

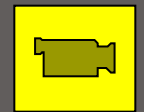
# JEM 253 Yapısal Jeoloji

Prof. Dr.

**Veysel Işık**

**Deformasyon**

Ankara Üniversitesi  
Jeoloji Mühendisliği Bölümü  
Tektonik Araştırma Grubu



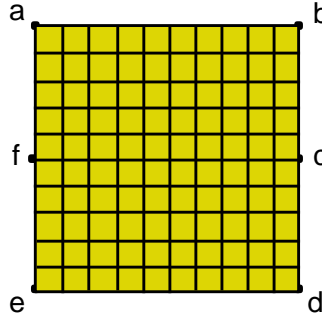
Deformation

TAAG

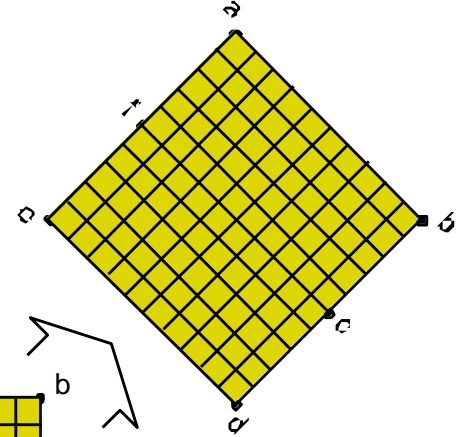
1

**Deformasyon,**  
kaya kütlesinin orijinal  
lokasyonunda,  
yöneliminde, şeklinde  
ve hacmindeki  
değişimleri kapsayan  
yapısal değişimlerdir.

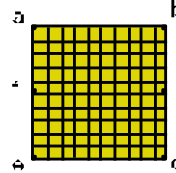
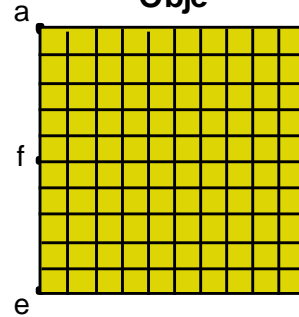
Yer  
Değiştirme



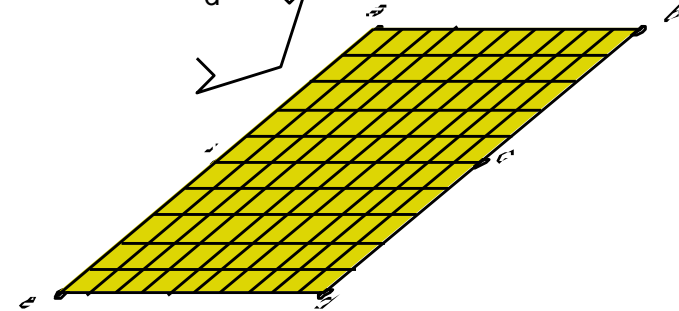
Dönme  
(Rotasyon)



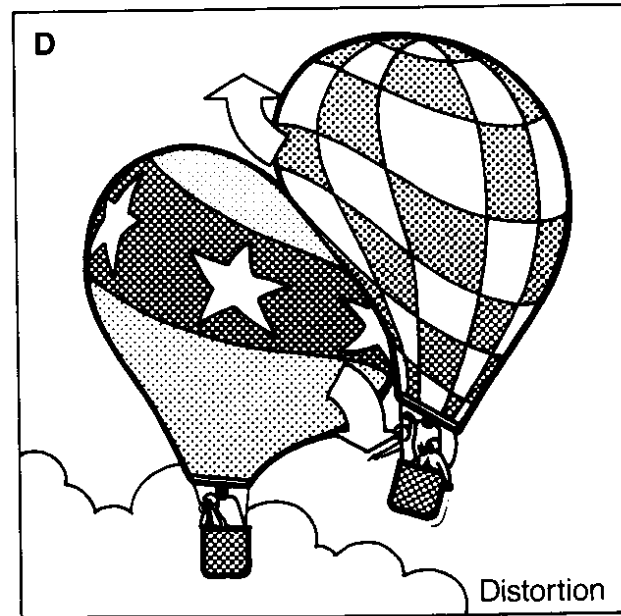
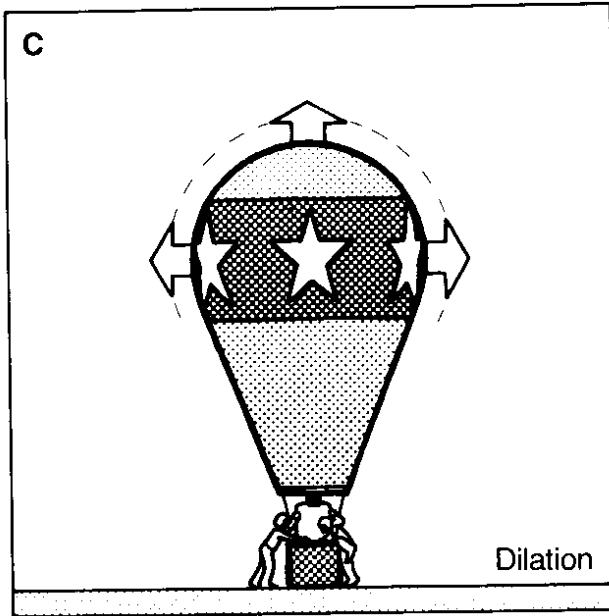
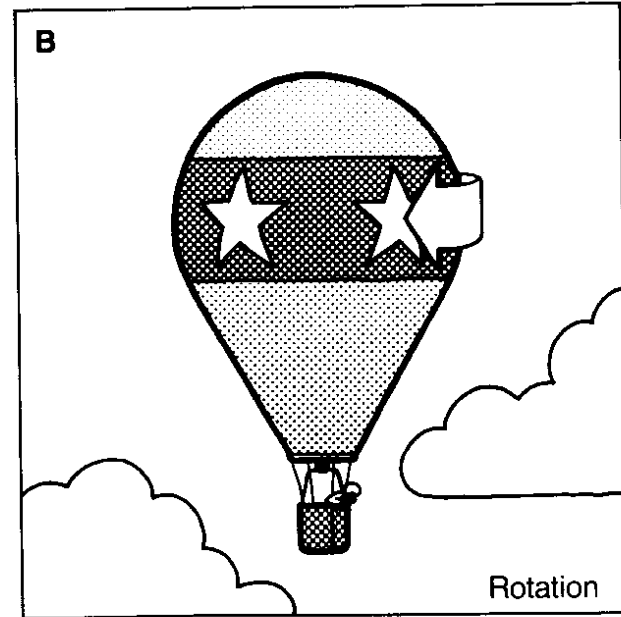
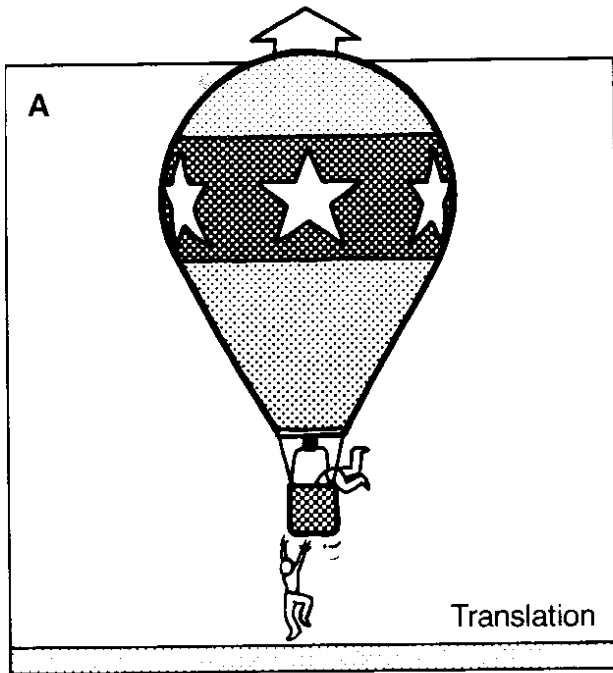
Orijinal  
Obje

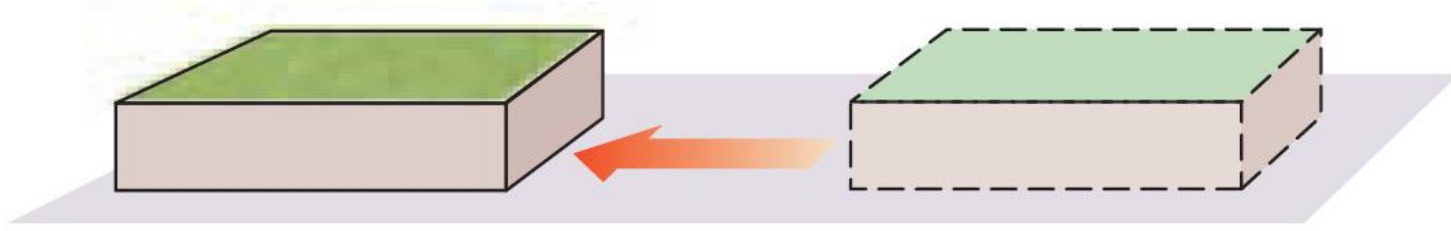


Hacim değişikliği  
(Dilatasyon)

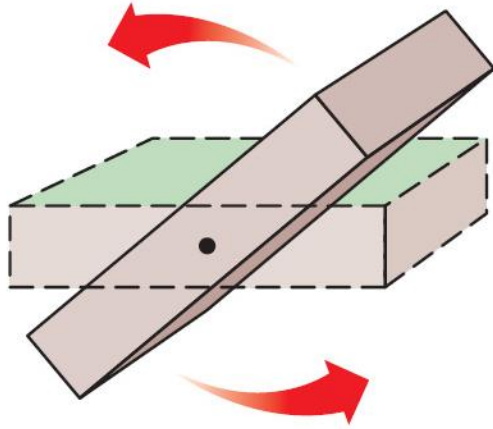


Şekil Değişikliği  
(Distorsiyon)

