



Uzaktan Algılamaya Giriş

Ünite 6 - Görüntü Ortorektifikasyonu

Ortorektifikasyon



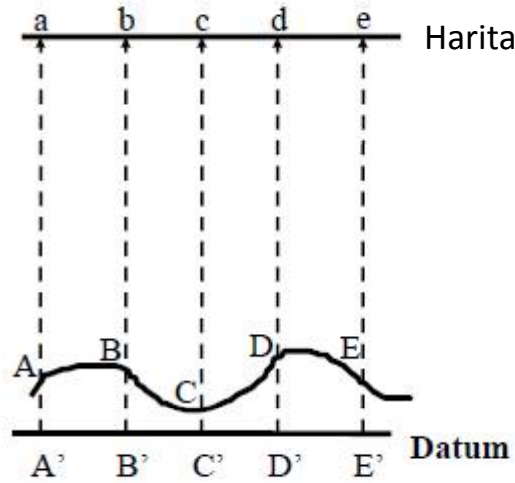
- Uydu veya uçak platformları ile elde edilen görüntü verisi günümüzde haritacılık ve CBS için temel girdi kaynağını oluşturmaktadır.
- Haritalarda ve CBS'de kullanılmak üzere uydu görüntülerindeki veya hava fotoğraflarındaki sistematik olmayan hataların giderilmesi işlemine ortorektifikasyon denir.
- Ortorektifikasyon işlemi gerçekleştirilmeden elde edilen görüntü verisi doğru mesafe, pozisyon, açı ve alan ölçümü yapmak mümkün değildir.

Ortorektifikasyon

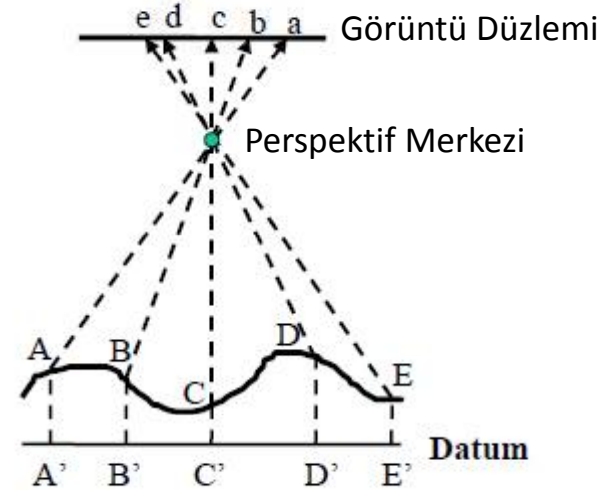


- Eğiklik ve yükseklik hatası giderilmiş fotoğraf
- Merkezi izdüşümün paralel izdüşüme dönüştürülmesi
- Görüntü:
Arazi örtüsünün ve objelerin tümünün görünmesi
- Harita:
Seçilmiş objelerin gösterimi
- Orto-foto:
Harita geometrik bilgisini içeren fotoğraf

Harita - Görüntü



- Ortogonal projeksiyon
- Sabit ölçek
- Arazi şeklinden kaynaklı kayıklık yok



- Perspektif projeksiyon
- Sabit olmayan ölçek
- Arazi şeklinden kaynaklı kayıklık var

El-Sheimy, ve ark. 2005

Ortorektifikasyon



- Ortorektifikasyonun temel amacı Dünya yüzeyinin topoğrafik farklılıkları nedeniyle uydu ve hava fotoğraflarında oluşan kaymaların giderilmesidir.
- Bu kaymalara Arazi Şeklinden Kaynaklı Kayıklık (Relief displacement) AŞKK denilmektedir.
- İlgilenilen alandaki topoğrafik yükseklik farklarının artması bundan kaynaklanan görüntüdeki AŞKK'nın artmasına yol açar.

AŞKK



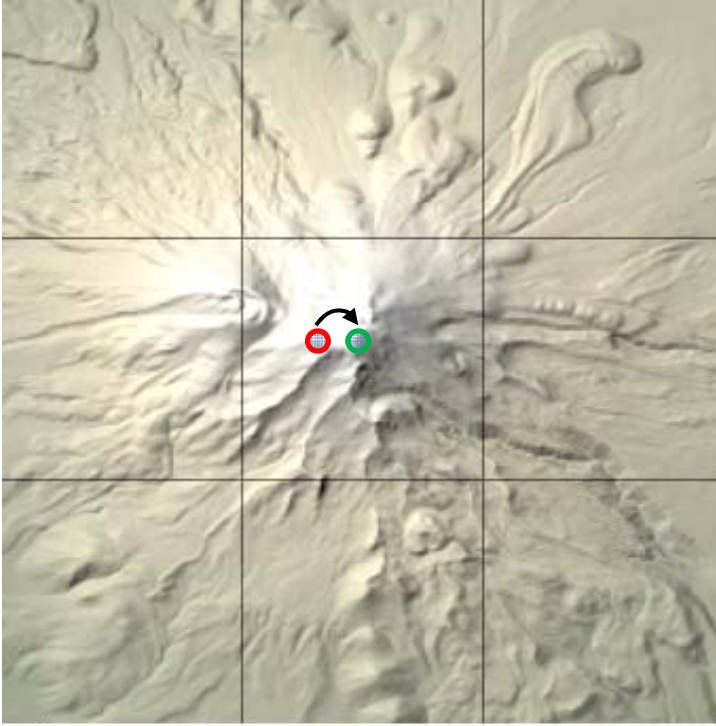
Kaynak:<http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc01/professional/papers/pap622/p622.htm>

