

BİYOMİMİKRİK DEPREM KULESİ TASARIMI

Geliştirici: Mehmet TÜRK

Hedef Kitle: Ortaokul (6, 7, 8. Sınıf)

Süre: 4 Ders Saati (40 dk x 4 = 160 Dakika)

Disiplinler Arası Bağlam: Fen Bilimleri (Statik, Dalgalar, Biyomimikri), Teknoloji (Katmanlı İmalat/3D Baskı), Mühendislik (Yapısal Tasarım Döngüsü), Matematik (Trigonometrik Kafes Geometrisi, Maliyet Optimizasyonu)

1. AKADEMİK ODAK KAZANIMLAR

- Fen Bilimleri (Science):** Yanal kuvvetlerin (S ve P deprem dalgaları) yapılar üzerindeki dinamik etkilerini açıklar. Doğadaki esnek ve sürdürülebilir geometrileri (bambu boğumları, arı peteği altıgenleri) analiz ederek mühendislik çözümlerine uyarlar. Yapıların kütle merkezini değiştirerek denge durumunu optimize eder.
- Teknoloji (Technology):** Katmanlı imalat (3D yazıcı) süreçlerinde üretilen modüler konektörlerin, yapısal birleşim noktalarındaki gerilimi azaltma işlevini değerlendirir.
- Mühendislik (Engineering):** Belirlenen kriter ve kısıtlar (bütçe, malzeme, zaman) erevesinde STEM Tasarım Döngüsünü işleterek çalışan bir prototip üretir; yapay sarsıntı platformunda prototipin zayıf noktalarını tespit edip sistemi yeniden yapılandırır.
- Matematik (Mathematics):** gen kiriş (Truss) sistemlerinde çekme ve basma kuvvetlerinin dağılımını açısal bazda analiz eder. Yapının Boy/Maliyet oranını hesaplayarak en az malzeme ile en verimli yüksekliği elde eder.

2. MÜHENDİSLİK SENARYOSU, KRİTERLER VE KISITLAR

Senaryo: "Sismik-X" adı verilen yüksek riskli bir deprem bölgesinde, afet esnasında veri akışını kesintisiz sürdürecek bir "Biyomimikrik Deprem Gözlem Kulesi" inşa edilecektir. Belediye yönetiminin mühendislik takımlarınızdan beklentisi; kule gövdesinin doğadaki esnek yapılardan ilham alması, hafif olması ve üzerine konulacak ağır veri modülünü sarsıntı anında koruyabilmesidir.

TASARIM KRİTERLERİ (Zorunluluklar)	TASARIM KISITLARI (Sınırlar)
1. Kulenin dikey yüksekliği tabandan tepeye en az 50 cm olmalıdır.	1. Yapıştırıcı, bant, silikon, vida veya ip kullanımı tamamen yasaktır.
2. Kulenin en üst platformu, 500g'lık veri odasını (kütleyi) sarsıntısız taşıyabilmelidir.	2. Bağlantılar yalnızca görselinde yer alan 3D basılmış konektrlerle yapılacaktır.
3. Yapı, sarsıntı tablasında 30 saniye sürecek yanal dalga simülasyonunda ayakta kalmalıdır.	3. Takım başına maksimum malzeme: 100 adet ahşap dil çubuğu ve 40 adet karma konektör.

3. 5E MODELİ ADIM ADIM UYGULAMA YÖNERGESİ

A. GİRME (Engage) – [Süre: 20 Dakika]

- **Öğretmen Söylemi ve Rolü:** Öğretmen sınıfa kurutulmuş bir bambu kamışı ve bir arı peteği kesiti getirir. Öğrencilerin dokunmasını sağlar. Ardından akıllı tahtada, deprem anında beşik gibi sallanan fakat yıkılmayan gökdelenlerin (örneğin Taipei 101 ve içindeki Tuned Mass Damper sisteminin sismik esneme) videolarını izletir.
- **Sınıf İçi Soru Yönelme Stratejisi (Öğretmen Söylemi):**
 - *"Değerli mühendisler, tonlarca çelik ve beton kullanılarak inşa edilen bazı devasa binalar sarsıntı anında cam gibi kırılıp yıkılırken; içi bomboş olan ve sadece liflerden oluşan incecik bambu ağaçları en şiddetli fırtınalarda ve depremlerde nasıl sadece esneyerek hayatta kalıyor?"*
 - *"Bambu gövdesinde düzenli aralıklarla gördüğümüz o sert boğumların statik mühendisliğindeki sırrı ne olabilir? Doğanın milyonlarca yıldır kullandığı bu geometrik şifreleri, elimizdeki 3D konektörlerle kendi kulelerimize nasıl aktarabiliriz?"*
- **Öğrenci Çıktısı:** Öğrenciler rijitlik (sertlik) yerine esnekliğin, kuvveti dağıtan düğüm noktalarının ve kütle merkezini doğru konumlandırmanın hayati olduğunu fark ederler. Problem durumunu tamamen sahiplenirler.

