

# 8 ve 16 Bit Sayısal Hava Kamerası Görüntülerinin Fotogrametrik Değerlendirme Açısından İncelenmesi - Zonguldak Örneği

Kadir Sencer Tapan<sup>1</sup>, Aycan Murat Marangoz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Harita Genel Komutanlığı, 06100, Ankara

<sup>2</sup> Bülent Ecevit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 67100, Zonguldak.

## Özet

Fotogrametri tekniği, teknolojiye paralel bir şekilde her geçen yıl gelişme göstermekte ve ilerlemektedir. Fotografik emülsiyon ve optik kamera kombinasyonunun gelişmesi, yüksek çözünürlük ve düşük distorsiyonlu görüntülerin elde edilmesini sağlamıştır. Özellikle Sayısal fotogrametri, raster görüntülerin yüksek çözünürlükte ve çok sayıda renklerin bilgisayarda elde edilmesi sayesinde, hızla gelişme göstermektedir. Bunların yanı sıra, günümüzde bilgisayar teknolojisinin ilerlemesi ile birlikte güçlü bellek ve hızlı işlemcilerin üretilmesi sayesinde Sayısal fotogrametriye olan ilgi artmaktadır. Sayısal hava kamerası görüntülerinde eş zamanlı olarak pankromatik, renkli ve kızılötesi görüntüler elde edildiği için çok çeşitli kullanım alanlarını da beraberinde getirmiştir. Sayısal hava kamerası görüntülerinde GPS/INS (Global Positioning System / Inertial Measurement Unit) kullanımı ile fotogrametrik nirengi işlemine gerek kalmadan dış yöneltme parametrelerinin elde edilmesi sağlanmıştır. Bu da otomatik havai nirengi uygulamasını olanaklı hale getirmiş ve maliyeti önemli ölçüde azaltmıştır. Sayısal hava kamerasından elde edilen ham görüntüler işlenerek, 8 ve 16 bit olarak Pankromatik, RGB (Red Green Blue), RGBI (Red Green Blue Infrared), CIR (Colour Infrared) ve NIR (Near Infrared) görüntü olarak elde edilebilmektedir.

Bu çalışmada, sayısal hava kamerası görüntülerinin ve GPS/IMU sisteminin fotogrametrik çalışmalara kazanımlarını da belirterek; fotogrametrik değerlendirme için bu görüntülerden hangisinin kullanılmasının gerektiği ve birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları belirlenmiştir. Bunun için Bülent Ecevit Üniversitesi Merkez Kampüsünü içerisine alan ve arazi yapısı olarak, hem ormanlık hem de şehir merkezi olacak şekilde mümkün olduğu kadar eşit dağılımlı kısmı çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Söz konusu bölgeye ait 2011 yılı hava fotoğrafları ile; 8 ve 16 bit Pankromatik, RGB, RGBI, CIR ve NIR görüntüleri ile stereo model oluşturularak her bir görüntü için görüntü değerlendirme işlemi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

## Anahtar Sözcükler

Sayısal Fotogrametri, Sayısal Hava Kamerası, Sayısal Görüntü, RGB, RGBI, CIR, NIR

## 1. Giriş

Fotogrametri tekniği, özellikle sayısal fotogrametri; gelişen teknoloji ile birlikte son yıllarda sıkça kullanılmaktadır. Sayısal kameraların emülsiyon ve optik sistem kombinasyonunun gelişmesi ile birlikte, yüksek çözünürlük ve düşük distorsiyonlu dijital fotoğrafların edilebilmektedir. Bu görüntülerin yüksek çözünürlükte ve çok sayıda renklerin bilgisayarda elde edilmesi sayesinde, birçok uygulama alanında kullanımı sağlanmaktadır. Bunların yanında, günümüzde bilgisayar teknolojisinin de ilerlemesi ve güçlü bellek/hızlı işlemcilerin üretilmesiyle birlikte sayısal fotogrametriye olan ilgi artmaktadır.

Sayısal fotogrametride dijital görüntüler ile işlem yapılır. Bu tür görüntüyü kullanmanın çeşitli avantajları vardır:

Görüntüler direkt olarak bilgisayarda görüntülenebilir ve ölçülebilir.

Ölçüm sistemleri sabittir ve kalibrasyona gerek yoktur.

Görüntüde iyileştirme (image enhancement) yapılabilir.

Sayısal görüntü işleme teknikleri fotogrametrik ölçme ve değerlendirme işlerinin otomatik olarak yapılmasını sağlar.

GPS/IMU (Global Positioning System / Inertial Measurement Unit) ile elde edilen dış yöneltme parametrelerinin fotogrametrik nirengi işleminde başlangıç değeri olarak kullanılması ve renkli sayısal görüntünün yüksek radyometrik çözünürlüğü ile fotogrametrik nirengi işlemleri tam otomatik olarak yapılabilir. Bilindiği gibi fotogrametrik nirengi işlemleri oldukça zaman alan bir işlemdir. GPS/IMU ile birlikte yapılan tam otomatik fotogrametrik nirengi maliyeti oldukça azaltmıştır.