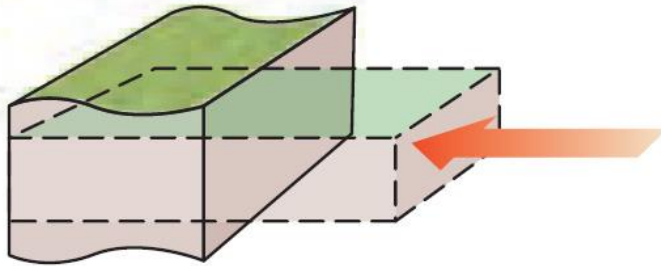




(a) Lokasyonda deęişim



(b) Yönelimde deęişim



(c) Şekil değişimi

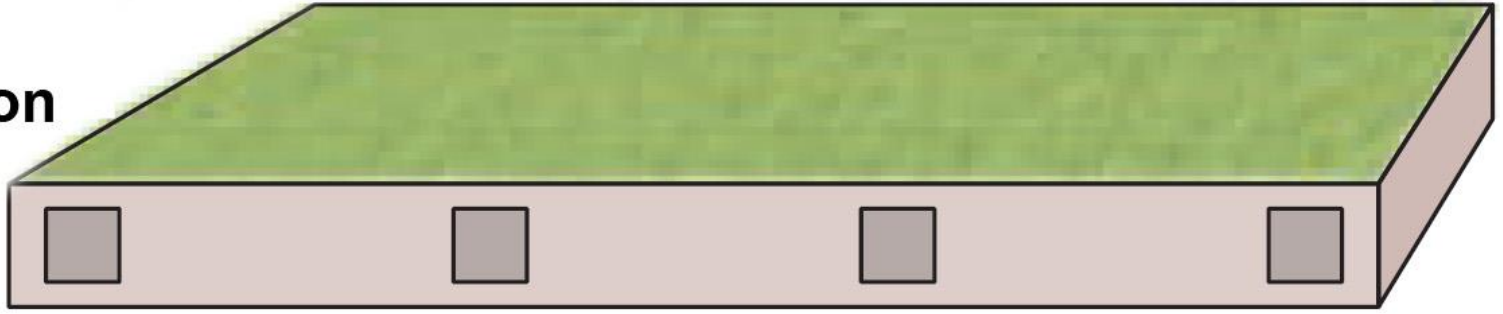
**Katı olmayan (=non-rijid) cisim**

**deformasyonu** sırasında kaya şekil değişimine (=distorsiyon, yamulma) ve hacim değişimine (=dilasyon) uğrar.

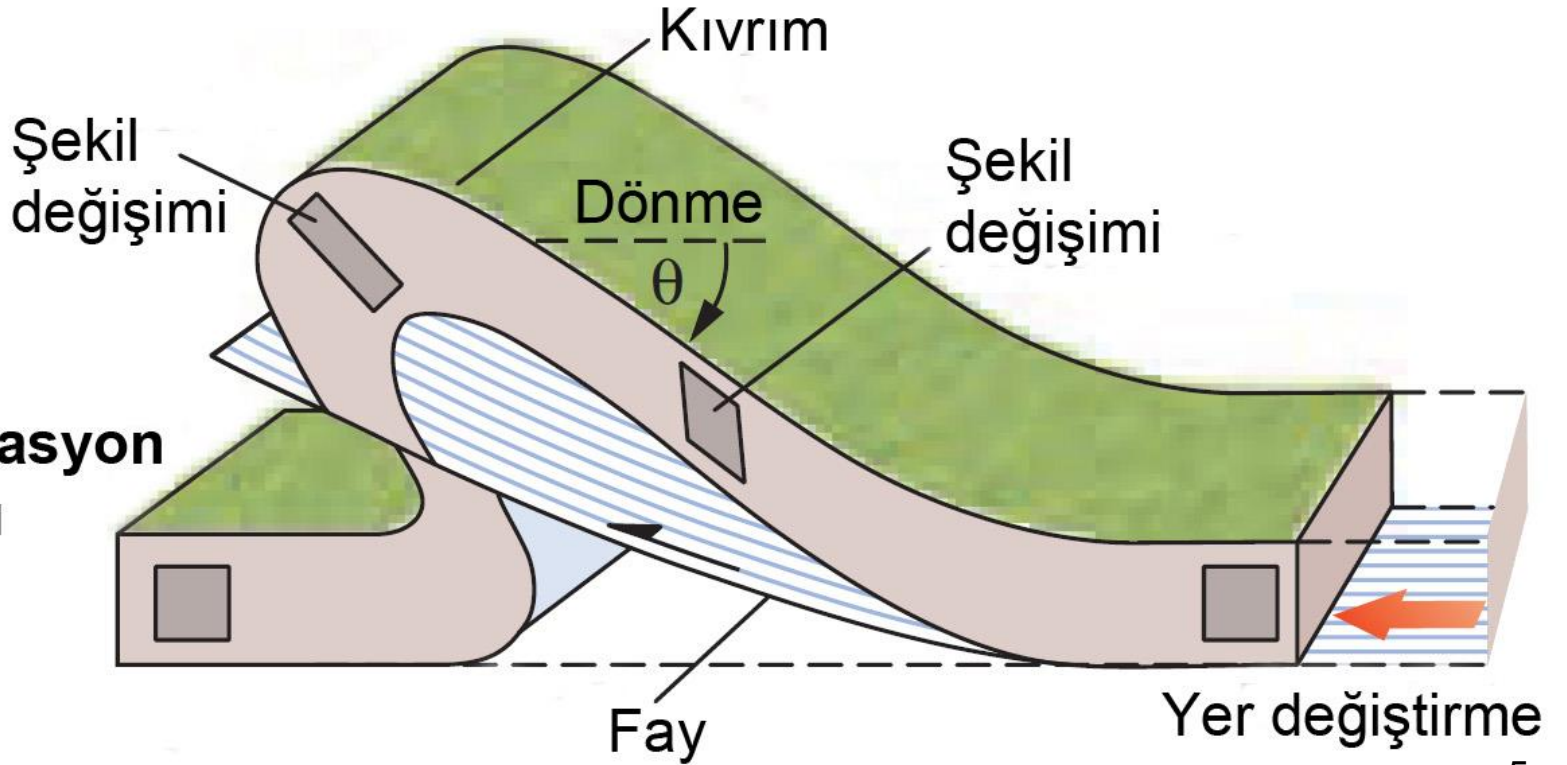
**Katı(=rijid) cisim deformasyonu**

sırasında kayanın ilksel boyutları ve şekli olduğu gibi korunurken kaya ilksel konumundan yer değiştirmeye ve/veya dönmeye maruz kalır.

**Deformasyon  
Öncesi**



**Deformasyon  
Sonrası**





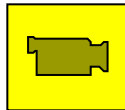
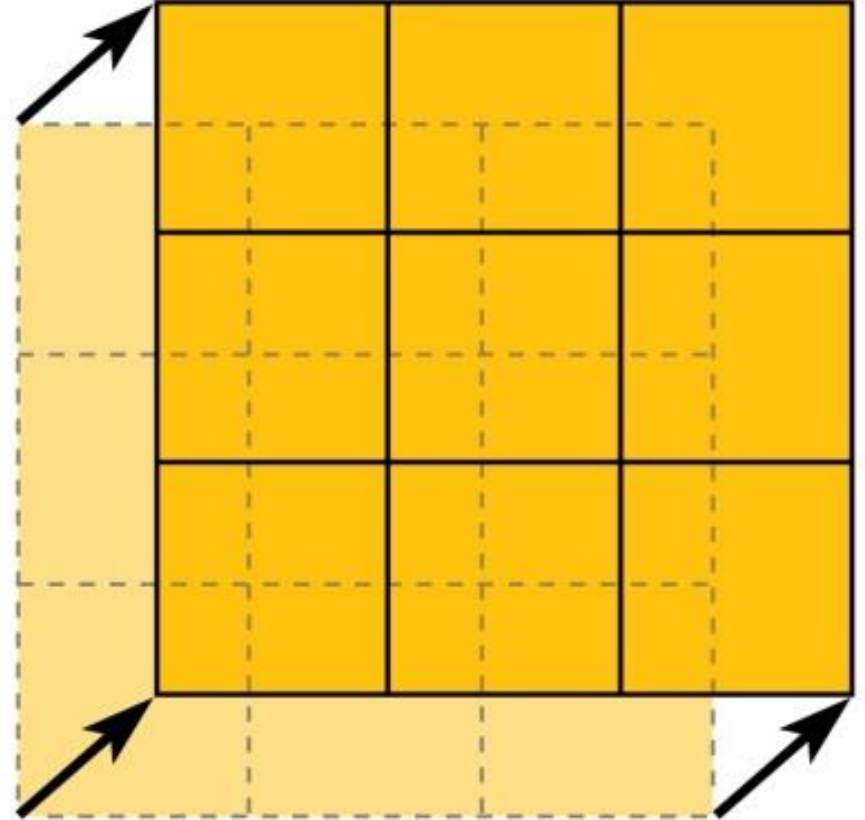
# Katı Kütle Hareketleri

## Yer değiştirme (Translasyon)

Yer değiştirme (Translasyon) hareketi sırasında kayanın bütün noktaları birbirine paralel güzergahlar boyunca ötelenir.

Bir cismin buz üzerinde kayması yer deęiřtirmeye iyi bir örnektir.