Ortorektifikasyon

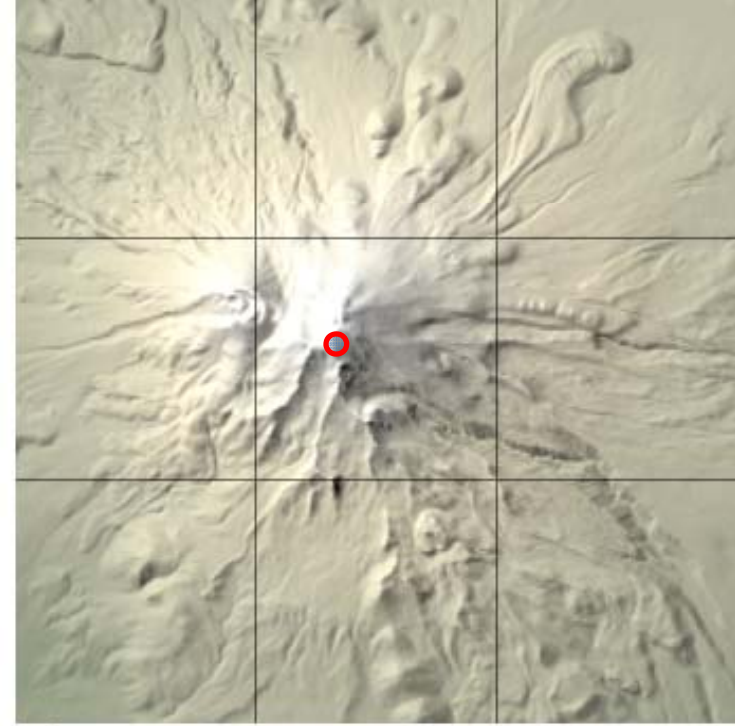
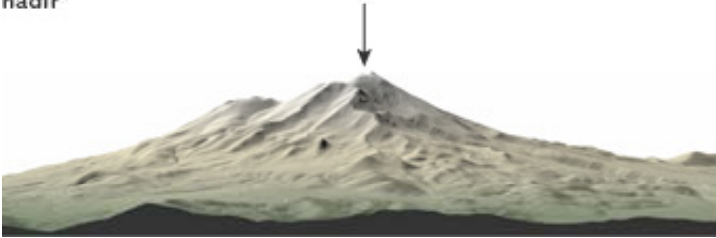


- Algılayıcının görüntüyü Nadirden farklı bir algılama açısında aldığı durumlarda kaymalar söz konusu olmaktadır.

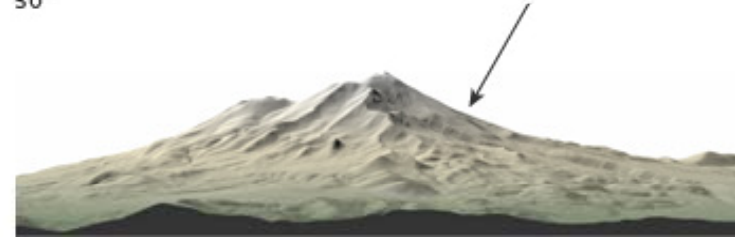
AŞKK



nadir



30°



AŞKK kaynakları



- **Görüntü Açısı:** AŞKK yüzlerce metreyi bulabilir. Örneğin, ikonos uydusu ile bir kilometrelik düşey kabartılı bir alanın nadirle 30 derece açı yapacak şekilde görüntüsü alındığında, görüntü verisi yaklaşık 600 metre kayık olabilir.
- **SYM:** Hassas olmayan SYM'lerden elde edilmiş, yükseklik bilgisi ile yapılan ortorektifikasyon bu kayma değerlerini arttırır.
- **Algılayıcı:** Algılayıcının değişen azimut ve yükseklik açısı da ortorektifikasyondaki hataların diğer bir kaynağıdır.