Sayısal hava kameralarından elde edilen ham görüntülerden 8 ve 16 bit Pankromatik, RGB, RGBI, CIR, NIR görüntüler elde edilebilmektedir. Bu çalışmanın amacı; fotoğraf değerlendirme için bu görüntülerden hangisinin kullanılmasının gerektiği ve birbirlerine göre avantaj ve dezavantajlarını belirlemektir.

### 1.1. Sayısal Fotogrametri

Sayısal fotogrametri için dijital ortamda görüntü gereklidir. Bu görüntü doğrudan elde edilebileceği gibi, analog bir görüntünün sayısallaştırılması ile de elde edilebilir. Doğrudan dijital olarak elde edilen görüntülerin sadece uydü görüntüleriyle sınırlı olması nedeniyle, dijital sistemlerde başlangıçta sayısallaştırılmış analog görüntüler kullanılmıştır. Film bazlı analog hava fotoğraflarının sayısallaştırılması amacıyla, günümüzde çok değişik tip ve modelde tarayıcılar

\* Sorumlu Yazar: Kadir Sencer TAPAN Tel: +90 312 595 22 86 Faks: +90 312 320 14 95

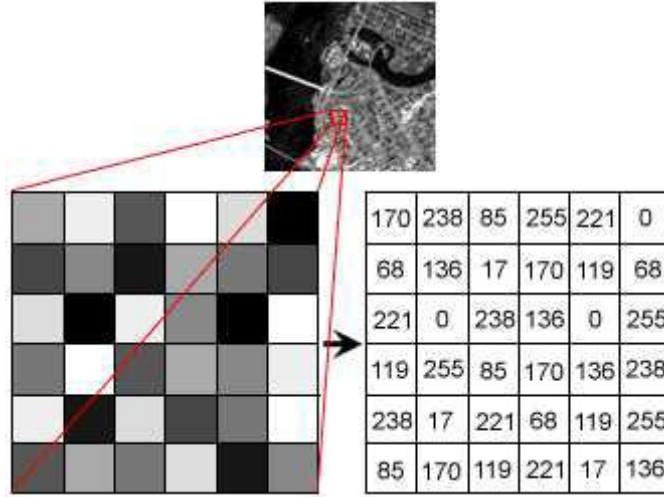
E-posta: [kadirtapan@yahoo.com](mailto:kadirtapan@yahoo.com) (TAPAN, K. S.), [aycanmarangoz@hotmail.com](mailto:aycanmarangoz@hotmail.com) (MARANGOZ, A.M.)

mevcuttur. Bu tür tarayıcılar başlangıçta yaklaşık 25  $\mu\text{m}$  doğruluğuna sahip iken, günümüzde 7  $\mu\text{m}$  doğruluğa erişmiş durumdadırlar (Baltasvias, 1999). Taranarak veya doğrudan elde edilen dijital görüntüler sayesinde dijital aletlerdeki geometrik doğruluk sorunu ortadan kalkmıştır çünkü detayların geometrik konumu piksel adresi ile sabitlenmiştir.

Yakın zamana kadar yalnızca uydulardan elde edilebilen dijital görüntüler, artık uçaklara takılı hava kameraları ile toplanabilmektedir. Başlangıçta dijital görüntülerle ilgili kısıtlayıcı faktör olarak depolama sorunu ortaya çıkmaktaydı ancak geliştirilen güçlü sıkıştırma yazılımları ve depolama aygıtları ile bu sorunun üstesinden gelinmiştir. Dijital iş istasyonları otomasyona da olanak sağlamakta olup, görüntülerin iç yönlendirmelerinin otomatik olarak yapılması, ışın demetleri dengelemesiyle dış yönlendirme parametrelerinin belirlenmesi ve otomatik havai nirengi işlemleri gerçekleştirilebilmektedir (Kersten ve Haering, 1997). Otomatik havai nirengi, standart bir işlem haline gelmiş olmasına rağmen, dağlık ve ormanlık alanda çalışırken dikkat edilmeli ve manuel ölçümlerle desteklenmelidir (Jacobsen, 2002).

