BİLİM
MATEMATİK
TEKNOLOJİ
MÜHENDİSLİK
DAHA GÜÇLÜ ÇÖZÜMLER

# DEPREME DAYANIKLI KULE MÜHENDİSLERİ

## Sarsıntıya Karşı En Güçlü Tasarımı Keşfet!

DAHA GÜVENLİ YAPILAR
DAHA AKILCI TASARIMLAR
GELECEK İÇİN TASARLA!

- ☑ TASARLA
- ☑ DÜŞÜN
- ☑ DENE
- ☑ GELİŞTİR




**Depreme dayanıklı kuleler yalnızca yüksek olmak zorunda değildir.**
Onlar; denge, geometri, kuvvet ve mühendislik tasarımının birlikte çalıştığı yapılardır.

| BİLİM | MATEMATİK | TEKNOLOJİ | TASARIM | MÜHENDİSLİK | TEST |
|---|---|---|---|---|---|
| Sarsıntıyı keşfet | Ölç ve karşılaştır | Malzemeyi kullan | Hayal et | İnşa et | Salla ve geliştir |

## Bu hafta:

1. Depremde yapıların neden sallandığını keşfedeceğiz.
2. Kuleye etki eden kuvvetleri inceleyeceğiz.
3. Yükseklik, taban ve ağırlık merkezini karşılaştıracağız.
4. Üçgen ve çapraz desteklerin gücünü öğreneceğiz.
5. Taban izolasyonunun etkisini araştıracağız.
6. Kendi deprem kulesi tasarımımızı oluşturacağız.
7. Kulemizi test edip verilerle geliştirecağız.

## SORU:

**Sen bir kule mühendisi olsaydın aynı malzemelerle deprem sırasında en az sallanan ve devrilmeyen kuleyi nasıl tasarlardın?**



**STEM Atölyesi** | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

BİLİM
MATEMATİK
TEKNOLOJİ
MÜHENDİSLİK
DAHA GÜÇLÜ ÇÖZÜMLER

# DEPREME BİNALAR NEDEN SARSILIR?

## Yer hareketi, atalet ve yapının salınımı

SARSINTIYI ANLA, GÜVENLİ YAPILAR TASARLA!

- ☑ GÖZLEMLE
- ☑ DÜŞÜN
- ☑ TASARLA
- ☑ DENE
- ☑ ÖĞREN

### 1 YER HAREKETİ

Deprem sırasında, yerin içindeki kırılmaların ürettiği deprem dalgaları zemini sağa-sola, ileri-geri hareket ettirir.



### 2 ATALET

Zemin aniden hareket ettiğinde, binanın kütlesi bir süre bulunduğu yerde kalmak ister. Bu özelliğe "atalet" denir. Bu yüzden yapı, zeminin hareketine hemen uyum sağlayamaz.







### 3 YAPI SALINIR

Taban önce hareket eder, üst katlar ise biraz daha geç tepki verir. Bu gecikme nedeniyle yapı sağa-sola salınmaya başlar.



### 4 ÜST KATLAR DAHA ÇOK HAREKET EDEBİLİR

Sarsıntı sırasında genellikle üst katlarda hareket daha büyük olabilir. Çünkü salınım binanın yüksekliğine doğru artabilir.

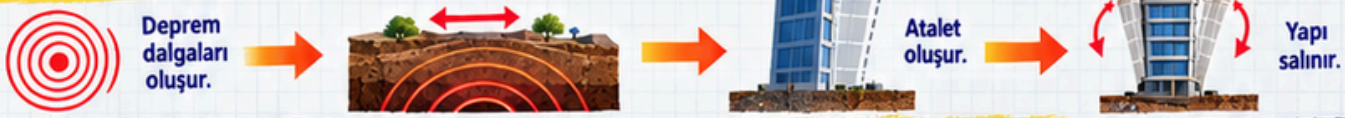



### 5 SALINIM BÜYÜYEBİLİR

Yer hareketi bir süre devam ederse, yapının salınımı büyüyebilir. Bu durum zayıf kısımlarda daha büyük kuvvetlere neden olabilir.



## TEMEL FİKİR:




## GERÇEK HAYATTA



Yüksek binalarda üst katlar daha fazla hissedebilir.



Raflardaki eşyalar atalet nedeniyle devrilebilir.



Esnek ama dengeli yapılar sarsıntıya daha iyi uyum sağlayabilir.

## KEŞFET:

Kısa ve geniş bir kule mi, yoksa uzun ve ince bir kule mi daha çok sallanır?



## DÜŞÜN:

- Bina neden zeminle aynı anda aynı şekilde hareket etmez?
- Üst katlar neden daha fazla sallanabilir?
- Sence salınımı azaltmak için nasıl bir tasarım gerekir?

BİLİM
MATEMATİK
TEKNOLOJİ
MÜHENDİSLİK
DAHA GÜÇLÜ ÇÖZÜMLER

# KULEYE ETKİ EDEN KUVVETLER

## Ağırlık, normal kuvvet, yatay kuvvet ve devrilme momenti

KUVVETLERİ ANLA, DAHA GÜVENLİ YAPILAR TASARLA!

- ☑ GÖZLEMLE
- ☑ DÜŞÜN
- ☑ TASARLA
- ☑ DENE
- ☑ GELİŞTİR

### 1 AĞIRLIK KUVVETİ

Kulenin kütlesi nedeniyle aşağı doğru etki eden kuvvettir.




### 2 NORMAL KUVVET

Zemin, kuleye yukarı doğru destek kuvveti uygular.







### 3 YATAY KUVVET

Deprem sırasında zeminin sağa-sola hareketi kuleye yatay kuvvet uygular.




### 4 DEVRİLME MOMENTİ

Yatay kuvvet kulenin devrilmesine neden olacak bir döndürme etkisi oluşturabilir.




