

Not: Bu etkinlik Kuramdan Uygulamaya STEMA Eğitimi isimli kitapta (Ekim 2017, 1. Baskı, Pegem Akademi) , Yrd. Doç. Dr. Adem Taşdemir ve Prof. Dr. Muammer Çalık tarafından hazırlanan Fen Bilimlerinde STEM Uygulamaları isimli bölümde (10. Bölüm) Kendi Köpürümüzü Yapalım isimli etkinlikten (sayfa 299) yararlanılarak hazırlanmıştır.

5E STEM MODELİNE DAYALI KENDİ KÖPRÜMÜZÜ TASARLAYALIM

Etkinliğin Genel Amacı: Bütünleşik STEM modeline dayalı olarak kuvvet, basınç ve gerilme kavramlarını, bir birlerinden farklarını, teknolojiye kullanım alanlarını ve bu kavramların anlaşılmasında ve uygulanmasında gerekli olan matematik kavramlarını ve tüm bu bağlantılardan doğan ilişkileri dikkate alarak basit bir teknolojik ürün ortaya koymaktır.

Etkinlikteki Disiplinler ve Disiplinler Arası Bağlantılar:

Mühendislik Bağlantısı: Bu bölümde köprü yapımında mühendisliğin ne derecede önemli olduğunun anlaşılması amaçlanmıştır. Bu basamakta aşağıda yer alan iki video izletilir.

https://www.youtube.com/results?search_query=deprene+dayanan+k%C3%B6pr%C3%BC

Bu filmde deprem anında köprüde olan hareketler ve bu hareket esnasında köprünün deprem dalgalarına vermiş olduğu tepkiler izlendi.

<https://www.youtube.com/watch?v=GMSQOMPa3gA>

Bu filmde rezonansın dolay köprünün nasıl yıkıldığını anlatılmaktadır. Rezonans “Belirli bir frekansta titreşen bir sistemin, aynı frekanstaki dış titreşimin tesirinde kalarak yüksek genlikle titreşmesi olayı”dır.

Teknoloji Bağlantısı: Bu bölümde köprülerin inşa etme süresince kullanılan teknolojilerin tarihsel gelişimleri hakkında bilgi sahibi olunması amaçlanmıştır.

<https://www.youtube.com/watch?v=LxG2BFa5MTc>

<https://www.youtube.com/watch?v=QlFcmRpmqZ4>

<https://www.youtube.com/watch?v=BSShHqpydoc>

Matematik Bağlantısı: Bu bölümde genel olarak bir tasarımın arkasında olan matematik kuralları ve özelde köprülerin yapımında kullanılan matematik formülleri ve bu formüllerin nasıl kullanıldığının anlaşılması amaçlanmıştır.

Örneğin; Asma köprüde kullanılan matematik bizim sıkça karşılaştığımız eğim kavramıdır. “Herhangi bir noktadaki kablonun eğimi, altındaki ağırlığın, kablodaki gerilime oranıdır. Ama aynı zamanda eğim, dy/dx türevine de eşittir. Böylece, ikisini eşitlersek ve x 'in dx 'e göre integralini alırsak, en aşağı noktası orijin olan bir parabol elde ederiz. Asma köprü'nün şekli bu durumda, $y=x^2/2B$ parabolü olarak bulunur (B, gerilimin birim uzunluğun ağırlığına oranı olan sabittir).

Dünyanın altıncı büyüğü olan, Hong Kong'daki parabolik **Tsing Ma** asma köprüsünün 1377 metre uzunluğunda ve 206 metre yüksekliğindedir. Bu köprüde kullanılan matematik denklemi $y=x^2/2301.13$ m dir. Bunun sebebi ekstremumları (uç değerler) $x=688.5$ m, $y=206$ m noktalarından geçiyor.”

