

ARAŞTIRMA SORGULAMA TEMELLİ

STEM ETKİNLİKLERİ

Merak Et, Keşfet, Çöz:
Geleceğin Mucitleri İçin Rehber



GELECEĞİN BİLİM İNSANLARINI YETİŞTİRMEK: STEM VE SORGULAMA YOLCULUĞU

Değerli meslektaşım,

Elinizdeki bu eğitim seti, bilginin sadece aktarıldığı değil, bizzat öğrenci tarafından inşa edildiği bir "keşif haritası" olarak tasarlanmıştır. Günümüzde teknolojiye baş döndürücü değişim ve bilgideki devasa artış, öğrencilerimizin bilgiyi pasif bir şekilde alan bireyler olmaktan çıkıp, ona ulaşan ve veriler arasından seçim yapabilen aktif sorgulayıcılara dönüşmesini zorunlu kılmaktadır.

Neden Bu Yaklaşımı Seçtik?

Bu setin temel felsefesi, 19. yüzyıldan günümüze uzanan pragmatizm (yararcılık) ve ilerlemecilik eğitim akımlarına dayanmaktadır. Bizler öğrenciyi merkeze alarak; onun sadece teorik formülleri ezberlemesini değil, bu bilgileri günlük yaşamın karmaşık problemlerini çözmek için birer araç olarak kullanmasını hedefliyoruz.

STEM ve Sorgulamanın Gücü

Eğitim setimiz, Araştırma-Sorgulamaya Dayalı Öğrenmeyi (ASGÖ) disiplinlerarası bir motor olarak kullanır. Bu süreçte öğrencimiz:

Fen (Science) ile doğal dünyayı araştırıp kanıtlara dayalı açıklamalar oluşturur.

Teknoloji (Technology) araçlarını kullanarak bilgiye ulaşır ve bulgularını dijital dünyada paylaşır.

Mühendislik (Engineering) disipliniyle kendi araştırma prosedürlerini dizayn eder ve prototipler geliştirir.

Matematik (Math) ile verileri organize eder, ilişkileri bulur ve sorgulamanın sayısal dilini konuşur.

Ne Kazanacağız?

Bu yolculuk sonunda hedefimiz, öğrencilerin sadece birer "uygulayıcı" değil; tıpkı bir bilim insanı gibi düşünen, hipotezlerini test eden ve kanıta dayalı argümanlar üreten bireyler olmalarıdır. Bu yaklaşım sayesinde öğrencilerimiz:

Eleştirel ve analitik düşünme becerilerini geliştirir.

Problem çözme ve karar verme yeteneklerini gerçek yaşam senaryolarında sınar.

Bilime karşı olumlu bir tutum geliştirerek öğrenme sürecinin sorumluluğunu üstlenir.

Öğretmenin Rolü: Bir Bilgi Kaynağından "Akıl Hocası"na

Bu sette öğretmen, her şeyi adım adım söyleyen bir talimat verici değil; süreci kolaylaştıran, merakı tetikleyen ve öğrenciyi araştırmaya teşvik eden bir rehber/koç konumundadır. Unutmayalım ki; araştırma-sorgulama bir son moda değil, hızlı değişen dünyada hayatta kalmanın ve gelişmenin temel yoludur.

Bilimle, merakla ve sorgulamanın heyecanı dolu keyifli dersler dileriz.

Mehmet Türk Fen Bilimleri Öğretmeni & STEM Atölyesi Yürütücüsü





STEM ETKİNLİK REHBERİ: FIRTINAYA DİRENEN KANATLAR

1. BÖLÜM: Sorgulama (Inquiry)

Bu aşamada amaç öğrencilerin sürece dahil olması ve merak uyanmasıdır.

Öğretmen İçeriği:

Görsel Materyal: Fırtınada kanatları kırılan bir rüzgar türbini videosu ile rüzgarda esneyen bir palmye ağacı görseli yanyana sunulur.

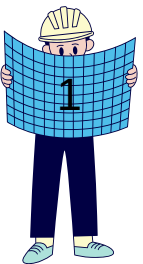
Sınıf İçi Soru Paneli:

"Sizce çelik bir kule neden palmye kadar dayanıklı olamıyor?"



"Bir mühendis olsaydınız, rüzgar türbinini rüzgarla savaşmak yerine onunla uyumlu hale nasıl getirirdiniz?"

"Farz edelim ki bir kanadın şeklini değiştirebiliyoruz; bu durum türbinin ömrünü nasıl etkiler?"





2. BÖLÜM: Var Olan Bilgiyi Açığa Çıkarma (Prior Knowledge)

Öğrencilerin ön bilgilerini hatırlayıp çözüm için kullanmaya çalışmaları hedeflenir.

Öğrenci Çalışma Formu (Beyin Fırtınası):

Soru 1: Bu sorunu çözmek için hangi bilgilere (kuvvet, sürtünme, açı, biyomimikri vb.) sahibim?

Soru 2: Doğada rüzgardan korunan başka hangi yapılar var? (Örn: Kuş kanatları, esnek kamışlar).

Grup Tartışma Notu: "Bizce rüzgar türbininin rüzgar hızına tepki vermesi için şu mekanizmaya ihtiyacı var:"

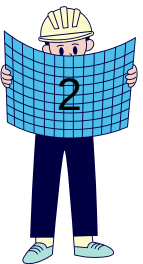
3. BÖLÜM: Tahminde Bulunma (Hypothesis)

Öğrencilerin "Bence..." şeklinde bir durum seçmeleri ve test edilecek bir iddia oluşturmaları istenir.

Hipotez Formu:

Araştırma Sorusu: Rüzgar hızı arttığında kanat açısının değiştirilmesi, türbin gövdesine binen yükü nasıl etkiler?

Hipotezim: "Bence rüzgar hızı arttığında kanat açısı rüzgara paralel hale getirilirse, türbin üzerindeki sürtünme kuvveti azalır ve yapı hasar görmez."





4. BÖLÜM: Uygulamayı Planlama ve Yapma (Planning & Execution)

Öğrenciler deney tasarlar, materyal seçer ve prototiplerini oluşturur.

Prosedür Tasarım Formu (Rehberli Sorgulama):

Materyal Seçim Listesi (Öğrenci Tarafından Belirlenir): Arduino Uno, Servo Motor, LDR veya Anemometre, Mukavva, Silikon, İletki.

Tasarım Çizimi: (Öğrencilerden prototiplerinin teknik çizimini yapmaları istenir).

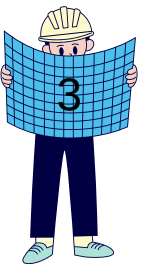
Algoritma Adımları:

Rüzgar hızını sensörle oku (rüzgar hızı)

Eğer rüzgar hızı > limit hızı ise;

Servo motoru çalıştır ve kanat açısını belirlenen dereceye getir.

Çizim Alanı





5. BÖLÜM: Yorum Yapma ve Özetleme (Data & Analysis)

Kanıtların toplanması ve sonuçların tabloya işlenmesi aşamasıdır.
Veri Kayıt Tablosu

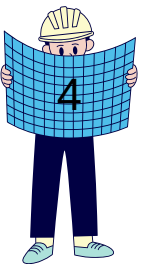
Rüzgar Şiddeti (Fön Kademe)	Kanat Açısı (α)	1. Deneme Stabilité	2. Deneme Stabilité	Ortalama Dayanım
Düşük (V1)	90	...	...	...
Orta (V2)	45	...	...	...
Yüksek (V3)	10	...	...	...