## TEMEL FİKİR:



Deprem sarsıntısı → Yatay kuvvet oluşur. → Kule sallanır. → Denge bozulursa devrilme riski artar.

## GERÇEK HAYATTA



Geniş tabanlı yapılar daha dengeli olabilir.



Yüksek yapılarda üst bölümler daha fazla salınabilir.



Çapraz destekler kuvvetleri daha iyi dağıtabilir.

## KEŞFET:

Kısa ve geniş tabanlı bir kule mi, yoksa uzun ve dar bir kule mi devrilmeye daha yatkındır?



## DÜŞÜN:

- Ağırlık merkezi yükseldikçe kule nasıl etkilenir?
- Normal kuvvet neden önemlidir?
- Devrilme momentini azaltmak için nasıl bir tasarım gerekir?

# YÜKSEKLİK VE TABAN GENİŞLİĞİ

İnce-geniş taban, yükseklik/devrilme ilişkisi

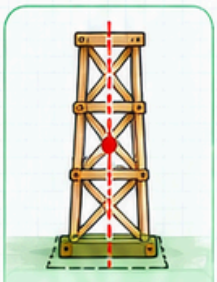
Daha geniş taban, daha dengeli kule!

## TEMEL FİKİR

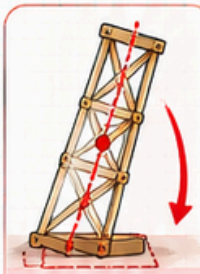
Bir kulenin devrilip devrilmemesi, ağırlık merkezinin taban sınırları içinde kalmasına bağlıdır.
Kule ne kadar yüksek olursa, ağırlık merkezi o kadar yukarı çıkar ve devrilme riski artar. Daha geniş taban ise kulenin dengesini artırır.




Ağırlık merkezi taban alanı içinde kaldığı sürece kule dengededir.



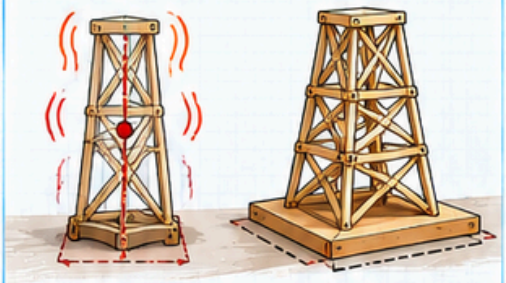
Ağırlık merkezi taban içinde → Dengeli



Ağırlık merkezi taban dışında → Devrilir

## 1 TABAN GENİŞLİĞİ

Taban genişledikçe devrilme momentine karşı koyma kapasitesi artar.

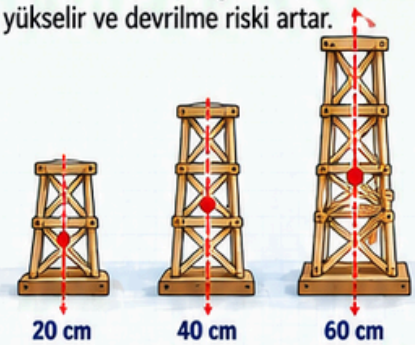


Dar taban
Daha kolay devrilir.

Geniş taban
Daha dengelidir.

## 2 YÜKSEKLİK

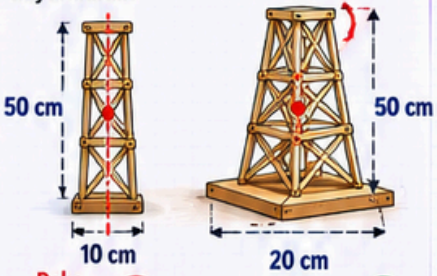
Yükseklik arttıkça ağırlık merkezi yükselir ve devrilme riski artar.




Düşük risk | Orta risk | Yüksek risk

## 3 TABAN GENİŞLİĞİ VE YÜKSEKLİK BİRLİKTE

Aynı yükseklikteki kulelerde daha geniş taban kullanan kule daha dayanıklıdır.



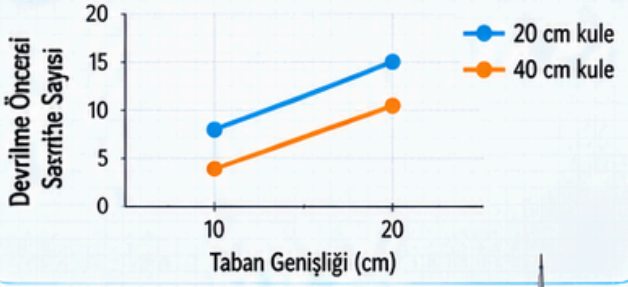

Daha riskli

Daha dengeli

## 4 DENEY SONUÇLARI (ÖRNEK VERİ)

| Kule No | Yükseklik (cm) | Taban Genişliği (cm) | Devrilme Öncesi Sarsıntı Sayısı | Sonuç |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 20 | 10 | 8 | Devrildi |
| 2 | 20 | 20 | 15 | Ayakta kaldı |
| 3 | 40 | 10 | 4 | Devrildi |
| 4 | 40 | 20 | 12 | Ayakta kaldı |

## 5 GRAFİK: TABAN GENİŞLİĞİ - DAYANIKLILIK




## 6 ÇIKARIMLAR

- Aynı yükseklikte, tabanı geniş olan kule daha dayanıklıdır.
- Yükseklik arttıkça devrilme riski artar.
- En dayanıklı kuleler, uygun taban genişliği ve yükseklik dengesine sahip olanlardır.

## MÜHENDİSLİKTEKİ ÖRNEKLER



Geniş tabanlı yapılar (ör. gökdelenlerin temelleri) daha dayanıklıdır.