B. KEŞFETME (Explore) – [Süre: 40 Dakika]

- **Öğretmen Rolü:** Öğrencileri 4'er kişilik heterojen mühendislik takımlarına ayırır. Her takıma malzeme kitini (dil çubukları ve image.png görselindeki konektörler) teslim eder. Öğretmen bu aşamada asla doğrudan bilgi vermez, sadece açık uçlu sorularla gruplar arasında dolaşır.
- **Öğrenci Görev Yönergesi:**
 1. Takımınızla birlikte image.png görselindeki T, 120 derecelik Y, 5'li Yıldız, L dirsek ve düz ekleyicilerin dil çubukları üzerindeki kavrama mukavemetini test edin.
 2. Herhangi bir yapıştırıcı olmadan, sadece konektörleri kullanarak önce bir **"Kare Kafes Blok"**, ardından bir **"Üçgen/Altıgen Kafes Blok"** inşa edin.
 3. Her iki bloğun üst yüzeyine elinizle yanal (sağdan sola) basınç uygulayın. Hangi formun üzerine binen kuvvetle birlikte paralelkenara dönüştüğünü, hangi formun ise şeklini inatla koruduğunu gözlemleyip not edin.
- **Keşif Yönlendirme Sorusu:** *"Kare yapının köşelerine bastırdığınızda neden hemen çöktü? Üçgen yapıda köşeleri sabit tutan ve kuvvetin diğer çubuklara geçmesini sağlayan temel matematiksel fark nedir? Elinizdeki 120 derecelik Y parçası arı peteği modeline nasıl dönüştürülebilir?"*

C. AÇIKLAMA (Explain) – [Süre: 30 Dakika]

- **Öğretmen Rehberliğinde Bilimsel Yapılandırma:** Öğretmen öğrencilerin keşif sonuçlarını tahtaya şematize eder ve şu akademik açıklamaları sunar:
 1. **Kafes (Truss) Sistemleri ve Geometri:** Kare formlar, köşelerinden yanal yüklere maruz kaldığında açısal değişim gösterir ve çöker. Ancak matematiksel olarak üçgen, kenar uzunlukları sabitken açısı değiştirilemeyen tek geometridir. Üçgen kafes kirişler, üzerine binen yükü "çekme" (tension) ve "basma" (compression) kuvveti olarak tüm bileşenlerine eşit dağıtır.
 2. **Biyomimikri ve Konektör Fonksiyonları:** Bambunun boğumları, yapının yanal burkulmasını önleyen halkasal desteklerdir. Dağıttığımız parça setindeki 120 derecelik Y konektörler doğadaki en optimum alan ve mukavemet formülü olan altıgen yapıları taklit etmenizi sağlar. 5'li yıldız konektörler ise kuvveti 5 farklı yöne dağıtarak küresel veya silindirik (jeodezik) mukavemet alanları oluşturmanıza imkan tanır.

D. DERİNLEŞTİRME (Elaborate) – [Süre: 55 Dakika]

- **Mühendislik Tasarım Döngüsünün İşletilmesi:**
 1. **Teknik Çizim ve Modelleme (10 dk):** Gruplar, kriterlere (≥ 50 cm yükseklik, tepeye 500g kütle) uymak için kağıt üzerinde kule planı çizerler. Tabanın geniş, tepenin ise kütle merkezini korumak adına daha dar planlanması tartışılır.
 2. **Prototip İnşası (35 dk):** Takımlar çizdikleri plan doğrultusunda dil çubuklarını konektör yuvalarına sıfır yerleşecek şekilde monte eder. Y ve Yıldız konektörler kullanılarak gövdede dairesel/altıgen katmanlar oluşturulur, bambu boğumu mantığıyla kule dikey eksenle yükseltilir. Kulenin en üst katına 500g kütle taşıyacak düz pencereci bir platform kurulur.
 3. **Hata Analizi ve Optimizasyon (10 dk):** Takımlar kulelerini manuel olarak hafifçe sarsar. Gevşek bağlantılar, tork etkisiyle yerinden çıkan dil çubukları varsa düz ekleyiciler ve T parçalar kullanılarak çapraz kirişlerle (X-brace) güçlendirilir.