Ayrıca, görüntü alımı öncesinde yapılan yer kontrol noktalarının tesis ve gözlem işlemleri ile dolaylı olarak gerçekleştirilen yönlendirme parametrelerinin belirlenmesi GPS ve IMU yardımıyla doğrudan belirlenebilir hale gelmiştir. Görüntü alımı esnasında, projeksiyon merkezi koordinatları GPS ile, resim dönüklükleri ise IMU ile belirlenmektedir. Sistemin performans araştırması amacıyla yapılan testlerde 5-10 cm konum,  $0.005^0-0.007^0$   $\kappa$  ve  $0.002^0-0.003^0$   $\omega$  ve  $\phi$  doğruluğu elde edilmiştir. GPS/IMU dış yönlendirme parametrelerini kullanarak, standart analog kameraları yatayda 5-15 cm, düşeyde ise 8-18 cm doğrulukla yönlendirmek mümkündür (Cramer, 2001). Sonuç olarak, GPS/IMU yardımıyla doğrudan yönlendirme tekniğinin; algılayıcı yönlendirmesi için hızlı ve esnek bir araç olduğu, pratik olarak kullanılabilir hale geldiği, algılayıcıların standart bir bileşeni haline geleceği ve dijital hava kameralarıyla birlikte yaygınlaşacağı değerlendirilmektedir (Cramer ve Stallman, 2001).

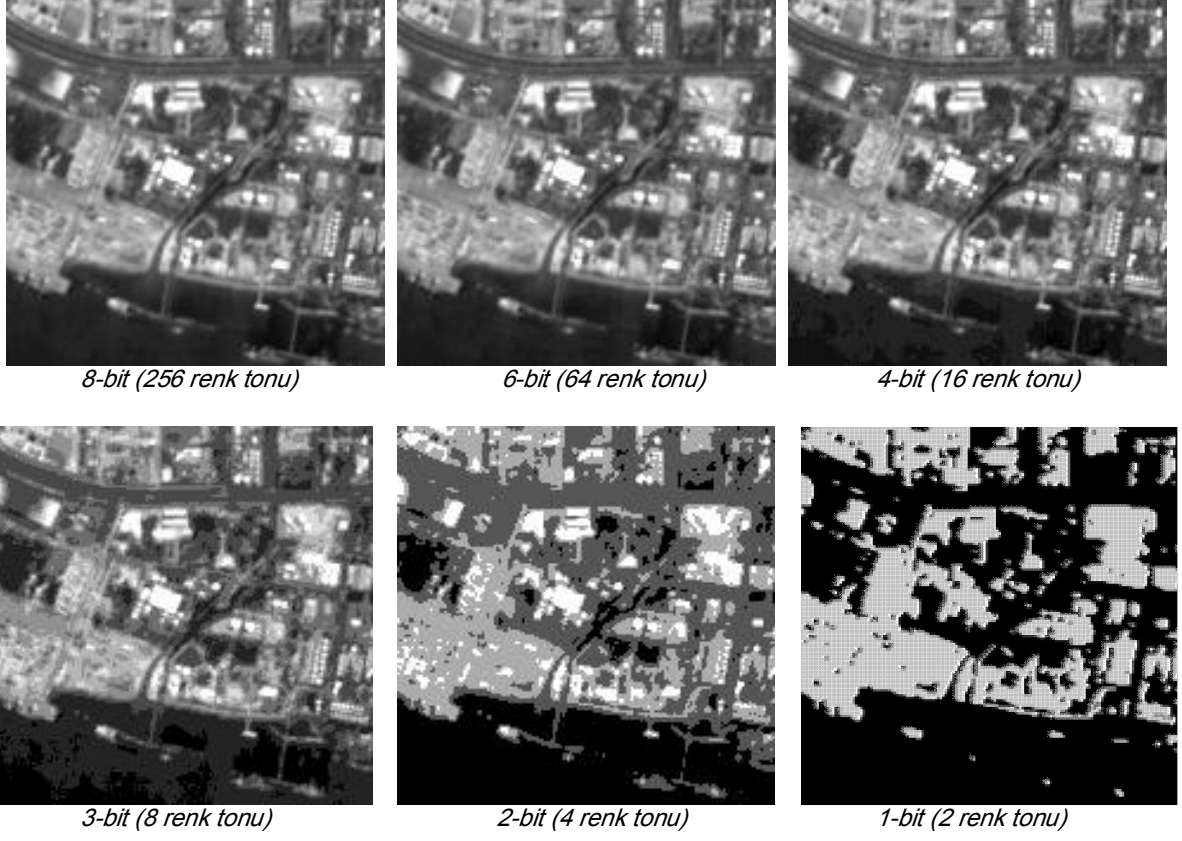
Son yıllarda dijital fotoğraf/görüntü kavramı ile sık karşılaşılmaktadır. Bu tür fotoğraflar, özel sayısal kameralarla kayıt edilmiş olabileceği gibi, tarayıcı aletlerde taranarak sayısallaştırılması yolu ile de elde edilebilmektedir. Siyahtan beyaza gri düzeyleri 256 düzeye ayrılarak tüm fotoğraf bir gri düzeyleri matrisi biçiminde ifade edilebilir. Bu matrisin her elemanı bir fotoğraf elemanına/piksele karşılık gelir ve bir gri değerine sahiptir.



