

### BESİN ZİNCİRİNİ KURUYORUM

#### A. Sınıflandırma

Üreticiler: çimen. Tüketiciler: çekirge, kurbağa, yılan, şahin, tavşan. Ayrıştırıcılar: mantar ve bakteri. Üreticiler kendi besinlerini üretir; tüketiciler diğer canlılarla beslenir; ayrıştırıcılar ölü organizma ve atıkları parçalayarak maddelerin döngüye katılmasını sağlar.

#### B. Enerji Akışı

Örnek zincir: Güneş → çimen → çekirge → kurbağa → yılan. Oklar besinden tüketiciye, yani enerji aktarım yönünde çizilir. Enerjinin ilk kaynağı Güneş'tir. Ayrıştırıcılar zincirdeki her basamaktaki ölü canlı ve atıkları parçalayabilir.

#### C. Nedensel İlişkiler

1) Çekirge azalırsa kurbağanın besini azalacağı için kurbağa sayısı zamanla düşebilir. 2) Yılan artarsa kurbağa azalabilir; kurbağanın azalması çekirgelerin artmasına yol açabilir. 3) Üreticiler Güneş enerjisini besine dönüştürerek zincirin temelini oluşturur. 4) Bir türün kaybı av-avcı ilişkilerini ve enerji akışını değiştirerek dengeyi bozulmasına neden olabilir.

### BESİN AĞI VE ENERJİ İLİŞKİLERİ

#### A. Örnek Besin Ağı

Örnek oklar: çimen → çekirge, çimen → tavşan, tohum → fare, çekirge → kurbağa, çekirge → şahin, fare → yılan, fare → şahin, kurbağa → yılan, yılan → şahin. Mantar ve bakteriler tüm ölü canlı ve atıklarla ilişkilidir. Öğrencinin çizdiği ağ, enerji akış yönüne uygunsa kabul edilir.

#### B. Durumların Yorumu

Kuraklıkta üreticiler azalır; onları tüketen çekirge, tavşan ve fare, ardından üst tüketiciler etkilenir. Şahin azalır fare/yılan gibi avlarda artış olabilir. Tarım ilacıyla çekirge azalınca kurbağa ve çekirgeyle beslenen kuşlar azalabilir. Ayrıştırıcılar azalır organik maddelerin parçalanması ve besin maddelerinin toprağa dönüşü yavaşlar.

#### C. Besin Ağı

Besin ağı, bir canlının birden fazla besin kaynağı ve avcısı olabileceğini gösterdiği için gerçeğe daha yakındır. Aynı anda birden fazla canlıyla beslenebilecek örnekler: şahin, yılan. Öğrenci ağından iki geçerli zincir yazmalıdır.

**EKOLOJİ PİRAMİDİ VE BİYOLOJİK BİRİKİM****A. Piramit**

Tabandan tepeye doğru: çimen (üretici), çekirge (birincil tüketici), kurbağa (ikincil tüketici), şahin (üst düzey tüketici). Üst basamaklara çıkıldıkça kullanılabilir enerji azalır. Kalıcı kirleticilerin biyolojik birikimi ise beslenme yoluyla üst basamaklarda artabilir.

**B. Doğru-Yanlış**

1) Doğru. 2) Doğru. 3) Yanlış; biyolojik birikim çoğunlukla üst düzey tüketicilerde daha fazladır. 4) Yanlış; ayrıştırıcılar tüm basamaklardaki ölü canlı ve atıkların parçalanmasında görev alır.

**C. Tarım İlacı**

En fazla birikim şahin gibi üst düzey tüketicide beklenir; çünkü kirleticiler her beslenme basamağında birikir. Zehirlenme, üreme başarısının azalması ve popülasyon düşüşü görülebilir. Çözümler: zararlı kimyasal kullanımını azaltmak, biyolojik mücadele uygulamak, doğru doz ve zaman kullanmak, ekosistemi izlemek.

### SU KAYNAKLARI VE PROBLEM TANIMLAMA

#### A. Su Kaynakları

Akarsu, göl ve baraj gölü yüzey tatlı sularıdır. Yer altı suyu yer altı tatlı su kaynağıdır. Buzullar donmuş tatlı sudur. Deniz tuzlu sudur. Bu kaynakların hiçbiri, kalite analizi ve uygun arıtma yapılmadan doğrudan içme suyu olarak kabul edilmemelidir.

#### B. Veri Analizi

Toplam günlük kullanım:  $420 + 310 + 520 + 180 = 1430$  L. En yüksek kullanım bahçe sulamadır. Ancak tasarruf potansiyeli yalnız miktara değil, sorunun düzeltilebilirliğine de bağlıdır. Örneğin sulama saatini değiştirmek, damla sulama kullanmak ve kaçakları gidermek etkili olabilir.