AŞKK



Kaynak: <http://www.satimagingcorp.com/svc/orthorectification.html>

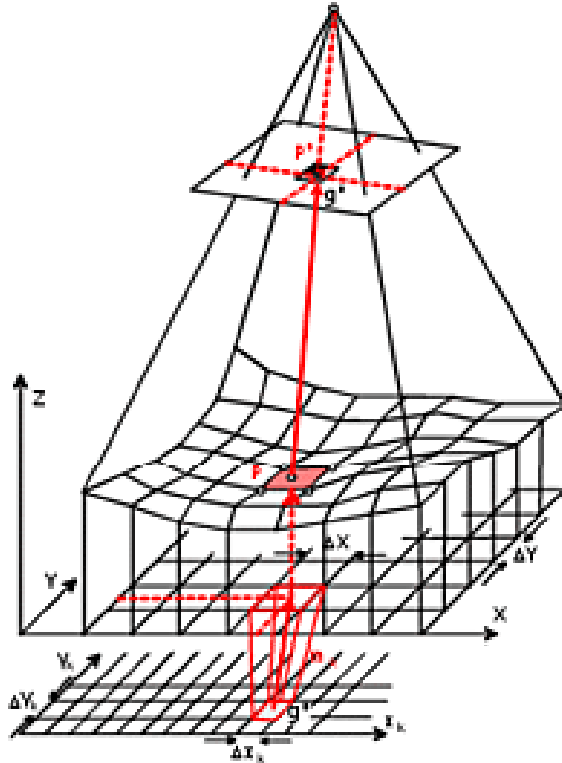
Sayısal Görüntü Düzeltmesi



- Hava fotoğraflarından Orto-foto harita elde edilebilmesi için gerekli bilgiler:
 - Kamera iç yönlendirme parametreleri (IOP).
 - Kamera pozisyon bilgisi (X_o , Y_o , Z_o).
 - Uzaysal kamera oryantasyonu (ω , φ , κ).
 - Sayısal Yükseklik Modeli

Sayısal Görüntü Düzeltmesi

- Arazinin düz olması durumunda yukarıdaki bilgilerin tümü gerekli olmayabilir, bu durumda; birkaç yer kontrol noktasının kullanılması ile **polinom düzeltme** denilen işlemle görüntüdeki eğikliklerin giderilmesi sağlanabilir.



Kaynak: <http://archive.ilmb.gov.bc.ca/crgb/products/imagery/orthophoto.htm>

Eğiklik Etkisi



Eğik Görüntü



Düzeltilmiş Görüntü

Polinom Düzeltme



- Genellikle görece düz alanlarda eğiklik etkisini gidermek için kullanılır
- Orto-foto ve görüntü koordinat sistemlerini ilişkilendirmek için Yer Kontrol Noktaları (YKN) kullanır
- Kullanılacak polinom derecesi kullanılabilir YKN sayısına ve arazinin yapısına bağlıdır
- YKN sayısı ile yapılan görüntü düzeltmesinin doğruluğu arasında doğru orantı vardır

Polinom Düzeltme



Yer Kontrol Noktası (YKN) Kaynakları;

- Arazi ölçümleri (Total Station, GPS)
- Haritalar ve Veritabanları
- Önceki fotoğraflar, ortofotolar
- Havai Nirengi
- Doğruluk: $\sigma_{xyz} \cong 0.5$ piksel

Polinom Düzeltme



- Polinom Düzeltme görüntüleme sistem geometrisinden tamamen bağımsızdır
 - Bu sayede hem uydu görüntüleri hem de hava fotoğrafları için kullanılabilirler
- Daha sıklıkla uydu görüntüleri için kullanılmalarının sebepleri;
 - Uydu görüntüsü geometrisi ve bozulmalarının modellenmesi çoğu zaman zordur
 - AŞKK, uydunun uçuş yüksekliği ile karşılaştırıldığında görece küçüktür

Polinom Düzeltme

$$x = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^{N-i} a_{ij} X^i Y^j$$

$$y = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^{N-i} b_{ij} X^i Y^j$$

$$\begin{aligned} x &= a_{00} + a_{10}X + a_{01}Y + a_{20}X^2 + a_{11}XY + a_{02}Y^2 \\ &= a_0 + a_1 X + a_2 Y + a_3 X^2 + a_4 XY + a_5 Y^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y &= b_{00} + b_{10}X + b_{01}Y + b_{20}X^2 + b_{11}XY + b_{02}Y^2 \\ &= b_0 + b_1 X + b_2 Y + b_3 X^2 + b_4 XY + b_5 Y^2 \end{aligned}$$

(x, y) düzeltilmiş koordinatlar

(X, Y) YKN koordinatları

Polinom Düzeltme



- Avantajları;
 - Uygulama kolaylığı ve hızı
 - Ucuz tarayıcıların kullanılabilmesini sağlaması (hava fotoğraflarının taranmasında)
 - YKN sağlamada haritaların kullanılabilmesi
 - Algılayıcı modeline ihtiyaç duymaması
- Dezavantajları;
 - Düşük hassasiyet (algılayıcı modeli kullanmaması nedeniyle)
 - Kentsel alan hava fotoğraflarında uygulanamaması
 - İdeal polinom derecesini belirlemek için bir yöntemin olmayışı