Yüksek ve ince yapılar, daha fazla mühendislik önlemi gerektirir.

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

Güçlü kuleler, güçlü şehirler!

# AĞIRLIK MERKEZİ NEDEN ÖNEMLİ?

**Ağırlık merkezi ne kadar aşağıda olursa, kule o kadar dengeli olur.**

Denge, ağırlığın nerede toplandığıyla ilgilidir!

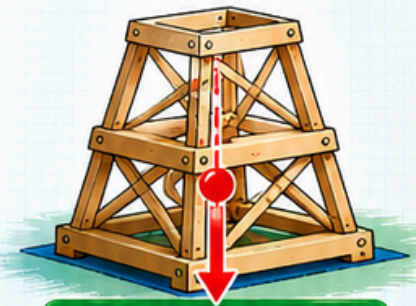
## 1 AĞIRLIK MERKEZİ NEDİR?

Bir cismin tüm kütlesinin toplandığı varsayılan noktadır. Bu noktadan kütleye etki eden yerçekimi kuvveti düşey aşağıya doğru etkir.




## 2 AĞIRLIK MERKEZİ ALÇAK OLURSA NE OLUR?

- Daha dengeli olur.
- Devrilme riski azalır.
- Yatay kuvvetlere karşı daha dirençli olur.



**Alçak ağırlık merkezi = Daha dengeli**

## 3 AĞIRLIK MERKEZİ YÜKSEK OLURSA NE OLUR?

- Daha kolay devrilir.
- Yatay kuvvetlere karşı hassas olur.
- Dengesi kolay bozulur.

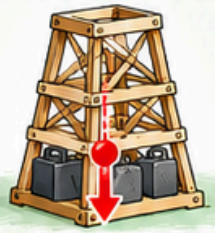


**Yüksek ağırlık merkezi = Daha fazla devrilme riski**

## 4 KÜTLE DAĞILIMI NASIL ETKİLER?

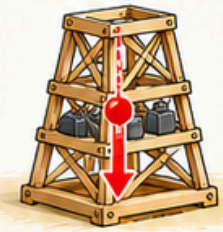
Aynı kulede kütleyi farklı yerlere yerleştirirsek denge değişir.

### ALT KATLARDA KÜTLE



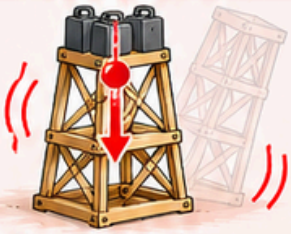
- Ağırlık merkezi aşağıdadır.
- Daha dengelidir.
- Devrilme riski azalır.

### ORTA KISIMDA KÜTLE



- Denge durumu orta düzeydedir.
- Yatay kuvvetlerde salınım artabilir.
- Kule tasarımına dikkat edilmelidir.

### ÜST KATLARDA KÜTLE



- Ağırlık merkezi yüksektir.
- Daha kolay devrilir.
- Yatay kuvvetlerde büyük salınım yapar.

## 5 AYNI MALZEME, FARKLI TASARIM

Aynı malzemelerle yapılan iki kulede sadece kütle dağılımı değiştirildi.



**Geniş taban + alçak ağırlık merkezi = Dengeli**



**Dar taban + yüksek ağırlık merkezi = Devrilme riski yüksek**

## 6 GERÇEK HAYATTAN ÖRNEKLER



**Burj Khalifa'nın** ağırlık merkezi oldukça düşüktür. Bu sayede rüzgâr ve deprem gibi yatay kuvvetlere karşı daha dengeli kalır.



**Pisa Kulesi'nde** ağırlık merkezi taban alanının dışına yaklaştığı için kule eğilmiş ve devrilme riski artmıştır.

## UNUTMA!

- Ağırlık merkezi mümkün olduğunca aşağıda tutulmalıdır.
- Kütle dağılımı dengeyi doğrudan etkiler.
- Geniş taban ve alçak ağırlık merkezi, depreme dayanıklı tasarımlarda önemlidir.

**STEM Atölyesi** | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

Daha güvenli gelecek için mühendislik!

# 5 ÜÇGENLER VE ÇAPRAZ DESTEKLER

Üçgen yapılar, kuvvetleri daha iyi taşır.
Çapraz destekler kuleyi daha güçlü yapar.

Üçgen değişmez, kare şekil değiştirir!

## 1 KARE ÇERÇEVE NEDEN ZAYIFTIR?

Sadece kare çerçevelerden oluşan yapılar yatay kuvvet etkisinde dikdörtgene dönüşerek şekil değiştirir.
Bu durum yapının dayanıklılığını azaltır.




✓ Yatay kuvvet yok (Stabil)

✗ Şekil değiştirir (Daha zayıf)

## 2 ÜÇGEN YAPI NEDEN GÜÇLÜDÜR?

Üçgen şekil, kenar uzunlukları değişse bile şeklini korur.
Kuvvetler çubuklar boyunca dağılarak yapının daha dayanıklı olmasını sağlar.

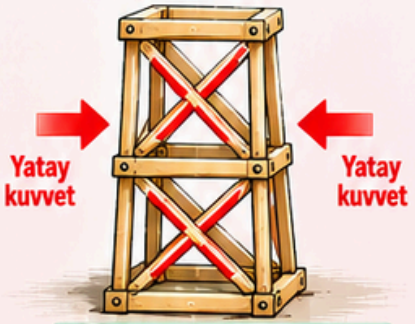



Üçgen, en kararlı geometrik şekildir.

✓ Yatay kuvvete karşı daha dayanıklı

## 3 X DESTEK (ÇAPRAZ) DAHA GÜÇLÜ!

Kare çerçevelere çapraz destek eklemek yapının şekil değiştirmesini önler ve dayanıklılığını artırır.
X destek hem sağa hem sola gelen yatay kuvvetlere karşı güçlüdür.