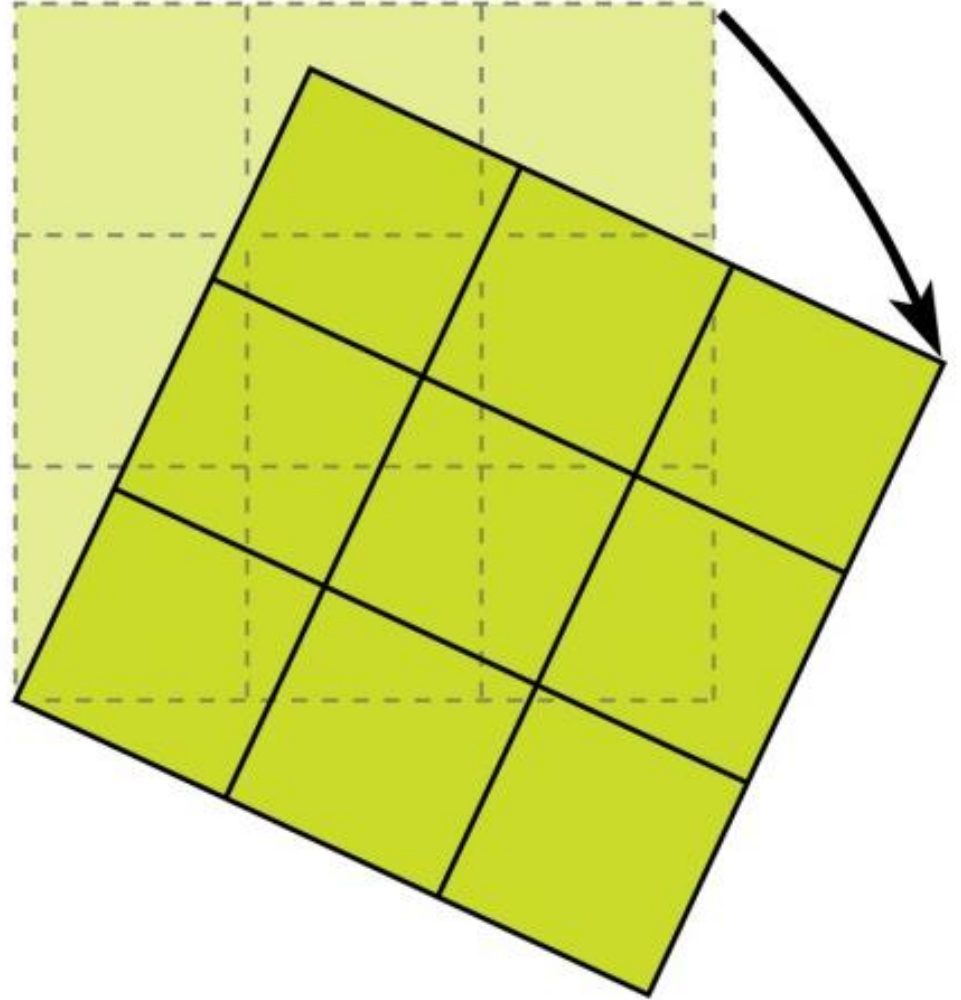
Kaya kütlelerinde fay düzlemleri boyunca gelişen yer değiştirmeler katı kütle hareketine örnektir.



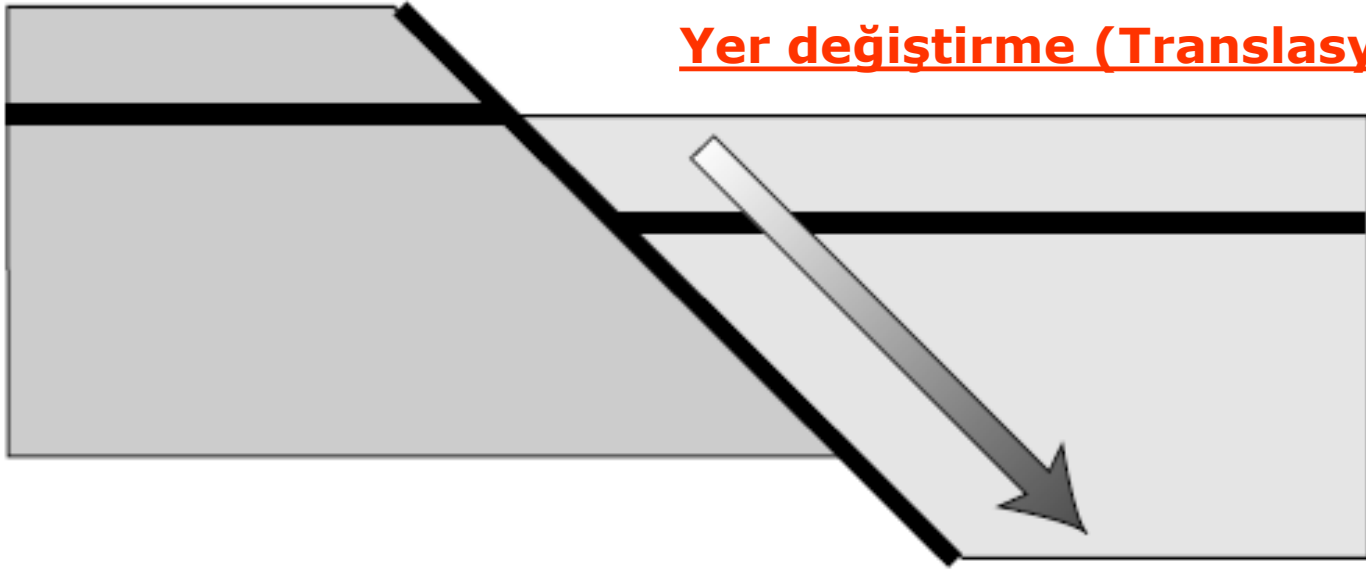
Fault\_Types

## Dönme (Rotasyon)

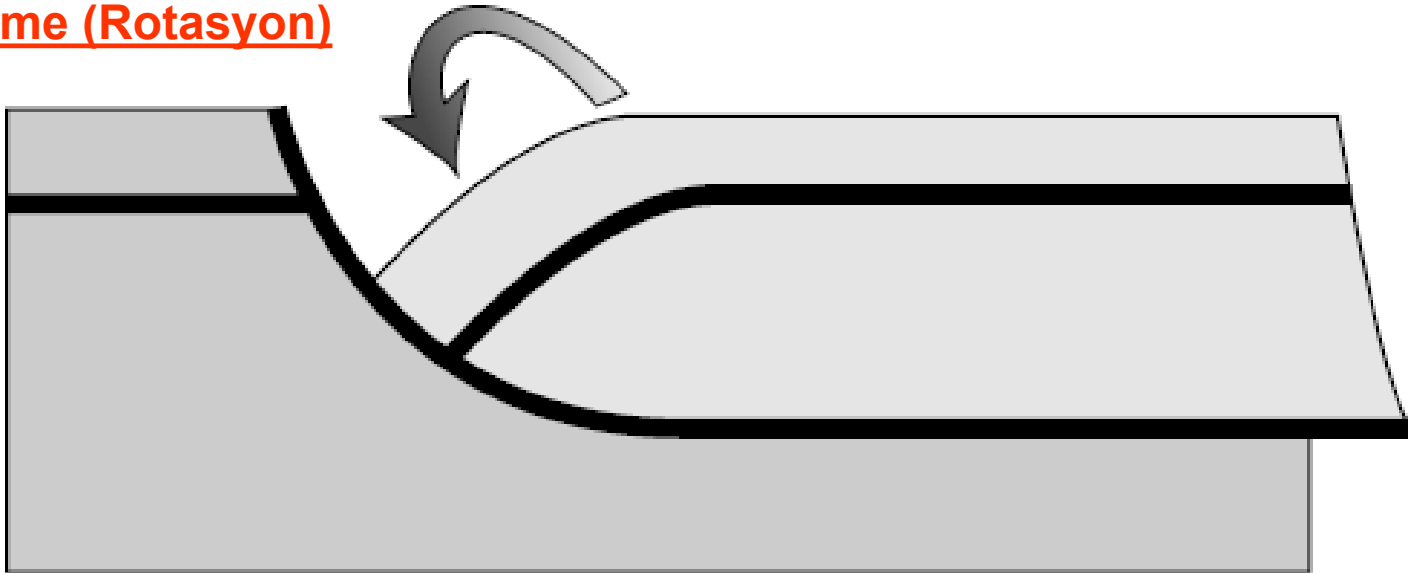
Şayet cisme ait noktaların yerdeğiştirmesi bir ortak eksen etrafında dönme şeklinde ise bu katı kütle hareketi dönme (rotasyon) olarak adlanır.



## Yer değiştirme (Translasyon)



## Dönme (Rotasyon)



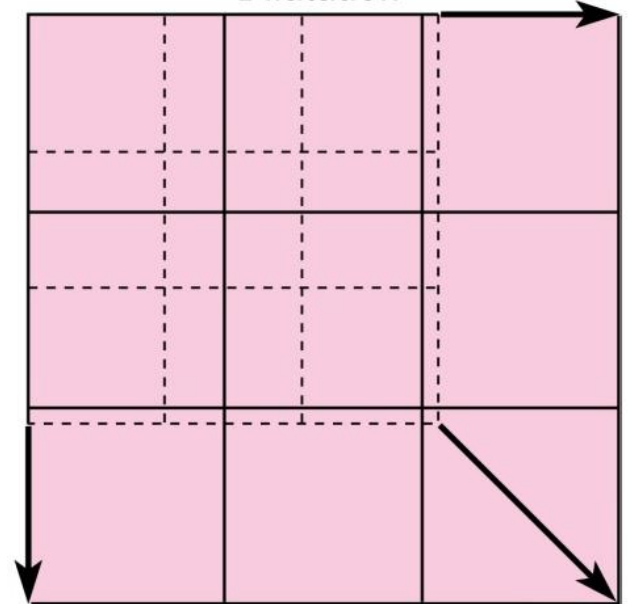
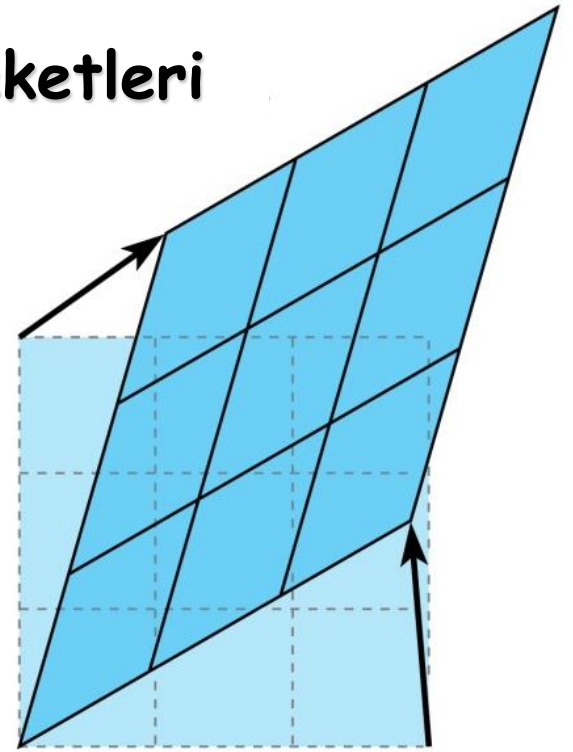


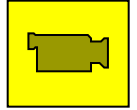
# Katı Olmayan Kütle Hareketleri

## Streyn (Strain)

Dilasyon (hacim değişimi) ve/veya distorsiyon (şekil değişimi) şeklinde gelişen katı olmayan kütle hareketleri **streyn** olarak ifade edilir.

