33</b>	4540362,343	564623,744	4540362,289	564623,685	0,054	0,059
<b>P34</b>	4540348,599	564622,098	4540348,464	564622,095	0,135	0,003
<b>P35</b>	4540323,730	564829,229	4540323,665	564829,002	0,065	0,227
<b>P36</b>	4540293,535	564865,386	4540293,392	564865,221	0,143	0,165
<b>P37</b>	4540263,302	564883,505	4540263,080	564883,298	0,222	0,207
<b>P38</b>	4540267,189	564865,068	4540267,010	564864,874	0,179	0,194
<b>P39</b>	4540554,602	564562,259	4540554,622	564562,217	-0,020	0,042
<b>P40</b>	4540551,304	564507,025	4540551,283	564506,990	0,021	0,035
<b>P41</b>	4540569,615	564445,231	4540569,657	564445,191	-0,042	0,040

Tablo 1. Üretilen ortofoto haritanın konum doğruluğunun irdelenmesinde kullanılan kontrol noktalarının koordinat değerleri

	RTK GPS ile (m)		Ortofoto Haritadan (m)		Farklar (m)	
	X	Y	X	Y	$\Delta X$	$\Delta Y$
<b>P42</b>	4540572,526	564448,373	4540572,538	564448,307	-0,012	0,066
<b>P43</b>	4540578,110	564575,833	4540578,151	564575,853	-0,041	-0,020
<b>P44</b>	4540754,632	564687,940	4540754,659	564687,957	-0,027	-0,017
<b>P45</b>	4540765,523	564687,952	4540765,546	564687,911	-0,023	0,041
<b>P46</b>	4540933,519	564578,357	4540933,556	564578,374	-0,037	-0,017
<b>P47</b>	4540951,026	564581,000	4540951,021	564580,974	0,005	0,026
<b>P48</b>	4540952,805	564652,725	4540952,816	564652,680	-0,011	0,045
<b>P49</b>	4540960,910	564688,856	4540960,946	564688,886	-0,036	-0,030
<b>P50</b>	4540928,448	564850,938	4540928,453	564850,899	-0,005	0,039
<b>P51</b>	4540873,597	564704,740	4540873,556	564704,759	0,041	-0,019
<b>P52</b>	4540898,520	564460,327	4540898,508	564460,299	0,012	0,028
<b>P53</b>	4540898,422	564460,211	4540898,412	564460,184	0,010	0,027
<b>P54</b>	4540849,211	564321,688	4540849,248	564321,724	-0,037	-0,036
<b>P55</b>	4540937,516	564323,884	4540937,455	564323,899	0,061	-0,015
<b>P56</b>	4540829,814	564307,424	4540829,791	564307,406	0,023	0,018
<b>P57</b>	4540822,706	564246,468	4540822,686	564246,535	0,020	-0,067
<b>P58</b>	4540225,116	565362,841	4540225,122	565362,862	-0,006	-0,021
<b>P59</b>	4540362,099	565287,230	4540362,115	565287,179	-0,016	0,051
<b>P60</b>	4540465,409	565199,610	4540465,434	565199,572	-0,025	0,038
<b>P61</b>	4540565,533	565096,136	4540565,569	565096,157	-0,036	-0,021
<b>P62</b>	4540631,694	565082,402	4540631,668	565082,388	0,026	0,014
<b>P63</b>	4540730,243	565015,570	4540730,277	565015,596	-0,034	-0,026
<b>P64</b>	4540765,202	564746,290	4540765,231	564746,298	-0,029	-0,008
<b>P65</b>	4540764,418	564746,265	4540764,465	564746,239	-0,047	0,026
<b>P66</b>	4540962,529	564556,148	4540962,498	564556,156	0,031	-0,008
<b>P67</b>	4540921,345	564470,396	4540921,340	564470,348	0,005	0,048
<b>P68</b>	4540628,609	564691,270	4540628,620	564691,247	-0,011	0,023



<b>P69</b>	4540622,555	564804,839	4540622,605	564804,900	-0,050	-0,061
<b>P70</b>	4540389,119	565105,442	4540389,182	565105,406	-0,063	0,036

Tablo 1' in devamı

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada insansız hava aracı kullanılarak elde edilen ortofoto haritanın konum hassasiyeti irdelenmiştir. Değerlendirmeler sonucunda üretilen ortofoto haritanın hassasiyetinin yatayda yaklaşık 7-8 cm civarında olduğu belirlenmiştir. Bu nedenden dolayı halihazır haritaların üretimi için insansız hava araçlarına monte edilen dijital kameralar kullanılabilir. Daha sonraki çalışmalarda yataydaki konum doğruluğunun yanı sıra düşeydeki konumsal doğruluk da irdelenecektir.

[to.htm](#).

URL-2, <http://www.pirireisgrup.com>.

URL-3,  
[http://wiki.flightgear.org/images/thumb/5/5d/Gatewing\\_X100\\_TU\\_Delft.png/270px-Gatewing\\_X100\\_TU\\_Delft.png](http://wiki.flightgear.org/images/thumb/5/5d/Gatewing_X100_TU_Delft.png/270px-Gatewing_X100_TU_Delft.png).

URL-4, <https://www.ricoh.com>.

#### 5. KAYNAKLAR

Aykut, N.A., Doğan, U., Ata, E. ve Arı, A., 2005. GPS İle Kıyı Çizgisinin Belirlenmesi, Karaburun Örneği, Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, Mühendislik Ölçmeleri STB Komisyonu, 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İTÜ – İstanbul, [http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/4MPG\\_79aac075930c83\\_c\\_ek.pdf](http://www.hkmo.org.tr/resimler/ekler/4MPG_79aac075930c83_c_ek.pdf), 7 Mart 2009.

Gökalp, E. ve Güngör, O., 2001. RTK (Real Time Kinematic) GPS' in İmar Uygulamalarında Kullanılması, *TMMOB Harita Ve Kadastro Mühendisleri Odası Dergisi*, 87, 38-47.

Smimard, Pierre G., 1997. Accuracy Of Digital Orthophotos, Master Thesis, The University Of New Brunswick , Canada.

Rossi, Tiffiny A., 2004. Application Of Digital Photogrammetric Methods in The Of Land Cover Change On The Coastal Dunes Of Warren Dunes State Park, Berrien Country, Master Thesis, The Michigan State University, Michigan.

Erden, Ö., 2006. Hava Fotoğrafları ve Uydu Görüntüleri ile Dijital Ortofoto Üretimi ve Kentsel Gelişimin İzlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Akar, A., 2009. Karadeniz Sahil Yolunun Yapımı ile Değirmendere' nin Trabzon Limanına Etkisinin Hidrografik Ölçmeler ve Uydu Görüntüleri ile İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Yastıklı, N., 2009. Ortofoto Ders Notları, Yıldız Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, Fotogrametri Anabilim Dalı, İstanbul.

Tao, C. Vincent, Yong Hu, and W. Jiang. Photogrammetric exploitation of IKONOS imagery for mapping applications, *International Journal of Remote Sensing*, 25.14 (2004): 2833-2853.

Tarhan, Ç., 2004. Planlamada Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Disiplinleri Entegrasyonu: Urla ve Balçova Örnekleri, Şehir Plancıları Odası, *Planlama Dergisi* 3, 106-112.

URL-1,  
<http://www.hgk.msb.gov.tr/urunler/fotogrametrik/ortofoto>