Analiz Soruları:

Veriler hipotezinizi destekliyor mu? Neden?

Hangi açı değerinde türbin en güvenli (stabil) çalıştı?

Kanıtlarınızla başlangıçtaki "palmye ağacı" örneği arasında nasıl bir bağ kurarsınız?





6. BÖLÜM: Sonuçları Sunma / Argümantasyon (Communication)

Bulguların akranlarla paylaşılması ve tartışılmasıdır.

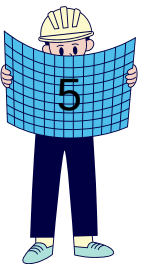
Sunum Rehberi:

İddia: Tasarımımız rüzgar türbinlerini korumak için en iyi yoldur çünkü...

Kanıt: Tablomuzdaki şu veriler rüzgar direncinin azaldığını göstermektedir...

Gerekçe: Biyomimetik prensiplere göre esneklik/açı değişimi kuvveti sönümler.

Akran Geribildirimi: Diğer grupların tasarımında "başarısız" olan noktalar nelerdi? Bu hatalardan ne öğrendik?

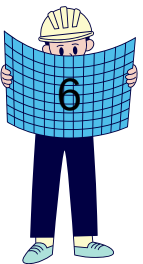




Analitik Rubrik (Dereceli Puanlama Anahtarı)

Bu rubrik, öğrencilerin süreç boyunca sergilediği performansın farklı boyutlarını değerlendirmek için kullanılır.

Kriter	Geliştirilmeli (1)	Orta (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)
Sorgulama ve Hipotez	Soruyu anlamakta ve hipotez kurmakta zorlandı.	Hipotez kurdu ancak test edilebilirliği zayıf.	Test edilebilir, bilimsel bir hipotez oluşturdu.	Özgün, bilimsel verilere dayalı ve çok güçlü bir hipotez kurdu.
Mühendislik Tasarımı	Tasarım çalışmıyor veya amaca hizmet etmiyor.	Tasarım çalışıyor ancak dayanıklılığı düşük.	Amaca uygun, dayanıklı ve işlevsel bir prototip yaptı.	Biyomimetik prensipleri tasarımına mükemmel şekilde entegre etti.
Kodlama ve Teknoloji	Kod çalışmıyor veya mantıksal hatalar var.	Kod çalışıyor ancak manuel müdahale gerektiriyor.	Sensör verilerine göre tepki veren stabil bir algoritma yazdı.	Karmaşık durumlara (farklı rüzgar hızları) çözüm sunan optimize bir kod yazdı.
Veri Analizi ve Tablolama	Veri toplamadı veya tablo oluşturamadı.	Verileri topladı ancak tablo düzeni karmaşık.	Verileri eksiksiz toplayıp dökümandaki gibi tabloya işledi.	Verileri grafiklerle analiz edip, ilişkileri net şekilde açıkladı.
İş Birliği ve Paylaşım	Grup çalışmalarına katılmadı.	Sadece verilen görevleri yaptı.	Diğer üyelerle etkileşim kurup fikir paylaştı.	Grubu motive etti ve sonuçları etkileyici bir argümanla sundu.





Öz Değerlendirme Formu

Öğrencinin kendi öğrenme sürecini ve zihinsel süreçlerini değerlendirmesini sağlar.

Bu etkinlikte en çok zorlandığım basamak şuydu:

.....

Bir bilim insanı gibi çalıştığımı düşünüyorum mu? Neden?

Eğer tasarımı baştan yapsaydım şu değişikliği yapardım:

.....

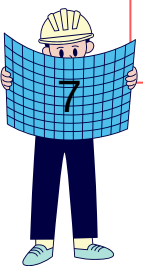
Grup içinde aldığım sorumluluklar şunlardı:

Öğrendiğim en şaşırtıcı bilgi:

Akran Değerlendirme Formu

Öğrencilerin birbirlerinin iletişim ve problem çözme becerilerini değerlendirmesi için kullanılır.

Arkadaşımın Adı	Fikir Üretme	Görev Sorumluluğu	İş Birliğine Yatkinlik
1.	()	()	()
2.	()	()	()
(Puanlama: 1: Az, 2: Orta, 3: Çok)			





STEM DERS PLANI: KURAKLIĞA BİYOMİMETİK ÇÖZÜM

1. BASAMAK: Sorgulama (Inquiry)

Bu aşamada amaç, öğrencilerin "farz edelim" veya "merak ediyorum" diyerek sürece dahil olmasıdır.

İçerik

Problem Senaryosu: Küresel ısınma nedeniyle su kaynaklarımız hızla tükeniyor. Bir tarım araziniz olduğunu ve suyunuzun çok kısıtlı olduğunu hayal edin.

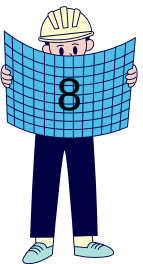
Tetikleyici Görsel: Çölde aylarca susuz kalmasına rağmen hayatta kalan bir Varil Kaktüsü görseli ile kurumuş bir tarla görseli yan yana sunulur.



Sorgulama Soruları

"Kaktüsler suyu nasıl bu kadar verimli depolayıp kullanabiliyor?"

"Bir sulama sistemi, suyun ne zaman 'gerçekten' gerekli olduğunu bir bitki gibi nasıl hissedebilir?"





2. BASAMAK: Var Olan Bilgiyi Açığa Çıkarma

Öğrencilerin ön bilgilerini hatırlayıp sorunun çözümü için kullanmaları sağlanır.

Beyin Fırtınası Formu:

Soru: Bitkilerin suya ihtiyaç duyduğunu hangi fiziksel değişimlerden anlarız?

Biyomimetik Odak: Kaktüslerin gövde yapısındaki "akordeon" benzeri kıvrımların su depolama ve genleşme yeteneğini araştırın. Bu yapıyı bir su deposu tasarımında kullanabilir miyiz?

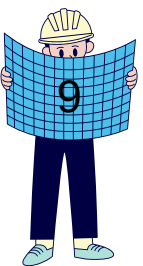
3. BASAMAK: Tahminde Bulunma (Hipotez)

Öğrenciler soruya çözüm bulmak için "bence..." şeklinde bir durum seçerler.

Hipotez Kağıdı:

Araştırma Sorusu: Toprak nem seviyesine göre çalışan otomatik bir vana sistemi, geleneksel zaman ayarlı sulamaya göre ne kadar su tasarrufu sağlar?

Öğrenci Tahmini: "Bence toprak nemi %40'ın altına düşmeden sulama yapılmazsa, su tüketimi en az %30 oranında azalacaktır." gibi bir tahmin alınacaktır.