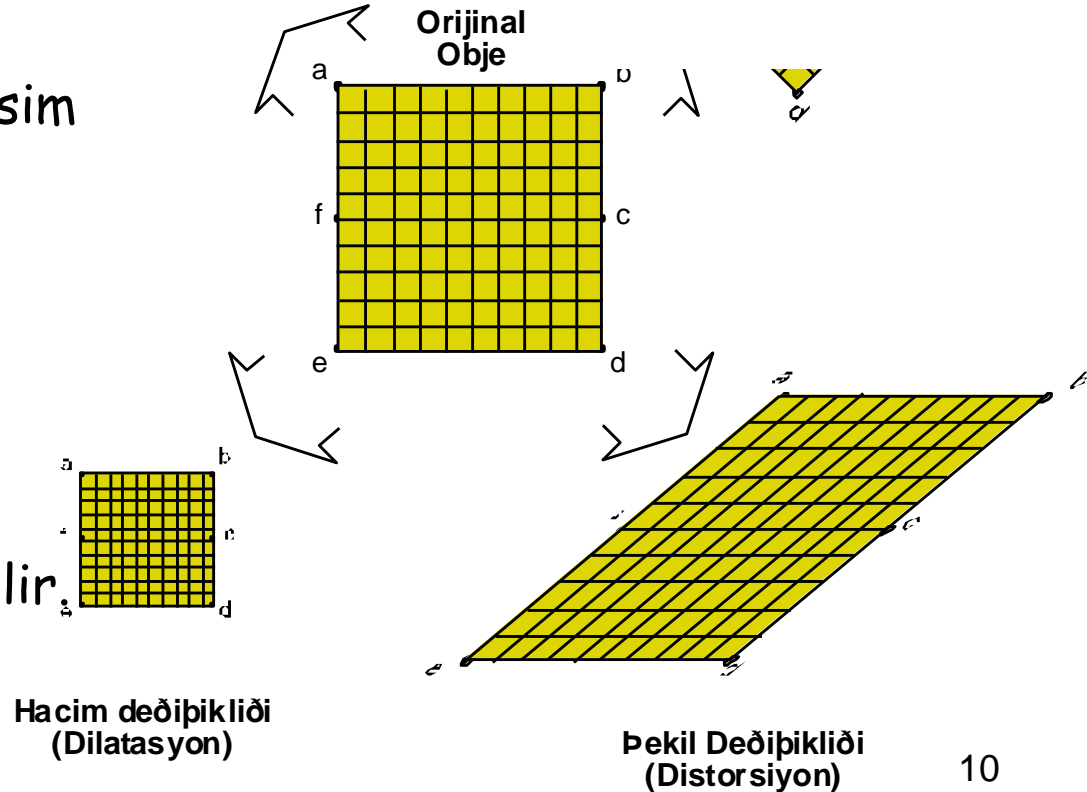
Streynleşmiş bir cismin içerisindeki noktaların ilksel geometrik ilişkileri bozulmuştur. Bu durum gözlenen cismin **dilasyon ve/veya distorsiyona uğradığını belirtir**.





**Dilasyon** sırasında cisim içerisindeki noktalar, aynı ölçüler içerisinde ya birbirinden uzaklaşır ya da birbirine yaklaşır. Böylece noktaları birleştiren çizgiler aynı ölçülerde uzar veya kısalır; fakat cismin şeklinde bir değişiklik olmaz.

**Distorsiyon** sırasında ise cisim içerisindeki noktalar yer değiştirdiklerinden, cismin şekli bütünüyle değişir; bu sırada hacim değişimi gelişebilir veya gelişmeyebilir.





(a)

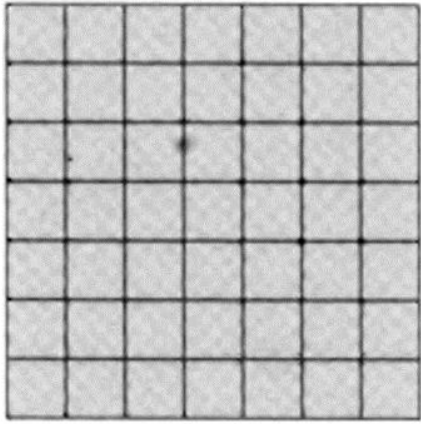


(b)

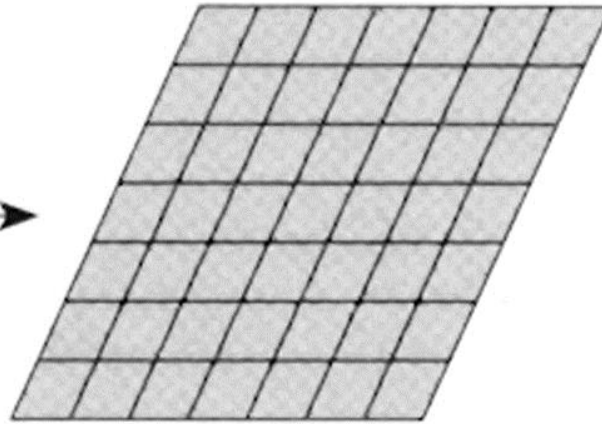






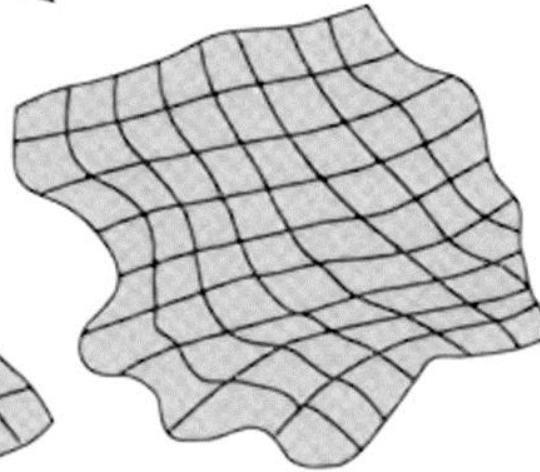
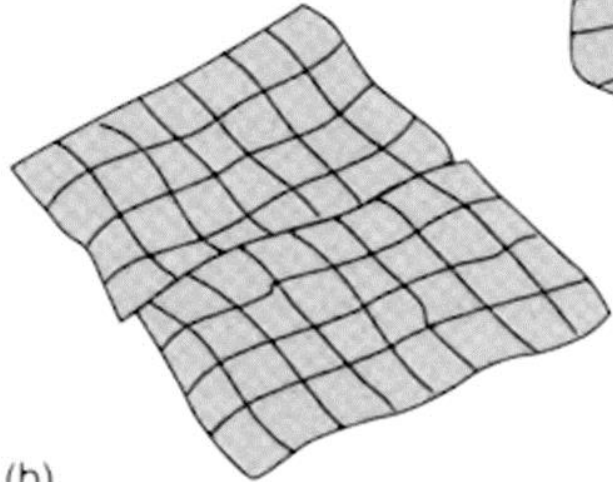


(a)



**Homojen  
streyn**

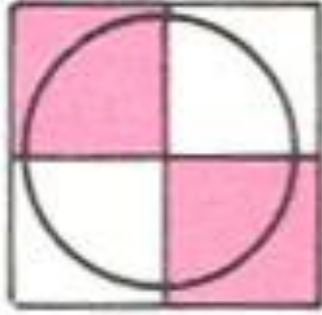
(Streyn, kütlenin her  
tarafında eşit)



**Homojen olmayan  
streyn**

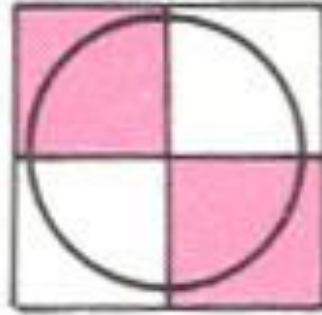
(Streyn, kütlenin her  
tarafında eşit değil)

(b)



### Homojen streyn

Deformasyon öncesi düz ve paralel olan çizgiler deformasyon sonrasında da düz ve paralellliğini korur.



