

# İÇ YÖNELTME İÇİN KENAR GÖSTERGELERİNİN ÖLÇÜLMESİNDE ÖKLİT MESAFESİ YÖNTEMİNİN KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

H. Karabörk<sup>1</sup>, E.Çoşkun<sup>2</sup>, F. Yıldız<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, Konya, [karabork@selcuk.edu.tr](mailto:karabork@selcuk.edu.tr), [fyildiz@selcuk.edu.tr](mailto:fyildiz@selcuk.edu.tr)

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya, [ecoskun@multinet.com.tr](mailto:ecoskun@multinet.com.tr)

## ÖZET

*Bu çalışmada, hava ve yersel fotogrametride kullanılan görüntülerin kenar göstergelerinin koordinatlarını otomatik olarak ölçebilmek için Öklit Mesafesi Yönteminin kullanılabilirliği araştırılmıştır. Otomatik nokta bulma için, referans penceresi ile araştırma penceresi arasındaki ilişki Öklit Mesafesi Yöntemine ait bağıntılarla gerçekleştirilmektedir. Bu ilişki, C++ programlama dilinde geliştirilen bir yazılımda test edilmiştir. Bu çalışma için, Zeiss RMK TOP30, WILD RC 10, Zeiss RMK TOP15 ve Zeiss RMKA 15/23 kameraları ile çekilen görüntülerden oluşan test grupları oluşturulmuştur. Bu test gruplarına ait kenar göstergelerinin koordinatları geliştirilen yazılımda Öklit Mesafesi ve Çapraz İlişki yöntemine göre ayrı ayrı ölçülmüştür. Ayrıca, bu işlem Erdas Imagine OrthoBase yazılımda manuel olarak da gerçekleştirilmiştir. Tüm sonuçlar karşılaştırıldığında, Öklit Mesafe yönteminin kenar gösterge koordinatlarının ölçmelerinde kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.*

**Anahtar Sözcükler:** : İç yöneltme, çapraz ilişki, öklit mesafesi.

## ABSTRACT

### SEARCHING OF WORKABLE OF EUCLIDIAN DISTANCE METHOD FOR DETERMINATION OF FIDUCIAL MARK IN INTERIOR ORIENTATION

*In this study, to determine automatically coordinates of fiducial marks for images used in aerial and close-range photogrammetry, workable of euclidian distance method is investigated. Relation between reference and search window is realized with equation of euclidian distance. This relation is tested by a software developed C++ programme language. In this study, the test groups which consist of images taken by Zeiss RMK TOP30, WILD RC 10, Zeiss RMK TOP15 and Zeiss RMKA 15/23 cameras are carried out. The coordinates of fiducial marks for images in these test groups are separately determined by euclidian distance and cross-correlation methods at developed software. This process is also realized by manually Erdas Imagine OrthoBase software. As a results of comparison made between these processes, It can be said that this is appropriate euclidian distance method for determination of coordinates of fiducial marks*

**Keywords:** Interior orientation, cross correlation, euclidian distance.

## 1. GİRİŞ

İç yöneltme işlemi, digital fotogrametride genel olarak resim alım kamerası özelliklerinin kullanılan değerlendirme yazılımına aktarılması olarak tanımlanmaktadır. Bu amaçla, resimlerin çekildiği kameraya ait kalibrasyon raporundaki değerler, digital değerlendirme yazılımına girilmekte ve resim kenar göstergelerine ait kalibrasyon değerlerinden yararlanarak piksel koordinat sisteminden görüntü koordinat sistemine dönüşüm yapılmaktadır. Bu dönüşüm için kenar göstergelerinin taranmış görüntüleri üzerinden piksel koordinatları ölçülmektedir. Kenar göstergelerinin otomatik olarak ölçülmesi, eşleme yöntemleri ile gerçekleştirilebilir. Otomatik iç yöneltme işlemi yapabilen birçok ticari yazılım geliştirilmiştir. Ticari yazılımlardan bazıları; Phodis (Zeiss), SoftPlotter (Boeing Autometric), IMAGINE Orthobase Pro (Leica Geomatics), APEX (PCI Geomatics) v.b sayılabilir (URL1). Bu yazılımlar, otomatik iç yöneltme işlemi, genellikle alana dayalı veya detaya dayalı eşleme yöntemi ile gerçekleştirmektedir.

