

## Karstlaşma: Jipsli Alanların Mekansal Planlama Açısından Değerlendirilmesi ve Karşılaşılan Sorunlar

Prof. Dr. Mehmet EKMEKÇİ  
Hacettepe Üniversitesi  
Uluslararası Karst Su Kaynakları Araştırma Merkezi  
ekmekci@hacettepe.edu.tr

## KARST : Neden Sorundur ?

### Jeomorfoloji

- Sıradışı (!) yapılar
- Sıradışı (!) süreçler
- Mağara
- Çöküntüler
- Geçmişin kayıtları

Tanımlama/ Sınıflama  
güçlüğü

### Hidrojeoloji

- Kayalık-kuru alanlar
- Batan akarsular
- Büyük debili kaynaklar
- Yüksek Değişkenlik
- Yerel akım
- Türbülanslı akım

Kestirim Güçlüğü

### Mühendislik

- Duraysızlık
- Su tutma/sızdırma

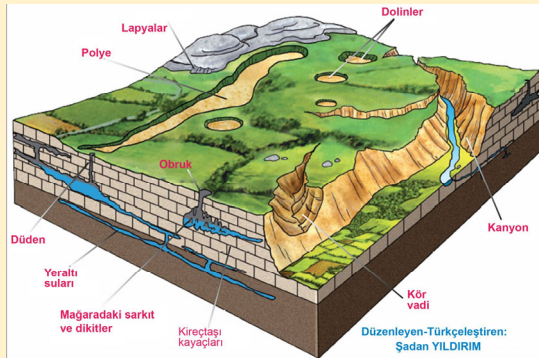
Mühendislik Yapı  
Tasarım Güçlüğü

## KARST

Morfoloji ? Hidroloji ?

Sıradışı Morfoloji }  
Sıradışı Hidroloji } **Morfo-Hidroloji**

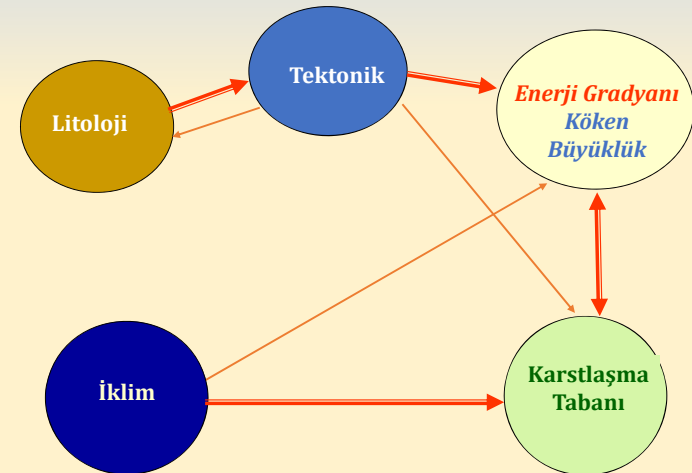
- Kapalı Havza/Çöküntüler
- Hızlı/Doğrudan Yüzeysuyu-Yeraltısuyu Etkileşimi
- YüzeY-YüzeYaltı Eş Zamanlı Morfolojik Gelişme
- Yerel Dolayımı Kanal Akımı



## Karstlaşma....

Kendine özgü/Sıradışı morfo-hidrolojik yapıların gelişmesi

### KARSTLAŞMAYI DENETLEYEN FAKTÖRLER



### Litholoji

Mineral bileşimi... saflık?