Şekil 1: Görüntü Matrisi.

Görüntünün elektromanyetik enerjinin şiddetine karşı hassasiyeti radyometrik çözünürlüğü belirler. Bir görüntüleme sisteminin radyometrik çözünürlüğü, enerjideki çok küçük değişimleri belirleyebilme kabiliyetidir ve algılayıcının sinyal / bozuntu oranına bağlıdır.

Radyometrik çözünürlük, kaydedilen enerjinin bölündüğü bit sayısı ile ifade edilir. Mümkün olan maksimum parlaklık sayısı, kaydedilen enerjiyi temsil eden bit sayısına bağlıdır. 8-bitlik bir veride 0 ile 255 aralığında 256 sayısal değer vardır. Bit sayısı azaldıkça radyometrik çözünürlük de azalır. Gri tonlarındaki bir görüntüde siyah 0 ve beyaz maksimum değer (8-bitlik veride 256) ile gösterilir.



Şekil 2: Radyometrik Çözünürlük.

## 2. Test Alanı, Veri ve Yöntem

Çalışmada, Zonguldak şehir merkezinde bulunan, Bülent Ecevit Üniversitesi Merkez Kampüsünü içerisine alan ve arazi yapısı olarak, hem ormanlık hem de şehir merkezi olacak şekilde mümkün olduğu kadar eşit dağılımlı kısmı çalışma bölgesi olarak seçilmiştir. Çalışmanın amacına uygun olan, bölgenin 2011 yılına ait görüntüleri kullanılarak uygulama tamamlanmıştır. Şekil 3'de çalışma bölgesi gösterilmiştir.



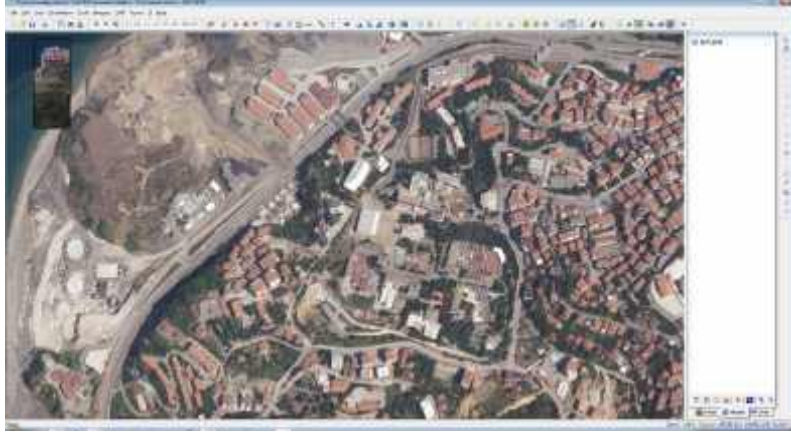
Şekil 3: Çalışma Bölgesi.

Çalışmada, görüntüler Datem Summit Evolution ve MicroStation programları kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu iki program eş zamanlı çalıştırılarak görüntülerden üç boyutlu (stereo) modeller oluşturulmuş ve bu üç boyutlu modeller üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

Üç boyutlu model oluşturma işlemi Datem Summit Evolution Programında yapılmıştır. Üç boyutlu modeller üzerinden vektör veri toplama işlemi ise MicroStation programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

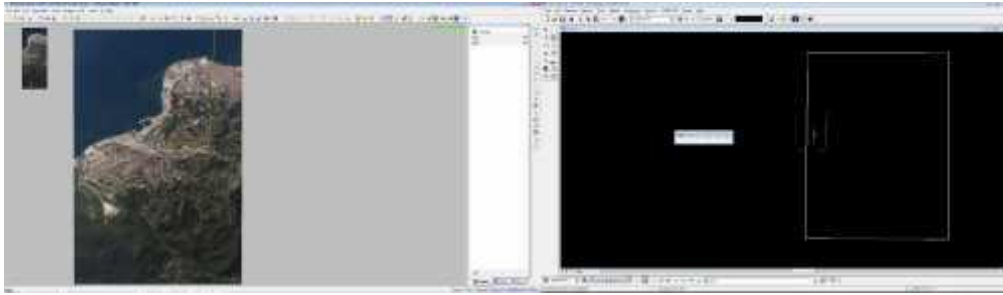
### 3.Uygulama

Uygulamada ilk olarak Datem Summit Evolution Programın yardımıyla üç boyutlu modeller oluşturulmuştur (Şekil 4).