Öklit mesafesi yöntemi ise, iris tanıma, yüz tanıma, parmak izi tanıma v.b işlemlerde kullanılmaktadır (Akhan, 2004). Bu çalışmada, resim kenar göstergelerinin koordinatlarını otomatik olarak ölçmek için Çapraz İlişki ve Öklit Mesafesi Yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma için farklı kenar göstergelerine ve çözünürlüğe sahip görüntülerden test grupları oluşturulmuştur. Bu test gruplarına ait sonuçlar ışığı altında Öklit Mesafe yönteminin kenar göstergelerinin koordinatlarının ölçümünde kullanılabilirliği araştırılmıştır.

## 2. MATERYAL VE METOD

### 2.1 Eşleme Yöntemleri

Digital Fotogrametride ve Uzaktan Algılamada, eşleme çeşitli veri dizileri arasında benzerliğin kurulması olarak tanımlanabilir. Genellikle bu benzerlik alana ve detaya dayalı eşleme yöntemleri ile yapılabilir. Alana dayalı metodlar, görüntülerdeki renk değerlerini kullanmaktadır. Detaya dayalı metodlarda ise ilk önce görüntülerdeki detaylar çıkarılmakta daha sonra bu detaylar eşlenmektedir. Alana dayalı eşleme metodu, çapraz ilişki ve en küçük kareler yöntemi olmak üzere iki alt kategoriye ayrılmaktadır.

Çapraz ilişki yönteminde veri dizileri arasındaki benzerlik bir katsayı ile belirlenmektedir. Çapraz ilişki katsayısı, (1) eşitliği ile verilmiştir. Bu yöntemde, referans penceresi araştırma penceresi içerisinde adım adım ilerlemekte ve her bir ilerlemede katsayı hesaplanmaktadır. Katsayının en büyük olduğu araştırma penceresi, en uygun eşlemeyi veren alt görüntü olarak kabul edilmektedir (Karabörk ve ark., 2004).

$$\rho = \frac{\sum_{\xi=1}^m \sum_{\eta=1}^n (f(\xi, \eta) - \mu_1) * (g(\xi, \eta) - \mu_2)}{\sqrt{\sum_{\xi=1}^m \sum_{\eta=1}^n (f(\xi, \eta) - \mu_1)^2 * \sum_{\xi=1}^m \sum_{\eta=1}^n (g(\xi, \eta) - \mu_2)^2}} \quad (1)$$

$$-1 \leq \rho \leq 1$$

Burada ;

$f(\xi, \eta)$	: referans penceresinin gri değerleri
$\mu_1$	: referans penceresinin ortalama gri değeri
$g(\xi, \eta)$	: araştırma penceresinin uygun parçasının gri değerleri
$\mu_2$	: uygun araştırma penceresinin ortalama gri değeri
$m, n$	: referans penceresinin satır ve sütun sayılarını

göstermektedir.

## 2.2 Öklit Mesafesi

Referans penceresi ve araştırma pencerelerinin değerleri arasında birebir işlem yapılmaktadır. Benzerlik (2) eşitliği ile verilmektedir (Avila and Reillo, 2002; Umbaugh, 1999).

$$d_e(\xi, \eta) = \sqrt{\sum_{\xi=1}^m \sum_{\eta=1}^n (f(\xi, \eta) - (g(\xi, \eta)))^2} \quad (2)$$

$$= \sqrt{((f(\xi_1, \eta_1) - (g(\xi_1, \eta_1)))^2 + ((f(\xi_1, \eta_2) - (g(\xi_1, \eta_2)))^2 + \dots + ((f(\xi_m, \eta_n) - (g(\xi_m, \eta_n)))^2}$$

Burada ;	$d_e(\xi, \eta)$	: öklit mesafesi
	$f(\xi, \eta)$	: referans penceresinin gri değerleri
	$g(\xi, \eta)$	: araştırma penceresinin uygun parçasının gri değerleri
	$m, n$	: referans penceresinin satır ve sütun sayılarını

göstermektedir.

$d_e(\xi, \eta)$  mesafesinin değeri küçüldükçe benzerlik oranı artmaktadır. Öklit mesafesine benzeyen hataların kareleri toplamının karekökü (3) ve ağırlıklı öklit mesafesi (4) yöntemleri de mevcuttur.

$$E(\xi, \eta) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{\xi=1}^m \sum_{\eta=1}^n (f(\xi, \eta) - (g(\xi, \eta)))^2} \quad (3)$$

$$= \sqrt{\frac{((f(\xi_1, \eta_1) - (g(\xi_1, \eta_1)))^2 + ((f(\xi_1, \eta_2) - (g(\xi_1, \eta_2)))^2 + \dots + ((f(\xi_m, \eta_n) - (g(\xi_m, \eta_n)))^2}{N}}$$