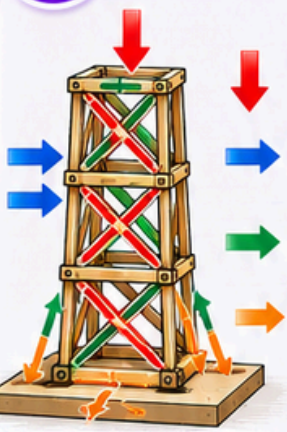



✓ Çapraz destek (X) ile daha güçlü ve stabil

## 4 FARKLI TASARIMLARIN KARŞILAŞTIRMASI

| Sadece Kare Çerçeve | Tek Çapraz Destek | X Çapraz Destek |
|---|---|---|
|  |  |  |
| ✗ Yatay kuvvette şekil değiştirir. | ✓ Şekil değişimi azalır. | ✓ Her iki yöne de güçlüdür. |
| ✗ Daha az dayanıklıdır. | ✓ Dayanıklılık artar. | ✓ En dayanıklı tasarımdır. |
| ✗ Depremde kolay hasar görür. | ✓ Tek yöne daha güçlüdür. | ✓ Kulede sallanmayı azaltır. |

## 5 KUVVETLERİN TASARIMDAKİ YOLU




## 6 GERÇEK HAYATTAN ÖRNEKLER



Köprülerde üçgen ve çapraz yapılar kullanılır.



Yüksek binalarda çapraz destek sistemleri depreme dayanıklılığı artırır.



Enerji iletim kuleleri üçgen kafes yapısıyla çok dayanıklıdır.

## 7 NELERE DİKKAT ETMELİYİZ?

- ✓ Her katı üçgenlerle veya çapraz desteklerle güçlendir.
- ✓ Sadece dikey kolonlardan oluşan yapılar yapma.
- ✓ X destek kullanarak yatay kuvvetlere karşı dayanımı artır.
- ✓ Bağlantı noktalarını sağlam yap.
- ✓ Tüm tasarımı esnek ama kontrollü olacak şekilde kur.
- ✓ Kuvvetlerin tabana güvenle iletilmesini sağla.

Güçlü kuleler, iyi tasarlanmış geometrik yapılarla başlar!

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

# 6 RİJİT Mİ, ESNEK Mİ?

Çok sert ve çok esnek yapıların davranışı

**En dayanıklı yapı ne çok sert ne de çok esnektir, dengeli tasarlanır!**

## 1 RİJİT (ÇOK SERT) YAPI

- Esnemez, neredeyse hareket etmez.
- Deprem sırasında yer hareketini doğrudan kabul eder.
- Kısa sürede çatlama ve kırılma riski artar.



Sert yapı sarsıntıyı doğrudan alır ve hasar görebilir.



Kırılma riski yüksek!

## 2 ESNEK YAPI

- Sarsıntı sırasında esneyerek enerjiyi bir miktar sönümler.
- Hareketi daha yavaş iletir.
- Doğru miktarda esneklik deformasyonu azaltabilir.



Esnek yapı sarsıntıyı sönümler ve ayakta kalmaya devam edebilir.



Esnek bağlantılar hareketi azaltır.

## 3 ÇOK ESNEK YAPI

- Aşırı esner, fazla salınım yapar.
- Dengeyi kaybetme riski artar.
- Yüksek yapılarda daha fazla yanal hareket oluşur.

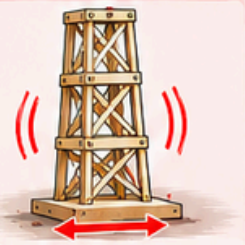


Aşırı esnek yapı çok fazla sallanır ve devrilebilir.



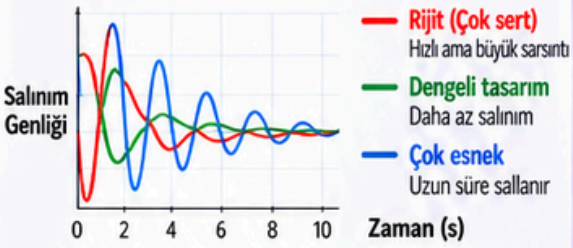
Şekil değişimi fazla olur, denge bozulur.

## 4 ÜÇ FARKLI YAPININ KARŞILAŞTIRMASI

| Rijit (Çok Sert) | Dengeli Tasarım | Çok Esnek |
|---|---|---|
|  |  |  |
| ✗ Az esner. | ✓ Kontrollü esner. | ✗ Fazla esner. |
| ✗ Sarsıntıyı doğrudan alır. | ✓ Sarsıntıyı sönümler. | ✗ Büyük salınım yapar. |
| ✗ Kırılma riski yüksek. | ✓ En iyi performans. | ✗ Devrilme riski yüksek. |

## 5 SALINIM (SALLANMA) SÜRESİ

Aynı deprem etkisinden sonra yapıların sallanma süreleri farklı olabilir.




**Dengeli esneklik, sarsıntı enerjisini azaltır ve yapının ayakta kalmasını sağlar.**

## 6 GERÇEK HAYATTAN ÖRNEKLER



**Rijit yapılar (Sadece betonarme)**
Kırılma riski daha yüksek olabilir.



**Esnek ve dengeli yapılar (Deprem izolatörlü)**
Sarsıntıyı sönümler, daha güvenlidir.



**Çok esnek yapılar (Örn: yüksek kuleler)**
Salınım süresi uzundur, dengeyi kaybedebilir.

## 7 SONUÇ

- ✓ En dayanıklı yapı ne çok sert ne de çok esnektir.
- ✓ Esneklik, deprem enerjisini sönümlemeye yardımcı olur.
- ✓ Bağlantı noktaları doğru tasarlanmalıdır.
- ✓ Hafif ve dengeli tasarım, yapının yanal hareketini azaltır.
- ✓ Gerçek mühendislikte malzeme, bağlantı ve esneklik birlikte düşünülür.