### Homojen olmayan streyn

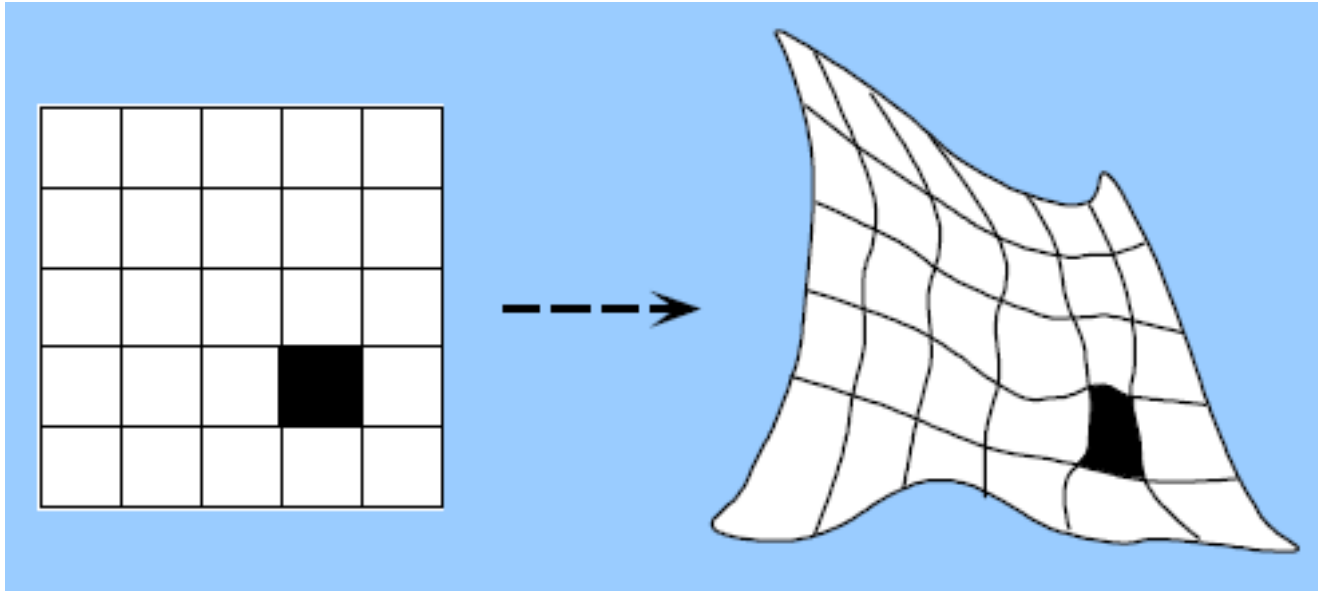
Görüntü çarpıtılmış, çizgiler kırılmış.



## Streyn Miktarı/Ölçümü

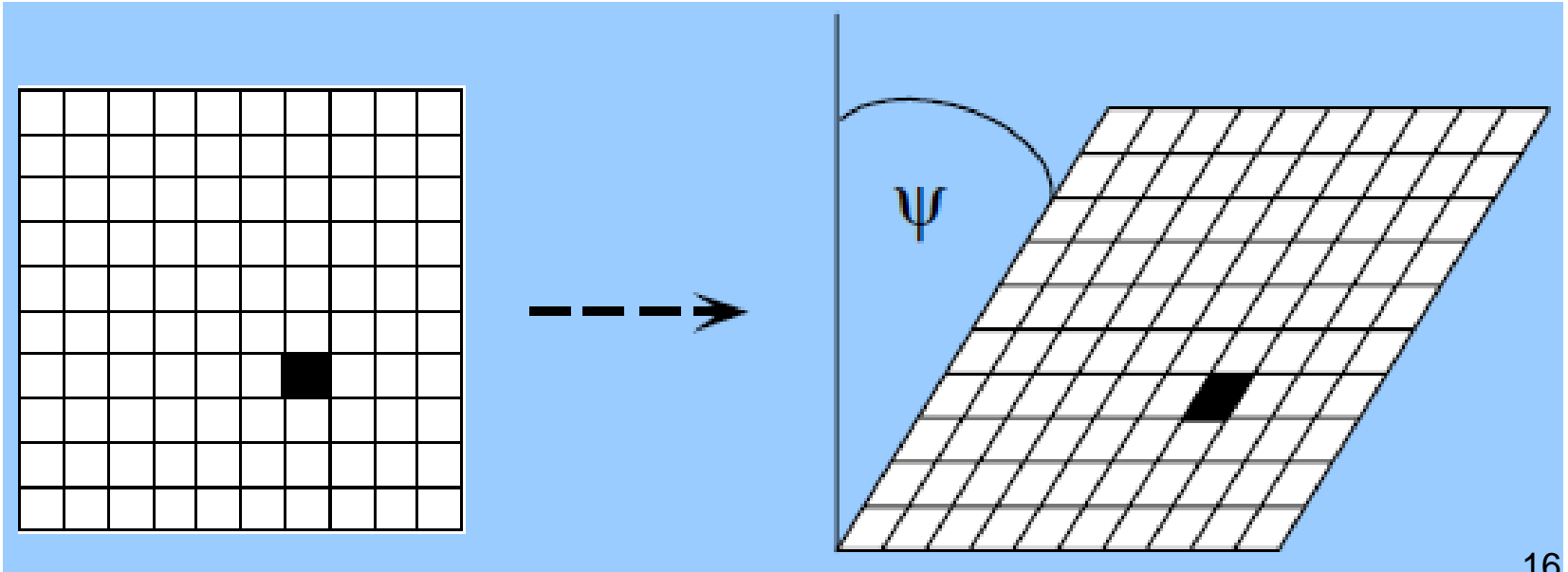
Yapısal jeolojide streyn analizinin önemi **John Ramsay (1967)** tarafından ortaya konulmuş ve buna yönelik uygulanır analiz metodları getirmiştir.

Bu metodlarda streyn analizi homojen streyne uğramış kayalarda uygulanabilmektedir. Homojen olmayan streyne uğramış kayalarda bu metodların uygulanması mümkün olmamaktadır.



Bu analizde homojen streynin iki temel özelliğinden yararlanır:

- (1) Katı olmayan cisim bünyesinde deformasyon öncesinde bulunan düz çizgisel yapılar deformasyon sonrasında da düz çizgi olarak izlenir;
- (2) deformasyon öncesi çizgisellikler, deformasyon sırasında da paralelliğini korur.

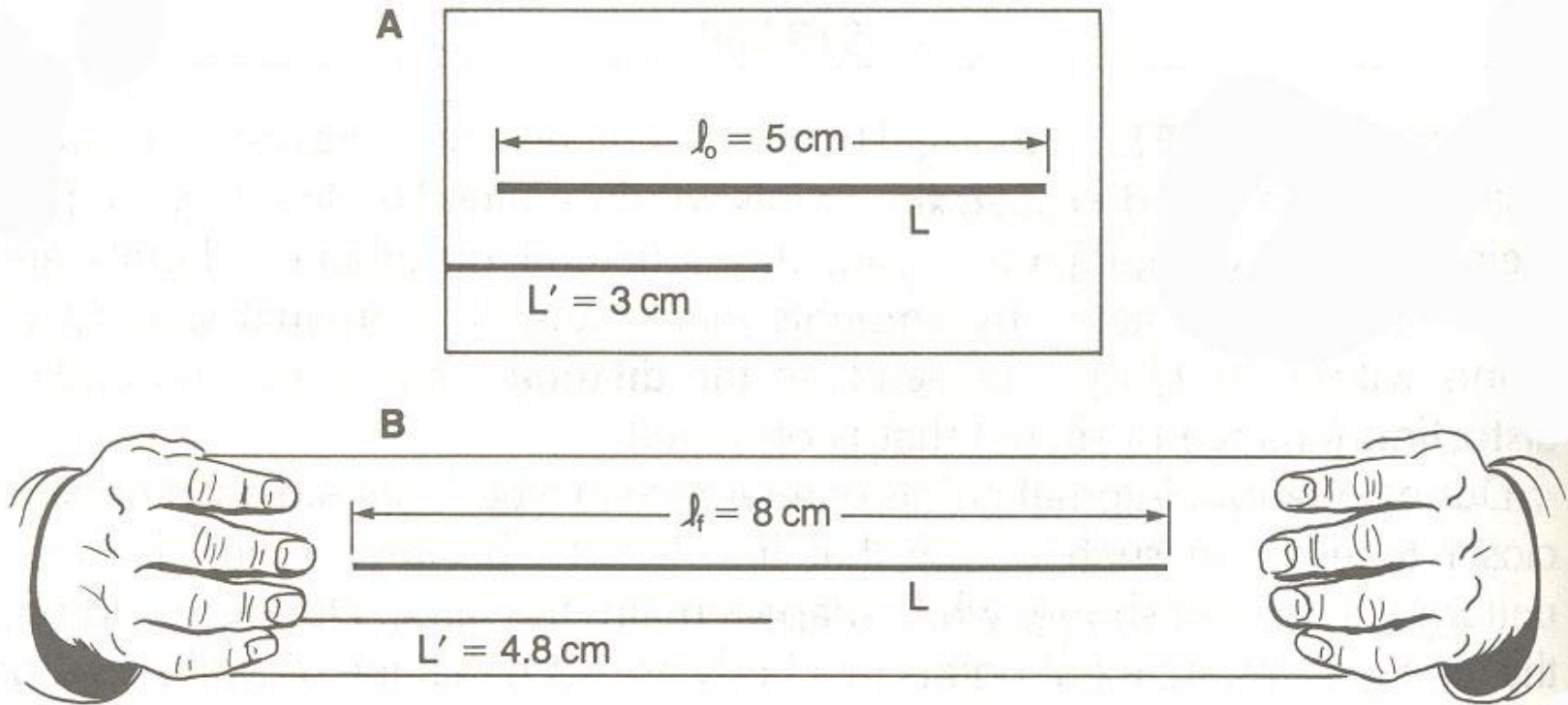


## Tek Boyuttaki Streyn (Çizgisel Streyn)

Bir yöndeki (tek boyuttaki) streyn, yaklaşık düz olan çizgilerdeki uzama ve kısalmadır.

Bu streyn özel terimler ile tanımlanır.