$E(\xi, \eta)$ , hataların kareleri toplamının kareköküdür (Akhan, 2004).

$$WED(k) = \sqrt{\sum_{\xi=1}^m A_{\xi} \sum_{\eta=1}^n (f(\xi, \eta) - (g(\xi, \eta))^2} \quad (4)$$

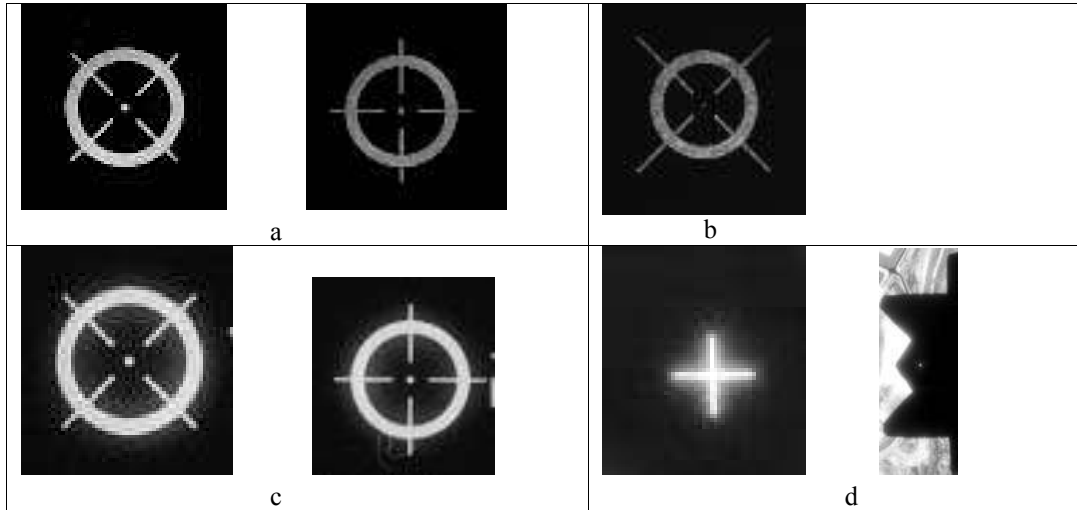
WED(k), ağırlıklı öklit mesafesidir.  $A_{\xi}$ , farklı alt görüntülerden çıkarılan farklı detay dizileri için ağırlıklardır (Ma ve ark, 2002). Bu çalışmada (2) eşitliği, görüntü çiftlerini eşlemek için kullanılmıştır.

### 2.3 Kullanılan Yazılımlar

Çapraz ilişki ve öklit mesafesi yöntemi, C++ Builder dilinde geliştirilen bir yazılımında denenmiştir. Aynı test gruplarına ait görüntülerin manuel iç yönlentmeleri, Erdas Imagine Orthobase yazılımında yapılmıştır.

## 3. UYGULAMA

Uygulama için Zeiss RMK TOP30, WILD RC 10, Zeiss RMK TOP15 ve Zeiss RMKA 15/23 kameraları ile çekilen görüntülerdeki kenar göstergeleri değerlendirilmiştir. Görüntülere ilişkin teknik veriler şu şekildedir. Zeiss RMK TOP30 kamerası ile çekilen görüntüler 8 bitlik bir görüntü, piksel büyüklüğü 42  $\mu\text{m}$ , ve boyutları 5553 piksel\*5574 piksel 'dir. WILD RC10 kamerası ile çekilen görüntüler 8 bitlik bir görüntü, piksel büyüklüğü 42  $\mu\text{m}$ , ve boyutları 5478 piksel\*5478 piksel 'dir. Zeiss RMK TOP15 kamerası ile çekilen görüntüler 8 bitlik bir görüntü, piksel büyüklüğü 40  $\mu\text{m}$ , ve boyutları 5875 piksel\*5778 piksel 'dir. Zeiss RMK 15/23 kamerası ile çekilen görüntüler 8 bitlik bir görüntü, piksel büyüklüğü 100  $\mu\text{m}$ , ve boyutları 2313 piksel\*2309 piksel 'dir. Kameralara ait kenar göstergeleri Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1: a) Zeiss RMK TOP30 kamerasının kenar göstergeleri b) WILD RC10 kamerasının kenar göstergesi c) Zeiss RMK TOP15 kamerasının kenar göstergeleri d) Zeiss RMK 15/23 kamerasının kenar göstergeleri

