BİLİM
MATEMATİK
TEKNOLOJİ
MÜHENDİSLİK
DAHA GÜÇLÜ
TOPLUMLAR

KÖPRÜ MÜHENDİSLERİ

DAHA
GÜÇLÜ
DAHA GÜVENLİ
DAHA AYDINLIK
YARINLAR İÇİN
KÖPRÜLER

Geçmişten Geleceğe Köprüleri Keşfet!

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



Köprüler yalnızca iki noktayı birbirine bağlamaz.
Onlar; bilim, matematik, teknoloji ve mühendisliğin birlikte çalıştığı yapılardır.

BİLİM DOĞAYI ANLA
MATEMATİK HESAPLA
TEKNOLOJİ ÜRET
TASARIM HAYAL ET
MÜHENDİSLİK İNŞA ET
TEST DOĞRULA

$F = m \cdot g$

Bu hafta:

1. Tarihteki köprüleri keşfedeceğiz.
2. Köprü çeşitlerini inceleyeceğiz.
3. Köprülere etki eden kuvvetleri öğreneceğiz.
4. Kendi köprümüzü tasarlayacağız.
5. 3B yazıcı parçalarıyla model oluşturacağız.
6. Köprümüzü yük testine sokacağız.

SORU:

Sen bir köprü mühendisi olsaydın nasıl bir köprü tasarlardın?

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

KÖPRÜLERİN TARİHSEL YOLCULUĞU

İnsanlar binlerce yıldır engelleri aşmak için köprüler inşa ediyor.

Köprülerin gelişimi

Doğal geçişler
Ağaç gövdeleri ve taşlar



İnsanlar ilk olarak ağaç gövdeleri, taşlar ve doğal oluşumları kullanarak su, vadi gibi engelleri aşmaya çalıştı.

Ahşap köprüler



Ahşap, kolay bulunabilen ve işlenebilen bir malzeme olduğu için ilk köprülerde yaygın olarak kullanıldı.

Taş kemer köprüler



Taş kemer köprüler, yükü kemer şeklinde dağıtarak çok uzun yıllar dayanabildi. Roma döneminde önemli örnekleri inşa edildi.

Demir ve çelik köprüler



Sanayi Devrimi ile birlikte demir ve çelik kullanılmaya başlandı. Bu malzemeler, daha uzun ve daha güçlü köprülerin yapılmasını sağladı.

Betonarme köprüler



20. yüzyılda betonarme, sağlam, ekonomik ve dayanıklı olması nedeniyle yaygınlaştı. Farklı şekil ve boyutlarda köprüler inşa edilebildi.

Asma ve kablo askılı köprüler



Asma ve kablo askılı köprüler, büyük açıklıkları geçebilen, hafif ve estetik yapılar olarak modern mühendisliğin önemli örneklerindendir.

Akıllı ve yenilikçi köprüler



Günümüzde köprüler, sensörler, veri analizi ve akıllı malzemelerle daha güvenli, daha uzun ömürlü ve çevre dostu hâle geliyor.

Malzemeler ve teknoloji geliştikçe köprüler de daha uzun, daha hafif ve daha dayanıklı hâle geldi.

DÜŞÜN:
Neden bütün köprüler aynı şekilde yapılmıyor?

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

TARİHTEN ÜNLÜ KÖPRÜLER

Mühendisliğin İzinde

KÖPRÜLER GEÇMİŞTEN GELECEĞE UZANAN MÜHENDİSLİK HARİKALARIDIR.

FARKLI ÇAĞLAR FARKLI MALZEMELER AYNI AMAÇ: İNSANLARI BİRLEŞTİRMEK

1 Pont du Gard

Fransa – Roma Dönemi



Taş kemerlerin yükü nasıl dağıtabildiğinin etkileyici örneklerinden biridir.

2 Ponte Vecchio

İtalya – Orta Çağ



Üzerinde yapılar bulunan tarihi bir taş köprüdür.

3 Iron Bridge

İngiltere – 1779



Demirin büyük ölçekli köprü yapımında kullanılmasının önemli örneklerinden biridir.

4 Brooklyn Bridge

ABD – 1883



Kablo sistemleri ve kuleleriyle mühendislik tarihinin simge yapılarındandır.