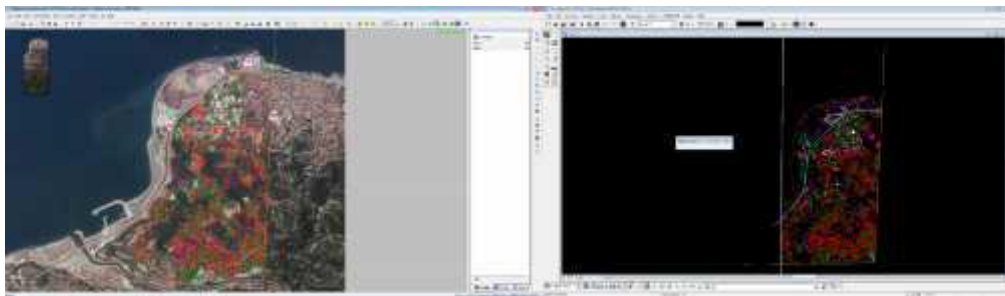
Şekil 4: Üç Boyutlu Model.

Üç boyutlu modeli oluşturduktan sonra, bu üç boyutlu model üzerinden değerlendirme (vektör veri toplama/sayısallaştırma) yapabilmek için Microstation programı kullanılmıştır. Bu program yardımı ile boyutlu modeller vektör hale getirilmiştir. Sayısallaştırma işlemi üç boyutlu modeller için tekrar tekrar yapılacak olduğu için üç boyutlu modelin tamamı yerine, Şekil 5’de gösterilen bölge seçilmiş ve sayısallaştırılmıştır.



Şekil 5: Sayısallaştırma Yapılan Bölge.

Bölge seçiminin ardından detaylar üç boyutlu model üzerinden görülerek sayısallaştırılmıştır. Şekil 6’da, sayısallaştırma yapılan bölgenin üç boyutlu model üzerinde ve vektör olarak görünümü yer almaktadır.

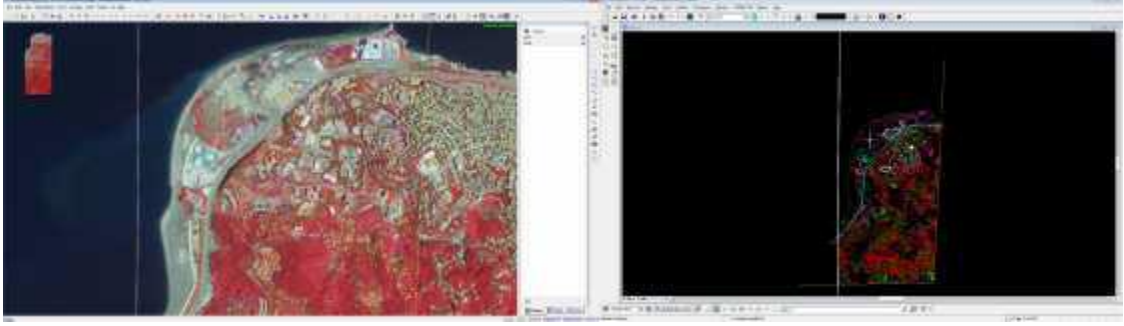


Şekil 6: Sayısallaştırma Yaptığımız Bölgenin Üç Boyutlu Model Üzerinde ve Vektör Olarak Görünümü.

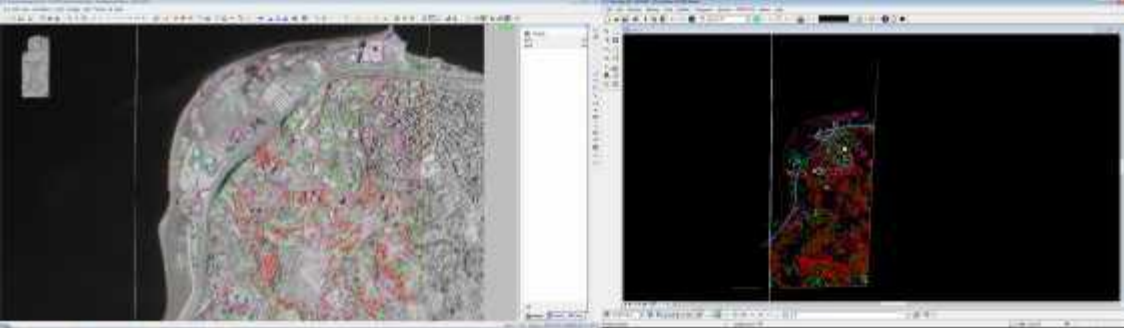
Üç boyutlu model oluşturma işlem adımlarını 8bit RGBI, RGB, CIR, NIR ve 16bit RGBI, RGB, CIR, NIR olmak üzere 8 proje için tekrar tekrar gerçekleştirilmiştir.

