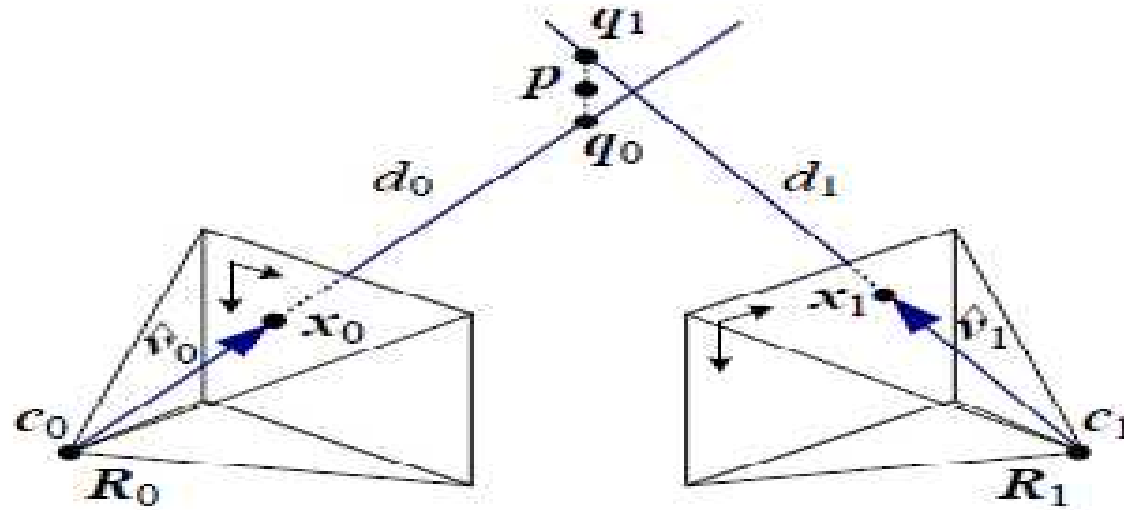


# HAREKETTEN YAPI ÇIKARIMI

- 1.ÜÇGENLEME
- 2.EPİPOLAR GEOMETRİ
- 3.NORMALİSYON
- 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME

# 1.ÜÇGENLEME(TRIANGULATION)



- İmge üzerindeki bir pikseli yaratan 3 boyutlu noktayı bulmak için en az iki kamera ya da farklı açılardan çekilmiş 2 ayrı görüntü gerekir. Bunu şöyle kısaca anlatabiliriz. Bir pikselin 3 boyutlu uzaya dönüşümü bir ışındır. Bu ışın üzerindeki herhangi bir nokta bu pikseli yaratabilir. Aynı noktanın izdüşümüne ait 2 ayrı ışını kesiştirebilirsek bu noktayı bulmuş oluruz. Buna üçgenleme denir ve en az iki ayrı kameraya gerek vardır. Fakat daha az hatalı sonuçlar elde etmek için daha çok kamera kullanılır.

## 2.EPIPOLAR GEOMETRİ

- İki kamera, iki farklı noktadan 3B aynı nesneyi görüntülediğinde, bu 3B nokta ile kamera merkezleri ve noktaların 2B görüntü düzlemlerindeki izleri arasında bazı geometrik ilişkiler oluşur.