Fen Bağlantısı: Bu bölümde Fen Bilimleri Programlarının içerdiği kazanımların hangilerinin genelde STEM kavramına yakın olan fen bilimlerinin genel amaçları ile ilişkili olabileceği ve özel olarak köprü yapımında gerekli olan fen kavramlarının sınıf düzeyleri ile ilgili yazılan kazanımlarla olan bağlantıları irdelenmiştir.

MEB 2017 fen bilimleri öğretim programı genel amaçları:

1. Astronomi, biyoloji, fizik, kimya, yer ve çevre bilimleri ile fen ve mühendislik uygulamaları hakkında temel bilgiler kazandırmak,
4. Günlük yaşam sorunlarına ilişkin sorumluluk alınmasını ve bu sorunları çözüme fen bilimlerine ilişkin bilgi, bilimsel süreç becerileri ve diğer yaşam becerilerinin kullanılmasını sağlamak,
5. Fen bilimleri ile ilgili kariyer bilinci ve girişimcilik becerilerini geliştirmek,
8. Bilimsel çalışmalarda güvenliğin önemini fark ettirerek güvenli çalışma bilinci oluşturmak,

Fen Bilimlerinin Öğrenme Kazanımları:

F.5.3.1.1. Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer. Kuvvet birimi olarak Newton (N) kullanılır.

F.6.3.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir. F.6.3.1.2. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyerek gözlemler.

F.6.3.1.3. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek karşılaştırır.

F.8.3.1.1. Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder. Basınç birimi olarak Pascal verilir.

F.8.3.1.3. Katıların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına örnekler verir.

F.8.5.1.1. Basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinden açıklar.

F.8.5.1.2. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar.

STEM ODAKLI KÖPRÜ YAPIMI ETKİNLİĞİNİN YAPILIŞI

Bu etkinlikte tercih edilen 5E öğretim modelidir. Bu modelin basamakları sıralı olarak takip edilecektir.

Girme Aşaması

İnsanların kaynaklara ve başka yerlere ulaşmasında köprülerin önemli bir yere sahip olduğu vurgusu yapılır. Öğrencilere günlük yaşamımızda köprülerin bizim için önemli bir yere sahip olduğu ve değerli oldukları konusunda farkındalık oluşturulur.

Öğrencilere kirişli, kemerli, kafes (makaslı) ve süspansiyonlu (asma) olmak üzere dört temel köprü türünü içeren bilgiler sunulur. Böylece, tüm köprü ve yapılarda iki kuvvetin (gerilme/çekme ve sıkıştırma/itme) var olduğunu fark etmeleri sağlanır. Ayrıca, Öğrenci Çalışma Kâğıdındaki “Bunları biliyor muyum?” etkinliği ile öğrencilerin ön bilgileri/kavramları yoklanır ve öğrencilerin dikkati konuya çekilir.

1. Bunları biliyor muyum?

Aşağıdaki tabloda bazı köprülerin resimleri verilmiştir. Bu resimlerle ilgili soruları cevaplayınız.



1. Bir arabada veya otobüsle seyahat ederken, geçtiğiniz köprüleri fark ettiniz mi? Ne gibi özelliklere sahipti?

2. Gördüğünüz farklı köprü türleri nelerdir?

3. Eğer köprüler olmasaydı, hayatımızda neler olurdu? Açıklayınız.

Keşfetme Aşaması

1. Adım (Yüzleşme): Öğrenci Çalışma Kâğıdındaki “Problem çözüyorum” etkinliğinde yer alan problem senaryosu okunur ve onların problem ile yüzleşmeleri sağlanır. Ardından öğrencilere problemi tanımlamaları ve problemle ilgili konu içeriğini (kavramları) bulmaları sağlanır.

Problemi çözüyorum

Aşağıda sizlere bir metin verilmiştir. Bu metinle ilgili aşağıdaki boşlukları tamamlayınız.