CIR ve NIR görüntülerden oluşan üç boyutlu modeller ile RGB ve RGBI görüntülerden oluşan üç boyutlu modeller detay görünürlüğü ve detay tespiti açısından karşılaştırılmıştır. Bütün detayların CIR ve NIR görüntülerden oluşan üç boyutlu modeller üzerinde görünmediği ve detay tespiti açısından da RGB ve RGBI görüntülerden oluşan üç boyutlu modellerden çok düşük kaldığı gözlemlenmiştir. Bu yüzden sayısallaştırma işlemi RGB ve RGBI görüntülerden oluşan üç boyutlu modeller üzerinden gerçekleştirilmiştir.

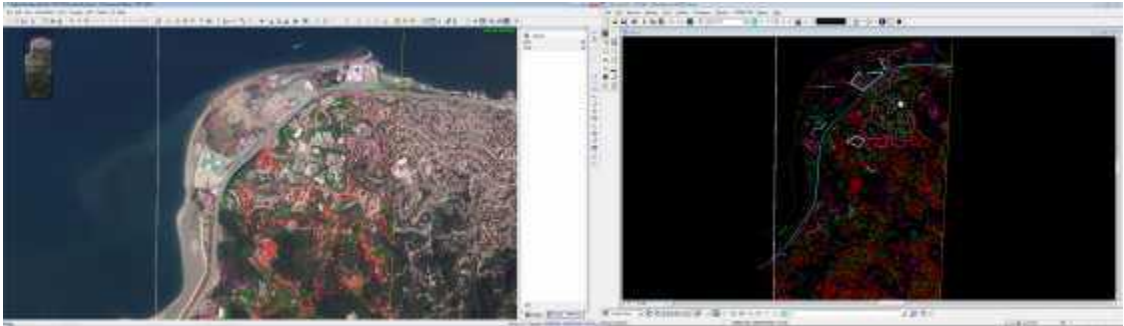
Farklı bant kombinasyonları ile oluşturulan (Pankromatik RGB, RGBI, CIR ve NIR) görüntülerin sayısallaştırma işlemine katkılarını belirlemek amacı ile bu görüntülerle de sayısallaştırma yapılmıştır. Şekil 7 ile Şekil 12 arasında 8 bit ve 16 bit (RGB, CIR ve NIR) görüntülerin stereo değerlendirilmesi gösterilmiştir.



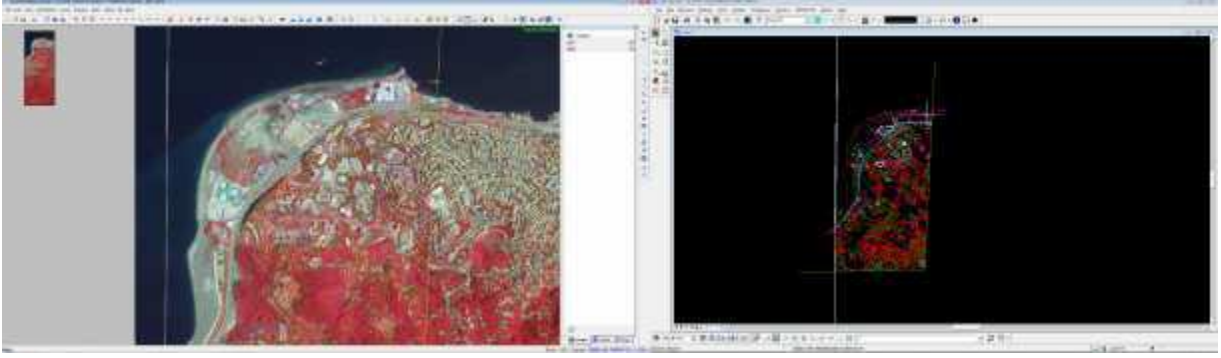
Şekil 7: 8 Bit CIR Stereo Model ve Değerlendirmesi.



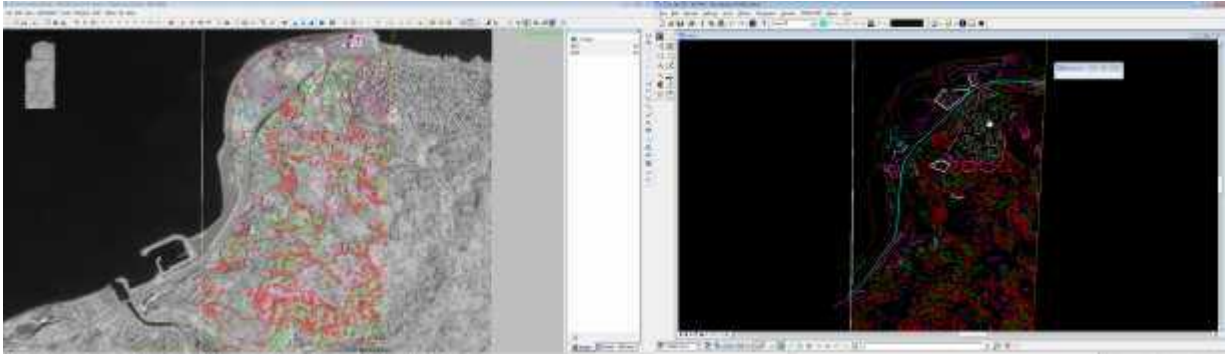
Şekil 8: 8 Bit NIR Stereo Model ve Değerlendirmesi.