4. BASAMAK: Uygulamayı Planlama ve Yapma

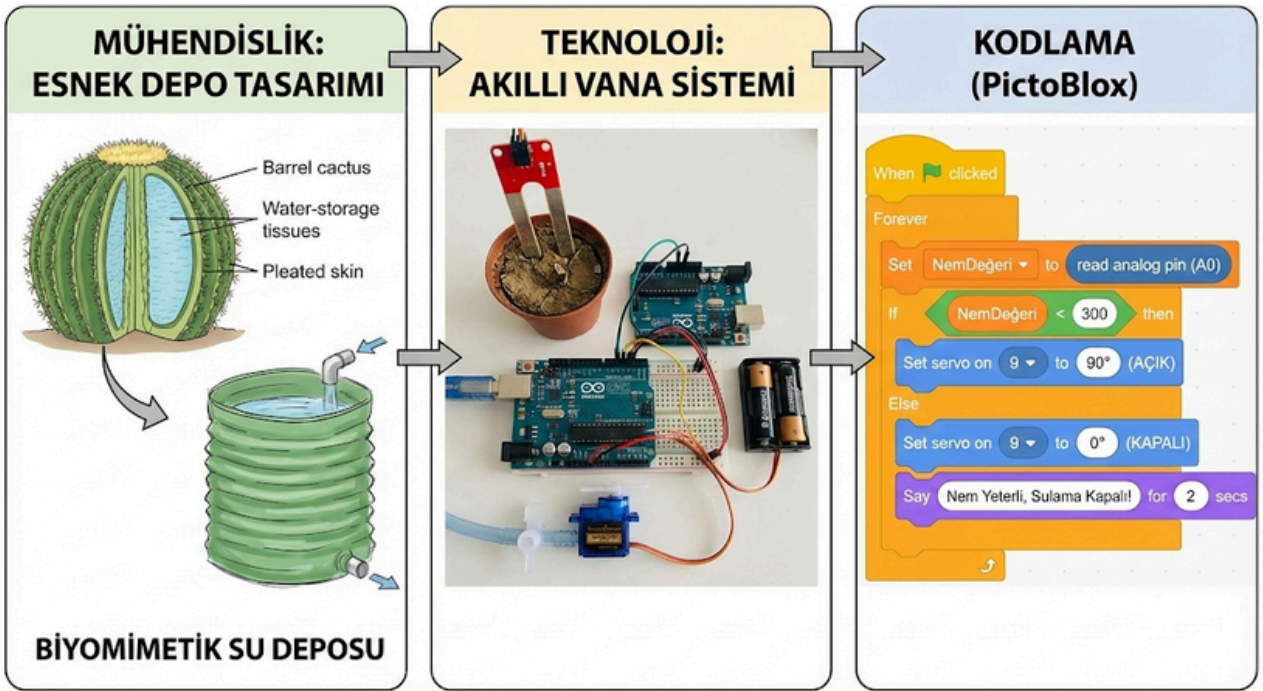
Öğrenciler deney tasarlar ve uygulamayı gerçekleştirirler.

Mühendislik ve Teknoloji Görevi:

Tersine Mühendislik: Bir kaktüsün su depolama mekanizmasını taklit eden esnek bir depo tasarlayın.

Akıllı Sistem: Arduino ve Toprak Nem Sensörü kullanarak bir "Akıllı Vana" (Servo motor destekli) devresi kurun.

Kodlama (PictoBlox): 1. Nem değerini oku. 2. Eğer nem < Eşik Değer ise; vanayı (servo) aç. 3. Nem yeterli ise; vanayı kapat ve uyarı ver.



Çizim Alanı





5. BASAMAK: Yorum Yapma ve Özetleme

Gözlemlerin kaydedilmesi ve kanıtların toplanması aşamasıdır.

Veri Kayıt Tablosu:

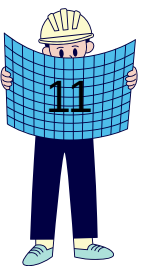
Deneme No	Toprak Başlangıç Nemi (%)	Sulama Süresi (sn)	Harcanan Su Miktarı (ml)	Bitki Durumu
1 (Kontrol)	%20	60 (Sabit)	...	...
2 (Akıllı)	%20	Otomatik (Değişken)	...	...
3 (Akıllı)	%50	0 (Kapalı)	...	...

Tablodaki verileri kullanarak aşağıdaki analizleri yapınız

Kanıt Sunma: Akıllı sistem, manuel sulamaya göre toplamda kaç ml su tasarrufu sağladı? (Hesaplama: $500 \text{ ml} - 120 \text{ ml} = 380 \text{ ml}$).

Hipotez Karşılaştırma: Elde ettiğin bu veriler, 3. basamakta kurduğun "Bence..." ile başlayan hipotezini destekliyor mu?.

Biyomimetik Yorum: Tasarladığın esnek depo, kaktüsün su depolama stratejisini başarıyla taklit edebildi mi? Su biterken deponun büzülmesi sistemi nasıl etkiledi?





6. BASAMAK: Sonuçları Sunma / Argümantasyon

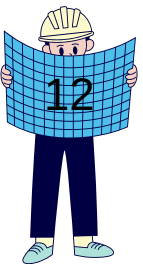
Bulguların akranlarla paylaşılması ve tartışılmasıdır.

Sunum içeriği örnek olarak verilmiştir. Öğrenciler kendi veri tablolarına göre bu bölümü dolduracaklardır.

İddia: Akıllı sulama sistemimiz, kaktüslerin "ihtiyacın kadar kullan" stratejisini başarıyla taklit etmiştir.

Kanıt: Tabloya göre, toprak nemi yeterli olduğunda sistem çalışmayarak X ml su tasarrufu sağlamıştır.

Gerekçe: Bitkilerin biyolojik sensörlerini (ozmotik basınç vb.) teknolojik sensörlerle modellemek tarımda verimliliği artırır.

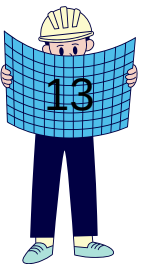




Analitik Rubrik (Dereceli Puanlama Anahtarı)

Bu rubrik, öğrencilerin süreç boyunca sergilediği performansın farklı boyutlarını değerlendirmek için kullanılır.

Kriter	Geliştirilmeli (1)	Orta (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)
Sorgulama ve Hipotez	Soruyu anlamakta ve hipotez kurmakta zorlandı.	Hipotez kurdu ancak test edilebilirliği zayıf.	Test edilebilir, bilimsel bir hipotez oluşturdu.	Özgün, bilimsel verilere dayalı ve çok güçlü bir hipotez kurdu.
Mühendislik Tasarımı	Tasarım çalışmıyor veya amaca hizmet etmiyor.	Tasarım çalışıyor ancak dayanıklılığı düşük.	Amaca uygun, dayanıklı ve işlevsel bir prototip yaptı.	Biyomimetik prensipleri tasarımına mükemmel şekilde entegre etti.
Kodlama ve Teknoloji	Kod çalışmıyor veya mantıksal hatalar var.	Kod çalışıyor ancak manuel müdahale gerektiriyor.	Sensör verilerine göre tepki veren stabil bir algoritma yazdı.	Karmaşık durumlara çözüm sunan optimize bir kod yazdı.
Veri Analizi ve Tablolama	Veri toplamadı veya tablo oluşturamadı.	Verileri topladı ancak tablo düzeni karmaşık.	Verileri eksiksiz toplayıp dökümandaki gibi tabloya işledi.	Verileri grafiklerle analiz edip, ilişkileri net şekilde açıkladı.
İş Birliği ve Paylaşım	Grup çalışmalarına katılmadı.	Sadece verilen görevleri yaptı.	Diğer üyelerle etkileşim kurup fikir paylaştı.	Grubu motive etti ve sonuçları etkileyici bir argümanla sundu.





