

Sınıf	7
Uygulama Süresi	4 hafta x 4 ders = 16 ders saati
Ünite Adı	7. ÜNİTE: SÜRDÜRÜLEBİLİR YAŞAM VE ENERJİ
Kazanımlar	

Görünmez Su Dedektifleri: 5 Adımda STEM Yolculuğu



1. Giriş ve Keşif: Şok Veriyle Tanışma



Tahminler vs. Gerçekler

2. Açıklama: Suyun Üç Rengi



Yeşil Su
(Yağmur)

Mavi Su
(YüzeY/Yeraltı)

Gri Su
(Kirlilik Seyreltme)

3. Okulun Görünmez Su Haritası



TCA (Tahmin-Gözlem-Açıklama) metoduyla kantin ürünlerinin haftalık, aylık, yıllık su ayak izi hesaplanır.

5. Değerlendirme: Mavi Karne



Poster Sunumları,
Akran Değerlendirme,
Öz-Yansıtma

Argümantasyon
ve Savunma
Geliştirilen çözümlerin
su tasarrufu sağladığı
bilimsel kanıtlar,
iddialar ve gerekçelerle
sunulur.







Mühendislik
tasarım döngüsü-
ryle akıllı sulama,
yazılım veya veri analizi
çözümleri prototiplenir.

4. Derinleştirme: Mavi Gelecek Operasyonu


Şaşırtıcı Sanal Su Maliyetleri



Fen Bilimleri	<p>FB.7.7.2.1. Kaynakların tasarruflu kullanımının önemini sorgulayabilme.</p> <p>a) Kaynakların tasarruflu kullanımı ile ilgili problemi tanımlar. b) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik çözüm bulmak için model geliştirir. c) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik planladığı araştırmayı gerçekleştirir. ç) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik analiz ettiği verileri yorumlar. d) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik kanıta dayalı çözüm üretir. e) Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik bilgileri değerlendir ve paylaşır.</p> <p> 1. Kavramsal Beceriler (KB)</p> <p>Bu bölüm, öğrencinin zihinsel olarak bilgiyi nasıl işlediğini gösterir.</p> <ul style="list-style-type: none">• KB2.17 - Değerlendirme: Öğrencinin kendi su ayak izini ve kaynak kullanımını belirli kriterlere (sürdürülebilirlik, ihtiyaç vb.) göre analiz edip bir yargıya varmasıdır. "Doğru mu yapıyorum?" sorusunun cevabıdır.• KB2.6 - Bilimsel Araştırma: Bir sorunu tanımlama, veri toplama, hipotez kurma ve model geliştirme sürecidir. Mühendislik grubunun çözüm üretirken izlediği yöntemdir.• KB2.18 - Eleştirel Düşünme: Araştırma planlarını sınıfta tartışırken kullanılan; kanıta dayalı, önyargılardan uzak ve sorgulayıcı bakış açısıdır. Grupların birbirinin planını iyileştirmesi bu beceriyle olur. <p> 2. Alan Becerileri ve Okuryazarlıklar (OB)</p> <p>Bilginin hayattaki karşılığı olan temel yetkinliklerdir.</p> <ul style="list-style-type: none">• OB2 - Dijital Okuryazarlık: Güvenilir internet kaynaklarını kullanmak, su ayak izi hesaplama araçlarını dijital platformlarda hatasız yönetmek.• OB3 - Finansal Okuryazarlık: Tasarrufu sadece "kullanmamak" değil, biriktirmek ve kaynakları verimli yönetmek olarak görmek. Su tasarrufunun ekonomik ve ekolojik birikime dönüşme sürecidir. <p> 3. Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri (SDB)</p> <p>Öğrencinin kendisiyle ve toplumla kurduğu bağı temsil eder.</p> <ul style="list-style-type: none">• SDB1.2 - Öz Düzenleme: Öğrencinin öğrenme sürecini yönetmesi, planlarına sadık kalması ve duygularını kontrol etmesidir.• SDB1.3 - Öz Motivasyon: Su tasarrufu gibi uzun vadeli bir hedefte dışarıdan zorlama olmadan, içsel bir istekle (gelecek kaygısı veya doğa sevgisi) harekete geçmek.• SDB2.1 - İletişim: Grup içindeki fikir alışverişi, tartışma ve planların sunulması sürecindeki sağlıklı etkileşim.• SDB2.2 - İş Birliği: Ortak bir amaç (su ayak izini azaltan model geliştirme) için görev paylaşımı yapma ve takım ruhuyla çalışma. <p> 4. Değerler ve Eğilimler (D ve E)</p> <p>Karakter inşası ve zihinsel alışkanlıklar.</p> <ul style="list-style-type: none">• D16.3 - Sorumluluk: Grup içerisinde üzerine düşen görevi zamanında ve nitelikli yapma, doğal kaynakları koruma bilinciyle hareket etme.• E3.6 - Analitik Düşünme Eğilimi: Sorunları parçalara ayırma, "su tükenirse ne olur?" gibi gelecekteki problemleri veri ve mantıkla öngörme alışkanlığı.• E3.10 - Meraklılık / Sorgulayıcılık: "Hangi fikirler araştırılabilir?" sorusunu sorarak statükoyu zorlamak ve sürekli yeni bilgiye açık olmak.
---------------	---

Matematik	<p>MAT.7.1.5. Gerçek yaşam durumları üzerinden oran ilişkileri hakkında muhakeme yapabilme</p> <p>a) Gerçek yaşam durumları üzerinden iki niceliğin karşılaştırılmasında toplam-sal (mutlak) ve çarpımsal (bağıl) ilişkileri ayırt eder.</p> <p>b) Gerçek yaşam durumları üzerinden oranın iki niceliğin çarpımsal ilişkiler kurularak karşılaştırılması olduğunu belirler.c) Çözümlediği gerçek yaşam durumlarının içerdiği oranı birimli ve birimsiz oran olarak ifade eder.ç) Birimli ve birimsiz oranı kendi ifadeleriyle açıklar.</p> <p>d) Yorumladığı gerçek yaşam durumundaki ilişkilere dayalı olarak denk orana ve birim orana ilişkin varsayımlarda bulunur.</p> <p>e) Varsayımındaki örneklere ait ilişkileri inceleyerek denk oran ve birim orana ilişkin genellemeleri belirler.</p> <p>f) Elde ettiği genellemelerin varsayımını karşılayıp karşılamadığını çeşitli tem-siller (oran tabloları, çubuk diyagramı, çift sayı doğrusu, grafik, somut ma-teryaller) ile sunar.</p> <p>g) Varsayımı ile ilgili ulaştığı sonuca yönelik doğrulayabileceği matematiksel bir önermeyi sunar.</p> <p>ğ) Sunduğu önermenin katkısına yönelik gerekçeler sunar.</p> <p>MAT.7.6.1. Kategorik veya nicel (sürekli) veri ile çalışabilme ve veriye dayalı karar verebilme</p> <p>a) Kategorik veya nicel (sürekli) veriye dayanan istatistiksel araştırma gerekti-ren durumları fark eder.</p> <p>b) Kategorik veya nicel (sürekli) veriye dayanan betimleme veya karşılaştırma gerektirebilecek araştırma soruları oluşturur.c) Kategorik veya nicel (sürekli) veriye ulaşmak için plan yapar.ç) Kategorik veya nicel (sürekli) veriye ve araştırma sorusuna uygun anket soruları hazırlar.</p> <p>d) Anketi kullanarak veri toplar veya hazır veriye ulaşır.</p> <p>e) Veri görselleştirme (çizgi grafiği, nokta grafiği gibi) ve özetleme (aritmetik ortalama, ortanca, tepe değer, açıklık ve ortalama mutlak sapma) araçlarını seçme gerekçelerini belirtir.</p> <p>f) Toplanan veriyi uygun araçlarla analiz eder.</p> <p>g) Araştırma sonuçlarını elde eder.</p> <p>ğ) Araştırmada ulaştığı sonuçlara yönelik gerekçeler sunar.</p> <p>h) Araştırma sonuçlarının araştırma sorusuna ne düzeyde cevap verdiğini değerlendirir.</p> <p>ı) Araştırma süreci adımlarını değerlendirerek araştırma sürecine uygun olmayan adımları yeniden planlar</p>
Teknoloji ve Mühendislik	<p>TT. 8. B. 1. 1. Tasarımı için taslak çizimler yapar.</p> <p>TT. 8. C. 3. 1. Mühendislik ve tasarım ilişkisini ifade eder.</p> <p>TT. 8. C. 3. 4. Mühendislik tasarım sürecini kullanarak bir ürün tasarlar.</p>

Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

21.yy Becerileri	Eleştirel Düşünme ve Problem Çözme Yaratıcılık ve İnovasyon İş Birliği ve İletişim Bilgi Okuryazarlığı Teknoloji Okuryazarlığı Esneklik ve Uyumluluk Sosyal ve Kültürel Beceriler Üretkenlik ve Sorumluluk
Giriş	<p>Kanca (Hook): Sınıfa bir adet hamburger ve 1.5 litrelik boş bir su şişesi getirin.</p> <p>Soru: "Bu hamburgerin üretilmesi için bu şişelerden kaç tane harcanmış olabilir?"</p> <p>Tahmin: Öğrencilerin tahminlerini tahtaya yazın.</p> <p>Şok Veri: Cevabın yaklaşık 2400 litre (yaklaşık 1600 şişe) olduğunu açıklayın.</p> 
Keşfetme	<p>Giriş kısmında verilen ilgi çekici beklenmeyen durumun başka hangi besin, kıyafet, kullanım suyu vb. örnekler üzerinden düşündünüz mü? Sorusu çıkışı ile okul içerisinde bu şekilde örneklerin olup olmadığını araştırmaları istenir. Bu araştırmalar için oluşturulmuş örnek tablo aşağıda Tablo-1 TGA kısmında doldurulacaktır.</p> <p>Öğrenciler gruplara ayrılır. Gruplar aşağıda verilen tablo-1 doldurması için araştırma yapmaları beklenir. Oluşturulan gruplar tüm süreç boyunca beraber çalışacaklardır. Tablo-1 altında verilen sorular tablo doldurulması sırasında yapılan araştırmalar kapsamında doldurulacaktır.</p>

Bilimsel Süreç Becerilerini Güçlendiren "Tahmin-Gözlem-Açıklama" (TGA)**TABLO-1 TGA**

Kategori	Örnek Ürün veya Eylem	Baskın Su Ayak İzini Türü	Tahmin tüketim verisi	Ortalama Tüketim Verisi (Literatür Değeri)	Farkın Nedeni (Yorum)
Gıda (Kantin)	1 Adet Karışık Tost				
Gıda (Kantin)	1 Adet Hamburger				
Gıda (Kantin)	1 Fincan Çay veya Kahve				
Kırtasiye	1 Yaprak A4 Kağıt				
Kırtasiye	1 Adet Kurşun Kalem				
Tekstil	Pamuklu Okul Tişörtü				
Tekstil	Okul Pantolonu (Kot)				
Ambalaj	0.5 L Plastik Su Şişesi				
Doğrudan Su	Bir Defa Sifon Çekmek				
Doğrudan Su	Bahçe Sulama (1 m ²)				

- Hammadde Sorgulama:** "Neden bir tost için 1000 litre su harcanıyor? Bu suyun ne kadarı buğdayın tarladaki gelişimi (yeşil su), ne kadarı peynir üretimi (hayvansal gıda) için harcanmış?"

Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

- Atık ve Geri Dönüşüm Bağlantısı:** "Bir yaprak kağıdı çöpe attığımızda aslında sadece kağıdı değil, o kağıt için kullanılan 10 litre suyu da çöpe atmış olur muyuz?"
- Gri Su Analizi:** "Okulun temizlik işlerinde kullanılan deterjanlı sular, doğaya dönmeden önce ne kadar taze suyu kirletiyor? (Gri su ayak izi hesaplaması)."

Su Ayak İzi Hesaplama Çizelgesi

Grup Adı:

Hesaplama Dönemi: 1 Hafta

Tüketilen Ürün / Eylem	Birim Su Ayak İzi (L/Birim) (A)	Haftalık Miktar / Sayı (B)	Aylık Toplam (L) (M = BX4)	Yıllık Toplam (L) (Y = BX 52)
Kantin: Karışık Tost	800 L/Adet			
Kantin: Hamburger	2.400 L/Adet			
Kantin: Elma	70 L/Adet			
Kantin: Ayran (200ml)	160 L/Adet			
Kırtasiye: A4 Kağıt	10 L/Sayfa			
Tekstil: Okul Tişörtü*	2.500 L/Adet			
Tekstil: Kot Pantolon*	8.000 L/Adet			
Doğrudan: Sifon	9 L/Basım			
Doğrudan: El Yıkama	2 L/Dakika			
Doğrudan	10 L/Dakika			

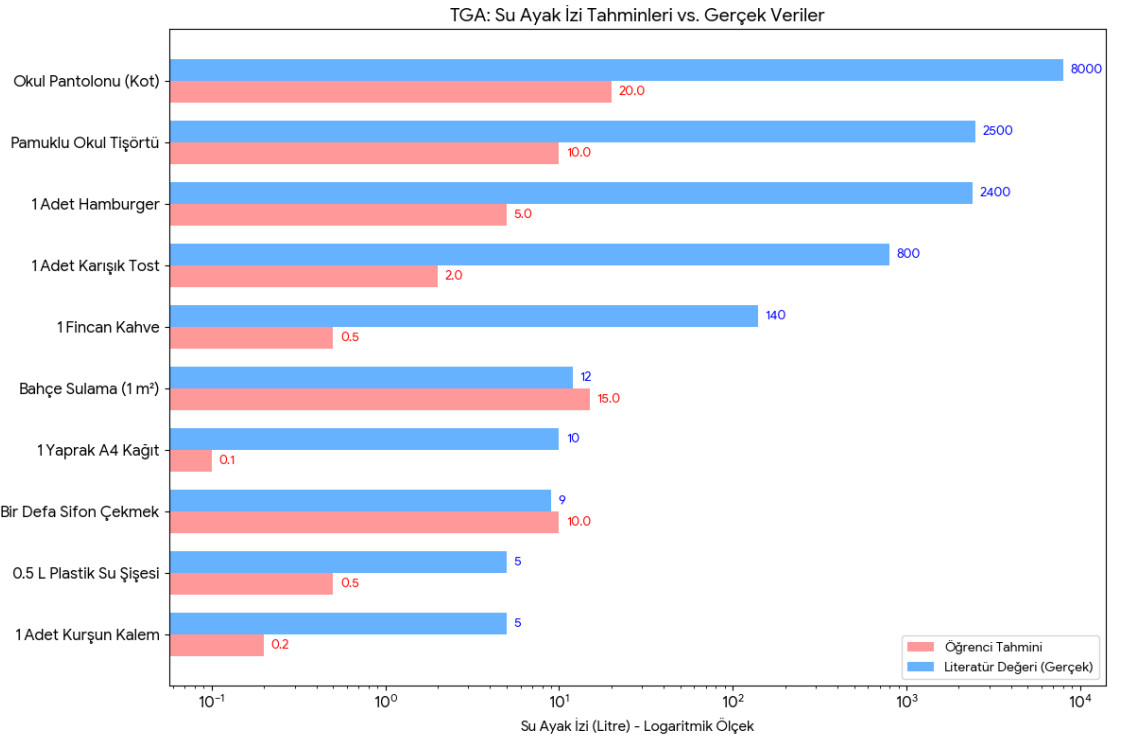
Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