Diferansiyel Düzeltme



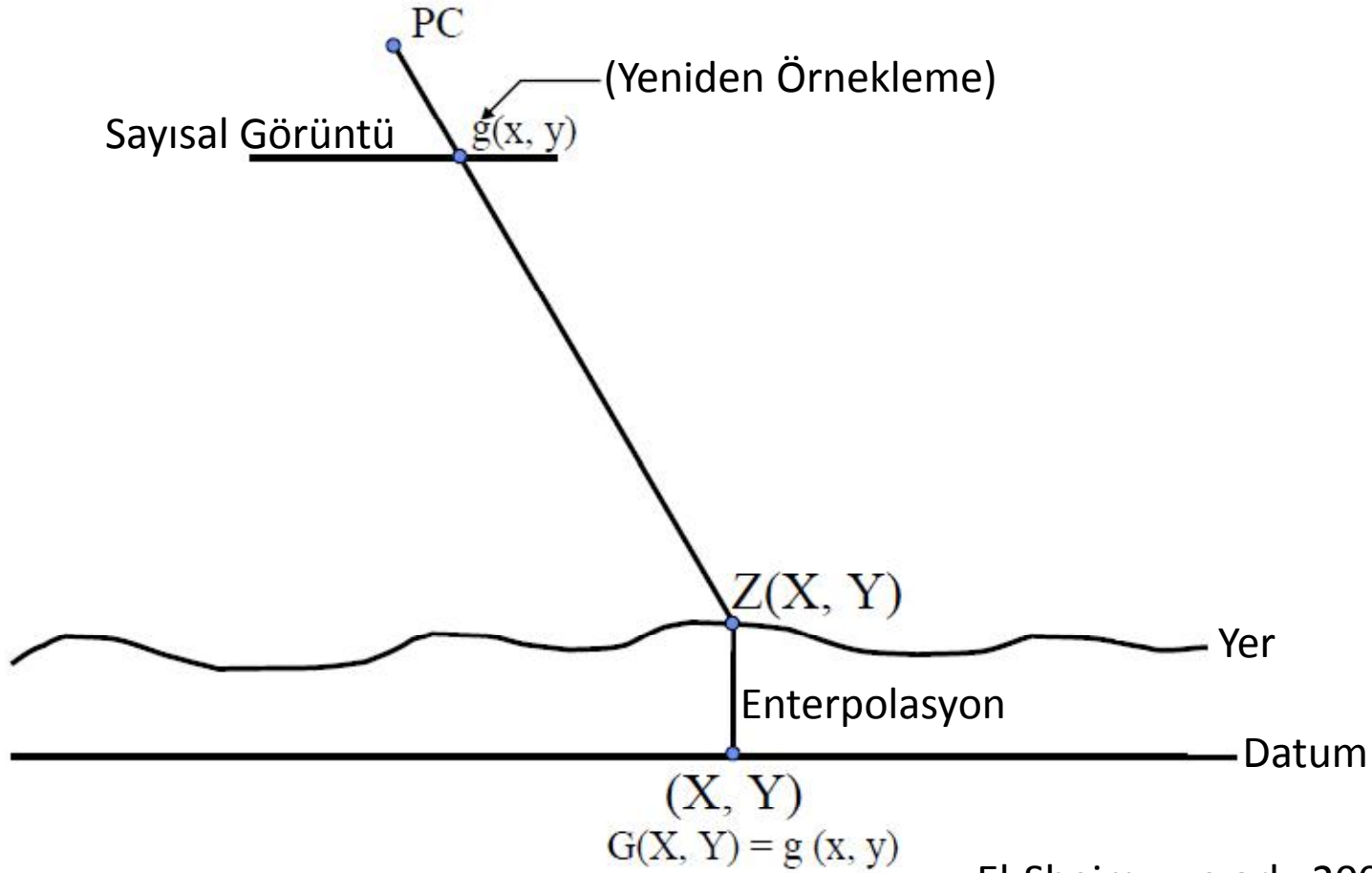
- Diferansiyel düzeltmenin temel amacı, ortofotoyu oluşturan her bir hücreye görüntüden (genellikle hava fotoğrafı) gri değerlerin atanmasıdır
- Düzeltme sonrasında, hem yükseklik hem de gri/renk değerleri datum boyunca aynı yerde saklanır

Diferansiyel Düzeltme



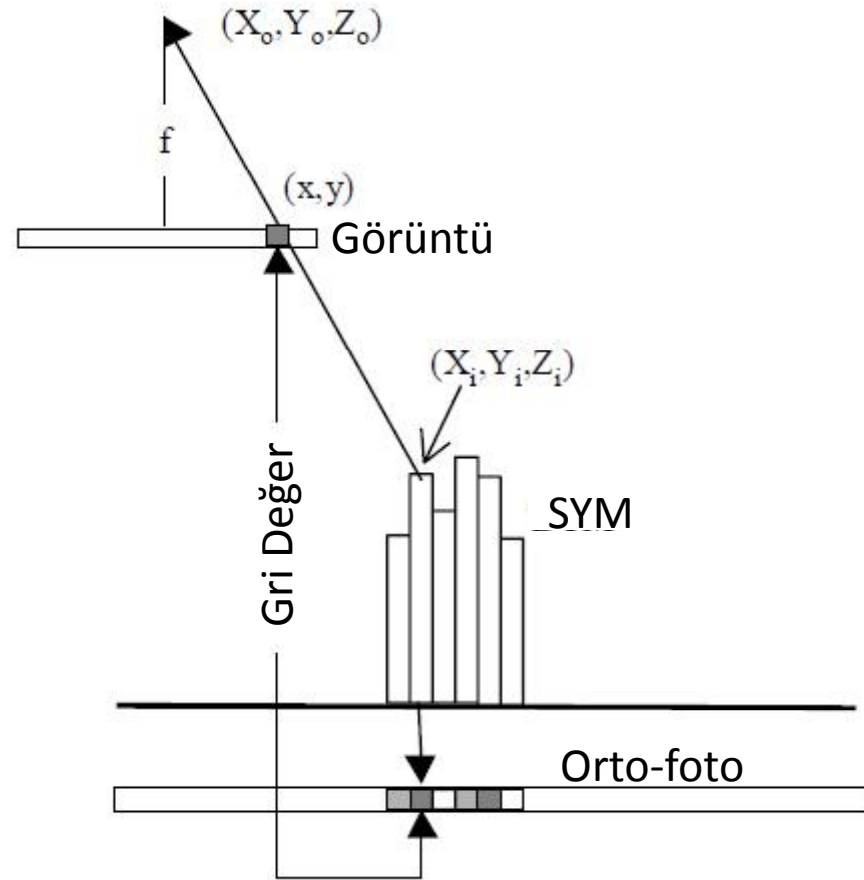
- Girdi:
 - Sayısal Görüntü
 - Görüntünün Dış Yönlendirme Parametreleri (EOP)
 - Kullanılan kameraya ait İç Yönlendirme Parametreleri (IOP)
 - Sayısal Yükseklik Modeli (SYM)
- Çıktı:
 - Harita özelliklerine sahip sayısal görüntü (ortofoto)