### Litostratigrafi

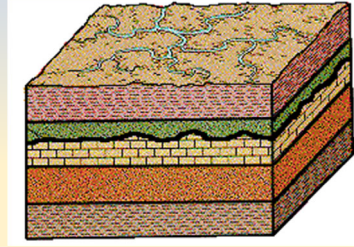
İstiflenme... kalınlık ve ardalanma  
Uyuumsuzluk.. Aşınma fasiesi

### Tektonik

İkincil (Kırık-Çatlak) Geçirgenlik/Heterojenlik

### Bölgesel Tektonik

Epirojenik (kıtasal)  
Düşey hareketler  
Levha tektoniği



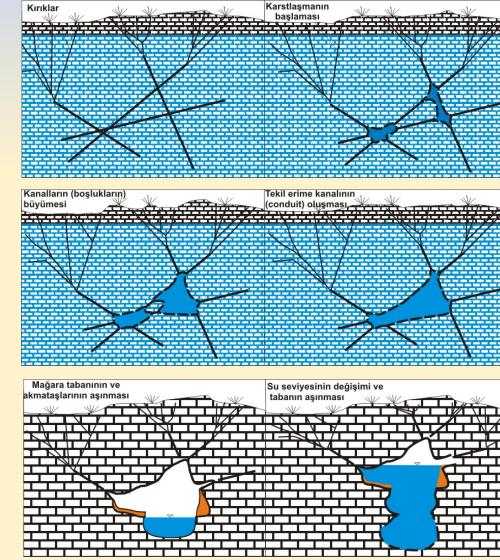
### Karstlaşma tabanı.....

- Dönemin deniz seviyesi
- Karstlaşmayan litolojik birim
- İçsular.... Akarsu, göl
- Karstlaşabilir kayaç bünyesinde görece düşük geçirimli seviyeler

Erozyon/Karstlaşma tabanı → **Enerji gradyanı**

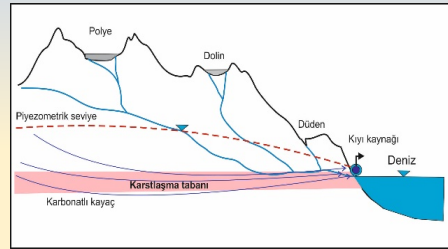
**Karstlaşmayı denetleyen motor kuvvet**

## KARSTLAŞMA GELİŞİMİ/HETEROJENLİK



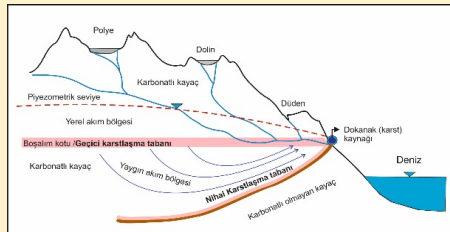
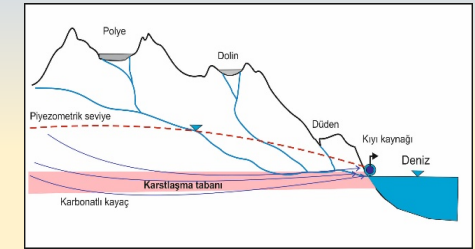
## KARSTLAŞMA GELİŞİMİ VE KARSTLAŞMA TABANI