Su Bahçe Sulama (1 m ²)				
GENEL TOPLAM	---	---	 Litre

Yukarıda belirtilen tabloyu öğrenciler kendi okulları için araştırmaları ile destekleyerek dolduracaklar.

Daha sonra bu tabloya ait daha anlaşılır olması ve tahminler ile sonuçlar arası farkı da daha net görmelerini sağlayacak mevcut durumu niteleyen bir sütun grafiği hazırlayacaklar.

Örnek grafik öğrencilere sunulacak ve kendi grafiklerini oluşturduktan sonra kendi grafikleri üzerinden belirli soruları cevaplamaları istenecektir.



1. Grafikte hangi ürünün gerçek su maliyeti seni en çok şaşırttı? Sence neden bir hamburger üretmek için 2.400 litre gibi devasa bir miktar gerekiyor olabilir?

.....

.....

.....

.....

.....

Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

2. Bir adet kot pantolonun su ayak izini (8.000 L) tahmin ederken neden bu kadar düşük bir rakam söylemiş olabiliriz? Üretimdeki "görünmez" süreçleri (pamuk tarlası, boyama vb.) hesaba katmamak bizi nasıl yanılttı?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3.Sifon çekmek (9 L) gibi gözümüzle gördüğümüz su eylemlerinde tahminlerimiz gerçeğe daha yakın çıkmış. Sence neden musluktan akan suyu tahmin etmek, bir tişörtün içindeki "sanal suyu" tahmin etmekten daha kolaydır?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4.Grafikteki verilere bakarak, okulda içtiğin bir bardak çayın (140 L) veya kullandığın bir yaprak kağıdın (10 L) sadece bir "eşya" değil, aynı zamanda bir "su deposu" olduğunu söyleyebilir miyiz?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.Kantinde hamburger (2.400 L) yerine karışık tost (800 L) tercih etmek, grafikteki verilere göre okulun su ayak izini nasıl etkiler? Bu değişim sence "Mavi Karne" skorunu ne kadar artırır?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6.Bir tişörtün su ayak izinin (2.500 L) bu kadar yüksek olması, nehirlerdeki "Mavi Su" miktarını ve fabrikalardan çıkan "Gri Su" (kirlilik) miktarını nasıl etkiliyor olabilir?

.....

	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
Açıklama	<p>Kavram Tanımı: Su ayak izinin üç rengi (Mavi, Yeşil, Gri) üzerinden teorik anlatım yapılır.</p> <p>Su ayak izi, tatlı su tüketimini sadece miktar bazında değil, aynı zamanda o suyun nereden geldiği ve kalitesi üzerindeki etkisi bakımından da analiz eden üç boyutlu bir kavramdır. Teorik anlatımda bu üç renk, suyun ekosistemdeki farklı yolculuklarını temsil eder:</p> <p>● Yeşil Su Ayak İzi: Toprağın Emaneti</p> <p>Yeşil su, doğrudan toprakta depolanan, bitkilerin kökleri vasıtasıyla kullandığı ve terleme (transpirasyon) yoluyla atmosfere geri dönen yağmur suyudur.</p> <ul style="list-style-type: none">• Nerelerde Görülür: Tarım ürünleri, ormancılık ve bahçecilik faaliyetlerinde baskındır.• Önemi: Eğer bir ürün sadece yağmur suyuyla yetişiyorsa (sulanmıyorsa), o ürünün su ayak izi tamamen "yeşildir". Bu, nehirlerden veya yeraltı sularından ek bir kaynak çekilmediği anlamına gelir. <p>● Mavi Su Ayak İzi: Musluktan Akan Kaynak</p> <p>Mavi su, yüzeysel su kaynaklarından (nehirler, göller) ve yeraltı su depolarından (akiferler) çekilen, üretimde kullanılan veya içme/temizlik amacıyla tüketilen tatlı suyu ifade eder.</p> <ul style="list-style-type: none">• Nerelerde Görülür: Sanayi üretimi, evsel su kullanımı ve tarımsal sulama (kanallar veya fiskiyelerle yapılan sulama).• Önemi: Mavi su ayak izi, doğrudan insan müdahalesiyle ekosistemden "çalınan" suyu temsil eder. Bu kaynağın aşırı kullanımı nehirlerin kurumasına ve yeraltı su seviyelerinin düşmesine neden olur. <p>○ Gri Su Ayak İzi: Kirliliğin Bedeli</p> <p>Gri su, aslında bir üretim süreci sonunda kirlenen suyun, mevcut su kalitesi standartlarını (örneğin içme suyu yönetmelikleri) karşılayacak düzeye kadar seyreltilmesi için gereken taze tatlı su miktarını simgeleyen teorik bir hacimdir.</p> <ul style="list-style-type: none">• Nerelerde Görülür: Fabrika atıklarının suya karışması, tarımda kullanılan kimyasal gübrelerin yeraltı sularına sızması veya evsel deterjan kullanımı.• Önemi: Bu bir "kirlilik göstergesi"dir. Gri su ayak izi ne kadar yüksekse, suyun o kadar fazla kirlendiği ve o kirliliği temizlemek için (doğal yollarla seyreltilse bile) o kadar çok taze suya "ihtiyaç duyulduğu" anlamına gelir. <p>1. Küresel Çevresel Sonuçlar ve Tehditler</p> <p>Dünya genelindeki su ayak izi verileri, tatlı su kaynaklarımızın üzerindeki baskının artık sürdürülemez bir noktaya geldiğini kanıtıyor:</p> <ul style="list-style-type: none">• Su Kıtlığı: Dünya nüfusunun yaklaşık 4 milyarı, yılın en az bir ayı ciddi su kıtlığı çeken bölgelerde yaşıyor. Bu durumun temel sebebi, su ayak izinin (tüketimin) yenilenebilir su arzını aşmasıdır.

Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

- **Biyçeşitlilik Kaybı:** Mavi su ayak izinin (nehir ve göllerden çekilen su) aşırı artması, sulak alanların kurumasına ve bu ekosistemlerdeki canlı türlerinin %80'inden fazlasının tehlike altına girmesine neden olmuştur.
- **İklim Değişikliği Bağlantısı:** Su ayak izi yüksek olan üretim süreçleri genellikle yüksek enerji tüketimiyle de ilişkilidir.

2. Sektörel ve Ürün Bazlı Çarpıcı Sonuçlar

Raporlar, su tüketiminin adil dağılmadığını ve bazı sektörlerin "gizli su" tüketiminde devleştiğini göstermektedir:

Sektör / Ürün	Analiz Sonucu (Vurgu)	Kritik Veri
Hayvansal Gıda	Protein başına su tüketimi bitkisel gıdalara göre çok daha yüksektir.	1 kg sığır eti üretimi için harcanan su ile 1 yıl boyunca her gün duş alınabilir.
Hızlı Moda	Tekstil sektörü, özellikle "Gri Su" (su kirliliği) üretiminde liderdir.	Dünyadaki su kirliliğinin %20'si sadece kumaş boyama ve işlemlerinden kaynaklanır.
Lüks Tüketim	Gelişmiş ülkelerin su ayak izi, genellikle kendi kaynaklarından değil, ithal ettikleri ürünlerle "başka ülkelerin" sularını tüketmelerinden oluşur.	İthal edilen ürünlerle "sanal su ticareti" küresel su akışını belirler.

24 NİSAN 2026

BİLSEM STEM PROJESİ: BURSA

SU AYAK İZİ PROJESİ: BİLGİLENDİRME VE HESAPLAMA MANTIĞI

1 KAVRAM TANIMI: SU AYAK İZİNİN ÜÇ RENGİ (MAVİ, YEŞİL, GRİ)

Su ayak izi, tatlı su tüketimini sadece miktar bazında değil, aynı zamanda o suyun nereden geldiği ve kalitesi üzerindeki etkisi bakımından da analiz eden üç boyutlu bir kavramdır. Teorik anlamda bu üç renk, suyun ekosistemdeki farklı yolculuklarını temsil eder.

YEŞİL SU AYAK İZİ: Toprağın Emaneti
Yağmur suyu, toprakta depo, bitki terlemesi.
Nerelede: Tarım, ormancılık, bahçecilik.
Önemi: Nehir/yeraltı suyu çekilmez.

MAVİ SU AYAK İZİ: Musluktan Akan Kaynak
Yüzeysel (nehir, göl) ve yeraltı (akifer).
Nerelede: Sanayi, evsel, tarımsal sulama.
Önemi: Ekosistemden "çalınan" su. Nehirler kurur, yeraltı seviyeleri düşer.

GRİ SU AYAK İZİ: Kirliliğin Bedeli
Seyreltme için gereken tatlı su.
Nerelede: Fabrika atığı, kimyasal gübre, evsel deterjan.
Önemi: Kirlilik göstergesi. Taze suya "ihtiyaç duyulur".

Matematiksel Modelleme: (Toplam Su Ayak İzi) = (Mavi) + (Yeşil) + (Gri)

2 HESAPLAMA MANTIĞI VE GRAFİK OLUŞTURMA

Unit Values (A) x Miktar (B) = Haftalık Su Ayak İzi (W)

HAFTALIK (W) → AYLIK (M = W x 4) → YILLIK (Y = W x 52)

Su ayak izi ile ilgili haftalık aylık ve senelik zaman dilimlerinde kendi okullarına ait tespit ettikleri su ayak izlerine dair grafik oluşturmaları için gereken bilgileri hazırla.

Tartışma: "Neden sığır etinin su ayak izi, tavuk etinden veya mercimekten daha fazladır?" (Besin zinciri ve enerji dönüşümü bağlantısı).

3 1. KÜRESEL ÇEVRESEL SONUÇLAR VE TEHDİTLER

Su Kıtlığı:
4 Milyar insan (1 ay/yılı).
Tüketim > Yenilenebilir arz.

Bioçeşitlilik Kaybı:
>%80 Sulak Alan Türleri Tehdit Altında.
Mavi su aşırı kullanımı.

İklim Değişikliği Bağlantısı:
Su Yönetimi = Karbon Azaltma.

4 2. SEKTÖREL VE ÜRÜN BAZLI ÇARPICI SONUÇLAR

Sektör / Ürün	Analiz Sonucu (Vurgu)	Kritik Veri
Hayvansal Gıda	Protein başına su tüketimi bitkisel gıdalara göre çok daha yüksektir.	1 kg sığır eti üretimi için harcanan su ile 1 yıl boyunca gün düş alınabilir.
Hızlı Moda	Tekstil sektörü özellikle "Gri Su" (su kirliliği) üretiminde liderdir.	%20 Dünyadaki su kirliliği (Boyama/işlemler).
Lüks Tüketim	Gelişmiş ülkelerin su ayak izi, ithal ettikleri ürünlerle "başka ülkelerin" sularını tüketir.	İthal edilen ürünlerle "sanal su ticareti" küresel su akışını belirler.

Matematiksel Modelleme: Toplam su ayak izi formülü üzerinden birim hesaplamaları gösterilir:

$$\{\text{Toplam Su Ayak İzi}\} = \{\text{Mavi}\} + \{\text{Yeşil}\} + \{\text{Gri}\}$$

Su ayak izi ile ilgili haftalık aylık ve senelik zaman dilimlerinde kendi okullarına ait tespit ettikleri su ayak izlerine dair grafik oluşturmaları için gereken bilgileri hazırla.

BİLSEM STEM PROJESİ SU AYAK İZİ HESAPLAMA MANTIĞI: OKUL KANTİNİ VE EV

SMART SENSOR

DİKEY TARIM

STEP 1 BİRİM DEĞERLER (A)

SU AYAK İZİNİN VİYAZ DEĞERLERİ

Hamburger: 2400 L/ADET
Tişört: 2500 L/ADET
Tost: 800 L/ADET
Pantolon: 8000 L/ADET
Tuvalet: 9 L/BASIM

SU AYAK İZİNİN ÜÇ RENGİ

YEŞİL Yağmur Suyu
MAVİ Yüzeysel/Yeraltı Su
GRİ Kirliliği Seyreltme

STEP 2 HESAPLAMA ADIMLARI (MATEMATİKSEL MODELLEME)

MULTIPLIER

HAFTALIK MİKTAR / SAYI (B)

Hamburger: 1
Tişört: 1
Tost: 5
Kot: 1

A x B = TOPLAM HAFTALIK SU AYAK İZİ (W)

STEP 3 ZAMAN DİLİMLERİ VE ETKİ PROJESİYONU

HAFTALIK (W) → AYLIK (M = W x 4) → YILLIK (Y = W x 52)

HAFTALIK (W) → AYLIK (M = W x 4) → YILLIK (Y = W x 52)

STEP 4 YILLIK ETKİ SOMUTLAŞTIRMA (ÖRN: ... TON SU)

Sadece bir öğrenci için yıllık görünmez su tüketimi!
(Tanker Sayısı / Küvet Sayısı)

