



TUFUAB -MERSİN 2021

<https://tufuab2021.mersin.edu.tr/>



Diferansiyel Ölçek Faktörünün Doğrudan Coğrafi Konumlandırmaya ve Blok Dengelemesine Etkisi

Burak Tavukçu*¹ , Orhan Fırat¹ 

¹MSB Harita Genel Müdürlüğü, Fotogrametri Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

Anahtar Kelimeler

Ölçek Faktörü,
Diferansiyel Ölçek Faktörü,
Doğrudan Coğrafi
Konumlandırma,
GNSS-IMU,
Blok Dengeleme

ÖZ

Fotogrametrik nirengi ve blok dengeleme çalışmalarında, GNSS ve IMU sistemlerinden gelen veriler işlenerek elde edilen parametreler, yaklaşık dış yöneltme parametresi olarak kullanılmaktadır. Yaklaşık dış yöneltme parametrelerinin doğruluğu blok dengeleme sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Blok dengeleme çalışmalarında yaklaşık dış yöneltme parametrelerindeki yüksek doğruluğun en büyük avantajlarından biri daha az yer kontrol noktası ihtiyacıdır. Bununla birlikte günümüzde fotogrametrik çalışmalarda, yüksek doğruluklar gerektirmeyen veya ivedi olarak üretimin yapılması gereken durumlarda doğrudan coğrafi konumlandırma sıklıkla başvurulan bir yöntem olmuştur. Gelişen teknoloji ile birlikte GNSS ve IMU sistemlerinden RTK tekniği ile gerçekleştirilen gözlemler sayesinde yüksek doğrulukta veriler elde etmek mümkündür. UTM projeksiyonunda referans meridyene olan mesafeye bağlı olarak yatay ekseninde diferansiyel bir ölçek katsayısı kullanılmaktadır. Ancak düşey eksen için ölçek katsayısı $m_0=1$ olarak alınmaktadır. Fotogrametrik çalışmalarda ise yatay ve düşey eksenindeki ölçek farklılıkları önemsenmemektedir. Modelin ölçeği yatay kontrol noktaları ile belirlenerek hem yatay hem de düşey eksen için kullanılmaktadır. Fotogrametrik çalışmalarda yaklaşık dış yöneltme parametresi olarak kullanılan ve çözümlenmiş GNSS verilerinden elde edilen Z değerlerine diferansiyel ölçek düzeltmesinin uygulanması, doğrudan coğrafi konumlandırma doğruluğunu ve hassasiyetini artırmaktadır. Bu çalışmada GNSS sistemlerinden elde edilen Z değerlerine diferansiyel ölçek düzeltmesi uygulanarak, blok dengelemesine ve doğrudan coğrafi konumlandırmaya olan etkileri incelenmiştir. İnceleme 35. ve 36. dilimlerde bulunan, 2021 yılında hava fotoğrafı çekimi gerçekleşen 7 adet 1:250.000 ölçekli paftada yapılmıştır.

Effect of Differential Scale Factor on Direct Georeferencing and Block Adjustment

Keywords

Scale Factor,
Differential Scale Factor,
Direct Georeferencing,
GNSS-IMU,
Block adjustment

ABSTRACT

Aerial triangulation and block adjustment studies, data obtained from GNSS and IMU systems are processed and used as an approximate external orientation parameter. The accuracy of the approximate external routing parameters directly affects the block adjustment results. One of the biggest advantages of the high accuracy in the approximate external routing parameters in block adjustment studies is the need for fewer ground control points. (However) nowadays, in photogrammetric studies, direct geographical positioning has been a frequently used method in situations that do not require high accuracy or urgent production is required. Nowadays, in photogrammetric studies, direct geographical positioning has been a frequently used method in situations that do not require high accuracy or urgent production is required. With the developing technology, it is possible to obtain high accuracy data from GNSS and IMU systems thanks to the observations made with the RTK technique. In the UTM projection, a differential scale factor is used on the horizontal axis, depending on the distance to the reference meridian. However, the scale coefficient for the vertical axis is taken as $m_0=1$. In photogrammetric studies, on the other hand, scale differences in the horizontal and vertical axis are considered. The scale of the model is determined by horizontal control points and used for both horizontal and vertical axes. The application of differential scale correction to the Z values obtained from the analysed GNSS data, which is used as an approximate external orientation parameter in photogrammetric studies, directly increases the accuracy and precision of geolocation. In this study, differential scale correction is applied to Z values obtained from GNSS systems, and its effects on block adjustment and direct geolocation are investigated. The examination was carried out on 7 pieces of 1:250,000 scaled maps in the 35th and 36th eastern meridian, where aerial photography took place in 2021.