**Doğru miktarda esneklik, daha güvenli yapılar için önemli bir tasarım ilkesidir.**

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

# 7 TABAN İZOLASYONU NASIL ÇALIŞIR?

Yapı ile zemin arasındaki hareketi azaltma fikri

Depremi durduramayız ama etkisini azaltabiliriz!

## 1 PROBLEM

Deprem sırasında zemin sağa-sola hızlı hareket eder. Zeminle birlikte bina da hareket etmeye çalışır. Taban izolasyonu, bu hareketin yapıya tamamının aktarılmasını engeller.



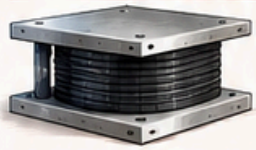

## 2 NASIL ÇALIŞIR?

Taban izolasyonu, bina ile zemin arasına yerleştirilen esnek ve kaygan elemanlarla depremin yatay hareketini sönümler. Böylece zeminin şiddetli hareketleri yapıya daha az aktarılır.




## 3 YAPISAL ÖRNEKLER

**Lastik-metal izolatör**



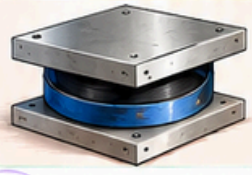
Esnek kauçuk katmanlar ve metal levhalar, hareketi sönümler.

**Sürtünmeli izolatör**



Özel yüzeyler sayesinde yapının zeminde kayarak hareket etmesine izin verir.

**Sarkaç tipi izolatör**

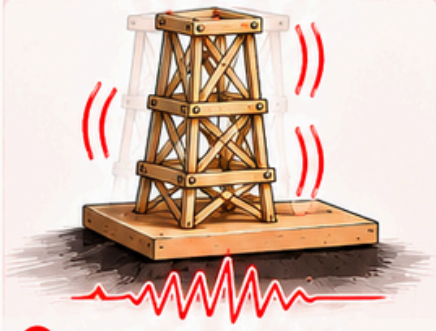


Kavisli yüzeyde kayan sistem, yapıyı yavaş ve kontrollü hareket ettirir.

## 4 KARŞILAŞTIRMA: İZOLASYONLU - İZOLASYONSUZ

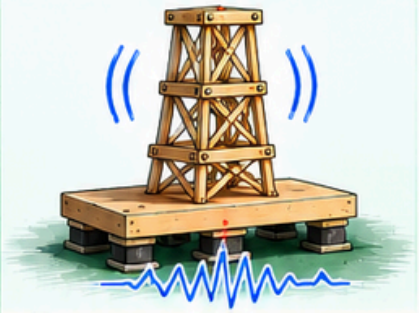
Aynı deprem etkisinde iki yapının davranışı

### İZOLASYONSUZ YAPI



- Zemin hareketini doğrudan alır.
- Sallanma genliği fazladır.
- Katlarda daha büyük deformasyon oluşur.

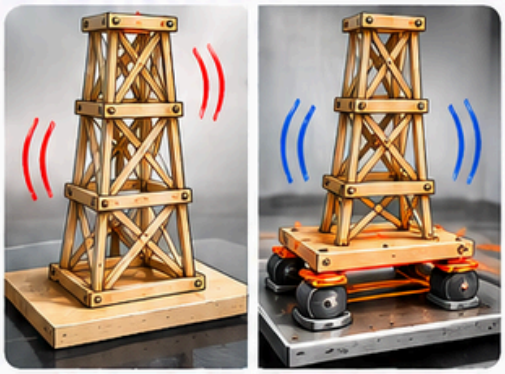
### TABAN İZOLASYONLU YAPI



- Zemin hareketini sönümler.
- Sallanma genliği daha azdır.
- Yapı daha dengeli kalır.
- Hasar riski azalır.

## 5 BASİT MODEL DENEYİ

Lastik, sünger veya bilye gibi malzemelerle kendi taban izolasyonu modelini oluşturr ve değişimini gözlemle.



Sabit taban | Lastik bantlı taban

## 6 GERÇEK HAYATTAN ÖRNEKLER



**İstanbul Havalimanı Hava trafik kontrol kulesi**
Taban izolasyonlu sistem kullanılmıştır.



**Etlik Şehir Hastanesi (Ankara)**
Deprem izolatörleri ile daha güvenli hâle getirilmiştir.



**Köprüler**
Bazı büyük köprülerde taban izolasyonu benzeri sistemler kullanılır.

## ÖNEMLİ ÇIKARIMLAR

- Taban izolasyonu, depremin yapıya etkisini azaltır.
- Hareketi tamamen durdurmaz, sönümler.
- Yüksek ve büyük binalarda özellikle önemlidir.
- Esnek, kaygan ve enerji sönümleyen malzemeler kullanılır.
- Yapının daha dengeli ve kontrollü hareket etmesini sağlar.

**Amaç, yapıyı hiç sallanmayan yapmak değil, daha az sallanan ve hasar görmeyen yapılar tasarlamaktır.**

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

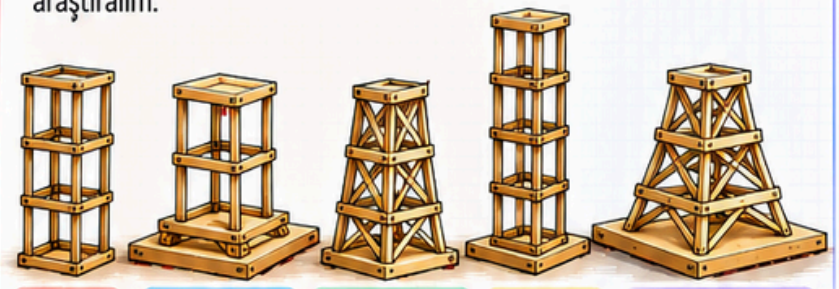
# HANGİ TASARIM DAHA DAYANIKLI?