Sizler, Ulaştırma Bakanlığında mimar ve inşaat mühendisi olarak çalışıyorsunuz. Karahıdır ve Demirli köyünü bir nehir ayırmakta olup geçiş sadece asma köprü ile sağlanmaktadır. Köy muhtarlarından köyleri arasında ulaşımı sağlayacak daha sağlam bir köprü yapmaları yönünde talep gelmiştir. Köylülerin mağduriyetini ortadan kaldırmanız ve taşıt geçişini de sağlamanız için en az 15 metre yüksekliğinde ve 25 metre uzunluğunda acilen bir köprü inşa etmeniz gerekmektedir. Öncelikle bir taslak/model köprü tasarlayarak, bu modelin bire bir aynısı olan köprüyü inşa etmeniz istenmektedir. Dolayısıyla, sizin modelinizin sağlamlığı çok önemlidir!



1. **Problem nedir? Aşağıya cevaplayınız.**

2. *Adım (Problemi Tanımlama ve Eylemleri, Önerileri, Çözümleri ya da Hipotezleri Listeleme):* Öğrencilerin kendi modellerini tasarlaması/resmetmesi istenir. Bu süreçte Öğrenci Çalışma Kâğıdındaki “Problem çözüyorum” etkinliğinde “Çözüm önerileriniz nelerdir?” kısmına **taslak köprülerini çizmeleri** sağlanır.

Çözüm önerileriniz nelerdir? Kendi modellerinizi aşağıya çiziniz.

Aşağıda yer alan dört farklı köprü türü ile ilgili tasarımların yapılması beklenir.



3. *Adım (Tahmin etme):* Öğrenciler tasarladıkları model için hangi malzemeleri kullanabilecekleri/gerekli malzemelerin neler olabileceğini belirlerler. Nedenlerini tartışırlar. Öğrencilerden tasarlayacakları köprülerin şu standartlarda olması istenir.

Model Köprü İçin Öğrencilerden İstenen Standartlar: En az 15 cm yükseklik, En az 25 cm uzunluk ve 1 kg ve sonrasında 2 kg ağırlıklara dayanma

4. Adım (İhtiyaçları Listeleme): Sınıfta sanal bir alışveriş ortamı üzerinde her bir gruba toplam 350 TL bütçe verilir. Öğrencilerin bütçelerine göre tasarımlarını oluşturabilmeleri için hangi malzemeleri alabileceklerini belirlemeleri istenir. Öğrenci Çalışma Kâğıdındaki “Problem çözüyorum” etkinliğinde “İhtiyaçları Listele” kısmında **matematik hesaplamalarını** yapmaları sağlanır.

İhtiyaçları Listele: Toplam 350 TL bütçeniz olup hangi malzemeleri alabileceğinize karar veriniz.

Malzeme ve Fiyat listesi				
Çubuk makarna: 8 TL	Karton kâğıt: 100 TL	Raptiye: 5 TL	İp: 15 TL	Toplu iğne: 6 TL
Makarna: 4 TL	Oyun hamuru: 65 TL	Bant: 75 TL	Yapıştırıcı: 100 TL	
Tahta çubuklar: 40 TL	El işi kâğıdı: 15 TL	Kâğıt: 15 TL	Ataç: 6 TL	

Malzeme Listemiz

	Malzemelerim	Birim Fiyat	Adet	Toplam
1				
2				
3				
4				
5				
8				
			GENEL TOPLAM	

5. Adım (Çözümü Destekleme ve Sunma/ Araştırmayı Yeniden Gözden Geçirme): Öğrencilerin modellerini hayata geçirmeleri için grup üyeleri ile etkinliğe başlamaları sağlanır. Çizilen bu model hayata geçirilir. Geliştirilen modelin hatalı yerleri yeniden geçirilerek değiştirilebilir.