Mühendislik Tasarım Süreci Döngüsü

Geliştir
Sonuçları analiz et ve iyileştir

Oluştur
Modeli inşa et ve test et

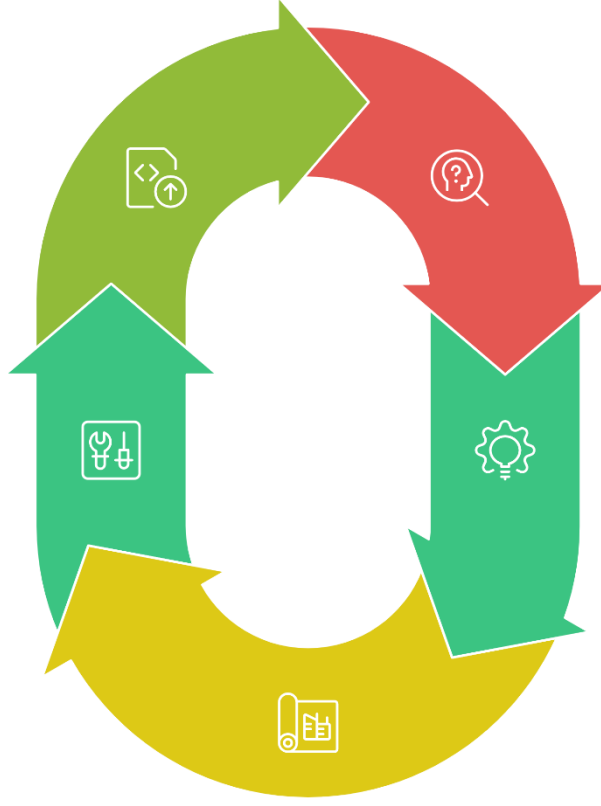
Planla
Malzemeleri topla ve tasarımı çiz