5 Forth Bridge

İskoçya – 1890



Güçlü kafes ve konsol sistemiyle dikkat çeker.

6 Golden Gate Bridge

ABD – 1937



Uzun açıklıkları geçebilen asma köprülerin en tanınmış örneklerindendir.

KEŞFET:

Bu köprülerin yapımında kullanılan malzemeler neden farklıdır?

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

TÜRKİYE'DEN KÖPRÜLER

Geçmişten Günümüze Mühendislik

Köprüler sadece iki yakayı değil, insanları, kültürleri ve geleceği birbirine bağlar.

1 Malabadi Köprüsü

Diyarbakır — 12. yüzyıl



Taş kemer köprü

Tarihi taş kemer köprülerin önemli örneklerinden biridir.

2 Büyükçekmece Köprüsü

İstanbul — 16. yüzyıl (Mimar Sinan)



Taş kemer köprü

Mimar Sinan'ın önemli köprü yapılarından biridir.

3 15 Temmuz Şehitler Köprüsü

İstanbul — 1973



Asma köprü

İstanbul Boğazı'nın iki yakasını birleştiren asma köprüdür.

4 Fatih Sultan Mehmet Köprüsü

İstanbul — 1988



Asma köprü

Boğaz üzerindeki önemli ulaşım bağlantılarından biridir.

5 Osmangazi Köprüsü

İzmit Körfezi — 2016



Asma köprü

İzmit Körfezi üzerinden ulaşımı sağlayan büyük bir asma köprüdür.

6 1915 Çanakkale Köprüsü

Çanakkale — 2022



Asma köprü

Çanakkale Boğazı'nı geçen modern asma köprüdür.

SORU:

Bir köprünün bulunduğu yer, tasarımını nasıl etkiler?

- Suyun derinliği mi?
- Açıklığın uzunluğu mu?
- Zemin yapısı mı?
- Hava şartları mı?
- Ulaşım ihtiyacı mı?



KÖPRÜ ÇEŞİTLERİ

Her Problem İçin Farklı Bir Tasarım

Köprüler, bulundukları yerin coğrafi özelliklerine, ihtiyaçlara ve mühendislik gereksinimlerine göre farklı şekillerde tasarlanır.

1 Kiriş Köprü

Yatay bir taşıyıcı iki destek üzerine yerleştirilir.





- Kısa ve orta açıklıklar
- Yapımı kolaydır
- Ekonomiktir

2 Kemer Köprü

Kemer şekli yükleri yanlara ve desteklere aktarır.

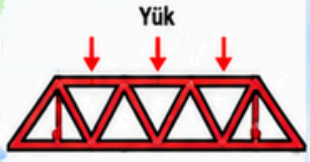




- Dayanıklıdır
- Uzun yıllar kullanılabilir
- Taş, tuğla veya beton ile yapılabilir

3 Kafes Köprü

Üçgenlerden oluşan taşıyıcı sistem kullanılır.





- Üçgenler sayesinde sağlamdır
- Uzun açıklıklarda kullanılır
- Çelik malzeme ile yaygındır

4 Asma Köprü

Tabliye, büyük ana kablolara bağlı askılarla taşınır.

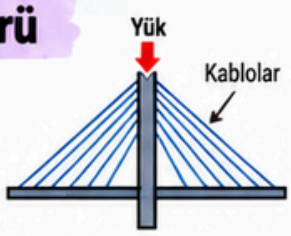




- Çok uzun açıklıkları geçer
- Estetik bir görünüme sahiptir
- Ana kablolar çekme kuvveti taşır

5 Kablo Askılı Köprü

Tabliye, kulelere doğrudan bağlanan kablolarla desteklenir.

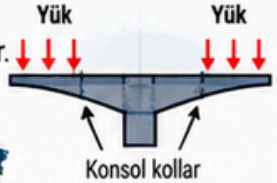




- Orta ve uzun açıklıklar
- Modern bir tasarımdır
- Kablolar çekme kuvveti taşır
- Yapımı asma köprülere göre daha kolaydır

6 Konsol Köprü

Taşıyıcı bölümler destek noktalarından dışarı doğru uzanır.