## 2.EPIPOLAR GEOMETRİ

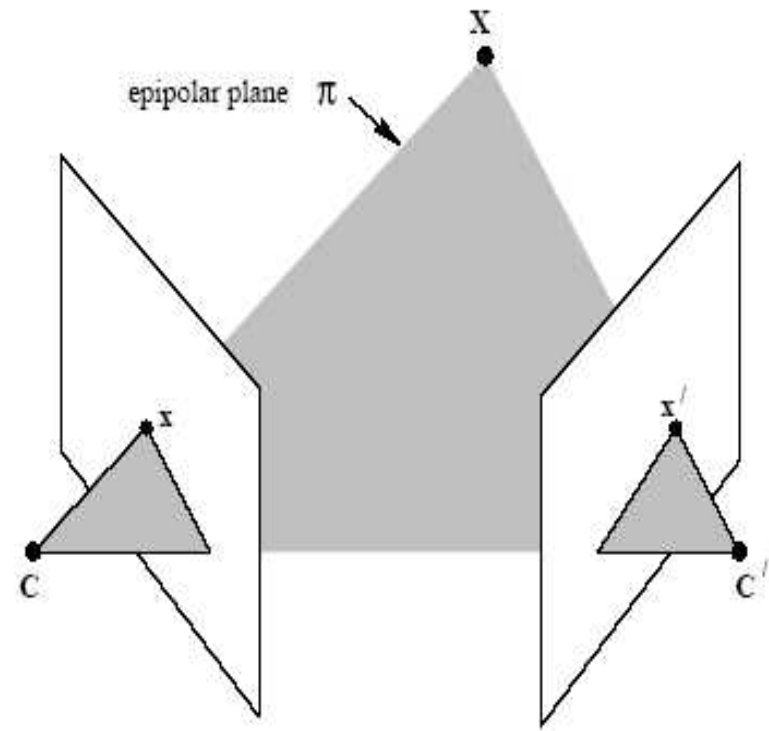
- Epipolar geometri üç temel soruyu cevaplamaya çalışır :
  - **Karşılık gelme geometrisi** : İlk görüntüdeki bir  $x$  noktası, ikinci görüntüdeki bir  $x'$  noktasını nasıl belirler?
  - **Kamera geometrisi** : Birbirlerine karşılık olarak gelen  $\{x_i, x_i'\}$   $i=1, 2, \dots, N$  görüntü noktalarından iki  $P, P'$  kamerası arasında nasıl bir ilişki kurulabilir?
  - **Sahne geometrisi** :  $\{x_i, x_i'\}$  görüntü noktaları ve  $P, P'$  kameraları kullanılarak  $x$  noktasının uzaydaki konumu nasıl bulunabilir?

## 2.EPIPOLAR GEOMETRİ

- **Epipolar geometri, sahne yapısından bağımsızdır. Sadece kameraların iç parametrelerine ve rölatif konumlarına bağlıdır.**

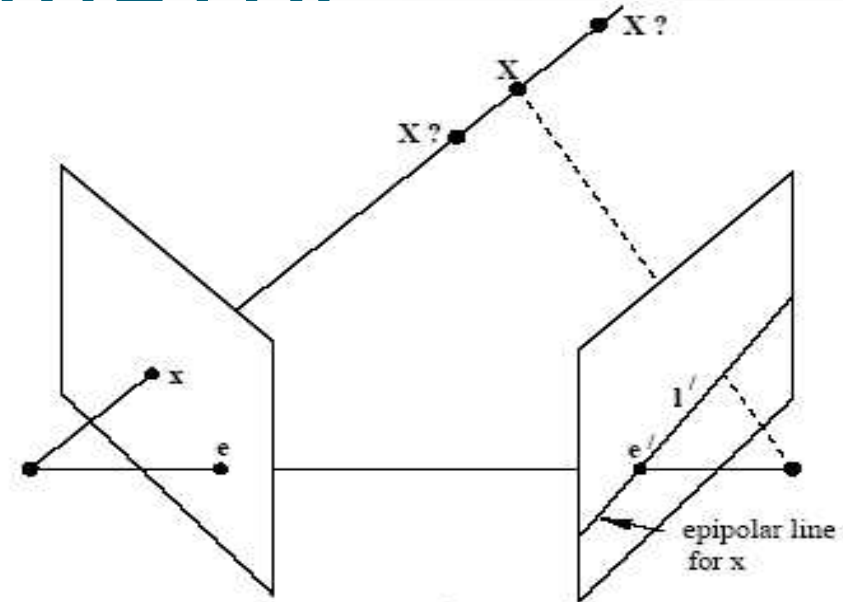
## 2.EPIPOLAR GEOMETRİ

- **Taban çizgisi** : İki kamera merkezini birleştiren doğru parçası
- $x, x'$  görüntü noktaları
- $X$  nesne noktası
- $c, c'$  kamera merkezleri
- $x, x', X, c$  ve  $c'$  noktaları aynı düzlem içerisinde yer alırlar.
- $x$  ve  $x'$  noktaları  $X$  noktasında kesişirler.



## 2.EPIPOLAR GEOMETRİ

- $x$  noktası kullanılarak  $x'$  noktası nasıl bulunabilir?
- $\pi$  düzlemi, taban çizgisi ve  $x$  noktasına ait ışın tarafından belirlenir.  $x'$  noktasına ait ışın da aynı  $\pi$  düzlemi içerisinde yer alacaktır.