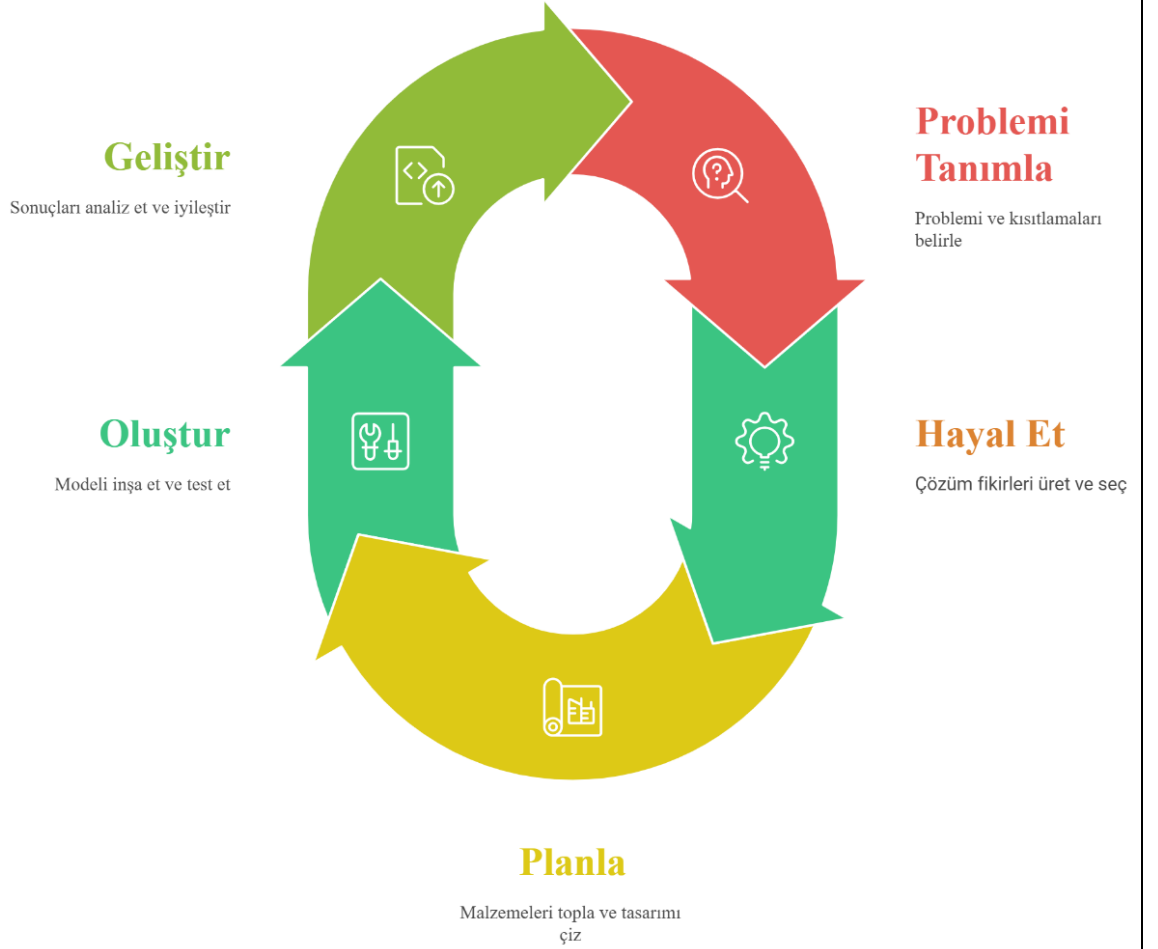
Tartışma: "Neden sığır etinin su ayak izi, tavuk etinden veya mercimekten daha fazladır?" (Besin zinciri ve enerji dönüşümü bağlantısı).

Final: Dönem sonunda "Büyük Su Zirvesi" düzenlenecek. Her ekip, geliştirdiği prototipi ve bu çözümün okulun yıllık su ayak izinde yaratacağı **matematiksel farkı** (grafiklerle) yönetim kuruluna sunacaktır.

Önemli Mühendislik Kısıtları

Öğrencilerin projelerini geliştirirken şu iki temel kurala uymaları beklenmektedir: Kullanılan malzemelerin geri dönüştürülebilir olması zorunludur. Tasarlanan sistemin düşük maliyetli bir çözüm olması gerekmektedir. Bu malzemelerle öğrencileriniz, okulun su ayak izini en az %25 oranında azaltacak inovatif çözümler üretebilirler.

Mühendislik Tasarım Süreci Döngüsü



Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

STEM Projesi: Su Ayak İzi Malzeme Listesi

Kategori	Malzeme Adı	Kullanım Amacı
Elektronik / Robotik	Arduino Uno veya ESP32	Akıllı sulama veya su takip sisteminin beyni olarak kullanılır.
	Toprak Nem Sensörü	Toprağın su ihtiyacını dijital olarak ölçmek için kullanılır.
	Su Akış Sensörü (Flow Sensor)	Borulardan geçen su miktarını (Litre) anlık ölçmek için kullanılır.
	Mini Su Pompası ve Hortum	Prototip üzerinde suyun transferini sağlamak amacıyla kullanılır.
	Jumper Kablolar ve Breadboard	Devre elemanlarını birbirine bağlamak için kullanılır.
Fiziksel Prototipleme	Pleksiglas veya Şeffaf Saklama Kabı	Yağmur hasadı veya gri su filtreleme tankı yapmak için kullanılır.
	Filtreleme Malzemeleri	Su arıtma deneyi için kum, çakıl ve aktif karbon gibi maddeleri içerir.
	Geri Dönüştürülebilir Atıklar	Şehir veya okul maketi için plastik şişeler, kartonlar ve pipetler kullanılır.
	Silikon Tabancası ve Yapıştırıcı	Maket parçalarını sabitlemek amacıyla kullanılır.
Veri ve Dokümantasyon	Ölçü Kabı (Beher / Mezür)	Musluk debisini ve gerçek su miktarını ölçmek için kullanılır.
	QR Kod Etiketleri	Kantin ürünlerine "Su Ayak İzi" bilgilerini içeren kodlar yapıştırmak için kullanılır.
	Dijital Tartı	Kağıt veya gıda ağırlıklarını ölçerek veri toplamak amacıyla kullanılır.
Yazılım ve Dijital Araçlar	mBlock / Arduino IDE	Geliştirilen donanımı programlamak için kullanılır.
	Excel / Google Sheets	Toplanan verileri grafiğe dökmek ve yıllık projeksiyon yapmak için kullanılır.
	Canva / Tinkercad	İnfografik tasarımı ve 3D modelleme yapmak amacıyla kullanılır.

Taslak Çizim ve Fikir Alanı

Önceden verdiğimiz malzeme listesine uygun şekilde çözüm üretmelerini sağlamak adına bu süreçte öğrencilere rehberlik edilecektir. Malzeme sınırına uymak şartı ile istedikleri herhangi bir alanda ve yöntemle çözüm üretebilirler. Çözüm için asıl amaç en fazla oranda su ayak izini azaltan çözüme odaklanmaktır. Fikir bulmakta ve somutlaştırmada zorlanma halinde bir konuya indirgeyerek örnek olarak bir alan da daraltma yapabilecektir.