* Sorumlu Yazar

(burak.tavukcu@harita.gov.tr) ORCID ID 0000-0002-5531-4803
(orhan.firat@harita.gov.tr) ORCID ID 0000-0001-5775-2420

Kaynak Göster;

Tavukçu B & Fırat O (2022). Diferansiyel Ölçek Faktörünün Doğrudan Coğrafi Konumlandırmaya ve Blok Dengelemesine Etkisi. 11. Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği (TUFUAB) Teknik Sempozyumu, 33-36, 12-14 Mayıs 2022, Mersin, Türkiye.

1. GİRİŞ

Ulusal ölçekte gerçekleştirilen haritacılık çalışmalarında genellikle UTM (Universal Transverse Mercator) projeksiyonu kullanılmaktadır. Harita Genel Müdürlüğü tarafından gerçekleştirilen hava fotoğrafı çekimleri ve blok dengeleme çalışmaları da 1:250.000 ölçekli pafta alanlarında, 6°'lik UTM projeksiyonunda gerçekleştirilmektedir.

UTM projeksiyonunda teğet meridyen üzerindeki (Y eksen) uzunluklar yeryüzü ile aynıdır. Fakat X ekseninde merkez meridyenden uzaklaştıkça deformasyon artmaktadır. Dilim sınırlarında deformasyonu azaltmak için X ve Y eksenindeki uzunluklar $m_0=0,9996$ ölçek katsayısı ile çarpılarak kısaltılır. Yatay eksen için diferansiyel ölçek düzeltmesi (Formül-1) ile hesaplanmaktadır. Diferansiyel ölçek sadece yatay eksen için uygulanmaktadır. Ancak dikey eksen için ölçek katsayısı $m_0 = 1$ olarak alınmaktadır

Fotogrametrik çalışmalarda ise model ölçeği yatay kontrol noktaları ile belirlenerek hem yatay hem de dikey eksen için kullanılmaktadır. Dikey kontrol noktalarının sınırlı Z aralığı nedeniyle model ölçeği üzerinde hiçbir etkisi yoktur veya ihmal edilebilir bir etkisi vardır. Dolayısıyla yatay ölçek dikey eksen için de kullanılır. Afin model deformasyonu, değiştirilmiş bir odak uzaklığı ile telafi edilebilir ($f_c = f / (m_0 * (1 + \frac{x^2}{2 * R^2}))$).” (Jacobsen, 2002)

Eşitlik 1. Diferansiyel ölçek faktörü.

$$m \text{ (Diferansiyel Ölçek Faktörü)} = m_0 * \left(1 + \frac{x^2}{2 * R^2}\right)$$

m_0 = Ölçek katsayısı (0.9996)

X = Dilim orta meridyenine olan mesafe

R = Dünya yarıçapı

Ölçek probleminin temelinde yatan husus, ölçeğin hesaplanmasında dikey eksenin neredeyse hiçbir etkisinin olmamasından dolayı, genellikle yatay eksen kullanılarak ölçek, dikey eksen de kullanılmakta; dolayısıyla model içerisindeki yükseklik değerleri ölçek farkına bağlı olarak deforme olmaktadır.

2. YÖNTEM

Dikey eksen, diferansiyel ölçek değişiminden dolayı ortaya çıkan hataları gidermek için odak uzaklıklarının diferansiyel ölçeğe bağlı olarak değiştirilmesi gerekmektedir.