- Büyük açıklıklar için uygundur
- Parçalar uçtan uca birleştirilir
- Dağlık ve derin vadilerde tercih edilir

MÜHENDİSLİK SORUSU:

Uzun bir açıklığı geçmek için hangi köprü türünü seçerdin?

- ☐ Nerede kullanılacak?
- ☐ Açıklık ne kadar?
- ☐ Hangi yükleri taşıyacak?
- ☐ Hangi malzemeler uygun?
- ☐ Çevre koşulları nasıl?

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

DAHA GÜVENLİ
DAHA DAYANIKLI
DAHA UZUN ÖMÜRLÜ
KÖPRÜLER İÇİN BİLİM VE MÜHENDİSLİK

BİR KÖPRÜ NASIL AYAKTA KALIR?

DOĞRU TASARIM
DOĞRU MALZEME
DOĞRU ANALİZ
GÜÇLÜ KÖPRÜLER

Bir köprünün görevi yalnızca yük taşımak değildir.

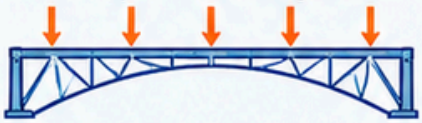
1 YÜKÜ TAŞIR

İnsan, araç ve kendi ağırlığına dayanır.



2 YÜKÜ DAĞITIR

Kuvvetlerin tek bir noktada toplanmasını engeller.



3 KUVVETİ AKTARIR

Yükleri taşıyıcı elemanlardan desteklere iletir.





4 DENGEDE KALIR

Sağa, sola veya aşağı doğru kontrolsüz hareket etmez.



5 ZEMİNE AKTARIR

Kuvvetler sonunda köprü ayaklarından zemine ulaşır.



Temel fikir:

Yük → Taşıyıcı Sistem → Destek → Zemin

? DÜŞÜN:

Köprünün ortasına yük koyarsak kuvvet hangi yolu izler?

KÖPRÜLERDEKİ KUVVETLER

Görünmeyen Kuvvetleri Keşfet!

Bir köprü, birçok farklı kuvvetin birlikte dengelenmesiyle ayakta kalır.

1 BASINÇ

Bir parçayı **sıkıştıran** kuvettir.



Örnek:
Köprü ayakları, üzerlerindeki yük nedeniyle basınca maruz kalır.

2 ÇEKME

Bir parçayı uzatmaya çalışan kuvvettir.



Örnek:
Asma köprülerdeki ana kablolar, yük nedeniyle çekme kuvveti taşır.

3 EĞİLME

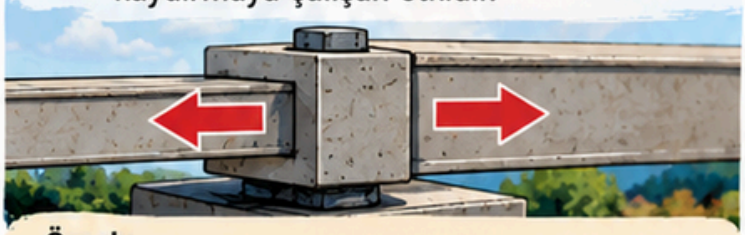
Bir yapının yük altında bükülmesidir.



Örnek:
Köprü tabliyesi, üzerindeki yük nedeniyle eğilme kuvvetine maruz kalır.

4 KESME

Parçaları birbirinin **üzerinden** kaydırmaya çalışan etkidir.



Örnek:
Cıvata, bağlantı noktaları ve destek bölgelerinde kesme kuvveti oluşur.

5 BURULMA

Yapının kendi ekseni etrafında dönmesine neden olan etkidir.



Örnek:
Rüzgâr gibi etkiler, köprüde burulma kuvveti oluşturabilir.

Bir köprüde bu kuvvetler birlikte etki eder.



Bir köprü tasarlanırken bu kuvvetlerin nerede oluşacağı ve nasıl dağıtılacağı düşünülür.

MÜHENDİS GİBİ DÜŞÜN:
Köprünün en zayıf noktası neresi olabilir?

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

ÜÇGEN NEDEN GÜÇLÜDÜR?

Geometri Mühendislikle Buluşuyor

Üçgenler, doğadan mühendisliğe kadar birçok yapıda kararlılık sağlar.