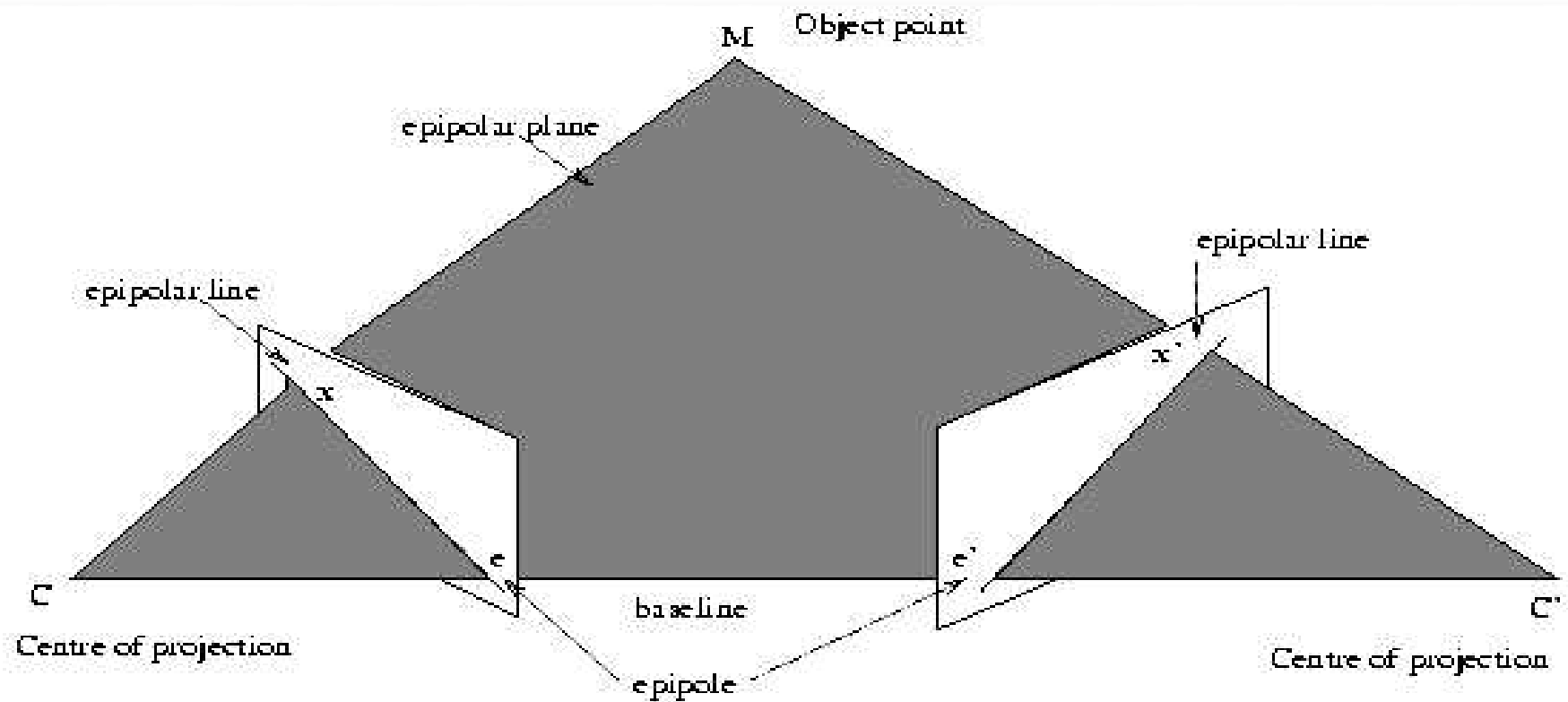
- Dolayısıyla  $x'$  noktası,  $\pi$  düzleminin ikinci görüntü düzlemi ile kesişiminden oluşan  $l'$  çizgisi üzerinde yer alacaktır.  $l'$  çizgisi, noktasının epipolar çizgisidir.  $x'$  noktasını bulmak üzere çalışacak algoritma, bu noktayı ikinci görüntünün tamamı içerisinde aramak yerine sadece  $l'$  çizgisi üzerinde arayabilecektir.

## 2.EPIPOLAR GEOMETRİ

- **Epipole** : Kamera merkezlerini birleştiren taban çizgisinin görüntü düzlemleriyle kesiştiği noktalardır. ( $e$  ve  $e'$ )
- **Epipolar düzlem** : İki projeksiyon merkezi ve ilgili nesne noktasının oluşturduğu düzlemdir. Bu düzlem taban çizgisini içerir.
- **Epipolar çizgi** : Epipolar düzlem ile görüntü düzleminin kesişimi sonucu oluşan arakesitlerdir. Tüm epipolar çizgiler bir epipole ile de kesişirler.
- **Eşlenik noktalar**, eşlenik epipolar çizgiler üzerinde yer almalıdır.