Öz Değerlendirme Formu

Öğrencinin kendi öğrenme sürecini ve zihinsel süreçlerini değerlendirmesini sağlar.

Bu etkinlikte en çok zorlandığım basamak şuydu:

.....

Bir bilim insanı gibi çalıştığımı düşünüyorum mu? Neden?

Eğer tasarımı baştan yapsaydım şu değişikliği yapardım:

.....

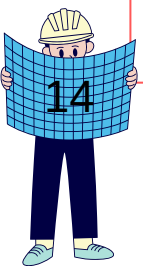
Grup içinde aldığım sorumluluklar şunlardı:

Öğrendiğim en şaşırtıcı bilgi:

Akran Değerlendirme Formu

Öğrencilerin birbirlerinin iletişim ve problem çözme becerilerini değerlendirmesi için kullanılır.

Arkadaşımın Adı	Fikir Üretme	Görev Sorumluluğu	İş Birliğine Yatkinlık
1.	()	()	()
2.	()	()	()
(Puanlama: 1: Az, 2: Orta, 3: Çok)			





STEM DERS PLANI: KUTUP CANLILARINDAN ESİNLENEN AKILLI YALITIM

1. BASAMAK: Sorgulama (Inquiry)

Problem Senaryosu: Bursa gibi tekstil sanayisinin kalbi olan bir şehirde, üretimden kalan tonlarca kumaş atığı çevre kirliliğine neden olurken, aynı zamanda binalarımızı ısıtmak için çok fazla fosil yakıt tüketiyoruz.

Esinlenme Kaynağı: -40C soğukta, penguenlerin vücut sıcaklıklarını nasıl sabit tuttuklarını (termal izolasyon stratejisi) gösteren bir video izletilir.

<https://www.youtube.com/watch?v=3CRyGogDYJo>

<https://www.youtube.com/watch?v=iTEo0LVQbJg>

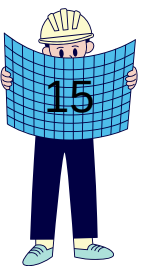
Sorgulama Sorusu:

"Tüylerin arasında su yerine hava olması neden ısıyı daha iyi koruyor olabilir?"

"Penguenlerin rüzgardan korunmak için sürekli yer değiştirmeleri, binalardaki ısı kaybını önleme stratejimizle nasıl bir benzerlik taşıyor?"

"Bu canlılardan esinlenerek üreteceğimiz tekstil katmanlarında, penguen tüylerindeki hangi fiziksel özelliği taklit etmeliyiz?"

"Penguenlerin tüylerinin arasına hava hapsedme stratejisinden esinlenerek, tekstil atıklarını binalarımızda enerji tasarrufu sağlayan akıllı yalıtım malzemelerine nasıl dönüştürebiliriz?".





2. BASAMAK: Var Olan Bilgiyi Açığa Çıkarma

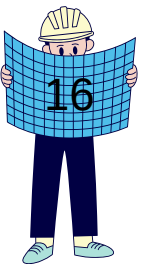
Beyin Fırtınası: "Isı iletimi ve yalıtımı hakkında ne biliyoruz? Durgun hava neden iyi bir yalıtıcıdır?".

Araştırma: "Bu soruyu cevaplamak için hangi bilgilere sahibiz?". Kutup canlılarının tüy ve yağ katmanları arasındaki ilişkiyi sorgulayın.

3. BASAMAK: Tahminde Bulunma (Hipotez)

Öğrenci Tahmini: Öğrenciler, "Bence..." şeklinde başlayan iddialarını kurarlar.

Örnek Hipotez: "Eğer tekstil atıklarını penguenlerin tüyleri gibi katmanlı ve aralarında hava boşluğu kalacak şekilde dizersek, yapının iç sıcaklığındaki düşüş hızı en az %30 oranında yavaşlayacaktır".



4. BASAMAK: Uygulamayı Planlama ve Yapma

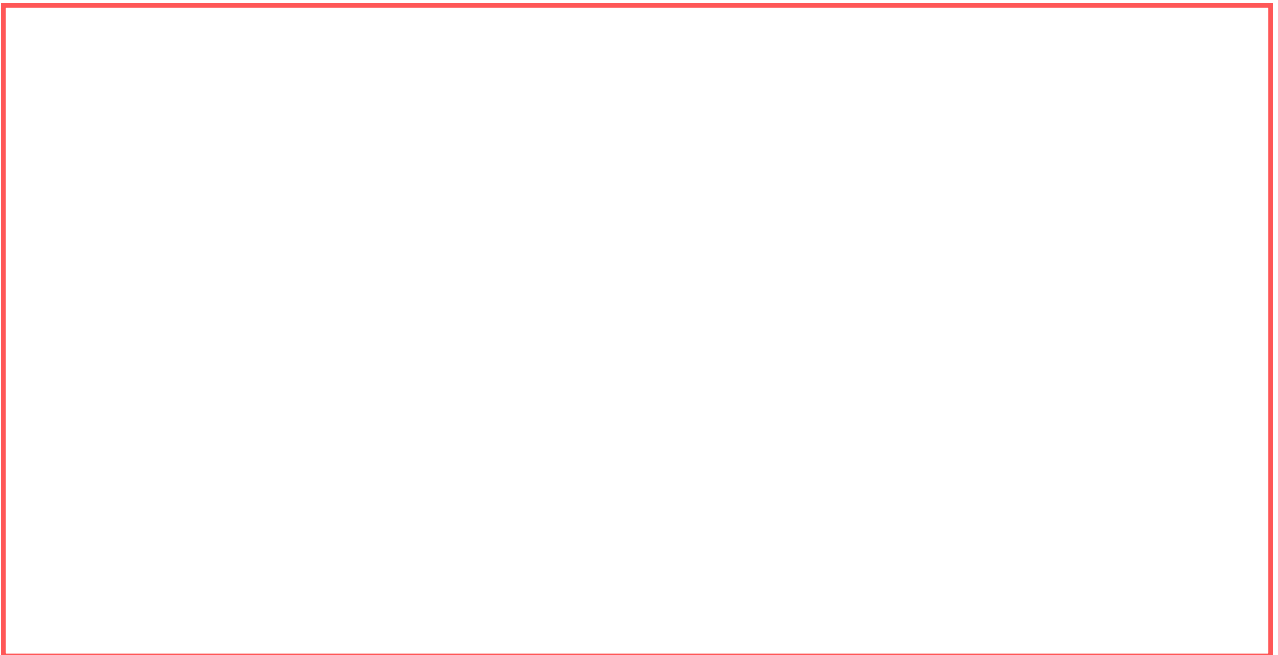
Mühendislik Görevi: İki adet özdeş karton kutu (ev modeli) tasarlanır. Bir kutunun iç yüzeyi, kutup canlılarından esinlenerek tekstil atıklarıyla katmanlı şekilde kaplanır; diğeri boş bırakılır.