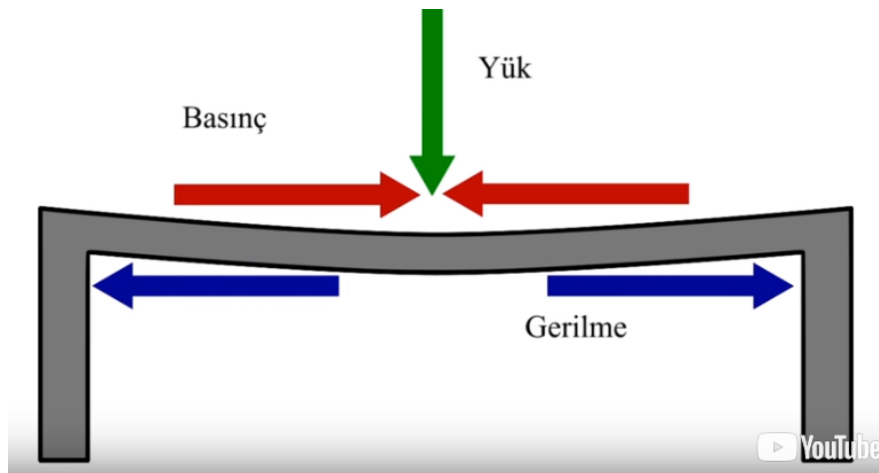
İyileştir/Geliştir

Açıklama Aşaması

Öğrencilerin keşfetme aşamasında elde ettiği deneyimlere bağlı olarak germe (itme) ve sıkıştırma (çekme) kuvvetlerini açıklanması istenir. Öğrencilerin hazırladıkları köprü türlerinde (kirişli, kemerli, kafes ve asma) bu kuvvetlerin nasıl uygulandığı ve köprü türü ile kuvvet dağılımı arasındaki ilişki tartışılır. İhtiyaç duyulması durumunda, öğretmen öğrencilerin ortaya koydukları görüşleri doğrulayabilir veya yanlış olma sebebini ortaya koyabilir. Ayrıca öğretmen konuyla ilgili olarak Kuvvet, bileşke kuvvet, dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetler, köprü ayağı, kemer köprüsü, kiriş, kiriş köprüsü, sütun, sıkıştırma (itme), mühendis, asma köprü ve gerilme (çekme) kavramlarını tanımlayabilir. Köprülerde kullanılan bilim ile ilgili daha detaylı bilgiler aşağıdaki verilmiştir:

<https://tr.khanacademy.org/partner-content/mit-k12/mit-k12-physics/v/bridge-design-and-destruction-part-1>

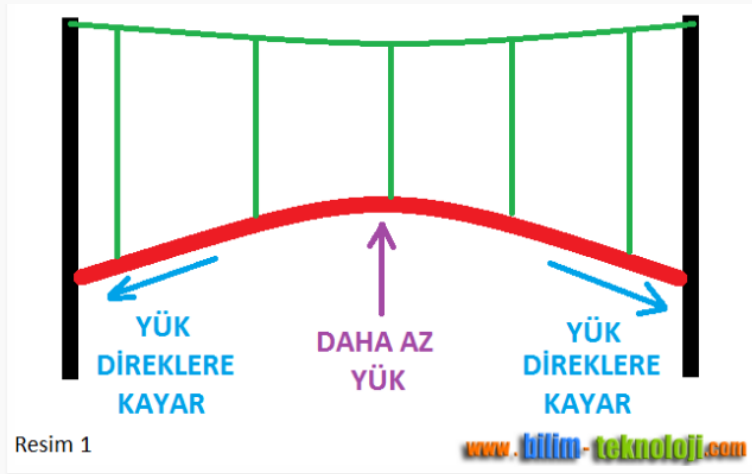
<https://tr.khanacademy.org/partner-content/mit-k12/mit-k12-physics/v/bridge-design-and-destruction-part-2>