Problemli Tanımla

Problemli ve kısıtlamaları belirle

Hayal Et

Çözüm fikirleri üret ve seç



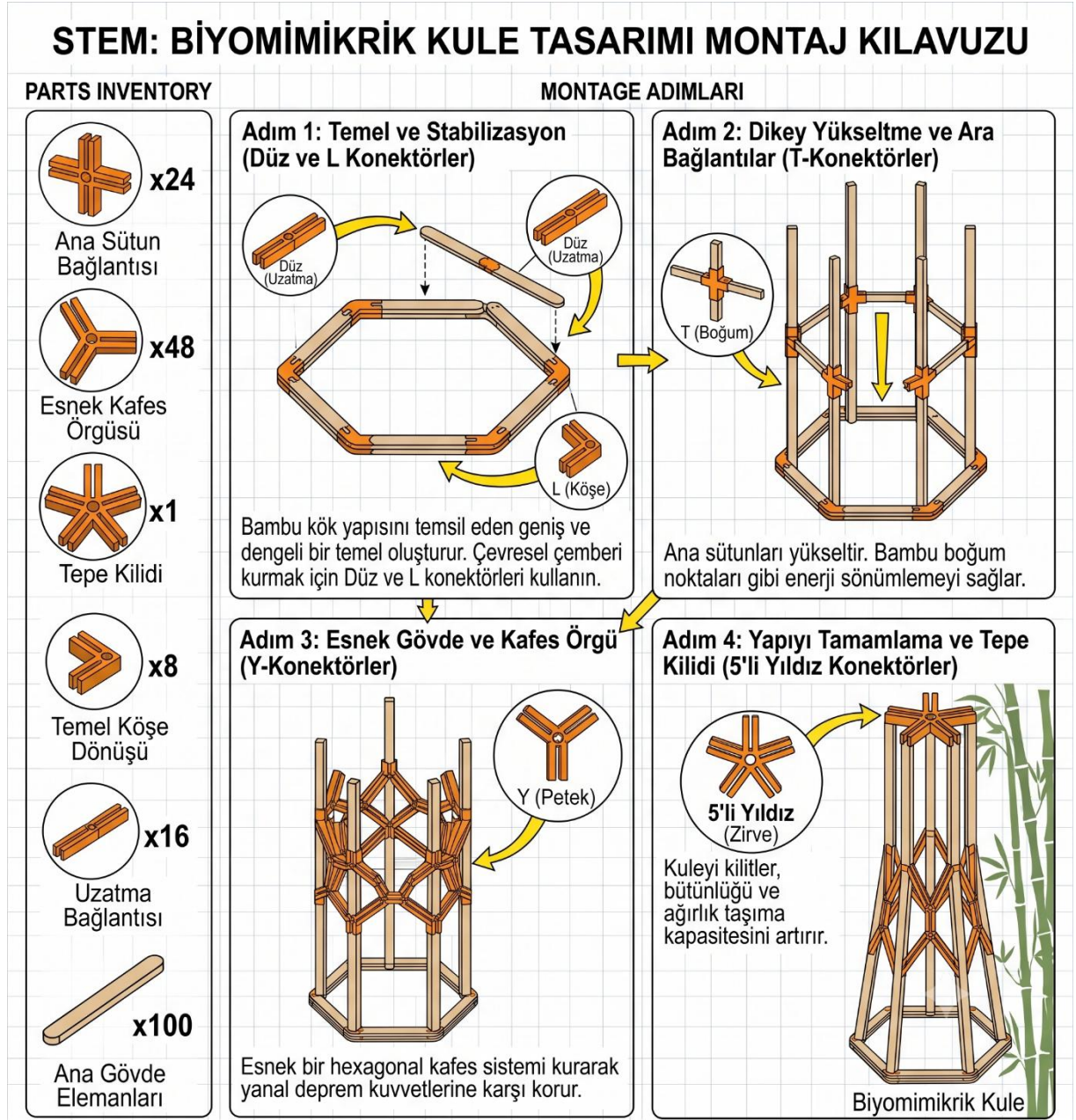
Made with Napkin

E. DEĞERLENDİRME (Evaluate) – [Süre: 15 Dakika]

- **Büyük Final - Sismik Dayanıklılık Testi:** Her takım kulesini yapay sarsıntı platformuna yerleştirir. Kulenin tepesine 500g veri odası kütlesi sabitlenir. Platform önce 15 saniye hafif frekansta (P dalgası), ardından 15 saniye yüksek frekansta (S dalgası) yanal olarak sallanır. Kulenin yıkılma anı veya başarı saniyesi kronometre ile kaydedilir.

Değerlendirme Alanı	Mükemmel (4 - 5 Puan)	Kabul Edilebilir (2 - 3 Puan)	Geliştirilmeli (0 - 1 Puan)
Sismik Dayanıklılık	Kule 30 saniyelik sarsıntının tamamına dayandı, devrilmedi, hiçbir parça yuvasından çıkmadı.	Kule ayakta kaldı ancak sarsıntı esnasında bazı diğ çubukları konektörlerden gevşedi/çıktı.	Kule sarsıntının ilk saniyelerinde tamamen yıkıldı veya bağlantı noktaları kırıldı.
Mühendislik Kısıtları	Yükseklik ≥ 50 cm, bütçe (100 çubuk / 40 konektör) aşılmadı, yapıştırıcı kullanılmadı, 500g taşındı.	Yükseklik 50 cm'e ulaştı ancak malzeme sınırları tam bitti veya kütle dengede durmakta zorlandı.	Kule boyu kısa kaldı veya gizlice yapıştırıcı/bant gibi yasaklı malzemeler kullanıldı.
Biyomimikri Entegrasyonu	Bambu boğumu veya arı peteği mantığı mimariye yansıtılmış; Y ve Yıldız konektörler mükemmel optimize edilmiş.	Doğadan esinlenme düşünülmüş fakat uygulamada standart prizmatik kare kule geometrisinin dışına çıkılamamış.	Doğadan esinlenme veya özgün bir geometrik arayış bulunmuyor, rastgele birleştirme yapılmış.

4. ÖRNEK PROTOTİP MİMARİSİ VE YAPI ŞEMASI



Mühendislik Uygulama Notu (Öğretmenden Taktikler):

- Taban Kurulumu:** Devrilme momentini (tork) azaltmak için en alt katmanda 5'li yıldız parçaları uca ekleyerek dairesel/geniş bir temel atın.
- Gövde Yükseltme:** Kuleyi yukarı doğru daraltırken 120 derecelik Y konektörleri devreye sokun. Bu parçalar yapıyı kendiliğinden altıgen prizmaya zorlayarak burkulmayı önler.
- Tepe Platformu:** Ağır veri odasının sarsılmaması için en üst tavanı T ve L pencereleriyle rijit bir kare şeklinde kilitleyin.