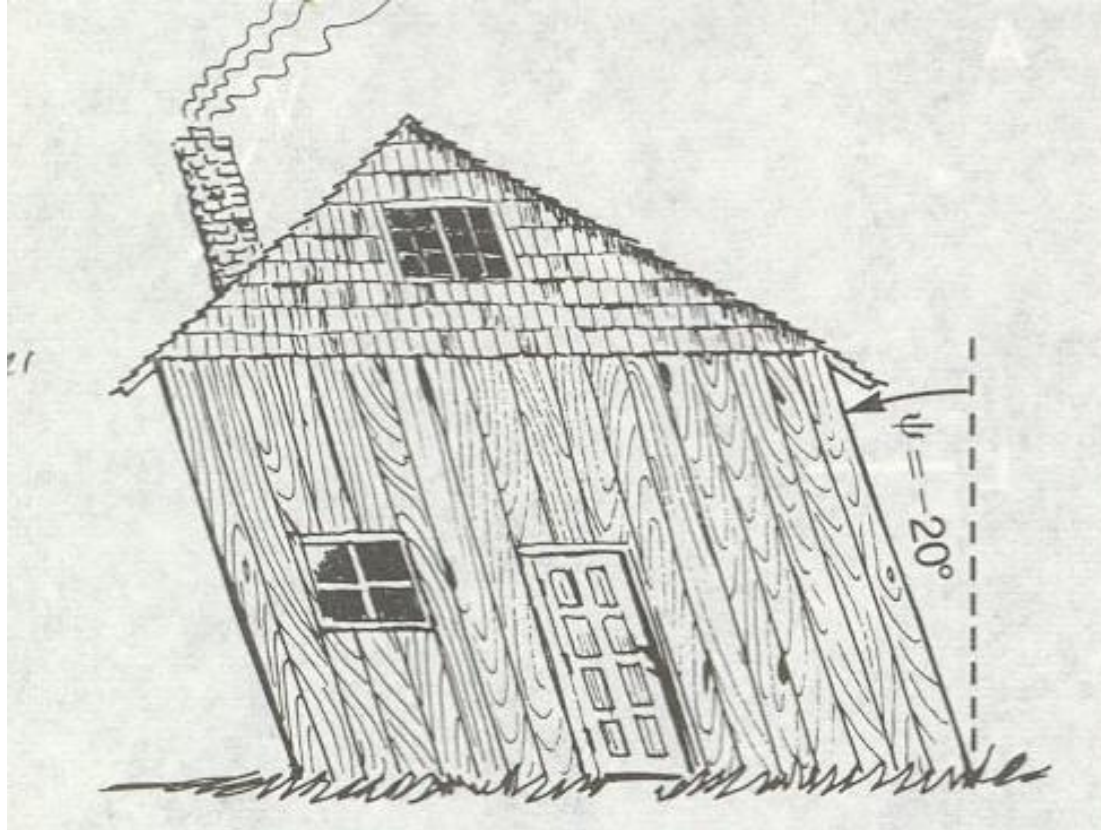
Bunlar **elangasyon ( $e$ )**, **germe ( $S$ )** ve **dörtgen elangasyon ( $\lambda$ )**.



## İki Boyuttaki Streyn (Makaslama Streyn, Açısal Streyn)

**e**, **S** ve  **$\lambda$**  streyn parametreleri cisimin boyutsal değişimini tanımlar; **Açısal değişimleri temsil eden makaslama streyni ile ilgili bilgi vermez.**

İki boyuttaki streyn **açısal makaslama**, **makaslama streyn** ve **streyn elipsi** gibi niceller ile ifade edilir.

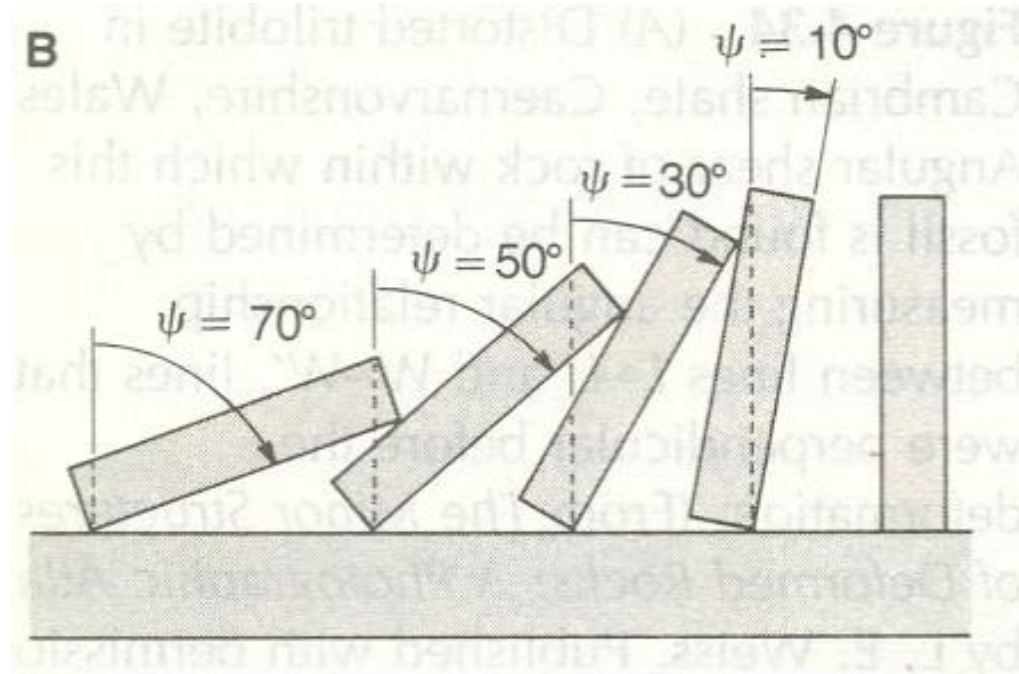


## Açısal makaslama (Angular shear) ( $\Psi$ (psi) parametresi)

ilksel olarak birbirine dik olduğu kabul edilen iki çizginin 90 dereceden hangi ölçüde yatık konumda olduğunu ifade eder.

### *Açısal makaslama*

parametresi tabakalanma veya foliyasyon gibi paralel düzlemler üzerinde makaslama hareketleriyle oluşan açısal ilişkiyi temsil eder.

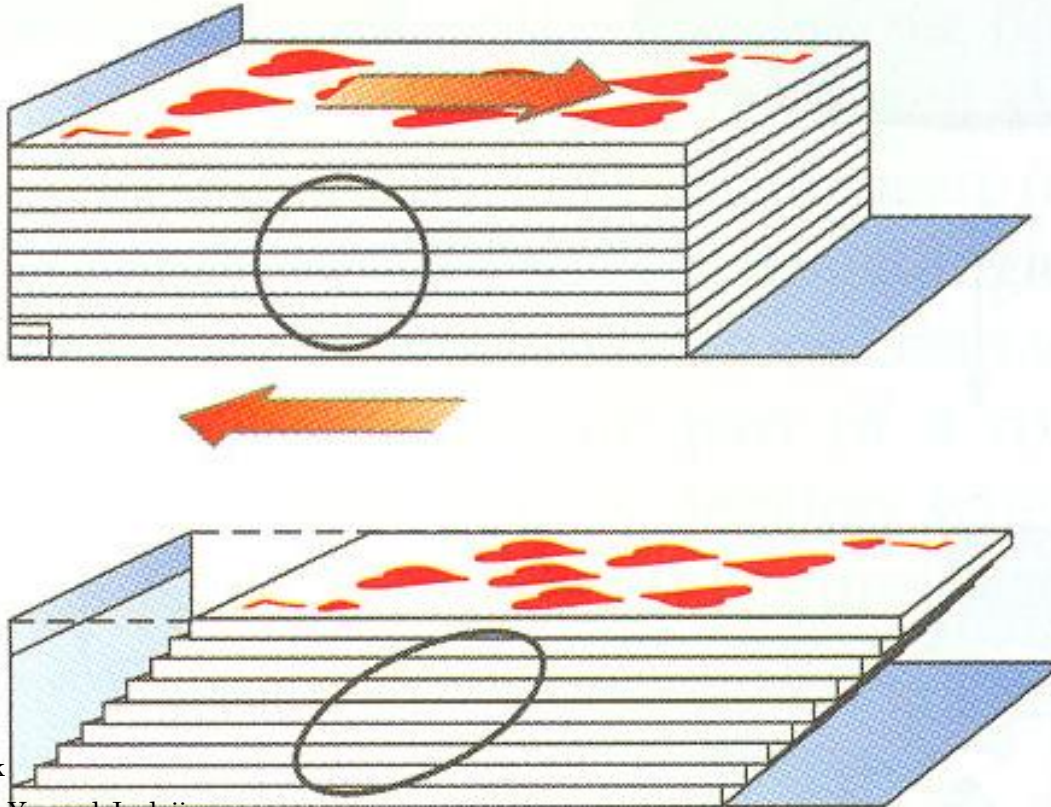




## Streyn Elipsi

Streynin iki boyutta açıklanması bir dairenin homojen şekil değişimi (distorsiyonu) ile yapılır.

Şekilde kartlar üzerine çizilen dairenin homojen deformasyonu sonucu oluşan elips şekli görülmektedir.