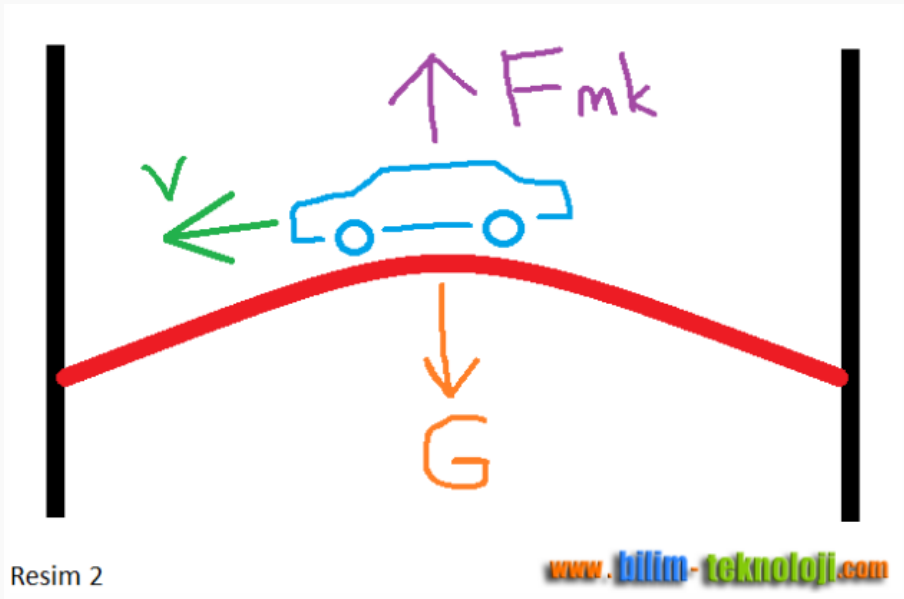
Genel Kültür --- Dış kuvvetlerin etkisinde olan bir sisteme karşı herhangi bir kesitinde tepki olarak iç kuvvetler oluşur. Elemanın kesitinde birim alana isabet eden ve hesap yoluyla tayin edilen iç kuvvetlere gerilme adı verilir.

- Gerilmeler temel olarak ikiye ayrılır:
 1. Normal gerilmeler (yzeyeye dik)
 2. Teğetsel gerilmeler (yzeyeye paralel)

Aşğıdaki çizimimizde de görüleceği üzere köprünün eğimi üzerindeki yükü bacaklarına aktarması gösterilmektedir.



Resim



Resim 2 de köprünün üzerinde hareket eden bir taşıta etki eden değişkenler görülmektedir. Buradaki değişkenler $G=$ Cismin Ağırlığı; $V=$ Cismin Hızı ve $F_{mk}=$ Merkez Kaç kuvvetidir.

Derinleştirme Aşaması

Öğrencilerin öğrenmelerini bir üst seviyeye taşımak amacıyla, tarihi köprülerin bu kadar yıldır ayakta durmalarının sebepleri sorulabilir. Özellikle tarihi köprüler ve mimarlarının araştırılması istenilebilir. Bu süreçte; öğrencilere o zamanki teknoloji ile mimarlar ve mühendislerin nasıl hesaplama yaptıkları sorularak yönlendirme yapılabilir. Aynı zamanda en ilginç ve sanatsal değeri olan köprülerle ilgili videolar seyredilir.



İlginç köprüler: <https://onedio.com/haber/dunya-uzerindeki-en-olagan-disi-kopruler-74522>

Tarihi köprüler: <https://www.atlasdergisi.com/kesfet/gezi/turkiyenin-10-tarihi-koprusu.html>

Değerlendirme Aşaması

1. Öğrencilerin ürünleri 1 ve 2 kg ağırlıkları taşıma durumlarına göre değerlendirilir. Bunun yanında Öğrenci Çalışma Kağıdındaki “Anlam çözümlene tablosu” etkinliği ile kavramları yapılandırma durumları ve kavramlar arası ilişkilendirebilme durumları ortaya konulur.