Teknoloji Entegrasyonu: Her iki kutuya ısı sensörü yerleştirilir. PictoBlox üzerinden, her 1 dakikada bir sıcaklık verisini okuyan ve kaydeden bir algoritma tasarlanır.

Planlama: Gruplar kendi prosedürlerini belirler ve kullanacakları kumaş türlerini (yün, pamuk, sentetik) seçerler.



Çizim Alanı





5. BASAMAK: Yorum Yapma ve Özetleme (Veri Analizi)

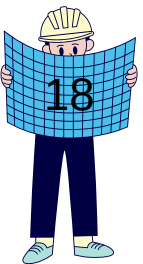
Öğrenciler uygulama sırasında elde ettikleri verileri dökümandaki tablo yöntemine göre analiz ederler.

A. Veri Kayıt Tablosu:

Zaman (dk)	Yalıtımsız Kutu (°C)	Esinlenilmiş Yalıtımlı Kutu (°C)	Sıcaklık Farkı (ΔT)	Gözlenen Termal Değişim
0				
5				
10				
Sonuç				

"Tablodaki veriler, kutup canlılarından esinlendiğimiz stratejinin verimliliği hakkında ne söylüyor?"

"Hangi kumaş katmanı dizilimi en iyi sonucu verdi?"





6. BASAMAK: Sonuçları Sunma / Argümantasyon

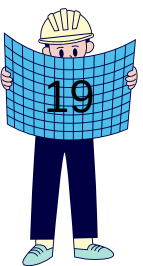
Bulguların akranlarla paylaşılması ve tartışılması sürecidir. Bu aşamada öğrenciler, süreç boyunca elde ettikleri bulguları ve yapılandıkları yeni bilgileri öğretmenleri ve akranlarıyla paylaşırlar.

Sunum içeriği örnek olarak verilmiştir. Öğrenciler kendi veri tablolarına göre bu bölümü dolduracaklardır.

İddia: Kutup canlılarının dondurucu soğuklarda hayatta kalmak için kullandığı termal tabakalaşma ve hava hapsedme stratejilerinden esinlenerek tasarlanan katmanlı tekstil atığı yalıtımı, binalarda ısı kaybını minimize eden yüksek performanslı bir izolasyon malzemesine dönüştürülebilir.

Kanıt: 5. basamaktaki veri kayıt tablosuna göre; yalıtımsız kontrol kutusu 10 dakika sonunda iç sıcaklığını X C kaybederken, esinlenilmiş modelde ısı kaybı hızı %45 oranında yavaşlamış ve iç sıcaklık daha stabil kalmıştır.

Gerekçe: Doğadaki canlıların (penguen vb.) tüy yapıları arasına hava hapsedme mekanizmasının tekstil atıklarıyla modellenmesi, ısının iletim yoluyla yayılmasını engelleyerek enerji verimliliğini ve yalıtımı artırmaktadır.

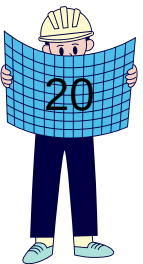




Analitik Rubrik (Dereceli Puanlama Anahtarı)

Bu rubrik, öğrencilerin süreç boyunca sergilediği performansın farklı boyutlarını değerlendirmek için kullanılır.

Kriter	Geliştirilmeli (1)	Orta (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)
Sorgulama ve Hipotez	Soruyu anlamakta ve hipotez kurmakta zorlandı.	Hipotez kurdu ancak test edilebilirliği zayıf.	Test edilebilir, bilimsel bir hipotez oluşturdu.	Özgün, bilimsel verilere dayalı ve çok güçlü bir hipotez kurdu.
Mühendislik Tasarımı	Tasarım çalışmıyor veya amaca hizmet etmiyor.	Tasarım çalışıyor ancak dayanıklılığı düşük.	Amaca uygun, dayanıklı ve işlevsel bir prototip yaptı.	Biyomimetik prensipleri tasarımına mükemmel şekilde entegre etti.
Kodlama ve Teknoloji	Kod çalışmıyor veya mantıksal hatalar var.	Kod çalışıyor ancak manuel müdahale gerektiriyor.	Sensör verilerine göre tepki veren stabil bir algoritma yazdı.	Karmaşık durumlara çözüm sunan optimize bir kod yazdı.
Veri Analizi ve Tablolama	Veri toplamadı veya tablo oluşturamadı.	Verileri topladı ancak tablo düzeni karmaşık.	Verileri eksiksiz toplayıp dökümandaki gibi tabloya işledi.	Verileri grafiklerle analiz edip, ilişkileri net şekilde açıkladı.
İş Birliği ve Paylaşım	Grup çalışmalarına katılmadı.	Sadece verilen görevleri yaptı.	Diğer üyelerle etkileşim kurup fikir paylaştı.	Grubu motive etti ve sonuçları etkileyici bir argümanla sundu.





Öz Değerlendirme Formu

Öğrencinin kendi öğrenme sürecini ve zihinsel süreçlerini değerlendirmesini sağlar.

Bu etkinlikte en çok zorlandığım basamak şuydu:

.....

Bir bilim insanı gibi çalıştığımı düşünüyorum mu? Neden?

Eğer tasarımı baştan yapsaydım şu değişikliği yapardım:

.....

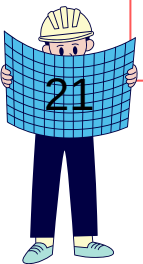
Grup içinde aldığım sorumluluklar şunlardı:

Öğrendiğim en şaşırtıcı bilgi:

Akran Değerlendirme Formu

Öğrencilerin birbirlerinin iletişim ve problem çözme becerilerini değerlendirmesi için kullanılır.

Arkadaşımın Adı	Fikir Üretme	Görev Sorumluluğu	İş Birliğine Yatkinlık
1.	()	()	()
2.	()	()	()
(Puanlama: 1: Az, 2: Orta, 3: Çok)			





STEM DERS PLANI: SİSMİK İZOLASYON VE BAMBU STRATEJİSİ

1. BASAMAK: Sorgulama (Inquiry)

Problem Senaryosu: Deprem kuşağında yer alan ülkemizde, binaların sarsıntı sırasında yıkılmasını önlemek için rijit (sert) yapılar yerine enerji sönümleyen yapılar tasarlanmalıdır.

Esinlenme Kaynağı: Şiddetli rüzgar ve fırtınada devasa ağaçlar kırılırken, çok daha ince olan bambuların sadece eğilip eski haline dönmesini (esneklik ve mukavemet) gösteren bir video izletilir.

<https://www.youtube.com/watch?v=rE1S21JLuv0>

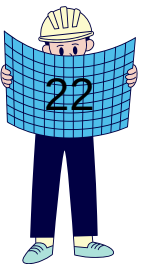
<https://www.youtube.com/watch?v=db-4qqIsYNk>

https://www.youtube.com/watch?v=OUcn9CQv3_A

Sorgulama Sorusu:

"Bambu neden devasa meşeler gibi rüzgarla savaşmak yerine onunla hareket etmeyi seçiyor? Bu seçim, binalarımızı depremden korumak için bize ne fısıldıyor olabilir?"