Diferansiyel Düzeltme



El-Sheimy, ve ark. 2005

Diferansiyel Düzeltme



El-Sheimy, ve ark. 2005

Diferansiyel Düzeltme



Yöntem:

- Orto-foto düzleminde (datum) bir grid tanımlanır
- Enterpolasyonla, orto-foto düzlemindeki hücre koordinat bilgisi (X, Y) 'nin yükseklik değeri $\rightarrow Z(X, Y)$ bulunur
- İç ve dış yönlendirme parametrelerinin birlikte kullanıldığı kolinearity denklemi ile ilgili görüntü (x, y) değerleri bulunur
- Herhangi bir yeniden örnekleme tekniği kullanılarak $g(x, y)$ değerleri bulunur
- $G(X, Y) = g(x, y)$.
- Yukarıdaki işlem basamakları orto-foto düzleminde oluşturulan gridin her bir hücresi için tekrarlanır

Matematiksel Model



Kolinearite Denklemleri :

$$x - x_0 = -f \frac{m_{11}(X - X_L) + m_{12}(Y - Y_L) + m_{13}(Z - Z_L)}{m_{31}(X - X_L) + m_{32}(Y - Y_L) + m_{33}(Z - Z_L)}$$

$$y - y_0 = -f \frac{m_{21}(X - X_L) + m_{22}(Y - Y_L) + m_{23}(Z - Z_L)}{m_{31}(X - X_L) + m_{32}(Y - Y_L) + m_{33}(Z - Z_L)}$$

- | | |
|-------------------------|--------------------------------|
| f, x_0, y_0 | : İç Yöneltilme Parametreleri |
| m_{ij}, X_L, Y_L, Z_L | : Dış Yöneltilme Parametreleri |
| X, Y | : Orto-foto Koordinatları |
| Z | : SYM'den Alınan Yükseklik |

Matematiksel Model



Kolinearite Denklemleri :

$$x - x_0 = -f \frac{m_{11}(X - X_L) + m_{12}(Y - Y_L) + m_{13}(Z - Z_L)}{m_{31}(X - X_L) + m_{32}(Y - Y_L) + m_{33}(Z - Z_L)}$$

$$y - y_0 = -f \frac{m_{21}(X - X_L) + m_{22}(Y - Y_L) + m_{23}(Z - Z_L)}{m_{31}(X - X_L) + m_{32}(Y - Y_L) + m_{33}(Z - Z_L)}$$

Hesaplanan:

x, y : Orijinal Foto Koordinatları

- Sonrasında, yeniden örnekleme yapılır ve parlaklık değeri bulunur.

Diferansiyel Düzeltme

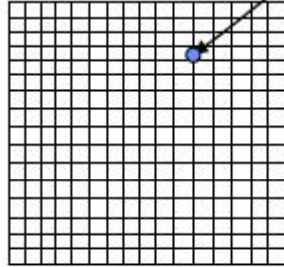


- Avantajları:
 - Daha Doğru
 - Algılayıcı modeli kullanır
 - Hem Uydu görüntüleri hem de Hava fotoğrafları için uygulanabilir
- Dezavantajları:
 - SYM gerektirir
 - Hassas, pahalı tarama gerektirir
 - Algılayıcı modeli gerektirir
 - Hesaplama yükü

Geometrik Görüntü Dönüşümü

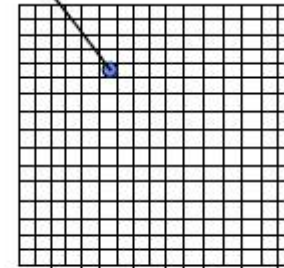
Matematik Fonksiyon

(x', y') Tamsayı Olmayan Konum



Girdi Görüntü

(x, y) Tamsayı Konum



Çıktı Görüntü

El-Sheimy, ve ark. 2005

Geometrik Görüntü Dönüşümü



- Görüntü Döndürme
- Görüntüden görüntüye Jeokodlama
- Görüntü Düzeltme (orto-foto oluşturma)
- Epipolar Geometri ile görüntü normalizasyonu