**Tek evreli karstlaşma durumunda sürekli seri**

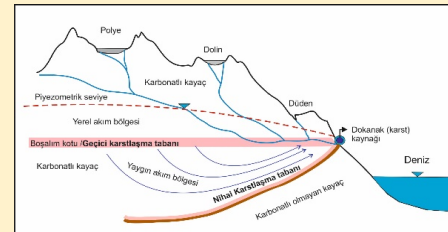


## KARSTLAŞMA GELİŞİMİ VE KARSTLAŞMA TABANI

**Tek evreli karstlaşma durumunda sürekli seri**

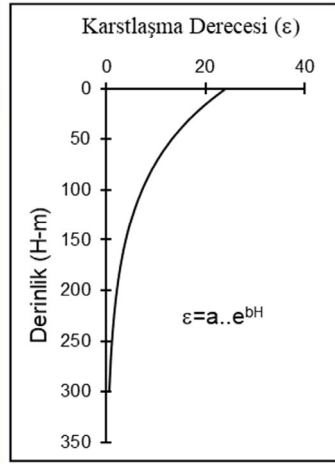


**Tek evreli karstlaşma karbonatlı olmayan birim dokanağı**

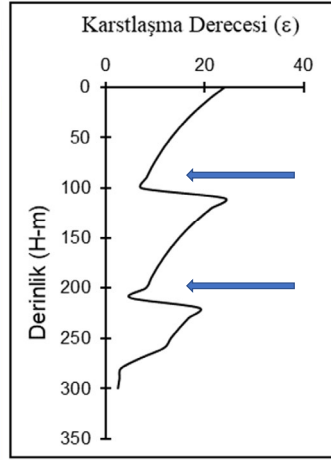


**Tek evreli karstlaşma karbonatlı olmayan birim dokanağı**

### Tek evreli



### Çok evreli



## TÜRKİYE KARSTINI OLUŞTURAN LİTOLOJİK BİRİMLER

**Karbonatlı Kayaçlar:** Metamorfik >> Paleozoyik  
Rekristalize >> Mesozoyik  
Silis katkılı kırıntılı >> Paleojen-Neojen

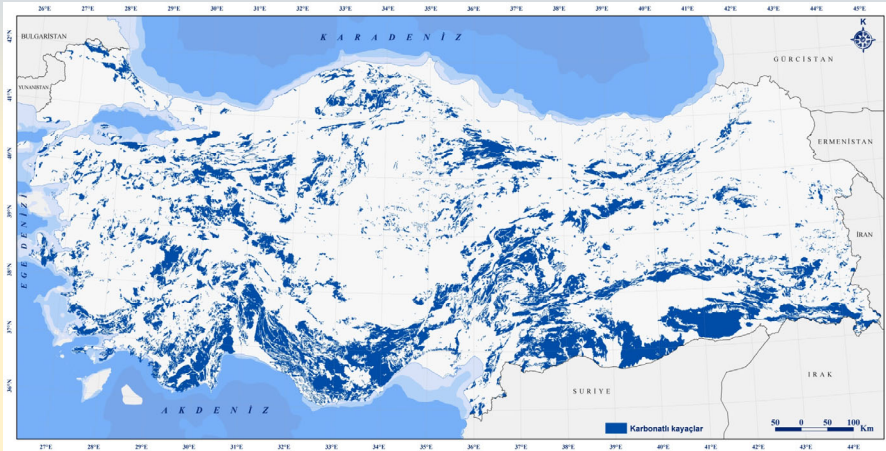
**Evaporitler:**  
Genellikle Oligosen-Miyosen Kil-Killi Birimler içinde

**Konglomera:**  
Çakılları ve çimentosu karbonatlı >> Miyosen-Pliyosen

Türkiye\_ Alan: 780 500 sq.km

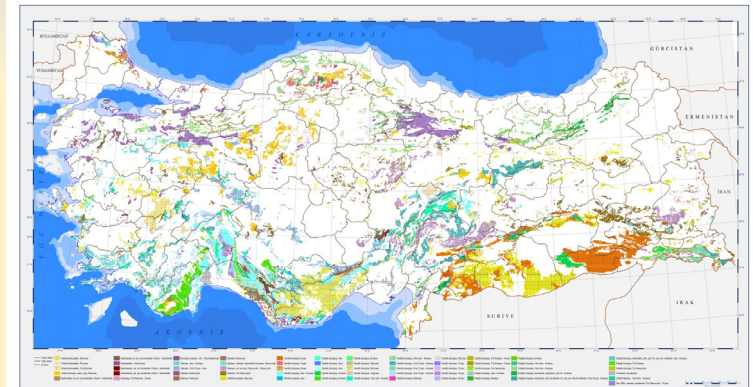
Karbonatlı Kayaçlar:  
Toplam: Yüzey alanının % 30'u