"Bambu ağaçlarının rüzgara karşı gösterdiği 'esneklik ve sönümlenme' stratejisinden esinlenerek, deprem sarsıntısını absorbe eden akıllı bina modelleri nasıl tasarlayabiliriz?"





2. BASAMAK: Var Olan Bilgiyi Açığa Çıkarma

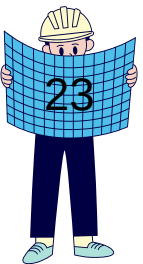
Beyin Fırtınası: "Bir yapı neden çatlar veya devrilir? Esneklik ile dayanıklılık arasındaki fark nedir?".

Araştırma: "Bu soruyu cevaplamak için hangi bilgilere sahibiz?". Öğrenciler, binalardaki ağırlık merkezi ve temel izolasyon sistemleri hakkında ön bilgilerini paylaşırlar.

3. BASAMAK: Tahminde Bulunma (Hipotez)

İddia Oluşturma: Öğrenciler, "Bence..." şeklinde başlayan tahminlerini belirtirler.

Örnek Hipotez: "Binaların temelini bambu lifleri gibi esnek ve katmanlı sönümleyiciler üzerine inşa edersek, sarsıntı anında binaya binen ivme kuvveti en az %40 azalacaktır."

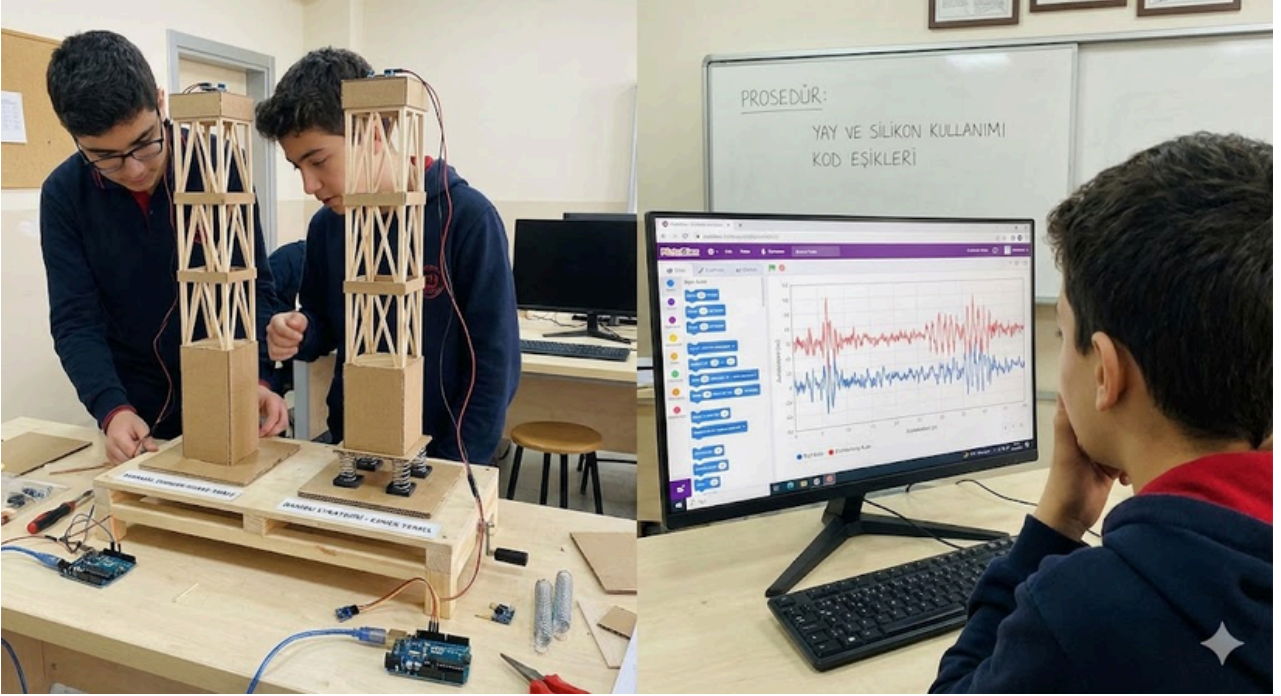


4. BASAMAK: Uygulamayı Planlama ve Yapma

Mühendislik Görevi: İki adet özdeş kule modeli tasarlanır. Birinci kule doğrudan zemine (rijit) bağlanır. İkinci kule, bambu boğumlarından esinlenilen yaylı veya kauçuk destekli bir temel izolasyon sistemi üzerine kurulur.

Teknoloji Entegrasyonu (Arduino/PictoBlox): Kulelerin tepesine birer ivmeölçer (MPU6050) sensörü yerleştirilir. Sarsıntı tablası (el yapımı) üzerinde binalar test edilirken, PictoBlox her iki kuledeki sallanma şiddetini (ivme değerlerini) anlık olarak grafikleştirir.

Planlama: Gruplar kendi prosedürlerini, kullanacakları esnek materyalleri (yay, sünger, silikon vb.) ve kodlama eşiklerini kendileri belirlerler.



Çizim Alanı



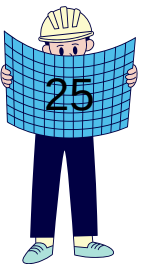
5. BASAMAK: Yorum Yapma ve Özetleme (Veri Analizi)

Öğrenciler uygulama süresince yaptıkları gözlemleri kaydeder ve kanıtlar toplarlar.

Veri Kayıt Tablosu

Sarsıntı Şiddeti	Rijit Yapı Max İvme (m/s ²)	Esinlenilmiş Yapı Max İvme (m/s ²)	Kuvvet Sönümlenme Oranı (%)	Fiziksel Hasar Gözlemi
Düşük				
Orta				
Yüksek				

"Tablodaki veriler, bambu stratejisinin binanın hayatta kalma şansını ne kadar artırdığını kanıtlıyor?".





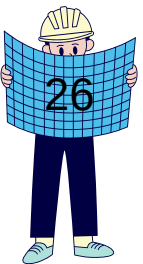
6. BASAMAK: Sonuçları Sunma / Argümantasyon

Öğrenciler elde ettikleri bulguları ve yeni bilgileri akranlarıyla paylaşırlar.

İddia: Bambu ağaçlarının boğumlu ve esnek yapısından esinlenerek tasarlanan sismik izolasyon sistemi, deprem yüklerini sönmüleyerek yapısal hasarı önlemede en etkili yoldur.

Kanıt: Tabloya göre, yüksek şiddetli sarsıntılarda akıllı yalıtım sistemi, binaya binen ivme kuvvetini X birimden Y birime düşürerek %60 oranında koruma sağlamıştır.

Gerekçe: Rijit yapılar enerjiyi kırılma yoluyla dışa vururken, bambu stratejisi enerjiyi esneme yoluyla sönmüler; bu da teknolojik sensörlerle izlendiğinde verimliliği kanıtlanmış bir mühendislik çözümdür.