Görüntü Döndürme

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \alpha & \sin \alpha \\ -\sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

α Dönüş Açısı

(x', y') girdi görüntü koordinatları (tamsayı olmayan)

(x, y) çıktı görüntü koordinatları (tamsayı)

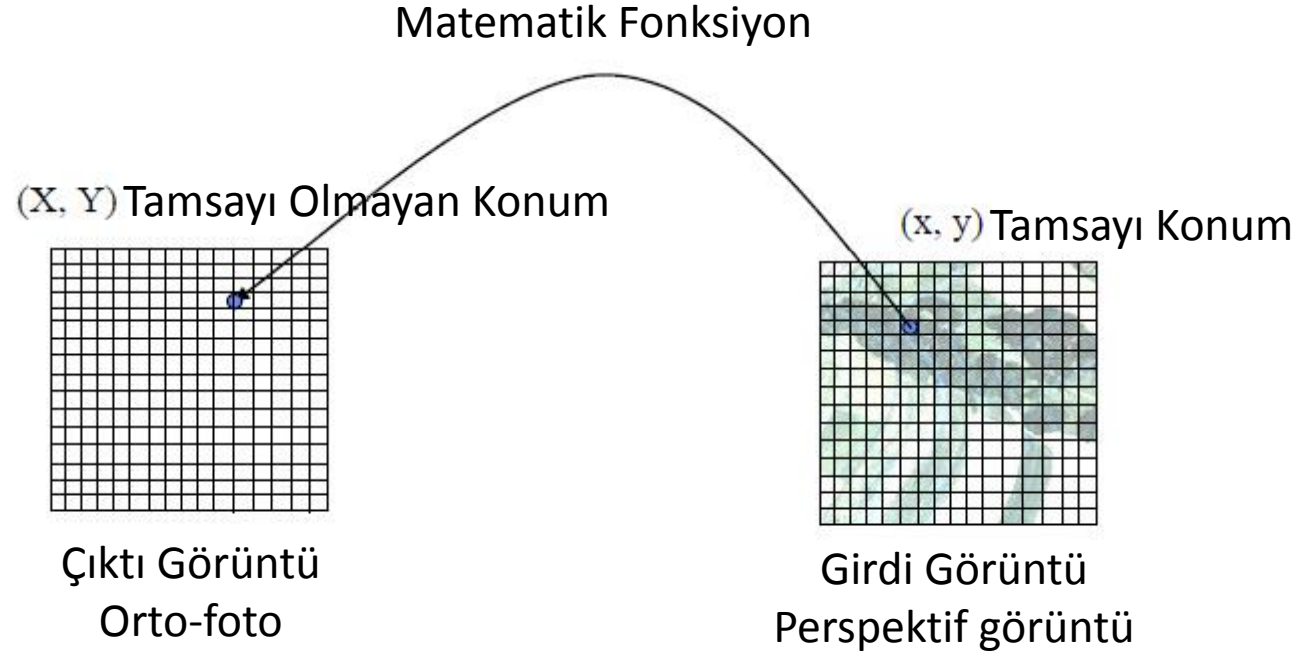
Dönüşüm yöntemleri



Ortorektifikasyon işlemi iki farklı yöntemle yapılabilir

- Doğrudan dönüşüm
- Dolaylı dönüşüm

Doğrudan Dönüşüm



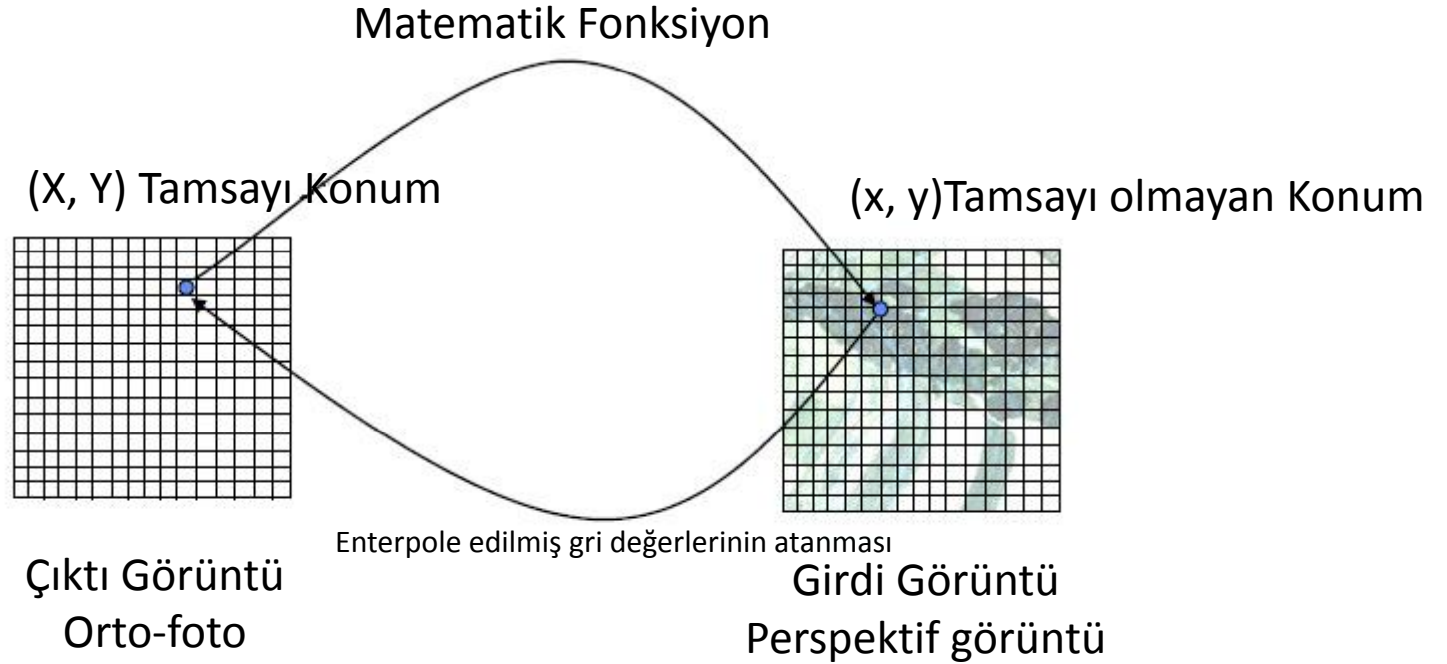
- Girdi görüntü hücresi gri / renk değerini en yakın orto-foto hücresine ata

El-Sheimy, ve ark. 2005

Doğrudan Dönüşüm

- Girdi görüntü (x,y) koordinatlarından orto-foto (X,Y) koordinatlarına dönüşüm
- Girdi görüntü hücresi gri / renk değerini en yakın orto-foto hücrelerine ata
- Avantajı:
 - Görüntü gri / renk değerleri değişmez
- Dezavantajı:
 - Bu yolla, Orto-fotodaki tüm hücrelere gri / renk değeri atanamaz, atanamayan hücrelerin gri / renk değerleri komşu hücre değerlerinin enterpolasyonu ile elde edilir

Dolaylı Dönüşüm



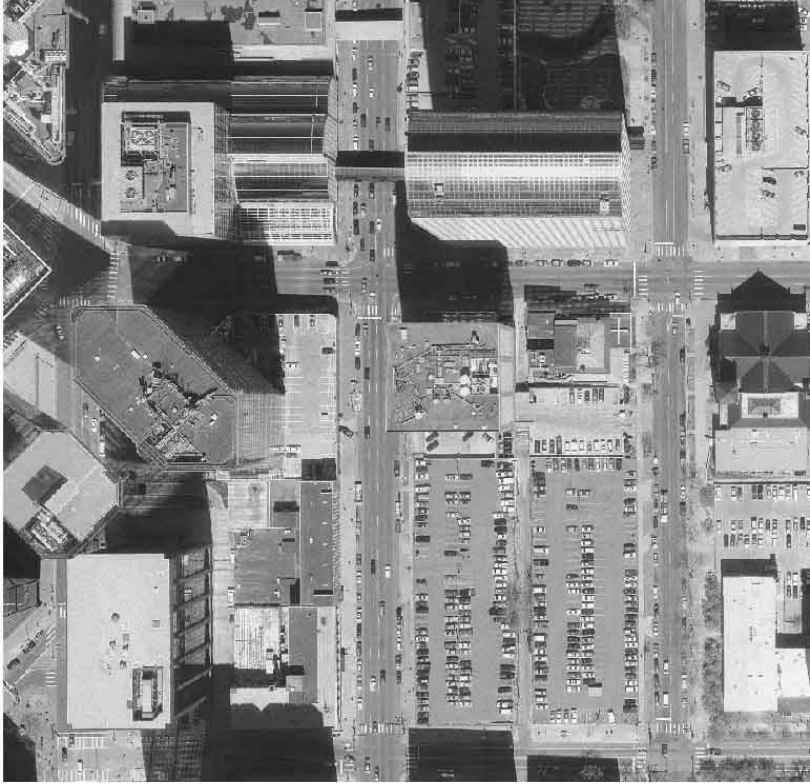
- Gri / renk değerinin yeniden örnekleme / enterpolasyon teknikleri kullanarak tahmini (örn. En yakın komşu)

Dolaylı Dönüşüm



- Orto-foto (X,Y) koordinatlarından girdi görüntü (x,y) koordinatlarına dönüşüm
- Gri / renk değerinin yeniden örnekleme / enterpolasyon teknikleri kullanarak tahmini
- Enterpole edilmiş gri / renk değerlerinin dönüştürülmüş orto-foto hücrelerine atanması
- Avantajları:
 - Tüm orto-foto hücreleri bir gri / renk değeri alır
- Dezavantajları:
 - Gri / renk değerlerinin enterpolasyonu zaman alıcı bir iş
 - İşlemde kullanılan enterpolasyon nedeni ile düzeltilmiş sonuç görüntüdeki gri / renk değerleri girdi görüntüdekilerle aynı değildir