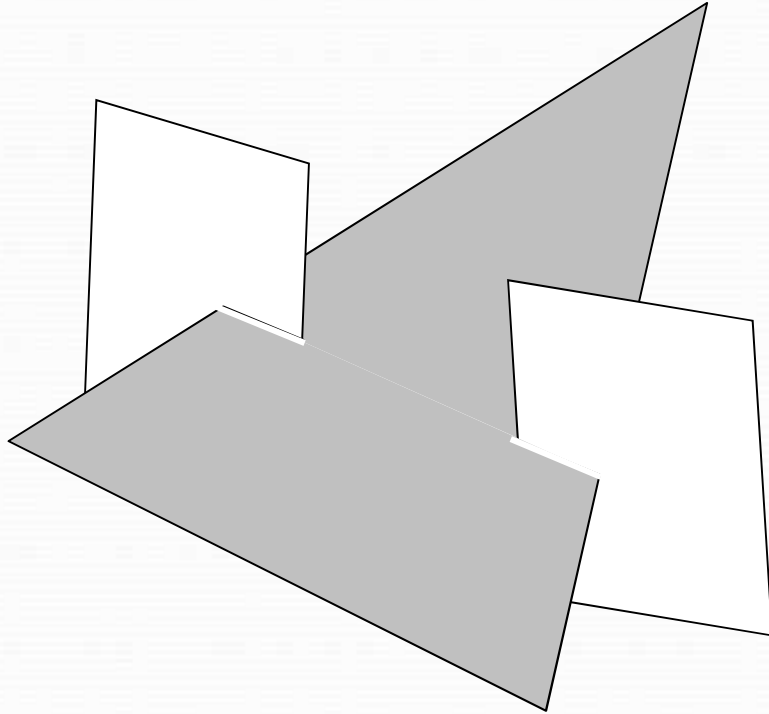
## 2.EPIPOLAR GEOMETRI



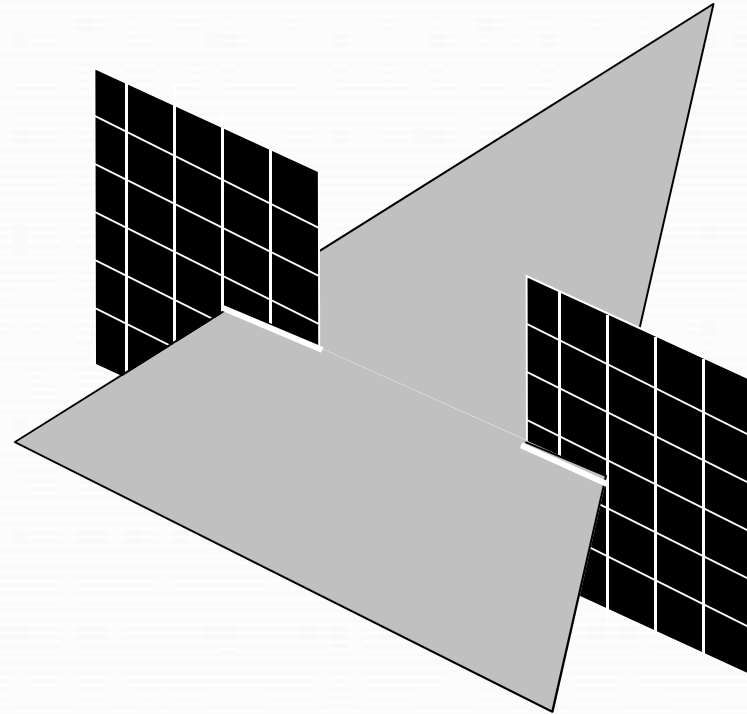
## 2.EPIPOLAR GEOMETRİ

- Epipolar çizgilerin kullanımı, arama penceresi boyutunu düşürür.
- Epipolar çizgiler genellikle x eksenine paralel değildirler.
- Bu nedenle görüntüler, epipolar çizgileri birbirine paralel olacak şekilde dönüşüme tabi tutulurlar. Bu işlem “**görüntü normalizasyonu**” olarak adlandırılır.