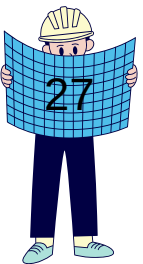




Analitik Rubrik (Dereceli Puanlama Anahtarı)

Bu rubrik, öğrencilerin süreç boyunca sergilediği performansın farklı boyutlarını değerlendirmek için kullanılır.

Kriter	Geliştirilmeli (1)	Orta (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)
Sorgulama ve Hipotez	Soruyu anlamakta ve hipotez kurmakta zorlandı.	Hipotez kurdu ancak test edilebilirliği zayıf.	Test edilebilir, bilimsel bir hipotez oluşturdu.	Özgün, bilimsel verilere dayalı ve çok güçlü bir hipotez kurdu.
Mühendislik Tasarımı	Tasarım çalışmıyor veya amaca hizmet etmiyor.	Tasarım çalışıyor ancak dayanıklılığı düşük.	Amaca uygun, dayanıklı ve işlevsel bir prototip yaptı.	Biyomimetik prensipleri tasarımına mükemmel şekilde entegre etti.
Kodlama ve Teknoloji	Kod çalışmıyor veya mantıksal hatalar var.	Kod çalışıyor ancak manuel müdahale gerektiriyor.	Sensör verilerine göre tepki veren stabil bir algoritma yazdı.	Karmaşık durumlara çözüm sunan optimize bir kod yazdı.
Veri Analizi ve Tablolama	Veri toplamadı veya tablo oluşturamadı.	Verileri topladı ancak tablo düzeni karmaşık.	Verileri eksiksiz toplayıp dökümandaki gibi tabloya işledi.	Verileri grafiklerle analiz edip, ilişkileri net şekilde açıkladı.
İş Birliği ve Paylaşım	Grup çalışmalarına katılmadı.	Sadece verilen görevleri yaptı.	Diğer üyelerle etkileşim kurup fikir paylaştı.	Grubu motive etti ve sonuçları etkileyici bir argümanla sundu.





Öz Değerlendirme Formu

Öğrencinin kendi öğrenme sürecini ve zihinsel süreçlerini değerlendirmesini sağlar.

Bu etkinlikte en çok zorlandığım basamak şuydu:

.....

Bir bilim insanı gibi çalıştığımı düşünüyorum mu? Neden?

Eğer tasarımı baştan yapsaydım şu değişikliği yapardım:

.....

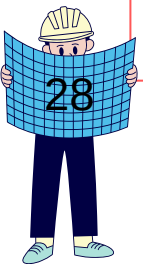
Grup içinde aldığım sorumluluklar şunlardı:

Öğrendiğim en şaşırtıcı bilgi:

Akran Değerlendirme Formu

Öğrencilerin birbirlerinin iletişim ve problem çözme becerilerini değerlendirmesi için kullanılır.

Arkadaşımın Adı	Fikir Üretme	Görev Sorumluluğu	İş Birliğine Yatkinlik
1.	()	()	()
2.	()	()	()
(Puanlama: 1: Az, 2: Orta, 3: Çok)			





STEM DERS PLANI: TERMİT STRATEJİSİ VE AKILLI HAVALANDIRMA

1. BASAMAK: Sorgulama (Inquiry)

Giriş: Öğrencilere, Afrika'nın yakıcı sıcağında iç sıcaklığı her zaman 30C civarında sabit kalan devasa termit kulelerinin görüntüleri izletilir.

<https://www.youtube.com/watch?v=620omdSZzBs>

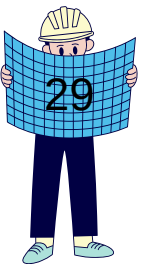
<https://www.youtube.com/watch?v=23N1mOm9Cv0>

"Dışarıda kavurucu bir sıcak varken, bu küçük canlılar içeriği nasıl bu kadar serin tutabiliyor?"

"Kulelerin üstündeki o bacalar sadece birer havalandırma deliği mi yoksa akıllı bir tasarımın parçası mı?"

"Biz de binalarımızda klima çalıştırmak yerine termitler gibi 'hava kanalları' kullansaydık ne değişirdi?"

Sorgulama Sorusu: "Farz edelim ki klimalarımız yok ; termitlerin kulelerindeki dikey kanallar aracılığıyla havayı nasıl soğuttuklarından esinlenerek, binalarımızda enerji harcamadan hava sirkülasyonu sağlayan bir sistem kurabilir miyiz?"





2. BASAMAK: Var Olan Bilgiyi Açığa Çıkarma

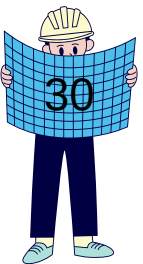
Beyin Fırtınası: "Isınan hava yükselir" prensibi hakkında ne biliyoruz?.

Araştırma: "Bu soruyu cevaplamak için hangi bilgilere sahibiz?". Öğrenciler, konveksiyonel hava akımı ve doğal havalandırma üzerine fikirlerini paylaşırlar.

3. BASAMAK: Tahminde Bulunma (Hipotez)

İddia Oluşturma: Öğrenciler, "Bence..." şeklinde başlayan tahminlerini belirtirler.

Örnek Hipotez: "Binanın tepesine termit kulelerindeki gibi dikey tahliye bacaları eklersek, içerideki ısınan hava daha hızlı dışarı çıkacak ve iç sıcaklık $\%20$ daha düşük kalacaktır".