Kat sayısı, taban, çapraz destek, kütle ve performans

İyi bir tasarım doğru sorular ve doğru verilerle bulunur!

## 1 TASARIMLARI İNCELEYELİM

Aynı malzemelerle farklı tasarımlarda kuleler hazırlayalım ve yük testi yaparak hangisinin daha dayanıklı olduğunu araştıralım.



| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| Sade 4 kat | Geniş taban 4 kat | Çapraz destek 4 kat | Yüksek 6 kat | Çapraz destek + geniş taban 4 kat |

## 2 HANGİ ÖZELLİKLERİ DEĞİŞTİRİYORUZ?

**Kat sayısı**
Daha fazla kat = daha yüksek yapı

**Taban genişliği**
Daha geniş taban = daha dengeli

**Çapraz destek**
X destek = daha güçlü ve stabil

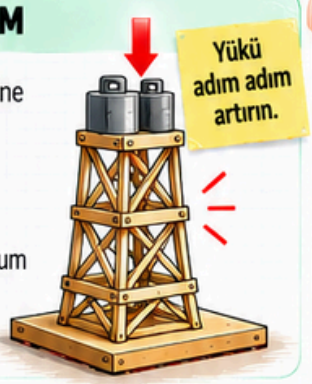
**Kütle**
Daha ağır yapı her zaman daha güçlü değildir.

**Performans**
Taşıdığı yük ve zamana/ ağırlığa göre verimliliği inceleriz.

## 3 DENEYİ YAPALIM

Her kuleyi aynı şekilde yük testine tutalım.

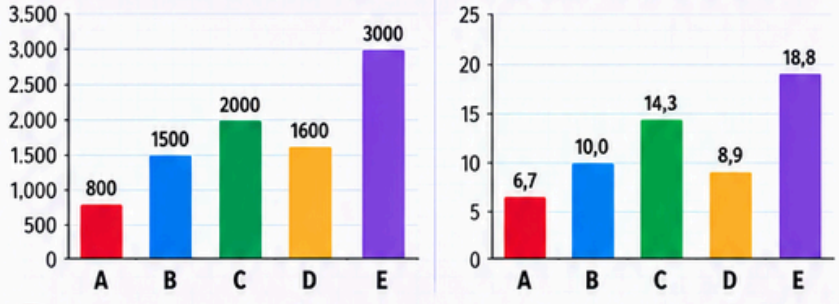
- Kule ağırlığını ölç.
- Yükü aşamalı olarak artır.
- İlk deformasyonu ve maksimum taşıdığı yükü kaydet.
- Verimlilik değerini hesapla.




## 4 SONUÇLARI KARŞILAŞTIRALIM

| Kule | Kat Sayısı | Taban Genişliği (cm) | Çapraz Destek | Kütle (g) | Maksimum Yük (g) | Deformasyon Noktası (g) | Verimlilik (Puan) (Yük/ Kütle) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 4 | 10 | Yok | 120 | 800 | 600 | 6,7 |
| B | 4 | 20 | Yok | 150 | 1500 | 1200 | 10,0 |
| C | 4 | 10 | Var (X) | 140 | 2000 | 1600 | 14,3 |
| D | 6 | 10 | Var (X) | 180 | 1600 | 1200 | 8,9 |
| E | 4 | 20 | Var (X) | 160 | 3000 | 2500 | 18,8 |

## 5 GRAFİKLERLE İNCELEYELİM




## 6 NE ÖĞRENDİK?

- Geniş taban, dengeyi artırır.
- Çapraz destekler yapıyı güçlendirir.
- Daha fazla kat, her zaman daha dayanıklı değildir.
- Kütle arttıkça taşıma kapasitesi artabilir ancak verimlilik düşebilir.
- En iyi tasarım, hafif, dengeli ve güçlü olandır.

**Verilere dayanarak karar vermek, daha güçlü tasarımlar yapmamızı sağlar.**

## 7 TARTIŞMA SORULARI

1. Hangi tasarım en fazla yükü taşıdı? Neden?
2. Kat sayısı arttığında dayanıklılık nasıl değişti?
3. Geniş taban ile çapraz destek arasındaki fark nedir?
4. En yüksek verimliliğe sahip tasarım hangisidir? Neden?
5. Tasarımını daha da geliştirmek için neleri değiştirirdin?

## 8 GERÇEK HAYATTAN ÖRNEKLER



**Eyfel Kulesi**
(Çapraz destek)



**Gökdelenler**
(Geniş ve sağlam temel)



**Köprü kuleleri**
(Güçlü kafes sistem)

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

# MÜHENDİSLİK TASARIM DÖNGÜSÜ

Sorundan daha iyi çözümlere giden yol...

Daha iyi bir tasarım için her adım önemlidir!

## 1 SORUNU TANI

Çözülmesi gereken problemi belirle ve kriterleri anla.

- Ne yapacağız?
- Hangi probleme çözüm arıyoruz?
- Başarı kriterleri neler?

## 2 ARAŞTIR

Benzer tasarımları incele, bilgiler topla, ilham al.

- Mevcut çözümler
- Bilimsel bilgiler
- Doğadan ilham
- Uzman görüşleri

## 3 HAYAL ET

Farklı çözüm fikirleri üret, yaratıcı ol.

- Birden fazla fikir
- Özgün çözümler
- En iyi fikir hangisi?
- Sınırlılıkları düşün

## 4 PLANLA

Seçtiğin fikri çiz, malzemeleri belirle, test planı yap.