# 3.NORMALİSYON



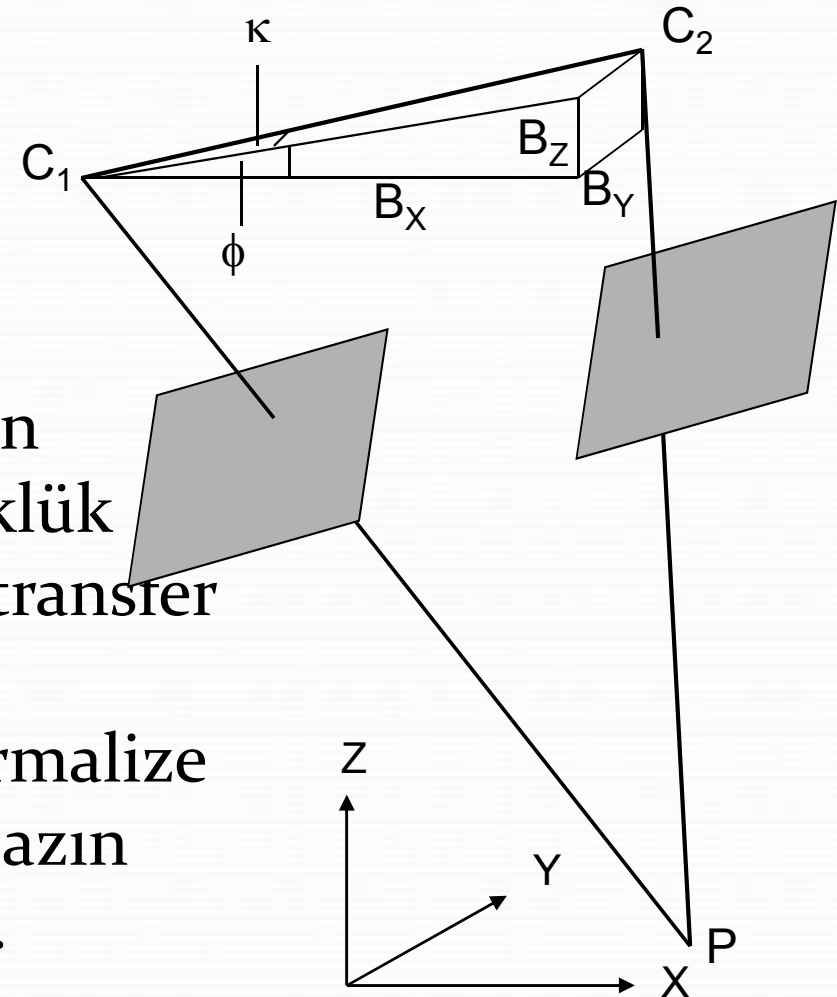
Orijinal görüntü



Epipolar geometri ile normalize edilmiş görüntü

### 3.NORMALİSYON

- Görüntü normalizasyonu yapılabilmesi için iç ve dış yöneltme elemanları bilinmelidir.
- Görüntü orjinal konumundan gerçek düşey konuma dönüklük matrisi transpozesi ( $\mathbf{R}^T$ ) ile transfer edilir.
- Gerçek düşey konumdan normalize edilmiş konuma dönüşüm, bazın döndürülmesi ile gerçekleşir.



### 3.NORMALİSYON



(a)



(b)



(c)



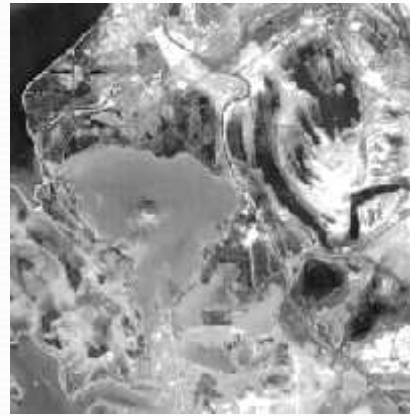
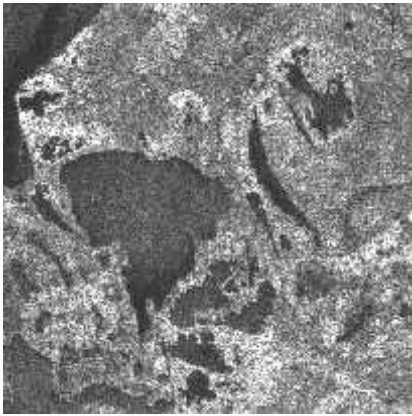
(d)