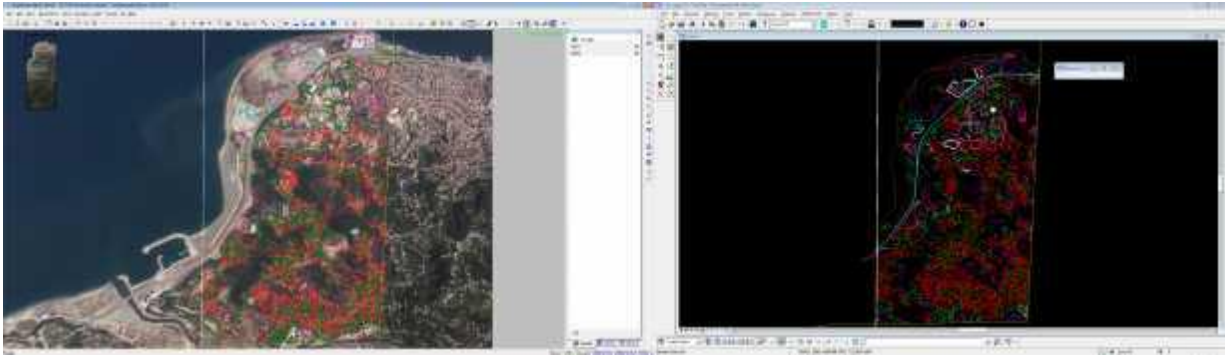
Şekil 9: 8 Bit RGB Stereo Model ve Değerlendirmesi.



Şekil 10: 16 Bit CIR Stereo Model ve Değerlendirmesi.



Şekil 11: 16 Bit NIR Stereo Model ve Değerlendirmesi



Şekil 12: 16 Bit RGB Stereo Model ve Değerlendirmesi.

#### 4.Sonuç

Sayısal hava kamerası görüntülerinin fotogrametri tekniğinde kullanılması sonucunda, hazırlık aşamasında diapositiflerin ya da orijinal rulo filmlerin film tarayıcılar tarafından taranması için harcanan süre, analitik yöntemlere göre daha hızlı olmaktadır. Bunun nedeni, görüntüler kullanıcıya doğrudan sayısal olarak ulaşmakta olup, her hangi bir başka işleme gerek kalmadan kullanılabilir.

Üretim sisteminde model oluşturmada, ortofoto ve fotomozaik üretim süreci içerisinde sayısal hava kamerası görüntülerinin kullanılmasının daha doğru sonuçlar verdiği gözle çarpılmaktadır. Özellikle fotolaboratuvar aşamasında film banyosu sırasında ve tarama sırasında ortaya çıkabilecek görüntü kalitesindeki azalma ortadan kalkmıştır.

Fotolaboratuvar işleminin kalkması ile bu işlem aşamasına harcanan zaman ve maliyette kayda değer bir düşüş sağlanmıştır.

Sayısal hava kamerası görüntülerinde eş zamanlı olarak pankromatik, renkli ve kızılötesi görüntüler elde edildiği için çok çeşitli kullanım alanlarını da beraberinde getirmiştir.

Sayısal hava kamerası görüntülerinde GPS/INS kullanımı ile fotogrametrik nirengi işlemine gerek kalmadan dış yöneltme parametrelerinin elde edilmesi sağlanmıştır. Bu da otomatik havai nirengi uygulamasını olanaklı hale getirmiş ve maliyeti önemli ölçüde azaltmıştır.

Çalışmada sayısal hava kamerasından elde edilen ham görüntüler işlenerek, 8 ve 16 bit olarak Pankromatik, RGB, RGBI ve CIR olarak elde edilmiştir. Bu görüntüler ile stereo model oluşturularak her bir görüntü için görüntü

değerlendirme işlemi yapılmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda 8 bit ve 16 bit görüntüler arasında detay seçilebilirliği açısından önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Tablo 1’ de her bir görüntü için 8 ve 16 bit olmak üzere veri hacimleri gösterilmiştir. 8 bit görüntünün veri depolama açısından daha uygun olduğu, sistemi daha az yorduğu göz önüne alındığında görüntü değerlendirme işlemi için 8 bit görüntünün kullanılmasının uygun olacağı değerlendirilmektedir.

Tablo.1 Görüntü Hacimleri.