#### C. Problem Tanımı

Örnek araştırma sorusu: “Bahçe sulamasının sabah erken saatte yapılması günlük su tüketimini azaltır mı?” Problem açık, ölçülebilir ve araştırılabilir olmalıdır. Etkilenenler: okul topluluğu ve çevre. Toplanabilecek veriler: sayaç değerleri, sulama süresi, hava sıcaklığı, kullanılan su miktarı.

**SU AYAK İZİ VE ATIK SU****A. Su Ayak İzi**

Doğrudan: diş fırçalama, duş, bulaşık makinesi. Dolaylı/gizli: tişört üretimi, gıda yetiştirme ve elektrik üretimi. Su ayak izi; bir kişi, ürün veya etkinlik için doğrudan ve dolaylı kullanılan toplam tatlı su miktarını ifade eder.

**B. Atık Su**

Mutfak: yağ ve organik atık; su kirliliği/tıkanma; yağı ayrı toplama. Banyo: deterjan ve kişisel bakım ürünü; sucul canlılara zarar; uygun ürün ve arıtma. Tarım: gübre/pestisit; ötrofikasyon ve zehirlenme; kontrollü kullanım. Sanayi: kimyasal/ağır metal; toksik etki; kaynağında arıtma ve denetim.

**C. Bilgi Değerlendirme**

1) Yanlış; Dünya suyunun büyük kısmı tuzludur ve erişilebilir tatlı su sınırlıdır. 2) Doğru; uygun standartlarda arıtılmış su, sulama veya bazı teknik kullanım alanlarında değerlendirilebilir. 3) Yanlış; su ayak izi doğrudan kullanım yanında ürün ve hizmetlerin üretimindeki dolaylı suyu da kapsar. Kaynak olarak MEB, DSİ, TÜBİTAK, üniversite veya güvenilir uluslararası kurumlar kullanılabilir.

### BİLİMSEL SORGULAMA: SU TASARRUFU

#### A. Araştırma Planı

Örnek hipotez: Tasarruf aparatı/kısıp akış, 30 saniyede akan su miktarını azaltır. Bağımsız değişken: musluk düzeni veya akış biçimi. Bağımlı değişken: 30 saniyede toplanan su miktarı. Kontrol edilenler: süre, aynı musluk, aynı kap, aynı basınç koşulu ve ölçüm yöntemi.

#### B. Veri ve Hesaplama

Sayısal sonuçlar öğrencinin ölçümüne göre değişir. Ortalama, üç ölçüm toplamının üçe bölünmesiyle bulunur. Tasarruf = normal musluk ortalaması - tasarruflu akış ortalaması. Toplanan su boşa harcanmamalı; uygun bir kullanımda değerlendirilmelidir.

#### C. Yorum

1) Karar sayısal veriye dayanmalıdır. 2) Tekrarlı ölçüm rastlantısal hatayı azaltır ve güvenilirliği artırır. 3) Günlük tasarruf = bir kullarımdaki tasarruf  $\times$  100; mL sonucu 1000'e bölünerek litreye çevrilir. 4) Öneri, ölçülen tasarrufa dayanmalıdır. 5) Basınç değişimi sınırlılık olabilir; sabit basınçta ölçüm iyileştirir.

### STEM PERFORMANS GÖREVİ: SUYU KORUYAN OKUL

#### A. Örnek Çözüm

Örnek model: Lavabodan gelen, ağır kimyasal içermeyen gri suyu ayrı bir depoda toplayıp filtre göstergeli bir sistemle yalnızca bahçe sulama modelinde kullanmak; yağmur suyunu depolamak; sensörlü/otomatik kapanan musluk veya damla sulama modeli geliştirmek. Model içme suyu sisteminden tamamen ayrı olmalıdır.

#### B. Test ve Kanıt

Testte sızıntı, depolanan su miktarı, tasarruf, maliyet ve kullanım kolaylığı ölçülebilir. Kanıt; önce-sonra su miktarı, sayaç değeri veya süre ölçümü olabilir. Atık suyun yeniden kullanımı yalnızca uygun kalite ve güvenlik koşullarında yapılmalıdır; çalışma öğrenci modeli düzeyindedir.

#### C. Değerlendirme

Beklenen ölçütler: problemin açık tanımlanması, bilimsel veriye dayalı çözüm, su güvenliği, uygulanabilirlik, ekonomi, özgünlük ve iyileştirme. Örnek iyileştirmeler: sızıntı önleyici bağlantı, taşma deliği, filtre değişim göstergesi, sabit debi, veri tablosu ve kullanıcı yönergesi.