- Tasarım çizimi
- Malzeme listesi
- Ölçüler
- Test planı
- Görev paylaşımı

## 5 OLUSTUR

Planına göre modeli yap.

- Uygun malzemeler
- Güvenli çalışma
- Dikkatli ve ölçülü üretim

## 6 TEST ET

Modelini belirlenen koşullarda test et.

- Aşamalı yükleme
- Deformasyonu gözle
- Çökme noktasını belirle
- Güvenliği unutma

## 7 VERİ TOPLA

Ölçüm sonuçlarını kaydet ve analiz et.

- Taşıdığı yük
- Deformasyon
- Ağırlık
- Verimlilik (Yük/Kütle)
- Grafik ve tablo

## 8 GELİŞTİR

Sonuçlara göre tasarımında iyileştirmeler yap.

- Zayıf noktaları belirle
- Malzeme/şekil değiştir
- Destek ekle
- Daha dengeli tasarla

## 9 YENİDEN DENE

Geliştirdiğin tasarımı tekrar test et. Daha iyi sonuç aldın mı?

- Yeni sonuçları karşılaştır
- Daha iyi oldu mu?
- Hedefe ulaştın mı?
- Gerekirse tekrar dön!

**DAHA İYİ ÇÖZÜMLER İÇİN SÜREKLİ DENE, ÖLÇ, GELİŞTİR!**

## TASARIM KRİTERLERİNE ÖRNEK

- Belirli bir yükü taşımalı.
- Mümkün olduğunca hafif olmalı.
- Dengeli ve sağlam olmalı.
- Belirlenen malzemelerle yapılmalı.
- Belirli bir yükseklikte olmalı.

## DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ

- Maksimum yük (g)
- Köprünün/kulenin kendi ağırlığı (g)
- Verimlilik (Yük / Kütle)
- Deformasyon miktarı
- Estetik ve özgünlük

## GERÇEK HAYATTAN ÖRNEKLER



Tokyo Skytree (Japonya) | Burj Khalifa (BAE) | Çanakkale Köprüsü (Türkiye)

# GÖREV: KENDİ KULENİ TASARLA!

Hayal et, tasarla, oluştur, test et!

En güçlü kule, iyi bir planla başlar!

## 1 GÖREVİN

Verilen malzemelerle en dayanıklı kuleyi tasarla, inşa et ve test et. Kulenin mümkün olduğunca yük taşımasını sağla.



**Hedef:** Daha az malzeme ile daha fazla yük taşımak!

## 2 KRİTERLER

- ✓ **Sağlam olmalı** (Yük taşımalı)
- ✓ **Dengeli** olmalı
- ✓ **Güvenli** olmalı
- ✓ Estetik ve düzenli olmalı
- ✓ Mümkünse hafif olmalı

## 3 SINIRLILIKLAR

**Malzemeler:**
Dondurma çubuğu / tahta çubuk, karton, yapıştırıcı, ip/lastik (öğretmenin vereceği malzemeler)

**Süre:**
Ön tasarım + yapım için belirli süre (_____ dakika)

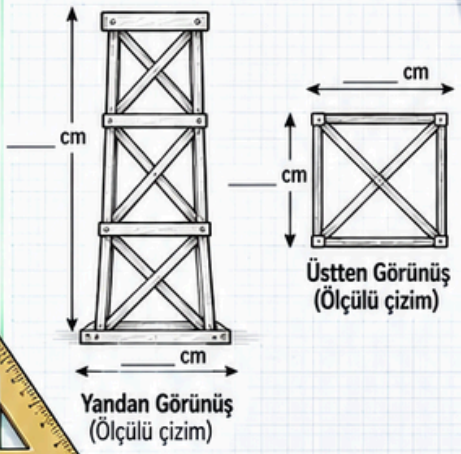
**Maksimum yükseklik:**
_____ cm

**Malzeme sınırı:**
En fazla _____ çubuk

**Elektronik malzeme yoktur.**

## 4 ÖN TASARIMINI ÇİZ

Kulenin yandan ve üstten görünüşünü çiz. Ölçülerini yaz. Hangi destekleri kullanacağını göster.

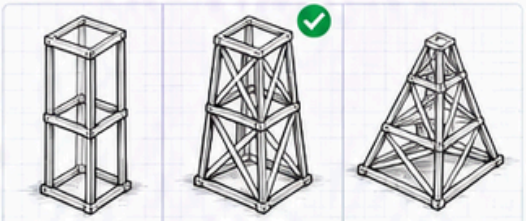



Yandan Görünüş (Ölçülü çizim)

Üstten Görünüş (Ölçülü çizim)

## 5 HANGİ TASARIMI SEÇECEKSİN?

Farklı tasarım fikirlerini karşılaştır. Hangisinin daha iyi olacağını düşün. Seçimini yap ve nedenini yaz.



**Tasarım 1** (Kare) | **Tasarım 2** (Çapraz destek) ✓ | **Tasarım 3** (Geniş taban)

**Seçtiğim tasarım:** _____

**Neden bu tasarımı seçtim?** _____

_____

_____

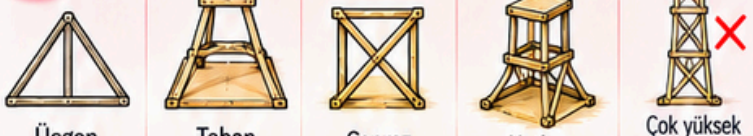
_____

## 6 MALZEME LİSTESİ

Kulem için kullanacağım malzemeleri ve miktarlarını yaz.

| Malzeme | Miktar |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| _____ | |

## 7 TASARIM İPUÇLARI



Üçgen destekler kullan. | Taban genişliğini artır. | Çapraz destek ekle. | Katları dengeli dağıt. | Çok yüksek ve ince tasarımlardan kaçın.