## 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME



- Çizgi (kenar) eşleştirme

## 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME



■Parça (Patch) eşleştirme



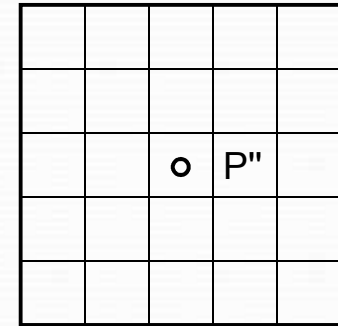
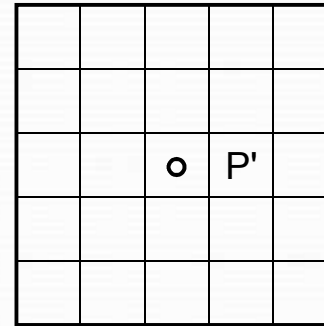
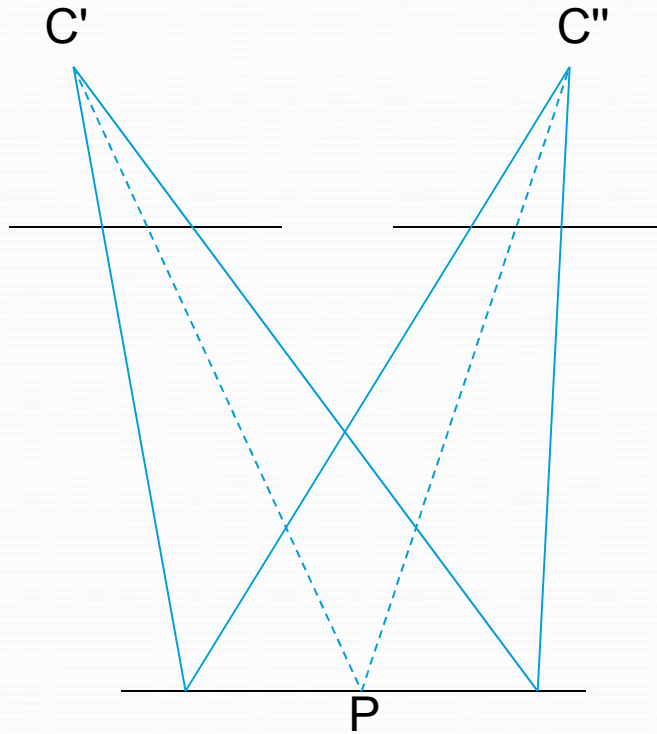
# 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME

- **Temel Problemler**

- Kötü pozlanma (Çözülmesi güç)
- Araştırma uzayı problemi (araştırma uzayı sınırlı olmalı)
- Eşleşme biriminin benzersizliği
- Eşleşme birimlerinin geometrik distorsiyonları

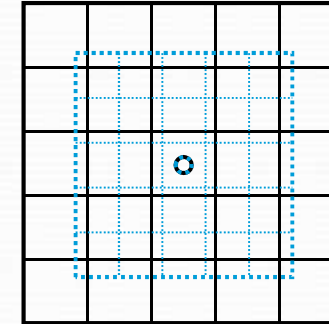
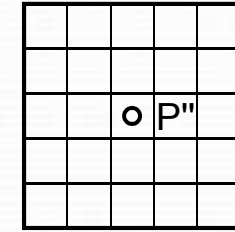
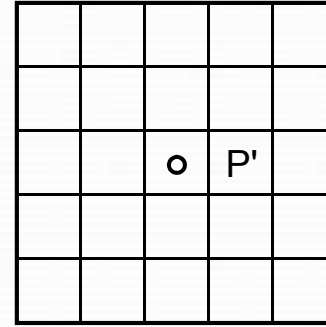
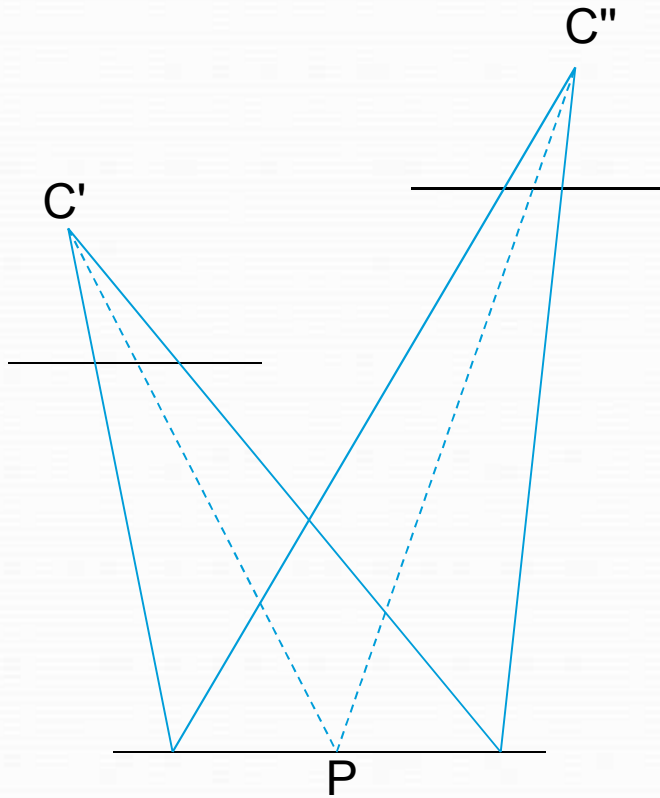