Söz konusu değişikliğin odak uzaklığı yerine arazi yüzeyinden olan uçuş yüksekliklerinde yapılması yatay eksende ihmal edilebilir bir farka yol açacağından, bu çalışmada diferansiyel ölçek düzeltmesi arazi yüzeyinden olan uçuş yüksekliklerine getirilmiş ve düzeltme sonucu elde edilen değerlerin, blok dengeleme sonuçları ile doğrudan coğrafi konumlandırmaya olan etkileri incelenmiştir.

Veri çeşitliliği ve diferansiyel ölçek değişimi etkisinin sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi amacıyla; 36. dilimde; aynı enlemler üzerinde Afyon,

Ilgın, Aksaray ve Kayseri, 35. dilim üzerinde; aynı boylamlarda Uşak ve Denizli ile dilim ortasına yakın bölgelerde Aydın ve Marmaris 1:250.000 ölçekli paftaları kullanılmıştır.

Söz konusu paftalarda 37° ve 38° enlemlerinde, 30 cm yer örnekleme aralığında hava fotoğrafı çekimi gerçekleştirilmiştir. 37° ve 38° enlemleri üzerinde dilim orta meridyeni ile dilim sınırı arasındaki mesafe yaklaşık olarak 260 km'dir. Arazi yüzeyinden olan uçuş yükseklikleri ise yaklaşık 7.500 m'dir. Bu bilgiler ışığında, dilim sınırlarında arazi yüzeyinden olan uçuş yüksekliklerinde yaklaşık 3,2 m'lik bir deformasyon beklenmektedir.

Bu çalışmada kullanılan hava fotoğraflarının çekimi esnasında, sinyal kesintileri nedeniyle ortaya çıkan kaba hatalı ölçüler değerlendirme sonuçlarını etkilememesi amacıyla çıkarılmıştır.

2.1. Diferansiyel Ölçek Düzeltmenin Uygulanması

Uygulamada GNSS-IMU değerlerinin çözümü sonrası elde edilen yaklaşık dış yöneltme parametrelerine, Borelight Kalibrasyonu sonucunda hesaplanan Z eksenindeki bölgesel kayıklık değeri düzeltmesi, söz konusu değerler sadece Borelight Kalibrasyonu yapılan bölge için geçerli olduğundan dolayı uygulanmamıştır. HGM envanterinde bulunan sayısal hava kameralarının Borelight Kalibrasyonu, her yıl Haymana bölgesinde bulunan ve dilim orta meridyenine uzaklığı yaklaşık 50 km olan test alanında gerçekleştirilmektedir. Dolayısıyla Borelight Kalibrasyonunda hesaplanan Z eksenindeki bölgesel kayıklık değeri sadece dilim orta meridyenine olan uzaklığın yaklaşık 50 km olduğu bölgelerde en doğru sonucu verecektir.

Sonuç olarak model ölçeğinin dikey eksende yol açtığı deformasyonun giderilebilmesi için ölçek etkisinin hesaplanması ve dikey eksen için uygulanması gerekmektedir. Söz konusu deformasyon arazi yüzeyinden olan uçuş yüksekliğine gelmektedir.

Bu çalışmada, ilk olarak herhangi bir düzeltme uygulanmadan fotogrametrik blok dengelemesi yapılmıştır. Daha sonra dikey eksende ölçek farklılığından kaynaklanan deformasyonlar, arazi yüzeyinden olan uçuş yüksekliklerine, Formül-1 ile hesaplanan diferansiyel ölçek düzeltmesi uygulanarak giderilmiş ve yaklaşık dış yöneltme parametreleri olarak kullanılarak blok dengelemesi tekrarlanmıştır.

3. BULGULAR

Her iki dengeleme sonucunda Yer Kontrol Noktalarına (YKN) bağlı olarak hesaplanan ve doğrudan coğrafi konumlandırmayla elde edilen yaklaşık dış yöneltme parametrelerinin dikey eksenindeki Karesel Ortalama Hataları (KOHZ) incelenmiş elde edilen sonuçlar (Tablo-1)'de sunulmuştur.

Tablo 1. Diferansiyel ölçek düzeltmesinin Doğrudan Coğrafi Konumlandırma (DCK) performansı ve Blok Dengeleme (BD) sonuçları.