Örnek Çözüm Uygulamaları

1. Veri Analiz Grubu: Kantin Su Ayak İzi Analizi

Bu görselde, beş BİLSEM öğrencisi okul kantinindeki ürünlerin “sanal su” maliyetini analiz ederken görülüyor. Masanın üzerinde gerçek yiyecekler (tost, hamburger, elma) ve karmaşık veri grafiklerini içeren bir dizüstü bilgisayar ekranı bulunuyor. Öğrenciler veri görselleştirme araçlarını kullanarak “Su Dostu Menü” önerilerini (daha düşük sanal su tüketimi sağlayan seçenekler) formüle ediyor.

□ **Su Dostu Kantin Menüsü (Varyasyonel Model):** Hamburger (2400 L) yerine mercimek çorbası veya sebzeli tost (800 L) gibi daha düşük su ayak izine sahip alternatiflerden oluşan, matematiksel olarak %25 tasarrufu garanti eden bir menü tasarımı.

□ **Okulun "Görünmez Su" Haritası ve Projeksiyonu:** Okulun yıllık kağıt ve tekstil (forma) kullanımını analiz ederek, dijitalleşme veya geri dönüşüm yoluyla kaç "tanker" su tasarrufu yapılabileceğini gösteren veri infografikleri.



2. Mühendislik Grubu: Akıllı Sulama ve Atık Prototipleme

Mühendislik ekibi, ellerinde Arduino kartları ve sensörlerle fiziksel prototipler üzerinde çalışıyor. Ana sistem, toprak nemini ölçerek bitkiyi sadece ihtiyaç anında sulayan çalışan bir “Akıllı Sulama Sistemi.” Yanlarında ise kantin atıklarını minimuma indireyecek bir “Atık Kompostlama Aparatı” taslağı bulunuyor. Öğrenciler sistemlerini programlarken veri akışını dijital bir ekran üzerinden takip ediyor.

- **Arduino Tabanlı Akıllı Sulama Sistemi:** Toprak nem sensörü kullanarak okul bahçesindeki bitkileri sadece ihtiyaç duydukları anda sulayan bir sistem. Bu sayede gereksiz "Mavi Su" tüketimi önlenir.
- **Akıllı Su Akış Takip ve Sızıntı Uyarı Sistemi:** Okulun ana su borularına yerleştirilen su akış sensörü (Flow Sensor) ile anormal su tüketimini veya sızıntıları anlık olarak tespit edip Arduino üzerinden alarm veren bir düzenek.
- **Gri Su Filtreleme Tankı:** Kantin veya lavabolardan gelen deterjanlı suları (Gri Su) kum, çakıl ve aktif karbon kullanarak basitçe arıtan ve bahçe sulamada kullanılabilir hale getiren bir prototip.
- **Kantin Atık Kompostlama Aparatı:** Kantindeki gıda atıklarını minimuma indirerek, bu gıdaların üretimi için harcanan "Sanal Su"yun tamamen israf olmasını engelleyen bir kompost maketi.



3. Yazılım Ekibi: "Mavi Karne" Uygulaması ve Simülasyon

Üç kişilik yazılım ekibi, birden fazla ekranın başında kodlama yapıyor. Ortadaki ana ekran, öğrencilerin günlük su ayak izlerini takip edebilecekleri "MAVİ KARNE: SU AYAK İZİ TAKİBİ" mobil uygulamasının arayüzünü ve kodlarını gösteriyor. Diğer ekranlarda ise, Scratch tabanlı bir karakter üzerinden sanal su tüketimini görselleştiren bir simülasyon projesi ("SU AYAK İZİ SİMÜLASYONU") üzerinde çalışılıyor.

- **"Mavi Karne" Mobil Uygulama Arayüzü:** Öğrencilerin gün içinde tükettikleri ürünleri (tost, ayran, kağıt vb.) girdikleri ve o günkü toplam su ayak izlerini takip edebildikleri bir uygulama prototipi.
- **Scratch Tabanlı Su Ayak İzi Simülasyonu:** Kullanıcının yaptığı seçimlerin (örneğin; hamburger yerine tost tercih etmek) okulun toplam su rezervini nasıl değiştirdiğini görselleştiren etkileşimli bir oyun veya simülasyon.

Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

- **QR Kod Destekli Bilgilendirme Sistemi:** Kantindeki ürünlerin üzerine yapıştırılan QR kodlar aracılığıyla, ürünün "Sanal Su" maliyetini ekranda gösteren bir yazılım çözümü.



1. Prototip Tanımı

- **Prototipinizin Adı:**
(Örn: Akıllı Sulama Sistemi v1.0 / Mavi Karne Uygulama Arayüzü)
Çözmeyi Hedeflediği Sorun:
* **Kullanılan Temel Malzemeler/Araçlar:**.....

2. Test Planı ve Değişkenler

Bu bölümde "Eğer yaparsak, değişir" mantığını kurmalarını sağlıyoruz.

- **Bağımsız Değişken (Sizin değiştirdiğiniz):**
.....
- **Bağımlı Değişken (Ölçtüğünüz sonuç):**
- **Kontrol Edilen Değişkenler (Sabit tutulanlar):**

3. Test Sonuçları (Veri Toplama)

Bu bölümü her grup kendi projesine göre doldurmalıdır.

<i>Deneme No</i>	<i>Test Koşulu</i>	<i>Gözlemlenen Sonuç / Ölçülen Veri</i>	<i>Başarı (%/Skor)</i>	<i>Durumu</i>
1				
2				
3				
4				
5				
6				

4. Mühendislik ve Argümantasyon Analizi

- **Hata Analizi:** Test sırasında beklediğinizden farklı ne oldu? (Örn: Sensör geç tepki verdi, uygulama dondu, menü önerisi gerçekçi bulunmadı.)

- **Neden-Sonuç İlişkisi:** Sizce bu sonucun ortaya çıkma sebebi neydi?
- **Karşı Argüman:** Bir başkası bu prototipin "yetersiz" olduğunu söylese, ona hangi bilimsel kanıtla (test verisiyle) cevap verirsiniz?

5. Geliştirme ve İterasyon (Bir Sonraki Adım)


- **Neyi Değiştireceğiz?** (Tasarımda, kodda veya veride yapılacak revizyon.)
- **Hedef:** Bir sonraki testte hangi veriye ulaşmayı planlıyoruz?

Çözüm önerileri hakkında mühendislik tasarım süreçleri sonunda oluşturdukları çözüm prototipini test edip geliştirdikten sonra ürünlerine ait veri ve gözlemleri ile destekleyecek şekilde aşağıda verilen argüman tablosunu dolduracaklardır.


Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

ARGÜMANTASYON TABLOSU	
Argüman Bileşeni	Öğrenci/Grup Açıklaması
İDDİA (Claim)	
DELİL (Evidence)	
GEREKÇE (Reasoning)	
KARŞI ARGÜMAN (Rebuttal)	

Bilimsel İletişim ve Poster Sunumu
Mühendislik Tasarım Sürecini (MTS) başarıyla tamamladınız
Şimdi, Su ayak izini azaltmak için geliştirdiğiniz inovatif çözümü dünyaya (veya okulunuza) duyurma zamanı. Bilimsel bir poster, karmaşık bir mühendislik projesini tek bakışta özetleyen en güçlü araçtır.
Denetim ekibi okulunuza tekrar geldiğinde su ayak izini azaltma oranı en yüksek olan grup denetim ekibine sunum yapma ve okulumuzda uygulanması kararı alınması olanağı sunulacaktır.