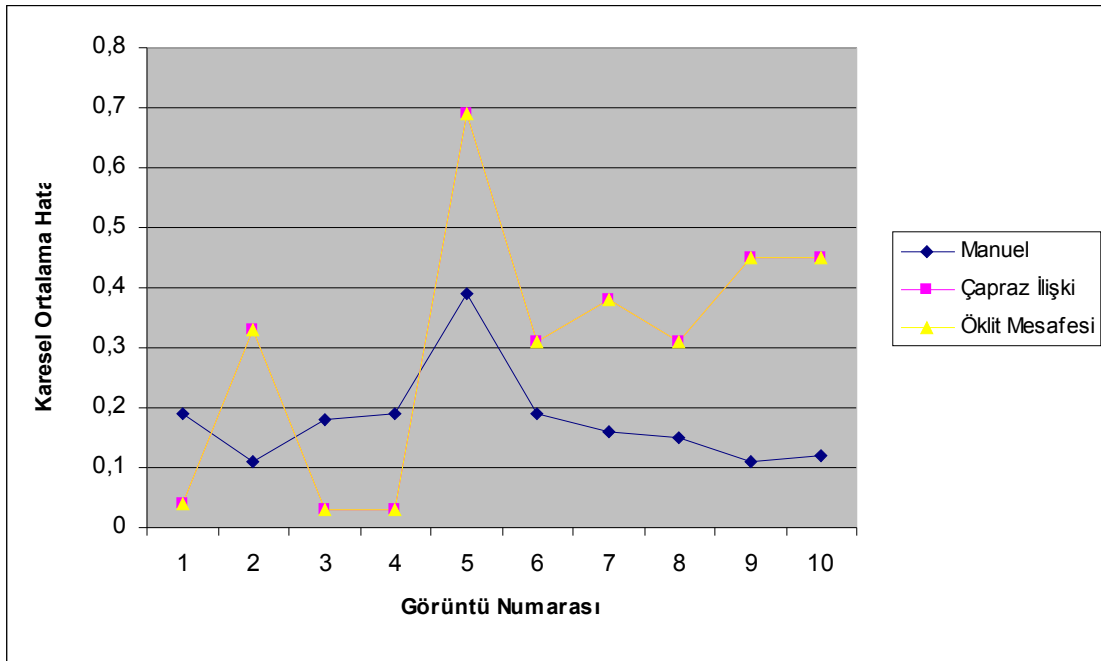
Doğruluk kriteri olarak kenar göstergelerinin görüntü koordinatları ile piksel koordinatları arasındaki affin dönüşümden elde edilen karesel ortalama hata değeri kullanılmıştır. Affin dönüşüm eşitliği ve karesel ortalama hata eşitliği, sırasıyla (5) ve (6) eşitliği ile verilmiştir. Görüntülere ait karesel ortalama hatalar ise Tablo 1 ve Şekil 2'de görülmektedir.

$$\begin{aligned} x_g &= a * x_p + b * y_p + c \\ y_g &= d * x_p + e * y_p + c \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{Karesel ortalama hata} = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n - u}} \quad (6)$$

Kamera Adı	Görüntü Numarası	Karesel Ortalama Hatalar(piksel)		
		Manuel	Çapraz İlişki	Öklit Mesafesi
Zeiss RMK TOP30	1	0.19	0.04	0.04
	2	0.11	0.33	0.33
WILD RC10	3	0.18	0.03	0.03
	4	0.19	0.03	0.03
	5	0.39	0.69	0.69
Zeiss RMK TOP15	6	0.19	0.31	0.31
	7	0.16	0.38	0.38
	8	0.15	0.31	0.31
Zeiss RMK 15/23	9	0.11	0.45	0.45
	10	0.12	0.45	0.45

Tablo 1: İç yöneltilme sonucunda elde edilen görüntülere ait karesel ortalama hatalar