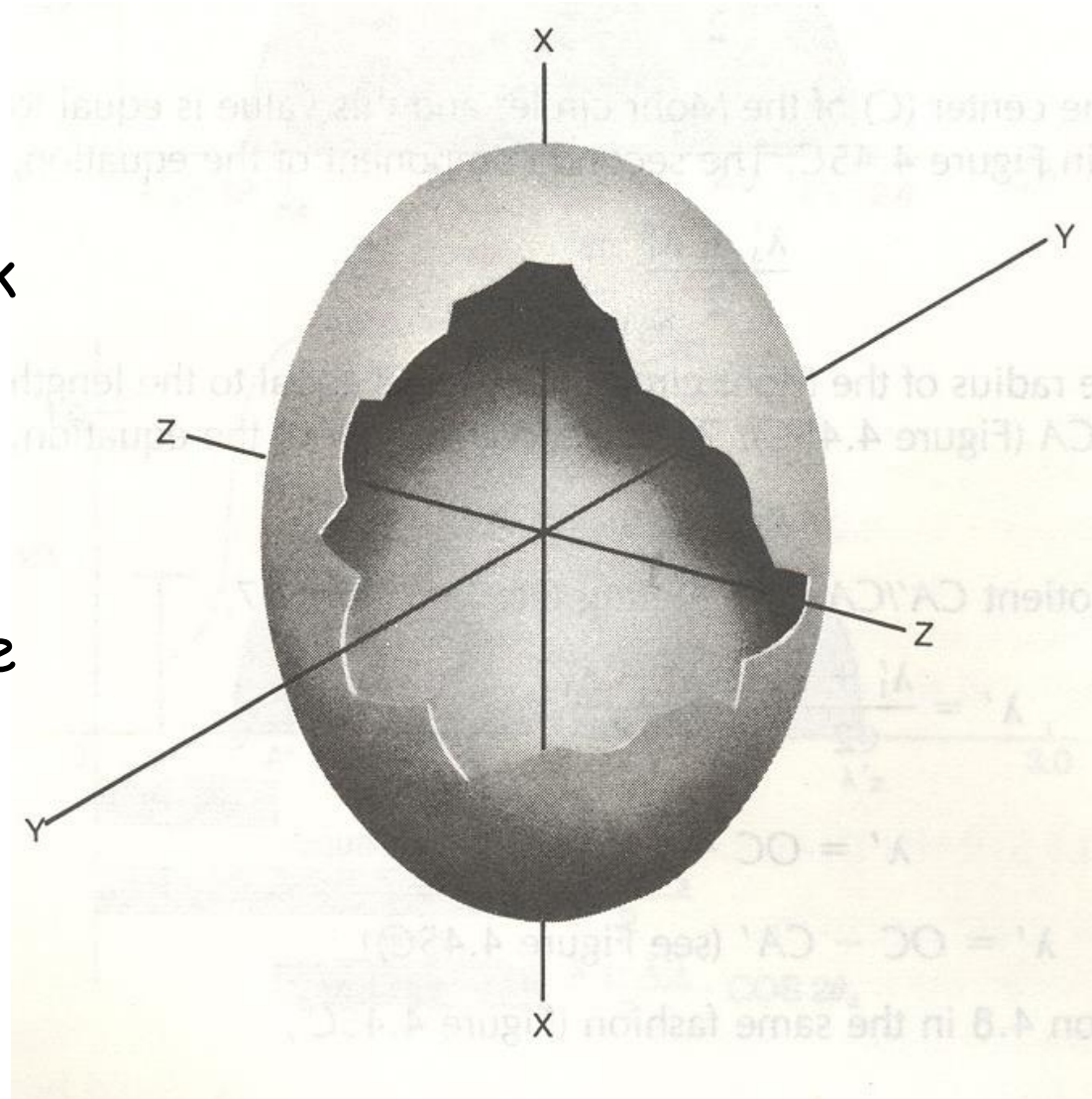


Jeolojide bu elips  
"streyn elipsi"  
olarak adlanır.



Streyn elipsinin üç boyutta gösterimi *streyn elipsoidi* olarak adlandırılır.

Streyn elipsoidi objenin distorsiyon ile üç boyutlu nasıl bir değişime uğrayacağını resmeder.



# Hacim Streyni - Hacim Değişimlerin Hesaplanması

Streynin *hacim değişimsiz* sadece şekil değişimi olarak ele alınması streyn kavramının anlaşılmasını kolaylaştırır.

Ancak streyn sırasında hacim değişimlerinin olmadığı anlamına gelmez.

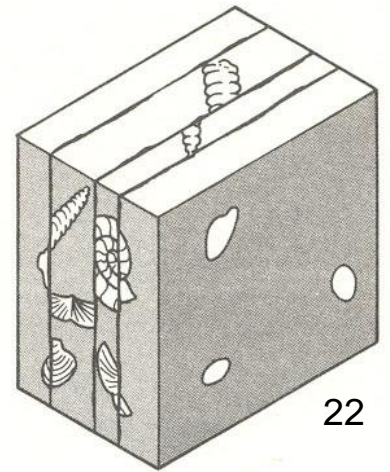
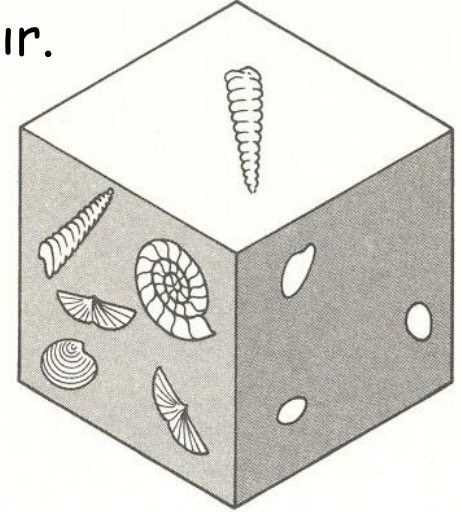
Kayadaki şekil değişimine, hacim değişimi (hacim artışı veya azalması) eşlik edebilir.

Hacim streyn " $\Delta$ "(DELTA) ile sembolize edilir.

Buna göre;

$$\Delta = (V - V_0)/V_0 = \delta V/V_0$$

Hacim faktörünün ( $\Delta$ ) negatif veya pozitif çıkması hacimde azalma veya artmayı temsil eder.



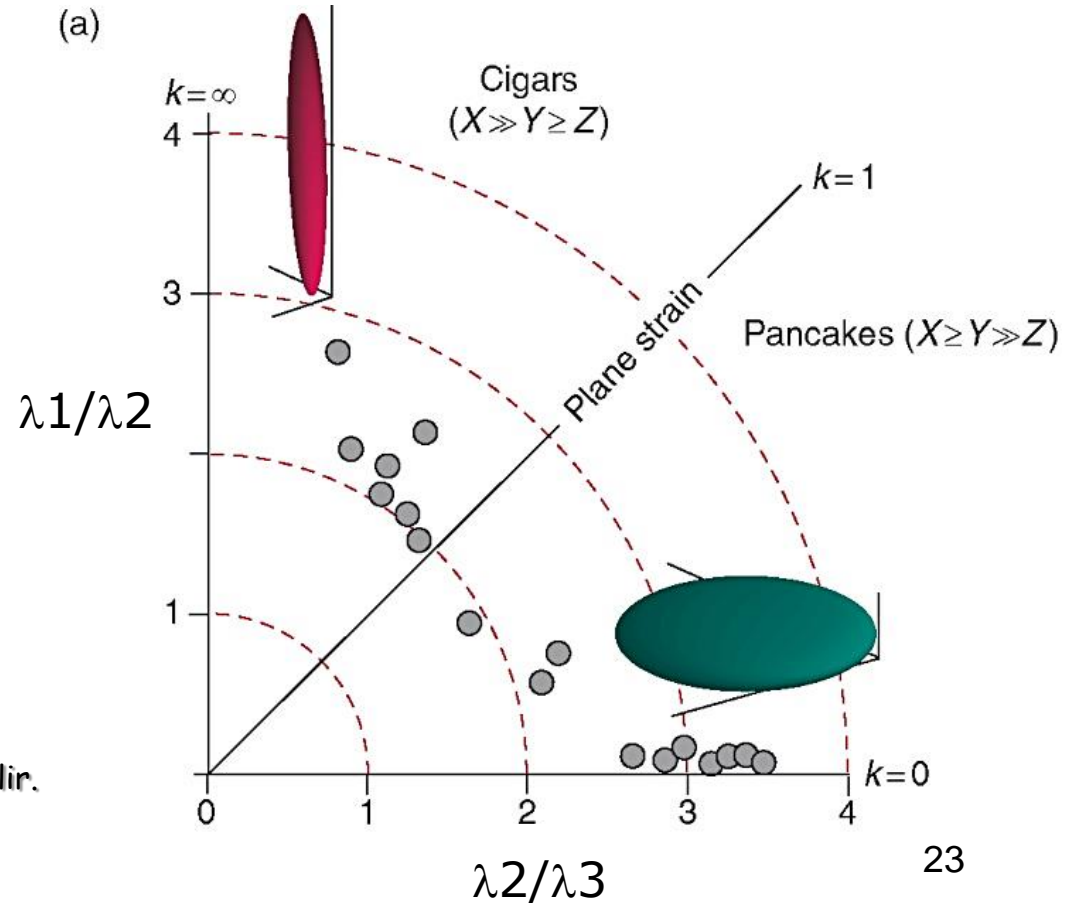
# Flinn Diyagramı

Streyn elipsoidinin boyutları ( $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  ve  $\lambda_3$ ) Flinn diyagramında (Flinn, 1962) gösterilir. Basit bir X-Y grafiği olan diyagram üç-boyutlu streyn olasılıklarını (hacim değişimi ve/veya hacim değişimi olmaksızın) göstermede kullanılır.

Yatay eksen  $\lambda_2/\lambda_3$  oranı ile düşey eksen  $\lambda_1/\lambda_2$  oranı ile temsil olur.