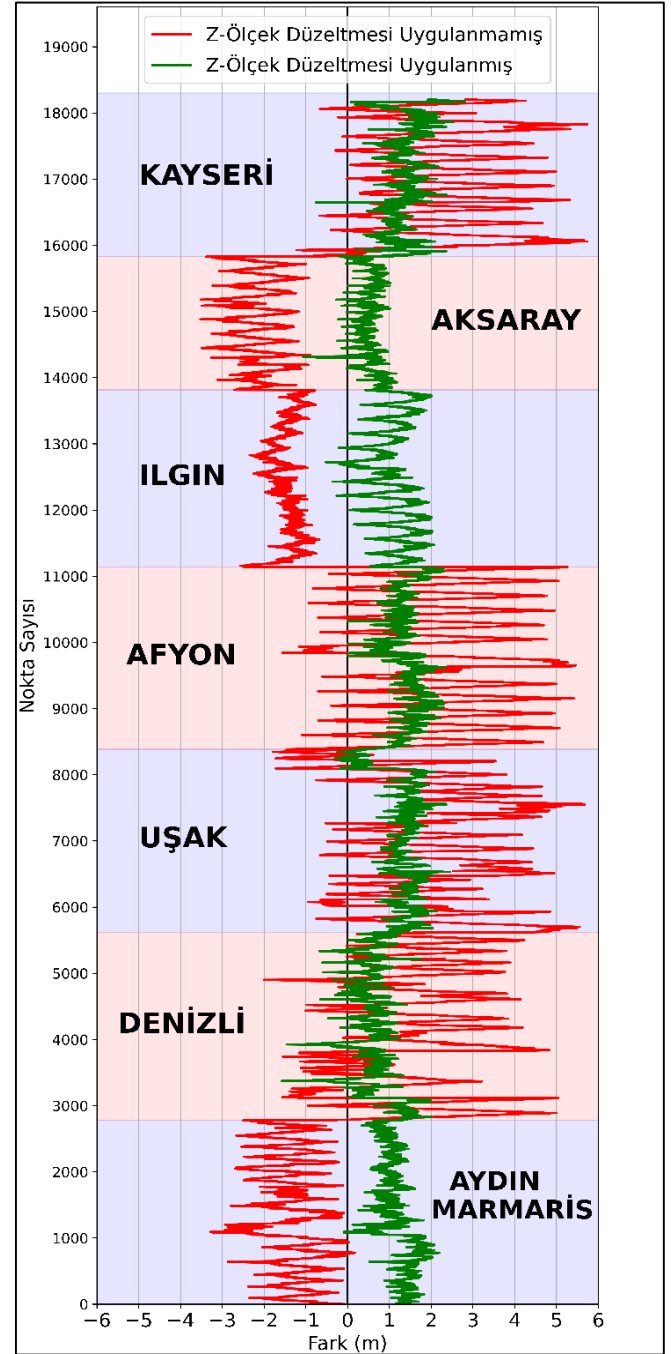
1/250.00 0 Ölçekli Pafta İsimleri	Diferansiyel Ölçek Düzeltmesi Uygulanmadığı Durumda (A)		Diferansiyel Ölçek Düzeltmesi Uygulandığı Durumda (B)		Fark (A-B)	
	BD		BD		DCK KOHZ (m)	BD KOHZ (m)
	DCK KOHZ (m)	Sonucu YKN'a Bağlı KOHZ (m)	DCK KOHZ (m)	Sonucu YKN'a Bağlı KOHZ (m)		
Aydın - Marmaris	1,468	0,237	1,244	0,239	0,224	-0,002
Denizli	2,123	0,203	0,794	0,132	1,329	0,026
Uşak	2,718	0,200	1,391	0,188	1,327	0,012
Afyon	2,747	0,200	1,472	0,192	1,275	0,008
Ilgın	1,477	0,287	1,222	0,208	0,255	0,079
Aksaray	2,207	0,171	0,600	0,147	1,607	0,024
Kayseri	2,723	0,280	1,432	0,272	1,291	0,008
Tüm Noktalar (18.202)	2,263		1,218		1,045	

Çalışma sonucunda düşey ekseninde diferansiyel ölçek düzeltmesinin fotogrametrik blok dengeleme çalışmalarına anlamlı bir etkisinin olmadığı; ancak, özellikle dilim sınırlarına yakın olan bölgelerde doğrudan coğrafi konumlandırma sonuçlarının hem doğruluğu hem de hassasiyeti üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Şekil 1).