## 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME



- Geometrik distorsiyon yok ise

# 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME

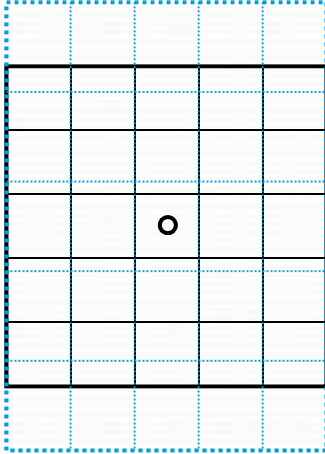


- Ölçek farklılığı

- Görüntü pencereleri içindeki pikseller eşleşmezler

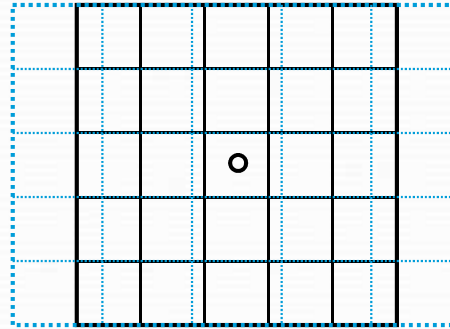
# 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME

Uçuş yönü →

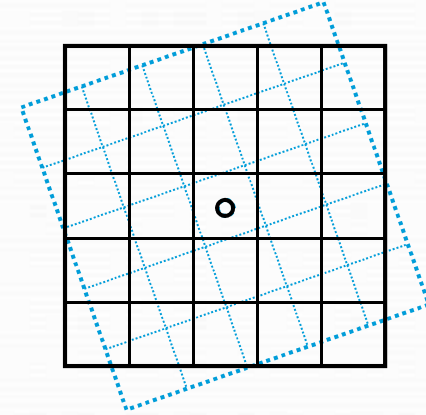


x- ekseni  
dönüklüğü

- Açısal distorsiyon

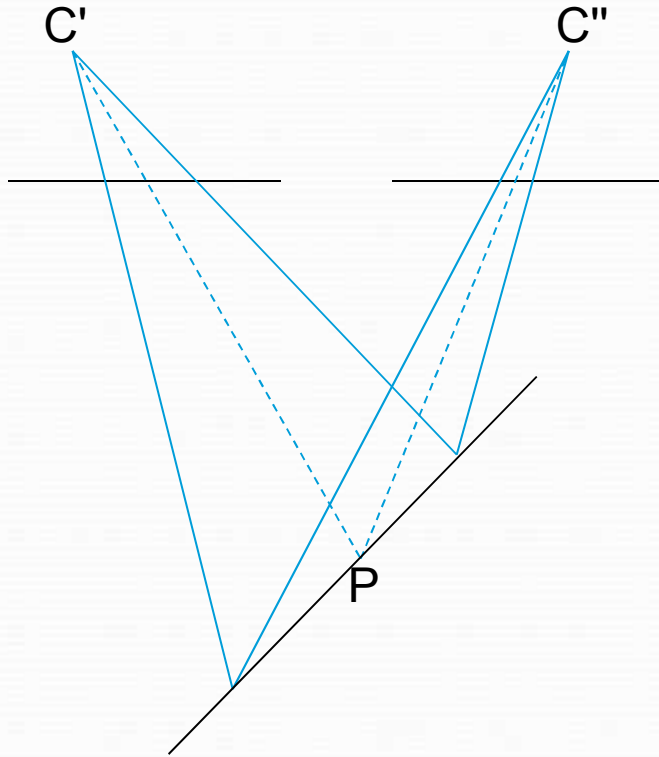


y- ekseni  
dönüklüğü

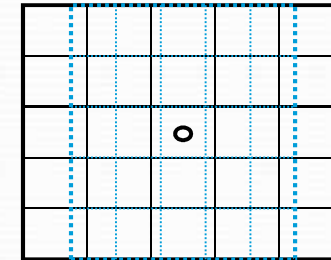
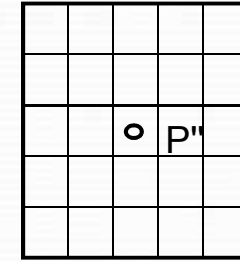
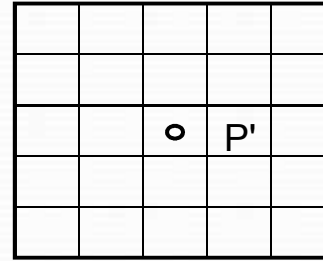