Anlam Çözümlene Tablosu

	Köprü türü			
	Kirişli köprü	Kemerli köprü	Asma köprü	Gerekçeniz
Malabadi Köprüsü- Diyarbakır				
Osmangazi köprüsü- İzmit				
Taşköprü -Adana				

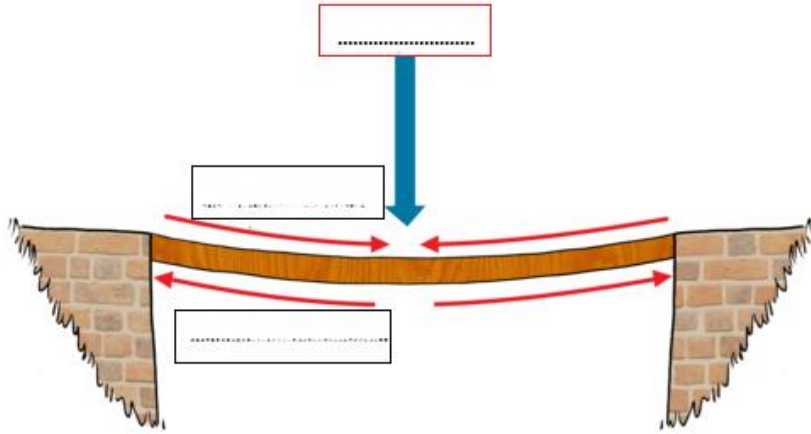
Yavuz Sultan Selim Köprüsü-İstanbul				
Uzunköprü-Edirne				
Haliç köprüsü-İstanbul				
Nurdağı viyadüğü - Tarsus Pozantı				

2. *Flashkart Oyunu:* Köprüler ve kuvvetler ile ilgili kavramları güçlendirmek için, öğrenci gruplarından birisi bir yüzünde bir soru ve arka yüzünde de bir cevap olan flashkartlar oluşturulur. Bir öğrenci bir flashkart okur ve cevabın bulunduğu flashkartı diğer öğrenci okur. Sonrasında ise, aynı öğrenci aynı kartın arka yüzündeki soruyu sorar ve zincir şeklinde bu uygulama gerçekleştirilir. En son başlangıç sorusunu soran öğrenci cevapladığında uygulama tamamlanır ve kartlar bir sonraki takıma verilir. Örnek soru / cevaplar:

- Kolon ve kiriş arasındaki fark nedir? (Cevap: Bir kiriş genellikle yatay bir yapısal elemandır; Bir sütun genellikle dikey bir yapısal öğedir.)
- Dünyaca ünlü köprü ve yerlerinin isimleri nelerdir? (Muhtemel cevaplar: Yavuz Sultan Selim Köprüsü- İstanbul, Mostar Köprüsü- Bosna Hersek, Golden Gate köprüsü- San Francisco, Tower köprüsü—London)
- Köprüleri kim tasarlar? (Cevap: Mimar ve İnşaat Mühendisleri)
- Mühendisler bir köprü tasarlarken nelere dikkat etmelidir? (Cevap: Mühendisler köprü türünü, mevcut malzemeleri; saha koşullarını, jeolojik ve çevresel faktörleri; bütçe / finansman planlamasını dikkate almalıdır)
- D/Y: Herhangi bir zamanda bir köprü üzerinde etki eden iki temel kuvvet sıkıştırma ve bastırma kuvvetleridir. (Cevap: Yanlış. Sıkıştırma kuvveti: Üzerinde hareket ettiği şeyi sıkıştırmak veya kısaltmak için görev yapan bir kuvvettir, Gerilme kuvveti: Üzerinde hareket ettiği şeyi genişleten veya uzatan bir kuvvettir).

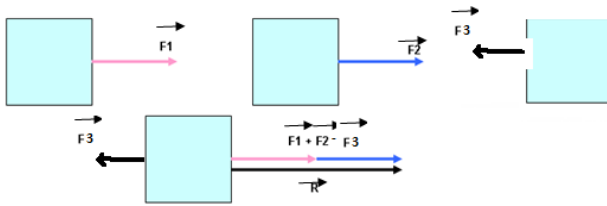
Kuvvetlerin adlarını yazalım

Aşağıdaki şekilde bir köprü üzerindeki cisme etki eden kuvvetleri ve bu kuvvetlerin adlarını yazınız.