HAMZABEY BİLSEM SU AYAK İZİ PROJESİ: BAĞLAM TABANLI MAVİ KARNE MODELİ ARGÜMANTASYON TABANLI STEM PROJE POSTERİ




Mühendislik & Davranış Değişikliği Savunması

GİRİŞ & PROBLEM (Gözlem)



2400 Litre Su (Sızlı)
Sanal Su Bilinci Düşük


Canteen Purchased Hamburger. Bursa'da Su Kıtlığı Var.



MTS ADIMLARI & PROTOTİP (Planla & Oluştur)

SOR → HAYAL ET → PLANLA

Bağlam Tabanlı Mavi Karne Modeli



A. Veri Analizi
Sanal Su Hesaplaması & Tüketim Takibi

B. Mühendislik Çözümleri
(Arduino Akıllı Sulama - <IMAGE 3>)

C. Dijital Çözüm
(Mavi Karne App - <IMAGE 4>)

D. Davranış Değişikliği
Sanal Su Bilinci & Veriye Dayalı Karar Verme

VERİ VE ANALİZ (Açıklama)

A. Başlangıç Verisi (A)


Sanal Su Bilinci: **%20**

Kantin Seçimi (Su Dostu): **%5**

Su Okuryazarlığı (%) = $\left(\frac{\text{Başlangıç Verisi} - \text{Müdahale Sonrası Veri}}{\text{Başlangıç Verisi}} \right) \times 100$


Sanal Su Ayak İzi Azalma Grafiği
(Haftalık/Aylık/Yıllık)

≥%25
SANAL SU AZALMASI (Tahmin)



ARGÜMANTASYON DUVARI (SAVUNMA)

İDDİA (Claim)




Geliştirdiğimiz "Bağlam Tabanlı Mavi Karne Modeli", okul şartlarında veri okuryazarlığını artırarak sanal su ayak izini en az %25 azaltır ve kalıcı davranış değişikliği sağlar.

DELİL (Evidence)

Veri okuryazarlığı %20'den %90'a çıktı (%70 artış). Kantine su dostu menü seçimi %5'ten %60'a çıktı. Su Dostu Menü Kartı (<IMAGE 1>) ve Veri Paneli (<IMAGE 44>) görselleri.

GEREKÇE




Yüksek sanal su verisi gerçek etkisini gösterince öğrenme kırılması yaşandı. Mühendislik çözümleri su kaybını önledi, uygulama dijital takip sağlandı.
Virç mekanizmasını yerine veri tismannızdır.

KARŞI ARGÜMAN & ÇÜRÜTME


✗ **Alternatif:** Sadece muslukları kısmak daha kolaydır.

✓ **ÇÜRÜTME:** Evet, ama bu sadece %0'lık doğrudan suyu etkiler. Bizim sistemimiz %95'lik sanal suyun görünmez etkisini veriye dayalı davranış değişikliğiyle gözer ve daha kalıcı su tasarrufu sağlar.


SONUÇ & MAARİF MODELİ (Değerler)



Milli Kaynak Verimliliği



Kit Kaynak Yönetimi



Eleştirel Düşünme

SUYUMUZUN GELECEĞİNİ BİLSEM VE DAVRANIŞ DEĞİŞİKLİĞİYLE SAVUNUYORUZ

 **STEM Projesi Değerlendirme Rubriği (Mavi Gelecek Operasyonu)**

Değerlendirme	DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	BAŞLANGIÇ DÜZEYİ (1 PUAN)	GELİŞME KTE OLAN (2 PUAN)	YETKİN (3 PUAN)	İLERİ DÜZEY / UZMAN (4 PUAN)
	1. PROBLEM DURUMU VE TESPİT (GÖZLEM)	Problem tam olarak tanımlanmamış. Su ayak izi kavramıyla ilişki kurulamamış.	Problem tanımlanmış ancak “sanal su” kavramı yüzeysel kalmış. Bağlam zayıf.	Problem, okul bağlamında net bir şekilde tanımlanmış. Sanal suyun etkisi belirtilmiş.	Problem, “Görünmez Su” metaforuyla, veriye dayalı ve çarpıcı bir senaryo ile sunulmuş.
	2. VERİ TABLOLARI VE ANALİZ (MATEMATİK)	Tablolarda hesaplama hataları var. Haftalık/yıllık projeksiyonlar yapılmamış.	Tablolar doldurulmuş ancak birim dönüştürme ve somutlaştırmaya eksik.	Hesaplamalar doğru. Haftalık, aylık ve yıllık projeksiyonlar tabloya işlenmiş.	Veriler hatasız. Mavi, yeşil ve gri su ayrımı yapılmış. Veriler “damacana/tanker” gibi birimlerle somutlaştırılmış.
	3. PROTOTİP OLUŞTURMA (MÜHENDİSLİK)	Prototip çalışmıyor veya problemle doğrudan bir bağı yok. Malzeme seçimi rastgele.	Prototip kısmen çalışıyor. Mühendislik tasarım döngüsünün bazı adımları eksik.	Çalışan, dayanıklı ve probleme yönelik bir prototip (sulama, yazılım veya filtre) geliştirilmiş.	İnovatif, düşük maliyetli ve yüksek verimli bir prototip. Test-geliştirme aşamaları kanıtlarla sunulmuş.
	4. ARGÜMANASYON VE SAVUNMA (BİLİM)	Çözümünü savunurken sadece kişisel görüşlerini kullanıyor. Kanıt sunamıyor.	Bazı verileri kullanıyor ancak karşı argümanları (çürütme) dikkate almıyor.	İddiasını topladığı verilerle destekliyor. Neden-sonuç ilişkisi kurabiliyor.	Güçlü bir iddia, bilimsel kanıtlar (deney verileri) ve karşı argümanları çürüten net bir savunma sunuyor.
	5. POSTER TASARIMI VE SUNUM	Poster düzensiz. Bilgi akışı takip edilemiyor. Görsel kullanımı zayıf.	Posterde temel bölümler var ancak görsel hiyerarşi ve grafik kullanımı yetersiz.	Poster düzenli, okunabilir ve grafikler veriyi tam desteklemiyor. Sunum orta düzeyde akıcı.	Poster düzenli, okunabilir ve grafikler veriyi destekliyor. Sunum akıcı.