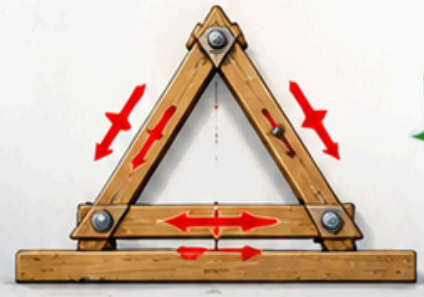
KARE: Kolay Şekil Değiştirir

Kareye kuvvet uygulandığında şekli kolayca bozulabilir.



ÜÇGEN: Daha Kararlıdır

Üçgen yapıya kuvvet uygulandığında şeklinin değişmesi daha zordur.



Yükü çok daha iyi dağıtır ve şeklini korur.

Neden Üçgen?

- Yapıya **kararlılık** kazandırır.
- Kuvvetleri farklı elemanlara dağıtır.
- **Daha az malzemeyle** güçlü sistemler oluşturulabilir.

Köprülerde Üçgen Kullanımı

Köprülerde üçgenlerden oluşan kafes sistemler **kullanılarak yükler güvenli şekilde taşınır.**



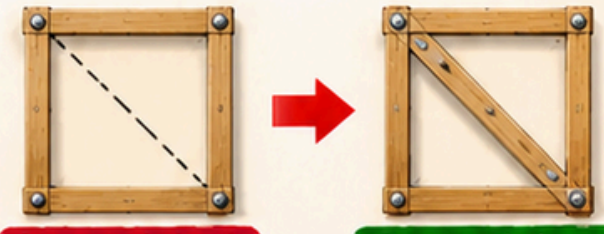
Unutma!

Güçlü yapı = Çok malzeme kullanmak değildir.

Doğru geometri, aynı malzemeyi **daha etkili** hâle getirebilir.

DENE!

Bir kareyi çapraz bir çubukla iki üçgene ayırırsan ne değişir?



Çapraz çubuk yok
Kolay şekil değiştirir.

Çapraz çubuk var
Daha kararlı ve güçlüdür.

Gerçek Hayattan Örnekler


Köprüler


Kuleler


Çatı sistemleri

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

KAFES KÖPRÜLER

Üçgenlerin Gücü



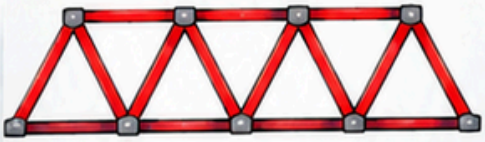
Kafes köprülerde taşıyıcı elemanlar üçgen biçiminde düzenlenir.

1 WARREN KAFESİ

Art arda gelen üçgenlerden oluşur.



Yandan görünüm



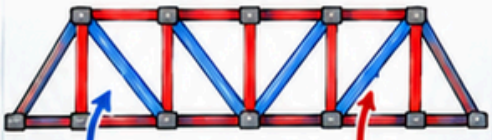
Art arda gelen üçgenler

2 PRATT KAFESİ

Düşey ve çapraz elemanlar birlikte kullanılır.



Yandan görünüm



Çapraz elemanlar (çekme)

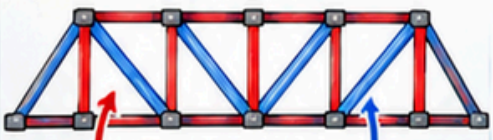
Düşey elemanlar (basınç)

3 HOWE KAFESİ

Çapraz elemanların yönü Pratt sisteminden farklıdır.



Yandan görünüm



Düşey elemanlar (basınç)

Çapraz elemanlar (çekme)

Her sistemin amacı aynıdır:

Yükleri güvenli şekilde dağıtmak ve köprüyü güçlü tutmak.

Avantajları

- Üçgenler sayesinde güçlü ve kararlı bir yapı oluşur.
- Göreceli olarak daha az malzeme kullanılır.
- Uzun açıklıklarda etkili çözümler sunar.
- Farklı tasarım seçenekleriyle birçok ihtiyaca uygulanabilir.



Tasarım soruları

- Hangi sistem daha az **parça gerektiriyor?**
- Hangisi daha sağlam olabilir?
- Hangisi daha hafif olabilir?