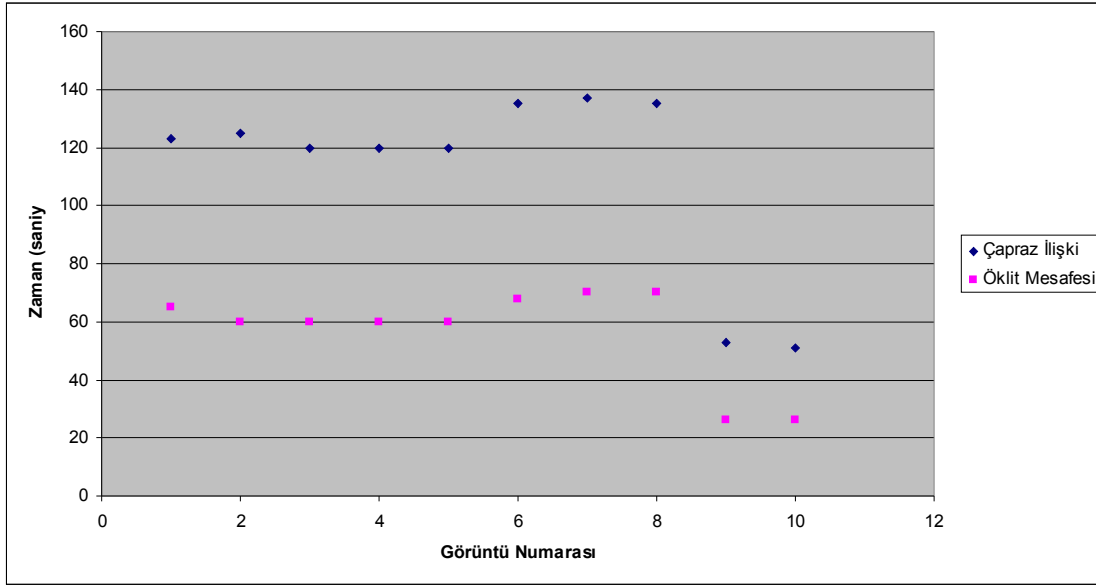


Şekil 2: Görüntülere ait karesel ortalama hatalar

Kenar göstergelerinin, hem çapraz ilişki hem de öklit mesafesi yönteminde ölçme zamanları ise Tablo 2’de ve Şekil 3’de verilmiştir.

Kamera Adı	Görüntü Numarası	Zaman (saniye)	
		Çapraz İlişki	Öklit Mesafesi
Zeiss RMK TOP30	1	123	65
	2	125	60
WILD RC10	3	120	60
	4	120	60
	5	120	60
Zeiss RMK TOP15	6	135	68
	7	137	70
	8	135	70
Zeiss RMK 15/23	9	53	26
	10	51	26

Tablo 2: Çapraz ilişki ve öklit mesafesi yönteminde harcanan zaman değerleri



Şekil 3: Çapraz ilişki ve öklit mesafesi ile yapılan eşlemede harcanan zaman değerleri

#### 4. SONUÇLAR

Öklit mesafesi yönteminin iç yöneltme işleminde kullanılmasını araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmada, oluşturulan test gruplarına ait kenar gösterge koordinatları, bu amaçla geliştirilen yazılımda Öklit Mesafesi ve Çapraz İlişki yöntemine göre ayrı ayrı ölçülmüştür. Manuel yöntemde, 10 adet görüntüden 7 adetinin çapraz ilişki ve öklit mesafesi yönteminden daha iyi karesel ortalamalara sahip olduğu görülmektedir (Tablo-1). Diğer 3 değer ise rastlantısal olarak büyük çıktığı düşünülmektedir. Çapraz ilişki ve Öklit mesafesi yöntemlerinde ise tüm görüntülerde elde edilen karesel ortalama hataların aynı olduğu görülmektedir. İşlemin gerçekleşme süresi incelendiğinde ise öklit mesafesinin çapraz ilişki yönteminden yaklaşık olarak 2 kat daha hızlı olduğu görülmektedir (Tablo-2). Ancak, bu hız otomatik iç yöneltme için yeterli değildir. Çapraz ilişki yönteminin hızını artırmaya yönelik çalışmaların öklit mesafesi yönteminin hızını daha da artıracağı görülmektedir.

#### KAYNAKLAR

**Avila C.S. and Reillo R.S.**, 2002. *Multiscale Analysis for Iris Biometrics*, Security Technology, Proceedings. 36th Annual 2002 International Carnahan Conference on

**Karabörk H., Yıldız F. ve Çoşkun E.**, 2004. *Object Recognition for Interior Orientation in Digital Photogrammetry*, Proceedings of the XX<sup>th</sup> Congress of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 12-23 July, İstanbul, Turkey.

**Akhan, N.**, 2004. *Bilgisayar Destekli İris Tanıma*, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

**Umbugh S.E.**, 1999. *Computer Vision and Image Processing: A Practical Approach Using CVIptools*, Prentice Hall, U.S.A

**Ma L., Wang Y. And Tan T.**, 2002. *Iris Recognition Based on Multichannel Gabor Filterin*, ACCV2002: The 5th Asian Conference on Computer Vision, 23-25 January, Melbourne, Australia.

**URL 1**, <http://www.geoplace.com/gw/2002/0205/tdp.pdf> (stand: 21.02.2005)