Puanlama Anahtarı (Öğretmen Notu)

- **17 – 20 Puan:** “Mavi Gelecek Elçisi” (Üstün Başarı)
- **13 – 16 Puan:** “Sürdürülebilirlik Uzmanı” (Başarılı)
- **9 – 12 Puan:** “Gelişmekte Olan Su Koruyucusu” (Desteklenmeli)
- **5 – 8 Puan:** “Keşif Yolculuğunda” (Tekrar Ele Alınmalı)

 **Akran Değerlendirme Formu**

Proje Adı: Mavi Gelecek Operasyonu

Değerlendirmeyi Yapan Öğrenci:

Değerlendirilen Grup Arkadaşı:

Tarih: .../.../2026

 **Değerlendirme Kriterleri**

Arkadaşının projedeki performansını 1 ile 5 arasında puanla. (1: Geliştirilmeli, 5: Mükemmel)

N o	Kriterler	Puan (1-5)
1	Aktif Katılım: Grup toplantılarına ve çalışmalarına zamanında ve tam katılım sağladı.	
2	Sorumluluk Bilinci: Veri toplama (kantin araştırması) veya prototip yapımı gibi kendisine verilen görevleri eksiksiz tamamladı.	
3	Yenilikçi Düşünme: Problemin çözümünde (Mavi Karne yazılımı veya sulama sistemi) yaratıcı ve özgün fikirler sundu.	
4	Bilimsel Argümantasyon: Fikirlerini savunurken "çünkü..." diyerek verilere (su ayak izi rakamları) ve kanıtlara dayalı konuştu.	
5	İş Birliği ve Saygı: Grup içindeki farklı görüşleri dikkatle dinledi ve arkadaşlarına nezaketle yaklaştı.	
6	Problem Çözme: Mühendislik tasarımı veya yazılım sürecinde bir sorunla karşılaşıldığında çözüm üretmeye odaklandı.	

 **Yapıcı Geri Bildirim Bölümü**

Bu bölüm arkadaşının gelişimine katkı sağlamak içindir.

1. **Arkadaşımın bu projeye sağladığı en büyük katkı neydi?**

.....
.....

2. **Bir sonraki projede arkadaşımın hangi alanda (örneğin; veri analizi, kodlama, sunum becerisi) kendini geliştirmesini öneririm?**

.....
.....

3. **Çalışırken yaşadığımız bir sorunu nasıl birlikte çözdük?**

.....
.....

 **Öz-Yansıtma (Bonus Soru)**

Bu projede grup arkadaşlarımla çalışırken kendimde fark ettiğim en güçlü özellik neydi?

.....
.....

SU AYAK İZİ: YAPILANDIRILMIŞ GRİD ÇALIŞMA KAĞIDI

Adı Soyadı: _____

Sınıfı / No: _____

Tarih: __ / __ / 202...

BÖLÜM 1: BİLGİ KUTUCUKLARI (GRID)

Aşağıdaki tabloda "Su Ayak İzi" bileşenleri, ürünlerin sanal su değerleri ve tüketim türleri ile ilgili 16 temel kavram/veri bulunmaktadır. Soruların cevaplarını bu numaraları kullanarak veriniz.

1. Sanal Su (Görünmez Su)	2. Mavi Su Ayak İzi	3. Yeşil Su Ayak İzi	4. Gri Su Ayak İzi
5. Doğrudan Tüketim	6. Dolaylı Tüketim	7. 2400 Litre (1 Burger)	8. 15000 Litre (1 kg Et)
9. 2700 Litre (1 Tişört)	10. 140 Litre (1 Fincan Kahve)	11. 10 Litre (1 A4 Kağıt)	12. Tarımsal Faaliyetler
13. Endüstriyel Üretim	14. Evsel Kullanım	15. Tatlı Su Kaynakları	16. Su Kıtlığı

BÖLÜM 2: SORULAR

Not: Bir sorunun birden fazla doğru cevabı olabilir.

Soru 1: Bir ürünün üretim aşamalarında kullanılan ancak son üründe doğrudan görmediğimiz toplam su miktarını ifade eden kavramlar hangileridir?

Cevap: _____

Soru 2: Bir ürünün toplam su ayak izini oluşturan üç temel bilimsel bileşen hangileridir?

Cevap: _____

Soru 3: Beslenme alışkanlıklarımızın (özellikle hayvansal gıdaların) su kaynakları üzerindeki ağır yükünü gösteren somut veriler hangileridir?

Cevap: _____

Soru 4: Yer üstü (nehir, göl) ve yer altı tatlı su kaynaklarının kullanımını temsil eden kavramlar hangileridir?

Cevap: _____

Soru 5: Bitkilerin büyümesi için toprakta depolanan ve bitki tarafından kullanılan yağmur suyunu temsil eden kavram hangisidir?

Cevap: _____

Soru 6: Musluğu açtığımızda bizzat kullandığımız (içme, duş, temizlik) su miktarını ifade eden terimler hangileridir?

Cevap: _____

Soru 7: Tekstil ve kağıt endüstrisinin su üzerindeki etkisini (sanal su bedelini) temsil eden veriler hangileridir?

Cevap: _____

Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

Soru 8: Üretim sonucu kirlenen suyun, çevre standartlarına göre temizlenebilmesi için gereken tatlı su miktarını ifade eden terim hangisidir?

Cevap: _____

Soru 9: Sabah içtiğimiz bir fincan keyif kahvesinin arkasındaki devasa "görünmez" su tüketimini gösteren kutucuk hangisidir?

Cevap: _____

Soru 10: Küresel su ayak izinin en büyük kısmını (%70-%90) oluşturan ve gıda üretimiyle ilgili olan sektör hangisidir?

Cevap: _____

Soru 11: Fabrikalarda gerçekleşen üretim süreçlerini ve bu süreçteki su yükünü temsil eden kutucuk hangisidir?

Cevap: _____

Soru 12: Su kaynaklarının sürdürülebilir yönetilememesi durumunda karşılaşılabilecek olan küresel tehlikeyi hangi kavram ifade eder?

Cevap: _____

BÖLÜM 3: CEVAP ANAHTARI (Öğretmen İçin)

1. **1, 6** (Sanal su ve dolaylı tüketim aynı kavramı karşılar.)
2. **2, 3, 4** (Su ayak izinin 3 ana bileşeni: Mavi, Yeşil, Gri.)
3. **7, 8** (Hamburger ve kırmızı et üretimi en yüksek su maliyetine sahip gıdalardır.)
4. **2, 15** (Mavi su, tatlı su kaynaklarının kullanımını ölçer.)
5. **3** (Yeşil su, yağmur suyunun toprakta tutulan kısmıdır.)
6. **5, 14** (Doğrudan tüketim evsel kullanımı kapsar.)
7. **9, 11** (Tişört ve A4 kağıdın sanal su bedelleri.)
8. **4** (Gri su ayak izi kirlilikle ilgilidir.)
9. **10** (Kahve üretiminin su maliyeti.)
10. **12** (Tarımsal faaliyetler su ayak izinin lideridir.)
11. **13** (Endüstriyel üretim bileşeni.)
12. **16** (Su kıtlığı, kontrolsüz ayak izinin sonucudur.)

Ders Planı: Görünmez Su Dedektifleri-MEHMET TÜRK

Süreç ve Ürün Değerlendirme Toplam Puan Tablosu		
İşlem Adı	Alınabilecek En yüksek Puan	Alınan Puan
Tablo-1 TGA	10	
Su Ayak İzi Hesaplama Çizelgesi	10	
Taslak Çizim ve Fikir Alanı	10	
Prototip Test ve Geliştirme Formu	10	
Argümantasyon tablosu	10	
STEM Projesi Değerlendirme Rubriği (Mavi Gelecek Operasyonu)	30	
Akran Değerlendirme Formu	10	
Su ayak izi: yapılandırılmış grid çalışma kağıdı	10	
Toplam Puan	100	