Kuvvetleri hesaplayalım

Aşağıdaki aynı ve zıt yönü, aynı doğrultulu vektörler cisim üzerinde görülmektedir. Tablodaki boşlukları ve cisim üzerine etki eden bileşke kuvveti hesaplayınız.



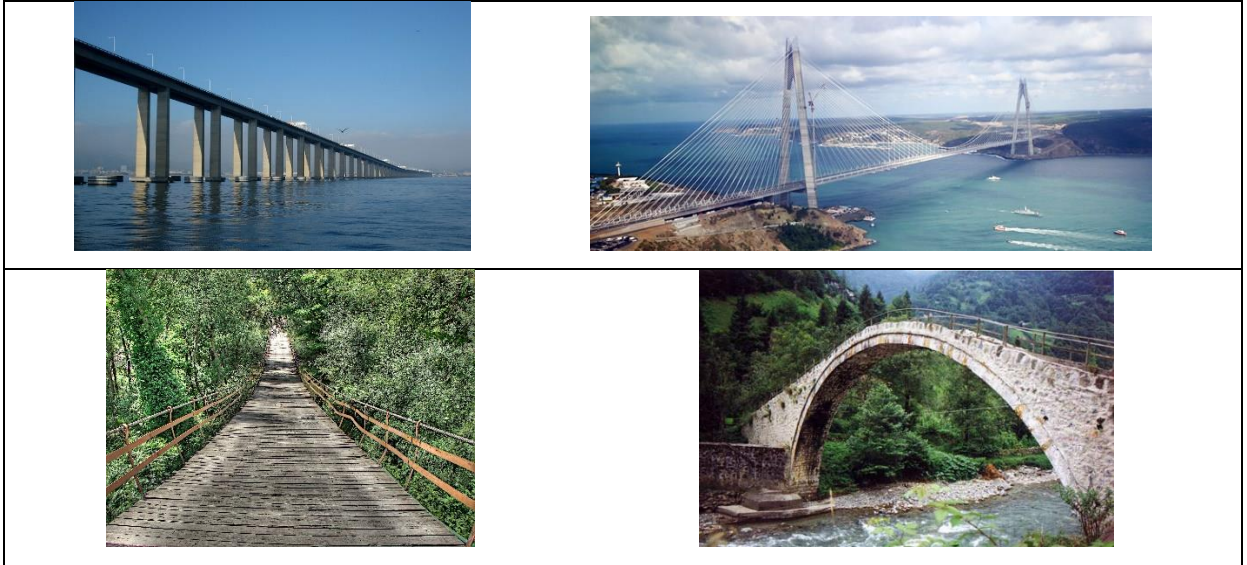
1.kuvvet (F1)	2.kuvvet (F2)	3.kuvvet (F3)	BİLEŞKE (R)
5N	3N	6N	
8N		7N	11N
	1N	3N	4N
3N	6N		0N

ÖĞRENCİ ÇALIŞMA KÂĞIDI

Kendi Köprümüzü Yapalım

1. Bunları biliyor muyum?

Aşağıdaki tabloda bazı köprülerin resimleri verilmiştir. Bu resimlerle ilgili soruları cevaplayınız.



4. Bir arabada veya otobüsle seyahat ederken, geçtiğiniz köprüleri fark ettiniz mi? Ne gibi özelliklere sahiplerdi?

5. Gördüğünüz farklı köprü türleri nelerdir?

6. Eğer köprüler olmasaydı, hayatımızda neler olurdu? Açıklayınız.

2. Problemi çözüyorum

Aşağıda sizlere bir metin verilmiştir. Bu metinle ilgili aşağıdaki boşlukları tamamlayınız.