## KARSTLAŞMAYA DUYARLI KAYAÇLAR



Toplam Yüzölçümünün % 40'ı

## Türkiye'de Karstlaşabilir Kayaçların Yaşlara Göre Dağılımı





## KARSTLAŞMA GÖSTERGELERİ

Dolin-Kokurdan

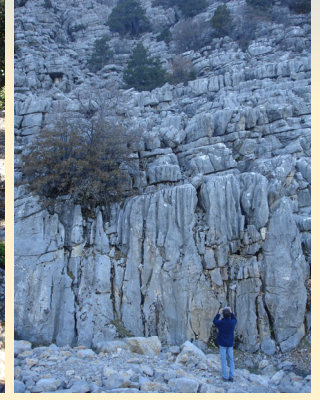


Taş Ormanı



## KARSTLAŞMA GÖSTERGELERİ

Karen



Polye



Düden



Kaynak



## KARSTLAŞMA GÖSTERGELERİ

Mağaralar

Çözünme boşluğu



Freatik Tüp



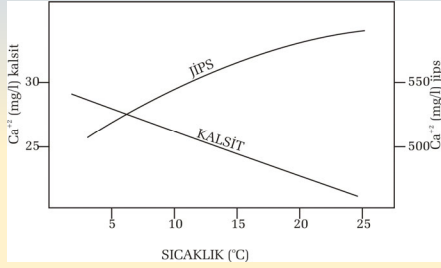
Yeraltı Nehri





## JİPS KARSTI

### Çözünürlük



Kalsit: Kimyasal çözünme

Jips/Anhidrit: Fiziksel Çözünme

Kalsit çözünürlüğü sıcaklıkla ters orantılı

Jips/Anhidrit çözünürlüğü sıcaklıkla artar

Çözünürlük Sabiti jips için  $pK=4.62$

Kalsit için  $pK=8.43$

### Litolojik Oluşum



Jips/anhidrit genellikle killi birimler arasında arakatmanlar şeklinde oluşur

Karbonatlı kayaçlar kalın istifler oluşturur

## JİPS KARSTI

### Morfoloji

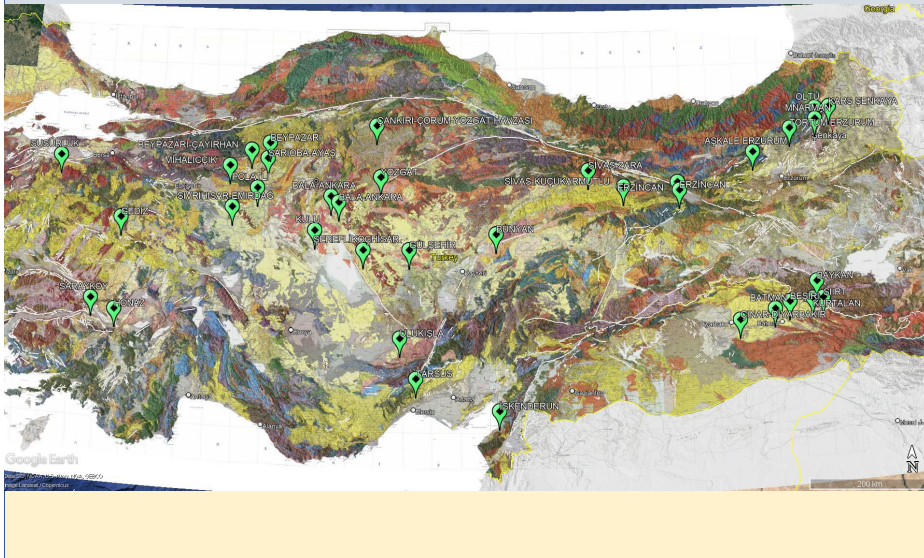


Plastik davranış gösteren jipslerde çözünme sonucu gelişen boşluklar daha kısa ömürlü olur. Litostatik yük altında zamanla kapanır

Killi birimler içinde geliştiklerinden karstlaşma sığdır. Çözücü suyun derinlere sızmasını engelleyecek şekilde boşluklar tıkanır