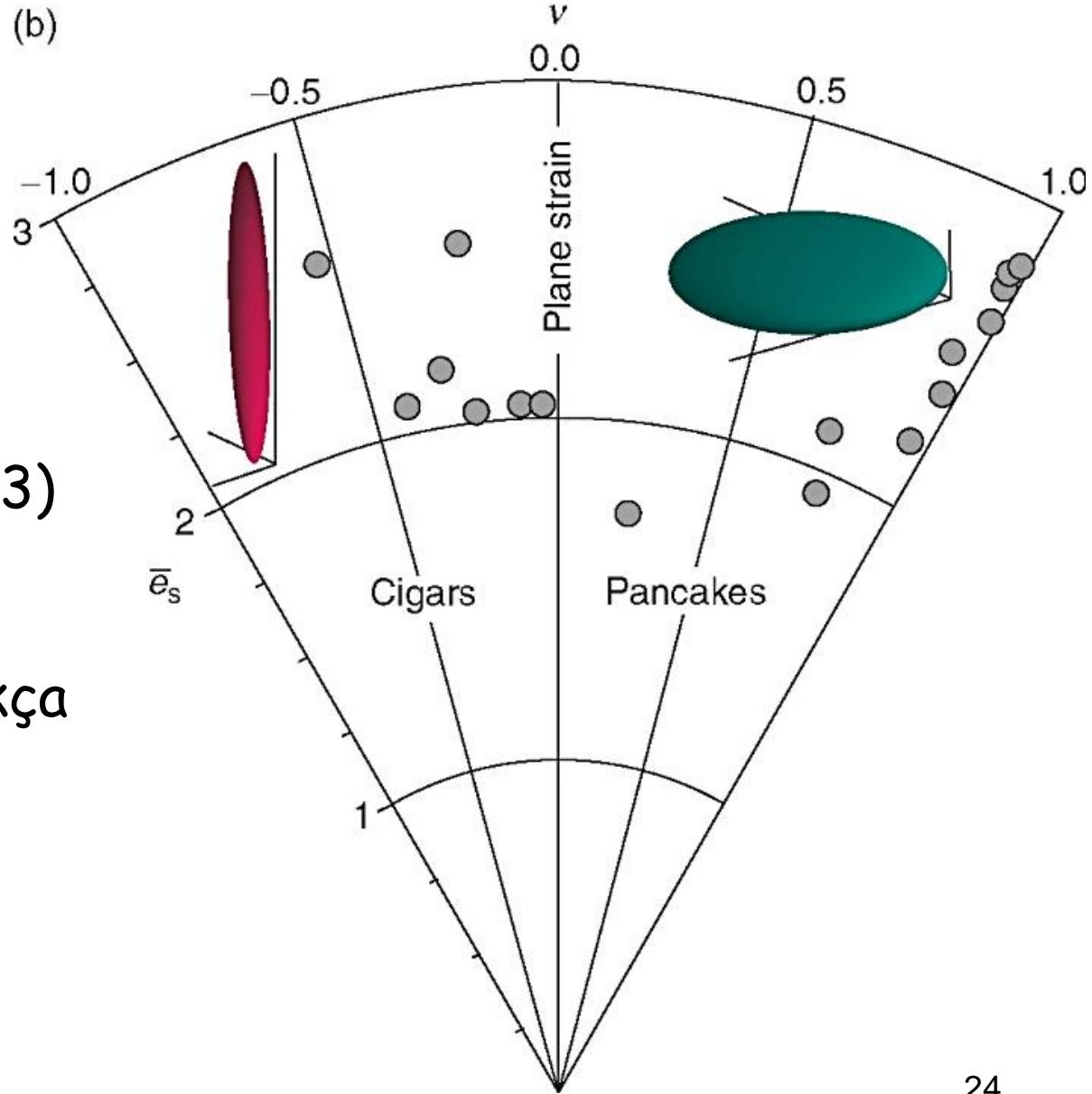
$\lambda_2=\lambda_3$  konumunda ise deformasyon düzlem streyn yani hacim değişimi yoktur.

Eksenlerin ölçüsü çizgisel veya logaritmik olabilir.



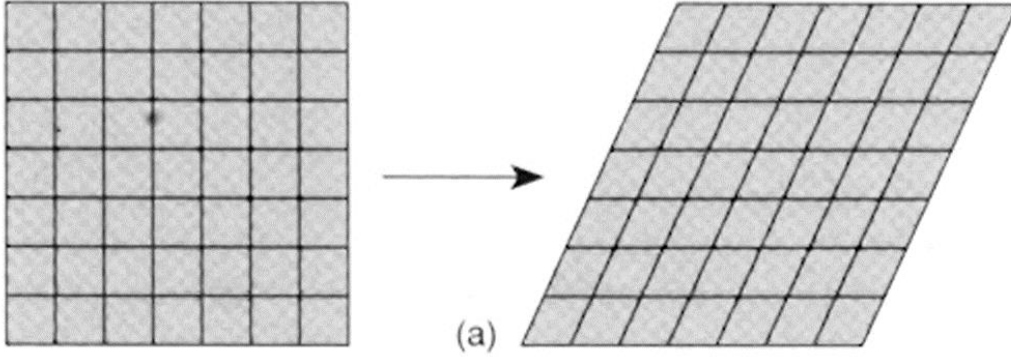
# Hsu Diyagramı

Hsu diyagramında (Hobbs vd. 1976, Ramsay&Huber 1983) streyn derecesi orijinden uzaklaştıkça artar. Eksenler logaritmiktir.

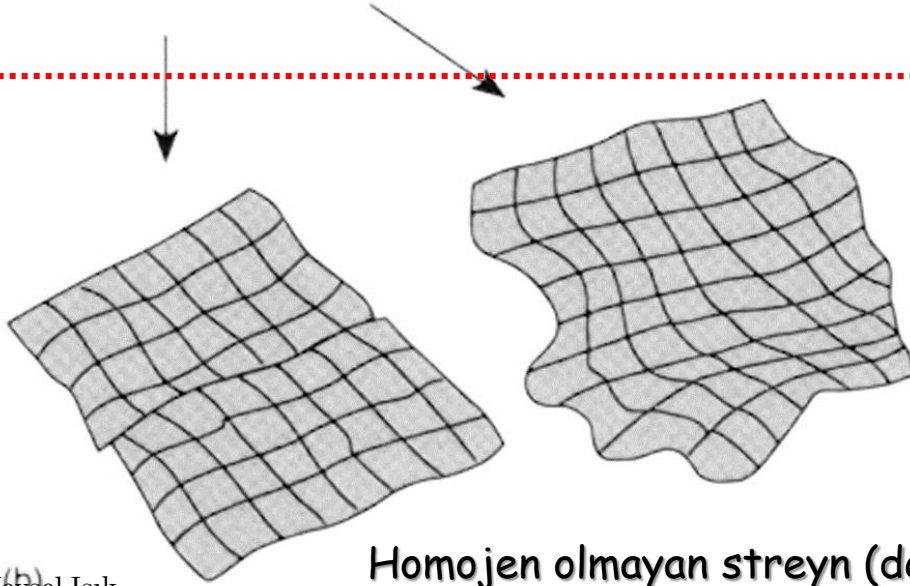


Streyn kavramına hacim değişimleri yanında başka olayların da eklenmeleriyle daha da karmaşık bir durum kazanır.

### Homojen (streyn) deformasyon



Homojen streyn (deformasyon) *saf makaslama* (Pure shear) veya *basit makaslama* (simple shear) olmak üzere iki uç bileşende olabilir.

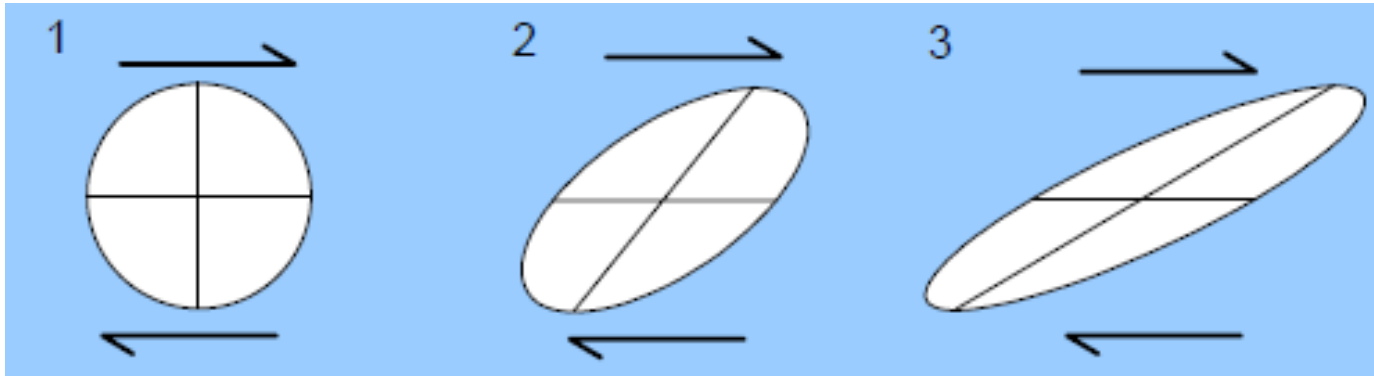


### Homojen olmayan streyn (deformasyon)

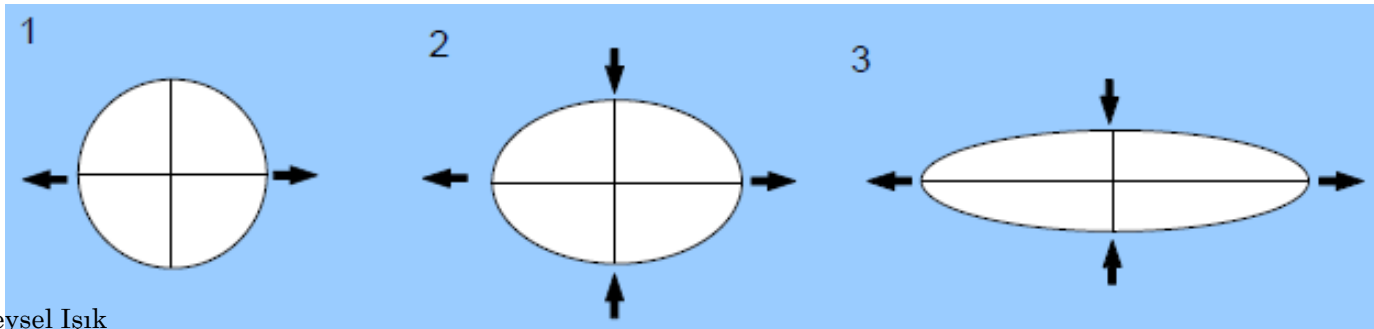


## Rotasyonlu (Basit Makaslama) ve Rotasyonsuz (Saf Makaslama) Streyn

Streyn elipsinin ana eksenlerinin yönelimi, streynin ana eksenleri ile uyumlu değil ise, bu deformasyona rotasyonlu streyn (basit makaslama), eğer her ikisi de uyumlu ise rotasyonsuz streyn (saf makaslama) denir.



**Basit Makaslama**



**Saf Makaslama**



# Deformasyon Tarihçesi

Arazide bizim çalıştığımız deformasyonun en son ürünüdür.

Bu bakımdan deformasyon tarihçesi önemlidir. Yani deformasyon öncesinden deformasyonun son safhasına kadar, deformasyonun nasıl gelişim gösterdiğinin ortaya konulması gerekir.

İlerleyen streyn deformasyon sırasında o andaki streyn ile karakterize olan *en küçük (infinitesimal)* veya *anlık (instantaneous)* streyn parametreleri ile tanımlanır.

- \* *En küçük (infinitesimal)* germe (stretching) eksenleri
- \* Hız alanı
- \* Akış
- \* Dönme
- \* Durağanlık durumu/Durağan-olmama durumu deformasyonu