	Görüntü Tipi	Boyut (KB)
8 Bit	CIR	398.35
	NIR	132.86
	RGB	398.35
	RGBI	531.094
16 Bit	CIR	796.584
	NIR	265.605
	RGB	796.584
	RGBI	1062.073

Farklı bant kombinasyonları ile oluşturulan (Pankromatik, RGB, RGBI, CIR, NIR) görüntülerin görüntü değerlendirme işlemine katkılarını belirlemek amacı ile bu görüntüler değerlendirilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda Pankromatik görüntünün çözünürlüğünün iyi olduğu ancak RGB görüntü ile karşılaştırıldığında detay seçilebilirliğinin az olduğu tespit edilmiştir. CIR görüntü ile yapılan inceleme sonucunda orman cinslerinin belirlenmesinde etkili olduğu ve operatörlere yardımcı olması açısından kullanılabilmesi değerlendirilmiştir.

Farklı bant kombinasyonu ile elde edilen görüntüler fotogrametrinin farklı alanlarında kullanılabilir. Görüntü değerlendirme işlemi için 8 bit RGB görüntünün kullanılmasının uygun olacağı, yapılacak fotogrametrik çalışmanın amacı değerlendirilerek, istenildiğinde ham görüntülerden Pankromatik, RGBI, CIR veya NIR görüntülerin oluşturulmasının uygun olacağı düşünülmektedir.

## Kaynaklar

- Baltsavias, E. P.(1999) On the performance of photogrammetric scanners, Photogrammetric Week'99, D. Fritsch and R. Spiller (Eds.), Wichmann Verlag, Heidelberg, 155-173.
- Baltsavias, E. P, (1999) Airborne laser scanning: basic relations and formulas. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 54 1999 199–214.
- Baltsavias, E. P ,A (1999) comparison between photogrammetry and laser scanning. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 54 1999 83–94.
- Baltsavias, E. P, (1999) Airborne laser scanning: existing systems and firms and other resources. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing 54 1999 164-198.
- Başpehlivan C. ,Uydu teknolojileri ve haritacılık Piri Reis Harita ve Cbs Çalışanları Yardımlaşma Derneği Kahvaltılı Pazar Toplantıları.
- Büyüksalih, G. ,(1999), Kızılötesi CCD kameralar ve teknik özellikleri, Harita Dergisi Sayı:122.
- Cramer, M. ve Stallmann, D., (2001). On the use of GPS/inertial exterior orientation parameters in airborne photogrammetry, Proceedings of the OEEPE workshop on "Integrated sensor orientation", Hannover, Germany.
- Cramer, M. (2001): On the use of direct georeferencing in airborne photogrammetry, in Proceedings 3rd. International Symposium on Mobile Mapping Technology, January 2001.
- Jacobsen K., (2002). State-of-the-art in mapping - past, present and future, INCA workshop 2002, Ahmedabad, India.
- Jacobsen K.(2002) Program System BLUH User Manual, Institute for Photogrammetry and Geoinformation, University of Hannover, April.
- Kargı H. ,Uzaktan algılama. Pamukkale Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü. Denizli.
- Kaya Ş. ,İnce C. D. ,Şahin M. ,(2002), Uydu görüntülerinin çözünürlüğe bağlı geometrik doğruluğunun gps ve harita koordinatları kullanılarak analizi. Selçuk Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Öğretimde 30. Yıl Sempozyumu.
- Kertsen T. , Haering S , (1997) Automatic interior orientation of digital aerial images. Photogrammetric engineering and remote sensing 63-2 1007-1010.
- Kiracı, A. C., İşcan, L., Eker, O., Yılmaz, A., Özerbil, T., Maraş, H., Fırat, O. ve Akabalı, A. , (2010), Sayısal Hava Kamerası ve Fotogrametriye Kazandırdıkları, Harita Dergisi, 143, 26.
- Kiracı, A. C.,Eker O, İşcan, L (2008) Fotogrametri nirengi ve gps imu ile doğrudan coğrafi konumlandırma test sonuçları. Tufub.
- Ok Ö. Türker M. ,(2007), Çok bantlı bilsat-1 görüntülerinin self-kalibrasyonu ve ortareftifikasyonu.
- Topan H. ,Maktav D. ,Büyüksalih G ,(2006), Uydu görüntülerinin bilgi içeriğinin topoğrafik harita yapımı açısından incelenmesi. 1.Uzaktan Algılama-Cbs Çalıştay Paneli-İstanbul.
- Yıldırım A. ,Şeker D. Z. ,(2005), Uçaklarda toplanan Fotogrametrik amaçlı görüntü maliyetinin analizi. TMMOB Harita Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Bilimsel ve Teknik Kurultayı.
- Yıldırım A. ,Şeker D. Z. ,(2006), Fotogrametrik harita üretiminde kullanılan görüntülerin maliyet analizi. İtü Dergi Cilt:5 Sayı 1