Bunun sonucunda yayvan ve sığ morfolojik yapılar hakimdir

## TÜRKİYE'DE EVAPORİT DAĞILIMI VE POTANSİYEL JİPS KARSTI ALANLARI



## JİPS KARSTI





## JİPS KARSTI

### Duraysızlık Sorunları Çökme/Göçme Yapıları



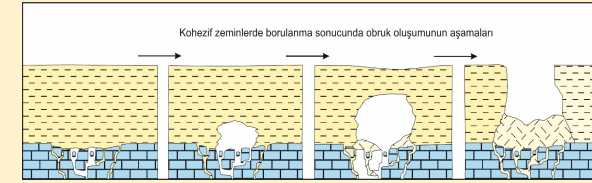
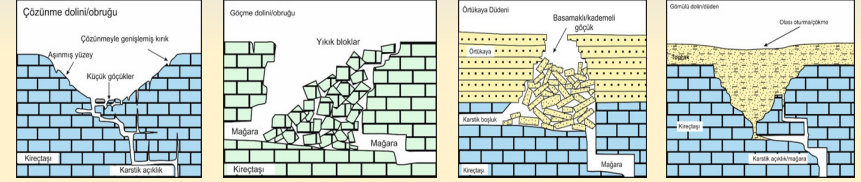
Karbonatlı kayalarda görülen karstik boşluk/mağara tavanı çökmeleri nadirdir.

Ancak kil gibi ince taneli malzemelerin arasında bulunan jips/anhidrit minerallerinin hızlı çözünmesi sonucunda oluşan boşluklar duraysızlığa neden olur.

Bu tür alanlardaki yapılarda diferansiyel oturmalara/çökmeler gözlenir.

## JİPS KARSTI

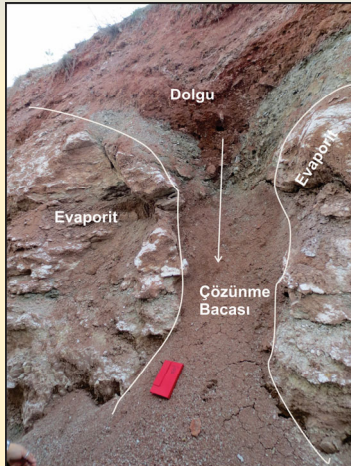
- Yeraltı karst boşluğunun çökmesi ile oluşan obruklar uzun sürede gelişir.
- Karbonatlı kayalarda obruk oluşumu daha çok örtü katmanda gelişir.
- Mağara/boşluk derinliği (tavan kemer kalınlığı) ile boşluk genişliği belirleyicidir.
- Karst boşluğu derinleştikçe, göçme olasılığı düşer.



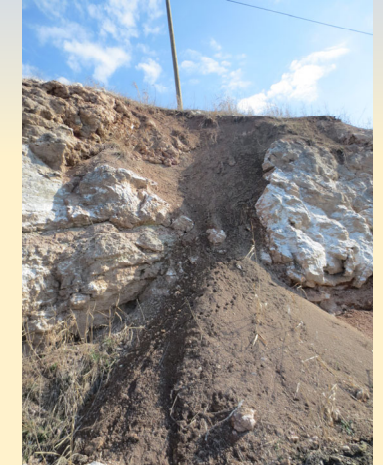
Waltham vd, 2005'ten

## JİPS KARSTI

- Jips ve anhidrit genellikle likki birimler içinde ara katmanlar veya dağınık taneler şeklinde bulduklarından, çözümleri sonucunda oluşan boşluk killi malzeme ile kısa sürede dolar. Bu nedenle, boşluk göçmesi ile obruk oluşumu nadirdir.