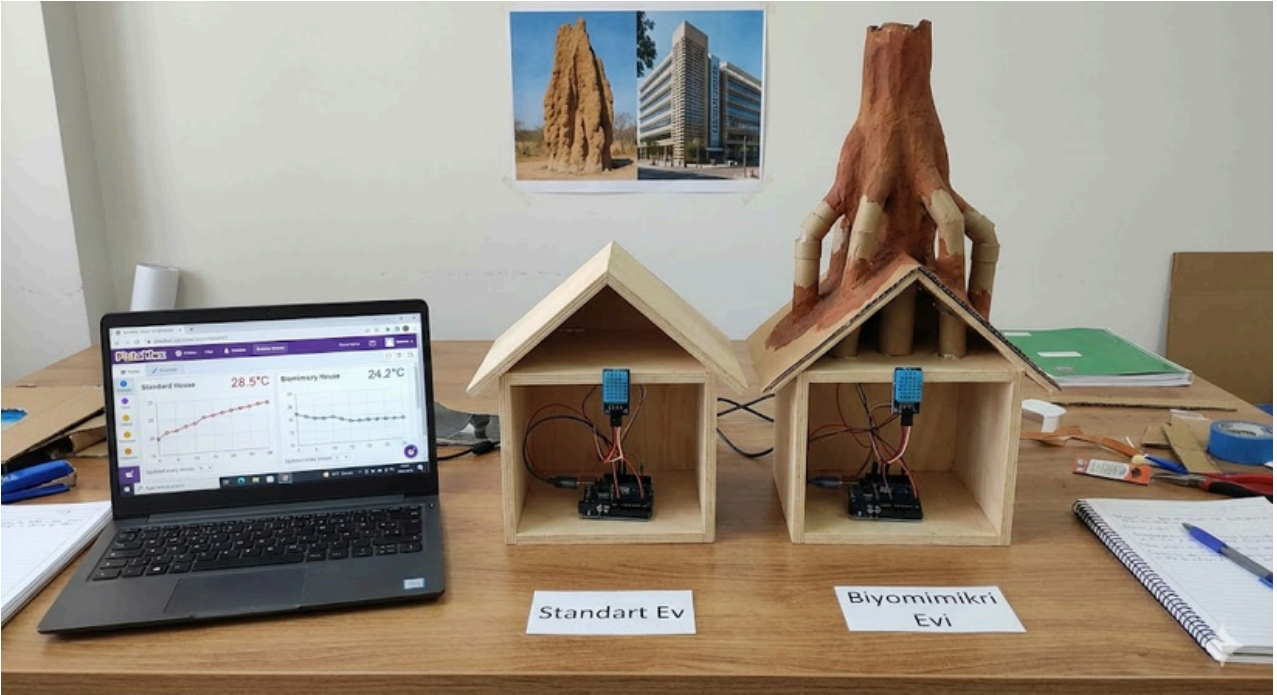


4. BASAMAK: Uygulamayı Planlama ve Yapma

Mühendislik Görevi: İki adet özdeş maket ev tasarlanır. Birinde termit kulelerinden esinlenen baca sistemi (pasif havalandırma) kurulur; diğeri standart yapıda bırakılır.

Teknoloji Entegrasyonu (Arduino/PictoBlox): Her iki maketin içine DHT11 Sıcaklık ve Nem Sensörü yerleştirilir. PictoBlox ile her 1 dakikada bir sıcaklık verisini okuyan bir algoritma yazılır.

Planlama: Gruplar kendi prosedürlerini belirler, bacaların konumuna ve kullanılacak materyallere kendileri karar verirler.



Çizim Alanı





5. BASAMAK: Yorum Yapma ve Özetleme (Veri Analizi)

Öğrenciler deney süresince yaptıkları gözlemleri kaydeder ve sonuçları yorumlarlar.

Veri Kayıt Tablosu

Zaman (dk)	Standart Bina Sıcaklığı (°C)	Esinlenilmiş (Bacalı) Bina (°C)	Sıcaklık Farkı (ΔT)	Hava Akışı Gözlemi (Duman Testi)
0				
10				
20				

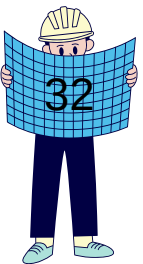
Hazırladığınız tabloda zaman ilerledikçe standart bina ile esinlenilmiş bina arasındaki sıcaklık farkının (ΔT) arttığı görülüyor; bu durumu ısınan havanın hareket prensibi olan konveksiyon ilkesiyle nasıl açıklarsınız?

Termit kulelerindeki dikey kanal tasarımından esinlenerek oluşturduğunuz bacalar, duman testinde gözlemlediğiniz hava tahliyesini nasıl kolaylaştırdı?

Deneyin 20. dakikasında elde ettiğiniz verilere göre, tasarladığınız sistemin soğutma verimliliği yüzde kaçtır?

Eğer yaptığınız ölçümlerde iki bina arasında anlamlı bir sıcaklık farkı oluşmasaydı, araştırma-sorgulama döngüsünün hangi basamağına dönerek tasarımınızı revize etmeniz gerekirdi?

Topladığınız tüm bu kanıtlara dayanarak, "Doğal havalandırma sistemleri enerji tasarrufu sağlar" iddianızı bilimsel olarak nasıl özetlersiniz?





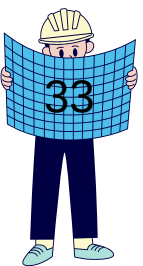
6. BASAMAK: Sonuçları Sunma / Argümantasyon

Öğrenciler elde ettikleri bulguları ve yeni bilgileri akranlarıyla paylaşırlar.

İddia: Doğadaki termit kulelerinin hava kanalları stratejisini modelleyerek, binalarda elektrikli soğutma sistemlerine olan ihtiyacı azaltan bir mühendislik çözümü sunabiliriz.

Kanıt: Veri tablomuza göre, baca sistemli modelde iç sıcaklık, standart modele göre ortalama 7C daha düşük kalmıştır.

Gerekçe: Isınan havanın yükselmesi prensibini (konveksiyon) termitlerin dikey kanal tasarımıyla birleştirmek, sıcak havanın binadan doğal yolla tahliyesini sağlamaktadır.

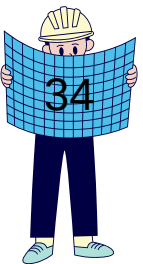




Analitik Rubrik (Dereceli Puanlama Anahtarı)

Bu rubrik, öğrencilerin süreç boyunca sergilediği performansın farklı boyutlarını değerlendirmek için kullanılır.

Kriter	Geliştirilmeli (1)	Orta (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)
Sorgulama ve Hipotez	Soruyu anlamakta ve hipotez kurmakta zorlandı.	Hipotez kurdu ancak test edilebilirliği zayıf.	Test edilebilir, bilimsel bir hipotez oluşturdu.	Özgün, bilimsel verilere dayalı ve çok güçlü bir hipotez kurdu.
Mühendislik Tasarımı	Tasarım çalışmıyor veya amaca hizmet etmiyor.	Tasarım çalışıyor ancak dayanıklılığı düşük.	Amaca uygun, dayanıklı ve işlevsel bir prototip yaptı.	Biyomimetik prensipleri tasarımına mükemmel şekilde entegre etti.
Kodlama ve Teknoloji	Kod çalışmıyor veya mantıksal hatalar var.	Kod çalışıyor ancak manuel müdahale gerektiriyor.	Sensör verilerine göre tepki veren stabil bir algoritma yazdı.	Karmaşık durumlara çözüm sunan optimize bir kod yazdı.
Veri Analizi ve Tablolama	Veri toplamadı veya tablo oluşturamadı.	Verileri topladı ancak tablo düzeni karmaşık.	Verileri eksiksiz toplayıp dökümandaki gibi tabloya işledi.	Verileri grafiklerle analiz edip, ilişkileri net şekilde açıkladı.
İş Birliği ve Paylaşım	Grup çalışmalarına katılmadı.	Sadece verilen görevleri yaptı.	Diğer üyelerle etkileşim kurup fikir paylaştı.	Grubu motive etti ve sonuçları etkileyici bir argümanla sundu.





Öz Değerlendirme Formu

Öğrencinin kendi öğrenme sürecini ve zihinsel süreçlerini değerlendirmesini sağlar.

Bu etkinlikte en çok zorlandığım basamak şuydu:

.....

Bir bilim insanı gibi çalıştığımı düşünüyorum mu? Neden?

Eğer tasarımı baştan yapsaydım şu değişikliği yapardım:

.....

Grup içinde aldığım sorumluluklar şunlardı:

Öğrendiğim en şaşırtıcı bilgi:

Akran Değerlendirme Formu

Öğrencilerin birbirlerinin iletişim ve problem çözme becerilerini değerlendirmesi için kullanılır.

Arkadaşımın Adı	Fikir Üretme	Görev Sorumluluğu	İş Birliğine Yatkinlık
1.	()	()	()
2.	()	()	()
(Puanlama: 1: Az, 2: Orta, 3: Çok)			