z- ekseni  
dönüklüğü

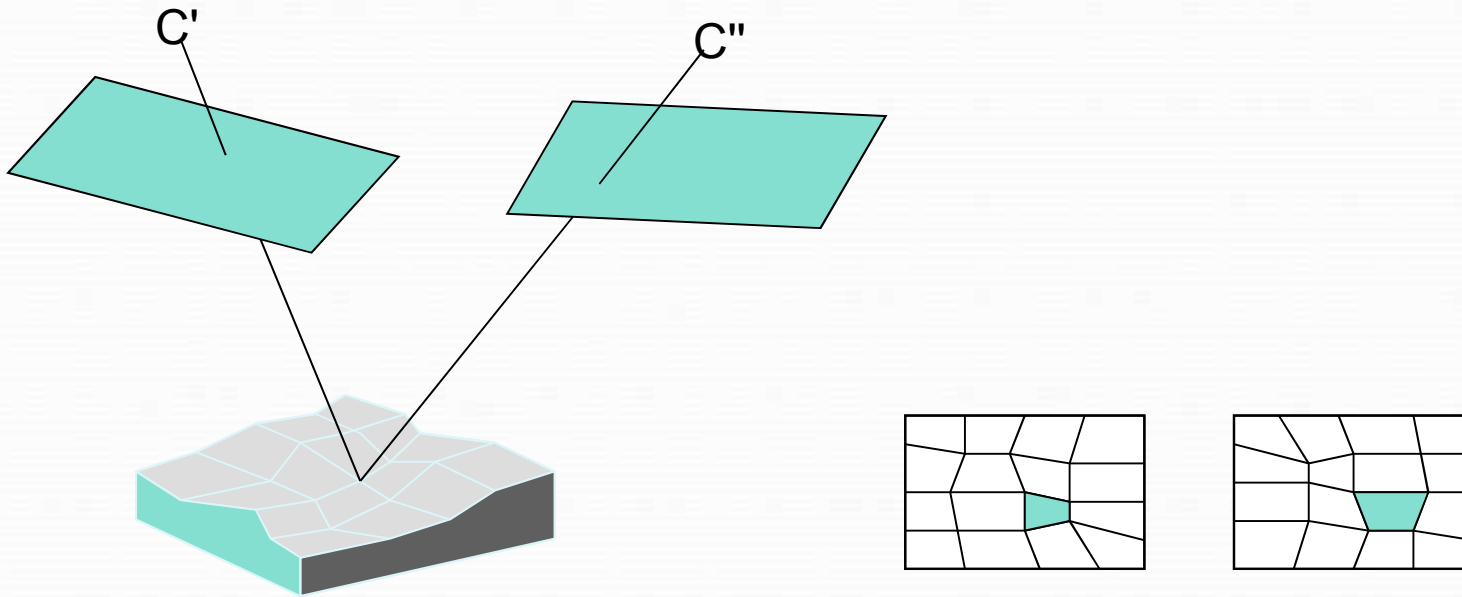
# 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME



- Arazi Eğimi



# 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME



- Yüzey distorsiyonu

## 4.GÖRÜNTÜ EŞLEME



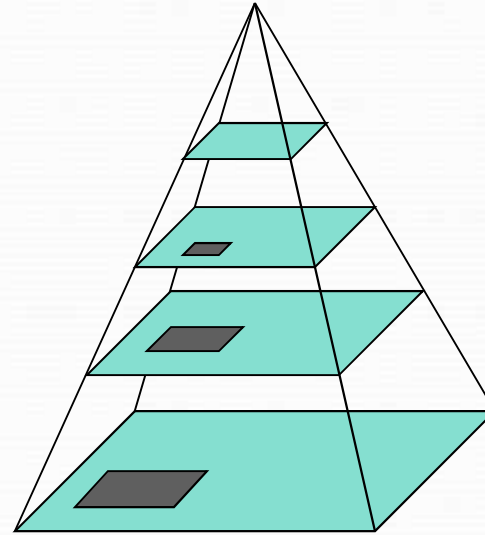
(e)



(f)

# Eşleştirme Şartları

- Geometrik sınırlama
  - Epipolar çizgiler
- Görüntü Normalizasyonu
- Görüntü Piramitleri





# SON