## JİPS KARSTI





## RISK OLUŞTURAN ÇÖKMELERE NEDEN OLAN FAALİYETLER

### Su Girişinde Artış

- Alandan veya yapıdan kontrolsüz yüzeysel akış
- Kaplamasız drenaj kanalları
- Kırık boru hattı
- Kuru/kullanılmayan sığ kuyu
- Tecritsiz kuyu
- Tarımsal sulama
- Rezervuarda veya taşkın önleme yapılarında su tutma

### Su Tablası Düşümüne Bağlı Beslenme Artışı

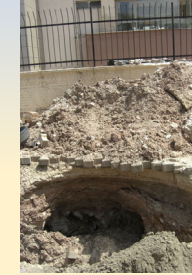
- Aşırı yeraltı suyu pompajı
- Pompaj testi
- Kazı alanlarında susuzlaştırma
- Maden alanlarında susuzlaştırma

### Alanın Fiziksel Yapısında Bzulmalar

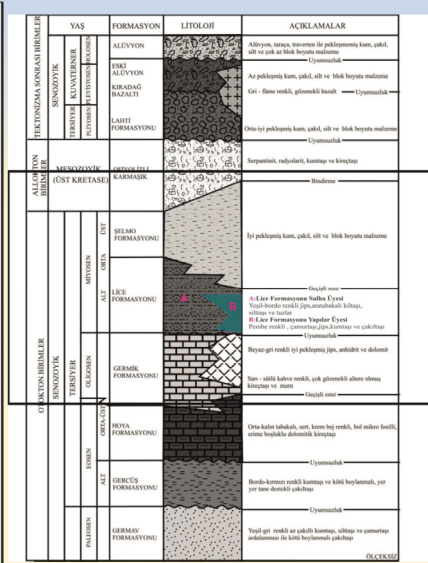
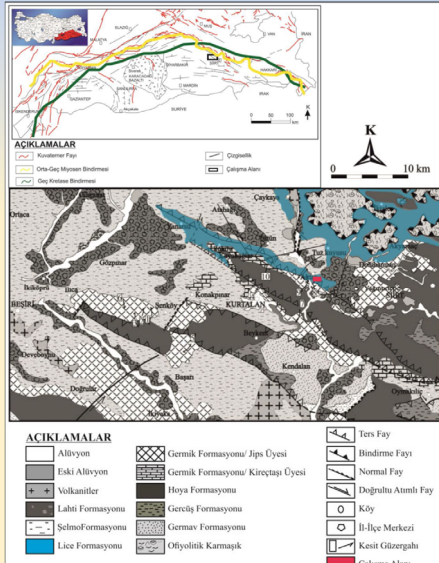
- Toprak örtüsünü inceleyecek şekilde sıyırma
- Bitki örtüsünü traşlama
- Patlatma vb nedeniyle sarsıntı
- Temel üzerine yapısal yük bindirme
- Su tablası dalgalanmaları

Waltham vd, 2005'ten

## JİPS KARSTINA BAĞLI OTURMA SORUNU: SİİRT ÖĞRENCİ YURDU



## JİPS KARSTINA BAĞLI OTURMA SORUNU: SİİRT ÖĞRENCİ YURDU

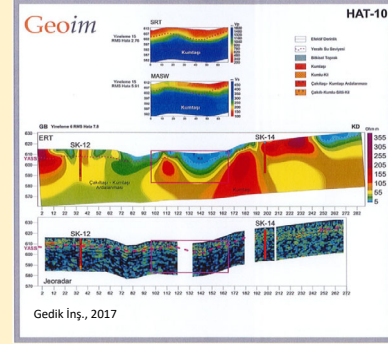
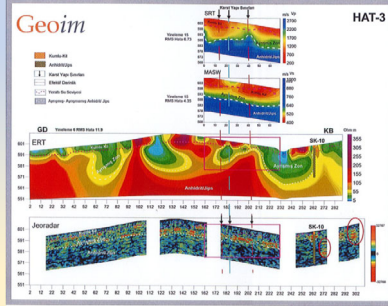


Genelleştirilmiş stratigrafik kesiti (Yeşilova and Helvacı, 2012).