Sizler, Ulaştırma Bakanlığında mimar ve inşaat mühendisi olarak çalışıyorsunuz. Karahıdır ve Demirli köyünü bir nehir ayırmakta olup geçiş sadece asma köprü ile sağlanmaktadır. Köy muhtarlarından köyleri arasında ulaşımı sağlayacak daha sağlam bir köprü yapmaları yönünde talep gelmiştir. Köylülerin mağduriyetini ortadan kaldırmanız ve taşıt geçişini de sağlamanız için en az 15 metre yüksekliğinde ve 25 metre uzunluğunda acilen bir köprü inşa etmeniz gerekmektedir. Öncelikle bir taslak/model köprü tasarlayarak, bu modelin bire bir aynısı olan köprüyü inşa etmeniz istenmektedir. Dolayısıyla, sizin modelinizin sağlamlığı çok önemlidir!



2. Problem nedir? Aşağıya cevaplayınız.

3. Çözüm önerileriniz nelerdir? Kendi modellerinizi aşağıya çiziniz.

4. İhtiyaçları Listele: Toplam 350 TL bütçeniz olup hangi malzemeleri alabileceğinize karar veriniz.

Malzeme ve Fiyat listesi				
Çubuk makarna: 8 TL	Karton kâğıt: 100 TL	Raptiye: 5 TL	İp: 15 TL	Toplu iğne: 6 TL
Makarna: 4 TL	Oyun hamuru: 65 TL	Bant: 75 TL	Yapıştırıcı: 100 TL	
Tahta çubuklar: 40 TL	El işi kâğıdı: 15 TL	Kâğıt: 15 TL	Ataç: 6 TL	

MALZEME LİSTEMİZ

	Malzemelerim	Birim Fiyat	Adet	Toplam
1				
2				
3				
4				
5				
8				
			GENEL TOPLAM	

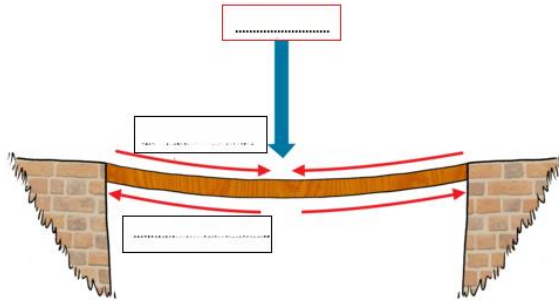
5. İyileştir/Geliştir

3. Anlam Çözümleme Tablosu

	Köprü türü		
	Kirişli köprü	Kemerli köprü	Asma köprü
Malabadi Köprüsü- Diyarbakır			
Osmangazi köprüsü-İzmit			
Taşköprü -Adana			
Yavuz Sultan Selim Köprüsü-İstanbul			
Uzunköprü-Edirne			
Haliç köprüsü-İstanbul			
Nurdağı viyadüğü - Tarsus Pozantı			

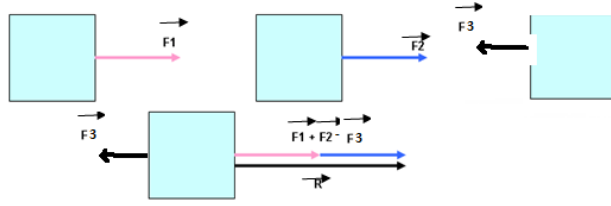
4. Kuvvetlerin adlarını yazalım

Aşağıdaki şekilde bir köprü üzerindeki cisme etki eden kuvvetleri ve bu kuvvetlerin adlarını yazınız.



5. Kuvvetleri hesaplayalım

Aşağıdaki aynı ve zıt yönü, aynı doğrultulu vektörler cisim üzerinde görülmektedir. Tablodaki boşlukları ve cisim üzerine etki eden bileşke kuvveti hesaplayınız.



1.kuvvet (F1)	2.kuvvet (F2)	3.kuvvet (F3)	BİLEŞKE (R)
5N	3N	6N	
8N		7N	11N
	1N	3N	4N
3N	6N		0N