Senin köpründe hangi kafes sistemi kullanılacak?

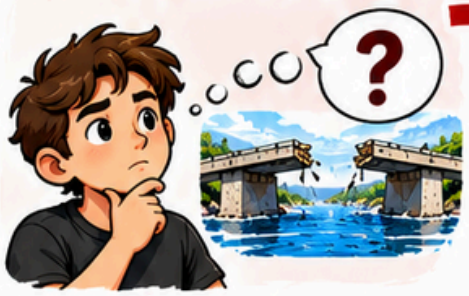


MÜHENDİSLİK TASARIM DÖNGÜSÜ

Mühendisler Nasıl Çalışır?

Problemleri fırsata dönüştüren adım adım yaratıcı bir süreçtir.

1 SORUNU TANIMLA
Ne çözmem gerekiyor?



2 ARAŞTIR
Daha önce hangi çözümler kullanılmış?



3 HAYAL ET
Farklı fikirler üret.



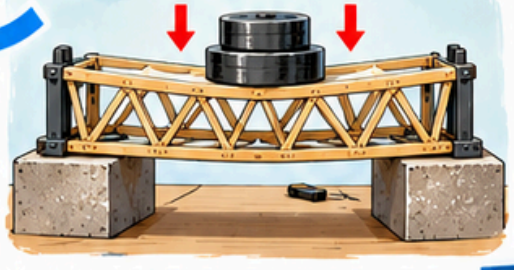
4 PLANLA
En uygun fikri seç ve çiz.



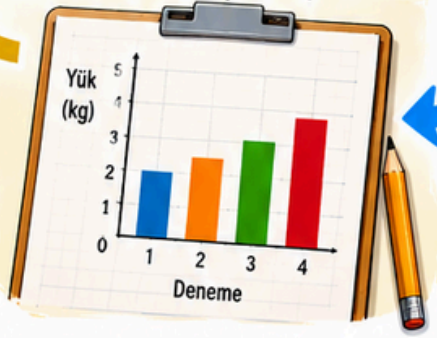
5 OLUŞTUR
Modelini veya prototipini yap.



6 TEST ET
Çalışıyor mu?



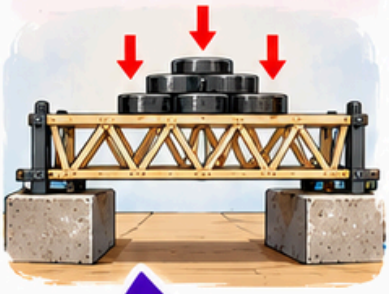
7 VERİ TOPLA
Ne kadar yük taşıdı?



8 GELİŞTİR
Neyi değiştirebilirsin?



9 YENİDEN DENE
Yeni tasarımını test et.





Mühendislikte başarısız test yoktur; öğrenilecek veri vardır.

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

GÖREV: KENDİ KÖPRÜNÜ TASARLA!



Mühendislik Problemi

Bir nehrin iki yakasını birbirine bağlayacak bir köprüye ihtiyaç var.



Göreviniz

3B yazıcıdan üretilmiş modüler parçaları kullanarak **güçlü**, dengeli ve verimli bir köprü tasarlamak.

Kullanılacak modüler parçalar



Köprünüz:

- Belirlenen açıklığı geçmeli.
- Yalnızca iki uçtan desteklenmeli.
- Sınırlı sayıda parça kullanılmalı.
- En az belirlenen yükü taşımalı.
- Mümkün olduğunca hafif olmalı.



Tasarımdan önce karar ver:

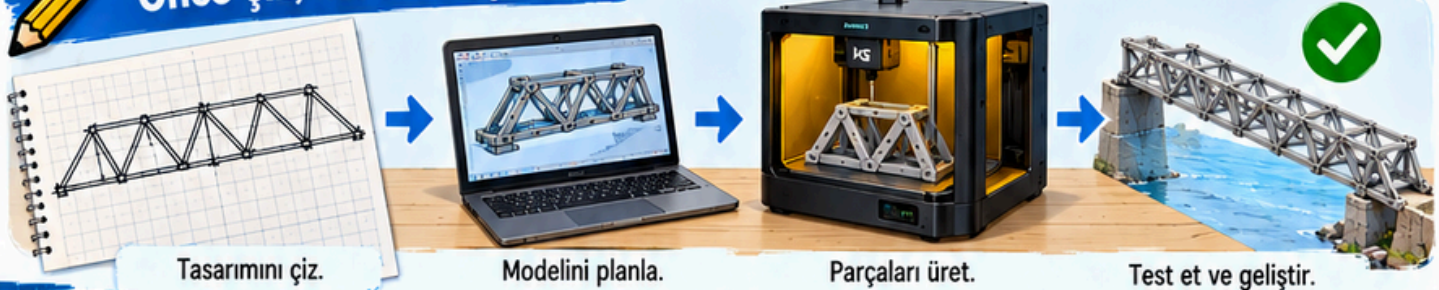
Köprü türüm: _____

Kullanacağım kafes sistemi: _____

En güçlü bölüm: _____

En zayıf olabileceğini düşündüğüm bölüm: _____

Önce çiz, sonra oluştur!



Tasarımını çiz. → Modelini planla. → Parçaları üret. → Test et ve geliştir.

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK

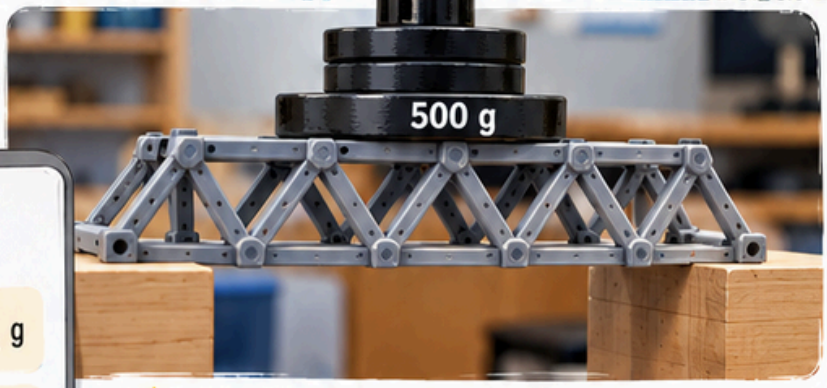
TEST ET • ÖLÇ • GELİŞTİR

Köprün Ne Kadar Güçlü?



Her test seni daha iyi bir mühendise dönüştürür.

Köprünü test alanına yerleştir ve yükü aşamalı olarak artır.



Kaydet:

- Köprünün ağırlığı: _____ g
- İlk deformasyon: _____ g
- Taşıdığı maksimum yük: _____ g
- Çökme noktası: _____

VERİMLİLİK

Taşınan maksimum yük ÷ Köprünün kendi ağırlığı

Örnek:
3000 g yük ÷ 150 g köprü
= **20 verimlilik puanı**

Daha fazla yük, daha hafif yapı, daha yüksek verimlilik puanı.

Örnek Test Sonuçları

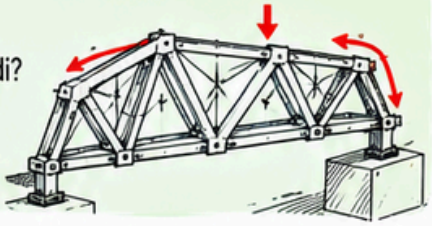
Deneme	Eklenen Yük (g)	Toplam Yük (g)	Gözlem
1	500	500	Sorun yok
2	500	1000	Sorun yok
3	500	1500	Hafif eğilme başladı
4	500	2000	Belirgin eğilme
5	500	2500	Ciddi deformasyon
6	500	3000	Çökme

Yük – Deformasyon Grafiği



Test sonrası düşün:

- Köprü nereden eğildi?
- Hangi bağlantı zayıfladı?
- Kuvvetler nasıl dağıldı?
- Daha az parçayla aynı yük taşınabilir miydi?
- Yeniden tasarlasaydın neyi değiştirirdin?



Mühendislik bitmedi!

TEST ET → VERİ TOPLA → GELİŞTİR → YENİDEN TEST ET

STEM Atölyesi | Fen Bilimleri Öğretmeni Mehmet TÜRK