## JİPS KARSTINA BAĞLI OTURMA SORUNU: SİİRT ÖĞRENCİ YURDU



## JEOFİZİK VE SONDAJ ÇALIŞMALARI



## HARİTALAMA VE HİDROJEOLOJİ ÇALIŞMALARI



## SORUNUN KAYNAKLARI



## SORUNUN KAYNAKLARI

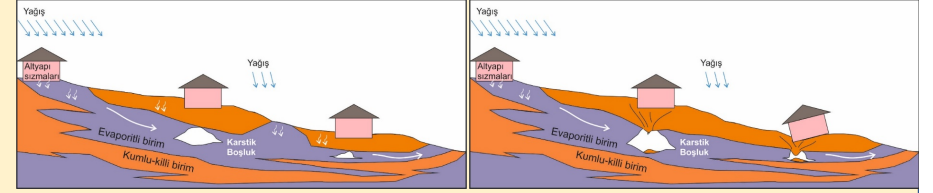
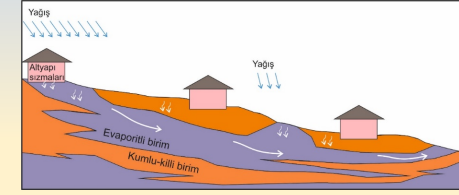




## SORUNUN KAYNAKLARI

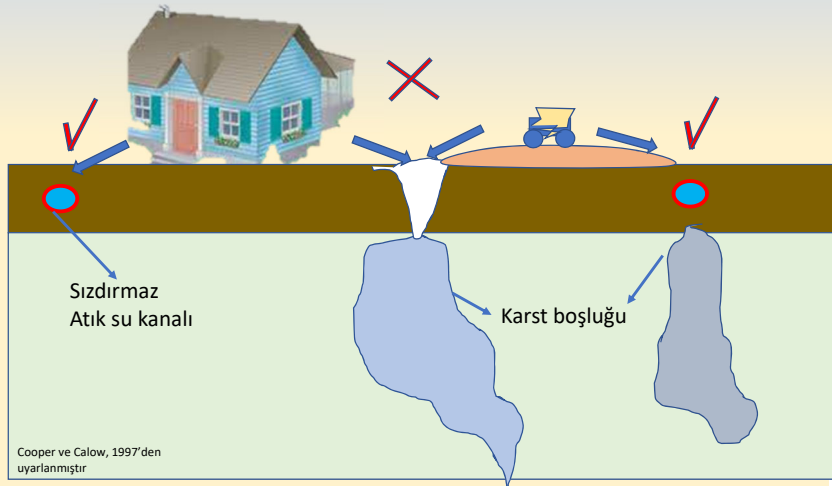


## SORUNUN KAYNAĞI: OLUŞUM MEKANİZMASI



Ekmekçi, 2017

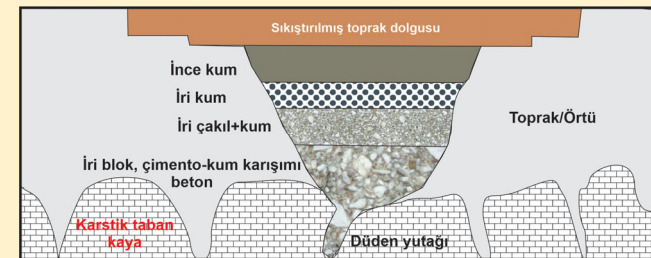
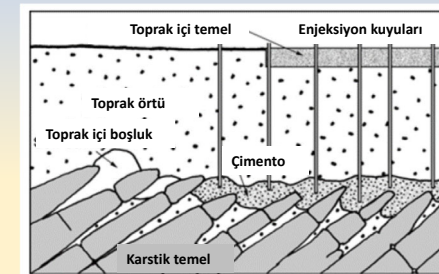
## RİSK AZALTMA VE ÖNLEMLER