Tablo incelendiğinde doğrudan coğrafi konumlandırma doğrulunda ciddi bir iyileşme sağlanırken, blok dengeleme sonucu YKN bağlı olarak hesaplanan KOHZ değerlerinde anlamlı bir etkinin olmadığı görülmektedir.

Blok dengelemesine anlamlı bir etkinin olmamasının nedeni, arazi noktaları arasındaki yükseklik farklarının küçük, buna bağlı olarak da deformasyonun daha az olmasıdır. Bu çalışma için, deformasyonun maksimum olduğu bir fotoğrafta beklenen hata hesaplanacak olursa; Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği Madde 54-(2) "Yer örnekleme aralığında, uçuş koşullarından kaynaklanan $\pm\%10$ değişimler kabul edilir." hükmü amirdir. Çalışmada kullanılan hava fotoğrafları 30 cm YÖA ve arazi yüzeyinde yaklaşık 7.500 m yükseklikte çekilmiştir. Bu bilgiler ışığında diferansiyel ölçek faktörünün arazide bulunan bir noktanın Z değeri üzerindeki deformasyonunu hesaplayacak olursak; YÖA $\pm\%10$ sapma ile aynı görüntü üzerinde 27 cm ve 33 cm YÖA sahip noktalar olduğunu ve fotoğrafın dilim sınırında veya dilim ortasında olduğunu varsayalım. Böylece görüntü üzerinde minimum ve maksimum yükseklik farkı 1.500 m ve yatay eksen için diferansiyel ölçek faktörü $m = 0,9996$ olacaktır ve aynı ölçek katsayısı düşey eksen içinde kullanılacaktır. Söz konusu görüntü üzerinde Z değerindeki maksimum deformasyon ise $1.500 \text{ m} * (1-0,9996) = 60 \text{ cm}$ olacaktır.

Şekil 1. Düşey eksenindeki doğrudan coğrafi



konumlandırma farkları.

4. SONUÇLAR

Yapılan çalışmada kullanılan 18.202 adet hava fotoğrafından 7.466 adedi dilim ortasına yakın, 10.736 adedi ise dilim sınırına yakın olacak şekilde seçilmiştir. Kullanılan hava fotoğraflarının tamamının doğrudan coğrafi konumlandırma performanslarına bakıldığında, KOHZ değerleri 2,263 m'den 1,218 m düşerek 1,045 m gibi bir iyileşme sağlanmıştır. KOHZ değerlerindeki iyileşmeye ek olarak, hassasiyetin de arttığı Şekil 1'de görülmektedir. Düzeltme sonrası Z değerlerindeki farkların dağılımının 0-2 m gibi dar bir aralıkta olduğu görülmüştür.

GNSS verilerinin çözümlene doğruluğuna ve kullanılan algılayıcı sistemlerin hassasiyetine bağlı olarak, elde edilen doğrulukların farklılık göstereceği

değerlendirilmektedir. Bu çalışma, 6°lik UTM projeksiyonunda gerçekleştirilmiş olmasına karşın, diferansiyel ölçeğin kullanıldığı herhangi bir projeksiyon sisteminde uygulanabileceği değerlendirilmektedir.

Yazarların Katkısı

Çalışmaya yazarlar eşit oranda katkı sağlamıştır.

Çıkar Çatışması Beyanı

Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Yapılan çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

KAYNAKÇA

- Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği (2018).
Jacobsen K (2002). ISPRS Comission I Mid-Term Symposium in conjunction with Pecora 15/Land Satellite Information IV Conference *Integrated Remote Sensing at the Global, Regional and Local Scale*, Denver, ABD 2002, 82 – 8



© Author(s) 2022.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>