Ortofoto – Doğru Ortofoto



Normal Ortofoto



Doğru Ortofoto

Kaynak:<http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc01/professional/papers/pap622/p622.htm>

Ortofoto – Doğru Ortofoto



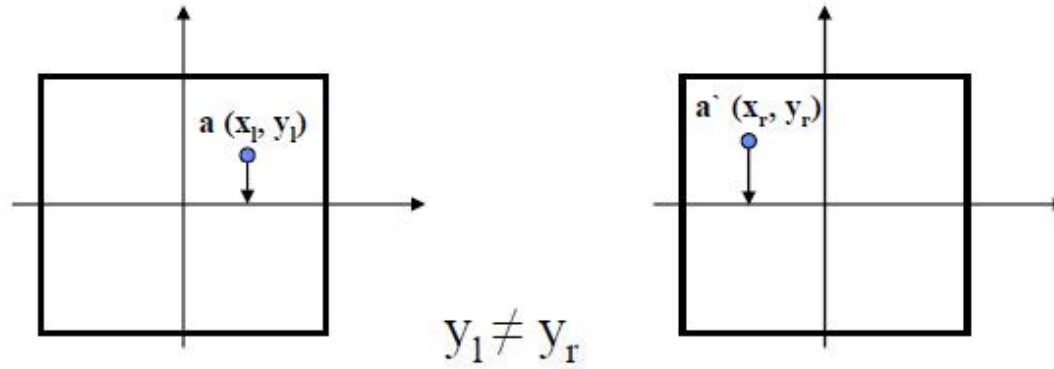
Normal Ortofoto



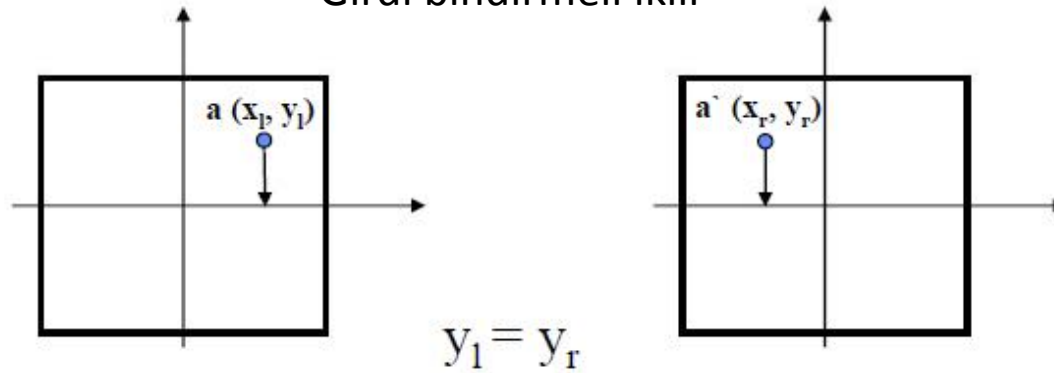
Doğru Ortofoto

Kaynak: <http://www.sharpgis.net/page/True-Orthophoto-Generation>

Normalleştirilmiş Görüntü Oluşturma



Girdi bindirmeli ikili



Çıktı bindirmeli ikili

Ortofotoların Kullanım Alanları



- Harita yapımı,
- Harita revizyonu,
- Arazi kullanım haritalarının yapılması,
- Arazi kullanım planlaması,
- Vektör haritalar ile karşılaştırılması ile vektör haritalara altlık oluştururlar,
- Drenaj çalışmaları,
- Yol, demiryolu vb. güzergah seçimleri,
- Çevresel uygulamalar,
- Altyapı yapım ve işletme çalışmaları vb.

Kaynak:

- El-Sheimy, N., Valeo, C., and Habib, A., 2005, *Digital Terrain Modeling: Acquisition, Manipulation, and Applications*. Artech House, Published July 2005, ISBN 1580539211

Açık Lisans Bilgisi



#####

UADMK - Açık Lisans Bilgisi

Bu ders malzemesi öğrenme ve öğretme yapanlar tarafından açık lisans kapsamında ücretsiz olarak kullanılabilir. Açık lisans bilgisi bölümü yani bu bölümdeki, bilgilerde değiştirme ve silme yapılmadan kullanım ve geliştirme gerçekleştirilmelidir. İçerikte geliştirme değiştirme yapıldığı takdirde katkılar bölümüne sadece ekleme yapılabilir. Açık lisans kapsamındaki malzemeler doğrudan ya da türevleri kullanılarak gelir getirici faaliyetlerde bulunulamaz. Belirtilen kapsam dışındaki kullanım açık lisans tanımına aykırı olduğundan kullanım yasadışı olarak kabul edilir, ilgili açık lisans sahiplerinin ve kamunun tazminat hakkı doğması sözkonusudur.

Katkılar:

Doç. Dr. H. Şebnem Düzgün, ODTÜ, 04/10/2010, Metnin hazırlanması

#####