Cooper ve Calow, 1997'den  
uyarlanmıştır

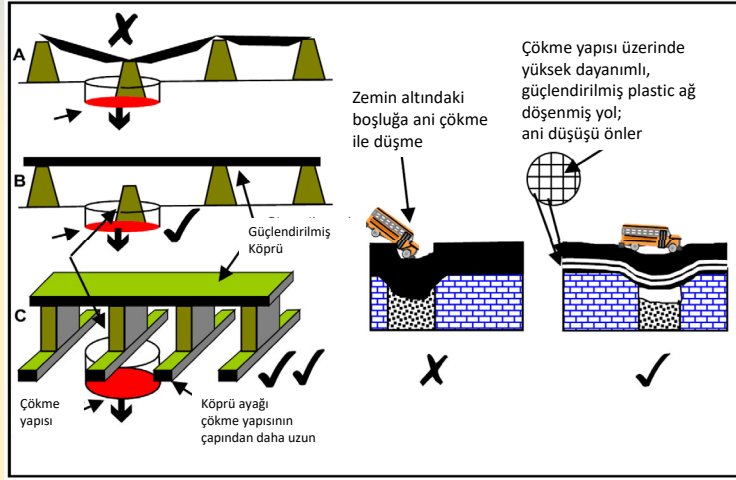


## İYİLEŞTİRME YÖNTEMLERİ

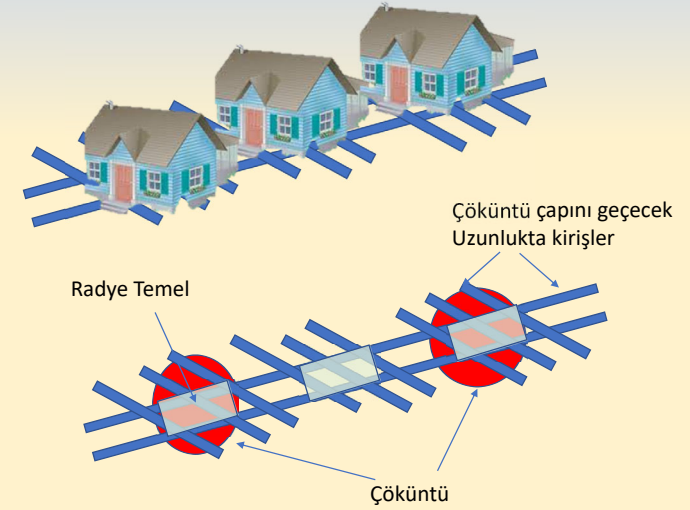


Walsham vd, 2005'ten

## RİSK AZALTMA VE ÖNLEMLER



## RİSK AZALTMA VE ÖNLEMLER



## MEKANSAL PLANLAMA AÇISINDAN UYGULANMASI GEREKEN METODOLOJİ

1. Karst Morfolojisi Haritalaması
2. Karst Morfometri Analizleri
3. Karstlaşma Tabanı ve Karstlaşma Evrimi Değerlendirmeleri
4. Karstlaşabilir Litolojik Birimlerde Karstik Boşlukların Belirlenmesi/Tanımlanması
5. Karstlaşabilir Litolojik Birimlerin Örtü Birimlerinin Tanımı
6. Proje Alanında Karstlaşmaya Bağlı Çökmelere Karşı Duyarlılık Haritaları
7. Proje Alanında Karstlaşmaya Bağlı Çökme Risk Haritaları
8. İzleme Ağı ve Programı
9. Risk Yönetimi, Azaltma/Önleme

- 1- Gözlenen oturma/çökme yapısının tanımlanması
2. Olası nedenlerin ortaya konması
3. Meknaizma ile ilgili hipotez/kavramsal model kurulması.
4. Hipotezi test edecek veri toplanması
5. Ana süreçlere ilişkin parametrelerin elde edilmesi
6. İyileştirme/Önlem stratejisi oluşturulması

TEŞEKKÜR EDERİM..