## 8 HAZIR MISIN?



- ☐ Problemi anladım.
- ☐ Araştırma yaptım.
- ☐ Farklı tasarımları inceledim.
- ☐ Ön tasarımımı çizdim.
- ☐ Malzeme listemi hazırladım.
- ☐ Kulemi inşa etmeye hazırım!

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

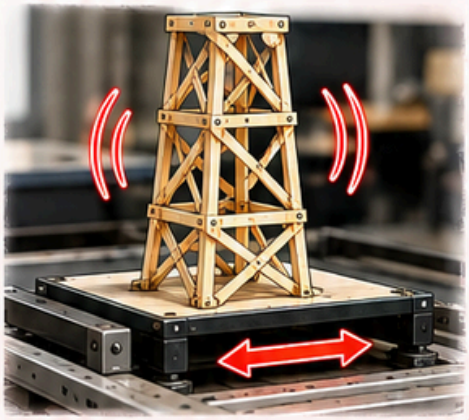
# SALLA · ÖLÇ · GELİŞTİR

**Deprem testinde veriyi kullan, tasarımını geliştir!**

Gerçek mühendisler sınar, ölçer, analiz eder ve geliştirir!

## 1 DEPREM TESTİ NASIL YAPILIR?

Kule modeli, sallanma platformunda yatay yönde belirli şiddette sallanır.



## 2 ÖLÇÜLECEK VERİLER

**Sapma (cm)**
Tepe noktasının maksimum yanal hareketi.

**Dayanım (g)**
Yıkılmadan önce taşıdığı ek yük miktarı.

**Hasar durumu**
Çatlak, kırılma, bağlantı gevşeme vb.

**Verimliliik (Puan)**
Taşınan yük + Kendi ağırlığı

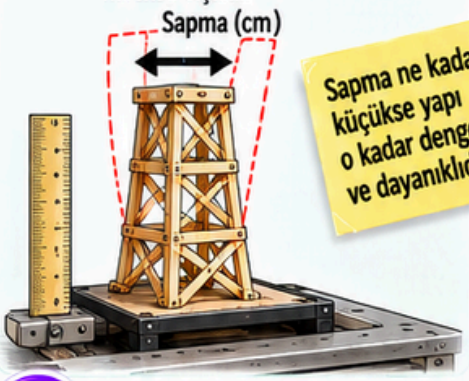
**Yeniden tasarım önerileri**
Verilere göre hangi değişiklikler yapılmalı?

## 3 TEST AŞAMALARI

1. Kuleyi platforma yerleştir.
2. Sallanma şiddetini belirle. (Örn. düşük – orta – yüksek)
3. Modeli 30–60 saniye salla.
4. Verileri ölç ve kaydet.
5. Sonucu değerlendir, gerekliyse yeniden tasarla.

## 4 SAPMA ÖLÇÜMÜ

Tepe noktasının en büyük yanal hareketi ölçülür.




Sapma ne kadar küçükse yapı o kadar dengeli ve dayanıklıdır.

## 5 DAYANIM TESTİ (EK YÜK)

Sallanma testinden sonra üstüne yavaş yavaş ek yükler konur.



Yıkılmadan önce taşıdığı maksimum yük kaydedilir.

## 6 HASAR DURUMU

Test sonrası yapıda oluşan değişimler incelenir.


Çatlak


Bağlantı gevşemesi

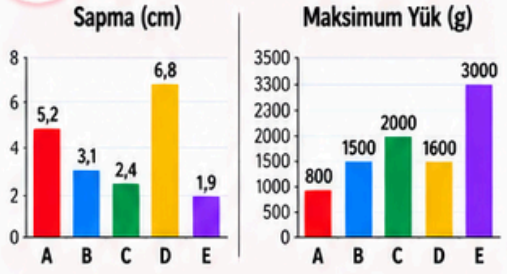

Eğilme


Kırılma

## 7 VERİ TABLOSU

| Tasarım | Sallanma Şiddeti | Sapma (cm) | Maksimum Yük (g) | Kendi Ağırlığı (g) | Verimlilik (Puan) | Hasar Durumu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A (Sade) | Düşük | 5,2 | 800 | 120 | 6,7 | Hafif çatlak |
| B (Geniş taban) | Orta | 3,1 | 1500 | 150 | 10,0 | Hasar yok |
| C (X destek) | Orta | 2,4 | 2000 | 140 | 14,3 | Hafif eğilme |
| D (Yüksek) | Yüksek | 6,8 | 1600 | 180 | 8,9 | Bağlantı gevşemesi |
| E (Geniş taban + X) | Yüksek | 1,9 | 3000 | 160 | 18,8 | Hasar yok |

## 8 GRAFİKLERLE KARŞILAŞTIR




## 9 SONUÇ VE GELİŞTİRME ÖNERİLERİ

Test sonuçlarına göre tasarımını geliştir. Hangi değişiklikler daha iyi sonuç verdi?

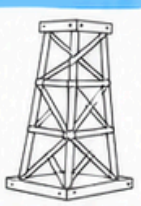
### BAŞARILI ÖZELLİKLER

- Geniş taban
- X çapraz destek
- Dengeli kütle dağılımı
- Sağlam bağlantılar
- Düşük sapma

### GELİŞTİRİLEBİLECEK NOKTALAR

- Çok yüksek ve ince tasarımlar
- Zayıf bağlantılar
- Dengesiz kütle dağılımı
- Aşırı esnek malzeme kullanımı
- Ağırlık/ Dayanım dengesini artırma

### YENİ TASARIM FİKRİM



Yapacağım değişiklikler:

- _____
- _____
- _____
- _____

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK