



ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİ

ORTAÖĞRETİM KADEMESİNDE FARKLILAŞTIRILMIŞ ÖĞRETİM UYGULAMALARI



ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİ

ORTAÖĞRETİM KADEMESİNDE FARKLILAŞTIRILMIŞ ÖĞRETİM UYGULAMALARI

ORTAÖĞRETİM KADEMESİNDE FARKLILAŞTIRILMIŞ ÖĞRETİM UYGULAMALARI
ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİ

10. SINIF
BİYOLOJİ

GENEL YAYIN YÖNETMENİ Cengiz METE

YAYIN KOORDİNATÖRÜ Ömer SARICA

EDİTÖR Prof. Dr. Alper KAŞKAYA

YAZARLAR Mehmet YILDIZ
Sercan ÇOBAN
Çiçek Eylem AVCI
Kübra ÜNSAL
Dr. Zafer GÜLSAR
Sevgi TUTUMLU

DİL UZMANI Tuğba Tatlı CÖMERT
Reşit Akay Yanıç

DİZGİ ve GRAFİK TASARIM Çağlayan Volkan YILDIZ
Maruf BEÇENE

ISBN 978-975-11-9678-1

YAYIM YILI Mayıs 2026

Bu yayın Milli Eğitim Bakanlığı
Ortaöğretim Genel Müdürlüğü ve
Özel Eğitim ve Rehberlik
Hizmetleri Genel Müdürlüğü
tarafından hazırlanmıştır.
Gerçekleştirilen çalışmalara
UNICEF Türkiye Temsilciliği
katkıda bulunmuştur.

©UNICEF Türkiye Temsilciliği 2026
Her hakkı saklıdır. Bu yayında
yer alan ifadeler UNICEF'in resmi
görüşlerini temsil etmez.



Millî Eğitim Bakanlığı
Atatürk Bulvarı No: 98 Bakanlıklar / ANKARA
Tel: +90 312 413 2680
+90 312 413 2681
+90 312 413 1838
www.meb.gov.tr



Birleşmiş Milletler Çocuklara Yardım Fonu
UNICEF
Turan Güneş Bulvarı No.106 Kat: 7 06550
Çankaya / ANKARA
Tel: +90 312 545 10 00
www.unicef.org.tr

ÖN SÖZ

Eğitim ortamları, her öğrencinin aynı hızda, aynı yolla ve aynı derinlikte öğrenmediği gerçeğini her geçen gün daha görünür kılmaktadır. Günümüz sınıfları; hazır bulunuşluk, ilgi, öğrenme profili, deneyim ve bireysel gereksinimler bakımından son derece çeşitlidir. Bu çeşitlilik, öğretimi tek tip bir yapıda sunmanın hem pedagojik hem de insani açıdan yetersiz kaldığını açıkça ortaya koymaktadır. Bu nedenle çağdaş eğitim anlayışı, farklılıkları sorun olarak değil; öğretimi daha nitelikli, daha adil ve daha kapsayıcı hâle getiren bir imkân alanı olarak değerlendirmektedir.

Farklılaştırılmış öğretim, tam da bu noktada öğretmenin sınıf içi kararlarını güçlendiren temel bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Öğrencilerin bireysel özelliklerini dikkate alan, öğretim sürecini esnek biçimde düzenleyen ve her öğrencinin öğrenme sürecine anlamlı biçimde katılımını hedefleyen bu yaklaşım, kapsayıcı eğitimin sınıf içindeki en somut karşılıklarından biridir. Zenginleştirme ise farklılaştırılmış öğretimin özellikle derinleşme, genişleme, üretme, sorgulama ve üst düzey düşünme boyutlarını destekleyen güçlü bir bileşenidir. Bu yönüyle zenginleştirme, yalnızca ileri düzey öğrenciler için değil; uygun planlama ile tüm öğrencilerin potansiyellerini geliştirmelerine katkı sunabilecek önemli bir öğretim imkânıdır.

“Ortaöğretim Kademesinde Farklılaştırılmış Öğretim Uygulamaları: Zenginleştirilmiş Öğretim Etkinlikleri Öğretmen Rehber Kitabı”, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarını desteklemek, farklılaştırma ve zenginleştirme kavramlarını kuramsal temelleriyle açıklamak ve bu kavramları uygulanabilir örneklerle somutlaştırmak amacıyla hazırlanmıştır. Kitapta, farklılaştırılmış öğretimin temellerinden zenginleştirme kavramına; Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli bağlamındaki çerçeveden içerik, süreç ve ürüne dayalı zenginleştirme tasarımlarına kadar uzanan bütüncül bir yapı sunulmaktadır. Bunun yanında, dokuz farklı derse yönelik zenginleştirme etkinlikleri hazırlanarak öğretmenlerin bu yaklaşımı sınıf içinde daha somut, sistematik ve uygulanabilir biçimde kullanmalarına destek olunması amaçlanmıştır. Bu yönüyle eser, yalnızca kuramsal bir çerçeve sunmakla kalmamakta, aynı zamanda uygulamaya dönük güçlü bir rehber niteliği de taşımaktadır.

Bu rehberin önemli katkılarından biri, zenginleştirmeyi sınıf içinde erişilebilir ve uygulanabilir bir öğretim yaklaşımı olarak ele almasıdır. Nitelikli öğretim, yalnızca öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencileri desteklemekle değil, aynı zamanda daha hızlı ilerleyen, derinlik arayan, üretmeye ve keşfetmeye istekli öğrenciler için de uygun öğrenme fırsatları oluşturmakla mümkündür. Eğitimde hakkaniyet, herkese aynı şeyi sunmak değil; her öğrencinin gereksinimine uygun öğrenme yaşantılarını tasarlayabilmektir. Elinizdeki kitap, bu anlayışı öğretmen uygulamalarıyla buluşturan değerli bir kaynak niteliğindedir.

Öğretmenler, sınıf içinde çoğu zaman eş zamanlı olarak çok farklı öğrenme gereksinimlerine yanıt vermek durumundadır. Bu nedenle onlara sunulacak rehberlik; sade, işlevsel, bilimsel temelli ve uygulamaya dönük olmalıdır. Elinizdeki çalışma, öğretmenin pedagojik yargısını merkeze alan, sınıfın gerçekliğini gözetken ve öğretim sürecini daha esnek, daha derinlikli ve daha anlamlı hâle getirmeyi hedefleyen bir anlayışla hazırlanmıştır. Temennimiz, bu kitabın öğretmenlerin mesleki uygulamalarına katkı sağlaması; öğrencilerin ise kendi potansiyellerini keşfedebildikleri daha zengin öğrenme ortamlarıyla buluşmalarına aracılık etmesidir.

İÇİNDEKİLER

1. SOSYAL-DUYGUSAL GELİŞİM VE DESTEK STRATEJİLERİ	7
ÜSTÜN ZEKÂLI ERGENLERİ ANLAMAK	7
1.1. ÜSTÜN ZEKÂLI ERGENLERİN SOSYAL-DUYGUSAL İHTİYAÇLARI	7
1.2. SOSYAL-DUYGUSAL ÖĞRENME PROGRAMLARI	10
1.3. MÜKEMMELİYETÇİLİK VE DUYGUSAL MÜFREDAT	11
1.4. AKRAN İLİŞKİLERİ VE SOSYAL BECERİ EĞİTİMİ	12
1.5. PSİKOLOJİK DANIŞMANLIK VE REHBERLİK HİZMETLERİ	14
2. DAVRANIŞ KONTROLÜ VE SINIF YÖNETİMİ	16
2.1. ÜSTÜN ZEKÂLI ÖĞRENCİLERDE DAVRANIŞ SORUNLARI	16
2.2. GLASSER'IN SEÇİM TEORİSİ VE OKULDA KALİTELİ EĞİTİM YAKLAŞIMI	16
2.3. ÖNLEYİCİ DAVRANIŞ YÖNETİMİ STRATEJİLERİ	18
2.4. MÜDAHALE STRATEJİLERİ	19
ÖĞRETMEN İÇİN HIZLI UYGULAMA REHBERİ: SOSYO-DUYGUSAL GELİŞİM	20
ÖĞRETMEN İÇİN HIZLI UYGULAMA REHBERİ: ÖNLEYİCİ SINIF YÖNETİMİ	21
2.5. SORUN ÇIKTIĞINDA: MÜDAHALE STRATEJİLERİ	21
ETKİNLİK TABLOLARININ YAPISINA AİT KILAVUZ	22
BİYOLOJİ DERSİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİ - 10. SINIF	27
KAYNAKÇA	210

1. SOSYAL-DUYGUSAL GELİŞİM VE DESTEK STRATEJİLERİ

ÜSTÜN ZEKÂLİ ERGENLERİ ANLAMAK

Sosyal-Duygusal İhtiyaçlar ve Destek Stratejileri

Üstün zekâli ergenler, zihinsel kapasiteleri ile duygusal olgunluklarının farklı hızlarda ilerlediği “asen kron gelişim” süreci yaşarlar. Bu durum; mükemmeliyetçilik, akran zorbalığı ve sosyal izolasyon gibi riskleri beraberinde getirirken akademik zorluk ve özerklik temelli stratejilerle desteklenmeleri gerektiğini gösterir.

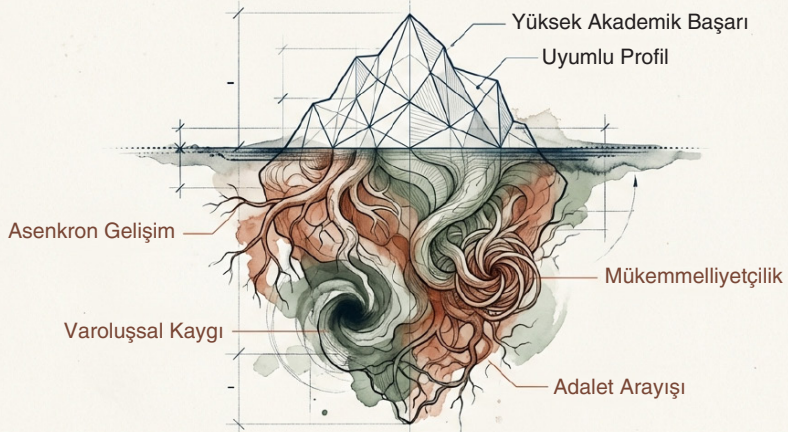


1.1. ÜSTÜN ZEKÂLİ ERGENLERİN SOSYAL-DUYGUSAL İHTİYAÇLARI

Üstün zekâli/yetenekli ergenlerin zihinsel kapasitelerinin ötesinde kendilerine has sosyal ve duygusal gereksinimleri bulunmaktadır. Bilişsel ve sosyo-duygusal süreçlerin farklı hızda seyretmesi olarak tanımlanan asen kron (eş zamanlı olmayan) gelişim, bu bireylerde çeşitli adaptasyon güçlüklerine ve içsel huzursuzluklara zemin hazırlayabilmektedir (Elmore vd., 1994).

Zekânın Ötesinde: Üstün Potansiyelli Ergenleri Bütüncül Desteklemek

Akademik başarı maskesinin ardındaki içsel dünyaya, asen kron gelişime ve sürdürülebilir okul iklimine stratejik bir bakış



Üstün zeka, sadece bilişsel bir hız değil dünyayı algılamada derinlik, duyarlılık ve yoğunluk farkıdır.

BİYOLOJİ

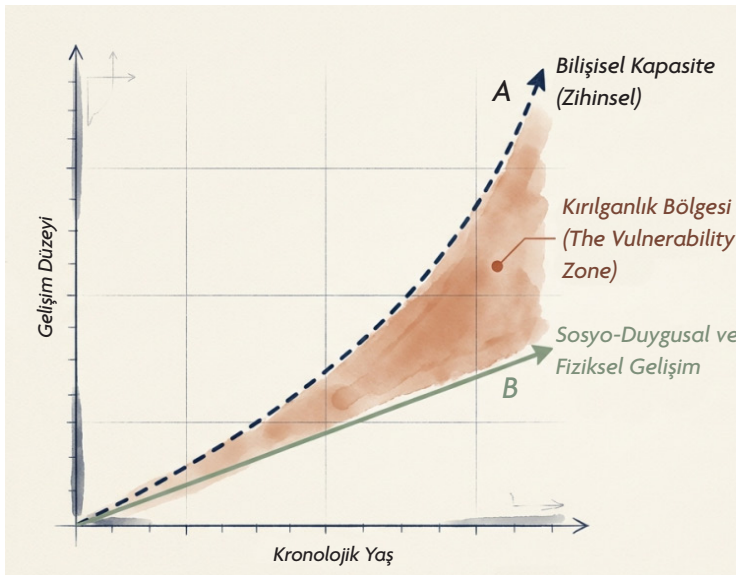
10. SINIF

Casino-García ve meslektaşları (2021) tarafından yürütülen bir araştırma, üstün potansiyelli öğrencilerin akran zorbalığı karşısında daha hassas bir konumda bulunduklarına ve bu tür olumsuz deneyimlere daha sık maruz kaldıklarına dikkat çekmektedir. Özellikle ergenlik evresinde üstün zekâlılık potansiyelinin hangi derecede ortaya çıkacağı ve nasıl şekilleneceği üzerinde psikososyal faktörlerin kritik bir rol oynadığı belirtilmektedir.

Ergenlik dönemi, bireylerin yalnızca akademik başarılarını değil aynı zamanda kendilik algılarını ve sosyal ilişkilerini de derinden etkileme gücüne sahiptir. Bu dönemde üstün zekâlı/yetenekli ergenlerin bilişsel soyutlama yetenekleri ve gelişmiş muhakeme becerileri, kimlik oluşumunu hızlandırabilir fakat bu süreç aynı zamanda benliklerinde artan bir öz eleştirinin de ortaya çıkmasına yol açabilir (Mofield vd., 2010). Dolayısıyla sosyal-duygusal ihtiyaçların ele alınışı sadece “duyguları anlama” seviyesinde kalmamalıdır. Bu ihtiyaçlar; bireyin değerleri, yaşam hedefleri ve toplumsal aidiyeti bağlamında ele alınmalıdır. Gençlerin etik sorunlar, küresel riskler, adalet, eşitlikle ilgili temalara erken yaşta yoğunlaşmaları; varoluşsal kaygılarını ve anlam arayışlarını belirgin hâle getirebilir. Eğer bu süreçte uygun destek sağlanmazsa gençlerin kaygı seviyeleri yükselebilir, gençler içe kapanabilir ya da öfke patlamaları gibi olumsuz tepkiler geliştirebilirler (Polaschek, 2018). Bu olumsuz tepkileri anlamlandırmak için bilişsel özelliklerin açıklanması gerekmektedir. Tabloda hızlı öğrenen öğrencilerin özellikleri ile sosyo-duygusal durumlarının asenkron ilişkisine yer verilmiştir.

Bilişsel Kapasite (Zihin)	Sosyo-Duygusal Durum (Ruh)	Sonuç: Asenkron Gelişim
Soyutlama yeteneği çok yüksektir.	Akranlarıyla aynı sosyal ihtiyaçlara sahiptir.	Zihinsel olarak yetişkin gibi düşünebilir ama duygusal olarak bir çocuk gibi tepki verebilir.
Adalet ve etik gibi konulara yoğunlaşır.	Sosyal hiyerarşiyi yönetmekte zorlanabilir.	Varoluşsal kaygılar ve derin bir anlam arayışı yaşar.
Mükemmeliyetçi beklentileri vardır.	Başarısızlık korkusu fazladır ve stres yönetimi zayıftır.	"Yüksek işlevsellik maskesi" ardına gizlenen içsel bir huzursuzluk vardır.

Asenkron gelişimin eğitim ortamındaki etkileri genellikle örtük bir biçimde seyreder. Bireyin zihinsel kapasitesinin yüksekliği, stres yönetimi veya sosyal çatışma çözme gibi duygusal becerilerin de aynı hızla olgunlaştığına dair bir garanti sunmamaktadır (Elmore vd., 1994). Ergenlik döneminde artan başarı beklentileri nedeniyle bu öğrenciler, iç dünyalarındaki karmaşayı "yüksek işlevsellik maskesi" ardına gizleyerek dışarıya sorunsuz bir görüntü yansıtabilirler. Ancak bu uyumlu profilin derinliklerinde başarı odaklı bir benlik algısı, kronik yalnızlık ve tükenmişlik hissi yatıyor olabilir. Eğitim kadrolarının sadece akademik verilere odaklanması, bu sessiz imdat çağrılarının gözden kaçmasına ve erken müdahale şansının yitirilmesine sebebiyet vermektedir (Mofield vd., 2010; Stormont vd., 2001).



Büyümenin Eş Zamanlı Olmayan Doğası: Asenkron Gelişim

Üstün zekalı ergenlerde bilişsel kapasite ile sosyo-duygusal süreçler aynı hızda ilerlemez. Bu “asenكرون gelişim”, içsel huzursuzlukların ve adaptasyon güçlüklerinin temel kaynağıdır (Elmore vd., 1994).

Zihinsel kapasitenin yüksekliği, stres yönetimi veya sosyal çatışma çözme becerilerinin de aynı hızla olgunlaştığını garanti etmez.

BİYOLOJİ

10. SINIF

Üstün zekâlı/yetenekli ergenlerin sosyo-duygusal gereksinimleri, içinde bulundukları okul atmosferi ve akran dinamikleriyle doğrudan ilişkilidir. Bu bireylerin gelişmiş mizah anlayışları, alışlagelmişin dışındaki ilgi alanları ve toplumsal kabulleri sorgulayan eleştirel duruşu; yaşlılarıyla sağlıklı bağlar kurmasını güçleştirebilmektedir (Rinn & Majority, 2018). Bu bağlamda zorbalık olgusu, sadece bireysel farklılıktan değil bu farklılığın sınıf içindeki algılanış biçiminden ve eğitimcilerin sosyal hiyerarşiyi yönetme kapasitesinden beslenir (Febriana v.d., 2024). Dolayısıyla kapsayıcı bir sınıf iklimi ve adaleti temel alan tutarlı bir pedagojik yaklaşım, koruyucu bir mekanizma işlevi görmektedir.

Ebeveyn katılımı, ergenlik dönemindeki bireylerin sosyo-duygusal adaptasyonunda temel bir savunma mekanizmasını temsil etmektedir. Ailenin değerlendirme kriterlerini akademik çıktılarla sınırlamayıp çabayı, kişisel gelişim süreçlerini ve psikolojik gereksinimleri de kapsayacak bir iletişim dili kurması; "koşullu benlik saygısı" oluşumunu destekleyebilir (Gualdi, 2019). Ayrıca ev ve okul arasındaki koordinasyon; patolojik düzeydeki kaygı, mükemmeliyetçilik ve akran zorbalığı gibi tehditlere karşı önleyici bir ağ kurarak destekleyici müdahalelerin eş güdümlü ve zamanında yapılmasına olanak tanır.

Üstün zekâlı/yetenekli ergenlerde risk faktörleri, dış vurulan belirgin davranış bozukluklarından ziyade daha örtük ve rafine işaretlerle kendini gösterme eğilimindedir (Garland & Zigler, 1999). Kronikleşen yorgunluk, akademik motivasyonda ani kayıplar, mükemmeliyetçiliğin bir yansıması olan aşırı kontrol çabası veya sosyal izolasyon gibi belirtiler; bireyin içsel kapasitesinin zorlandığını gösteren kritik semptomlardır (Pfeiffer & Stocking, 2000; Yaman & Sökmez, 2020). Bu tür emarelerle karşılaşıldığında değerlendirme süreci; müfredat yükünün ötesine geçerek akran dinamiklerini, dijital etkileşimleri ve kimlik gelişimine bağlı stres unsurlarını da kapsamalıdır. Okul bünyesinde uygulanacak yapılandırılmış bir izleme protokolü (öz değerlendirme ölçekleri, gözlem formları vb.), risk haritasının çıkarılmasını sağlayarak sorunlar derinleşmeden proaktif müdahalelerin önünü açmaktadır (Allen v.d., 2019).



Yüksek İşlevsellik Maskesi ve Örtük Riskler

Ergenlikte artan başarı beklentileri, öğrencileri iç dünyalarındaki karmaşayı gizlemeye itebilir. Dışarıdan görünen 'sorunsuz ve başarılı' profilin ardında derin riskler yatar (Mofield vd., 2010).

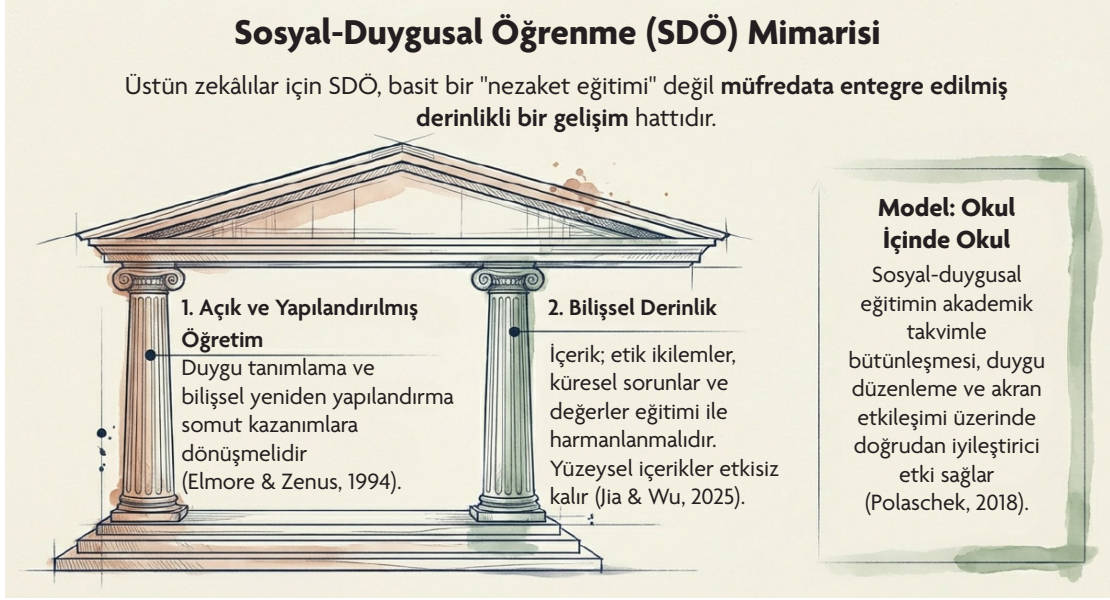
- **Koşullu Benlik Saygısı:** Öz-değerin sadece başarıya endekslenmesi.
- **Kronik Yalnızlık:** Farklı ilgi alanları ve mizah anlayış nedeniyle yaşanan izolasyon.
- **Tükenmişlik (Burnout):** Sürekli yüksek performans gösterme baskısı.
- **Zorbalık Riski:** Üstün potansiyelli öğrenciler akran zorbalığına karşı daha hassas ve açık bir konumdadır (Casino-García, 2021).

“Eğitimcilerin sadece akademik verilere odaklanması, bu sessiz imdat çağrılarının gözden kaçmasına neden olur.”

Öğretmen Gözlemine Dönüştürülmüş Risk İşaretleri (Erken Uyarı Listesi)

İşaret	Sınıfta nasıl görünür?	İlk öğretmen adımı
Kronik yorgunluk	Dalgınlık, derste “var ama yok” hâli	Yük azaltma + kısa kontrol görüşmesi
Motivasyonda ani düşüş	Daha önce yüksek performans → sonrasında belirgin gerileme	“Ne değişti?” odaklı yargısız görüşme
Aşırı kontrol / mükemmeliyetçilik	Sürekli düzeltme, erteleme, teslim edememe	Süreç odaklı rubrik + küçük parçalarla görev
Sosyal izolasyon	Teneffüste yalnızlık, grup etkinliklerinden kaçınma	Güvenli akran eşleştirmesi + yapılandırılmış rol
Zorbalık hassasiyeti	Alay ve etiketlemeden hızlı etkilenme	Sınıf iklimi müdahalesi + izleme (Casino-García ve ark., 2021)

(Çerçeve: Garland & Zigler, 1999; Pfeiffer & Stocking, 2000; Yaman & Sökmez, 2020)

1.2. SOSYAL-DUYGUSAL ÖĞRENME PROGRAMLARI

Sosyal ve duygusal öğrenme (SDÖ) odaklı müdahaleler; üstün zekâlı bireylerin öz düzenleme, duygusal farkındalık, sosyal ilişkiler ve etik karar verme mekanizmalarını güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Elmore ve meslektaşları tarafından yürütülen araştırma, iş birlikli öğrenme modellerinin ortaokul kademesindeki üstün zekâlı öğrencilerin akademik çıktıları ile sosyal-duygusal ve benlik saygısı gelişimleri üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur (Elmore vd., 1994). Elde edilen bulgular, grup temelli öğrenme süreçlerine dahil olan öğrencilerin geleneksel yöntemlerle eğitim alan akranlarına oranla hem matematik dersindeki başarılarında hem de öz saygı puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişim kaydettiğini doğrulamaktadır (Elmore vd., 1994).

Polaschek (2018), ortaokul seviyesinde uygulanan “okul içinde okul” (school-within-a-school) modelindeki üstün zekâlılar programında bulunan sosyal-duygusal eğitim içeriğinin geliştirilmesini ele almıştır. Araştırma sonuçları, sosyal-duygusal yetkinliklerin müfredat dahilinde sistematik bir biçimde aktarılmasının üstün zekâlı öğrencilerin duygusal refahı ve akranlarıyla kurdukları etkileşimlerin niteliği üzerinde doğrudan iyileştirici bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Üstün zekâlı/yetenekli ergenlere yönelik SDÖ müdahalelerinin adaptasyon sürecinde iki temel ilke ön plana çıkmaktadır (Elmore & Zenus, 1994). Birincisi, beceri öğretiminin dolaylı değil açık ve yapılandırılmış olmasıdır. Bu bağlamda duygu tanımlama, bedensel ipuçlarını fark etme, bilişsel yeniden yapılandırma ve sistematik problem çözme gibi unsurlar somut kazanımlara dönüştürülmelidir. İkinci temel ilke ise müfredatın bu öğrencilerin bilişsel düzeyine hitap edecek bir derinlikte yapılandırılmasıdır. Üstün potansiyelli bireylerin yüzeysel içeriklere karşı geliştirdikleri hızlı tüketim eğilimi göz önüne alındığında SDÖ hedeflerinin etik ikilemler, toplumla ilgili sorunlar ve değerler eğitimi gibi bilişsel derinliği olan temalarla harmanlanması önemlidir (Jia & Wu, 2025).

İş birliğine dayalı SDÖ müdahalelerinde grup etkileşiminin sosyal yetkinlikleri kendiliğinden geliştireceği varsayımıyla hareket edilmemelidir. Uygulamanın etkililiği; grup hedeflerinin, görev dağılımlarının, karşılıklı bağımlılık ilkesinin ve özellikle aktif dinleme ile çatışma yönetimi gibi sosyal süreçlerin önceden yapılandırılmasına bağlıdır (Ladd v.d., 2014). Üstün zekâlı/yetenekli ergenlerin sergilediği baskın liderlik eğilimleri, yüksek standartlar ve eleştirel iletişim dili gibi özelliklerin akran ilişkilerinde yaratabileceği dirençler göz önüne alınarak liderlik ile kapsayıcı tutumlar arasındaki dengeyi teşvik eden bir yaklaşım benimsenmelidir (Matthews, 2004). Bu süreçte öğrencilerin sadece akademik başarıları için değil aynı zamanda kişilerarası bağları koruyarak iletişim kurma becerileri için de geri bildirim almaları, pozitif bir sınıf ikliminin inşasında kritik rol oynamaktadır.

“Okul içinde okul” gibi yapılandırılmış modellerde SDÖ uygulamalarının başarısı, müfredatın haftalık akademik takvimle bütünleşmesine ve eğitimciler arasında terminolojik bir birliğin sağlanmasına bağlıdır (Polaschek, 2018). Rehberlik oturumları, akran mentörlüğü ve proje tabanlı hizmet öğrenimi gibi pedagojik unsurlar; becerilerin yalnızca öğretildiği değil gerçek sosyal bağlamlarda uygulandığı sürdürülebilir bir ekosistem yaratır. Bu bağlamda programın izlenmesi; uygulama sadakatinin, öğretmen yeterliklerinin ve öğrenci ilerlemesinin süreç göstergeleri üzerinden değerlendirilmesi (öz izleme

BİYOLOJİ**10. SINIF**

formları, duygu günlükleri, akran geribildirimi, davranış gözlem kayıtları) program etkililiğini artıran bir kalite güvence mekanizmasıdır (Dowling & Barry, 2020).

SDÖ uygulamalarının etkililiği, programın “bir etkinlik paketi” olarak değil okulun işleyişine entegre bir gelişim hattı olarak tasarlanmasına bağlıdır. Bu nedenle öğretmen eğitiminde içerik aktarımının yanında sınıf içi mikro beceriler (duygu koçluğu dili, çatışma anında yapılandırılmış geri bildirim) ve sınıf rutinlerine gömülü uygulamalar (haftalık hedef belirleme, grup süreci değerlendirme, duygu günlüğü) birlikte çalışmalıdır. Program değerlendirmesinde ise yalnızca son testler yerine süreç göstergeleri (katılım, akran geri bildirimi kalitesi, öz düzenleme kullanım sıklığı, disiplin verileri, devamsızlık) izlenmelidir. Üstün zekâlı öğrenciler için değerlendirme, öz yansıtma ve portfolyo gibi ürün temelli veri kaynaklarıyla desteklendiğinde becerilerin gerçek yaşama transferi daha görünür hâle gelir.

Okul İçi “İzleme Protokolü” Örneği

- **Adım 1 - Sinyal Yakalama (1-2 Hafta):** Öğretmen gözlem notu + kısa süreli öğrenci kontrolü
- **Adım 2 - Hızlı Tarama (2. Hafta):** Öz değerlendirme (kaygı/yalnızlık/okul aidiyeti) + akran dinamiği gözlemi
- **Adım 3 - Eylem Planı (3-6 Hafta):**
 - Akademik yük ayarı (parçalı görev, esnek teslim)
 - Sosyal destek (güvenli akran/rol)
 - Zorbalık varsa sınıf iklimi müdahalesi + izleme
- **Adım 4 - Koordinasyon:** Aile bilgilendirme + rehberlik servisiyle eşgüdüm
- **Adım 5 - Değerlendirme:** Risk haritasını güncelleme, gerekirse yönlendirme (Allen vd., 2019)

Okullarda bu adımlara yönelik neler yapılabilir?

Düzey	Koruyucu faktör	Okul/öğretmen karşılığı
Öğrenci	Duygu düzenleme desteği	Haftalık kısa kontrol, öz değerlendirme
Sınıf	Adalet temelli iklim	Tutarlı kurallar, zorbalıkta sıfır tolerans (Febriana vd., 2024)
Akran	Güvenli bağ	Yapılandırılmış akran rolü/eşleştirme
Aile	Süreç odaklı iletişim	Ev-okul koordinasyon planı (Gualdi, 2019)
Okul sistemi	Yapılandırılmış izleme	Gözlem formu + risk haritası + yönlendirme (Allen vd., 2019)

1.3. MÜKEMMELİYETÇİLİK VE DUYGUSAL MÜFREDAT

Üstün zekâlı/yetenekli insanlarda sıkça rastlanan mükemmeliyetçilik, yapıcı bir motivasyon kaynağı (sağlıklı çaba) ile yıkıcı bir anksiyete (nevrotik kaygı) arasında gidip gelen çift yönlü bir yapı sergiler. Mofield ve meslektaşları (2010), bu çok boyutlu yapıyı hedef alan “duygusal müfredat” modelinin üstün potansiyelli ergenler üzerindeki yansımalarını analiz etmiştir. Söz konusu programın içeriği; bilişsel-davranışçı müdahaleler, bilinçli farkındalık (mindfulness) pratikleri ve etkileşimli grup diyaloglarından oluşmaktadır. Mofield ve arkadaşlarının elde ettiği veriler, uygulanan duygusal müfredatın uyumsuz mükemmeliyetçilik eğilimlerini azalttığını buna karşın psikolojik esneklik ve öz şefkat becerilerini güçlendirdiğini ortaya koymuştur. Programın sağladığı en temel kazanımlar; öğrencilerin başarısızlık karşısında duydukları kaygıyı en aza indirmek ve kendi potansiyelleriyle uyumlu, erişilebilir hedefler koyma yetilerini geliştirmektir.



Ergenlik evresinde mükemmeliyetçi eğilimlerin belirginleşmesi, bireyin başarı ile toplumsal onay arasındaki bağı nasıl kurguladığıyla doğrudan bağlantılıdır. Sosyal kabulün ön şartı olarak yüksek performansın görülmesi, hataların birer gelişim fırsatı yerine benliği sarsan birer tehdit olarak algılanmasına yol açmaktadır. Bu algısal çarpıtma; akademik erteleme, sosyal kıyaslama ve performans anksiyetesi gibi ikincil savunma mekanizmalarını da tetikleyebilir. Üstün zekâlı/yetenekli ergenlerde yüksek standartlar başlangıçta itici bir güç olsa da bu standartların katılaşması ve öz değerın yalnızca başarıya endeksli hâle gelmesi, süreci işlevsiz kılarak duygusal tükenmişliğe zemin hazırlamaktadır.

Üstün zekâlı/yetenekli ergenlerin gelişmiş soyutlama yetenekleri, duygusal müfredat programlarındaki bilişsel-davranışçı (BDT) unsurların etkisini artıran bir faktördür. “Kutuplaşmış düşünce”, “felaket senaryoları üretme” ve “aşırı genelleme” gibi bilişsel çarpıtmaların analiz edilmesi; bireyin hata toleransını yükseltirken başarıyı sonuçtan ziyade bir süreç olarak kurgulamasına olanak tanımaktadır. Farkındalık temelli etkinlikler ise yoğun duygulanımı erken evrede fark etme, bedensel ipuçlarını izleme ve otomatik tepkileri durdurma açısından destekleyicidir. Bu sayede öğrenci, performans anksiyetesi yükseldiğinde duygu ve düşünce akışını düzenleyerek daha işlevsel stratejiler geliştirebilir.

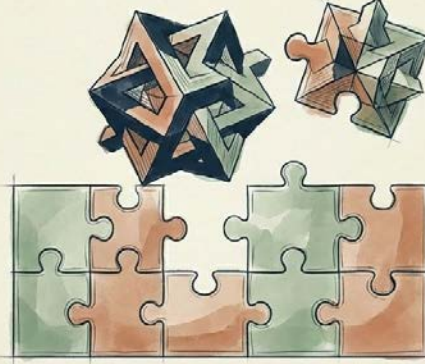
Öz şefkat ve psikolojik esneklik kazanımı, müdahale programının katı öz eleştiri ve düşük hata toleransı üzerindeki dönüştürücü gücünü yansıtmaktadır. Öz şefkat mekanizması, bireyin içsel söylemlerini daha yapıcı bir zemine taşıyarak başarısızlık durumlarının bir “benlik tehdidi” veya kimlik erozyonu olarak yorumlanmasını engeller (Dursun, 2023). Psikolojik esneklik ise bireyin zorlayıcı içsel yaşantılara rağmen kişisel değerleri doğrultusunda hareket etme yetkinliğini pekiştirir. Okul ikliminde benimsenen süreç odaklı dönütler ve “gelişim zihniyeti” (growth mindset) vurgusu, hatayı bilişsel gelişimin ayrılmaz bir parçası şeklinde konumlandırarak sınıf ortamında uyumsuz mükemmeliyetçiliği besleyen risk unsurlarını en aza indiren destekleyici stratejilerdir.

1.4. AKRAN İLİŞKİLERİ VE SOSYAL BECERİ EĞİTİMİ

Bilişsel kapasite ile duygusal olgunluk arasındaki farklar, üstün zekâlı/yetenekli öğrencilerin sosyal çevrelerine uyum sağlamasını zorlaştırabilmektedir. Stormont vd. (2001), sınırlı imkânlarla sahip üstün zekâlı gençlerin özelliklerini ve eğitim sisteminden beklentilerini inceleyen araştırmalarında bu bireylerin bütüncül bir destek mekanizmasına gereksinim duyduklarını saptamışlardır. Araştırma sonuçları, akademik başarının ötesinde bu öğrencilerin sosyal dışlanma riskine karşı korunmaları ve sosyal becerilerinin güçlendirilmesi noktasında kritik müdahale alanlarına ihtiyaç duyduklarını ortaya koymuştur (Stormont vd., 2001).

Sosyal Beceri Eksikliği Değil Sosyal Eşleşme Sorunu

Üstün zekâlı ergenlerin yaşadığı zorluklar genellikle beceri eksikliğinden değil, kronolojik yaşlarının ötesindeki ilgi alanlarının akran grubuyla uyumamasından kaynaklanır (Stormont vd., 2001).



Stratejik Müdahaleler

1. Doğru Akran Grubu:

Benzer zihinsel hız ve ilgi düzeyine sahip akranlarla etkileşim ("Peers of mind")

2. Sistem Analizi Olarak Sosyal İletişim:

Sosyal kodları ve grup rollerini entelektüel bir sistem gibi analiz etme yaklaşımı

3. Tartışma Grupları

(Peterson, 1998): Kimlik, adalet ve hayatın anlamı gibi varoluşsal temaların konuşulduğu güvenli alanlar

Sosyal yetkinliklerin geliştirilmesi süreci; kişiler arası iletişim, empati, uyumsuzluk yönetimi, grup içi dayanışma ve liderlik kapasitelerinin planlı bir öğretim tasarımıyla aktarılmasını kapsamaktadır. Üstün zekâlı bireylerin sosyal becerilerini zenginleştirmek amacıyla grup temelli dinamikler, rol oynama (role-playing), akran mentörlüğü ve iş birlikli projeler gibi stratejik müdahalelerin etkinliği alan yazınında vurgulanmaktadır (Elmore vd., 1994; Polaschek, 2018).

Üstün zekâlı/yetenekli ergenlerin akran etkileşiminde yaşadığı zorluklar, genellikle bir beceri eksikliğinden ziyade "sosyal eşleşme" sorunundan kaynaklanmaktadır. Bireyin kronolojik yaşının ötesindeki ilgi alanları ve bilişsel kapasitesi, akran grubunun beklentileriyle çatıştığında bu durum, sosyal izolasyon ya da "didaktik/otoriter" olarak yorumlanan bir iletişim tarzına yol açabilmektedir. Dolayısıyla sosyal beceri müdahalelerinin temel amacı, öğrenciyi standart bir davranış kalıbına indirgemek değil farklı sosyal çevrelerde esnek hareket edebilme, örtük sosyal kodları çözümüleme ve kişisel sınırlarını muhafaza ederek sağlıklı bağlar kurma yetisini geliştirmek olmalıdır.

Üstün zekâlı öğrencilerin sosyal sorunları genellikle "**beceri eksikliği**" değil "**sosyal eşleşme**" sorunudur. İlgi alanları, kelime dağarcıkları ve espri anlayışları yaşlılarından farklı olabilir. Örneğin 5. sınıf öğrencisi kuantum fiziği şakası yaptığı-nda kimsenin gülmemesi bu çocuğun sosyal becerisinin eksik olduğunu değil kitlenin farklı olduğunu gösterir.

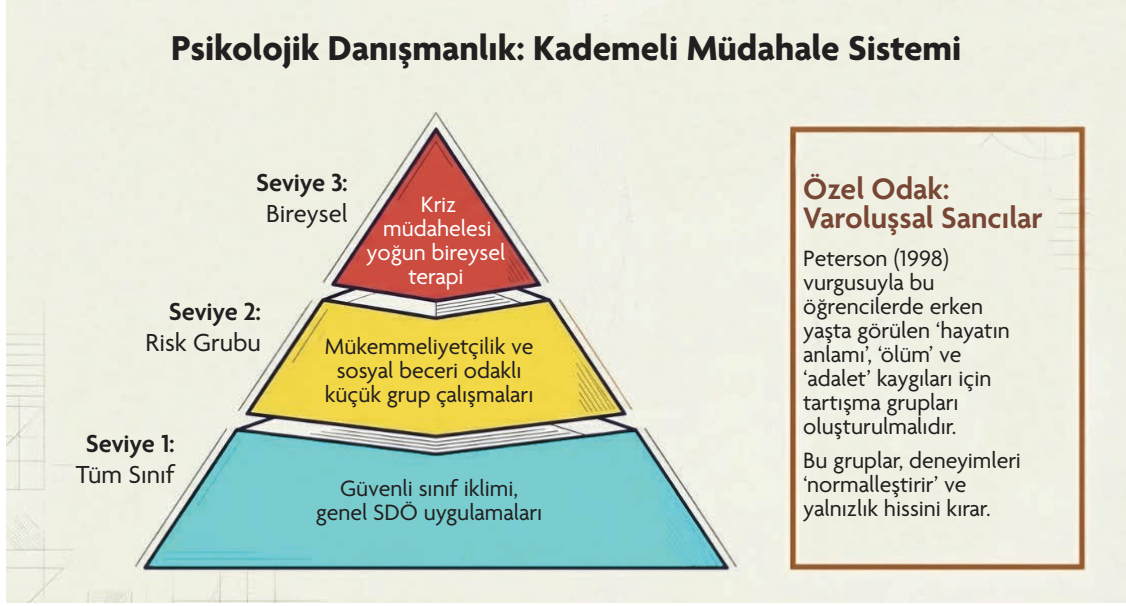
Sınıf İçi Sosyal Destek Stratejileri

- **Sosyal Analiz (Social Autopsy):** Bir sosyal kaza yaşandığında (örneğin yanlış bir şaka, bir tartışma), onların bunu bir "sistem" veya "deney" gibi incelemelerini sağlayın. Suçlamadan, "Veri neydi? Yorum ne oldu? Sonuç ne çıktı? Bir dahaki sefere değişkeni değiştirirsek sonuç ne olur?" analizi yapın. Bu onların analitik zihinlerine hitap eder.
- **İlgi Grupları (Kulüpler):** Benzer ilgi alanlarına (satranç, robotik, felsefe, kodlama, mitoloji vb.) sahip akranlarıyla bir araya gelebileceği ortamlar yaratın. Üstün zekâlı çocuklar genellikle kendilerinden yaşça büyüklerle daha iyi anlaşabilirler, dikey gruplandırmalara (farklı yaş gruplarından öğrencilerin bir arada olduğu kulüpler) izin verin.
- **Rol Oynama (Role-Playing):** Sosyal senaryoları güvenli bir ortamda canlandırarak "sosyal hataları" öğrenme fırsatı verin. "Bir gruba nasıl dahil olunur?", "Biriyle aynı fikirde olmasan bile ona nasıl nezaket gösterilir?" gibi senaryolara yönelik çalışmalar yapın.

Üstün zekâlı ergenler için sosyal beceri müdahaleleri, bu bireylerin bilişsel meraklarını tetikleyecek bir yapıda kurgulanmalıdır. Örneğin sosyal etkileşimi, sistem olarak analiz etme yaklaşımıyla bir öğrenci; grup içi rollerin oluşumunu, mizahın işlevlerini, çatışma döngülerini ve sosyal ipuçlarını çözümlemeyi öğrenebilir. Rol yapma etkinlikleri ve yapılandırılmış geri bildirim döngüleri, öğrencinin güvenli bir ortamda deneme yapmasına ve sosyal hataları öğrenme fırsatı olarak görmesine yardım eder. Akran mentörlüğü ve ilgi temelli kulüp veya proje grupları ise benzer zihinsel hız ve ilgi düzeyine sahip akranlarla doğal etkileşim fırsatları sağlayarak sosyal eşleşmeyi kolaylaştırır.

1.5 PSİKOLOJİK DANIŞMANLIK VE REHBERLİK HİZMETLERİ

Üstün zekâlı/yetenekli ergenlere yönelik bütüncül rehberlik müdahaleleri; akademik strateji geliştirme, mesleki yönelim ve sosyo-duygusal destek alanlarını kapsamlı bir biçimde ele almalıdır. Peterson (1998) tarafından yürütülen araştırma, ortaokul ve lise düzeyindeki üstün zekâlı öğrenciler için oluşturulan tartışma platformlarının, varoluşsal sancılarının yönetilmesinde ve psikolojik dayanıklılığın artırılmasında kritik bir işlev gördüğünü ortaya koymaktadır. Bu gruplar vasıtasıyla öğrenciler; kendi bilişsel ve duygusal profillerine benzer akranlarıyla etkileşime girerek kimlik yapılandırması, hayatın anlamı ve toplumsal beklentiler gibi karmaşık temaları derinlemesine inceleme şansı elde etmişlerdir.



Eğitim kurumlarındaki psikolojik danışmanlar, üstün zekâlı bireylerin kendilerine has gelişimsel gereksinimleri konusunda derinlemesine bilgi sahibi olmalı ve bu doğrultuda özelleştirilmiş destek mekanizmaları geliştirmelidir. Kapsamlı bir rehberlik servisinin temel unsurları; bireysel ve grupla psikolojik danışma süreçlerini, aile rehberliğini ve acil durumlara yönelik kriz müdahalelerini bütüncül bir yapıda içermektedir (Stormond vd., 2001).

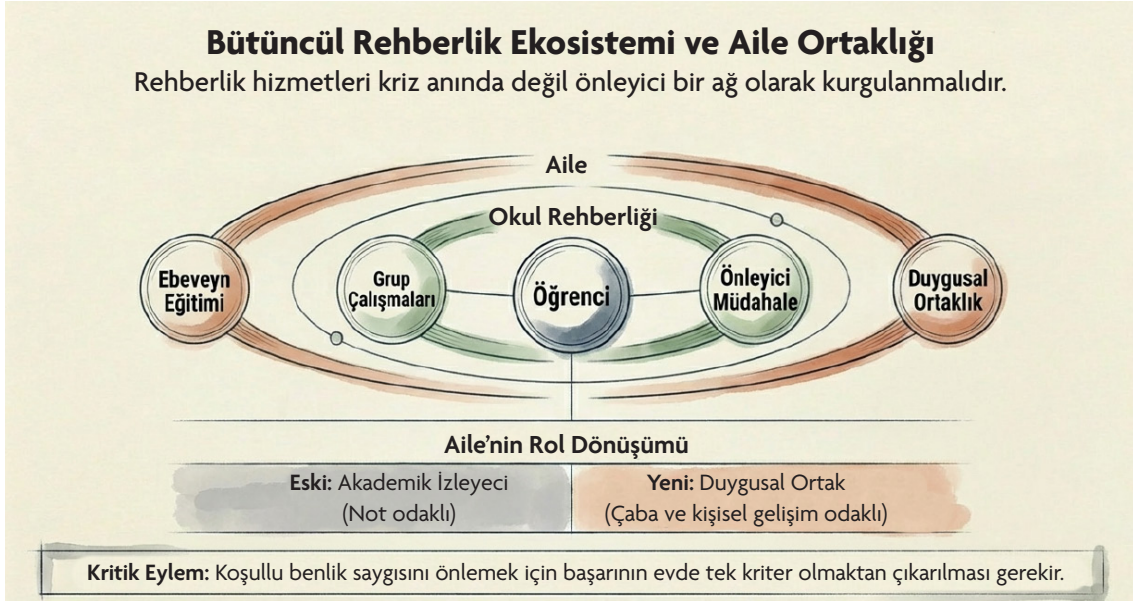
Üstün zekâlı/yetenekli ergenlere yönelik rehberlik faaliyetlerinin verimliliği, çok boyutlu ve kademeli bir müdahale modelinin benimsenmesine bağlıdır. Bu sistem; birinci basamakta sınıf atmosferini ve güvene dayalı ilişkileri pekiştiren genel uygulamaları, ikinci basamakta ise risk grubundaki bireylere yönelik mükemmeliyetçilik, zorbalık ve uyum odaklı grup müdahalelerini kapsamaktadır. Üçüncü ve en yoğun basamak ise bireysel danışmanlık, aile desteği ve diğer kurumlarla koordinasyon süreçleri ile ilgilidir. Bu bütüncül yaklaşım, destek mekanizmalarının kriz aşamasına gelinmeden devreye girmesine olanak tanımaktadır.

Tartışma odaklı grup müdahaleleri, üstün zekâlı ergenlerin maruz kaldığı toplumsal kıyaslama baskısını hafifleten ve bireysel deneyimleri "normalleştir" bir işlev görür. Grup oturumlarında kimlik, aidiyet, anlam, adalet ve gelecek kaygısı gibi temaların yapılandırılmış biçimde ele alınması; ergenin iç dünyasını söze dökmesini kolaylaştırır. Bununla birlikte grupların güvenli sınırlar içinde yürütülmesi için gizlilik, saygı ve konuşma sırası gibi temel grup kurallarının açık biçimde belirlenmesi önem taşır.

Aile-okul-öğrenci etkileşimine dayalı sürdürülebilir bir rehberlik ekosistemi için psiko-eğitim ve danışmanlık hizmetleri vazgeçilmez unsurlardır. Ebeveynlere yönelik asenkron gelişim, duygusal yoğunluk yönetimi ve rasyonel beklenti inşası temalı eğitim modülleri; evdeki destekleyici iklimi güçlendirmektedir. Paralel olarak yürütülen öğretmen odaklı vaka analizleri, sınıf içi tutumların işlevsel bir perspektifle yorumlanmasına ve veriye dayalı müdahale planlarının oluşturulmasına imkân tanır. Bu sayede psikolojik danışmanlık hizmetleri, izole birer seans olmanın ötesine geçerek eğitim kurumunun toplam pedagojik yetkinliğini artıran sistematik bir yapıya evrilir.

Bütüncül Rehberlik Ekosistemi ve Aile Ortaklığı

Rehberlik hizmetleri kriz anında değil önleyici bir ağ olarak kurgulanmalıdır.



Ebeveyn katılım stratejilerinde yalnızca “akademik izleme” odaklı paradigmadan “duygusal ortaklık” temelli bir modele geçiş, kritik bir öneme sahiptir. Güçlü yönlerin, stres unsurlarının ve destek mekanizmalarının analiz edildiği yapılandırılmış ebeveyn görüşme protokolleri; ev-okul iletişimine sistematik bir form kazandırır. Başarının ev ortamında tek kriter olmaktan çıkarılması, hatanın ve yeniden deneme (revizyon) sürecinin öğrenmenin doğal bir parçası olarak içselleştirilmesi; patolojik mükemmeliyetçiliğe bağlı kaygıyı azaltır. Ayrıca ailelerin çevrim içi mecralardaki zorbalık ve dışlanma dinamiklerine karşı farkındalık geliştirmesi, bireyin psikososyal güvenliği için hayati bir koruyucu katman oluşturur.

2. DAVRANIŞ KONTROLÜ VE SINIF YÖNETİMİ**2.1. ÜSTÜN ZEKÂLI ÖĞRENCİLERDE DAVRANIŞ SORUNLARI**

Eğitim ortamlarında üstün zekâlı öğrencilerin sergilediği davranış sorunlarının kökeninde akademik beklentilerin öğrencinin potansiyeliyle örtüşmemesi, düşük motivasyon ve sosyal uyum güçlükleri yatmaktadır. Alan yazınında bu durumun sınıf içi yansımaları; odaklanma problemleri, yapılandırılmış kurallara karşı gelme, aşırı eleştirel bir dil kullanımı ve otorite ile yaşanan çatışmalar olarak tanımlanmaktadır (Kaya vd., 2017).

Eğitim ortamlarındaki davranış sorunları, üstün zekâlı/yetenekli öğrenciler için çoğu zaman karşılanmamış bir öğrenme ihtiyacının uyarıcısıdır. Standart öğretim programlarının bilişsel derinlikten yoksun olması; öğrencide bir “zihinsel tembellik” yaratarak derse katılımın düşmesi, otoriteyi sorgulayan ifadeler veya sınıf içinde alternatif uğraşlar üretme ve mizah yoluyla dikkat çekme gibi davranışlar şeklinde ortaya çıkabilir. Öğretmenler tarafından genellikle “disiplinsizlik” olarak algılanan bu tutumlar, özünde öğrencinin kendi öğrenme deneyimini zenginleştirme ve potansiyeline uygun bir akademik zorluk düzeyi talep etme girişimi olarak değerlendirilmelidir. Üstün zekâlı öğrencilerin “disiplinsizlik” gibi görünen davranışları, genellikle karşılanmamış bir ihtiyacın sinyalidir. Onlar için can sıkıntısı, fiziksel bir acı kadar rahatsız edicidir.

Görünen Davranış	Olası "Gizli" Neden	Öğretmen İçin Çözüm Anahtarı
Derste başka şeyle ilgilenme / Uyuma / Kitap okuma	Akademik Can Sıkıntısı: Konuyu zaten biliyordur, tekrarlar ona işkence gibi gelir.	Zorluk Düzeyini Artır (Müfredat Sıkıştırma): "Konuyu biliyorsan bu konuya yönelik 5 tane zor soruyu çöz, sonra kendi projenle ilgilen." deyin.
Otoriteyi sorgulama / Çok bilmişlik / Öğretmeni düzeltme	Adalet Arayışı ve Mantık İhtiyacı: Kuralları mantıksız buluyordur veya öğretmenin hatasını düzeltmeyi "bilgiye saygı" olarak görüyordur.	Şeffaflık ve Özel Görüşme: Sınıf içinde güç savaşına girmeyin. Teneffüste "Hattamı fark etmen harika ama bunu herkesin içinde söylemen beni zor durumda bıraktı, bir dahakine kâğıda yazıp masama bırakır mısın?" diye anlaşıp.
Sınıfın palyaçosu olma / Yersiz espriler	Ait Olma İsteği: Zekâsını sosyal kabul için maskeleyerek istiyordur. "Zeki çocuk" yerine "komik çocuk" olmayı tercih ediyordur.	Liderlik Ver: Mizah yeteneğini sunumlarında veya yaratıcı projelerde kullanmasını sağlayın. Ona sınıf içinde "resmî" bir eğlence veya etkinlik sorumluluğu verin.
İnatlaşma / "Yapmıyorum." şeklinde karşılık verme	Özerklik İhtiyacı: Kendisine dayatılan görevi anlamsız buluyordur.	Seçenek Sun: "Bunu yapmak zorundasın." yerine "Bunu şimdi mi yoksa 10 dakika sonra mı yapmak istersin?" veya "Yazarak mı anlatmak istersin çizerek mi?" diye sorun.

Davranış yönetiminde karşılaşılan en büyük risklerden biri, üstün zekâlı çocuklardaki karakteristik özelliklerin diğer gelişimsel bozukluklarla karıştırılmasıdır. Öğrencinin sergilediği uyumsuz davranışlar, bazen sadece akademik bir “can sıkıntısı” bazen de altta yatan iki kere farklılık durumuyla ilişkili olabilir. Bu belirsizliği gidermek adına davranışın sıklığı, süresi ve ortaya çıkış koşulları titizlikle gözlenmelidir. Davranışın işlevsel analizine (dikkat çekme, güç arayışı vb.) dayanan bir değerlendirme, eğitimcileri ceza yöntemlerinden uzaklaştırarak sınıf iklimini ve öğretim materyallerini öğrencinin ihtiyacına göre yeniden yapılandırmaya teşvik eder.

Üstün zekâlı ergenlerin özerkliğe verdikleri önem ve keskin adalet arayışları, sınıf içindeki güç dengelerini etkileyebilmektedir. Kuralların mantıksal dayanaklarını irdeleyen ve çelişkili tavırları hızla fark eden bu öğrencilerle sağlıklı bir iletişim kurmak için sınıf kurallarının birlikte inşa edilmesi ve yönetim süreçlerinde şeffaf olunması gerekmektedir. Öğretmenlerin açıklayıcı bir dil kullanması ve öğrencilere seçim hakkı tanıyan bir rehberlik sergilemesi, davranış yönetimini cezacı bir yapıdan çıkarıp karşılıklı sorumluluğa dayalı bir sürece dönüştürür.

2.2. GLASSER’İN SEÇİM TEORİSİ VE OKULDA KALİTELİ EĞİTİM YAKLAŞIMI

Glasser (1999) tarafından geliştirilen Seçim Teorisi; insan davranışlarını aidiyet, güç, özgürlük ve eğlence şeklinde kategorize edilen temel gereksinimleri karşılamaya yönelik bilinçli tercihler olarak tanımlanır. Bu teorik temele dayanan “Okulda Kaliteli Eğitim” (Quality School) yaklaşımı, eğitim ekosisteminin bu içsel ihtiyaçlara yanıt verecek şekilde yapılandırılmasını ve dışsal denetim odaklı yaklaşımlar yerine bireyin içsel motivasyon mekanizmalarının aktive edilmesini amaçlamaktadır (Kaya vd., 2017).

BİYOLOJİ

10. SINIF

Glasser'ın Seçim Teorisi'ne göre davranış sorunları, karşılanmayan ihtiyaçlardan doğar. Üstün zekâlı öğrencilerde bu 4 temel ihtiyaç aşağıdaki gibi görünür ve bu ihtiyaçlar şu şekilde karşılanmalıdır:

Güç (Yeterlilik/Başarı): Kendini yetkin hissetme ihtiyacıdır. Sadece notla değil bilgiye katkı sağlayarak tatmin olurlar.

- *Uygulama:* Onlara “sınıf uzmanı” rolü verin. Bildikleri bir konuda 5 dakikalık sunum yapsınlar.

Özgürlük: Kendi kararlarını verme ve otonomi ihtiyacıdır.

- *Uygulama:* Ödevlerde format seçme hakkı tanıyın (video, makale, poster). Sıralarını veya çalışma arkadaşlarını seçmelerine izin verin.

Eğlence: Keşfetme, merak ve keyif alma ihtiyacıdır. Onlar için “öğrenmek” en büyük eğlencedir, sıkıcı tekrar ise eziyettir.

- *Uygulama:* Oyunlaştırmayı (Gamification), zekâ soruları ve mizah ile derslere entegre edin.

Aidiyet: Sevme ve sevilme, kabul görme ihtiyacıdır.

- *Uygulama:* Onları “garip” özellikleriyle birlikte kabul eden bir sınıf iklimi yaratın. İlgi alanlarını sınıfta paylaşmaları için onlara alan açın.

Kaya ve arkadaşları (2017) tarafından tasarlanan program kapsamında öğretmenlere üstün zekâlı öğrencilerin özgürlük, güç, eğlence ve ait olma ihtiyaçlarını okul bağlamında nasıl karşılayacaklarına dair kapsamlı bir eğitim sunulmuştur. Bu süreçte odak noktası; öğrencilerin başarı kimliklerini desteklemek ve içsel motivasyonlarını güçlendirmek olmuştur. Programın sonuçları incelendiğinde eğitim alan öğretmenlerin “kaliteli okul ortamı yaratma” ve “önleyici davranış yönetimi” puanlarında artış olduğu, bu durumun ise sınıf içindeki olumsuz davranışların azalmasına doğrudan katkı sağladığı gözlemlenmiştir (Kaya vd., 2017).

Sınıf yönetiminde Seçim Teorisi'ni benimsemek, disiplini bir “kontrol” unsuru olmaktan çıkarıp öğrencinin temel ihtiyaçlarını besleyen bir etkileşim modeline dönüştürür. Özellikle üstün zekâlı ergenlerin özgürlük ve güç ihtiyacı, entelektüel bağımsızlık talebiyle iç içe geçmiştir. Eğitim sürecinde öğrenciye öğrenme rotası ve ürün tasarımı konusunda seçme hakkı tanınması; disiplin kurallarının dayatmacı yapısını kırar ve bu kuralların ortak öğrenme düzenini koruyan yapıcı birer rehber olarak algılanmasını sağlar.



“Okulda Kaliteli Eğitim” yaklaşımı açısından “nitelikli görev”; üstün zekâlı öğrenciler için yüksek bilişsel talep, özgün ürün, geri bildirim döngüsü ve revizyon fırsatı içeren görevlerdir. Öğrencinin yaptığı işin amaç ve değerini anlayabilmesi, davranışsal uyumu güçlendirir. Bu nedenle öğretmenin görev tasarımında gerçek dünya problemleri, disiplinler arası bağlantılar ve öğrencinin ilgi alanlarıyla ilişkilendirme stratejileri kullanması; Seçim Teorisi'nin motivasyonel varsayımlarıyla tutarlı bir uygulama üretir.

Seçim Teorisi'nin pratik yansıması, öğretmen ve öğrenci arasındaki bağın gücüyle ölçülür. Adalet ve güven zemininde yaşanan kırılmalar, üstün zekâlı gençlerin savunma mekanizmalarını harekete geçirerek çatışmacı bir iletişim diline yol açabilir. Bu riski en aza indirmek adına öğretmenlerin katı bir otorite figürü yerine rehberlik odaklı bir duruş sergilemesi önerilmektedir. Hedef sözleşmeleri ve öz yansıtma araçları gibi katılımcı yöntemlerle öğrenciyi eğitimsel sürecin öznesi hâline getirmek, davranış yönetimini cezacı bir yapıdan çıkarıp karşılıklı sorumluluk esasına dayandırır.

2.3. ÖNLEYİCİ DAVRANIŞ YÖNETİMİ STRATEJİLERİ

Önleyici davranış yönetimi, uyum problemlerinin ortaya çıkmadan engellenmesini amaçlayan stratejileri ifade etmektedir. Üstün potansiyelli bireylerin eğitim süreçlerinde verimliliğini artıran temel stratejik yaklaşımlar aşağıda sunulmuştur:

- **Akademik Zorluk Sağlama:** Bireyin kapasitesiyle uyumlu, bilişsel derinliği olan görevlerin sunulması, motivasyon kaybını ve dikkat dağınıklığını önlemeyi ifade eder (Kaya vd., 2017; Tomlinson, 1995). Akademik zorluk sağlama stratejisi, nicel bir iş yükü artışından ziyade bilişsel taksonomide üst düzey becerileri hedefleyen ve “üretken belirsizlik” barındıran görevleri kapsamalıdır. Bu bağlamda müfredat sıkıştırma (curriculum compacting) tekniğiyle öğrencinin ön bilgilerinin olduğu kısımlar hızla geçilerek kazanılan zaman zenginleştirme, proje tabanlı araştırma ve karmaşık problem çözme süreçlerine ayrılabilir. Ayrıca akademik hızlandırma, yetenek gruplarına göre kümeleme ve bilişsel düzeye uygun materyal seçimi; can sıkıntısından kaynaklanan uyumsuz davranışları azaltan kritik eğitsel düzenlemelerdir.
- **Seçim ve Özerklik:** Öğrenme yaşantılarında bireye özerklik tanınması, içsel motivasyonu tetikleyerek kontrol gereksinimini sağlıklı bir biçimde karşılar (Demir, 2021; Kaya vd., 2017). Özerklik ve seçim temelli stratejilerin temel amacı, üstün zekâlı öğrencinin sınıf içi kontrol gereksinimini işlevsel ve üretken kanallara yönlendirmektir. Öğrenme menüleri, bireysel görev sözleşmeleri, çıktı çeşitliliği (dijital ürün, rapor, deney vb.) ve öğrenme istasyonları gibi metodolojik yapılar; eğitimcinin rehberlik rolünü sarsmadan öğrencinin karar alma mekanizmalarını aktifleştirir. Ergenlik evresinde bu seçimlerin “yapılandırılmış bir serbestlik” içinde sunulması kritiktir. Seçenek havuzu yönetilebilir ölçekte tutulmalı, performans kriterleri netleştirilmeli ve değerlendirme süreci dereceli puanlama anahtarları (rubrik) ile nesnel bir zemine oturtulmalıdır.
- **Bağlamsal ve Anlamli Öğrenme:** Müfredatın gerçek dünya problemleriyle ilişkilendirilmesi, öğrencinin sürece olan ilgisi-ni ve aktif katılımını pekiştirir (Brigandi, 2018; Peterson, 1998). Anlamli öğrenme süreçlerinde bireyin gelişmiş soyutlama ve etik muhakeme yetkinliklerinin sürece dâhil edilmesi, sınıf içi katılımını artırmaktadır. Sosyobilimsel tartışmalar, toplumsal hizmet uygulamaları ve disiplinler arası senaryolar; üstün potansiyelli öğrencilerin “bilginin işlevselliğine” yönelik sorgulamalarına tatmin edici yanıtlar sunar. Bu metodolojik yaklaşım, davranış yönetimini doğrudan pedagojik tasarımın organik bir sonucu haline getirerek yapay dışsal denetim mekanizmalarına duyulan gereksinimi en aza indirger.
- **Olumlu İlişkiler:** Öğretmen ve öğrenci arasındaki destekleyici ve güvene dayalı bağ, olası davranış sorunlarının önlenmesinde önemli bir rol oynar (Kaya vd., 2017). Üstün potansiyelli bireylerle yürütülen eğitim süreçlerinde olumlu öğretmen-öğrenci etkileşimi, temel bir koruyucu mekanizma işlevi görür. Eğitimcinin merak odaklı sorgulama tekniklerini kullanması, etkin dinleme becerileri sergilemesi, bireyin potansiyelini tasdik etmesi ve adaletli bir duruş sergilemesi; öğrencinin kurumsal aidiyet hissini pekiştirerek dirençli davranış kalıplarını azaltabilir. Bu ilişki odaklı paradigma, özellikle yüksek eleştirel kapasiteye sahip ergenlerde sıklıkla gözlemlenen “çatışma döngülerini” kırmak ve güvenli bir iletişim zemini inşa etmek adına stratejik bir öneme sahiptir.
- **Açık Beklentiler:** Sınıf dinamikleri ve kurallarının tutarlı bir biçimde iletilmesi, öğrencinin güven ortamında hissetmesini sağlar (Kaya vd., 2017). Açık beklentiler stratejisinde kuralların yalnızca bir liste olarak sunulması yerine bu normların rasyonel gerekçelerinin kavranması ve uygulama birliğinin sağlanması belirleyici unsurdur. Kuralların demokratik bir katılımı ile belirlenmesi, sınıf içi rutinlerin yapılandırılması ve geçiş süreçlerinin önceden tasarlanması; davranışsal öngörülebilirliği pekiştirir. Üstün zekâlı bireylerin sistemdeki tutarsızlıkları saptama konusundaki yüksek duyarlılıkları, eğitimcinin kendi tutumlarında istikrarlı ve şeffaf olmasını zorunlu kılar. Bu bağlamda hedef davranışların modellenmesi ve olumlu eylemlerin somut, zamanlı ve nitelikli bir biçimde pekiştirilmesi stratejik bir öneme sahiptir.

Önleyici Sınıf Yönetimi: Sorun Çıkmadan Engellemek



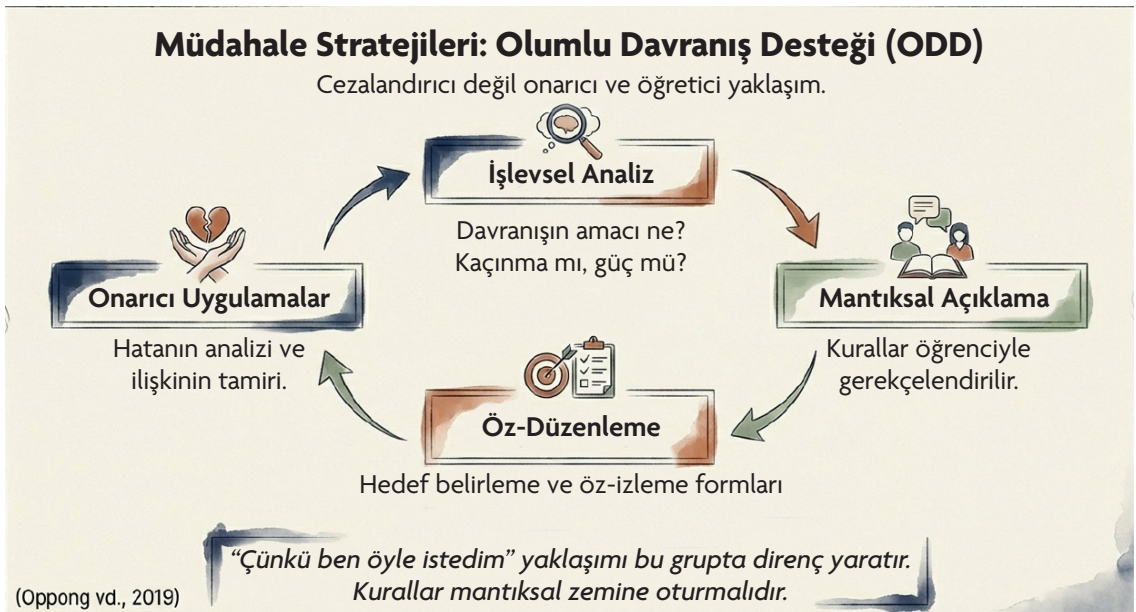
Önleyici sınıf yönetiminde fiziksel ve sosyal ortam tasarımı, üstün zekâlı öğrencilerin dikkat yoğunluğu ve duyuşal hassasiyet profilleri nedeniyle özellikle önemlidir. Sınıfta farklı işlevlere sahip öğrenme alanları (sessiz çalışma köşesi, tartışma masası, proje istasyonu, geri bildirim panosu) oluşturmak, öğrencinin ihtiyacına göre mekân içinde düzenleyici geçişler yapmasını kolaylaştırır. Gürültü, ışık ve görsel karmaşa azaltıldığında öğrencinin duyuşal yükü hafifler ve küçük tetikleyicilerin davranışa dönüşme olasılığı düşer. Ek olarak sınıf içi zaman yönetimi için net başlangıç rutinleri, geçiş sinyalleri ve “erken bitiren” öğrenciler için anlamlı uzatma görevleri tasarlamak; boşluk zamanlarında ortaya çıkan problem davranışları önleyebilir.

2.4. MÜDAHALE STRATEJİLERİ

Uyumsuz davranışlar sergilendiğinde bilimsel temelli stratejilerin uygulanması büyük önem taşımaktadır. Olumlu Davranış Desteği (ODD) yaklaşımı, sorunlu davranışın hangi amaca (kaçınma, ilgi, duyuşal vb.) hizmet ettiğini saptayarak bu ihtiyacı karşılayacak yapıcı alternatif becerilerin öğretilmesini temel alır (Çitil vd., 2019). Olumlu pekiştirme ilkelerini merkeze alan bu model, öğrencinin sosyal repertuarını güçlendirirken sınıf iklimini iyileştirici bir rol de oynar. Bireyselleştirilmiş davranış müdahale planları, öğrencinin kendine özgü gereksinimleri doğrultusunda yapılandırılmış stratejik eylemleri kapsamaktadır. Bu protokoller; davranışın ortaya çıkışını tetikleyen öncülleri, gözlemlenebilir eylemin niteliğini ve eylemi takip eden sonuçları sistematik bir analizden geçirerek kanıta dayalı davranış değiştirme modelleri geliştirilmesine olanak tanır (Kaya vd., 2017).

Üstün zekâlı öğrencilerin davranışsal kontrol mekanizmalarını geliştirmeyi hedefleyen öz düzenleme eğitimi, bireyin kendi performansını objektif bir biçimde değerlendirmesine olanak tanır (Oppong vd., 2019). Alan yazınında belirtilen hedef belirleme, süreç takibi ve içsel pekiştirme gibi teknik bileşenler; öğrencinin dışsal denetim ihtiyacını minimize ederek kendi öğrenme ve davranış yolculuğunun sorumluluğunu üstlenmesini sağlar (Mofield vd., 2010).

ODD yaklaşımının üstün zekâlılar eğitimindeki etkinliği, davranış analizinin öğretimsel uyarlamalarla bütünleştirilmesiyle doğru orantılıdır. Eğer öğrencinin akademik zorluk talebi veya özerklik ihtiyacı karşılanmıyorsa sadece pekiştireçler üzerinden yapılacak bir düzenleme davranışsal değişimde kalıcılık sağlamayacaktır (Sağlam, 2023). Dolayısıyla müdahale planları; sınıf içi çevresel organizasyon (uyaran kontrolü, geçiş süreçleri), öğretimsel stratejiler (seçim hakkı, içerik zenginleştirme) ve sosyal-duyuşal rehberlik bileşenlerini kapsayan bütünsel bir yapıda kurgulanmalıdır.



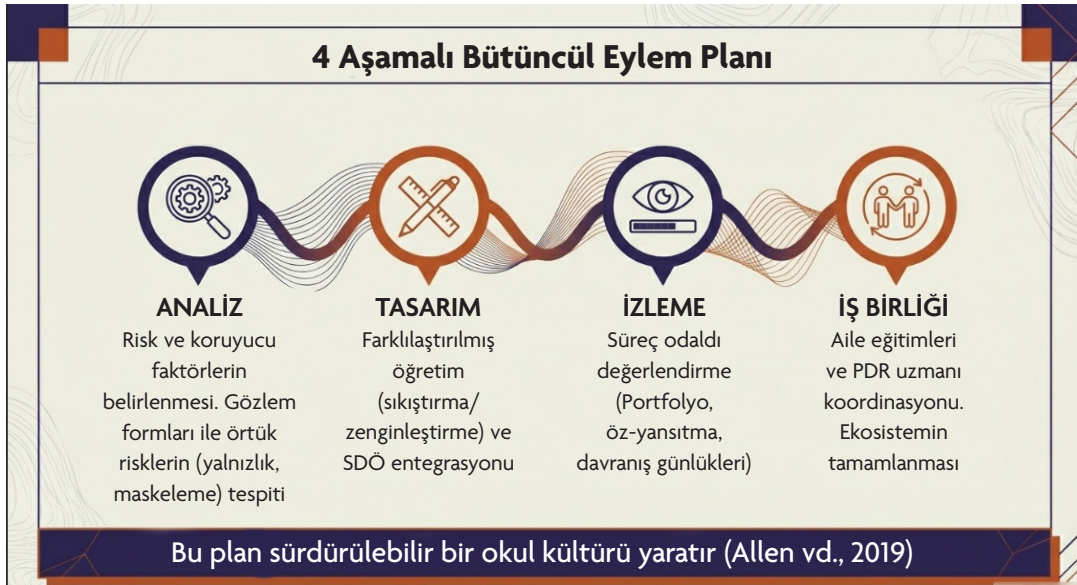
Bireyselleştirilmiş davranış planları hazırlanırken hedef davranışlar ölçülebilir biçimde tanımlanmalı; öncüller, tetikleyiciler ve sonuçlar sistematik olarak kaydedilmelidir (Bayraktar-Keleş, 2020). Üstün zekâlı öğrenciler için hazırlanan planların öğrencinin “mantık” ihtiyacını da gözetmesi önemlidir. Hedefler ve kurallar, öğrenciyle birlikte gerekçelendirilerek yazıldığında öğrencilerde içsel kabul artar. Ayrıca öz değerlendirme formları, günlük yansıtma kayıtları ve hedef izleme çizelgeleri; öğrencinin kendi davranış verisini görerek sorumluluk almasını destekler (Davis vd., 2011; Mendaglio vd., 2007).

Öz düzenleme becerisi kazandırmak, davranışsal müdahalelerin sadece anlık kontrolü değildir; uzun vadeli beceri ediniminin hedeflemesini de sağlar. Öz izleme ve içsel pekiştirme gibi teknikler sayesinde öğrenci, kendi davranışları üzerinde

hakimiyet kurarak otorite figürlerine karşı savunmacı tutumlardan uzaklaşır (Oppong vd., 2019). Sürece dâhil edilen bilişsel stratejiler (sorun çözme basamakları, dikkat odağını yönlendirme) ve çatışma sonrası onarıcı görüşmeler, duygusal farkındalığı davranış yönetimine dâhil eder. Sistemin sürdürülebilirliği noktasında okul ve aile arasındaki stratejik iş birliği ve tutarlı geri bildirim döngüleri belirleyici rol oynamaktadır (Mooj, 2008).

Üstün zekâlı ergenlerin eğitiminde onarıcı yaklaşımların benimsenmesi, disiplin süreçlerini cezadan arındırarak etik bir sorumluluk bilincine dönüştürür (Ambrose, 2021). Çatışma sonrası yürütülen onarıcı diyaloglar, öğrenciye davranışlarının sonuçlarını analiz etme ve bozulan ilişkilerini onarma fırsatı sunar. Krize yaklaşan durumlarda kısa molalar, yetişkin desteği ve derse geri dönüş stratejilerini içeren sistematik bir kriz eylem planı oluşturulmalıdır (Armour, 2015; Atticott, 2023). Müdahale adımlarının öğrenci ve ebeveyn tarafından önceden bilinmesi, kriz anlarında belirsizliği ortadan kaldırarak duygusal yatışmayı hızlandırır.

Müdahalelerin sistematik bir yapıya kavuşturulması amacıyla okul genelinde dört aşamalı bir eylem planı kurgulanmalıdır. İlk evrede üstün potansiyelli öğrencilere dair risk ve koruyucu faktörler analiz edilerek öğretmen gözlemleri ve disiplin verileri üzerinden kapsamlı bir ihtiyaç analizi gerçekleştirilir. İkinci evrede farklılaştırılmış öğretim stratejileri ile (SDÖ) hedefleri tek bir matris üzerinde eşleştirilerek “özerklik” gibi kazanımlar, çok boyutlu olarak desteklenir. Üçüncü aşamada müdahalelerin uygulama güvenilirliği, periyodik ve sistematik olarak izlenir ve bunun için gerekli düzenlemeler yapılır. Son aşamada ise aile katılımı, geri bildirim döngüleriyle desteklenerek müdahalenin sürdürülebilir bir okul kültürüne dönüşmesi sağlanır.



ÖĞRETMEN İÇİN HIZLI UYGULAMA REHBERİ: SOSYO-DUYGUSAL GELİŞİM

1. Sınıf İklimi: “Farklılığı Yönetmek”

- Etiketlemek yerine normalleştiren dil kullanılmalıdır. “Bazı öğrenciler farklı hızlarda öğrenir/olgunlaşır.”
- Sınıf kurallarını “saygı-adalet-güvenlik” üçgeninde netleştirin; tutarlılık koruyucu faktördür (Febriana vd., 2024).
- Zorbalığa “anlık tepki” ve “sonraki gün izleme” birlikte yürütülmeli; tek seferlik uyarı çoğu zaman yetmez.

2. “Yüksek İşlevsellik Maskesi”ni Kaçırmamak

- Yalnızca not veya performans değil duygu yükünü de izleyin.
 - “Son haftalarda seni en çok ne yoruyor?”
 - “Okulda kendini en rahat hissettiğin an neresi?”
- Dışarıdan iyi görünen ama içeriden zorlanan öğrenci profilinde erken sinyaller önemlidir (Mofield vd., 2010).

3. Varoluşsal Temalar ve Anlam Arayışı

- Adalet, etik, küresel risk gibi konulara duyarlılığı “abartı” diye küçümsemeyin; bu alanlar kaygıyı yükseltebilir (Polaschek, 2018).
- Öğrencinin düşüncesini somutlaştıran güvenli kanallar açın: kısa yazılar, anonim soru kutusu, proje temaları vb.

4. Aile ile Koordinasyon

- Görüşmede akademik çıktı kadar çaba, süreç, iyi oluş dilini kullanın (Gualdi, 2019).

BİYOLOJİ**10. SINIF**

- Aileye “Evde gözlemler.” denilebilecek üç alan verin: uyku-yorgunluk, sosyal çekilme, görev erteleme.
- Okul-aile arasında tek bir “ortak izleme hedefi” belirleyin (örneğin kaygı düzeyi, sosyal katılım).

ÖĞRETMEN İÇİN HIZLI UYGULAMA REHBERİ: ÖNLEYİCİ SINIF YÖNETİMİ

Sorun çıkmasını beklemeden proaktif olarak uygulayabileceğiniz stratejiler:

1. Akademik Zorluk Sağlayın (Bilişsel Meydan Okuma):

- Öğrenciye kapasitesine uygun “üretken belirsizlik” içeren görevler verin. Basit görevler (busy work) onlarda “zihinsel tembellik” ve davranış sorununa yol açar.
- İpucu: “Bitirenler sessizce beklesin.” demek yerine sınıfın bir köşesinde “Merak İstasyonu” (zekâ oyunları, bulmacalar, bilim dergileri) bulundurun.

2. Özerklik ve Seçim Hakkı Tanıyın:

- Öğrenme menüleri oluşturun. Ana yemek (zorunlu görev), yan yemek (seçmeli etkinlik), tatlı (eğlenceli pekiştirici).
- Örneğin “Bu konuyu rapor yazarak mı, video çekerek mi yoksa bir deney tasarlayarak mı anlatmak istersin?”

3. Bağlam Kurun (Gerçek Hayat):

- “Bunu neden öğreniyoruz?” sorusu onlar için bir tepki değil samimi bir meraktır. Tatmin edici, gerçek dünya ile ilişkili cevaplar verin.
- Konuları etik, felsefi ve küresel sorunlarla (sürdürülebilirlik, Mars kolonisi vb.) bağlantı kurarak anlatın.

4. İlişki İnşa Edin (2x10 Kuralı):

- Sadece akademik başarılarıyla değil onların kişilikleriyle ilgilenin.
- 2x10 Stratejisi: Zorlandığınız öğrenciyle 10 gün boyunca günde 2 dakika, ders dışı (hobileri, sevdiği oyunlar vb.) sohbet edin. Böylece davranış sorunları %85 oranında azaltılabilir.

5. Açık ve Mantıklı Beklentiler:

- Kuralları onlarla birlikte belirleyin (sınıf anayasası).
- Kuralların mantığını açıklayın. Örneğin “Koşmak yasak!” (otoriter açıklama) yerine “Koridorda koşmuyoruz çünkü çarpışıp yaralanabiliriz.” (mantıklı açıklama) cümlesi kullanılabilir. Öğrenciler, kuralların mantığını kavradıklarında onlara daha sadık kalırlar.

2.5. SORUN ÇIKTIĞINDA: MÜDAHALE STRATEJİLERİ

Eğer önleyici stratejiler işe yaramadıysa ve davranış sorunu oluştuysa klasik ceza yöntemleri, üstün zekâlı çocuklarda genellikle olumsuz etkiye sebep olur ve bu durum onlara “adaletsizlik” duygusunu hissettirir.

- **Olumlu Davranış Desteği (ODD):** Cezaya değil doğru davranışı öğretmeye odaklanın. Davranışın işlevini analiz edin:
 - Dikkat çekmek için mi yapıyor? -> Olumlu yolla dikkat çekmesini sağlayın.
 - Görevden kaçmak için mi yapıyor? -> Görevi onun seviyesine uygun hâle getirin.
- **Öz Düzenleme ve Sözleşmeler:**
 - Öğrencinin kendi davranışını izlemesini sağlayın.
 - Davranış Sözleşmesi: Öğrenciyle birlikte hazırlanan, hedef ve ödüllerin net olduğu yazılı bir anlaşma yapın. “Ders boyunca öğretmenimin sözünü kesmeden dinlersem son 5 dakika ilgi alanım hakkında konuşabilirim.”
- **Onarıcı Adalet:**

Çatışma sonrası “ceza” vermek yerine onarıcı sorular sorun.

 1. Ne oldu?
 2. O sırada ne düşünüyordun?
 3. Bu davranışın kime, nasıl bir etkisi oldu?
 4. Bunu düzeltmek için ne yapabilirsin?

Bu yaklaşım, onların adalet duygusuna ve problem çözme becerisine hitap eder.

BİYOLOJİ

10. SINIF

• **Kriz Planı (Mola Yöntemi):**

- Öfke patlaması anında mantıklı açıklama işe yaramaz. Önceden belirlenmiş bir “güvenli alan” veya “sakinleşme köşesi”ne gitmesine izin verin.
- Bu bir ceza değil “sakinleşme stratejisi” olarak sunulmalıdır.

UNUTMAYIN

Üstün zekâlı bir öğrenciyle güç savaşına girmek, genellikle öğretmenin olumsuz sonuç alacağı bir durumdur. İş birliği, mizah ve mantığa dayalı iletişim; her zaman otoriter tavırdan daha iyi sonuç verir.

ETKİNLİK TABLOLARININ YAPISINA AİT KILAVUZ

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	Programın temel öğelerinden biri olan dersin hedefleri, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne göre hazırlanan öğretim programlarında “öğrenme çıktıları” olarak ifade edilmektedir. Öğrenme çıktıları, öğretim programlarının genel amaçları ve ilgili dersin öğretim programının özel amaçları ile tutarlı bir şekilde belirlenmiştir.	
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	Bu bölüm, öğrenme çıktılarının gerçekleştirilmesi için gereken bilgi birimlerinin sıralı ve mantıksal bir şekilde düzenlenmesini içerir. Bu yaklaşım, öğrencilere sunulan içeriğin hangi boyutlarda derinleştirildiğini ve karmaşık hâle getirildiğini ortaya koyar.	
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	Öğrencilerin ünite/tema/ öğrenme alanı ile ilgili ihtiyaç duyacağı ön öğrenmeler, öğretim programlarında temel kabuller olarak ifade edilmektedir. Öğrencilerin bildiği kabul edilen öğrenmeleri kapsayan temel kabuller, öğretime hazırlık sürecinin gözlenebilir ve ölçülebilir bir aşamasını oluşturmaktadır.	
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	Belirlenen tema çerçevesinde öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarını ve öğrenme süreçlerini zenginleştirmek için gerekli olan özel düzenlemeleri kapsar. Öğrencilerin farklı öğrenme stilleri, hızları ve ihtiyaçları göz önünde bulundurularak öğretim süreci kişiselleştirilir. Bu, her öğrencinin kendi potansiyelini en üst düzeye çıkarmasını sağlar.	
İçerik	Farklılaştırma Alanları	
	Soyutluk (İFS)	İçerik, yalnızca bilgi ve örnek aktarmaya değil; bu bilgilerin altında yatan kavramları, genellemeleri ve ilkeleri anlamaya yönlendirilmelidir. Öğrencilerden “ne oldu?” sorusundan çok, “ neden böyle oldu? ” ve “ başka hangi durumlarda geçerlidir? ” sorularını düşünmeleri beklenmelidir.
	Karmaşıklık (İFK)	İçerik, tek bir doğruya ulaşmayı hedeflemek yerine; çok değişkenli, neden-sonuç ilişkileri içeren ve farklı bakış açıları gerektiren yapıda olmalıdır. Öğrenciler, bir kavramın farklı disiplinlerde nasıl ele alındığını fark edebilmelidir.
	Çeşitlilik (İFÇ)	Öğretim programında yer alan kazanımlar, farklı disiplinler, güncel sorunlar ve gerçek yaşam bağlamlarıyla zenginleştirilmelidir. Öğrencilere aynı konuyu farklı alanlar (bilim, sanat, teknoloji, toplum) üzerinden inceleme fırsatı sunulmalıdır.
	Organizasyon (İFO)	İçerik, konu başlıkları etrafında değil; temel kavramlar, büyük fikirler ve ana sorular etrafında yapılandırılmalıdır. Öğrencilerin parçalar arasında ilişki kurmasını kolaylaştıran kavramsal bir bütünlük sağlanmalıdır.
	Seçkin Kişiler (İFSK)	Öğrenciler, alanlarında iz bırakan bilim insanları, düşünürler veya yaratıcı bireylerin nasıl düşündüklerini, nasıl problem çözdüklerini ve hangi yolları izlediklerini incelemelidir. Amaç biyografi ezberi değil, düşünme biçimini model almak olmalıdır.

BİYOLOJİ

10. SINIF

Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	Etkinlikler; analiz etme, değerlendirme, karar verme ve çözüm üretme gibi üst düzey düşünme becerilerini gerektirmelidir. Öğrencilerden yalnızca çözüm bulmaları değil, çözümlerini gerekçelendirmeleri beklenmelidir.
	Açık Uçluluk/İlerletici Süreç (SFAU)	Süreç, tek doğru cevabı olan etkinlikler yerine; birden fazla çözüm yolu ve farklı sonuçlara izin veren problemler üzerine kurulmalıdır. Öğrenciler kendi çözüm yollarını geliştirebilmelidir.
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	Öğrenciler bilgiyi doğrudan almaktan ziyade; gözlem yaparak, deneyerek, veri toplayarak ve sonuç çıkararak öğrenmelidir. Öğretmen rehber, öğrenci ise aktif keşfeden rolünde olmalıdır.
	Akıl Yürütme/Kanıtama (SFAY)	Öğrencilerden ulaştıkları sonuçları kanıtlarla, verilerle veya mantıksal gerekçelerle açıklamaları istenmelidir. “Neden böyle düşündün?” sorusu sürecin merkezinde yer almalıdır.
	Seçimde Özgürlük (SFSÖ)	Öğrencilere; konuya nasıl yaklaşacakları, hangi yöntemi kullanacakları veya hangi ürünü ortaya koyacakları konusunda seçim hakkı tanınmalıdır. Bu özgürlük sorumlulukla birlikte sunulmalıdır.
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	Öğrencilere araştırma yapmanın yalnızca bilgi bulmak olmadığı; soru sorma, veri toplama, analiz etme ve sonuçları yorumlama süreci olduğu açıkça öğretilmelidir.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	Etkinlikler, öğrencilerin birbirlerinin düşüncelerini dinledikleri, tartıştıkları ve birlikte ürettikleri işbirlikli öğrenme ortamları oluşturmaktadır. Grup çalışmaları rol paylaşımı içermelidir.
Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	Ürünler, gerçek dünyada karşılığı olan ve öğrencinin “ Bu neden önemli? ” sorusuna cevap bulabildiği problemler üzerine yapılandırılmalıdır.
	Gerçek Alıcı Kitle (ÜFGAK)	Hazırlanan ürünler yalnızca öğretmen için değil; akranlar, okul topluluğu veya toplumun ilgili bir kesimi için sunulacak şekilde tasarlanmalıdır.
	Ürün Değerlendirmesi (ÜFÜD)	Değerlendirme, sadece doğru–yanlış üzerinden değil; özgünlük, işlevsellik, gerekçelendirme ve süreç kalitesi gibi ölçütlere dayalı yapılmalıdır.
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	Öğrencilerden farklı bilgileri bir araya getirerek yeni ve özgün bir ürün oluşturmaları beklenmelidir. Ürün, bilgilerin tekrarı değil, yeniden yapılandırılması olmalıdır.
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	Aynı öğrenme hedefi için farklı ürün türlerine (model, rapor, sunum, tasarım, video vb.) izin verilmelidir. Her öğrenci güçlü yönüne uygun ürün geliştirebilmelidir.
	Dönüşümler (ÜFD)	Mevcut bir ürün veya çözüm, farklı bir bağlama uyarlanmalı, geliştirilmeli veya yeniden tasarlanmalıdır . Öğrenci “başka nasıl olabilir?” sorusunu düşünmelidir.
Fiziksel Öğrenme Ortamı Düzenlemeleri	Ortamın Tanımı ve Önemi (FÖOD-OTÖ)	Öğrenme ortamı; öğrencilerin hareket edebildiği, tartışabildiği, deney yapabildiği ve işbirliği kurabildiği esnek alanlar olarak tasarlanmalıdır. Ortam, öğrenmeyi destekleyen aktif bir unsur olmalıdır.
	Tercihler (FÖOD-T)	Öğrencilerin öğrenme profilleri ve ortam tercihleri çeşitlidir ve bu tercihler değişken olmalı.
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	Öğrencilerin kendi fikir ve ilgilerini keşfetmelerine olanak tanıyan, öğretmenin yönlendirici rolü üstlendiği öğrenci odaklı ortamlar oluşturulmalı.

FARKLILAŞTIRILMIŞ ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	Bu bölümde, planlanan etkinliğin adı belirtilir. Etkinlik adı, içeriği ve amacı hakkında bilgi verilir.
Konu	Etkinliğin odaklandığı özelleştirilmiş konu veya alt başlık burada belirtilir. Bu, genel tema içindeki daha dar bir alanı ifade eder.
Öğrenme Hedefleri	Hedefler, öğrencilerin etkinlik sürecinde neler öğreneceklerini ve hangi becerileri geliştireceklerini açıkça ortaya koyar. Öğrenme çıktılarında yer almasa da etkinliğin içerisinde yer alan örtük amaçların açıklandığı bölümdür.
Disiplinler Arası Bileşenler	Bu bölüm, planlanan etkinliğin farklı disiplinlerle nasıl ilişkilendirildiğini ve öğrenme sürecine çok yönlü bir bakış açısı kazandırmak için hangi alanlardan yararlanıldığını açıklar. Disiplinler arası bileşenler, öğrencilerin konuyu yalnızca tek bir ders perspektifinden değil; bilim, sanat, teknoloji, matematik, sosyal bilimler gibi çeşitli alanlarla bağlantı kurarak daha bütüncül şekilde anlamalarını hedefler.
Materyaller	Etkinliğin gerçekleştirilmesi için gerekli olan araç, gereç ve materyaller burada listelenir. Bu, öğretmen ve öğrenciler için hazırlık sürecini kolaylaştırır. Materyallerin önceden belirlenmesi, etkinliğin kesintisiz ve verimli bir şekilde yürütülmesini sağlar.
Süre	Sürenin belirlenmesi, etkinlik planlamasının etkili bir şekilde yapılmasını ve zaman yönetimini sağlar. Etkinliğin ne kadar süreceği burada belirtilir.
Etkinlik Açıklaması	Etkinliğin genel yapısı, amacı ve işleyişi hakkında detaylı bilgi burada verilir. Etkinlik açıklaması, öğretmenlerin etkinliği nasıl yürüteceklerini anlamalarına yardımcı olur. Bu bölüm, etkinliğin her aşamasını açıkça tanımlar ve öğretmenlere yol gösterir.
Uygulama Aşamaları	Bu kısım, etkinliğin adım adım nasıl uygulanacağını detaylandırır. Her adım, sırasıyla ve açık bir şekilde açıklanır. Bu kısım, etkinliğin planlı ve sistematik bir şekilde yürütülmesine yardımcı olur.
Değerlendirme	Bu bölümde, öğrencilerin etkinlik sürecinde ve sonunda nasıl değerlendirileceği belirtilir. Değerlendirme yöntemleri ve ölçütleri açıkça ifade edilir. Değerlendirme kısmı, öğrencilerin öğrenme sürecinde ne kadar ilerlediklerini ve hedeflere ne ölçüde ulaştıklarını belirleme konusunda yardımcı olur.
Kariyer Çıktısı	Bu bölüm, etkinlikte geliştirilen bilgi ve becerilerin hangi kariyer alanlarıyla ilişkilendirilebileceğini ve bu becerilerin hangi mesleklerde temel bir gereklilik olarak kullanıldığını açıklamak amacıyla düzenlenmiştir. Etkinlik kapsamında yer alan bilişsel, sosyal, araştırma temelli veya teknolojik becerilerin; günümüz iş dünyasında karşılık bulduğu mesleki uygulamalarla nasıl örtüştüğü ortaya konur.
Teknoloji Entegrasyonu	Bu bölüm, etkinlikte kullanılan teknolojik araçların öğrenme sürecine nasıl entegre edildiğini ve öğrencilerin teknoloji kullanım becerilerini nasıl geliştirdiğini açıklar. Etkinlikte yer alan dijital uygulamalar, çevrimiçi platformlar, veri toplama araçları, multimedya materyalleri veya yaratıcı dijital üretim araçlarının; öğrenme hedeflerini destekleme biçimi ayrıntılı olarak belirtilir.



10. SINIF

ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİ

BİYOLOJİ

BİYOLOJİ DERSİ ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ ÖĞRETİM ETKİNLİKLERİ - 10. SINIF

SIRA	TEMA	ÖĞRENME ÇIKTISI	ETKİNLİK ADI	SAYFA
1	Enerji	BİY.10.1.1. Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini sorgulayabilme	ATP Dedektifleri	29
2	Enerji	BİY.10.1.3. Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney yapabilme	Fotosentez Araştırma Laboratuvarı	38
3	Yaşam	BİY.10.1.4. Kemosentez hakkında bilgi toplayabilme	Doğanın Gizli Fabrikaları	49
4	Enerji	BİY.10.1.6. İnsanda enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin gerekliliği ile ilgili bilimsel çıkarım yapabilme	Enerji Yolculuğu	62
5	Yaşam	BİY.10.1.8. Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerini karşılaştırabilme	Metabolik Dedektifler	69
6	Enerji	BİY.10.1.9. Fermantasyon ile ilgili deney yapabilme	Fermantasyon Laboratuvarı	79
7	Ekoloji	BİY.10.2.1. Ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri arasındaki ilişkileri çözümleyebilme	Ekosistem Bileşenleri ve İlişkileri	89
8	Ekoloji	BİY.10.2.2. Komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimleri ve değişimleri sorgulayabilme	Anadolu'nun Canlı Ağı Ve Değişen Doğası	124
9	Ekoloji	BİY.10.2.3. Ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme	Ergene'nin Sessiz Çılgılığı	152
10	Ekoloji	BİY.10.2.4. Madde döngüleri ile ilgili bilimsel model oluşturabilme	Entegre Madde Döngüleri	168



ETKİNLİK 1

TEMA: ENERJİ

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.1.1. Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğini sorgulayabilme
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili merakını ifade eder. b) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili sorular sorar. c) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili bilgileri toplar. ç) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir. d) Canlıların yaşamına devam edebilmesi için enerjinin gerekliliğiyle ilgili topladığı bilgiler üzerinden çıkarım yapar. Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri • ATP yapısı ve hücresel enerji taşıyıcı rolü • Enzimatik reaksiyonlarda ATP'nin kofaktör işlevi • Fosforilasyon ve defosforilasyon süreçleri • ATP eksikliğinin hücresel işlevlere etkisi • Metabolik hız kontrolü ve hibernasyon fizyolojisi
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	• Temel enzim çalışma mekanizması bilgisi • Hücresel solunum kavramının genel çerçevesi • Deney tasarımı kontrol grubu kullanımı • Gözlem yapma ve veri kaydetme becerileri • Bilimsel hipotez kurma ve test etme anlayışı
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	• Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler için enzim kinetiği ve termodinamik analizi • ATP'nin moleküler düzeyde etkilerini görselleştirme ihtiyacı • Deneysel bulguları gerçek yaşam uygulamalarına bağlayabilme • Yüksek sıcaklık ve düşük sıcaklık gibi adaptif mekanizmaları anlama
Farklılaştırma Alanları	
İçerik	Soyutluk (İFS) İFS1: Odak dersleri aşamasında ATP eksikliğinin hücre içi reaksiyonlara etkilerini infografik ile görselleştirir.
	Karmaşıklık (İFK) İFK1: Bağımsız öğrenme aşamasında enzim kinetiği hesaplamaları ve Q_{10} katsayısı analizini yapar. İFK2: Üretken grup çalışmasında farklı sıcaklık, pH ve iyon konsantrasyonlarının etkilerini karşılaştırır.
	Çeşitlilik (İFÇ) İFÇ1: Her aşamada farklı görselleştirme araçları kullanır (infografik, zihin haritası, animasyon, kelime bulutu).

BİYOLOJİ

10. SINIF

	Organizasyon (İFO)	İFO1: Bağımsız öğrenme aşamasında tüm bulguları düşük sıcaklık ve yüksek sıcaklık tedavisi kapsamında organize eder.
	Seçkin Kişiler (İFSK)	
Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	SFÜDD1: Üretken grup çalışmasında deney sonuçlarından düşük sıcaklık mekanizmalarını çıkarım yaparak analiz eder. SFÜDD2: Bağımsız öğrenmede metabolik yavaşlama stratejilerini sentezleyerek tıbbi uygulamalar geliştirir.
	Açık Uçluluk/ İlerletici Süreç (SFAU)	
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	SFKÖ1: Rehberli öğretim aşamasında ATP ile ilgili kendi sorularını geliştirip araştırır.
	Akıl Yürütme/ Kanıtlama (SFAY)	SFAY1: Bağımsız öğrenmede hibernasyon ve hipotermi verilerini kullanarak tedavi önerilerini gerektelendirir.
	Seçimde Özgürlük (SFSÖ)	
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Üretken grup çalışmasında sistematik deney protokolü uygular ve veri toplar.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	SFGE1: Tüm aşamalarda grup içi tartışma yaparak bilgi paylaşır.
Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Bağımsız öğrenmede yoğun bakım hipotermi tedavileri için gerçek hasta senaryoları geliştirir.
	Gerçek Alıcı Kitle (ÜFGAK)	
	Ürün Değerlendirmesi (ÜFÜD)	
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	ÜFSÜ1: Bağımsız öğrenmede "Metabolik Hız Kontrolü Rehberi" formatında özgün ürün sentezler.
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: İnfografik, animasyon, zihin haritası, kelime bulutu gibi farklı görsel formatlar oluşturur.
	Dönüşümler (ÜFD)	ÜFD1: Deney bulgularını hibernasyon fizyolojisi açıklamasına dönüştürür. ÜFD2: ATP metabolizma verilerini yoğun bakım tedavi protokolüne çevirir.
Fiziksel Öğrenme Ortamı Düzenlemeleri	Ortamın Tanımı ve Önemi (FÖOD-OTÖ)	
	Tercihler (FÖOD-T)	
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	ÖMO1: Deney istasyonları ve görselleştirme çalışma alanları düzenler.

FARKLILAŞTIRILMIŞ ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	"ATP Dedektifleri: Enerji ve Hücresel İşlev İlişkisinin Deneysel Araştırılması"
Konu	ATP'nin hücresel işlevlerdeki kritik rolünü katalaz enzimi deneyi ile sorgulayarak hibernasyon (vücut sıcaklığının yükselmesi) ve hipotermi (vücut sıcaklığının düşmesi) uygulamalarına dönüştürme
Öğrenme Hedefleri	• ATP eksikliğinin enzimatik reaksiyonlara etkilerini deneysel olarak sorgular. • Bilimsel deney yönteminde enerji gerekliliği ile ilgili sorular sorar ve araştırır. • Deney bulgularının doğruluğunu kontrol grupları ile değerlendirir. • ATP metabolizma verilerinden hibernasyon ve hipotermi uygulamaları için çıkarım yapar.
Disiplinler Arası Bileşenler	• Kimya: Enzim kinetikleri ve katalitik reaksiyonlar • Fizik: Termodinamik prensipleri ve enerji dönüşümleri • Tıp: Hipotermi tedavisi ve metabolik kontrol yöntemleri • Zooloji: Hibernasyon fizyolojisi ve adaptif mekanizmalar
Materyaller	• 3 adet deney tüpü, damlalıklar, beher, kronometre • %3'lük H_2O_2, katalaz enzimi (patates/muz parçaları), $MgCl_2$ çözeltisi, saf su • Buzlu su (soğuk ortam için), termometre • Tablet/laptop (görselleştirme araçları için) • Dijital kamera (deney kaydı için) • Flipchart kâğıtları (zihin haritası için)
Süre	4 ders saati
Etkinlik Açıklaması	Öğrenciler, "Sorumluluğun Kademeli Bırakılması Stratejisi" kullanarak ATP'nin hücresel işlevlerdeki kritik rolünü katalaz enzimi deneyi ile araştıracaklar. Bilimsel sorgulama sürecinin her aşamasında farklı görselleştirme araçları kullanacak ve bulgularını hibernasyon fizyolojisi ile hipotermi tedavisi uygulamalarına dönüştürecekler.
Uygulama Aşamaları	1. Odak Dersleri: ATP ve Enerji Kavramlarının Tanıtımı 1.1. Enerji Gerekliliği ile İlgili Merakını İfade Etme • Öğretmen "Neden sürekli beslenmemiz gerekiyor ama bitkiler topraktan besleniyor?" sorusu ile başlar • Öğrenciler enerji ile ilgili meraklarını paylaşırlar: "Kış uykusuna yatan ayılar neden açlıktan ölmez?" • "Ameliyat sırasında neden hastanın vücut sıcaklığı düşürülür?" gibi sorular yöneltilir • Merak listesi tahtaya yazılır ve ders sonunda cevaplar aranacağı belirtilir 1.2. ATP Yapısı ve İşlevinin Tanıtımı • ATP'nin "hücresel enerji parası" olduğu açıklanır • Fosforilasyon ve defosforilasyon döngüsü basit şemalarla gösterilir • Enzimlerin ATP varlığında daha etkin çalıştığı kavramı sunulur

1.3. İnfografik Oluşturma: ATP Eksikliğinin Hücre İçi Reaksiyonlara Etkileri

- Öğretmen hazır infografiği sunar (İFS1): "ATP Yoksa Hücrede Ne Olur?"
- İnfografik şu başlıkları içerir:
 - Enzim aktivitesinde azalma
 - Aktif taşımada yavaşlama
 - Protein sentezi durması
 - Hücre bölünmesinin engellenmesi
- Öğrenciler infografiği inceler ve ATP eksikliğinin yaşamsal tehlike oluşturabileceğini kavrar
- "Bu durumlar hangi koşullarda oluşabilir?" sorusu ile deney aşamasına geçiş yapılır.

2. Rehberli Öğretim: Deney Tasarımı ve Hipotez Geliştirme**2.1. Katalaz Enzimi ve Deney Mantiğının Açıklanması**

- $H_2O_2 \rightarrow H_2O + O_2$ reaksiyonu açıklanır.
- Katalaz enziminin bu tepkimeyi hızlandırdığı belirtilir.
- Kabarcık oluşumunun enzim aktivitesini gösterdiği açıklanır.
- "Bu tepkimeyi ATP varlığı/yokluğu nasıl etkiler?" sorusu sorulur.

2.2. Deney Gruplarının Tasarlanması

Soru Geliştirme Süreci:

- Öğrenciler ATP ile ilgili kendi sorularını geliştirip araştırır (SFKÖ1):
 - "Mg⁺² iyonları neden ATP benzeri etki yapar?"
 - "Soğuk ortamda enzim aktivitesi neden azalır?"
 - "ATP üretimi durduğunda hücre faaliyetleri ne kadar süre devam edebilir?"

Grup Tartışması:

- 3 deney tüpünün mantığı grup içi tartışma yaparak belirlenir (SFGE1):
 - Tüp 1: Saf su (ATP eksikliği simülasyonu)
 - Tüp 2: MgCl₂ (ATP varlığı/optimum ortam)
 - Tüp 3: Buzlu su (düşük enerji/metabolik yavaşlama)

2.3. Hipotez Kurma ve Beklenti Belirleme

- Her grup hangi tüpte daha fazla kabarcık oluşacağını tahmin eder.
- Tahminlerini bilimsel gerekçelerle destekler.
- Hipotezler kayıt altına alınır.

3. Üretken Grup Çalışması: Deney Uygulama ve Veri Toplama**3.1. Deney Kurulumu ve Uygulama**

Sistemik Deney Protokolü:

- Gruplar sistemik deney protokolü uygular ve şu adımları takip eder (SFARŞ1):
 1. 3 deney tüpüne etiket yapıştırır
 2. Her tüpe 2ml H₂O₂ ekler
 3. Tüp 1'e 2ml saf su, Tüp 2'ye 2ml MgCl₂, Tüp 3'e 2ml buzlu su ekler
 4. Aynı anda 10 damla katalaz enzimi ekler ve kronometreyi başlatır
 5. Her dakika kabarcık yüksekliğini ölçer ve kaydet eder.

Çoklu Değişken Analizi:

- Zenginleştirme grubu farklı sıcaklık (15°C, 25°C, 35°C), pH (6, 7, 8) ve iyon konsantrasyonlarının etkilerini karşılaştırır (**İFK2**).
- Ek deney tüpleri kurup sistematik karşılaştırma yapar.
- Her değişkenin enzime etkisini ayrı tablolarda kaydeder.

3.2. Veri Toplama ve Kayıt

- 5 dakika boyunca her dakika ölçüm alınır.
- Sonuçlar tabloya kaydet edilir:

Dakika	Tüp 1 (Saf Su)	Tüp 2 (MgCl ₂)	Tüp 1 (Buzlu Su)
1. dakika			
2. dakika			
3. dakika			
4. dakika			

3.3. Sonuçların Değerlendirilmesi (10 dakika)**Çıkarım Yapma:**

- Gruplar deney sonuçlarından hibernasyon (Vücut sıcaklığının yükselmesi) mekanizmalarını çıkarım yaparak analiz eder(**SFÜDD1**):
 - "Tüp 3'teki yavaş reaksiyon kış uykusunu nasıl açıklar?"
 - "Ayılar nasıl ATP tüketimini minimize ediyor?"
- Sonuçları hipotezlerle karşılaştırır ve bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.

4. Bağımsız Öğrenme: Bulguları Gerçek Yaşam Uygulamalarına Dönüştürme**4.1. Hibernasyon Fizyolojisi Analizi****Metabolik Yavaşlama Stratejileri Sentezi:**

- Öğrenciler metabolik yavaşlama stratejilerini sentezleyerek tıbbi uygulamalar geliştirir (**SFÜDD2**):
 - Kış uykusuna yatan hayvanların ATP üretimini %95 azaltması
 - Vücut sıcaklığının 2-3°C düşürülmesi
 - Kalp atışının dakikada 5-10 atıma inmesi

Dönüşüm Süreci :

- Deney bulgularını hibernasyon (vücut sıcaklığının yükselmesi) fizyolojisi açıklamasına dönüştürür (**ÜFD1**):
 - Buzlu su deneyi → Düşük sıcaklıkta enzim yavaşlaması → Hibernasyonda (vücut sıcaklığının yükselmesi) metabolik yavaşlama
 - MgCl₂ etkisi → Optimum koşullarda verimlilik → Uyanma döneminde hızlı aktivasyon

4.2. Hipotermi Tedavisi Protokolü Geliştirme**Tıbbi Uygulama Dönüşümü:**

- ATP metabolizma verilerini yoğun bakım tedavi protokolüne çevirir (**ÜFD2**) ve gerçek hasta senaryoları geliştirir (**ÜFGHP1**):
 - Kalp ameliyatlarında 28-32°C hipotermi uygulaması yapar.

- Beyin travmalarında ATP tüketimini azaltmak için kontrollü sıcaklık düşürür.
- İnme hastalarında nöron korunması için metabolik yavaşlatma yapar.

Gerekçelendirme Süreci):

- Hibernasyon (vücut sıcaklığının yükselmesi) ve hipotermi verilerini kullanarak tedavi önerilerini gerekçelendirir (**SFAY1**).
- "Neden 25°C'nin altına düşürülmemelidir?"
- "Hangi hastalarda hipotermi tedavisi uygulanabilir?"

4.3. Çoklu Görselleştirme ve Ürün Geliştirme

Farklı Görsellerle İfade Etme:

- Zihin Haritası: Hibernasyon (vücut sıcaklığının yükselmesi) -ATP-Hipotermi (vücut sıcaklığının düşmesi) bağlantıları kurar.
- Kelime Bulutu: "metabolik yavaşlama", "ATP tasarrufu", "termoregülasyon" gibi kavramlar
- Animasyon Taslağı: Enzim hızının sıcaklıkla değişimi (zenginleştirme grubu) (**ÜFÜÇ1**)

Özgün Ürün Sentezi :

- "Metabolik Hız Kontrolü Rehberi" formatında özgün ürün sentezler ve tüm bulguları organize eder (**ÜFSÜ1**):
- Hibernasyon (vücut sıcaklığının yükselmesi) örnekleri
- Hipotermi (vücut sıcaklığının düşmesi) tedavi protokolleri (**İFO1**)
- ATP optimizasyon stratejileri
- Acil durum müdahale önerileri

5. Sonuç ve Meta-Bilişsel Değerlendirme

5.1. Bilimsel Sorgulama Sürecinin Değerlendirilmesi

- "Başlangıçtaki sorularınızın cevaplarını bulabildiniz mi?"
- "Merak, deney ve uygulama aşamalarının hangisinde daha çok öğrendiniz?"
- "Hangi bulgu sizi en çok şaşırttı?"

5.2. Gerçek Yaşam Bağlantıları

- "Bu bilgileri hangi durumda kullanabilirsiniz?"
- "Hibernasyon (vücut sıcaklığının yükselmesi) hakkında merak ettiğiniz yeni durumlar neler?"
- "Tıp alanında çalışmak isterseniz bu konudan nasıl yararlanabilirsiniz?"

Değerlendirme

Bu etkinlikte değerlendirme süreci, öğrencilerin bilimsel sorgulama basamaklarını uygulama, ATP'nin hücresel işlevlerdeki rolünü deneysel olarak inceleme, veri toplama ve analiz etme, sonuçları bilimsel biçimde yorumlama ve gerçek yaşamla ilişkilendirme becerilerini ölçmek amacıyla tasarlanmıştır. Değerlendirme süreci iki araçla desteklenmiştir:

Bu etkinlikte değerlendirme süreci, öğrencilerin bilimsel sorgulama basamaklarını uygulama, ATP'nin hücresel işlevlerdeki rolünü deneysel olarak inceleme, veri toplama ve analiz etme, sonuçları bilimsel biçimde yorumlama ve gerçek yaşamla ilişkilendirme becerilerini ölçmek amacıyla tasarlanmıştır. Değerlendirme süreci iki araçla desteklenmiştir:

Ek 1. Entegre Beceri Değerlendirmesi Rubriği (Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı)

Öğrencilerin yürüttüğü ATP ve enzim aktivitesi deneyi ile ortaya koyduğu görselleştirmeler (infografik, zihin haritası) ve hipotermi–hibernasyon analiz raporu değerlendirilmektedir.

Kariyer Çıktısı	Ölçütler arasında bilimsel doğruluk, hipotez kurma ve kanıtlama, veri analizi ve çıkarım, bilimsel iletişim ve gerçek yaşam bağlantısı yer almaktadır. Ek 2. Öz Değerlendirme Formu Öğrencilerin kendi deneysel sürece katılımını, işbirliğini, gözlem doğruluğunu ve öğrenme farkındalığını yansıtmasını sağlar. Bu araç, öğrencinin sürece yönelik öz yansımaları ve bilimsel tutumunu ölçer. Bu iki araç birlikte kullanılarak süreç+ürün temelli bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin bilişsel (analiz-sentez-yorumlama), psikomotor (deneysel uygulama) ve duyuşsal (bilimsel merak, etik farkındalık) becerileri bütüncül biçimde değerlendirilmiştir. • Anestezi Teknisyeni: Hipotermi (vücut sıcaklığının düşmesi) tedavisi ve metabolik kontrol • Veteriner Hekim: Hibernasyon (vücut sıcaklığının yükselmesi) fizyolojisi ve hayvan adaptasyonları • Yoğun Bakım Hemşiresi: Metabolik ölçümlerin yapılması-kaydedilmesi ve hasta takibi • Biyomedikal Mühendis: ATP ölçüm cihazları ve metabolik sensörler
Teknoloji Entegrasyonu	• Dijital mikroskop: Katalaz enziminin çalışma görüntüleri • Grafik yazılımları: Deney sonuçlarının görselleştirilmesi • Animasyon araçları: Moleküler süreçlerin canlandırılması (zenginleştirme) • Online araştırma: Hibernasyon ve hipotermi tedavisi güncel verileri • Zihin haritası uygulamaları: Kavram bağlantıları oluşturma

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 1. ENTEGRE BECERİ DEĞERLENDİRMESİ RUBRİĞİ (ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI)**Etkinlik Adı:** ATP Dedektifleri: Enerji ve Hücresel İşlev İlişkisinin Deneysel Araştırılması**Yönerge**

Bu rubrik, öğrencilerin "ATP Dedektifleri: Enerji ve Hücresel İşlev İlişkisinin Deneysel Araştırılması" etkinliği kapsamında yürüttükleri deneysel süreç, veri toplama ve analiz becerileri, hipotez oluşturma ve kanıtlama düzeyi ile bilimsel iletişim ve görsel sunum becerilerini değerlendirmek amacıyla kullanılır. Her ölçüt, 1 (Geliştirilmeli) ile 4 (Çok İyi) arasında puanlanır. Değerlendirme, öğrencinin hem süreçteki aktif katılımını hem de ürettiği; bilimsel rapor, görsel materyal ve sunum kalitesini kapsar. Her öğrenci veya grup için puanlama ayrı ayrı yapılır. Rubrik, etkinlik sonunda öğrenci ürün dosyasına eklenir ve öz değerlendirme formu ile birlikte kullanılır.

Değerlendirme Ölçütü	Geliştirilmeli (1)	Yeterli (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)	Puan
Bilimsel Doğruluk ve Kavramsal Tutarlılık	ATP'nin işlevi ve deneysel süreç yanlış anlaşılmıştır.	Kavramlar yüzeysel açıklanmıştır.	Bilimsel kavramlar genellikle doğru aktarılmıştır.	Bilgiler doğru, bütüncül ve bilimsel gerekçelerle desteklenmiştir.	
Hipotez Kurma ve Kanıtlama	Hipotez eksik veya gerekçesizdir.	Hipotez vardır ancak sınırlı kanıtlarla desteklenmiştir.	Hipotez bilimsel gerekçelerle savunulmuştur.	Hipotez güçlü, verilerle destekli ve çıkarımlar tutarlıdır.	
Veri Toplama ve Analiz Becerisi	Veriler eksik veya hatalı kaydedilmiştir.	Veriler doğru kaydedilmiş ancak analiz yüzeyseldir.	Veriler doğru analiz edilmiştir.	Verilerden anlamlı çıkarımlar yapılmış, hata payı tartışılmıştır.	
Sonuçların Bilimsel Yorumu ve Gerçek Yaşam Bağlantısı	Bulgular anlamlandırılmamış.	Bulgular genel olarak yorumlanmıştır.	Bulgular hibernasyon/hipotermi örnekleriyle ilişkilendirilmiştir.	Bulgular tıbbi ve biyolojik uygulamalara yaratıcı biçimde dönüştürülmüştür.	
Bilimsel İletişim ve Görselleştirme	Sunum ve görseller eksik veya karışıktır.	Görseller yeterli düzeyde açıklayıcıdır.	Görseller düzenli ve anlaşılır biçimde hazırlanmıştır.	Görseller profesyonel düzeyde hazırlanmış, sunum dili akıcıdır.	

Toplam Puan:**Puanlama Aralığı ve Yorum:****17-20: Çok İyi** – Üst düzey bilimsel düşünme ve analiz becerileri sergilenmiştir.**13-16: İyi** – Etkinliğe anlamlı katkı sağlanmıştır.**9-12: Yeterli** – Katılım vardır ancak analiz derinliği geliştirilebilir.**5-8: Geliştirilmeli** – Bilimsel süreç ve veri yorumlama eksiklikleri vardır.

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 2. ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:/...../.....

Etkinlik Adı: ATP Dedektifleri

Değerlendirme Ölçütü	Her Zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren
Deney tasarımı sürecine aktif katıldım.	◇	◇	◇	◇
Hipotezimi bilimsel gerekçelerle destekledim.	◇	◇	◇	◇
Deney verilerini doğru ve dikkatli kaydettim.	◇	◇	◇	◇
Bulgularımı analiz ederek anlamlı sonuçlar çıkardım.	◇	◇	◇	◇
Hibernasyon ve hipotermi örnekleriyle bağlantı kurabildim.	◇	◇	◇	◇
Grup içinde işbirliği ve görev paylaşımına özen gösterdim.	◇	◇	◇	◇
Deney sonuçlarını görsellerle etkili biçimde sundum.	◇	◇	◇	◇



ETKİNLİK 1

TEMA: ENERJİ

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.1.3. Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney yapabilme
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerle ilgili deney tasarlar. b) Tasarladığı deneyden elde ettiği sonuçların analizini yapar ve bu sonuçları fotosentezi açıklamak için kullanır.
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	• Temel enzim çalışma mekanizması bilgisi • Temel fotosentez denklem bilgisi • Bağımsız, bağımlı ve kontrol değişkenlerine ilişkin kavrayışı • Grafik çizme ve veri yorumlama becerileri • Temel laboratuvar güvenliği bilgisi • Hipotez oluşturma ve test etme kavramları
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	• Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler için çoklu değişken analizi • Farklı deney tekniklerini deneyimleme ihtiyacı • Fotosentezin karmaşıklığını parça parça anlama gereksinimi • Sonuçları bütünleştirerek fotosentez mekanizmasını açıklama kapasitesi
İçerik	Farklılaştırma Alanları
	Soyutluk (İFS) İFS1: Spektral analiz, pigment ve dalga boyu ilişkisinin moleküler düzeyde açıklaması yapılır.
	Karmaşıklık (İFK) İFK1: Çoklu değişkenlerin fotosentez verimliliği üzerindeki etkileşimli analizi etik perspektiflerin eş zamanlı analizi yapılır. İFK2: Farklı bitki türlerinin fotosentetik kapasitelerinin karşılaştırmalı değerlendirilmesi sağlanır.
	Çeşitlilik (İFÇ) İFÇ1: Beş farklı istasyonda farklı deney tekniklerinin uygulanması gerçekleştirilir.
	Organizasyon (İFO) İFO1: İstasyon verilerinin dahil edilmesi ve fotosentez optimizasyon modelinin oluşturulması sağlanır. Sistematik etik analiz çerçeveleri kullanılır.
Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD) SFÜDD1: İstasyon verilerini kullanarak fotosentetik verimliliği genelleme stratejileri geliştirilir. SFÜDD2: Farklı çevresel koşulların fotosentez üzerindeki sinerjik etkilerini analiz edilir.
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ) SFKÖ1: Her istasyon, özgün hipotez kurma ve test etme sürecini yapar. Bu kapsamda; hangi istasyonda hangi faktörün kullanılacağı, hangi hipotezlerin istasyonla ilişkilendirileceği ve bir sonraki istasyonun hazırlığı yapılır.
	Akıl Yürütme/ Kanıtlama (SFAY) SFAY1: İstasyon sonuçlarından genel fotosentez prensiplerine ulaşılır.

BİYOLOJİ

10. SINIF

	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Beş farklı deney tekniğini uygulama ve metodoloji karşılaştırması çalışması yapılır.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	SFGE1: İstasyonlar arası veri paylaşımı ve işbirlikli analiz yapılır.
Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Sera tarımı için optimal büyüme koşulları önerisi geliştirilir.
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	ÜFSÜ1: "Fotosentez Optimizasyon Rehberi" oluşturulur.
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: İnfografik, optimizasyon modeli, tarım önerisi raporu gibi çeşitli formatlar yapılır.
	Dönüşümler (ÜFD)	ÜFD1: Ham deney verilerini fotosentetik verimlilik endeksine dönüştürmesi sağlanır. ÜFD2: Laboratuvar sonuçları tarımsal uygulama önerilerine çevrilir.
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	ÖMO1: Beş farklı deney istasyonu ve yer değiştirme sistemi oluşturulur.

FARKLILAŞTIRILMIŞ ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	Fotosentez Araştırma Laboratuvarı: 5 İstasyon Keşif Yolculuğu
Konu	Fotosentezde kullanılan ve üretilen maddelerin farklı çevresel koşullardaki deneysel araştırılması
Öğrenme Hedefleri	- Fotosentezin farklı yönleriyle ilgili deneyler tasarlar ve uygular. - Çoklu deney sonuçlarını analiz ederek fotosentez mekanizmasını açıklar. - Çevresel faktörlerin fotosentez verimliliği üzerindeki etkilerini değerlendirir. - Laboratuvar bulgularını gerçek yaşam uygulamalarına dönüştürür.
Disiplinler Arası Bileşenler	Fizik: Işık spektrumu, enerji dönüşümleri ve ısı etkisi Kimya: Oksijen tespiti, nişasta analizleri ve pH değişimleri Matematik: İstatistiksel analiz, grafik çizimi ve optimizasyon hesaplamaları Tarım: Sera koşulları ve bitki yetiştirme optimizasyonu
Materyaller	- Su bitkisi (<i>Elodea canadensis</i> - her istasyon için) - Şeffaf kaplar, termometre, kronometre, cetvel - Su (klorsuz), sodyum bikarbonat - Veri kayıt formları
İstasyon Özel Malzemeler	İstasyon 1. Renkli selofan kâğıtlar, masa lambası İstasyon 2. Farklı güç lambaları (25W, 40W, 60W) İstasyon 3. Sıcak su banyosu, termometre İstasyon 4. Su bitkisi (<i>Elodea canadensis</i>), iyot çözeltisi, alkol, benmari İstasyon 5. Büyüteç, sayaç, hassas kronometre
Süre	3 ders saat
Etkinlik Açıklaması	Öğrenciler "İstasyon Çalışması Stratejisi" kullanarak 5 farklı istasyonu dolaşacak ve her istasyonda fotosentezin farklı bir yönünü deneysel olarak araştıracaklar. Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler istasyonlarda daha derin analizler yapacak ve sonuçları entegre ederek optimizasyon modelleri geliştirecekler.
Uygulama Aşamaları	1. Giriş ve İstasyon Tanıtımı 1.1. Fotosentez Bileşenlerinin Aktivasyonu - Öğretmen "Sera işletmecisi olsaydınız bitki büyümesini en iyi düzeye getirmek için hangi çevresel koşulları sağlardınız?" sorusu ile başlar. - Öğrencilerden gelen cevaplar tahtaya yazılır (ışık, sıcaklık, su, CO₂). - Fotosentez denkleminin bileşenleri görselleştirilir: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{ışık}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$ "Bu denklemdeki her faktörü laboratuvarında nasıl test ederiz?" beyin fırtınası yapılır.

1.2. İstasyon Sistemi ve Rotasyon Tanıtımı

- Sınıf içindeki 5 istasyon fiziksel olarak gösterilir ve numaralandırılır.
- Her istasyonun amacı kısaca açıklanır:
 - İstasyon 1. "Hangi renk ışık daha etkili?"
 - İstasyon 2. "Işık şiddeti ne kadar önemli?"
 - İstasyon 3. "Sıcaklık artışı her zaman olumlu mu?"
 - İstasyon 4. "Nişasta gerçekten üretiliyor mu?"
 - İstasyon 5. "Oksijen üretim hızı nasıl değişiyor?"
- Rotasyon sistemi açıklanır: Her grupta 4-5 öğrenci, 18 dakika çalışma + 2 dakika geçiş sağlanır (**ÖMO1**).
- Veri kayıt formları dağıtılır ve örnek doldurma gösterilir.
- "Standart seviye mi yoksa zenginleştirme mi?" seçimi öğrencilere bırakılır.

1.3. Güvenlik ve Çalışma Kuralları

- Cam malzeme kullanımında dikkat edilecek noktalar (borosilikat yapıtlı tüpler tercih edilmeli)
- Sıcak su banyosu ve iyot çözeltisi kullanım uyarıları (sıcak su tüplerine tahta maşa ile tutulması önerilir.)
- İstasyon değişimi sırasında sessizce hareket etme kuralı
- Malzemeleri karıştırmama ve her istasyonu temiz bırakma sorumluluğu
- Grup içi görev dağılımı önerisi: kayıt tutması, gözlemci, ölçümcü, analiz uzmanı

2. İstasyon Rotasyonu ve Deney Uygulamaları**İSTASYON 1: Işık Spektrumu Etkisi,****Ön Hazırlık** (Öğretmen tarafından yapılacak):

- 4 adet 500 ml şeffaf kap hazırlanır.
- Her kaba 300 ml klorsuz su konur.
- Her kaba 1 çay kaşığı sodyum bikarbonat eklenir ve karıştırılır.

Standart Seviye Uygulama:

1. Her kaba 10 cm uzunluğunda, olabildiğince eşit kalınlıkta *Elodea* dalları yerleştirilir.
2. Kapların üzerine farklı renkli selofanlar gerilir: kırmızı, mavi, yeşil, renksiz (kontrol grubu olarak).
3. 60W masa lambası 25 cm mesafeye konumlandırılır (**SFKÖ1**).
4. Hipotez kayıt edilir: "Hangi renkte en çok kabarcık çıkacağını düşünüyorsunuz?" (**İFS1**).

Gözlem ve Kayıt:

- İlk 5 dakika ısınma süresi, daha sonra her 3 dakikada bir kabarcık sayısı kaydedilir.
- Her renk için toplam 3 ölçüm alınır.
- Gözlemler tablosuna işlenir: Kırmızı: __/dk, Mavi: __/dk, Yeşil: __/dk, Kontrol: __/dk.

Zenginleştirme Seviye Ek Çalışma:

- LED ışık kaynakları kullanılarak spesifik dalga boyları test edilir (440 nm mavi, 660 nm kırmızı) (**İFS1**).
- "Neden yeşil ışık az etkili?" sorusuna, klorofil absorpsiyon spektrumu ile cevap aranır.
- Spektral etkinlik hesabı yapılır: (Kabarcık sayısı / Işık şiddeti) x 100 (**İFK1**)

Son Değerlendirme:

Hangi hipotezin doğru çıktığı tartışılır.

- "Sera lambaları hangi renkte olmalı?" pratik uygulaması tartışılır (**İFK1**).

İSTASYON 2: Işık Şiddeti Etkisi**Standart Seviye Deney Kurulumu:**

1. 3 adet benzer kap hazırlanır, su ve bikarbonat eklenir.
2. Eşit boyda *Elodea* dalları yerleştirilir.
3. Lamba sırasıyla 15 cm, 25 cm, 40 cm mesafelere konumlandırılır.
4. Her mesafe için hipotez kurulur: "Uzaklık arttıkça kabarcık sayısı nasıl değişir?" (**SFÜDD2**).

Ölçüm ve Analiz:

- Her mesafe için 8 dakika gözlem yapılır.
- 2 dakika aralıklarla kabarcık sayımı: 2. dk, 4. dk, 6. dk, 8. dk.
- Ortalama değerler hesaplanır.
- Mesafe-kabarcık sayısı grafiği çizilir.

Zenginleştirme Seviye Ek Analiz:

- Lux metre ile her mesafede ışık şiddeti ölçülür (**İFK1**).
- Enerji verimliliği hesaplanır: kabarcık/lux oranı.
- "Işık Şiddeti - Fotosentez Verimliliği Eğrisi" çizilir.
- Optimum ışık mesafesi belirlenir ve sera uygulaması için maliyet hesabı yapılır.

Sonuç Tartışması:

- "Çok yüksek ışık şiddeti her zaman daha verimli midir?" sorusu tartışılır.
- Işık maliyeti ve verimlilik dengesi değerlendirilir (**ÜFD1**).

İSTASYON 3: Sıcaklık Etkisi,**Ön Hazırlık (Öğretmen tarafından):**

- 3 su banyosu 15°C (serin), 25°C (oda), 35°C (sıcak) ayarlanır (**SFÜDD2**).
- Termometreler kontrol edilir.

Standart Seviye Deney:

1. 3 deney kabı hazırlanır, su-bikarbonat karışımı eklenir.
2. *Elodea* dalları yerleştirilir.
3. Her kap farklı sıcaklıktaki su banyosuna yerleştirilir.
4. Sıcaklık kontrolü yapılır ve 3 dakikada bir ölçülür.
5. 15 dakika boyunca her sıcaklık için kabarcık sayımı yapılır.

Veri Kayıt:

- Sıcaklık-kabarcık sayısı tablosu doldurulur.
- "Sıcaklık artışı fotosentezi nasıl etkiler?" grafiği çizilir.

Zenginleştirme Seviye Analiz, :

- Enzim kinetik analizi: Q_{10} katsayısı hesaplanır (her 10°C artışta hız değişimi)
- 45°C su banyosunda "aşırı sıcaklık" testi yapılır (**İFS1**).
- Denatürasyon etkisi gözlemlenir ve açıklanır.
- Sera ısıtma maliyeti vs. verimlilik optimizasyonu yapılır (**ÜFD1**).

Tartışma:

- "Tropikal bitkiler sıcak iklim koşullarında neden daha iyi gelişir?" sorusu tartışılır.
- Optimum sıcaklık aralığı belirlenir (**SFAY1**).

İSTASYON 4: Nişasta Üretimi Testi**Ön Hazırlık (Öğretmen tarafından- dersten 2 gün önce):**

- Benzer bitkilerden bazıları 48 saat karanlıkta bekletilir (**SFARŞ1**) (alüminyum folyo ile kaplanır).
- Kontrol grubu normal ışıktaki tutulur.
- Ders günü yapraklar koparılır.

Standart Seviye Uygulama:

1. Işıklı ve karanlıktaki yapraklar ikişer adet alınır.
2. Yapraklar kaynar su ile 2 dakika haşlanır (hücre zarı geçirgenliği için).
3. Alkol banyosuna (70°C) konularak klorofil çıkarılır (5 dakika).
4. Yapraklar soğuk suya alınır.
5. İyot çözeltisi damlatılır ve renk değişimi gözlemlenir.
6. Mavi-siyah: nişasta var, Sarı-kahve: nişasta yok.

Gözlem Kayıtları:

- Işıklı yaprak sonucu----- (renk değişimi gözlemi)
- Karanlık yaprak sonucu: ----- (renk değişimi gözlemi)
- Sonuç yorumu: "Işık olmadan nişasta üretilir mi?"

Zenginleştirme Seviye Ek Çalışma:

- Farklı bitki türlerinde test yapılır (ıspanak, fasulye vs) (**İFÇ1**).
- Mikroskop altında yaprak kesitleri incelenir.
- Kloroplast yoğunluğu ile nişasta üretimi ilişkisi araştırılır.
- "Bitki türüne göre nişasta üretim kapasitesi" karşılaştırması yapılır (**İFK2**).

Sonuç Değerlendirme:

- "Bitkilerde gece hangi metabolik süreçler gerçekleşir?" sorusu tartışılır.
- Nişasta depo etmenin bitkiler için önemi açıklanır (**SFAY1**).

İSTASYON 5: Oksijen Üretim Hızı**Standart Seviye Ölçüm Sistemi:**

1. Standart deney düzeneği kurulur (su, bikarbonat, *Elodea*).
2. Kronometre hazırlanır.
3. Kabarcık sayım sistemi belirlenir: "1 kabarcık = 1 birim oksijen"
4. 15 dakikalık ölçüm planı yapılır: 3 dakikada bir sayım (**SFKÖ1**)

Veri Toplama:

- 0-3 dk: kabarcık
- 3-6 dk: kabarcık
- 6-9 dk: kabarcık
- 9-12 dk: kabarcık
- 12-15 dk: kabarcık
- Toplam oksijen üretimi hesaplanır.
- Dakika başına ortalama kabarcık sayısı bulunur (ÜFD1).

Zenginleştirme Seviye İleri Analiz:

- Oksijen elektrot ile hassas ppm ölçümü yapılır (**İFK1**).
- Fotosentez kinetik eğrisi çizilir (zaman vb oksijen miktarı).
- İlk dakikaların düşük olmasının nedeni araştırılır (indüksiyon süresi).
- Maksimum fotosentez hızına ulaşma zamanı belirlenir.
- "Dakikalık oksijen üretim verimi" hesaplanır.

Analiz ve Sonuç:

- "Fotosentez hızı sabit mi yoksa değişken mi?" sorusu cevaplanır.
- Grafikten optimum çalışma süresi belirlenir (**SFÜDD1**) .

3. Veri Entegrasyonu ve Analiz**3.1. İstasyon Verilerinin Birleştirilmesi**

- Her grup kendi 5 istasyon veri formlarını birleştirir.
- Grup sözcüsü diğer grupların verilerini alarak örnek büyüklüğü artırır.
- Ana tablo oluşturulur: "Tüm faktörlerin fotosentez üzerindeki etki sıralaması"
- Öğretmen tahtada genel sınıf verilerini toplar (**SFGE1**).

3.2. Bütünsel Analiz ve Karşılaştırma

- "En etkili faktör hangisi?" sorusuna sayısal cevap aranır.
- Faktörler arası etkileşimler tartışılır: "Kırmızı ışık + optimum sıcaklık = ?"
- Optimum fotosentez koşulları belirlenir (**SFAY1**).
- "Laboratuvar sonuçları sera koşullarını yansıtır mı?" değerlendirmesi yapılır.
- Her grubun en ilginç bulgularını 30 saniyede paylaşması istenir (**İFO1**).

4. Sonuç ve Dönüşüm Çalışması**4.1. Seviye Bazlı Ürün Geliştirme****Standart Seviye Çıktıları:**

- "5 İstasyon Sonuçları Özet Tablosu" hazırlanır.
- "Fotosentez Faktörleri" başlıklı A4 poster taslağı çizilir.
- Temel sonuç:
"En etkili faktör: -----, En az etkili faktör: -----"

Zenginleştirme Seviye Ürün Geliştirme:

- "Sera Tarımı Optimizasyon Kılavuzu" başlığı altında:
 - o Işık rengi önerisi: "LED lambalar -----dalga boyunda olmalı" (**ÜFGHP1**).
 - o Sıcaklık ayarı: "Optimum sera sıcaklığı; -----°C"
 - o Maliyet analizi: "Elektrik gideri vb. verimlilik dengesi" (**ÜFD2**)
 - o Farklı ürünler için özel tavsiyeleri: domates, salatalık, biber için ayrı protokoller (**ÜFÜÇ1**).
- Matematiksel formül önerisi: "Fotosentez Verimlilik İndeksi = (Işık x Sıcaklık) / Maliyet" (**ÜFSÜ1**).

4.2. Hızlı Sunum ve Değerlendirme

- Her grup bir cümle ile en önemli keşfini paylaşır.
- Zenginleştirme grubu sera önerilerini 30 saniyede sunar.
- Öğretmen: "Bu sonuçları evinizdeki saksı bitkileri için nasıl kullanırsınız?" sorusu ile bağlar.
- Gelecek ders duyurusu: "Bir sonraki konumuz hücresel solunum- fotosentezle nasıl bir ilişkisi olabilir?"

İstasyon Bazlı Değerlendirme:**Süreç Değerlendirmesi:**

- Deney tasarımı becerisi: Hipotez kurma ve değişken kontrolü sağlanır.
- Veri toplama sistematikliği: Kayıt tutma ve ölçüm hassasiyeti sağlanır.
- İşbirliği becerileri: İstasyon değişimindeki uyuma dikkat edilir.

Ürün Değerlendirmesi:

- Veri analizi kalitesi: Grafik çizme ve yorumlama sağlanır.
- Bilimsel açıklama: Sonuçları fotosentez mekanizması ile ilişkilendirme yürütülür.
- Yaratıcı dönüşüm: Laboratuvar bulgularını pratik uygulamalara çevrilmesi sağlanır (**ÜFD1, ÜFD2**).

Seviye Bazlı Rubrik:

- 4. Uzman:** Tüm istasyonlarda ileri seviye analizler yapar, faktörler arası etkileşimleri açıklar, özgün optimizasyon önerileri geliştirir.
- 3. Yetkin:** İstasyon deneylerini başarıyla tamamlar, sonuçları doğru yorumlar, temel optimizasyon yaklaşımları önerir.
- 2. Gelişen:** Deney protokollerini takip eder, temel sonuçları çıkarır, standart açıklamalar yapar.
- 1. Başlangıç:** Rehberlikle deney adımlarını gerçekleştirir, gözlemlerini kaydeder.

Değerlendirme

BİYOLOJİ

10. SINIF

	Analitik Rubrik (4'lü derecelendirme)	Başlangıç	Gelişen	Yetkin	Uzman
	Deney adımlarını gerçekleştirme				
	Gözlemleri kaydetme				
	Deney protokollerini takip etme				
	Temel sonuçlar çıkarma				
	Standart açıklamalar yapma				
	İstasyon deneylerini başarıyla tamamlama				
	Sonuçları doğru yorumlama				
	Temel optimizasyon yaklaşımları önerme				
	Tüm istasyonlarda ileri seviye analizler yapma				
	Faktörler arası etkileşimleri açıklama				
	Özgün optimizasyon önerileri geliştirme				
	• Bitki Fizyolojisti: Fotosentez araştırmaları ve optimizasyon çalışmaları yapılır. • Sera Tarımcısı: Kontrollü çevre koşullarında üretim planlaması sağlanır. • Biyomühendis: Fotosentetik süreçlerin endüstriyel uygulamaları kullanılır. • Araştırmacı: Deneysel tasarım ve çok değişkenli analiz becerileri ortaya konur.				
	• Dijital sensörler: Lux metre, oksijen probe, pH metre kullanımı sağlanır. • Veri analiz yazılımları: Excel/Grafik programları ile istatistiksel analiz gerçekleştirilir. • Mikroskop kamerası: Yaprak kesitlerinin dijital görüntülenmesi sağlanır. • LED teknolojisi: Spesifik dalga boylarında deneyler yapılır (zenginleştirme için). • Online simülasyon: Fotosentez süreçlerinin 3D modellenmesi gerçekleştirilir.				

Kariyer Çıktısı**Teknoloji Entegrasyonu**

BİYOLOJİ

10. SINIF

Ek 1. FOTOSENTEZ ARAŞTIRMA LABORATUVARI – ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ARAÇLARI**1. Derecelendirme Ölçeği****Yönerge**

Bu derecelendirme ölçeği, öğrencilerin fotosentez temalı istasyon çalışmaları boyunca deney tasarlama, veri toplama, analiz etme ve gerçek yaşamla ilişkilendirme becerilerini değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Her ölçüt 1 (Geliştirilmeli) ile 4 (Çok İyi) arasında puanlanır.

Değerlendirme Ölçütü	Geliştirilmeli (1)	Yeterli (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)	Puan
Deney Tasarımı ve Hipotez Kurma					
Değişken Kontrolü ve Protokole Uyum					
Veri Toplama ve Kayıt Düzeni					
Veri Analizi ve Grafik Yorumlama					
Bilimsel Açıklama (Fotosentez Mekanizması)					
Gerçek Yaşam ve Sera Uygulamalarına Aktarım					

Değerlendirme Düzeyleri19-24: **Çok İyi**15-18: **İyi**11-14: **Yeterli**6-10: **Geliştirilmeli**

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 2. DENEY VERİ TOPLAMA KONTROL LİSTESİ

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:/...../.....

Yönerge

Bu kontrol listesi, öğrencilerin deney sürecini bilimsel yöntemlere uygun şekilde yürütüp yürütmediklerini belirlemek amacıyla kullanılır.

Değerlendirme Ölçütü	Evet	Hayır
Hipotez oluşturuldu.		
Değişkenler doğru belirlendi.		
Deney protokolüne uyuldu.		
Veriler düzenli kaydedildi.		
Grafikler doğru çizildi.		
Laboratuvar güvenliğine uyuldu.		

EK 3. ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:/...../.....

Yönerge

Bu form, etkinlik sürecindeki bireysel öğrenme sürecinizi ve katkınızı değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyarak size en uygun seçeneği işaretleyiniz. Son bölümde yer alan açık uçlu sorulara kendi deneyiminizi yansıtan kısa cevaplar vermeniz beklenmektedir.

Değerlendirme Ölçütü	Her Zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren
Deneylerde görevimi sorumlulukla yerine getirdim.	◇	◇	◇	◇
Hipotez oluşturma sürecine aktif katkı sağladım.	◇	◇	◇	◇
Veri toplama sürecinde dikkatli davrandım.	◇	◇	◇	◇
Veri yorumlama konusunda çaba gösterdim.	◇	◇	◇	◇
Grup içi tartışmalara bilimsel gerekçelerle katıldım.	◇	◇	◇	◇
Deney sonuçlarını fotosentez mekanizmasıyla ilişkilendirebildim.	◇	◇	◇	◇
Laboratuvar sonuçlarını gerçek yaşamla ilişkilendirebildim.	◇	◇	◇	◇



ETKİNLİK 1

TEMA: YAŞAM

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.1.4. Kemosentez hakkında bilgi toplayabilme
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) Kemosentez hakkında bilgiye ulaşmak için kullanacağı araçları belirler. b) Belirlediği araçları kullanarak kemosentez ile ilgili bilgilere ulaşır. c) Kemosentez ile ilgili ulaştığı bilgileri doğrular. ç) Kemosentez ile ilgili ulaştığı bilgileri kaydeder. Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri • Kemosentez tanımı ve temel prensipleri • Kemosentetik bakteriler ve yaşam alanları • Kemosentez-fotosentez karşılaştırması • Kimyasal enerji dönüşüm mekanizmaları • Endüstriyel ve çevresel uygulamaları
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	• Fotosentez süreci hakkında temel bilgi • Analoji kurma ve karşılaştırma yapabilme becerisi • İnternet ve kütüphane kaynaklarını kullanabilme • Grup çalışması yapabilme becerileri • Temel enzim ve ATP kavrayışı
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	• Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler için moleküler düzeyde kemosentez mekanizmaları • Soyut biyokimyasal süreçleri somutlaştırma ihtiyacı • Bilgi toplama ve doğrulama becerilerini sistematik geliştirme • Kemosentezi günlük yaşam ve teknoloji ile ilişkilendirme gereksinimi
İçerik	Farklılaştırma Alanları
	Soyutluk (İFS) İFS1: Doğrudan analoji aşamasında kemosentez süreçlerini günlük yaşam analogileriyle somutlaştırır.
	Karmaşıklık (İFK) İFK1: Bilgi doğrulama aşamasında çoklu kaynak karşılaştırması ve elektron taşıma zinciri analizini yapar. İFK2: Zenginleştirme seviyesinde farklı kemosentetik bakteri türlerini detaylı karşılaştırır.
	Çeşitlilik (İFÇ) İFÇ1: Doğrudan, kişisel, sembolik ve fantezi analogileri gibi farklı analoji türlerini kullanır.
	Organizasyon (İFO) İFO1: Final aşamasında tüm analogileri ve araştırma bulgularını sistematik analoji haritasında organize eder.
	Seçkin Kişiler (İFSK)

BİYOLOJİ

10. SINIF

Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	SFÜDD1: Analoji doğrulama aşamasında bilimsel verilerle analogiler arası uyumluluğu analiz eder. SFÜDD2: Teknoloji dönüştürme aşamasında kemosentez bilgilerini sentezleyerek biyo-iyileştirme uygulamaları tasarlar.
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	SFKÖ1: Kişisel analoji aşamasında kendini bakteri yerine koyarak özgün analogiler geliştirir.
	Akıl Yürütme/ Kanıtlama (SFAY)	SFAY1: Sembolik analoji aşamasında analoji seçimini bilimsel gerekçelerle açıklar.
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Bilgi toplama aşamasında kaynak güvenilirlik kontrolü yaparak sistematik araştırma gerçekleştirir.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	SFGE1: Sembolik analoji aşamasında grup içi tartışma yaparak en uygun sembolleri seçer.
Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Teknoloji dönüştürme aşamasında çevre kirliliği problemleri için kemosentetik bakteri uygulamaları geliştirir.
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	ÜFSÜ1: Son aşamada "Kemosentez Teknoloji Kataloğu" formatında özgün ürün sentezler.
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: Final sunumda analoji haritası, teknoloji broşürü, yaratıcı sunum gibi farklı formatlar oluşturur.
	Dönüşümler (ÜFD)	ÜFD1: analogilerden teknoloji önerisine dönüştürme aşamasında araştırma bulgularını biyo-iyileştirme teknolojilerine çevirir. ÜFD2: Zenginleştirme seviyesinde bilimsel bilgileri uzay yaşamı keşif stratejilerine dönüştürür.
Fiziksel Öğrenme Ortamı Düzenlemeleri	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	ÖMO1: Analoji geliştirme istasyonları ve araştırma kaynak alanları düzenler.

FARKLIlaştırılmış ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	"Doğanın Gizli Fabrikaları: Kemosentez Analoji ve Araştırma Atölyesi"
Konu	Kemosentez süreçlerini sinektik tekniği ile keşfetme ve sistematik bilgi toplama yoluyla biyoteknoloji uygulamalarına dönüştürme
Öğrenme Hedefleri	- Analoji kurma tekniği kullanarak kemosentezi somut örneklerle açıklar. - Kemosentez hakkında güvenilir kaynaklardan sistematik bilgi toplar. - Topladığı bilgilerin doğruluğunu çoklu kaynak kontrolü ile değerlendirir. - Kemosentez bilgilerini teknolojik uygulamalara dönüştürür.
Disiplinler Arası Bileşenler	Yaratıcılık: Analoji kurma ve metaforik düşünme becerileri Kimya: Redoks reaksiyonları ve elektron transferi süreçleri Mühendislik: Endüstriyel prosesler ve biyo-iyileştirme teknolojileri Çevre Bilimleri: Atık su arıtma ve kirlilik temizleme sistemleri
Materyaller	- Flipchart kâğıtları ve renkli kalemler - Yapışkanlı notlar ve işaretleyiciler - Tablet/bilgisayar (araştırma için) - Kaynak güvenilirlik kontrol listeleri - Analoji örnekleri için görsel materyaller (fabrika, mutfak resimleri vb.)
Süre	2 ders saati
Etkinlik Açıklaması	Öğrenciler Sinektik Tekniği kullanarak kemosentezi analoji ve metaforlar yoluyla keşfedecek, sistematik bilgi toplama süreçlerini uygulayacaklar. Sinektik Tekniği Nedir? Sinektik, "farklı olanı birleştirmek" anlamına gelir ve karmaşık konuları analoji (benzetme) kurarak anlaşılır hale getiren yaratıcı bir öğretim tekniğidir. Temel prensibi "bilinmeyeni bilinen ile açıklamak"tır. Bu etkinlikte kemosentez gibi soyut biyokimyasal süreçleri günlük yaşamdan örneklerle somutlaştıracğız. Öğretmen İçin Not: Bu teknik öğrencilerin yaratıcılığını teşvik eder. Yanlış analogiler hemen düzeltilmemeli, önce öğrenciler düşünmeye teşvik edilmelidir.
	Uygulama Aşamaları BÖLÜM 1: Sinektik Analoji Süreci 1. Problem Tanımı ve Giriş ÖĞRETMENİN YAPACAĞI: 1.1. Sınıfa Giriş ve Duyuru: Öğretmen şu cümleleri kurar: "Bugün kemosentez konusunu bambaşka bir yöntemle öğreneceğiz." "Karmaşık bilimsel konuları günlük yaşamdan örneklerle açıklayacağız." "Sonra bu örneklerin ne kadar doğru olduğunu araştıracağız." 1.2. Kemosentez Hatırlatması : Aşağıdaki durumları açıklar: - Güneş ışığı kullanmaz. - Kimyasal reaksiyonlardan enerji alır. - Bakteriler tarafından yapılır - ATP üretir.

Uygulama Aşamaları

Öğretmenin söyleyeceği: "Bu özellikleri aklınızda tutun. Şimdi bu süreçleri tanıdığınız durumlarla karşılaştıracacağız."

DİKKAT: Bu aşamada çok detaya girmeyin. Temel özellikleri hatırlatmak yeterli.

2. Doğrudan Analoji Aşaması

AMAÇ: Kemosentezi somut örneklerle açıklamak

ÖĞRETMENİN YAPACAĞI :**2.1. İlk Soru (3 dakika):**

- Kemosentez hangi enerji kaynağına benzer?
- 1 dakika öğrencilerin düşünmesi için bekler
- Cevapları dinler, sonra açıklar:

Öğretmenin açıklaması:

"Güneş paneli güneş ışığından enerji üretir, değil mi?

Peki benzinli, jeneratör nasıl çalışır?

Yakıt kullanır!

İşte kemosentez de tıpkı benzinli jeneratör gibi.

Işık yerine kimyasal maddeleri yakıt olarak kullanır."

2.2. İkinci Soru (3 dakika):

- Kemosentetik bakteriler hangi meslek grubuna benzer?
- Öğrenci cevaplarını dinler.

Öğretmen şu açıklamayı yapar:

"Geri dönüşüm fabrikasındaki işçiler ne yapar?

Atık maddeleri alır, faydalı hâle getirir.

Kemosentetik bakteriler de aynı!

Çevredeki azot, kükürt gibi kimyasal maddeleri alır, enerji üretim sürecinde kullanır ve yararlı organik maddeye çevirir.

2.3. Üçüncü Soru (4 dakika):

- Kemosentetik enerji üretimi neye benzer?

Öğretmen şu açıklamayı yapar (İFS1):

"Lityum pil ile çalışan elektrikli araçlar şarj istasyonu (EVSE- Electric Vehicle Supply Equipment) nasıl çalışır?, Lityum piller nasıl şarj olur?

Kemosentezde canlıların, çevrelerindeki inorganik kimyasal maddeleri (**amonyak, sülfür, demir gibi**) alarak, bu kimyasallardaki elektronları çekip hücrenin enerji depolama birimi olan ATP'yi üretme sürecidir."

ÖĞRETMEN NOTU:

- **Yanlış cevaplarda:** "İlginç fikir, peki neden böyle düşündün?" diye sorun.
- **Sessizlik olursa:** "Günlük yaşamda benzer bir durum var mı?" diye yönlendirin.

- Öğrenciler analogi örneği olarak termik santrali verir. Fakat bu örnek bilimsel olarak hatalıdır. Çünkü termik santralde yakıt tüketilir ve ısı açığa çıkar; kemosentezde ise sadece inorganik bileşiğin kimyasal durumu değiştirilir (oksidasyon-yükseltgenme) ve bu sırada serbest kalan elektronlar kullanılır. Kemosentezin özü, kimyasal enerjinin direkt yakılması değil, inorganik bileşiklerden elektronların transferi yoluyla enerji elde edilmesidir. Pil şarj etme analogisi, bu elektron çekme ve enerjiyi ATP'ye depolama sürecini çok net yansıtır. Kimyasal elektron transferi süreci vardır.

3. Kişisel Analogi Aşaması

AMAÇ: Öğrencilerin empati kurması

ÖĞRETMENİN YAPACAĞI:

3.1. Hayal Kurma Yönergesi (1 dakika): Öğretmenin söyleyeceği: “Şimdi gözlerinizi kapatın. Kendinizi küçücük bir bakteri olarak zihninizde canlandırın. Bu bakteri güneş ışığının hiç ulaşamadığı, derin okyanus dibinde yaşıyor.”

3.2. İlk Kişisel Soru:

Soru: “Güneş ışığı olmayan bu dünyada nasıl hayatta kalırsınız?”

Öğrencileri konuşmaya teşvik edin.

Beklenen cevaplar: “Çevredeki kimyasal maddeleri bulur, kullanırım.”, “Topraktaki elementler ile beslenirim.”

Öğretmen tepkisi: “Harika! Aynen öyle. Peki hangi kimyasalları bulursunuz?”

3.3. İkinci Kişisel Soru:

Soru: “Çevrenizde hangi ‘atık maddeleri’ yadakullanılmayan maddeleri faydalı enerjiye çevirirsiniz?”

Öğrenciler yaratıcı cevaplar verse de kabul edin.

Gerekirse yönlendirin: “Hidrojen sülfür, amonyak gibi...”

3.4. Üçüncü Kişisel Soru:

Soru: “Güneş gören bitkilerle kendinizi karşılaştırdığınızda avantajınız nedir?”

Beklenen: “Karanlıkta yaşayabilirim”, “Her yerde bulunabilirim”...

ÇOK ÖNEMLİ: Bu aşamada yaratıcı, hatta çılgın cevapları teşvik edin. Bilimsel bağlantı kurun (SFKÖ1).

4. Sembolik Analogi Aşaması

AMAÇ: Kemosenteze sembolik isimler vermek

ÖĞRETMENİN YAPACAĞI:

4.1. Grup Oluşturma (1 dakika):

- 4'lü gruplar oluşturun.
- Her grup kemosentez için bir sembolik isim bulacak.

4.2. Grup Çalışması: Öğretmenin verdiği yönerge: “Kemosenteze bir lakap verin. Süper kahraman ismi gibi düşünün. Hangi özelliğini vurguluyor?”

Grupları dolaşırken kullanacağınız sorular:

- Bu ismi neden seçtiniz?
- Kemosentezin hangi özelliğini yansıtıyor?
- Başka alternatifleriniz var mı

4.3. Sunum ve Değerlendirme: Her grubun sunumundan sonra soracağınız sorular:

- Bu ismi hangi gerekçeyle verdiniz?
- Bilimsel olarak doğru mu?
- Diğer grupların isimleriyle karşılaştırın (**SFGE1**).

ÖRNEK SEMBOLLER VE DEĞERLENDİRME:

- “Karanlık Güç” → “Güzel! Işık kullanmamasını vurguluyor.”
- “Kimyasal Büyücü” → “Mükemmel! Dönüştürme yeteneğini gösteriyor.”
- “Çevre Temizlikçisi” → “Harika! Zararlı maddeleri temizlemesini ifade ediyor.”

5. Fantezi Analoji Aşaması

AMAÇ: Tam yaratıcı düşünme

ÖĞRETMENİN YAPACAĞI:

5.1. Fantezi Sorusu: Öğretmenin söyleyeceği: “Şimdi tamamen hayal dünyamıza dalıyoruz. Keşke insanlar da kemosentez yapabilseydi, dünya nasıl olurdu?”

5.2. Örnek Fantezi Cümleler: Öğretmen şu örnekleri verir:

- “Keşke çevre kirliliğinden beslenebilsek”
- “Metal ve sülfür yiyerek güçlenen süper kahramanlar olsaydık”
- “Zehirli gazları vitamin yapan sihirli güçlerimiz olsaydı”

5.3. Grup Fantezi Cümleleri:

- Her gruptan bir fantezi cümlesi istenir.
- Hızla cümleler dinlenir, teşvik edilir (**SFAY1**).

ÖĞRETMEN NOTU: Bu aşama tamamen eğlence odaklı. Her türlü yaratıcı fikri alkışlayın.

6. İlk Değerlendirme ve Geçiş

ÖĞRETMENİN SORACAĞI SORULAR:

1. “Hangi analoji size kemosentezi en iyi açıkladı?”
2. “Şimdi kemosentez hakkında hangi detayları merak ediyorsunuz?”
3. “Bu analogilerin bilimsel olarak doğru olup olmadığını nasıl öğrenebiliriz?”

GEÇİŞ CÜMLESİ: “Az önce harika analogiler kurdunuz. Şimdi bunların bilimsel gerçeklerle ne kadar uyumlu olduğunu araştıracağız.”

BÖLÜM 2: Araştırma ve Teknolojiye Dönüştürme

7. Bilgi Toplama Araçlarını Belirleme

ÖĞRETMENİN YAPACAĞI:

7.1. Araştırma İhtiyacını Vurgulama: Öğretmenin söyleyeceği: “Analogiler güzel ama bilimsel mi? Araştırmamız gerekiyor. Kemosentez hakkında nereden bilgi toplayabilirsiniz?”

7.2. Araştırma Araçları Listesi Oluşturma: Öğretmen tahtaya “Bilgi Kaynakları” yazar:

Öğrencilerden önerileri dinler ve eşleştirir.

- Bilimsel kitaplar
- Güvenilir internet siteleri
- Belgesel videolar
- Bilimsel makaleler
- Uzman görüşmeleri

7.3. Kaynak Güvenilirlik Eğitimi: Öğretmenin vereceği kontrol listesi: “Bir kaynağın güvenilir olup olmadığını nasıl anlarsınız?”

Tahtaya yazar:

- Yazarı belli mi? (Kim yazmış?)
- Bilimsel kaynak var mı? (Referans gösterilmiş mi?)
- Güncel mi? (Son 10 yıl içinde mi?)
- Tarafsız mı? (Objektif mi, ticari amaçlı mı değil mi?)
- Diğer kaynaklarla uyumlu mu? (Başka kaynaklar da aynı şeyi söylüyor mu?) **(SFARŞ1)**.

ÖĞRETMEN UYARISI: Dijital kaynaklardan yararlanabilirsiniz, ama bilimsel geçerliliği olan kaynaklar olmalı!

8. Analoji Doğrulama Araştırması

ÖĞRETMENİN YAPACAĞI:

8.1. Grup Görev Dağılımı: Her gruba farklı analoji verilir: **(SFARŞ1)**

- **Grup 1.** “Benzinli Jeneratör analojisini” araştır,
- **Grup 2.** “Geri dönüşüm işçisi analojisini” araştır,
- **Grup 3.** “Lityum pil ile çalışan elektrikli araçlar şarj istasyonu analojisini” araştır,
- **Grup 4.** “Sembolik isimlerinizi” araştır **(İFK1)**.

8.2. Araştırma Süreci:

ÖĞRETMENİN YAPACAĞI:

- Her 3 dakikada bir grupları ziyaret eder
- **Şu soruları sorar:**
 - Hangi kaynakları kullanıyorsunuz?
 - Bu kaynak güvenilir mi?
 - Analojiniz bilimsel gerçeklerle uyumlu mu?
 - Neyi değiştirmeniz gerekiyor?

GRUPLARLA İLGİLİ ÖZEL TALİMATLAR:

Grup 1 (Benzinli jeneratör analojisi):

- “Benzinli Jeneratör yakıt kullanır, kemosentez kimyasal madde. Benziyor mu?”
- “İkisi de kimyasal enerjiyi başka türe çeviriyor mu?”

Grup 2 (Geri dönüşüm analojisi):

- “Bakteriler zararlı maddeleri temizliyor mu?”
- “Geri dönüşüm gibi faydalı hâle getiriyor mu?”

Grup 3 (Lityum pil ile çalışan elektrikli araçlar şarj istasyonu analojisi):

- “İkisi de inorganik bileşiklerden elektronların transferi yolu ile enerji üretiyor mu?”
- “İkisi de yüksek yoğunluklu bir enerji kaynağı kullanıyor mu?”

8.3. Bilgi Doğrulama Tablosu (3 dakika): Öğretmen tahtaya tablo çizer:

Analoji	Bilimsel Gerçek	Uyumlu mu?	Neden?	Jeneratör

Gruplar kendi analogilerini değerlendirir (SFÜDD1).

ÖĞRETMENLER İÇİN ÖZEL NOTLAR:**Kemosentez Lityum Pil Şarj Cihazı (Elektron Transferi) İstasyonu Analogisinin Bilimsel Dayanağı:**

Kemosentez sürecini, hücre içindeki bir pil şarj cihazı gibi düşünebiliriz:

“Kullanılmış” Piller (İnorganik Kimyasallar): Kemosentetik bakteri, çevresinde bulunan düşük enerjili inorganik bileşikler [örneğin hidrojen sülfür (H_2S) veya amonyak (NH_3)] toplar. Bunlar, enerji sisteminin kullanabileceği daha fazla elektron taşıyan, ancak hücrenin direkt kullanmadığı “kullanılmış” pillerdir.

Şarj Cihazı (Oksitleme Enzimleri): Hücre, bu inorganik bileşikler bir dizi özel oksitleme enziminden geçirir. Bu enzimler, şarj cihazı görevi görür.

Enerji Dolumu (Elektron Transferi): Şarj cihazı, H_2S veya NH_3 'ü yavaşça “bozarak” (oksitleyerek) içindeki yüksek enerjili elektronları söküp alır. Bu elektronlar, hücre zarındaki bir “elektron taşıma zincirine” aktarılır.

Para Birimi Üretimi (ATP): Elektronlar bu zincir boyunca ilerlerken açığa çıkan enerji ile hücrenin temel enerji para birimi olan ATP (Adenozin Trifosfat) üretilir. ATP, daha sonra karbondioksit (CO_2) bağlama ve kendi besinini üretme (kendi karbonhidratını sentezleme) gibi yaşamsal faaliyetlerde kullanılır.

ZENGİNLEŞTİRME GRUBU İÇİN EK GÖREV: Hızlı çalışan gruplar: "Farklı kemosentetik bakteri türlerini karşılaştırın: sülfür, nitrat, metan bakterileri" (İFK2)

9. Teknolojiye Dönüştürme ve Ürün Geliştirme**ÖĞRETMENİN YAPACAĞI:**

9.1. Teknoloji Dönüşüm Görevi (1 dakika): “Harika! Analogileriniz bilimsel olarak doğru. Şimdi bu bilgileri teknolojiye çevirelim. Kemosentez bilginizi kullanarak çevre problemini çözün.” (ÜFD1)

9.2. Teknoloji Önerisi Geliştirme:

Her grup için özel yönergeler:

Grup 1 (Jeneratör analogisi): “Jeneratör gibi enerji üretiyor. Hangi çevre probleminde enerji lazım?”

Grup 2 (Geri dönüşüm analogisi):

“Zararlı maddeleri temizliyor. Hangi kirlilik problemi var?”

Grup 3 (Lityum pil ile çalışan elektrikli araçlar şarj istasyonu analogi): “Enerji depoluyor. Hangi yöntemle biyoşarj istasyonu yada kemobataarya sistemi kurulur?”

Grup 4 (Sembolik isim): “Siz sembolik düşündünüz. Bu bakteriler hangi süper güçleriyle insanlığa yardım eder?” (ÜFGHP1).

BEKLENEN CEVAPLAR VE ÖĞRETMENİN TEPKİLERİ:

- “Atık su temizleme” → “Mükemmel, nasıl çalışır?”
- “Metal kirlilik temizleme” → “Harika, hangi bakteriler kullanılır?”
- “Güneş almayan yerlerde enerji” → “Süper, nerede uygulanır?”

9.3. Hızlı Sunum: Her grup 30 saniyede:

- Analogisini
- Araştırma sonucunu
- Teknoloji önerisini sunar (**ÜFÜÇ1**).

SUNUM SIRASINDA ÖĞRETMENİN YAPACAĞI:

- “Bravo! İyi bağlantı kurdunuz”
- “Bu teknoloji gerçekten uygulanabilir mi?”
- “Hangi zorluklarla karşılaşırsınız?”

10. Final Değerlendirme ve Sentez

ÖĞRETMENİN SORACAĞI KAPANIŞ SORULARI:

10.1. Öğrenme Süreci Değerlendirmesi:

- “Analoji kurmak kemosentezi anlamanıza nasıl yardımcı oldu?”
- “Etkinliğin hangi aşamasında daha iyi öğrendiğinizi düşünüyorsunuz?”

10.2. Gelecek Bağlantıları:

- “Bu yöntemi başka konularda kullanabilir misiniz?”
- “Kemosentez bilginizi gerçek yaşamda nasıl kullanacaksınız?” (**SFÜDD2**)

KAPANIŞ CÜMLESİ: “Bugün hem yaratıcı düşündük hem bilimsel araştırma yaptık. Analogiler kurup araştırdık, teknolojiye çevirdik (**İFO1, ÜFSÜ1**).

ÖĞRETMENLER İÇİN ÖZEL NOTLAR

Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar:

YAPILMAMASI GEREKENLER	YAPILMASI GEREKENLER
Öğrencileri aceleye getirmeyin-yaratıcılık zaman ister	Her türlü yaratıcılığı alkışlayın- “İlginç!”, “Yaratıcı!” gibi
Yanlış analogileri hemen düzeltmeyin- önce neden öyle düşündüklerini sorun	Bilimsel bağlantıları sonunda kurun- önce hayal gücünü serbest bırakın
Sadece bir doğru cevap beklemeyin- çeşitli analogiler kabul edilebilir	Zaman yönetimini sıkı tutun- her aşama için kronometre kullanın
Sessizlik olunca hemen cevabı vermeyin-yönlendirici sorularla teşvik edin	Gruplar arasında dolaşıp soru sorun-grupları aktif tutun

Sık Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümleri:

1. SORUN: Öğrenciler analoji kuramıyor.

ÇÖZÜM: “Hangi meslekte benzer iş yapılır”, “Evde benzer bir durum var mı?” sorularıyla yönlendirin.

2. SORUN: Analogiler bilimsel olarak çok yanlış.

ÇÖZÜM: “İlginç yaklaşım, peki gerçekte nasıl olur?” diye gerçeğe karşılaştırmak

3. SORUN: Araştırma sırasında kayboluyorlar.

ÇÖZÜM: “Analojinizle ilgili ne buldunuz?” diye odaklamaya çalışın.

4. SORUN: Teknoloji önerisi çok basit kalıyor.

ÇÖZÜM: “Peki bu nasıl çalışır, hangi zorluklarla karşılaşacaksınız?” sorularıyla derinleştirin.

5. SORUN: Zaman yetiştiriyor.

ÇÖZÜM: Fantezi analojisi aşamasını kısaltın, doğrudan araştırmaya geçin. Güncel mi? Tarafsız mı?

8. Analoji Doğrulama Araştırması

Grup Araştırma Süreci:

Her grup kendi analojisini bilimsel verilerle kontrol eder

Çoklu kaynak karşılaştırması yapar (İFK1):

- **Grup 1.** “Benzinli Jeneratör” analojisi ne kadar doğru?
- **Grup 2.** “Geri dönüşüm işçisi” analojisi uygun mu?
- **Grup 3.** “Lityum pil şarj istasyonu” analojisi doğru mu?
- **Grup 4.** “Karanlık güç” sembolü bilimsel mi? (SFARŞ1).

Bilgi Doğrulama Tablosu Doldurma:

Bilimsel verilerle analojiler arası uyumluluğu analiz eder:

Analoji	Bilimsel Gerçek	Uyumlu mu?	Neden?	Jeneratör

Kimyasal enerjiyi biri elektriğe diğeri ATP'ye çevirir (SFÜDD1).

Zenginleştirme Grubu Ek Çalışma:

- Farklı kemosentetik bakteri türlerini detaylı karşılaştırır
- Sülfür, nitrit, nitrat, metan, demir bakterilerinin özelliklerini analiz eder (İFK2).

9. Teknolojiye Dönüştürme ve Ürün Geliştirme

Analojilerden Uygulamaya Dönüşüm:

- Araştırma bulgularını biyolojik iyileştirme (biyoremediasyon) teknolojilerine çevirir ve çevre problemleri için uygulamalar geliştirir (ÜFGHP1).
- **Kemosentez bilgilerini sentezleyerek teknoloji tasarlar: (SFÜDD2)**
 - “Geri dönüşüm işçisi” → Atık su arıtma bakterisi
 - “Kimyasal büyücü” → Metal kirlilik temizleme sistemi
 - “Karanlık güç” → Güneş almayan yerlerde enerji üretimi (ÜFD1).

Zenginleştirme Grubu Ek Dönüşüm:

- Bilimsel bilgileri uzay yaşamı keşif stratejilerine dönüştürür (ÜFD2).
- Mars'ta kemosentetik yaşam arama protokolü tasarlar.
- Uranüs/Neptün için atmosferi insan yaşamına uygun hale getirme protokolü tasarlar.
- Jüpiter'in uydusu İo için atmosferi iyileştirme protokolü tasarlar.

Kısa Teknoloji Sunumu:

- Her grup analoji → araştırma → teknoloji sürecini farklı formatlarda sunar.
- Analoji haritası, teknoloji broşürü, yaratıcı sunum seçenekleri arasından seçim yapar (ÜFÜÇ1).

10. Final Değerlendirme ve Sentez**Analoji Haritası Oluşturma:**

- Tüm analogileri ve araştırma bulgularını sistematik haritada organize eder.
- “Kemosentez Teknoloji Kataloğu” formatında özgün ürün sentezler (İFO1).

Bütünleştirme Soruları:

1. “Analoji kurmak kemosentezi anlamınıza nasıl yardımcı oldu?”
2. “Araştırma yaptıktan sonra analogilerinizde değişiklik yaptınız mı?”
3. “Bu bilgileri gerçek yaşamda nasıl kullanabilirsiniz?” (ÜFSÜ1)

Sinektik Süreç Değerlendirmesi:**Analoji Kurma Becerisi:**

- **Yaratıcılık:** Özgün ve ilginç benzetmeler kurabilme
- **Bilimsel doğruluk:** Analoginin gerçek süreçle uyumu
- **Anlaşırlılık:** Karmaşık süreci basitçe açıklayabilme

Bilgi Toplama ve Doğrulama:

- **Kaynak çeşitliliği:** Farklı türde kaynakları kullanabilme
- **Güvenilirlik kontrolü:** Kaynak kalitesini değerlendirebilme
- **Sistematik kayıt:** Bilgileri organize şekilde kaydedebilme

Sentez ve Dönüştürme:

- **Analoji transferi:** Analogilerden gerçek uygulamalar çıkarabilme
- **Teknolojik düşünme:** Bilimsel bilgiyi teknolojiye dönüştürebilme
- **Problem çözme:** Çevre problemleri için özgün çözümler geliştirme

Genel Rubrik:

4	Uzman	Çoklu karmaşık analogiler kurar, kemosentezi yaratıcı teknolojik uygulamalara dönüştürür, araştırma sürecini bağımsız yürütür.
3	Yetkin	Doğru analogiler geliştirir, sistematik bilgi toplar, temel teknoloji önerileri sunar.
2	Gelişen	Basit analogiler kurar, rehberlikle bilgi doğrular, standart uygulamalar önerir.
1	Başlangıç	Örneklerle analogileri anlar, temel bilgi toplar, basit bağlantılar kurar.

Değerlendirme**Kariyer Çıktısı**

- **Biyoteknoloji Mühendisi:** Mikrobiyal süreç tasarımı ve optimizasyonu
- **Çevre Mühendisi:** Biyolojik iyileştirme (bio-iyileştirme) teknolojileri geliştirme
- **Yaratıcı Düşünme Uzmanı:** Analoji kurma ve problem çözme becerileri
- **Eğitmen/Akademisyen:** Karmaşık bilimsel konuları anlaşılır hale getirme

Teknoloji Entegrasyonu

- **Online araştırma:** Güvenilir bilimsel veri tabanları kullanımı
- **Dijital haritalama:** Analoji şemaları ve kavram haritaları oluşturma
- **Sunum yazılımları:** Teknoloji katalogları ve yaratıcı sunumlar hazırlama
- **Görsel tasarım araçları:** İnfografik ve analoji haritaları oluşturma

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 1. KEMOSENTEZ ZENGİNLEŞTİRME ETKİNLİĞİ – ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ARAÇLARI**1. Derecelendirme Ölçeği****Yönerge**

Yönerge (Öğretmen için): Bu derecelendirme ölçeği, öğrencilerin kemosentez konusunu analogi kurma, bilgi toplama ve doğrulama, bilimsel gerekçelendirme ve teknolojiye dönüştürme süreçlerindeki performanslarını değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Her ölçüt 1 (Geliştirilmeli) ile 4 (Çok İyi) arasında puanlanır.

Değerlendirme Ölçütü	Geliştirilmeli (1)	Yeterli (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)	Puan
Analogi Kurma ve Yaratıcılık					
Bilgi Toplama ve Kaynak Güvenilirliği					
Bilgi Doğrulama ve Bilimsel Gerekçelendirme					
Sentez ve Teknolojiye Dönüştürme					
Bilimsel İletişim ve Sunum					

Değerlendirme Düzeyleri19-24: **Çok İyi**15-18: **İyi**11-14: **Yeterli**6-10: **Geliştirilmeli****EK 2. ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU**

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:/...../.....

Yönerge

Bu form, etkinlik sürecindeki bireysel öğrenme sürecinizi ve katkınızı değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyarak size en uygun seçeneği işaretleyiniz. Son bölümde yer alan açık uçlu sorulara kendi deneyiminizi yansıtan kısa cevaplar vermeniz beklenmektedir.

Değerlendirme Ölçütü	Her Zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren
Kemosentezi anlamak için özgün analogiler geliştirdim.	◇	◇	◇	◇
Araştırma yaparken kaynakların güvenilirliğini sorguladım.	◇	◇	◇	◇
Analogilerimin bilimsel doğruluğunu kontrol ettim.	◇	◇	◇	◇
Grup tartışmalarına bilimsel gerekçelerle katıldım.	◇	◇	◇	◇
Kemosentez bilgisini gerçek yaşam veya teknolojiyle ilişkilendirdim.	◇	◇	◇	◇

Kısa Yansıtma Sorusu:

Bu etkinlikte kemosentezi anlamama en çok katkı sağlayan aşama hangisiydi? Neden?

3. AÇIK UÇLU SORU TESTİ

Yönerge: Soruları bilimsel gerekçelere dayalı ve açık bir biçimde yanıtlayınız.

1. Kemosentezi açıklamak için geliştirilen analogilerden hangisi bilimsel açıdan en güçlüdür? Açıklayınız.

2. Kemosentez ile fotosentez arasındaki temel farkları enerji kaynağı ve elektron transferi açısından açıklayınız.

3. Kemosentetik bakterilerin çevre kirliliği sorunlarının çözümünde nasıl kullanılabileceğini örneklerle açıklayınız.

4. Araştırma sürecinde kullandığınız kaynakların güvenilirliğini nasıl değerlendirdiniz?

5. Eğer insanlar kemosentez yapabilseydi günlük yaşam ve teknoloji nasıl değişirdi?



ETKİNLİK 6

TEMA: ENERJİ

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.1.6. İnsanda enerji eldesi için sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin gerekliliği ile ilgili bilimsel çıkarım yapabilme		
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin niteliklerini tanımlar. b) İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin besinlerden enerji eldesi için gerekliliğiyle ilgili bilgileri/verileri toplar ve kaydeder. c) İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin besinlerden enerji eldesi için gerekliliğiyle ilgili topladığı bilgileri/verileri yorumlar ve değerlendirir.		
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	• Temel hücre yapısı ve işlevleri bilgisi • Enzim çalışma mekanizması kavrayışı • Temel kimyasal bağ türleri bilgisi • Veri toplama ve grafik yorumlama becerileri		
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	• Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler için sistem entegrasyonu odaklı yaklaşım • Analitik düşünme ve bilimsel çıkarım yapma becerilerinin geliştirilmesi • Gerçek yaşam problemleri ile ilişkilendirme ihtiyacı • Araştırma ve keşifçi öğrenme süreçlerinin desteklenmesi		
İçerik	Farklılaştırma Alanları		
	Soyutluk (İFS)	İFS1: Enerji dönüşümü olayları moleküler düzeyde incelenir ve termodinamik prensipleriyle ilişkilendirilir.	
	Karmaşıklık (İFK)	İFK1: İnsanda sindirim- emilim ve taşıma olaylarının etkileşimli çalışmasını gösteren matematiksel modeller hazırlanır.	
	Çeşitlilik (İFÇ)	İFÇ1: İnsanda organ-enzim-besin etkileşimlerinin sistemsel haritası çıkarılır.	
	Organizasyon (İFO)	İFO1: Sistem bozukluklarının diğer vücut sistemlerine etkileri gösteren bir harita hazırlanır.	
	Seçkin Kişiler (İFSK)		

BİYOLOJİ

10. SINIF

Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	SFÜDD1: Diabetes mellitus (şekerli şeker hastalığı) araştırılır. Bu hastalığın sistem çalışmasını nasıl bozduğu analiz edilir. SFÜDD2: Farklı canlı türlerinin sindirim organlarının hangi besinlere özgü sindirim enzimleri ürettiği araştırılır ve bu canlıların beslenme stratejileri değerlendirilir.
	Açık Uçluluk/ İlerletici Süreç (SFAU)	
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	SFKÖ1: Sindirim enzimlerinin aktivitesini etkileyen faktörler deneysel olarak araştırılır.
	Akıl Yürütme/ Kanıtlama (SFAY)	
	Seçimde Özgürlük (SFSÖ)	SFSÖ1: Üç kare (TİC-TAC-TOE) stratejisi ile öğrenme yolu planlanır.
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Bilimsel makaleler incelenerek enerji metabolizmasının araştırma yöntemleri incelenir.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	SFGE1: Uzman gruplar halinde sistem bozuklukları araştırılır ve diğer gruplara sunum yapılır.
Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Beslenme bozukluklarının sistem üzerindeki etkileri araştırılır ve analiz edilir.
	Gerçek Alıcı Kitle (ÜFGAK)	
	Ürün Değerlendirmesi (ÜFÜD)	
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: Elde edilen veriler infografik, video, poster, prototip gibi farklı ürün formatlarına dönüştürülür.
	Dönüşümler (ÜFD)	ÜFD1: Geleneksel sindirim sistemi şemasını etkileşimli sistem haritasına dönüştürülür. ÜFD2: Hastalık durumu verileri değerlendirilerek sağlık önerileri hazırlanır.
Fiziksel Öğrenme Ortamı Düzenlemeleri	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	FÖOD-OTÖ1: Öğrencilerin laboratuvarında bireysel yada gruplar hâlinde çalışmasına fırsat verilir.
	Tercihler (FÖOD-T)	
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	ÖMO1: Araştırma istasyonları ve işbirlikli çalışma alanları oluşturulur.

FARKLILAŞTIRILMIŞ ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	Enerji Yolculuğu: Sistemler Arası Entegrasyonun Keşfi
Konu	İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin enerji eldesi için uyum çalışması
Öğrenme Hedefleri	- Sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin niteliklerini sistemsel yaklaşımları tanımlar. - Bu süreçlerle ilgili bilgi/veri toplar, kaydeder ve bilimsel çıkarımlar yapar. - Sistem bozukluklarının etkilerini analiz ederek çözüm önerileri geliştirir. - Farklı türlerdeki benzer sistemlerle karşılaştırmalı değerlendirmeler yapar.
Disiplinler Arası Bileşenler	- Kimya: Enzimatik reaksiyonlar ve enerji dönüşümleri - Fizik: Difüzyon, osmoz ve aktif taşıma mekanizmaları - Matematik: Enerji hesaplamaları ve grafik analizi - Sağlık Bilimleri: Beslenme bozuklukları ve hastalık durumları
Materyaller	- Dijital mikroskop ve görüntüleme sistemi - Tablet/bilgisayar (araştırma için) - Model organlar ve sistem şemaları - pH metre, test tüpleri (enzim deneyi için) - Grafik malzemeleri ve sunum araçları
Süre	3 ders saati
Etkinlik Açıklaması	Öğrenciler "Üç Kare Stratejisi" kullanarak farklı yaklaşımlardan sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin entegre çalışmasını araştırarak. Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler sistem bozuklukları, evrimsel karşılaştırmalar ve ileri düzey analizler yapacak şekilde zenginleştirme etkinliklerine yönlendirilecek.
Uygulama Aşamaları	1. Giriş ve Odaklama 1.1. Sistemlerin Entegre Çalışması Hakkında Beyin Fırtınası - Öğrenciler 4'lü gruplar oluşturarak "Sabah kahvaltıda yediğin peynirli ekmek akşam spora gittiğinde nasıl enerji oluyor?" sorusunu tartışır (SFGE1). - Her grup düşüncelerini tahta üzerine yazarak sınıfla paylaşır. - Öğretmen farklı fikirleri birbirine bağlayarak "sistem entegrasyonu" kavramını vurgular. 1.2. "Bir Lokma Ekmek Nasıl Enerji Haline Gelir?" Problemi Sunumu - Gerçek bir ekmek parçası gösterilerek problematik durum oluşturulur. - Öğrencilerden bu süreçte kaç farklı sistem çalıştığını tahmin etmeleri istenir. "Bu süreçte bir aksama olursa ne olur?" ikinci problemi sunulur (ÜFGHP1). 1.3. Üç Kare Seçim Tablosunun Tanıtılması - Üç kare stratejisinin kuralları açıklanır (orta zorunlu, bitişik/çapraz 3 seçim) (SFSÖ1). - Her karede farklı yaklaşımların olduğu, öğrencilerin kendi ilgilerine göre seçim yapabileceği belirtilir. 5 dakika inceleme süresi verilir.

2. Üç Kare Etkinlik Seçimi ve Uygulama

Üç Kare Seçim Tablosu:

Sindirim sistemindeki enzimlerin çalışma koşullarını deneysel olarak araştır (SFKÖ1) pH metre ve test tüpleri kullanarak farklı pH değerlerinde pepsin aktivitesini test et. Sonuçları grafik haline getir.	İnsanda sindirim organlarının hangi besinlere özgü enzimleri ürettiğini araştırarak organ-enzim-besin haritası oluştur (SFÜDD2, FK1) Ağız, mide, pankreas, ince bağırsaktaki tüm enzimleri araştır. Hangi besinleri hangi organda hangi enzim parçalıyor? Sistemsel harita çiz.	Besin öğelerinin vücuttaki yolculuğunu adım adım takip eden akış kartı oluştur Karbonhidrat, protein ve yağın ağızdan hücreye kadar geçtiği tüm aşamaları görsel akış şeması olarak tasarla.
Şeker hastalığında sindirim-emilim-taşıma sistemlerinin nasıl etkilendiğini araştırarak hasta için öneri paketi hazırla (SFÜDD1, ÜFD2, İFO1) Tip 1 ve Tip 2 şeker hastalığında sistemlerin nasıl bozulduğunu araştır. Beslenme, ilaç ve yaşam tarzı önerilerini içeren hasta rehberi hazırla.	ZORUNLU: İnsanda sindirim, emilim ve taşıma süreçlerinin enerji eldesi için nasıl çalıştığını sistem şeması ile göster Üç sistemi tek bir şemada birleştirerek aralarındaki ilişkileri göster. Enerji dönüşüm aşamalarını belirt.	Kan şekerinin kontrolünde hangi organların nasıl çalıştığını araştır ve poster hazırla Pankreas, karaciğer ve hormonların kan şekeri düzenlenmesindeki rollerini araştır. Bilgi posterine dönüştür.
Sindirim sistemi hastalıklarının tanısında kullanılan modern teknolojileri araştır Endoskopi, kolonoskopi, biyopsi gibi tanı yöntemlerini araştır. Nasıl çalıştıklarını açıkla.	Probiyotiklerin sindirim sistemi üzerindeki etkilerini bilimsel makaleler inceleyerek değerlendir En az 3 güncel bilimsel makaleyi incele. Probiyotiklerin sindirim sağlığına etkilerini kanıt temelli değerlendir.	Beslenme bozukluklarının metabolizma üzerindeki etkilerini analiz ederek interaktif sunum hazırla (ÜFGHP1, ÜFD1, ÜFÇ1) Pankreas, karaciğer ve hormonların kan şekeri düzenlenmesindeki rollerini araştır. Bilgi posterine dönüştür.

2.1. Etkinlik Seçimi

- Öğrenciler bireysel olarak tercih ettikleri üç kareyi belirler.
- Öğretmen yüksek öğrenme düzeyine sahip öğrencilerin zenginleştirme karelerini seçip seçmediklerini kontrol eder.
- Gerekirse öğrenciyi yönlendirir.

2.2. Etkinlik Uygulama

- Öğrenciler seçtikleri etkinlikleri sırasıyla gerçekleştirir.
- Öğretmen grupları dolaşarak rehberlik sağlar.
- Araştırma yapanlar bilgisayar/tablet kullanır, deney yapanlar laboratuvar malzemelerini kullanır.

2.3. Ara Kontrol ve Geri Bildirim

- Her öğrenci/grup o ana kadar yaptıklarını kısaca sunar.
- Diğer öğrencilerden soru ve öneriler alınır.
- Öğretmen eksik kalan noktaları belirtir.

3. Ürün Geliştirme ve Dönüşüm

3.1. Ürün Formatına Dönüştürme,

Araştırma bulguları belirlenen formata göre şekillenir:

- Haritalar → Dijital infografiklere dönüştürülür (ÜFD1).
- Veriler Cambria Math Hasta önerileri formatına çevrilir.
- Bulgular Cambria Math Poster, sunum, video gibi çeşitli formatlara dönüştürülür (ÜFÜÇ1).

	3.2. Grup İçi Paylaşım - Aynı etkinliği seçen öğrenciler bulgularını birleştirerek daha kapsamlı ürün oluşturur (SFGE1). - Farklı etkinlik seçenlerin bulguları entegre edilerek sistem bütünlüğü sağlanır. 4. Değerlendirme ve Yansımaya 4.1. Sistemsel Yaklaşımın önemi üzerine öz değerlendirme "Hangi etkinlik size sistemler arası bağlantıyı en iyi kavratmış?" sorusu sorulur. - Öğrenciler kendi öğrenme süreçlerini değerlendirir. - Seçim yapmanın öğrenmeye katkısı tartışılır. 4.2. Gelecek Araştırmalara Yönelik Soru Geliştirme - Her öğrenci etkinlik sonunda aklında oluşan yeni bir araştırma sorusu paylaşır. - Bu sorular sınıfın ileriki dersleri için kaynak oluşturur.
Değerlendirme	Bu etkinlikte değerlendirme süreci, öğrencilerin enerji dönüşümlerini sistemler arası ilişkiler bağlamında inceleme, bilimsel verilerle açıklama, görsel ürünle ifade etme ve grup içinde işbirliği kurma becerilerini bütüncül biçimde ölçmek amacıyla planlanmıştır. Değerlendirme süreci iki araçla yürütülmüştür: Ek 1. Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı Bu araç hem süreci hem de ürünü değerlendirir. Öğrencilerin araştırma ve gözlem becerileri, verileri yorumlama, disiplinler arası ilişki kurma, yaratıcılık ve dijital ürün kalitesi ölçülür. Ölçütler; bilimsel doğruluk, veri analizi, sistem entegrasyonu, ürün estetiği ve işlevselliği ile bilimsel iletişim boyutlarını içerir. Ek 2. Öz Değerlendirme Formu Öğrencilerin öğrenme süreci boyunca sergiledikleri sorumluluk, katılım, gözlem doğruluğu ve disiplinler arası düşünme becerilerini yansıtmak amacıyla kullanılır. Bu form, öğrencinin kendi öğrenme sürecini değerlendirmesine, güçlü yönlerini ve geliştirmesi gereken alanları fark etmesine yardımcı olur. Bu iki araç birlikte kullanılarak hem süreç hem ürün temelli değerlendirme yapılmış, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerileri entegre biçimde ölçülmüştür.
Kariyer Çıktısı	Tıp/Sağlık Bilimleri: Hastalık mekanizmalarını anlama Beslenme Uzmanı: Metabolik süreçleri değerlendirme Biyomedikal Mühendisliği: Sistem entegrasyonu yaklaşımı Araştırmacı: Bilimsel yöntem ve analiz becerileri
Teknoloji Entegrasyonu	Dijital mikroskop: Hücre düzeyinde yapı-işlev ilişkisi gözlemi Online veri tabanları: Bilimsel makale araştırması (SFARŞ1) Grafik tasarım araçları: İnfografik ve poster oluşturma (ÜFÜÇ1) Sunum yazılımları: İnteraktif sunumlar (ÜFD1) Simülasyon programları: Sistem modellemesi (İFK1)

BİYOLOJİ

10. SINIF

Ek 1. ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI (ENTEGRE SÜREÇ VE ÜRÜN DEĞERLENDİRMESİ)**Etkinlik Adı:** Enerji Yolculuğu: Sistemler Arası Entegrasyonun Keşfi**Yönerge**

Bu puanlama anahtarı, öğrencilerin 'Enerji Yolculuğu' etkinliği kapsamında yürüttükleri araştırma, veri analizi, sistem entegrasyonu, grup çalışması ve ortaya koydukları ürünü (ör. dijital poster, infografik veya görsel model) değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Her ölçüt, 1 (Geliştirilmeli) ile 4 (Çok İyi) arasında puanlanır. Değerlendirme hem süreci (katılım, analiz, işbirliği) hem de ürünü (yaratıcılık, düzen, bilimsel doğruluk) kapsar.

Değerlendirme Ölçütü	Geliştirilmeli (1)	Yeterli (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)	Puan
Bilimsel Doğruluk ve Kavramsal Tutarlılık	Kavramlarda hata vardır.	Kavramlar genel hatlarıyla doğru ancak yüzeyseldir.	Kavramlar çoğunlukla doğru ve anlamlı ilişkilendirilmiştir.	Kavramlar doğru, derinlemesine açıklanmış ve sistematik biçimde ilişkilendirilmiştir.	
Sistemler Arası Entegrasyon ve Analiz Becerisi	Sistemler arası ilişki kurulmamıştır.	İlişki kısmen açıklanmıştır.	Sistemler arası bağlantılar doğru ve açıklayıcıdır.	Entegrasyon özgün, çok boyutlu ve yaratıcı biçimde sunulmuştur.	
Veri Analizi ve Bilimsel Yorumlama	Veriler eksik veya yanlış yorumlanmıştır.	Veriler doğru ancak yüzeysel analiz edilmiştir.	Veriler anlamlı şekilde analiz edilip yorumlanmıştır.	Verilerden derinlemesine çıkarımlar yapılmış, hata payı tartışılmıştır.	
Ürün (Görsel/ Dijital Sunum) Kalitesi	Ürün düzensiz, eksik veya anlaması güçtür.	Ürün yeterli düzen ve açıklığa sahiptir.	Ürün düzenli, anlaşılır ve yaratıcıdır.	Ürün profesyonel biçimde hazırlanmış, bilimsel içeriğiyle etkileyicidir.	
Bilimsel İletişim ve İşbirliği	Grup içi iletişim zayıf, görev paylaşımı yetersizdir.	İşbirliği vardır ancak sınırlıdır.	Grup içinde etkili iletişim ve görev paylaşımı sağlanmıştır.	Grup dinamikleri güçlü, iletişim açık, görev paylaşımı etkili biçimde yürütülmüştür.	

Toplam Puan:**Puanlama Aralığı ve Yorum:****17-20: Çok İyi** – Bilimsel süreçler tam uygulanmış, ürün üst düzeydedir.**13-16: İyi** – Süreç ve ürün bilimsel doğruluk taşır, küçük geliştirmeler gerekebilir.**9-12: Yeterli** – Katılım vardır, analiz derinliği artırılmalıdır.**5-8: Geliştirilmeli** – Bilimsel süreç ve ürün yeterli değildir.

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 2. ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:/...../.....

Etkinlik Adı: Enerji Yolculuğu: Sistemler Arası Entegrasyonun Keşfi**Yönerge**

Aşağıdaki ifadeleri okuyunuz ve öğrenme sürecinizdeki durumunuzu en iyi yansıtan seçeneği işaretleyiniz.

Değerlendirme Ölçütü	Her Zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren
Değerlendirme Ölçütü	◇	◇	◇	◇
Enerji dönüşüm süreçlerini anlamak için aktif araştırma yaptım.	◇	◇	◇	◇
Farklı sistemler arasındaki ilişkiyi açıklayabildim.	◇	◇	◇	◇
Verilerimi dikkatli bir şekilde topladım ve analiz ettim.	◇	◇	◇	◇
Grup içi çalışmalarda görevimi zamanında yerine getirdim.	◇	◇	◇	◇
Ürünümü bilimsel doğruluk ve görsel düzen açısından özenle hazırladım.	◇	◇	◇	◇
Etkinlik sonucunda enerji sistemleri arasındaki bağlantıları daha iyi kavradım.	◇	◇	◇	◇



ETKİNLİK 1

TEMA: YAŞAM

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.1.8. Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerini karşılaştırabilme	
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin özellikleri belirler. b) Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin benzerlikleri listeler. c) Farklı besin gruplarından enerji eldesi süreçlerine ilişkin farklılıkları listeler. Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri • Karbohidrat, protein ve yağ metabolizmasının temel özellikleri • Metabolik yolların ortak basamakları ve farklılaştığı noktalar • ATP üretimindeki miktar ve verimlilik farkları • Metabolik düzenleme mekanizmaları ve kontrol noktaları • Metabolik hastalıkların moleküler temelleri	
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	• Temel hücresel solunum bilgisi (8. sınıf düzeyinde) • ATP'nin enerji taşıyıcı molekül olduğu kavrayışı • Enzim çalışma mekanizması temel bilgisi • Karşılaştırmalı analiz yapabilme becerisi • Grafik ve tablo okuma becerileri	
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	• Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler için biyokimyasal mekanizmaları derinlemesine anlama • Metabolik hastalıklar perspektifinden sistem bozukluklarını değerlendirme • Endüstriyel ve biyoteknolojiyle ilişkilendirme ihtiyacı • Teorik bilgiyi gerçek yaşam problemlerine uygulayabilme	
İçerik	Farklılaştırma Alanları	
	Soyutluk (İFS)	İFS1: Zor seviyede ATP verimi hesaplamaları ve karbon dönüşüm oranları gibi kinetik hesaplamalarını yapar.
	Karmaşıklık (İFK)	İFK1: Orta seviyede metabolik hastalıkların çoklu sistem etkilerini değerlendirip hastalık-metabolizma ilişkisini analiz eder. İFK2: Zor seviyede farklı mikroorganizma türlerini karşılaştırarak endüstriyel optimizasyon faktörlerini değerlendirir.
	Çeşitlilik (İFÇ)	İFÇ1: Üç farklı seviyede (temel karşılaştırma, hastalık analizi, endüstriyel uygulama) çalışır.
	Organizasyon (İFO)	İFO1: Tüm seviyelerin bulgularını birleştirerek metabolik bilgileri sistemsel yaklaşımla organize eder.
	Seçkin Kişiler (İFSK)	

BİYOLOJİ

10. SINIF

Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	SFÜDD1: Orta seviyede diabetes, fenilketonüri vakalarından normal metabolizma ile hastalıklı durumu karşılaştırarak çıkarım yapar. SFÜDD2: Zor seviyede metabolik verimlilik ve maliyet analizini sentezleyerek optimum üretim koşullarını belirler.
	Açık Uçluluk/ İlerletici Süreç (SFAU)	
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	SFKÖ1: Tüm seviyelerde kendi metabolik parametrelerini belirleyip hipotez kurarak araştırır.
	Akıl Yürütme/ Kanıtlama (SFAY)	SFAY1: Temel seviyede metabolik verileri kullanarak beslenme önerilerini gerekçelendirir.
	Seçimde Özgürlük (SFSÖ)	
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Morfolojik analiz matrisini sistematik olarak kullanarak bilimsel karşılaştırma yapar.
	Grup Etkileşimi (SFGİ)	SFGİ1: Seviye bazlı gruplar arasında rotasyon yaparak bilgi paylaşır.
Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Orta seviyede metabolik hastalık risk değerlendirmesi yaparak gerçek hasta vakaları için çözüm geliştirir.
	Gerçek Alıcı Kitle (ÜFGAK)	
	Ürün Değerlendirmesi (ÜFÜD)	
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	ÜFSÜ1: Zor seviyede tüm bulgularını "Kişiselleştirilmiş Metabolizma Rehberi" formatında özgün ürüne sentezler.
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: Her seviyede farklı formatlarda ürün oluşturur (kimlik kartları, hastalık raporu, endüstriyel proje.)
	Dönüşümler (ÜFD)	ÜFD1: Orta seviyede metabolik hastalık analizi sonuçlarını "Hasta Danışmanlık Raporu" ve beslenme önerilerine dönüştürür. ÜFD2: Zor seviyede laboratuvar metabolizma verilerini endüstriyel biyoyakıt üretim protokolüne çevirir.
Fiziksel Öğrenme Ortamı Düzenlemeleri	Ortamın Tanımı ve Önemi (FÖOD-OTÖ)	
	Tercihler (FÖOD-T)	
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	ÖMO1: Seviye bazlı çalışma istasyonları ve kaynak erişim alanları oluşturulur.

FARKLILAŞTIRILMIŞ ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	"Metabolik Dedektifler: Besin Gruplarının Enerji Şifreleri - Çok Seviyeli Analiz"
Konu	Karbohidrat, protein ve yağ metabolizmasının karşılaştırmalı analizi ve gerçek yaşam uygulamaları
Öğrenme Hedefleri	- Farklı besin gruplarının metabolik özelliklerini sistematik olarak analiz eder. - Metabolik benzerlikleri ve farklılıkları bilimsel yöntemlerle belirler. - Metabolik verileri kullanarak gerçek yaşam problemlerine çözüm önerileri geliştirir. - Biyokimyasal bilgileri sağlık ve endüstri uygulamalarına dönüştürür.
Disiplinler Arası Bileşenler	- Kimya: Biyokimyasal reaksiyonlar ve enzim kinetikleri - Matematik: ATP verimi hesaplamaları ve optimizasyon modelleri - Tıp: Metabolik hastalıklar ve tanı yöntemleri - Mühendislik: Biyoyakıt üretimi ve fermentasyon teknolojileri
Materyaller	- A3 morfolojik analiz matrisi şablonları (seviye bazlı) - Renkli kalem, yapışkanlı notlar, flipchartkâğıtları - Metabolik yolak diyagramları ve bilgi kartları - Tablet/laptop (araştırma için) - Metabolik hastalık vaka örnekleri (zenginleştirme için) - Endüstriyel fermentasyon verileri (zenginleştirme için) - Hesap makinesi (ATP hesaplamaları için)
Süre	3 ders saati
Etkinlik Açıklaması	Öğrenciler Kademeli Etkinlikler Stratejisi kullanarak üç farklı seviyede besin grupları metabolizmasını analiz eder. Temel seviyede morfolojik analiz ile karşılaştırma, orta seviyede hastalık durumlarının analizi, zor seviyede endüstriyel uygulamalar ve optimizasyon çalışmaları yapar.
Uygulama Aşamaları	1. Giriş ve Seviye Belirleme 1.1. Metabolik Güç Gösterisi - Öğretmen elinde üç besin örneği (ekmek-karbohidrat, et-protein, tereyağı-yag) tutar. "Bu üç besin 100 gram olarak vücuda girdiğinde hangisi daha fazla enerji verir?" sorusunu sorar. - Öğrencilerin tahminleri alınır: "Ekmek: __ ATP, Et: __ ATP, Tereyağı: __ ATP" "Bugün bu sorunun cevabını bilimsel yöntemlerle bulacağız ve sonuçları farklı amaçlara dönüştüreceğiz." denir. 1.2. Kademeli Etkinlik Sistemi Tanıtımı - Üç seviye açıklanır: Temel: Metabolik karşılaştırma ve benzerlik-farklılık analizi Orta: Hastalık durumlarında metabolizma değişimleri Zor: Endüstriyel optimizasyon ve biyoteknolojiyle ilişkilendirme - Öğrenciler kendi seviyelerini seçer, yüksek öğrenme düzeyindekiler zor seviyeye yönlendirilir. - Her seviyenin kendine özgü çıktıları olduğu belirtilir.

2. Seviye Bazlı Grup Oluşturma ve Çalışma**TEMEL SEVİYE: Metabolik Karşılaştırma Analizi**

Hedef: Temel morfolojik analiz ile besin grupları metabolizmasını karşılaştırır.

2.1. Parametre Belirleme ve Matris Hazırlama**Grup Oluşumu:**

- 4-5 kişilik homojen gruplar oluşturulur (**ÖMO1**).
- Her gruba A3 boyutunda temel seviye morfolojik analiz şablon sayfası verilir.
- Parametre Belirleme Süreci:
- Gruplar kendi aralarında "Besin gruplarını karşılaştırmak için hangi özellikler önemli?" sorusunu sistematik araştırma yöntemiyle tartışır.
- Bilimsel karşılaştırma yapmak için uygun parametreleri belirler (**SFARŞ1**).
- Örnek parametreler (başlangıç maddesi, karbon sayısı, ilk metabolik adım, son ürünler, ATP miktarı, oksijen ihtiyacı, gerçekleştiği hücre bölümü) sunulur.

Her grup kendi matrisindeki parametreleri listeler ve gerekçelendirir (**SFAY1**).

2.2. Morfolojik Matris Doldurma**Araştırma Süreci:**

- Gruplar karbohidrat, protein ve yağ sütunlarını ders kitabı ve kaynaklardan sistematik olarak araştırarak doldurur (**SFARŞ1**).
- Her parametre için üç besin grubunun özelliklerini bilimsel yöntemle kaydeder.
- Öğretmen gruplar arasında dolaşarak rehberlik eder.

Matris Tamamlama:

- Her grup kendi belirlediği parametreler doğrultusunda hipotez kurarak araştırır (**SFKÖ1**).
- "Hangi besin grubu daha verimli?" sorusuna veri toplama ile cevap arar.

2.3. Benzerlik-Farklılık Analizi**Benzerlik Tespiti:**

- Gruplar yeşil kalemle ortak özellikleri işaretler.
- Metabolik verileri kullanarak benzerlikleri gerekçelendirir: "Her üç metabolizmada da CO_2 ve H_2O oluşur çünkü..." (**SFAY1**)
- "Metabolik Benzerlikler Panosu" oluşturulur.

Farklılık Tespiti:

- Gruplar kırmızı kalemle farklılıkları işaretler (**SFAY1**).
- Her besin grubunun ayırt edici özelliğini metabolik verilerle destekler.
- "Metabolik Kimlik Kartları" hazırlar ve beslenme önerilerini gerekçelendirir.

2.4. Sunum ve Değerlendirme

- Her grup bulgularını 2 dakikada sunar.
- Temel seviye çıktısı: Gruplar "Besin Grupları Karşılaştırma Raporu" hazırlar.

ORTA SEVİYE: Metabolik Hastalık Analizi

Hedef: Hastalık durumlarında metabolizma değişimlerini analiz eder.

2.1. Vaka Temelli Başlangıç**Hastalık Vakalarının Sunumu:**

- Her gruba gerçek metabolik hastalık vakaları verilir ve hasta vakaları için çözüm geliştirir:
 - **Grup 1.** Diabetesmellitus (glikoz metabolizma bozukluğu)
 - **Grup 2.** Fenilketonüri (protein metabolizma bozukluğu)
 - **Grup 3.** Karnitine yetmezliği (yağ metabolizma bozukluğu)
 - Gerçek hasta örnekleri: "18 yaşında Ayşe'de kandaki glikoz düzeyi sürekli yüksek..." verilir (ÜFGHP1).

Hipotez Geliştirme:

- "Bu hastalık hangi metabolik yolu etkiliyor?" sorusuna kendi parametrelerini belirleyip hipotez kurar (SFKÖ1).
- "Normal metabolizma ile nasıl farklılaşıyor?" araştırmasını planlar.
- "Hangi parametrelerde değişiklik bekliyoruz?" tahminlerini yapar.

2.2. Hastalıklı vs. Normal Metabolizma Matrisi**Karşılaştırmalı Analiz:**

- Gruplar diabetesmellitus, fenilketonüri vakalarından yola çıkarak normal metabolizma ile hastalıklı durumu sistematik olarak karşılaştırır (SFÜDD1).
- Her hastalık için etkilenen metabolik parametreleri çıkarım yaparak belirler.
- Araştırma kaynakları: "bilgi kartları, alanyazın taraması" kullanılır.

Çıkarım Süreci:

- "Neden bu hastalıkta bu parametre değişiyor?" sorusuna biyokimyasal gerekçelerle cevap verir.
- Hastalığın diğer metabolik yollara etkilerini analiz eder (SFÜDD1).

2.3. Risk Değerlendirmesi ve Çözüm Önerileri**Metabolik Sonuç Analizi:**

- Hastalığın diğer metabolik yollara etkisini çıkarım yaparak değerlendirir (SFÜDD1).
- "Domino etkisi" Glikoz sorunu → Yağ metabolizmasına geçiş haritalandırır.

Müdahale Stratejileri

- Metabolik hastalık analizi sonuçlarını "Hasta Danışmanlık Raporu" biçimine dönüştürür.
- "Bu hastaya hangi besin gruplarını ne oranlarda önerirsiniz?" sorusuna bilimsel gerekçelerle cevap verir.
- Beslenme önerilerine çevirir ve yaşam tarzı değişiklikleri önerir (ÜFD1).

2.4. Hasta Danışmanlık Raporu Hazırlama

- "Metabolik Hastalık Yönetim Planı" hazırlar (ÜFÜÇ1).
- Her grup kendi hastası için farklı formatlarda öneriler sunar.
- Orta seviye çıktısı: "Hastalık Analizi ve Müdahale Raporu"

ZOR SEVİYE: Endüstriyel Metabolizma Optimizasyonu

Hedef: Metabolik bilgileri endüstriyel uygulamalara dönüştürür.

2.1. Biyoteknolojik Problem Tanıtımı (15 dakika)**Endüstriyel Senaryolar:**

- **Grup 1.** Biyoethanol üretimi optimizasyonu (karbohidrat tabanlı)
- **Grup 2.** Mikrobiyal protein üretimi (tek hücre proteini)
- **Grup 3.** Biyodizel üretimi (yağ temelli yakıt)

Problem Çerçevesi:

- "Hangi besin grubundan en verimli üretim yapabiliriz?" hipotezini kurar ve araştırır (**SFKÖ1**).
- "Maliyet-verim dengesini nasıl optimize ederiz?" parametrelerini belirler.
- "Çevresel etki nasıl minimize edilir?" sorusunu araştırma yöntemiyle inceler.

2.2. İleri Seviye Metabolik Analiz**Kinetik ve Verimlilik Hesaplamaları:**

- ATP verimi hesaplamaları ve karbon dönüşüm oranları gibi kinetik hesaplamalarını yapar (**İFS1**).
- Karbon verimliliği hesaplanır: (Çıkan karbon/Giren karbon)
- Enerji dönüşüm oranlarını matematiksel olarak belirler.

Çoklu Faktör Optimizasyonu:

- Farklı mikroorganizma türlerini karşılaştırarak endüstriyel optimizasyon faktörlerini değerlendirir (**İFK2**).
- Sıcaklık, pH, substrat konsantrasyonu etkilerini sistematik analiz eder.
- Ekonomik faktörleri (hammadde maliyeti, enerji tüketimi) hesaplamalarına dâhil eder.

2.3. Endüstriyel Uygulama Protokolü Geliştirme**Optimizasyon Modeli Oluşturma:**

- Metabolik verimlilik ve maliyet analizini sentezleyerek optimum üretim koşullarını belirler.
- Matematiksel formül geliştirir: Verimlilik = f(substrat, sıcaklık, pH, süre) (**SFÜDD2**)
- Alternatif senaryolar karşılaştırması yapar.

Prototip Üretim Planı:

- Laboratuvar metabolizma verilerini endüstriyel biyoyakıt üretim protokolüne çevirir.
- Pilot tesis tasarımını metabolik bulgulara dayandırır.
- Üretim aşamalarını ve kalite kontrol noktalarını planlar (**ÜFD2**).

2.4. İnovasyon Sunumu

- Her grup kendi endüstriyel çözümünü "TÜBİTAK projesi" formatında sunar (**ÜFÜÇ1**).
- Tüm bulgularını "Endüstriyel Biyoteknoloji Projesi ve İş Planı" formatında özgün ürüne sentezler (**ÜFSÜ1**).
- Zor seviye çıktısı: Öğrenciler "Endüstriyel Biyoteknoloji Projesi ve İş Planı" hazırlar.

3. Seviyeler Arası Bilgi Paylaşımı ve Entegrasyon (15 dakika)**3.1. Hızlı Rotasyon Sunumları (10 dakika)****Çapraz Bilgi Paylaşımı:**

- Her seviyeden bir temsilci diğer seviyelere bulgularını özetler ve seviye bazlı gruplar arasında değişim yaparak bilgi paylaşır:
 - **Temel seviye:** "Metabolik karşılaştırmada en şaşırtıcı bulgu"
 - **Orta seviye:** "En kritik hastalık etkisi ve çözüm önerisi"
 - **Zor seviye:** "En yenilikçi endüstriyel uygulama" (**SFGE1**)

Birleştirme Süreci:

- Tüm seviyelerin bulgularını birleştirerek metabolik bilgileri sistemsel yaklaşımla organize eder (**İFO1**).
- Farklı bakış açılarının nasıl birbirini desteklediğini değerlendirir.

3.2. Bütünsel Değerlendirme

- "Hangi seviyenin bulgularını günlük yaşamınızda en çok kullanacaksınız?" tartışması yürütülür.
- Seviyelerin birbirine nasıl destek olabileceğinin değerlendirilir.
- Gelecek araştırma sorularının belirlenir.

4. Sonuç ve Meta-Bilişsel Değerlendirme**4.1. Öğrenme Sürecine Dair Öz Değerlendirme**

Öğrencilerden aşağıdaki Öz Değerlendirme Formunu doldurmaları istenir.

Adı Soyadı:		Sınıfı:		No:	
Hangi seviyede çalışmak sizin için daha etkili oldu ve neden?					
.....					
.....					
Aynı konuyu farklı perspektiflerden bakmanın ne gibi avantajları oldu?					
.....					
.....					

	4.2. Gelecek Bağlantıları Öğrenciler; • "Bu metabolik bilgileri hangi gelecek konularla bağlayabiliriz?" • "Kendi sağlığını için bugün öğrendiklerinizden ne uygulayacaksınız?" gibi sorulara cevap vererek gelecek konularla bağlantı kurar.
Değerlendirme	Bu etkinlikte değerlendirme süreci, öğrencilerin karbohidrat, protein ve yağ metabolizmalarını karşılaştırma, metabolik süreçleri analiz etme, hastalık ve endüstriyel senaryoları yorumlama ve bilimsel bulguları özgün bir ürüne dönüştürme becerilerini ölçmek amacıyla tasarlanmıştır. Değerlendirme süreci iki araçla yürütülmüştür: • Ek 1. Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı Bu araç, öğrencilerin araştırma süreci, bilimsel akıl yürütme, veri analizi, disiplinler arası bağlantı kurma ve üretilen ürünün (rapor, poster, rehber vb.) bilimsel ve estetik kalitesi açısından performansını ölçer. Ölçütler; bilimsel doğruluk, veri analizi ve çıkarım, sistemsel entegrasyon, ürün özgünlüğü ve sunum kalitesi ile bilimsel iletişim boyutlarını içerir. • Ek 2. Öz Değerlendirme Formu Öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini yansıtmalarını, hangi düzeyde çalışırken daha etkili olduklarını fark etmelerini ve bilimsel düşünme becerilerini öz değerlendirme yoluyla gözlemlmelerini sağlar. Bu iki araç birlikte kullanılarak süreç-ürün bütünlüğü sağlanmış, öğrencilerin bilişsel, duyuşsal ve psikomotor becerileri çok boyutlu olarak değerlendirilmiştir.
Kariyer Çıktısı	• Beslenme Uzmanı: Metabolik analiz ve kişiselleştirilmiş beslenme planlaması • Biyomedikal Mühendis: Metabolik hastalık tanı sistemi geliştirme • Biyoteknolog: Endüstriyel fermentasyon ve biyoyakıt üretimi • Araştırmacı: Sistem biyolojisi ve metabolik ağ analizleri
Teknoloji Entegrasyonu	• Online araştırma: Metabolik hastalık veritabanları ve güncel araştırmalar • Hesaplama araçları: ATP verimi ve optimizasyon hesaplamaları • Görselleştirme: Metabolik yolak diyagramları ve etkileşimli grafikler • Simülasyon programları: Endüstriyel süreç optimizasyonu (zor seviye) • Sunum araçları: Çoklu ortam sunumları ve dijital posterler

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 1. ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI (SÜREÇ+ÜRÜN DEĞERLENDİRMESİ)**Etkinlik Adı:** Metabolik Dedektifler: Besin Gruplarının Enerji Şifreleri – Çok Seviyeli Analiz**Yönerge**

Bu puanlama anahtarı, öğrencilerin metabolik süreçleri analiz etme, hastalık ve endüstri senaryolarında çözüm üretme, elde ettikleri bilimsel verileri karşılaştırma ve özgün bir ürüne dönüştürme becerilerini değerlendirmek için kullanılır. Her ölçüt, 1 (Geliştirilmeli) ile 4 (Çok İyi) arasında puanlanır. Değerlendirme hem süreci (analiz, işbirliği, çıkarım) hem de ürünü (rapor, rehber, poster vb.) kapsar.

Değerlendirme Ölçütü	Geliştirilmeli (1)	Yeterli (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)	Puan
Bilimsel Doğruluk ve Kavramsal Tutarlılık	Kavramlar hatalı veya yüzeyseldir.	Temel bilgiler doğru ancak eksiktir.	Bilimsel kavramlar doğru ve açıklayıcı biçimde kullanılmıştır.	Bilgiler doğru, ilişkisel ve disiplinler arası bağlantılar güçlüdür.	
Veri Analizi ve Çıkarım Becerisi	Veriler eksik veya yanlış yorumlanmıştır.	Veriler doğru ancak analiz yüzeyseldir.	Veriler anlamlı şekilde analiz edilmiştir.	Verilerden yaratıcı, kanıta dayalı çıkarımlar yapılmıştır.	
Sistemsel Entegrasyon ve Düşünme Derinliği	Sistemler arası bağlantı kurulmamıştır.	Bağlantılar sınırlı düzeydedir.	Sistemler arası ilişkiler doğru ve açıklayıcıdır.	Entegrasyon çok boyutlu, yenilikçi ve sentez düzeyindedir.	
Ürün (Rapor / Poster / Rehber) Kalitesi ve Özgünlüğü	Ürün düzensiz ve sınırlı içeriklidir.	Ürün düzenli ancak özgünlük sınırlıdır.	Ürün anlaşılır, yaratıcı ve bilimsel olarak tutarlıdır.	Ürün profesyonel, yenilikçi ve üst düzey sentez içerir.	
Bilimsel İletişim ve İşbirliği	Grup içi iletişim zayıf, görev paylaşımı net değildir.	Görev paylaşımı vardır ancak sınırlı düzeyde işbirliği sağlanmıştır.	Grup içinde etkili iletişim kurulmuş ve görev paylaşımı yapılmıştır.	Grup koordinasyonu güçlü, iletişim ve sunum etkileyicidir.	

Toplam Puan:**Puanlama Aralığı ve Yorum:****17-20: Çok İyi** – Üst düzey bilimsel analiz ve özgün ürün.**13-16: İyi** – Bilimsel yaklaşım yeterli, küçük geliştirmeler gerekebilir.**9-12: Yeterli** – Süreç katılımı var, derinlik artırılmalı.**5-8: Geliştirilmeli** – Süreç ve ürün yeterli değil.

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 2: ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:/...../.....

Etkinlik Adı: ATP Dedektifleri

Değerlendirme Ölçütü	Her Zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren
Deney tasarımı sürecine aktif katıldım.	◇	◇	◇	◇
Hipotezimi bilimsel gerekçelerle destekledim.	◇	◇	◇	◇
Deney verilerini doğru ve dikkatli kaydettim.	◇	◇	◇	◇
Bulgularımı analiz ederek anlamlı sonuçlar çıkardım.	◇	◇	◇	◇
Hibernasyon ve hipotermi örnekleriyle bağlantı kurabildim.	◇	◇	◇	◇
Grup içinde işbirliği ve görev paylaşımına özen gösterdim.	◇	◇	◇	◇
Deney sonuçlarını görsellerle etkili biçimde sundum.	◇	◇	◇	◇



ETKİNLİK 1

TEMA: ENERJİ

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.1.9. Fermantasyon ile ilgili deney yapabilme
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) Fermantasyon ile ilgili deney tasarlar. b) Tasarladığı deneyden elde ettiği sonuçların analizini yapar ve bu sonuçları fermantasyonu açıklamak için kullanır. Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri - Fermantasyon türleri ve metabolik yolları - Mikroorganizmaların fermantasyondaki rolleri - Çevresel faktörlerin fermantasyona etkileri - Deney tasarımı prensipleri ve değişken kontrolü - Veri toplama ve analiz yöntemleri
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	- Temel mikroorganizma bilgisi - Enzim çalışma mekanizması kavrayışı - Deney tasarımıda değişken kontrolü anlayışı - pH kavramı ve ölçüm becerileri - Grafik çizme ve veri yorumlama becerileri
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	- Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler için çok değişkenli deney tasarımı - Sistematik gözlem ve kayıt tutma becerilerinin geliştirilmesi - Endüstriyel uygulamalarla ilişkilendirme ihtiyacı - Biyokimyasal süreçlerin moleküler düzeyde anlaşılması
İçerik	Farklılaştırma Alanları
	Soyutluk (İFS) İFS1: Fermantasyon süreçleri biyokimyasal yollar düzeyinde analiz edilerek, analiz sonuçları verilere dönüştürülür.
	Karmaşıklık (İFK) İFK1: Fermantasyon olaylarındaki çoklu değişkenlerin (pH, tuz, sıcaklık, glikoz miktarı) eşzamanlı etkileri sistematik olarak hazırlanan deneylerle araştırılır. İFK2: Endüstriyel fermantasyon koşulları ile laboratuvar koşulları karşılaştırılır ve sonuçlar veriye dönüştürülür.
	Çeşitlilik (İFÇ) İFÇ1: Farklı mikroorganizma türlerinin fermantasyon kapasiteleri karşılaştırılır.
	Organizasyon (İFO) İFO1: Fermantasyon süreçlerinin iyileştirilmesi için öneriler sunulur ve sistemli bir yaklaşım geliştirilir.
	Seçkin Kişiler (İFSK)

BİYOLOJİ

10. SINIF

Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	SFÜDD1: Deney sonuçları değerlendirilerek biyokimyasal mekanizmaları çıkarım yapılarak açıklanır. SFÜDD2: Farklı fermantasyon türlerinin avantaj-dezavantajlarını değerlendirilir.
	Açık Uçluluk/ İlerletici Süreç (SFAU)	SFAU1: Birden fazla çözüm yolu sunan problemlere odaklanılır.
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	SFKÖ1: Özgün hipotezler geliştirilir ve bu hipotezler test edilir.
	Akıl Yürütme/ Kanıtlama (SFAY)	SFAY1: Gözlem verilerinden hareketle genel prensipler ortaya konur.
	Seçimde Özgürlük (SFSÖ)	
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Bilimsel yöntemle deneyler tasarlama ve uygulama becerileri geliştirilir.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	SFGE1: Farklı seviye grupları arasında elde edilen bilgiler paylaşılır.
Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Elde edilen ham veriler en iyi duruma getirilir ve iyileştirme protokolüne dönüştürülür.
	Gerçek Alıcı Kitle (ÜFGAK)	
	Ürün Değerlendirmesi (ÜFÜD)	
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	ÜFSÜ1: Özgün fermantasyon protokolü ve iyileştirme kılavuzu hazırlanır.
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: Yapılan çalışmanın süreci ve elde edilen sonuçları rapor, poster, protokol, video gibi farklı ürün biçimlerine dönüştürülür.
	Dönüşümler (ÜFD)	ÜFD1: Ham veriler iyileştirme protokolüne dönüştürülür. ÜFD2: Deney sonuçları endüstride kullanılabilecek uygulama önerilerine çevrilir.
Fiziksel Öğrenme Ortamı Düzenlemeleri	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	FÖOD-OTÖ1: Öğrencilerin laboratuvarında bireysel yada gruplar hâlinde çalışmasına fırsat verilir.
	Tercihler (FÖOD-T)	
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	ÖMO1: Laboratuvar çalışma istasyonları oluşturulur ve grup çalışma alanları belirlenir.

FARKLIlaştırılmış ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	Fermantasyon Laboratuvarı: Mikroorganizmalarla Deney Tasarımı ve İyileştirilmesi
Konu	İki fermantasyon türünün (etil alkol ve laktik asit) deneysel araştırılması ve optimizasyonu
Öğrenme Hedefleri	- Fermantasyon ile ilgili özgün deney tasarımları ve uygulamaları. - Çevresel faktörlerin fermantasyona etkilerini sistematik olarak araştırır. - Deney sonuçlarını analiz ederek fermantasyon mekanizmalarını açıklar. - Bulgularını endüstriyel uygulamalara dönüştürerek çözüm önerileri geliştirir.
Disiplinler Arası Bileşenler	- Kimya: Biyokimyasal reaksiyonlar ve pH değişimleri - Matematik: İstatistiksel analiz ve optimizasyon hesaplamaları - Mühendislik: Süreç optimizasyonu ve kalite kontrolü - Gıda Teknolojisi: Endüstriyel fermantasyon uygulamaları
Materyaller	- Dijital termometre - pH metre - pH indikatörleri - Test tüpleri, erlenmayer, ölçü silindirleri - İstant maya (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>) - Süt - Ev yoğurdu - Glikoz - Tuz - Sitrik asit - Kalsiyum karbonat - Işık mikroskobu ve lameller - Fenol kırmızısı - Fenolftaleyn çözeltisi - Dijital terazi - Kronometre
Süre	4 ders saati
Etkinlik Açıklaması	- Öğrenciler "Kademeli Etkinlikler Stratejisi" kullanarak kendi seviyelerine uygun fermantasyon deneyleri tasarlayacak ve uygulayacaklar. - Temel seviyede basit gözlem ve kayıt, orta seviyede çok değişkenli analiz, zor seviyede en etkin endüstriyel iyileştirme çalışmaları yapacaklar.

Uygulama Aşamaları**1. Giriş ve Seviye Belirleme****1.1. Fermantasyon Kavramının Aktivasyonu**

- Öğretmen "Evde ekmek mayalayan anne/büyükanne neden içine şeker koyar?" sorusunu sorar.
- Öğrenciler günlük yaşamdan fermantasyon örnekleri paylaşır.
- Etil alkol ve laktik asit fermantasyonunun temel farkları açıklanır.

1.2. Kademeli Etkinlik Sisteminin Tanıtılması

- Üç seviye (temel-orta-zor) gösterilir ve her seviyenin hedefleri açıklanır.
- Öğrenciler kendi seviyelerini belirler veya öğretmen yönlendirir.
- Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler zor seviyeye otomatik yönlendirilir.

2. Seviye Belirleme ve Grup Oluşturma**Kademeli Etkinlik Seviyeleri:****Temel Seviye,**

- **Hedef:** Fermantasyon sürecini gözlemlemek ve temel kayıtlar tutar (**SFKÖ1**).
- **Görev:** Ekmek mayası ile basit etil alkol fermantasyonu ve yoğurt kültürü ile laktik asit fermantasyonu deneyi yapar (**SFARŞ1**).
- **Çıktı:** Gözlem tablosu ve temel sonuçlar raporu hazırlar.

Orta Seviye

- **Hedef:** Çevresel faktörlerin fermantasyona etkilerini sistematik araştırma yapar.
- **Görev:** pH, sıcaklık, tuz ve glikoz değişkenlerinin her iki fermantasyon türüne etkisini kontrollü deney ile test eder (**SFÜDD1**).
- **Çıktı:** Karşılaştırmalı analiz raporu ve grafikleri hazırlar (**SFAY1**).

Zor Seviye

- **Hedef:** Fermantasyon süreçlerini daha da iyileştirerek endüstriyel uygulamalar geliştirir (**İFS1**).
- **Görev:** Farklı mikroorganizma suşları (besiyerleri) ile deney yapmak, optimum koşulları belirlemek ve endüstriyel uygulama protokolü geliştirir (**İFK2, ÜFD1**).
- **Çıktı:** Optimizasyon protokolü ve endüstriyel uygulama önerisi yapar (**ÜFD2**).

3. İlk Hafta - Deney Kurulumu ve Başlangıç Gözlemleri (80 dakika)**3.1. Deney Tasarımı ve Planlama (25 dakika)****Temel Seviye:**

- Öğretmen rehberliğinde basit deney protokolü hazırlanır.
- 2 ana deney (maya-şeker, yoğurt-süt) kurulur (**SFÜDD2**).
- Temel gözlem parametreleri belirlenir (koku, kabarcık, renk değişimi).

Orta Seviye:

- 4 değişken için kontrol grupları tasarlanır (pH: 4-6-8, Sıcaklık: 20-30-40°C, Tuz: % 0-2-5, Glikoz: % 0-5-10).
- Her değişken için 3 farklı değer test edilir.
- Toplam 24 deney tüpü kurulur (**FÖOD-OTÖ1**).

Zor Seviye:

- Farklı maya suşları araştırılır (instant, taze, farklı markalar) (**ÜFSÜ1**).
- Probiyotik bakteriler için farklı kültürler test edilir.
- Endüstriyel fermantasyon koşulları ile karşılaştırmalı protokol tasarlanır (**İFK1**).

3.2. Deney Kurulumu

- Tüm seviyeler kendi protokollerine göre deney kurulumu yapar (**SFARŞ1**).
- Başlangıç ölçümleri alınır (pH, sıcaklık, başlangıç ağırlıkları).
- Mikroskopik gözlem için ilk preparatlar hazırlanır (**ÖMO1**).

3.3. İlk Gözlemler ve Kayıt (15 dakika)

- 2 saatlik gözlem periyodu başlatılır.
- Her seviye kendi kayıt formlarını doldurur.
- Gruplar arası ilk bilgi paylaşımı yapılır.

4. İkinci Hafta - Veri Toplama ve Analiz (50 dakika)**4.1. Son Ölçümler ve Gözlemler (20 dakika)**

- 1 hafta sonraki nihai ölçümler alınır.
- CO₂ üretimi değerlendirilir (balon şişmesi, kireç suyu testi).
- pH değişimleri kaydedilir.
- Mikroskopik son gözlemler yapılır.

4.2. Seviye Bazlı Analiz Süreci (25 dakika)**Temel Seviye:**

- Gözlem sonuçları tablolara aktarılır.
- "Hangi fermantasyon daha hızlı gerçekleşti?" sorusuna cevap aranır.
- Temel sonuçlar özet rapor halinde yazılır (**SFAY1**).

Orta Seviye:

- Her değişken için grafik çizilir (**SFÜDD1**).
- İstatistiksel karşılaştırma yapılır (**İFK1**).
- "Hangi koşullar fermantasyonu en çok etkiler?" sorusuna analitik cevap verilir.
- Optimum koşullar belirlenir.

Zor Seviye:

- Farklı besiyerlerin performans karşılaştırması yapılır (**SFÜDD2**).
- Endüstriyel koşullarla laboratuvar sonuçları analiz edilir (**İFS1**).
- Maliyet-verimlilik analizi gerçekleştirilir.
- Optimizasyon algoritması geliştirilir (**ÜFD1**).

4.3. Gruplar Arası Bilgi Paylaşımı

- Her seviyeden temsilci bulgularını özetler.
- Çapraz öğrenme gerçekleşir.
- Sorular ve tartışma yapılır (**SFGE1**).

5. Ürün Geliştirme ve Dönüşüm (15 dakika)**5.1. Seviye Bazlı Ürün Oluşturma****Temel Seviye:**

- Gözlem raporu ve basit poster hazırlar (ÜFÜÇ1).
- Fermantasyonun günlük yaşamdaki yerini açıklar.

Orta Seviye:

- Detaylı analiz raporu ve grafik seti hazırlar.
- "Evde optimum fermantasyon koşulları" rehberi oluşturur.

Zor Seviye:

- "Endüstriyel Fermantasyon İyileştirme Protokolü" geliştirir (ÜFD2).
- Gıda şirketi için uygulama önerisi hazırlar (ÜFSÜ1).
- Patent benzeri dokümantasyon oluşturur (ÜFGHP1).

5.2. Çapraz Sunum ve Değerlendirme

- Her seviyeden bir grup diğerlerine sunum yapar.
- Farklı yaklaşımların avantajları tartışılır.
- Gerçek yaşam uygulamaları için öneriler geliştirilir.

6. Değerlendirme ve Yansımaya**6.1. Seviye Bazlı Öz Değerlendirme**

Öğrencilerden aşağıdaki Öz Değerlendirme Formunu doldurmaları istenir.

Adı Soyadı:		Sınıfı:		No:	
Bu çalışmada neler yaptım ve kendi seviyemde ne kadar başarılı oldum?					
.....					
.....					
Bu çalışmada neler öğrendim ve bir üst seviyeye geçmek için ne öğrenmem gerekiyor?					
.....					
.....					

6.2. Bilimsel Yöntem Vurgusu

Deney tasarımının önemi pekiştirilir.

Gelecekte yapılabilecek fermantasyon araştırmalarına yönelik hipotez geliştirir.

Değerlendirme	Bu etkinlikte değerlendirme süreci, öğrencilerin fermantasyon olayını deneysel olarak tasarlama, değişkenleri kontrol etme, veri toplama ve analiz etme, biyokimyasal mekanizmaları açıklama ve endüstriyel uygulamalara dönüştürme becerilerini ölçmek amacıyla planlanmıştır. Değerlendirme, hem öğrencilerin laboratuvar sürecindeki performanslarını hem de ürettikleri ürünlerin bilimsel ve estetik kalitesini ölçen iki araçla yürütülmüştür: • Ek 1 Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı Bu araç, öğrencilerin fermantasyon deneyini tasarlama, uygulama, verileri analiz etme ve sonuçları endüstriyel uygulamalara dönüştürme becerilerini değerlendirir. Ölçütler; bilimsel doğruluk, deneysel tasarım ve değişken kontrolü, veri analizi ve yorumlama, ürün kalitesi ve özgünlüğü ile bilimsel iletişim boyutlarını kapsar. • Ek 2: Öz Değerlendirme Formu Öğrencilerin, kendi deneysel süreçlerine yönelik farkındalıklarını geliştirmeleri, hangi seviyede daha etkili olduklarını anlamaları ve sonraki aşamalara yönelik hedef belirlemeleri amacıyla kullanılır. Bu araçlar birlikte kullanılarak hem süreç hem ürün temelli değerlendirme yapılmış, öğrencilerin bilişsel (analiz, sentez), duyuşsal (sorumluluk, merak) ve psikomotor (deneysel uygulama) becerileri çok boyutlu biçimde ölçülmüştür.
Kariyer Çıktısı	Gıda Mühendisliği: Süreç optimizasyonu ve kalite kontrolü Biyomühendislik: Biyoteknolojik üretim süreçleri Araştırmacı: Deneysel tasarım ve analiz becerileri Girişimci: Fermantasyon tabanlı ürün geliştirme
Teknoloji Entegrasyonu	Dijital ölçüm araçları: Hassas pH ve sıcaklık takibi Mikroskop kameraları: Mikroorganizma gözlemlerinin dijital kaydı Grafik yazılımları: Veri analizi ve görselleştirme Online veritabanları: Endüstriyel fermantasyon koşulları araştırması Simulation programları: Optimizasyon modellemesi (zor seviye için)

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 1. ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI (SÜREÇ+ÜRÜN ODAKLI)**Etkinlik Adı:** Fermantasyon Laboratuvarı: Mikroorganizmalarla Deney Tasarımı ve İyileştirilmesi**Yönerge**

Bu rubrik, öğrencilerin farklı seviyelerde yürüttükleri fermantasyon deneylerinde bilimsel süreç basamaklarını uygulama, değişkenleri kontrol etme, verileri analiz etme, sonuçları yorumlama ve elde edilen çıktıları (rapor, grafik, protokol, rehber vb.) bilimsel bir ürüne dönüştürme becerilerini değerlendirmek için kullanılır. Her ölçüt 1 (Geliştirilmeli) – 4 (Çok İyi) arasında puanlanır. Değerlendirme, süreci (katılım, analiz, işbirliği) ve ürünü (rapor, optimizasyon protokolü, sunum) birlikte kapsar.

Değerlendirme Ölçütü	Geliştirilmeli (1)	Yeterli (2)	İyi (3)	Çok İyi (4)	Puan
Bilimsel Doğruluk ve Kavramsal Tutarlılık	Kavramlarda hata vardır.	Temel kavramlar doğru ancak yüzeyseldir.	Kavramlar doğru, deneysel süreçle ilişkilidir.	Kavramlar doğru, ilişkilendirilmiş ve derinlemesine açıklanmıştır.	
Deney Tasarımı ve Değişken Kontrolü	Deney adımları eksik veya hatalıdır.	Deney kurulumu temel düzeyde uygundur.	Değişken kontrolü sağlanmış, deney sistematik yürütülmüştür.	Deney özgün biçimde tasarlanmış, çok değişkenli kontrol sağlanmıştır.	
Veri Analizi ve Bilimsel Yorumlama	Veriler eksik veya hatalı analiz edilmiştir.	Veriler doğru ancak yorum yüzeyseldir.	Veriler anlamlı analiz edilip yorumlanmıştır.	Verilerden sentez düzeyinde çıkarımlar yapılmış, hata payı tartışılmıştır.	
Ürün (Rapor / Poster / Protokol) Kalitesi ve Özgünlüğü	Ürün eksik, düzensiz veya yüzeysel hazırlanmıştır.	Ürün bilimsel doğruluk içerir ancak özgün değildir.	Ürün yaratıcı, anlaşılır ve bilimsel açıdan tutarlıdır.	Ürün profesyonel düzeyde hazırlanmış, yenilikçi öneriler içermektedir.	
Bilimsel İletişim ve İşbirliği	Grup içi iletişim zayıf, görev paylaşımı belirsizdir.	Görev paylaşımı yapılmış, sınırlı etkileşim vardır.	Grup içinde etkili iletişim ve bilimsel paylaşım sağlanmıştır.	Grup koordinasyonu güçlü, iletişim açık ve sunum etkileyicidir.	

Toplam Puan:**Puanlama Aralığı ve Yorum:****17-20: Çok İyi** – Bilimsel süreçler tam uygulanmış, ürün üst düzeydedir.**13-16: İyi** – Süreç ve ürün bilimsel doğruluk taşır, küçük geliştirmeler gerekebilir.**9-12: Yeterli** – Katılım vardır, analiz derinliği artırılmalıdır.**5-8: Geliştirilmeli** – Bilimsel süreç ve ürün yeterli değildir.

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 2. ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

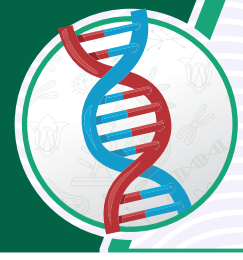
Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:/...../.....

Etkinlik Adı: ATP Dedektifleri

Değerlendirme Ölçütü	Her Zaman	Genellikle	Bazen	Nadiren
Deney tasarımı sürecine aktif katıldım.	◇	◇	◇	◇
Hipotezimi bilimsel gerekçelerle destekledim.	◇	◇	◇	◇
Deney verilerini doğru ve dikkatli kaydettim.	◇	◇	◇	◇
Bulgularımı analiz ederek anlamlı sonuçlar çıkardım.	◇	◇	◇	◇
Hibernasyon ve hipotermi örnekleriyle bağlantı kurabildim.	◇	◇	◇	◇
Grup içinde işbirliği ve görev paylaşımına özen gösterdim.	◇	◇	◇	◇
Deney sonuçlarını görsellerle etkili biçimde sundum.	◇	◇	◇	◇



ETKİNLİK 1

TEMA: EKOLOJİ

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.2.1. Ekosistemin cansız ve canlı bileşenleri arasındaki ilişkileri çözümleyebilme
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) Ekosistem bileşenlerini tanımlama, canlı-cansız ayrımı yapma, basit ilişkileri belirleme b) Besin ağları modelleme, senaryo analizi, ilişkilendirme, koruma stratejileri önerme c) Sistem dinamikleri simülasyonu, çok kriterli karar analizi, paydaş analizi, politika önerisi raporu
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	• Öğrenci, canlı ve cansız kavramlarını ayırt edebilir. • Öğrenci, temel enerji kavramını anlar. • Öğrenci, besin zinciri temel kavramını bilir. • Öğrenci, grafik okuma ve yorumlama becerisi sergiler. • Öğrenci, grup çalışmasına yatkınlık gösterir
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	• Farklı öğrenme stillerine (görsel-uzamsal, bedensel-kinestetik, mantıksal-matematiksel) hitap eden çeşitli etkinlikler • Hazır bulunuşluk düzeyine göre farklılaştırılmış görevler (basamaklandırma) • Somuttan soyuta geçiş yapabilen içerik organizasyonu • Gerçek hayat bağlamları (Salda Gölü, Türkiye ekosistemleri) ile ilişkilendirme • Üst düzey düşünme becerilerini (analiz, sentez, değerlendirme) geliştirmeye yönelik görevler • Ürün çeşitliliği sunarak öğrenci tercihlerine alan açma
İçerik	Farklılaştırma Alanları
	Soyutluk (İFS) İFS1: Öğrenciler somut görsellerden başlayarak (ekosistem fotoğrafları) soyut ilişkilere (enerji akışı, bileşen etkileşimleri) geçiş yapılıır. İFS2: Analoji ve metafor kullanarak ekosistem gibi karmaşık sistemleri soyut kavramlarla (orquestra, fabrika, internet) ilişkilendirilir. İFS3: Basamaklandırılmış etkinliklerde Seviye 1'den 3'e doğru somut belirleme görevlerinden (bileşen listeleme) soyut sistem dinamikleri simülasyonuna ve politika analizine geçilir.
	Karmaşıklık (İFK) İFK1: Matematiksel analiz ve veri yorumlama ile enerji transferi hesaplamaları, Türkiye ekosistemlerinin çok değişkenli karşılaştırması yapılır. İFK2: Analoji ile ekosistem makine karşılaştırması yaparak karmaşık sistem düşüncesi geliştirilir (tasarım vs. kendiliğinden gelişim, öngörülebilirlik vs. dinamizm). İFK3: Öğrenciler çoklu paydaşlı, çok kriterli karar analizleri yapar, sistem dinamiği simülasyonları geliştirir ve karmaşık sosyoekolojik sistemleri analiz edilir.

BİYOLOJİ

10. SINIF

	Çeşitlilik (İFÇ)	İFÇ1: Salda Gölü gibi yerel/ulusal bağlam örneği kullanılarak Türkiye'nin ekosistemleri (Karadeniz, Akdeniz, İç Anadolu, Doğu Anadolu) disiplinler arası (coğrafya, çevre bilimi, sosyal bilimler) bağlantılarıyla ele alınır.
	Organizasyon (İFO)	İFO1: İçerik, çoklu zekâ kuramına göre organize edilmiş istasyonlarla (görseluzamsal, bedenselkinestetik, mantıksalmatematiksel) farklı öğrenme yolları sunulur.
Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	SFÜDD1: Her istasyonda analiz ve sentez düzeyinde görevler verilir (bileşen belirleme → ilişki analizi → sistem etkileri tahmini). SFÜDD2: Analoji kurulur, karşılaştırma yapılır ve sentez oluşturmaları sağlanır (ekosistemorquestra benzerliği ve farkları belirleme) SFÜDD3: Bloom taksonomisinin farklı basamaklarında (bilgi, uygulama, analiz, sentez, değerlendirme) görevler ile üst düzey düşünme becerileri geliştirilir.
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	SFKÖ1: Görsel gözlem ve keşif, rol yapma ile deneysel simülasyonlar yapmalarına fırsat verilir (ekosistem bileşenlerini canlandırma ve senaryo uygulama).
	Akıl Yürütme/ Kanıtlama (SFAY)	SFAY1: Benzerlik ve farklılıkları mantıksal olarak açıklamaları, kanıtlarla desteklemeleri istenir (ekosistemmakine karşılaştırması). SFAY2: Senaryo analizi, nedensonuç ilişkileri kurma, karar matrisi oluşturma ve çok kriterli değerlendirme yapılır. SFAY3: Birden fazla çözüm yolu sunan açık uçlu senaryolar (kuraklık, kirlilik, istilacı türler) ve çoklu koruma stratejileri geliştirilir.
	Seçimde Özgürlük (SFSÖ)	SFSÖ1: Farklı zekâ alanlarına hitap eden istasyonlarda öğrenciler kendi güçlü yönlerine göre farklı öğrenme yolları deneyimleyebilir.
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Seviye 3'te araştırma metodolojisi, veri analizi, rapor yazma, kaynakça oluşturma gibi bilimsel araştırma becerilerini uygulamalarına katkı sağlanır.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	SFGE1: Grup rotasyonu sistemi ile tüm istasyonları sırayla gezerek işbirlikli öğrenme, rol dağılımı, akran öğretimi deneyimi tercih edilebilir.

BİYOLOJİ

10. SINIF

Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Salda Gölü'nün gerçek koruma sorunları (turizm baskısı, kirlilik, iklim değişikliği) üzerinde çalışma yapılır.
	Gerçek Alıcı Kitle (ÜFGAK)	ÜFGAP12: Ürünler sınıf arkadaşlarına, öğretmenlere ve velilere sunularak gerçek bir dinleyici kitlesine ulaşmaları sağlanır.
	Ürün Değerlendirmesi (ÜFÜD)	ÜFÜD1: Seviye bazlı Analitik Dereceli Puanlama Anahtarları ile farklılaştırılmış değerlendirme yapılır (Seviye 1: 30 puan, Seviye 2: 50 puan, Seviye 3: 100 puan) yapılır. ÜFÜD2: Her ürün türüne özgü değerlendirme kriterleri belirlenir (belgesel için teknik kalite, günlük için empati, simülasyon için kod kalitesi vb.).
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	ÜFSÜ1: Yaratıcı ve orijinal ürünler oluşturmalarına fırsat tanınır (özgün şarkı/rap sözleri, birinci şahıs ekosistem günlüğü, podcast serisi, ekosistem simülasyon oyunu).
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: Zihin haritası, belgesel, fiziksel/dijital model, şarkı/rap, oyun, günlük, podcast, simülasyon gibi 8 farklı ürün formatı sunularak çeşitlilik teşvik edilir.
	Tercihler (FÖOD-T)	FÖÖDT1: Öğrenciler bireysel çalışma veya grup çalışması, sessiz veya işbirlikli alan tercihleri yapabilir, ortam değişken ve esnek tutulur.
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	FÖODÖMO1: İstasyon düzeni ile öğrenciler kendi hızlarında keşfederek öğrenir, öğretmen yönlendirici rol üstlenir. FÖODÖMO2: Farklı alanlar oluşturulur: İstasyon alanları (aktif öğrenme), sessiz köşe (bireysel çalışma), iş birliği alanı (grup çalışması), sunum alanı (paylaşım)

FARKLIlaştırILMIŞ ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	Ekosistem Bileşenleri ve İlişkileri: Farklılaştırılmış Öğrenme Deneyimleri
Konu	Ekosistemler ve Canlı-Cansız Bileşenler Arası İlişkiler Alt Konular • Ekosistem bileşenlerinin belirlenmesi ve sınıflandırılması • Canlı bileşenler: üreticiler, tüketiciler, ayrıştırıcılar • Cansız bileşenler: su, sıcaklık, ışık, toprak, pH, mineraller • Besin zincirleri, besin ağları ve trofik düzeyler • Enerji akışı ve enerji transferi (%10 kuralı) • Madde döngüleri (su, karbon, azot) • Ekosistem dengesi ve dinamikleri • Türkiye ekosistemlerinin coğrafi ve ekolojik özellikleri • Ekosistem üzerindeki insan etkileri ve koruma stratejileri
Öğrenme Hedefleri	Öğrenme Hedefleri Öğrenciler ekosistem bileşenlerini belirler, bileşenler arasındaki ilişkileri analiz eder ve farklı zorluk düzeylerindeki ekosistem problemlerine çözüm üretir. Etkinlikler boyunca öğrenciler • Farklı öğrenme stillerine uygun yollarla (görsel, bedensel, matematiksel) ekosistem kavramlarını keşfeder. • Hazır bulunuşluk düzeylerine göre basamaklandırılmış görevlerle çalışır. • Kendi tercihlerine göre ürün formatı seçerek öğrendiklerini yaratıcı şekilde ifade eder. • Öğrenme süreçlerini izleyerek üstbilgi becerilerini geliştirir. • Ekosistem koruma konusunda duyarlılık ve sorumluluk bilinci kazanır.
Disiplinler Arası Bileşenler	Matematik: enerji transferi hesaplamaları, yüzdelik oranlar, trofik düzey analizleri, grafik oluşturma ve yorumlama, istatistiksel veri analizi, çok kriterli karar matrisi oluşturma Coğrafya: Türkiye'nin coğrafi bölgeleri ve ekosistem çeşitliliği, iklim özellikleri, toprak tipleri, uydu görüntüleri ile mekansal analiz, koruma alanları ve sürdürülebilir turizm Görsel Sanatlar: infografik tasarımı, poster ve zihin haritası oluşturma, renk kodlaması, görsel düzenleme, dijital tasarım araçları kullanımı Müzik: ritim ve ezgi oluşturma (ekosistem şarkısı/rap), ses kaydı ve düzenleme, podcast üretimi Beden Eğitimi: rol yapma, bedensel ifade, hareket ve koordinasyon, simülasyon gösterileri Bilişim Teknolojileri: dijital araçların kullanımı (Canva, Padlet, Google Earth Engine), kodlama ve simülasyon yazılımları (Scratch, Python), veri görselleştirme Türkçe/Dil ve Anlatım: bilimsel rapor yazma, analitik düşünme ve argüman geliştirme, sunum becerileri, hikâye anlatımı (günlük, podcast) Sosyal Bilimler: paydaş analizi, toplumsal karar alma süreçleri, çıkar çatışmaları yönetimi, politika geliştirme, sürdürülebilir kalkınma Kimya: toprak pH değerleri, kimyasal bileşenler, madde döngüleri (karbon, azot) Fizik: enerji dönüşümleri, ısı transferi, ışık ve fotosentez

Materyaller**Materyaller****Görsel ve Basılı Materyaller**

- Farklı ekosistem görselleri/posterleri (orman, göl, çöl, deniz, Salda Gölü)
- Türkiye ekosistem haritaları ve fotoğrafları
- Renkli kartonlar (A4, 4 farklı renk)
- Keçeli kalemler, yapıştırıcı, makas
- Etiketler ve yapışkan notlar
- Orkestra görselleri (Sinektik etkinliği için)

Etkinlik Materyalleri

- Rol kartları (güneş, su, toprak, üretici, tüketici, ayrıştırıcı) 10 takım
- İpler/kurdeleler (enerji akışı gösterimi için)
- Senaryo kartları (15 adet kuraklık, kirlilik, istilacı tür vb.)
- Veri tabloları ve grafikler (30 kopya)
- Hesap makineleri
- Besin ağı şablonları
- KWL çizelgeleri
- Kavram haritası şablonları

Teknoloji ve Dijital Araçlar

- Tablet/Bilgisayar (her istasyonda en az 1, toplam minimum 5 cihaz)
- Projeksiyon cihazı ve beyaz tahta
- İnternet erişimi
- Dijital araçlar: Canva, Padlet, Mentimeter, Google Earth Engine, PhET Simülasyonları, EcoMUVE, Flipgrid
- Podcast araçları: Audacity, Anchor.fm
- Simülasyon yazılımları: Scratch, NetLogo, Python (isteğe bağlı)
- Video çekim cihazları (tablet/telefon)

Değerlendirme Materyalleri

- Analitik dereceli puanlama anahtarları (her öğrenci için kopya)
- İstasyon gözlem formları
- Çıkış bileti kartları
- Akran değerlendirme formları
- Öz değerlendirme formları
- Üstbiliş değerlendirme formları

Yaratıcı Ürün Geliştirme Materyalleri

- Maket malzemeleri (karton kutu, plastik bitkiler, kum, taş vb.)
- Boya, fırça, yapıştırıcı
- Dijital tasarım ve video düzenleme araçları erişimi
- Müzik enstrümanları/kayıt cihazları (isteğe bağlı)

Materyaller	Ek Kaynaklar • Salda Gölü bilgi kartları ve görselleri • Türkiye Ekosistem Veri Setleri • Rehber sorular ve görsel sözlük (destek materyali)
Süre	4 Ders saati
Etkinlik Açıklaması	Bu zenginleştirme etkinlik seti, farklılaştırılmış öğretim modeli temelinde tasarlanmış olup içerik, süreç, ürün ve öğrenme ortamı farklılaştırmasını bir arada kullanır. Öğrenciler 4 ana etkinlik boyunca ekosistem bileşenlerini ve aralarındaki ilişkileri farklı öğrenme yollarıyla keşfeder, analiz eder ve çözüm üretir. Etkinlik 1-İstasyon Çalışması: Öğrenciler görseluzamsal, bedenselkinestetik ve mantık-salmatematiksel zekâ alanlarına hitap eden 3 farklı istasyonda grup hâlinde çalışır. Her istasyon farklı bir öğrenme stiline uygun materyaller ve görevler sunar (İFO1, SFGE1, SFKÖ1, SFSÖ1, FÖDÖMO1). Etkinlik 2-Sinektik: Öğrenciler analogi ve metafor kullanarak ekosistem gibi karmaşık sistemleri somuttan soyuta geçiş yaparak anlamlandırır. Doğrudan analogi, kişisel analogi ve çatışan analogi aşamalarıyla kavramsal derinlik kazanır (İFS2, İFK2, SFÜDD2, SFAY1). Etkinlik 3-Basamaklandırılmış Etkinlikler: Öğrenciler hazır bulunuşluk düzeylerine göre 3 farklı zorluk seviyesinde (BilgiKavrama, UygulamaAnaliz, SentezDeğerlendirme) Salda Gölü ekosistemi üzerinde çalışır. Her seviye farklı düzeyde soyutluk, karmaşıklık ve analitik düşünme gerektirir (İFS3, İFK3, SFÜDD3, SFAU1, SFARŞ1, ÜFGHP1). Etkinlik 4-Öğrenci Seçme Panosu: Öğrenciler 8 farklı ürün seçeneği (zihin haritası, belgesel, model, şarkı, oyun, günlük, podcast, simülasyon) arasından tercih yaparak öğrendiklerini kendi ilgi ve yeteneklerine uygun formatta yaratıcı şekilde ifade eder (SFSÖ2, ÜFÜÇ1, ÜFSÜ1, ÜFGAK1). Tüm etkinlikler boyunca üstbilgi stratejileri, öğrenme ortamı düzenlemeleri ve teknoloji entegrasyonu ile öğrenci merkezli, esnek ve tercih odaklı bir öğrenme deneyimi sağlanır.
Uygulama Aşamaları	ÖN DEĞERLENDİRME 1. KWL ÇİZELGESİ Etkinliğe başlamadan önce öğrencilere KWL çizelgesi dağıtılır ve çizelgeyi herkesin bireysel olarak doldurmaları istenir (EK 1). Öğretmen Notu: L sütunu etkinlik sonunda doldurulacaktır. K ve W sütunları, öğrencilerin ön bilgilerini ve ilgi alanlarını tespit etmek için kullanılır. 2. KAVRAM HARİTASI Öğrencilerden aşağıdaki anahtar kavramları kullanarak bir kavram haritası oluşturmaları istenir: Anahtar Kavramlar • Ekosistem • Canlı bileşenler • Cansız bileşenler • Üretici • Tüketici • Ayırıştırıcı • Besin zinciri

- Enerji akışı
- Su döngüsü
- Karbon döngüsü

Yönerge: Bu kavramları kullanarak kavramlar arasındaki ilişkileri gösteren bir kavram haritası çizin. Kavramlar arasındaki bağlantıları oklar ve açıklayıcı cümlelerle gösterin (**EK 2**).

Değerlendirme: Bu ön test, öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerini belirlemek ve farklılaştırma stratejilerini planlamak için kullanılır.

ETKİNLİK 1: İSTASYON ÇALIŞMASI

Amaç

Öğrencilerin farklı öğrenme stillerine hitap eden istasyonlarda ekosistem bileşenlerini keşfetmeleri ve bileşenler arasındaki ilişkileri analiz etmeleri.

İstasyon Organizasyonu

Sınıf 3 gruba ayrılır ve her grup tüm istasyonları sırayla gezer.

İSTASYON 1: GÖRSEL-UZAMSAL ZEKÂ İSTASYONU

Materyal

- Farklı ekosistem görüntüleri (orman, göl, çöl, deniz)
- Renkli kalemler, kartonlar
- Etiketler ve yapıştırıcılar



Resim 1. Farklı Ekosistem Görüntüleri

Görev

1. Verilen ekosistem görüntüsünü inceleyin (**İFS1, SFKÖ1**).
2. Canlı ve cansız bileşenleri belirleyin (**SFÜDD1**).
3. Bu bileşenleri renkli kartlara yazın (canlı=yeşil, cansız=mavi) (**SFÜDD1**).
4. Bileşenler arasındaki ilişkileri oklar ve açıklamalarla gösterin (**İFS1, SFÜDD1**).
5. Bir bileşen ortadan kalkarsa ne olur? Tahmin edin ve hazırladığınız kartlara ekleyin (**SFÜDD1**).

Uygulama Aşamaları

Uygulama Aşamaları**Teknoloji Entegrasyonu**

Web 2 araçları ile (Canva veya Piktochart) dijital infografik oluşturabilirsiniz (**SFSÖ1**).

Web 2 araçları (Padlet) üzerinde grup çalışması yapabilirsiniz.

İSTASYON 2: BEDENSEL-KİNESTETİK ZEKÂ İSTASYONU**Materyal**

- Rol kartları (güneş, su, toprak, üretici, tüketici, ayrıştırıcı)
- İpler veya kurdele
- Simülasyon senaryoları

Görev

1. Grubunuzda rol dağılımı yapın (**SFGE1**).
2. Bir ekosistemi canlandırın (**SFKÖ1**).
3. İplerle ekosistemdeki enerji ve madde akışını gösterin (**SFÜDD1**, **SFKÖ1**).
4. Öğretmenin verdiği senaryo kartını uygulayın (**SFÜDD1**).
 - Senaryo A: Kuraklık yaşanıyor (**SFAU1**).
 - Senaryo B: Üreticiler azalıyor (**SFAU1**).
 - Senaryo C: Ayrıştırıcılar ortadan kalkıyor (**SFAU1**).
5. Sistemdeki değişiklikleri bedeninizle ve pozisyonlarınızla gösterin (**SFKÖ1**, **SFÜDD1**).

Teknoloji Entegrasyonu

- PhET Simülasyonları: “Energy Forms and Changes” ile dijital modelleme
- Videoyu tablet ile kaydedin ve Web 2 (Flipgrid) de paylaşın (**SFSÖ1**).

İSTASYON 3: MANTIKSAL-MATEMATİKSEL ZEKÂ İSTASYONU**Materyal**

- Veri tabloları ve grafikler
- Hesap makinesi
- Analiz formları
- Türkiye ekosistem verileri

Görev 1: Besin Zinciri Enerji Analizi

Verilen besin zincirinde enerji transferini hesaplayın (**İFK1**, **SFÜDD1**).

Trofik Düzey	Organizma	Enerji (kkal/m ² /yıl)	Transfer Oranı (%)
Üretici	Çim	10,000	-
1. Tüketici	Çekirge	?	10%
2. Tüketici	Kurbağa	?	10%
3. Tüketici	Yılan	?	10%

Sorular (SFÜDD1)

1. Her trofik düzeyde ne kadar enerji bulunur?
2. Neden enerji transferi %100 değil?
3. Bu ekosistemde maksimum kaç trofik düzey olabilir? Matematiksel olarak açıklayın (**İFK1**, **SFAY2**).

Uygulama Aşamaları**Görev 2: Türkiye Ekosistem Karşılaştırması**

Aşağıdaki tabloda Türkiye’den 4 farklı ekosistemin cansız bileşenlerini karşılaştırın (**İFÇ1, İFK1**).

Ekosistem	Yıllık Ortalama Sıcaklık (°C)	Yıllık Yağış (mm)	Toprak pH	Baskın Bitki Örtüsü
Karadeniz Yağmur Ormanları	12-14	2000-2500	5.5-6.5	Kayın, gürgen, kestane
Akdeniz Makisi	16-18	600-800	7.0-8.0	Maki formasyonu, çalılık
İç Anadolu Step	10-12	300-400	7.5-8.5	Bozkır, ot formasyonları
Doğu Anadolu Alpin Çayır	4-6	400-600	6.0-7.0	Alpin çayırlar, endemik bitkiler



Resim 2. Türkiye’den Farklı Ekosistemler

Karadeniz yağmur ormanları yüksek yıllık yağış miktarına sahiptir. Akdeniz makisi kuraklığa dayanıklı maki formasyonlarından oluşmaktadır. İç Anadolu stepi bozkır ve ot formasyonlarından oluşmaktadır. Doğu Anadolu alpin çayırı düşük sıcaklık ortalamalarında endemik türler ve dayanıklı çayirlardan oluşmaktadır.

Analiz Soruları

1. Bu ekosistemlerin cansız bileşenlerindeki (sıcaklık, yağış, toprak pH) farklılıklar, canlı bileşenlerini (baskın bitki örtüsü) nasıl şekillendiriyor? (**İFK1, SFÜDD1, SFAY2**)
2. Hangi ekosistem en fazla biyoçeşitliliğe sahip olabilir? Verilerden yola çıkarak tahmin edin.
3. İklim değişikliği nedeniyle ortalama sıcaklık 2°C artarsa, bu ekosistemlerde hangi değişiklikler gözlemlenebilir? (**SFAU1**)
4. Türkiye’nin coğrafi konumu bu ekosistem çeşitliliğinde nasıl bir rol oynuyor? (**İFÇ1**)

Teknoloji Entegrasyonu

- Google Earth Engine ile Türkiye ekosistemlerinin uydu görüntülerini analiz edin (**SFSÖ1**).
- Excel veya Google Sheets’te grafik oluşturun
- Desmos veya GeoGebra ile enerji piramidi modelleyin

Uygulama Aşamaları**İSTASYON ÇALIŞMASI SONRASI ÜSTBİLİŞ STRATEJİLERİ**

Her istasyon turu sonunda öğrenciler aşağıdaki soruları bireysel olarak yanıtlar: (SFSÖ1).

Öğrenme Süreci Değerlendirmesi

1. Hangi istasyonda en rahat öğrendim? Neden?
2. Hangi istasyonda zorlandım? Bu zorluğu nasıl aştım?
3. Grup çalışması sırasında hangi stratejiler işe yaradı?
4. Bu öğrendiklerimi başka hangi biyoloji konularına bağlayabilirim?

ETKİNLİK 2: SİNEKTİK**Amaç**

Öğrencilerin ekosistem bileşenleri arasındaki karmaşık ilişkileri analogi ve metafor yoluyla daha derin anlayarak kavramsal bağlantılar kurmalarını sağlamak.

Etkinlik Adımları**1. Adım: Doğrudan Analogi**

Öğretmen: “Ekosistem bir orkestra gibidir.” (İFS2, SFÜDD2)



Resim 3. Orkestra

Sınıf Tartışması

- Orkestrada hangi unsurlar var? (enstrümanlar, şef, müzisyenler, notalar) (SFÜDD2)
- Ekosistemde bunlara karşılık gelen neler var?

Orkestra	Ekosistem
Şef	
Enstrümanlar	
Müzisyenler	
Notalar	
Armoni	

Öğrenciler gruplarda tartışır ve tabloyu doldurur.

2. Adım: Kişisel Analogi

Öğrencilerden kendi benzersiz analogilerini oluşturmaları istenir (İFS2, SFÜDD2, SFSÖ1):

“Ekosistem gibidir, çünkü...”

Uygulama Aşamaları**Örnekler**

- Ekosistem bir fabrika gibidir...
- Ekosistem bir şehir gibidir...
- Ekosistem bir aile gibidir...
- Ekosistem internet gibidir...

Her öğrenci benzetmesini açıklar ve ekosistem neye benzetildiyse onunla arasındaki en az 3 benzerlik noktasını belirtir (**SFAY1**).

3. Adım: Çatışan Analoji

“Ekosistem bir makine gibidir ama makine değildir. Neden?” sorusu sorulur (**İFK2, SFÜDD2, SFAY1**).

Tartışma Soruları

- Makineler ve ekosistemler arasındaki benzerlikler nelerdir? (**SFAY1**)
- En önemli farklar nelerdir?
- Bu farklar bize ekosistemler hakkında ne öğretiyor?
- Yapay Zekâ ile kontrol edilen makinelerin ekosistem benzerlikleri hakkında ne söylenebilir? (Not: ileri düzey tartışma konusu olarak kullanılabilir).

Beklenen Çıktılar

- Makine: Tasarlanmış, parçalar değiştirilebilir, öngörülebilir.
- Ekosistem: Kendiliğinden gelişen, dinamik, karmaşık, uyarlanabilir.

Teknoloji Entegrasyonu

- Web 2 araçları ile (Padlet) dijital kolaj oluşturun.
- Web 2 araçları ile (Mentimeter) canlı oylama yapın.

ETKİNLİK 3: BASAMAKLANDIRILMIŞ ETKİNLİKLER**Amaç**

Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerine göre farklı zorluk seviyelerinde Salda Gölü ekosistemini analiz etmeleri amaçlanmaktadır.

Yaşanılan bölgede bir göl ya da sulak alan varsa. Salda Gölü örneği yaşanılan bölgede yer alan örneğe göre uyarlanabilir.

Salda Gölü ekosistem analizi için öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeylerine uygun üç farklı zorluk seviyesinde etkinlik planlanmış olup öğretmen, grubuna uygun gördüğü seviyeyi seçerek uygulamayı gerçekleştirebilir.

SEVİYE 1: BİLGİ VE KAVRAMA

Hedef Öğrenci Profili: Ekosistem kavramını yeni öğrenen veya kavramsal olarak desteğe ihtiyaç duyan öğrenciler.

Görev

A. Bileşen Belirleme Aşağıdaki listeden Salda Gölü'nün canlı ve cansız bileşenlerini ayırın ve tabloya yerleştirin (**İFS3**):

Su, alg, mineral tuzlar, balık, güneş ışığı, oksijen, bakteriler, kum, karbondioksit, su kuşları, sıcaklık, su bitkileri

Canlı Bileşenler	Cansız Bileşenler

B. Basit İlişki Analizi

Verilen ilişki cümleleri için boşlukları doldurun: (SFÜDD3)

1. Güneş ışığı →→ enerji üretimi
2. Su bitkileri üretir ve bu balıklar tarafından kullanılır.
3. Bakteriler organizmaları parçalayarak besinleri toprağa kazandırır.

C. Zihin Haritası

Salda Gölü'nü merkeze yazın ve en az 5 canlı, 5 cansız bileşeni ekleyerek basit bir zihin haritası oluşturun. Aralarındaki ilişkileri oklar ve kısa açıklamalarla gösterin (İFS3, SFÜDD3).

Destek Materyali:

- Rehber sorular
- Görsel sözlük (kavram tanımları ve görselleri)
- Örnek zihin haritası şablonu (EK 3)

Değerlendirme: Doğruluk ve eksiksizlik

SEVİYE 2: UYGULAMA VE ANALİZ

Hedef Öğrenci Profili: Temel kavramları bilen ve ilişki kurma becerisine sahip öğrenciler (İFK3, SFÜDD3).

Görev

A. Besin Ağı Modelleme

Salda Gölü için aşağıdaki organizmaları kullanarak bir besin ağı oluşturun:

- Fitoplankton (üretici)
- Zooplankton
- Otçul Balıklar
- Etçil Balıklar
- Hepçil Balıklar
- Su kuşları
- Bakteriler

Besin ağıınızda

1. En az 3 farklı besin zinciri gösterin.
2. Enerji akış yönünü oklar ile belirtin.
3. Her trofik düzeyi renkle kodlayın.
4. Ayrıştırıcıların rolünü gösterin (SFÜDD3).

Uygulama Aşamaları

Uygulama Aşamaları

B. Etki Analizi

Aşağıdaki problemlerden birini seçin ve etkilerini analiz edin (**SFAU1**, **ÜFGHP1**, **SFAY2**).

Problem 1: Salda Gölü'nde aşırı turizm nedeniyle su kirliliği artıyor (**ÜFGHP1**).

Problem 2: İklim değişikliği nedeniyle su seviyesi düşüyor.

Problem 3: İstilacı bir balık türü göle giriyor.

Analiz Tablosu:

Etkilenen Bileşen	Doğrudan Etki	Dolaylı Etki	Olası Sonuç

C. Koruma Önerileri

Seçtiğiniz problem için 3 koruma stratejisi önerin ve her birinin

- Kısa vadeli etkilerini (1 yıl)
- Orta vadeli etkilerini (5 yıl)
- Uzun vadeli etkilerini (10 yıl) açıklayın (**SFAU1**, **SFAY2**).

Değerlendirme: Analiz derinliği, ilişkilendirme, çözüm kalitesi

SEVİYE 3: SENTEZ VE DEĞERLENDİRME

Hedef Öğrenci Profili: Karmaşık sistemleri analiz edebilen ve yenilikçi çözümler üretebilen öğrenciler.

Görev**A. Ekosistem Dinamikleri Simülasyonu**

Salda Gölü'nün 20 yıllık bir simülasyonunu oluşturun (**İFK3**, **SFÜDD3**, **SFARŞ1**).

1. Başlangıç değerlerini belirleyin (popülasyonlar, çevresel faktörler).
2. 3 farklı senaryo geliştirin (**SFAU1**).
 - İyimser (koruma önlemleri uygulanıyor.)
 - Gerçekçi (mevcut durum devam ediyor.)
 - Kötümser (baskılar artıyor.)
3. Her 5 yılda bir ekosistem durumunu grafikte gösterin.
4. Olası kırılma noktalarını belirleyin.

B. Ekosistem Müdahalesi Karar Matrisi

Salda Gölü'nün korunması için 5 farklı strateji önerin ve bu stratejileri aşağıdaki kriterlere göre değerlendirin (**İFK3**, **SFAY2**, **SFÜDD3**).

Strateji	Ekolojik Etki (1-10)	Ekonomik Maliyet (1-10)	Sosyal Kabul (1-10)	Uygulanabilirlik (1-10)	Toplam Puan
Örnek: Turist sayısı sınırlama	9	4	6	7	26
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

Uygulama Aşamaları

C. Paydaş Analizi ve Çıkar Çatışması Haritası

Salda Gölü koruma projesi için paydaş analizi yapın (İFK3, SFAY2, SFÜDD3).

Paydaşlar

- Yerel halk (turizm geliri)
- Turizm sektörü işletmeleri
- Çevre örgütleri
- Bilim insanları
- Kültür ve Turizm Bakanlığı
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı
- Gelecek nesiller

Analiz Tablosu

Paydaş	Çıkarları	Öncelikleri	Potansiyel Çatışma Noktaları	Uzlaşma Önerileri

D. Çok Kriterli Karar Analizi (ÇKKA)

5 stratejinizi aşağıdaki ağırlıklı kriterlere göre değerlendirin (İFK3, SFAY2, SFARŞ1).

Kriter	Ağırlık	Strateji 1	Strateji 2	Strateji 3	Strateji 4	Strateji 5
Ekolojik etki	%40					
Maliyet etkinlik	%20					
Sosyal kabul	%20					
Uygulanabilirlik	%20					
Ağırlıklı Toplam						

E. Politika Önerisi Raporu

Analizlerinizden yola çıkarak

- En işe yarar stratejiyi belirleyin.
- Kısa-orta-uzun vadeli uygulama planı oluşturun.
- Olası riskleri ve azaltma yöntemlerini açıklayın.
- İzleme ve değerlendirme göstergelerini tanımlayın (İFK3, SFAY2, SFARŞ1, SFÜDD3).

Rapor Formatı

- Özet (1 sayfa)
- Metodoloji (2 sayfa)
- Bulgular ve analiz (3-4 sayfa)
- Öneriler ve uygulama planı (2 sayfa)
- Kaynaklar

Uygulama Aşamaları**Teknoloji Entegrasyonu**

- EcoMUVE: sanal ekosistem simülasyonu
- Google Earth Engine: Salda Gölü'nün zaman içindeki değişimi
- Vensim veya Stella: sistem dinamikleri modelleme
- R veya Python: veri analizi ve görselleştirme

Değerlendirme: Sistemik düşünme, metodolojik yeterlilik, yenilikçilik, uygulama potansiyeli

BASAMAKLANDIRILMIŞ ETKİNLİK SONRASI ÜSTBİLİŞ STRATEJİLERİ

Her öğrenci kendi seviyesindeki görevi tamamladıktan sonra aşağıdaki soruları yanıtlar:

Öğrenme Süreci Değerlendirmesi

1. Bu görevde en çok hangi düşünme becerisini kullandım? (Ör. analiz, sentez, değerlendirme)
2. Hangi noktalarda zorlandım ve bu zorluğu nasıl aştım? Hangi kaynakları kullandım?
3. Eğer bu görevi tekrar yapsaydım, neyi farklı yapardım?
4. Bu çalışmada öğrendiğim problem çözme stratejilerini başka hangi konulara veya gerçek yaşam sorunlarına uygulayabilirim?
5. Ekosistem koruma konusunda düşüncelerim nasıl değişti veya derinleşti?

ETKİNLİK 4: ÖĞRENCİ SEÇME PANOSU**Amaç**

Öğrencilerin çoklu Zekâ alanlarına ve ilgi alanlarına göre öğrendiklerini farklı formatlarda ifade etmeleri.

Seçenekler

Aşağıdaki seçeneklerden birini seçin ve ekosistem bilginizi yaratıcı bir şekilde sunun (SFSÖ2, ÜFÜÇ1):

SEÇENEK 1: DİJİTAL ZİHİN HARİTASI (Görsel-Uzamsal Zekâ)

Bir ekosistemi seçin ve dijital bir zihin haritası oluşturun (ÜFÜÇ1).

Gereksinimler

- En az 15 canlı ve cansız bileşen
- Aralarındaki ilişkileri gösteren oklarla açıklamalar
- Renk kodlaması (üretici=yeşil, tüketici=mavi, ayrıştırıcı=kahverengi, cansız=gri)
- En az 3 farklı besin zinciri
- Bir bileşenin ortadan kalkması durumunu gösteren senaryo (ÜFÜD2)

Önerilen Araçlar

- MindMeister
- Coggle
- CanvaMindMap
- XMind

Değerlendirme: Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı (EK 4)

Uygulama Aşamaları**SEÇENEK 2: EKOSİSTEM BELGESELİ** (Dilsel-Sözel Zekâ)3-5 dakikalık bir mini belgesel hazırlayın (**ÜFÜÇ1, ÜFSÜ1**).**İçerik**

- Seçtiğiniz ekosistemin tanıtımı
- Canlı ve cansız bileşenler
- Kritik ilişkiler ve etkileşimler
- Karşılaştığı tehditler
- Koruma önerileri

Format

- Video (tablet veya telefon ile çekim)
- Sunum + ses kaydı
- Animasyon

Önerilen Araçlar

- iMovie, Windows Video Editor
- Animaker, Powtoon
- Adobe Spark Video

Değerlendirme: İçerik doğruluğu (40%), Yaratıcılık (30%), Teknik kalite (30%)**SEÇENEK 3: EKOSİSTEM MODELİ** (Bedensel-Kinestetik Zekâ)3 boyutlu fiziksel veya dijital bir ekosistem modeli yapın (**ÜFÜÇ1**).**Gereksinimler**

- Ölçekli model (kutuda, akvaryumda, diorama vb.)
- Etiketlenmiş bileşenler
- Hareketli parçalar (opsiyonel)
- Bilgi kartları

Alternatif: Minecraft veya Tinkercad ile dijital 3D model**Sunum:** Modelinizi sınıfa tanıtın ve nasıl çalıştığını gösterin**Değerlendirme:** Bilimsel doğruluk (40%), Detay (30%), Yaratıcılık (30%)**SEÇENEK 4: EKOSİSTEM ŞARKISI/RAPÜ** (Müziksel-Ritmik Zekâ)Ekosistem kavramlarını içeren bir şarkı veya rap sözü yazın ve seslendirin (**ÜFÜÇ1, ÜFSÜ1**).**Gereksinimler:**

- En az 2 kıta ve 1 nakarat
- Anahtar kavramları içeren (besin zinciri, enerji akışı, döngüler)
- Bilimsel açıdan doğru
- Ezgi veya ritim

Format: Video kaydı veya canlı performans**Değerlendirme:** Bilimsel içerik (40%), Yaratıcılık (35%), Müzikal kalite (25%)**SEÇENEK 5: EKOSİSTEM OYUNU** (Mantıksal-Matematiksel Zekâ)Masaüstü veya dijital bir eğitsel oyun tasarlayın (**ÜFÜÇ1**).

Uygulama Aşamaları**Gereksinimler**

- Oyun kuralları ve amaç
- Ekosistem kavramlarını öğretme hedefi
- 2-4 oyuncu
- Oynanabilir prototip

Örnekler

- Kart oyunu (besin zinciri oluşturma)
- Zar oyunu (popülasyon dinamikleri)
- Strateji oyunu (ekosistem yönetimi)

Dijital Alternatif: Scratch veya Kahoot ile oyun

Değerlendirme: Eğitsel Değer (40%), Oynanabilirlik (30%), Yaratıcılık (30%)

SEÇENEK 6: EKOSİSTEM GÜNLÜĞÜ (İçsel Zekâ)

Bir ekosistem bileşeninin günlüğünü tutun (7 günlük).

Perspektif örnekleri

- Bir ağacın günlüğü
- Bir avcı kuşun günlüğü
- Bir göl bakterisinin günlüğü
- Bir toprak parçasının günlüğü (ÜFÜÇ1, ÜFSÜ1)

Gereksinimler

- Bilimsel terimler ve kavramlar kullanın.
- Diğer bileşenlerle etkileşimleri açıklayın.
- Duygusal/birinci şahıs anlatım
- Günlük en az 150 kelime

Format: Yazılı günlük veya blog

Değerlendirme: Bilimsel doğruluk (35%), Yaratıcılık (35%), Empati (30%)

SEÇENEK 7: EKOSİSTEM PODCAST SERİSİ (Dilsel-İşitsel Zekâ)

3 bölümlük bir podcast serisi hazırlayın (ÜFÜÇ1, ÜFSÜ1).

Bölüm Yapısı

- Bölüm 1: "Ekosistem Kahramanları"
 - Bileşenleri röportaj formatında tanıtın.
 - "Bir günüm ekosistemde" tarzı hikaye anlatımı
 - Gerçek bilim insanlarıyla röportaj (opsiyonel)
- Bölüm 2: "İlişkiler Ağı"
 - Karmaşık etkileşimleri hikaye formatında anlatın.
 - Senaryolar ve vaka çalışmaları
 - Dinleyici sorularına cevaplar
- Bölüm 3: "Geleceği Korumak"
 - Tehditler ve çözümler tartışması
 - Uzman görüşleri (gerçek veya rol yapma)
 - Eylem çağırısı

Uygulama Aşamaları**Teknik Gereksinimler**

- Giriş ve kapanış müziği
- Ses efektleri (doğa sesleri, geçişler)
- Temiz ses kaydı
- Podcast kapak görseli

Önerilen Araçlar

- Audacity (ücretsiz ses editörü)
- Anchor.fm (podcast yayınlama)
- Freesound.org (ses efektleri)
- Canva (kapak tasarımı)

Değerlendirme: İçerik kalitesi (35%), Ses kalitesi (25%), Yaratıcılık (25%), Dinleyici katılımı (15%)

SEÇENEK 8: EKOSİSTEM SİMÜLASYON OYUNU (Mantıksal-Matematiksel Zekâ + Hesaplamalı Düşünme)

Basit bir ekosistem simülasyonu geliştirin.

Bilişim Teknolojileri Dersi ile ilişkilendirilerek bu alanla ilgilenen öğrenciler için uygulanabilir **(ÜFÜÇ1, ÜFSÜ1)**.

Gereksinimler

- En az 3 tür canlı (üretici, tüketici, ayrıştırıcı)
- Değiştirilebilir parametreler
 - Başlangıç popülasyonları
 - Üreme oranları
 - Ölüm oranları
 - Çevresel faktörler (sıcaklık, yağış)
- Zaman içinde popülasyon değişimini gösteren grafikler
- Kullanıcı müdahaleleri (av, habitat yok etme, koruma)

Oyun Mekaniği

- Kullanıcı parametreleri ayarlayabilmeli.
- Simülasyon çalıştırılabilmeli (hızlandırılabilirmeli).
- Sonuçlar görselleştirilebilmeli.
- “Ne olursa?” senaryoları test edilebilmeli.

Platform Seçenekleri

- Scratch: Blok tabanlı kodlama (başlangıç düzeyi)
- NetLogo: Ajan tabanlı modelleme (orta düzey)
- Python + Pygame: Metin tabanlı kodlama (ileri düzey)
- Unity: Oyun motoru (ileri düzey)

Uygulama Aşamaları**Minimum Özellikler**

Örnek *PYTHON* PSEUDOKODu:

class Organizma:

- popülasyon
- üreme oranı
- ölüm oranı

defüre():

yeni_popülasyon = popülasyon * üreme oranı

deföl():

popülasyon = popülasyon * (1 -ölüm_oranı)

class Ekosistem:

- üreticiler
- tüketiciler
- ayrıştırıcılar

defsimülasyon_adımı():

- her organizmanın popülasyonunu güncelle
- etkileşimleri hesapla
- grafikleri güncelle

Önerilen Eklentiler

- Skor sistemi (ekosistem sağlığı puanı)
- Başarım rozetleri
- Zorluk seviyeleri
- Kaydetme/yükleme özelliği

Değerlendirme

- Bilimsel doğruluk (30%)
- Kod kalitesi ve çalışma (25%)
- Kullanıcı deneyimi (20%)
- Eğitsel değer (15%)
- Yaratıcılık ve yenilikçilik (10%)

Bonus Puanlar

- Gerçek veri kullanımı (+10)
- Çoklu ekosistem seçeneği (+10)
- İngilizce dil desteği (+5)
- Oyun içi öğretici (+5)

SUNUM PLANI (ÜFGAK1)

Her öğrenci ürününü sınıfa sunar:

1. Seçtiğim ekosistem ve neden seçtim?
2. Ürünümde vurguladığım ana kavramlar
3. Karşılaştığım zorluklar neler ve bu zorlukları nasıl aştım?
4. Ürün gösterisi/performans
5. Soru-cevap

Uygulama Aşamaları**ÖĞRENME ORTAMI FARKILILAŞTIRMASI**

Bu süreç hekaton (Hackathon) şeklinde yapılabilir. Hekaton belirlenmiş bir konuda yenilikçi fikri olan takımların kısıtlı süre ve sabit bir ortam içerisinde iş geliştirme, tasarım ve kodlama yeteneklerini kullanarak projelerini geliştirdikleri çalışmalardır (**FÖOD-ÖMO1, FÖOD-ÖMO2, FÖOD-T1**).

Fiziksel Düzenleme

- İstasyon alanları: Farklı materyallerle donatılmış 3 ayrı çalışma masası (**SFGE1, FÖOD-ÖMO2**)
- Sessiz köşe: Bireysel çalışma için (**FÖOD-T1**)
- İş birliği alanı: Grup çalışmaları için büyük masa (**SFGE1, FÖOD-ÖMO2**)
- Sunum alanı: Projeksiyon ve beyaz tahta (**ÜFGAK1, FÖOD-ÖMO2**)

Teknoloji Entegrasyonu**Önerilen Dijital Araçlar****1. PhET Interactive Simulations** (phet.colorado.edu) (**SFKÖ1**)

- o “Energy Forms and Changes” simülasyonu
- o Enerji akışını görselleştirme

2. Google Earth Engine (earthengine.google.com) (**İFÇ1, SFARŞ1**)

- o Salda Gölü’nün uydu görüntüleri
- o Zaman içindeki değişim analizi

3. Padlet (padlet.com) (**SFGE1**)

- o İşbirlikli zihin haritaları
- o Sınıf panosu ve fikir paylaşımı

4. Mentimeter (mentimeter.com) (**SFGE1**)

- o Anlık geri bildirim
- o Canlı oylamalar ve kelime bulutları

5. Canva (canva.com) (**ÜFÜÇ1**)

- o İnfografik ve poster tasarımı
- o Dijital sunumlar

6. EcoMUVE (ecomuve.gse.harvard.edu) (**SFKÖ1, SFARŞ1**)

- o Sanal ekosistem keşfi
- o İnteraktif görev tabanlı öğrenme

Tablet/Bilgisayar Kullanımı

- Her istasyonda en az 1 cihaz erişimi
- Ürün geliştirme aşamasında serbest erişim
- QR kodlarla ek kaynaklara erişim

Zaman Esnekliği

- Öğrenciler kendi hızlarında çalışabilir (**FÖOD-T1**).
- Erken bitenler için ek zenginleştirme görevleri
- Daha fazla zamana ihtiyaç duyanlar için ek destek saatleri

	Sosyal Düzenlemeler (FÖOD-T1, SFGE1, SFSÖ1) • Bireysel, ikili ve grup çalışması seçenekleri • Esnek grup oluşumu (seçimlik/atanmış) • Farklı rol seçenekleri (lider, araştırmacı, sunucu, editör)
Değerlendirme	1. Formatif Değerlendirme İstasyon Gözlem Formu Öğretmen her istasyonda öğrenci performansını gözlemler (EK 5). Çıkış Biletleri: Her etkinlik sonunda öğrenciler 3 soru yanıtlar 1. Bugün öğrendiğim en önemli şey... 2. Hala kafamda soru işareti olan... 3. Öğrendiklerimi şurada uygulayabilirim... 2. Sümatif Değerlendirme (Ürün) (EK 6) 3. Öz Değerlendirme Öğrencilerden aşağıdaki öz değerlendirme formunu doldurmaları istenir (EK 7). Açık Uçlu Sorular 1. Bu etkinlikte en çok ne öğrendim? 2. Etkinliğin en zorlayıcı kısmı neresiydi ve bu zorluğun üstesinden nasıl geldim? 3. Etkinliği bir daha yapsaydım neyi farklı yapardım? 4. Etkinlikte öğrendiklerimi öğrendiklerimi günlük hayatta nerede kullanabilirim? GENEL ÜSTBİLİŞ DEĞERLENDİRMESİ Etkinlik dizisi tamamlandıktan sonra öğrencilerin aşağıdaki kapsamlı üstbilis formunu doldurmalarını isteyiniz. A. Öğrenme Sürecini Anlama 1. Öğrenme Stratejileri • Bu etkinliklerde hangi öğrenme stratejilerini kullandım? (görsel notlar, grup tartışması, tekrar, organize etme vb.) • Hangi strateji en çok işe yaradı? Neden? • Hangi strateji işe yaramadı? Bunun yerine ne yapmalıyım? 2. Zorluklar ve Çözümler • En çok hangi konuda zorlandım? • Bu zorluğu aşmak için hangi kaynakları kullandım? (arkadaşlar, öğretmen, internet, ders kitabı) • Benzer bir zorlukla karşılaşırsam ne yapacağım? 3. Güçlü Yönlerim • Bu etkinliklerde en iyi olduğum şey neydi? • Bu güçlü yönümü nasıl daha da geliştirebilirim? • Bu gücümü başka derslerde veya yaşamda nasıl kullanabilirim?

Değerlendirme**B. Transfer ve Bağlantılar****4. Kavramsal Bağlantılar**

- Ekosistem konusunu başka hangi biyoloji konularına bağlayabilirim? (hücre, evrim, genetik vb.)
- Bu öğrendiklerimi diğer derslerde nasıl kullanabilirim? (matematik, coğrafya, kimya, sosyal bilimler)
- Günlük yaşamda ekosistem bilgimi kullanabileceğim 3 örnek

5. Problem Çözme Transferi

- Bu etkinliklerde öğrendiğim düşünme becerilerini başka hangi tür problemlere uygulayabilirim?
- Sistemik düşünme (birçok bileşenin etkileşimi) yaklaşımını kullanabileceğim gerçek yaşam durumları şunlardır:

C. Üstbilişsel Farkındalık**6. Öğrenme Stili**

- Hangi etkinlikte kendimi en rahat hissettim? (İstasyon, Sinektik, Basamaklandırılmış, Öğrenci Seçme Panosu)
- Bu bana öğrenme stili hakkında ne söylüyor?
- Gelecekteki çalışmalarımda bu bilgiyi nasıl kullanabilirim?

7. Değişim ve Gelişim

- Etkinlik başında ekosistemler hakkında ne düşünüyordum?
- Şimdi ne düşünüyorum? Etkinlik başında düşündüklerimden neler değişti?
- Ekosistem koruma konusundaki tutumum değişti mi? Nasıl?

D. Hedef Belirleme**8. Gelecek Adımlar**

- Ekosistemler konusunda hâlâ öğrenmek istediğim şeyler şunlardır:
- Kendimi geliştirmek istediğim bir beceri ve bunun için yapacaklarım şunlardır:
- Bir sonraki benzer etkinlikte denemek istediğim bir şey şudur:

Öğretmen Notu: Bu form, öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarını geliştirmek ve öğrenme süreçleri üzerinde aidiyet duygusu hissetmelerini sağlamak için tasarlanmıştır. Yanıtlar not ile değerlendirilmez, ancak öğretmen yanıtları bireysel geri bildirim için kullanılabilir.

KWL ÇİZELGESİ-SON DOLUM

Öğrenciler etkinlik başında doldurdıkları KWL çizelgelerinin **L (Öğrendim)** sütununu şimdi tamamlarlar.

Yönerge: Etkinlik başında ne öğrenmek istediğinizi yazmıştınız. Şimdi gerçekten ne öğrendiğinizi yazın. Beklemediğiniz sürpriz öğrenmeler de olabilir!

Ek Soru: W sütununda yazdığınız sorularınızın hepsi cevaplandı mı? Hayır ise, cevabı nasıl bulabilirsiniz?

Kariyer Çıktısı	Bu etkinlikler öğrencilere aşağıdaki kariyer alanlarıyla ilgili becerileri kazandırır ve farkındalık oluşturur: Doğa Bilimleri ve Çevre Alanı - Ekolog, Biyolog, Çevre Mühendisi, Çevre Bilimci, Doğa Koruma Uzmanı, Yaban Hayatı Biyoloğu, Sucul Ekosistem Uzmanı Veri Analizi ve Araştırma - Veri Analisti, İstatistikçi, Araştırma Görevlisi, Ekolojik Modelleme Uzmanı, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Uzmanı, Uydu Görüntü Analisti Eğitim ve İletişim - Biyoloji Öğretmeni, Doğa Eğitimsi, Bilim İletişimsi, Eğitim Videosu Yapımcısı, Podcast Yapımcısı, Çevre Danışmanı Tasarım ve Görselleştirme - İnfografik Tasarımcısı, Bilimsel Görselleştirme Uzmanı, Grafik Tasarımcı, Dijital İçerik Üreticisi Teknoloji ve Yazılım - Yazılım Geliştirici, Ekolojik Simülasyon Uzmanı, Eğitsel Oyun Tasarımcısı, Bilimsel Yazılım Geliştiricisi Politika ve Yönetim - Çevre Politikası Analisti, Sürdürülebilir Kalkınma Uzmanı, Proje Yöneticisi, Çevre Danışmanlığı, Paydaş İlişkileri Yöneticisi Yaratıcı Endüstriler - Doğa Belgeselcisi, Müzik/Ses Tasarımcısı, Dijital Medya Üreticisi, Yaratıcı Yazarlık (bilimsel blog/günlük)
Teknoloji Entegrasyonu	Görselleştirme ve Tasarım Araçları - Canva, Piktochart (infografik ve poster tasarımı) - MindMeister, Coggle, XMind (dijital zihin haritaları) - Padlet (işbirlikli çalışma ve fikir paylaşımı) Veri Analizi ve Modelleme - Google Earth Engine (uydu görüntüleri ve mekansal analiz) - Excel, Google Sheets (veri analizi ve grafik oluşturma) - Desmos, GeoGebra (matematiksel modelleme ve enerji piramidi) Simülasyon ve Etkileşimli Araçlar - PhET Interactive Simulations (enerji dönüşümleri simülasyonu) - EcoMUVE (sanal ekosistem keşfi) - Scratch, NetLogo, Python (ekosistem simülasyon oyunu geliştirme) - Vensim, Stella (sistem dinamikleri modelleme) Video ve Medya Üretimi - iMovie, Windows Video Editor (video düzenleme) - Animaker, Powtoon, Adobe Spark Video (animasyon ve belgesel) - Flipgrid (video paylaşım platformu)

Teknoloji Entegrasyonu**Ses ve Podcast Üretimi**

- Audacity (ses kaydı ve düzenleme)
- Anchor.fm (podcast yayınlama)
- Freesound.org (ses efektleri)

Etkileşim ve Geri Bildirim

- Mentimeter (canlı oylama ve kelime bulutları)
- Kahoot (eğitsel oyun tasarımı)

3D Modelleme

- Minecraft, Tinkercad (dijital 3D ekosistem modeli)

Not: Tüm dijital araçlar öğrenci tercihine bağlı olarak kullanılır (**SFSÖ1**). Her istasyonda ve ürün geliştirme aşamasında minimum 1 cihaz erişimi sağlanır.

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 1: KWL Çizelgesi

Bu form, gerçekleştirdiğiniz etkinlik sürecini ve ortaya koyduğunuz çalışmayı değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki soruları kendi öğrenme sürecinizi düşünerek ayrıntılı biçimde cevaplayınız. Cevaplarınız not vermek için değil, öğrenme sürecinizi geliştirmek ve etkinliği daha etkili hâle getirmek için kullanılacaktır. Soruları yanıtlarken etkinlik sırasında neler yaptığınızı, neleri iyi başardığınızı, zorlandığınız noktaları ve hâlâ merak ettiğiniz konuları açıklamaya özen gösteriniz.

K-Biliyorum	W-Öğrenmek İstiyorum	L-Öğrendim
Ekosistemler hakkında şu anda bildiklerimi yazıyorum:	Ekosistemler konusunda merak ettiklerimi ve öğrenmek istediklerimi yazıyorum:	Etkinlik sonunda öğrendiklerimi buraya yazacağım:

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 2: Ekosistem Kavram Haritası Çalışma Kağıdı

Adı:..... Soyadı: Tarih:/...../.....

AMAÇ Ekosistemde yer alan canlı ve cansız bileşenleri belirleyerek bu bileşenler arasındaki ilişkileri kavramsal bağlantılar ve bağlantı ifadeleriyle görselleştirmek.	YÖNERGE 1. Aşağıdaki 10 anahtar kavramın tümünü kullanın. 2. Kavramları harita alanına kutucuklar içine yazın. 3. İlişkileri oklar (→) ile gösterin; oklara bağlantı ifadesi ekleyin. 4. Her oku bir eylem cümlesiyle etiketleyin (ör. enerji aktarır). 5. Renk kodlaması kullanmak opsiyoneldir ama önerilir.
--	--

RENK KILAVUZU	● Canlı Bileşenler	● Cansız Bileşenler	● Süreçler / Döngüler	→ Ok yönü = enerji / madde akışı

ANAHTAR KAVRAMLAR (10 KAVRAM - TÜMÜNÜ KULLANIN)

EKOSİSTEM <i>Merkez Kavram</i>	Canlı Bileşenler <i>Üst Kategori</i>	Cansız Bileşenler <i>Üst Kategori</i>	Üretici <i>Canlı</i>	Tüketici <i>Canlı</i>
Ayrıştırıcı <i>Canlı</i>	Besin Zinciri <i>Süreç</i>	Enerji Akışı <i>Süreç</i>	Su Döngüsü <i>Döngü</i>	Karbon Döngüsü <i>Döngü</i>

KAVRAM HARİTASI ÇALIŞMA ALANI

KAVRAM HARİTASI ÇALIŞMA ALANI

EKOSİSTEM

(Kavramları kutu içine yazın, aralarına ok ve bağlantı ifadesi ekleyin)

Bağlantı İfadeleri — oklara yazdığınız ilişki cümlelerini buraya da not alabilirsiniz:

.....

.....

BİYOLOJİ

10. SINIF

1. bağlantı cümlesi:

2. bağlantı cümlesi:

3. bağlantı cümlesi:

4. bağlantı cümlesi:

5. bağlantı cümlesi:

**DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ**

Her ölçüt 4 puan üzerinden · Toplam: 16 puan

ÖLÇÜT	4 – ÇOK İYİ	3 – İYİ	2 – YETERLİ	1 – GELİŞTİRİLMELİ	PUAN
Kavramların Kullanımı	Tüm 10 kavram eksiksiz ve bilimsel olarak doğru biçimde kullanılmış.	8–9 kavram doğru kullanılmış, 1–2 kavram eksik veya yanlış.	5–7 kavram var, birkaç kritik kavram eksik.	4 veya daha az kavram kullanılmış ya da kavramsal hatalar belirgin.	___ / 4
İlişkilendirme ve Bağlantı İfadeleri	Tüm bağlantılar bilimsel olarak doğru, her ok açıklayıcı eylem cümlesiyle etiketlenmiştir.	Çoğu bağlantı doğru, 1–2 ok etiketsiz veya yüzeysel etiketli.	Bağlantılar var ama bazı ok yönleri yanlış, etiket eksiklikleri fazla.	Bağlantılar kurulamamış ya da ok yönleri çoğunlukla mantıksal hatalar içeriyor.	___ / 4
Görsel Tasarım ve Düzen	Hiyerarşi belirgin, renk kodlaması tutarlı, harita temiz ve okunması kolay.	Genel yapı anlaşılır, küçük karmaşıklıklar var ama hiyerarşi fark ediliyor.	Düzen kısmen sağlanmış, görsel karmaşa hiyerarşiyi gölgeliyor.	Harita çok dağınık, okunması güç, hiyerarşi yok.	___ / 4
Eksiksizlik ve Özen	Tüm gereksinimler karşılanmış, çapraz bağlantılar ve ek ilişkiler de gösterilmiş.	Tüm gereksinimler karşılanmış, ek bağlantı yok ama öz çalışılmış.	Bazı gereksinimler eksik, çalışma yarım bırakılmış izlenimi veriyor.	Önemli eksiklikler var, çalışma tamamlanmamış.	___ / 4
TOPLAM PUAN	___ / 16				

4 Çok İyi**3** İyi**2** Yeterli**1** Geliştirilmeli

13–16: Çok İyi / 10–12: İyi / 7–9: Yeterli / 4–6: Geliştirilmeli

Not: Okların üzerine ilişkiyi açıklayan kısa cümleler yazmayı unutmayınız.

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 3: SALDA GÖLÜ ZİHİN HARİTASI

Adı:

Soyadı:

Tarih:/...../.....

Amaç: Salda Gölü ekosisteminde yer alan canlı ve cansız bileşenleri belirlemek ve bu bileşenler arasındaki ilişkileri oklar ve kısa açıklamalarla göstermek.

Yönerge: Salda Gölü ekosistemindeki canlı ve cansız bileşenleri belirleyiniz. Bu bileşenler arasındaki ilişkileri bir şema üzerinde oklarla göstererek her bir ilişkiyi kısa açıklamalarla ifade ediniz.

1. Ortadaki alana “Salda Gölü” yazınız.

2. En az 5 canlı ve 5 cansız bileşeni merkezin etrafına yerleştiriniz.

3. Bileşenler arasındaki ilişkileri oklarla gösteriniz.

4. Her okun yanına ilişkiyi açıklayan kısa bir ifade yazınız.

ZİHİN HARİTASI ALANI

(Bu alan öğrenci tarafından doldurulacaktır)

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 4: Zihin Haritası Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Yönerge: Bu form, öğrencilerin gerçekleştirdikleri sunumları belirlenen ölçütlere göre değerlendirmek amacıyla kullanılacaktır. Her ölçüt için 1'den 4'e kadar puan verilir; 1 puan geliştirilmeli, 2 puan yeterli, 3 puan iyi, 4 puan ise çok iyi düzeyini ifade eder. Değerlendirici, her ölçüt için uygun kutucuğu işaretleyerek puanlama yapar ve sunum sonunda verilen puanları toplayarak toplam puanı belirler.

Kriter	4 (Çok iyi)	3 (İyi)	2 (Yeterli)	1 (Geliştirilmeli)
Bileşen Belirleme	15+ canlı ve cansız bileşen doğru ve eksiksiz belirlenmiş	10-14 bileşen doğru belirlenmiş	5-9 bileşen belirlenmiş, bazı hatalar var	<5 bileşen veya çoğu yanlış
İlişkilendirme	Karmaşık ilişkiler (döngüler, geri bildirimler) açıkça gösterilmiş	Temel ilişkiler (besin zincirleri) doğru gösterilmiş	Bazı ilişkiler var ama eksik/yanlış	İlişkiler çok az veya yanlış
Bilimsel Terim Kullanımı	Tüm terimler doğru ve yerinde kullanılmış	Çoğu terim doğru kullanılmış	Bazı terimler yanlış veya eksik	Terim kullanımı yetersiz
Senaryo Analizi	Bir bileşenin kaybının çoklu etkilerini detaylı analiz etmiş	Temel etkileri doğru tahmin etmiş	Bazı etkiler belirtilmiş ama yüzeysel	Analiz yok veya yanlış
Görsel Organizasyon	Hiyerarşik yapı, renk kodlaması ve düzen mükemmel	İyi organize edilmiş ve anlaşılır	Kısmen organize, bazı karışıklıklar	Düzensiz ve anlaşılması zor
Yaratıcılık	Özgün yaklaşım ve yenilikçi gösterimler	İyi düşünülmüş ve ilgi çekici	Standart yaklaşım	Çok basit veya kopyalanmış
Eksiksizlik	Tüm gereksinimler karşılanmış ve ötesinde	Tüm gereksinimler karşılanmış	Bazı gereksinimler eksik	Önemli eksiklikler var
TOPLAM				

22-28 Çok İyi

17-21 İyi

12-16 Yeterli

7-11 Geliştirilmeli

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 5: FORMATİF DEĞERLENDİRME

Bu form, istasyon etkinliği sürecinde öğrencilerin iş birliği, bilimsel kavram kullanımı, eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini gözlem yoluyla değerlendirmek amacıyla hazırlanmıştır. Form öğretmen tarafından etkinlik süresince doldurulur. Her öğrenci, belirlenen ölçütler doğrultusunda gözlemlenir ve her ölçüt için 1'den 4'e kadar derecelendirme yapılır. Derecelendirme yapılırken öğrencinin süreç içindeki performansı, grup içindeki etkileşimi, bilimsel dili doğru kullanma düzeyi, akıl yürütme biçimi ve problem çözme yaklaşımı dikkate alınmalıdır. Puanlama anlık izlenimlere değil gözlenebilir davranışlara ve somut performans göstergelerine dayandırılmalıdır. Gerek görüldüğünde "Notlar" bölümüne öğrencinin güçlü yönleri ve geliştirilmesi gereken alanlara ilişkin kısa açıklamalar yazılmalıdır. Bu form not verme amacıyla değil öğrenme sürecini izlemek ve öğretim sürecine yönelik geri bildirim sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı				
	1	2	3	4
İş Birliği	Grup çalışmasına katılım göstermez.	Katılım sınırlıdır, çoğunlukla pasiftir.	Grup çalışmalarına düzenli katılır ve fikir paylaşır.	Grup içinde aktif rol alır, görev dağılımı yapar, yapıcı katkı sağlar.
Bilimsel Kavram Kullanımı	Kavramları yanlış ya da yetersiz kullanır.	Kavram kullanımında eksik ya da kısmi hatalar vardır.	Kavramları genel olarak doğru kullanır.	Kavramları doğru, yerinde ve bilimsel dil ile kullanır.
Eleştirel Düşünme	Analiz yapamaz.	Yüzeysel yorum yapar.	Mantıklı açıklamalar yapar ancak derinlik sınırlıdır.	Neden-sonuç ilişkisi kurar, çıkarım yapar ve gerekçelendirir.
Problem Çözme	Çözüm geliştiremez.	Çözüm önerisi sınırlı veya eksiktir.	Uygun çözüm önerir.	Özgün ve uygulanabilir çözüm üretir, sonuçları değerlendirir.

GÖZLEM FORMU						
Öğrenci	İş Birliği (1-4)	Bilimsel Kavram Kullanımı (1-4)	Eleştirel Düşünme (1-4)	Problem Çözme (1-4)	Toplam	Notlar

PUANLAMA**Puan Düzey**

15-16 Çok İyi

12-14 İyi

8-11 Yeterli

4-7 Geliştirilmeli

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 6: Öğrenci Ürünleri Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı**KULLANIM YÖNERGESİ**

1. Her ölçütü değerlendirmeden önce ürünü baştan sona inceleyiniz.
2. Her ölçüt için öğrencinin gösterdiği performansı en iyi tanımlayan düzey kutusunu (1–4) işaretleyiniz.
3. 4 ölçütün puanını toplayarak toplam ham puanı (maks. 16) bulunuz.
4. Ham puanı 100 üzerinden ağırlıklı puana çevirmek için Puan Değerlendirme Tablosu'nu kullanınız.
5. Gerektiğinde her ölçüt için gözlem/geri bildirim notunuzu ilgili satıra yazınız.

ANALİTİK DERECELENDİRME ÖLÇEĞİ

ÖLÇÜT	4 Çok İyi	3 İyi	2 Yeterli	1 Geliştirilmeli	GÖZLEM / GERİ BİLDİRİM
İçerik Doğruluğu ve Derinliği (Ağırlık: %40)	Ekosistem kavramlarını (besin zinciri, enerji akışı, döngüler, bileşenler) bilimsel olarak hatasız ve kapsamlı biçimde açıklar, konular arası bağlantıları kurar ve özgün örnekler sunar.	Temel kavramları doğru kullanır, küçük bilgi eksiklikleri veya yüzeysel açıklamalar var, ancak ana fikirler bilimsel açıdan doğrudur.	Bazı kavramları doğru kullanır, önemli bilgi hataları veya kritik ilişkilerin açıklanamaması söz konusudur.	Kavramları büyük ölçüde yanlış kullanır ya da temel biyoloji bilgisini ürüne yansıtamamıştır.	
Yaratıcılık ve Özgünlük (Ağırlık: %30)	Özgün ve beklenmedik bir yaklaşım benimser, ürün ekoloji konusunu yeni bir perspektiften ele alır ve izleyicide/okuyucuda merak uyandırır.	Çeşitli yaratıcı unsurlar içerir, konuya farklı bir bakış açısı katar, ancak bazı bölümler standart yaklaşımdan ileriye gidemez.	Temel gereksinimleri karşılar, büyük ölçüde standart bir yaklaşım izler, sınırlı özgünlük görülür.	Ürün doğrudan kopyalama içeriyor ya da hiçbir özgün katkı sunmuyor, yalnızca verilen materyal tekrar edilmiş.	
Teknik Kalite ve Sunum (Ağırlık: %20)	Ürünü seçilen formata (video, model, şarkı, kod vb.) uygun teknik standartlarda sunar, dil/görsel/ses kalitesi profesyonel düzeydedir ve içerik akıcı biçimde aktarılır.	Teknik kalite genel olarak iyidir, küçük hatalar var (ses kalitesi, yazım, düzensizlik vb.) ancak bunlar içeriğin anlaşılmasını engellemez.	Teknik açıdan kabul edilebilir ama dikkat dağıtıcı hatalar veya eksiklikler mevcut, sunum biçimi içeriği tam olarak desteklemiyor.	Teknik kalite yetersiz, ses, görüntü, dil ya da yapısal sorunlar ürünün anlaşılmasını ciddi ölçüde güçleştiriyor.	
Çaba ve Tamamlama (Ağırlık: %10)	Tüm gereksinimleri eksiksiz karşılar, belirlenen ölçütlerin ötesine geçer, özenli ve tamamlanmış bir ürün ortaya koyar.	Gereksinimlerin tamamını karşılar, iyi bir çaba sergiler, ürün tamamlanmış görünür.	Gereksinimlerin büyük çoğunluğunu karşılar, bazı bölümler eksik ya da aceleyle hazırlanmış izlenimi verir.	Gereksinimlerin önemli bir kısmı karşılanmamış, ürün yarım bırakılmış ya da çok az çaba gösterilmiş.	
TOPLAM HAM PUAN (MAKS. 16)					___ / 16

BİYOLOJİ

10. SINIF

PUAN DEĞERLENDİRME TABLOSU

HAM PUAN	100 ÜZERİNDEN	BAŞARI DÜZEYİ	DEĞERLENDİRME YORUMU
15–16	90–100	Çok İyi	Öğrenci ekosistem kavramlarını bilimsel olarak hatasız ve derinlemesine yansıtmış; özgün, teknik açıdan nitelikli ve eksiksiz bir ürün ortaya koymuştur.
12–14	75–89	İyi	Öğrenci temel gereksinimleri karşılamış, kavramları büyük ölçüde doğru kullanmış, ürün özenle tamamlanmış ve genel olarak niteliklidir.
8–11	55–74	Yeterli	Öğrenci gereksinimlerin çoğunu karşılamış, bazı kavram eksiklikleri veya teknik yetersizlikler var ancak temel öğrenme hedefine ulaşılmıştır.
5–7	40–54	Geliştirilmeli	Öğrenci gereksinimlerin önemli bir bölümünü karşılayamamış, içerik hataları, eksik tamamlama veya teknik sorunlar belirgindir, ek destek önerilir.
1–4	0–39	Eksik	Öğrenci ürünü tamamlamamış ya da temel biyoloji kavramlarını ürününe yansıtamamıştır, bireysel destek gereklidir.

Not: Bu Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı tüm ürün türleri (dijital zihin haritası, ekosistem belgeseli, 3B model, şarkı/rap, eğitsel oyun, ekosistem günlüğü, podcast serisi, simülasyon oyunu) için ortak değerlendirme ölçütlerini içermektedir.

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 7: Öğrenci Öz Değerlendirme Formu**KULLANIM YÖNERGESİ**

Aşağıdaki formu, etkinlik sürecindeki durumunuzu değerlendirmek için kullanınız. Her bir ifadeyi dikkatlice okuyarak kendinize en uygun seçeneği işaretleyiniz. Form, kendi öğrenme sürecinize dair farkındalık geliştirmenize yardımcı olacaktır.

A**ÖĞRENME DÜZEYİMİ DEĞERLENDİRİYORUM - HER İFADE İÇİN UYGUN SEÇENEĞİ ☒ İŞARETLEYİNİZ**

İFADE	4 Çok İyi	3 İyi	2 Yeterli	1 Geliştirilmeli
BİLİŞSEL				
1. Ekosistem bileşenlerini (canlı/cansız) doğru biçimde tanımlayabilirim.	☐	☐	☐	☐
2. Bileşenler arası ilişkileri (besin zinciri, enerji akışı, döngüler) açıklayabilirim.	☐	☐	☐	☐
3. Ekosistemde meydana gelen değişikliklerin olası etkilerini tahmin edebilirim.	☐	☐	☐	☐
SÜREÇ				
4. Grup çalışmasına aktif olarak katıldım ve katkı sağladım.	☐	☐	☐	☐
5. Etkinlik sürecinde karşılaştığım güçlükleri çözmeye çalıştım.	☐	☐	☐	☐
6. Farklı bakış açılarını dikkate alarak fikir ürettim.	☐	☐	☐	☐
ÜRÜN				
7. Seçtiğim ürün türü öğrendiklerimi en iyi şekilde yansıtıyor.	☐	☐	☐	☐
8. Ürünümü özgün ve yaratıcı bir yaklaşımla hazırladım.	☐	☐	☐	☐
9. Ürünümü hazırlarken yeterli çaba ve özen gösterdim.	☐	☐	☐	☐

B**ETKİNLİK SÜRECİMİ YANSITIYORUM - SORULARI KENDİ CÜMLELERİNİZLE YANITLAYINIZ****1. Bu etkinliklerde en çok ne öğrendim?**

2. Hangi noktalarda zorlandım ve bu zorluğu nasıl aştım? Hangi kaynakları kullandım?

3. Eğer bu görevi tekrar yapsaydım, neyi farklı yapardım?

4. Bu çalışmada öğrendiğim problem çözme stratejilerini başka hangi konulara veya gerçek yaşam sorunlarına uygulayabilirim?

C**ÖĞRENME SÜRECİMİ ANLIYORUM - KISA YANITLARINIZI SAĞDAKI ALANA YAZINIZ****C.1 ÖĞRENME STRATEJİLERİ**

1. Bu etkinliklerde hangi öğrenme stratejilerini kullandım? (görsel notlar, grup tartışması, tekrar, organize etme vb.)
2. Hangi strateji en çok işe yaradı? Neden?
3. Hangi strateji işe yaramadı? Bunun yerine ne yapmalıydım?

C.2 GÜÇLÜ YÖNLERİM VE ZORLUKLAR

1. Bu etkinliklerde en çok hangi konuda zorlandım?
2. Bu zorluğu aşmak için hangi kaynakları kullandım? (arkadaşlar, öğretmen, internet, ders kitabı)
3. Bu etkinliklerde en iyi olduğum şey neydi?

C.3 ÖĞRENME STİLİM

1. Hangi etkinlikte kendimi en rahat hissettim? (İstasyon, Sineklik, Basamaklandırılmış, Seçme Panosu)
2. Bu bana öğrenme stilim hakkında ne söylüyor?

D**HEDEFLERİMİ BELİRLİYORUM - GELECEK ADIMLARINIZI YAZINIZ**

1. Ekosistemler konusunda hâlâ öğrenmek istediğim şeyler şunlardır:
2. Kendimi geliştirmek istediğim bir beceri ve bunun için yapacaklarım şunlardır:
3. Bir sonraki benzer etkinlikte denemek istediğim yeni bir şey şudur:

Öğretmen Notu: Bu form öğrencilerin üstbilişsel farkındalıklarını geliştirmek ve öğrenme süreçleri üzerinde aidiyet hissetmelerini sağlamak için tasarlanmıştır. Yanıtlar not ile değerlendirilmez ancak öğretmen yanıtları bireysel geri bildirim amacıyla kullanılabilir.



ETKİNLİK 1

TEMA: EKOLOJİ

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.2.2. Komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimleri ve değişimleri sorgulayabilme
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) Komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimleri ve değişimleri tanımlar. b) Komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimler ve değişimlerle ilgili sorular sorar. c) Komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimler ve değişimlerle ilgili bilgi toplar. ç) Komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimler ve değişimlerle ilgili topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir. d) Komünitelerde ve popülasyonlarda görülen etkileşimler ve değişimlerle ilgili topladığı bilgiler üzerinden çıkarım yapar.
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	• Öğrenci, ekosistem, üretici, tüketici ve ayrıştırıcı kavramlarını tanımlar. • Öğrenci, üretici, tüketici ve ayrıştırıcı canlılara örnekler verebilir. • Öğrenci, Türkiye'nin temel ekosistem tiplerini (orman, göl, deniz) bilir. • Öğrenci, canlılar arasındaki yaşamsal ilişkileri bilir. • Öğrenci, canlılar arasındaki yaşamsal ilişki çeşitlerine örnekler verebilir.
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	• Soyut ekolojik kavramları (süksesyon, klimaks, trofik kaskad) somut modeller ve zaman çizelgeleriyle görselleştirme ihtiyacı • Yüksek öğrenme düzeyindeki öğrenciler için çoklu faktör analizi (iklim değişikliği + istilacı tür etkisi) • Etkileşim türlerini (mutualizm, parazitizm, rekabet) sembolik gösterimlerle (+/-, +/+, -/-) ayırt edebilme • Popülasyon grafik verilerini yorumlayarak neden-sonuç ilişkileri kurabilme • Gerçek yaşam problemlerini (Manavgat yangını, Eğirdir Gölü istilacı türü) bilimsel kavramlara bağlayabilme • Farklı hazır bulunuşluk seviyelerinde (görsel destekli/kavram odaklı/analitik) uygun zorlukta görevlerle çalışabilme • Türkiye biyocoğrafyasındaki yerel örneklerle kültürel-coğrafi bağlam oluşturabilme
Farklılaştırma Alanları	

BİYOLOJİ

10. SINIF

İçerik	Soyutluk (İFS)	İFS1: Görsel destekli basit dil (somut), kavram odaklı açıklamalar, analitik düşünme gerektiren sorulara (soyut) yer verilir. İFS2: Somut hikâyelerden (yangın, istilacı balık) soyut biyolojik kavramlara (süksesyon, rekabet, trofik kaskad) geçiş yapılır.
	Karmaşıklık (İFK)	İFK1: İklim değişikliği, istilacı tür riski ve erozyon gibi çoklu faktörlü karmaşık senaryolara ve disiplinler arası bağlantılara yer verilir. İFK2: Trofik kaskad gibi çok katmanlı ekolojik ilişkilerin (Sudak balığı $\uparrow \rightarrow$ Küçük balık $\downarrow \rightarrow$ Alg $\uparrow$) analizi yapılır.
	Çeşitlilik (İFÇ)	İFÇ1: Türkiye biyocoğrafyasından yerel örneklerle (Manavgat, Eğirdir, Karadeniz hamsi-palamut, Kırım Kongo, İncir arısı) yer verilir.
	Organizasyon (İFO)	İFO1: İçerik, süksesyon (kronolojik model), etkileşimler (grafik düzenleyici) ve popülasyon dinamikleri (veri analizi) olmak üzere 3 istasyon etrafında düzenlenir.
Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	SFÜDD1: Grafik yorumlama, neden-sonuç ilişkileri kurma ve çıkarım yapma becerilerine yer verilir. SFÜDD2: Tüm istasyonlardan öğrenilenlerin balık kılıcı diyagramı ile sentezlenmesi ve bütünleştirilmesi sağlanır.
	Açık Uçluluk/İlerletici Süreç (SFAU)	SFAU1: İklim değişikliği etkisi ve istilacı tür müdahalesi gibi çoklu çözümlü senaryolara yer verilir.
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	SFKÖ1: Vaka kartlarını okuma, grafikleri inceleme ve modeller oluşturma yoluyla aktif keşif fırsatı sunulur.
	Akıl Yürütme/Kanıtlama (SFAY)	SFAY1: Öncü türler olmasaydı ne olurdu?, Kuraklık olursa süreç nasıl değişir? gibi mantıksal sorular ve hipotez kurmaya yer verilir.
	Seçimde Özgürlük (SFSÖ)	SFSÖ1: Görsel tasarım (kolaj), yazılı (gazete haberi) ve grafiksel (popülasyon grafiği) olmak üzere 3 farklı ürün formatı seçeneği sunulur.
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Grafik analizi, gözlem-çıkarım tablosu doldurma ve kanıt temelli sonuç çıkarma yoluyla veri toplama ve analiz süreci uygulanır.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	SFGE1: İstasyon rotasyonu ile grup çalışması, işbirlikli öğrenme ve fikir paylaşımı gerçekleştirilir.

BİYOLOJİ

10. SINIF

Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Manavgat yangını sonrası orman iyileşmesi ve Eğirdir Gölü'nde istilacı Sudak balığı sorunu gibi gerçek ekolojik problemlere yer verilir.
	Gerçek Alıcı Kitle (ÜFGAK)	ÜFGAK1: Ürünlerin sınıfa sunulması ve akran geri bildirimi alınması yoluyla gerçek dinleyici kitlesi sağlanır.
	Ürün Değerlendirmesi (ÜFÜD)	ÜFÜD1: Kavramsal bilgi, veri analizi, bağlam kurma ve ürün kalitesi boyutlarında Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı ile çok boyutlu değerlendirme yapılır.
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	ÜFSÜ1: Öğrenilenlerin sentezlenerek yaratıcı ve özgün ürünler (20 yıllık süksesyon, istilacı tür etkisi, popülasyon dengesi) oluşturulması sağlanır.
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: Kolaj (görsel-uzamsal), gazete haberi (dilsel-sözel) ve grafik (mantıksal-matematiksel) olmak üzere 3 farklı ürün formatına yer verilir.
Fiziksel Öğrenme Ortamı Düzenlemeleri	Tercihler (FÖOD-T)	FÖOD-T1: Grup masaları (iş birliği), bireysel alanlar ve sessiz köşeler gibi farklı çalışma tarzlarına ve öğrenme stillerine uygun alanlar düzenlenir.
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	FÖOD-ÖMO1: Öğrencilerin kendi hızlarında çalıştığı, öğretmenin danışman/yönlendirici rolünde bulunduğu öğrenci merkezli öğrenme ortamı oluşturulur.

FARKLILAŞTIRILMIŞ ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	Anadolu'nun Canlı Ağı Ve Değişen Doğası
Konu	Komünite ve Popülasyon Ekolojisi-Etkileşimler ve Süksesyon
Öğrenme Hedefleri	• Öğrenci, süksesyon sürecini kronolojik kartlarla modelleyerek aşamaları (yangın → öncü türler → klimaks) sıralar. • Öğrenci, Türkiye'den gerçek vakaları (Eğirdir Gölü, Kırım Kongo, İncir arısı) analiz ederek etkileşim türlerini sembollerle (+/-, +/+, -/-) gösterir. • Öğrenci, popülasyon grafiğini yorumlayarak av-avcı ilişkisindeki değişimleri ve dış etkenleri tespit eder. • Öğrenci, balık kılçığı diyagramı kullanarak tüm istasyonlardan edindiği bilgileri sentezler ve popülasyon değişim nedenlerini kategorize eder. • Öğrenci, sınıf tartışmasında istasyon bulgularını paylaşarak ekolojik kavramları bütünlendirir. • Öğrenci, ilgi alanına göre bir ürün formatı (kolaj, gazete haberi, grafik) seçerek öğrendiklerini yaratıcı biçimde ifade eder. • Öğrenci, oluşturduğu ürünü sınıfa sunarak akran geri bildirimi alır ve bilimsel iletişim becerisini geliştirir. • Öğrenci, kendi hazır bulunuşluk düzeyine uygun görevlerde çalışarak öz yeterlik algısını güçlendirir. • Öğrenci, istasyon rotasyonu ile grup çalışması yaparak iş birliği ve zaman yönetimi becerisini geliştirir. • Öğrenci, Türkiye'deki gerçek ekolojik sorunları (Manavgat yangını, istilacı türler) tanıyarak çevre duyarlılığı kazanır.
Disiplinler Arası Bileşenler	Coğrafya • Türkiye'nin coğrafi bölgeleri ve ekosistem dağılımı (Manavgat-Akdeniz, Eğirdir-Göller Yöresi, Karadeniz, İç Anadolu) • İklim özellikleri ve biyocoğrafik bölgelerin ekolojik farklılıkları • Harita okuma ve bölgesel vaka yerleştirme becerileri Matematik • Popülasyon değişim grafiklerini okuma ve yorumlama • Av-avcı ilişkilerinde niceliksel değişimleri analiz etme • Gözlem-çıkarım tablosunda veri düzenleme ve sunma Türkçe • Gazete haberi yazma (istilacı türler hakkında) • Sınıf tartışmalarında görüş bildirme ve sunum yapma • Bilimsel metinleri anlama ve yorumlama Görsel Sanatlar • Kolaj tasarımı (20 yıllık süksesyon süreci görseli) • Renk kodlaması ve görsel organizasyon (etkileşim sembolleri) • Zaman çizelgesi ve balık kılçığı diyagramı gibi görsel düzenleyiciler oluşturma

- İnsan müdahalelerinin ekolojik sonuçları (istilacı tür aşılama, yangın)
- Çevre sorunlarına yönelik farkındalık ve duyarlılık
- Doğa koruma ve sürdürülebilirlik kavramları

Bilişim Teknolojileri

- Dijital araçlarla grafik ve kolaj oluşturma (isteğe bağlı)
- Veri toplama ve düzenleme becerileri

Görsel ve Basılı Materyaller

- Manavgat orman yangını görselleri (yangın anı ve 1 yıl sonrası)
- Akdeniz kıyıları görselleri (yerli orfoz ve istilacı aslan balığı)
- Türkiye dilsiz haritası/panosu (büyük boy, duvara asılabilir)
- Kızılçam ormanı süksesyon görselleri
- Türkiye ekosistem görselleri (orman, göl, deniz)

İstasyon 1 Materyalleri (Süksesyon)

- 3 seviyede süksesyon kartları:
 - Seviye 1: Görsel destekli, sıra numaralı kartlar (6 kart)
 - Seviye 2: Kavram odaklı kartlar (6 kart)
 - Seviye 3: İleri düzey meydan okuma kartları
- Zaman çizelgesi şablonu
- Cevap anahtarı kartları

İstasyon 2 Materyalleri (Etkileşim Haritası)

- Vaka kartları (4 adet):
 - Eğirdir Gölü-Sudak balığı vakası
 - Kırım Kongo-Kene vakası
 - İncir ağacı-İncir arısı vakası
 - Toros ormanları-Siklamen vakası (opsiyonel)
- Etkileşim sembol kartları (+/+, +/-, -/+, 0/+)
- Raptiyeler veya yapışkan notlar (kartları haritaya yerleştirmek için)

İstasyon 3 Materyalleri (Popülasyon Grafikleri)

- Karadeniz hamsi-palamut popülasyon grafiği (30 kopya)
- Gözlem-Çıkarım tablosu şablonu
- Hesap makinesi (opsiyonel)

Öğrenci Çalışma Kâğıtları

- Öğrenci çalışma kâğıdı (tüm istasyonlar için)-sınıf mevcudu kadar
- Balık kılıcı diyagramı şablonu
- Kavram ağı şablonu (tahtaya yansıtılacak)

Materyaller

Materyaller	Değerlendirme Materyalleri • Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı (öğretmen için) • Süreç Gözlem Formu (öğretmen için) • Öz Değerlendirme Formu (öğrenci için)-sınıf mevcudu kadar • Akran Değerlendirme Formu (opsiyonel) Ürün Oluşturma Materyalleri • A3 kâğıtlar (kolaj için) • Renkli kalem, keçeli kalem, boya kalemleri • Makas, yapıştırıcı • Çizim kâğıtları • Grafik kâğıdı (grafik çizimi için) Teknolojik Materyaller (opsiyonel) • Projeksiyon cihazı (görselleri yansıtmak için) • Bilgisayar/tablet (dijital ürün oluşturma için) Sınıf Düzenleme Materyalleri • 3 istasyon masası • Masa etiketleri (İstasyon 1, 2, 3) • Kronometre veya zaman göstergesi • Grup numarası kartları
Süre	2 Ders Saati
Etkinlik Açıklaması	Bu etkinlik, istasyon tekniği ile içerik, süreç, ürün ve fiziksel öğrenme ortamı farklılaştırma-sını bir arada sunan, Türkiye biyocoğrafyasından gerçek vakalar üzerinden komünite ve popülasyon ekolojisini keşfettiren bir zenginleştirme çalışmasıdır. Sınıf 3 istasyona ayrılır ve gruplar her istasyonda 10-12 dakika kalarak rotasyon yapar (İFO1). İstasyon 1’de öğrenciler Manavgat yangını sonrası süksesyon sürecini kronolojik kartlarla modellerken, İstasyon 2’de Türkiye haritası üzerinde gerçek vakaları (Eğirdir Gölü, Kırım Kongo, İncir arısı) analiz eder, İstasyon 3’te ise Karadeniz hamsi-palamut popülasyon grafiğini yorumlar. Her istasyon farklı öğrenme stiline (görsel-kronolojik, analitik-mekânsal, grafiksel-sayısal) hitap eder (SFGE1, FÖOD-ÖMO1). İçerik şu 3 seviyede farklılaştırılmıştır: Temel seviyede görsel destekli basit dil ile somut kavramlar, orta seviyede kavram odaklı açıklamalar, ileri seviyede ise iklim değişikliği ve trofik kaskad gibi karmaşık senaryolar ve analitik düşünme gerektiren sorular sunulur (İFS2). Öğrenciler somut hikâyelerden (yangın, istilacı balık) soyut biyolojik kavramlara (süksesyon, rekabet, klimaks komünite) kademeli geçiş yapar (İFK2). İstasyon çalışması sonrası öğrenciler, balık kılıcı diyagramı kullanarak (SFÜDD2) tüm istasyonlardan topladıkları bilgileri sentezler ve popülasyon değişiminin nedenlerini (rekabet, avcı baskısı, simbiyoz, afetler) kategorize eder. Sınıf tartışmasında bulgular paylaşılr ve Türkiye örnekleriyle bağlam kurulur (SFARŞ1). Etkinlik sonunda öğrenciler, öğrenme stillerine ve ilgi alanlarına göre şu 3 ürün formatından birini seçer: Görsel Tasarım (20 yıllık süksesyon kolajı) (SFSÖ1), Yazılı Anlatım (istilacı tür gazete haberi) (ÜFÜÇ1) veya Grafiksel Analiz (popülasyon dengesi grafiği) (ÜFSÜ1). Ürünler bir sonraki derste sınıfa sunularak gerçek dinleyici kitlesi ile paylaşılr ve akran geri bildirimi alınır (ÜFGAK1).

Etkinlik Açıklaması	Etkinlik boyunca Türkiye’den gerçek ekolojik problemler (Manavgat yangını, Eğirdir Gölü’nde istilacı sudak balığı) (İFÇ1) kullanılarak öğrencilerin yerel-küresel bağlam kurması ve çevre duyarlılığı kazanması hedeflenir (ÜFGHP1).
Uygulama Aşamaları	BÖLÜM 1: BAĞLAM VE HAZIRLIK Etkinlik başlamadan önce EK 6, EK 7, EK 8, EK 9, EK 10 ve EK 11 hazırlanır. Tahtaya Anadolu: Türlerin Kavşağı yazılır ve örneği verilen iki görsel yansıtılır: 1. Antalya/Manavgat Orman Yangını (2021): Simsiyah bir toprak ve 1 yıl sonra yeşeren ilk filizler 2. Akdeniz Kıyıları: Yerli orfoz balığı (<i>Epinephelus marginicus</i>) ile istilacı aslan balığının (<i>Pterois</i>) aynı karedeki görüntüsü (İFÇ1, ÜFGHP1) Sorgulama Soruları: Bir ormanın yanması her şeyin sonu mudur, yoksa yeni bir başlangıç mı? Bir denize yeni bir balığın gelmesi komşularını nasıl etkiler? Bu sorularla öğrencilerin ön bilgilerini (hazır bulunuşluk) yoklayınız ve dersin “Etkileşimler” ve “Değişim (Süksesyon)” üzerine olduğu hissettiriniz. EK 1 öğrenci çalışma kağıdı çoğaltılarak öğrencilere dağıtılır. BÖLÜM 2: İSTASYON ÇALIŞMASI Sınıf 3 ana istasyona ayrılır (İFO1). Grupların her istasyonda 10-12 dakika kalmalarını ve sonrasında diğer istasyona geçmelerini sağlayınız (SFGE1). Her istasyonda Türkiye coğrafyasına özgü gerçek veriler ve materyaller bulundurunuz. Fiziksel düzenlemeyi şu şekilde yapınız: 3 istasyon masası, sessiz köşe, iş birliği alanı ve gerektiğinde bireysel çalışma alanı sağlayın (FÖOD-ÖMO1, FÖOD-T1). İSTASYON 1: “Süksesyon ve Zaman Yolcuları” (Görsel/Sıralama İstasyonu) Materyal: Kızılçam (<i>Pinus brutia</i>) ormanlarının yangın sonrası değişimini gösteren karışık görseller ve bilgi kartları Görev (Model Kurma): Karışık verilen görselleri ve olayları kronolojik bir “Zaman Çizelgesi Modeli”ne dönüştürme (SFKÖ1) İçerik • Evre 1: Yangın anı ve toprağın mineralce zenginleşmesi • Evre 2 (Öncü Türler): Otsu bitkiler ve makilerin (tesbih çalısı vb.) çıkışı • Evre 3: Kızılçam fidelerinin gelişimi • Evre 4 (Klimaks): Dengeli Kızılçam ormanı Farklılaştırma SEVİYE 1: TEMEL KARTLAR Bu set, zorlanan öğrenciler için uygundur. Her kartta bir görsel ve altında kısa bir cümle bulundurulur (İFS1). • Kart A (Görsel: şiddetli yanan orman): Yaz sıcakları ve rüzgarla birlikte Manavgat’taki Kızılçam ormanında yangın başlar. Ağaçlar yanar ama toprak yerinde kalır. • Kart B (Görsel: kozalaklardan tohum dökülmesi): Yangının ısı, Kızılçam kozalaklarını patlatır. Tohumlar, mineralce zenginleşmiş küllü toprağa dökülür. • Kart C (Görsel: siyah toprakta yeşil filizler): İlk yağmurlarla birlikte önce hızlı büyüyen otlar ve çiğdem gibi soğanlı bitkiler toprağı kaplar. • Kart D (Görsel: çalılar ve küçük fidanlar): Birkaç yıl sonra makiler (çalılar) ve küçük çam fideleri büyümeye başlar. Rekabet başlar. • Kart E (Görsel: genç çam ormanı): Çam fidanları uzar ve gölge yaparak çalıların büyümesini baskılar. • Kart F (Görsel: yetişkin orman): Yıllar sonra orman eski hâline döner. Ağaçlar büyümüş ve denge sağlanmıştır (Klimaks).

Uygulama Aşamaları

Bu kartların arkasına silik bir şekilde 1'den 6'ya kadar numara yazılır, öğrencilerin sıralama yaptıktan sonra kartların arkasını çevirip kendi kendilerini kontrol edebilmelerine olanak sağlanır.

SEVİYE 2: STANDART KARTLAR

Bu set, sınıfın geneli için uygundur. Biyolojik terimleri (öncü tür, rekabet, klimaks) içerir (İFS1).

- **Kart 1:** Manavgat ormanında yangın meydana gelir. Toprak üstü canlı yaşamı büyük ölçüde yok olur ancak toprak yapısı bozulmaz (İkincil Süksesyon Başlangıcı).
- **Kart 2:** Kızılçam kozalakları yüksek ısıyla açılır ve tohumlarını küllerle kaplı, mineral bakımından zenginleşmiş toprağa bırakır.
- **Kart 3:** Ortamda önce kısa ömürlü, hızlı büyüyen otsu bitkiler ve yosunlar hâkim olur (Öncü Türler).
- **Kart 4:** Otsu bitkilerin yerini zamanla fundalıklar, makiler ve çok yıllık çalılar almaya başlar. Kızılçam fideleri de bu aralıkta çimlenir.
- **Kart 5:** Işık ve su için Türler Arası Rekabet başlar. Hızlı uzayan Kızılçamlar, gölgeleme yaparak alt tabakadaki ışık seven çalıları baskılar.
- **Kart 6:** Kızılçamlar baskın tür hâline gelir. Komünite kararlı ve dengeli bir yapıya kavuşur (Klimaks/Kararlı Komünite).

SEVİYE 3: MEYDAN OKUMA KARTI

Bu, sıralamayı bitiren hızlı/ileri düzey gruplara "Bonus Görev" olarak verin (İFK1).

SORU KARTI

Sıralamayı yaptınız. Ancak bilim insanları, küresel iklim değişikliği nedeniyle bu döngünün bozulabileceğini söylüyor. Aşağıdaki Risk Kartını sıralamada nereye koyarsınız ve bu kart süreci nasıl değiştirir? sorusu yöneltilir (SFAU1).

Risk Kartı (İstilacı Tür/Kuraklık): Çam fideleri henüz büyümeden aşırı kuraklık olur ve bölgeyi yangına dayanıklı olmayan, istilacı dikenli çalılar (yabancı türler) işgal eder.

Beklenen Cevap/Tartışma: Bu kart, 3. ve 4. evre arasına girer. Eğer istilacı türler veya aşırı kuraklık (erozyon) devreye girerse, orman Kart 6'ya (Kızılçam ormanına) asla ulaşamayabilir; süreç çalışma ile son bulabilir.

Sorgulama Sorusu: "Sizce 'Öncü Türler' (ilk çıkan otlar) olmasaydı, Kızılçam ormanı kendini yenileyebilir miydi? Neden?" sorularını yöneltin (SFAY1).

Uygulama Notu

1. **Hazırlık:** Kart setlerini (Seviye 1 ve Seviye 2) farklı renkteki zarflara koyunuz (ör: Mavi Zarf = Temel, Kırmızı Zarf = Standart).
2. **İstasyonda:** Öğrenciler istasyona geldiğinde grup seviyesine uygun zarfı açar.
3. **Etkinlik:** Kartları masanın üzerine yayarlar ve Zaman Çizelgesi şablonuna yapıştırırlar/dizerler.
4. **Kontrol:** Arkadaki numaralardan veya Cevap Anahtarı Kartı'ndan kontrol ettirin.

İSTASYON 2: "Anadolu'nun Etkileşim Haritası" (Analiz İstasyonu)

Materyal: Türkiye faunasından seçilmiş tür kartları ve büyük bir Türkiye dilsiz haritası/panosu, raptiyeler veya yapışkan notlar

Görev (Grafik Düzenleyici): Verilen tür çiftlerini panodaki uygun bölgeye yerleştirip aralarındaki etkileşimi (Mutualizm, Parazitizm, Rekabet, Av-Avcı) sembollerle (+/+, +/-, -/-) gösterin (İFS2, İFÇ1, SFKÖ1).

Uygulama Aşamaları**Örnek Vaka Kartları****SEVİYE 1****VAKA: GÖLÜN AVCISI (ISPARTA/EĞİRDİR GÖLÜ)***(Odak: Av-Avcı İlişkisi ve Rekabet/İnsan Müdahalesi)***Hikâye**

1955 yılında, Eğirdir Gölü'ne balıkçılık gelirini artırmak amacıyla ekonomik değeri yüksek olan Sudak balığı (*Sander lucioperca*) aşılandı. Ancak bu balık, gölün doğal sakini olan ve sadece dünyada bu gölde yaşayan Eğirdir sazancığı (*Aphanius iconii*) ve diğer küçük balık türleriyle beslenmeye başladı.

Sudak balığı o kadar baskın bir avcıydı ki, yıllar içinde göldeki 10 yerel balık türünden 7'sinin nesli gölde tükendi. Küçük balıklar azalınca, bu balıkların yediği yosunlar (algler) aşırı çoğaldı ve gölün suyu bulanıklaştı.

Sorgulama Soruları

- Etkileşim Türü: Burada sudak ve sazancık balıkları arasındaki ilişki nedir? (+/-)
- Sonuç: İnsan müdahalesi komünite yapısını nasıl değiştirdi?

İleri Düzey Soru: Sudak balığı popülasyonu artarsa göldeki alg miktarı nasıl değişir? (Trokaskad) sorusu yöneltilir (**İFK2, SFAU1**).

SEVİYE 2**VAKA: TEHLİKENİN FARKINDA MISIN? (İÇ ANADOLU / TOKAT-YOZGAT)***(Odak: Parazitizm)***Hikâye**

Yaz aylarında İç Anadolu ve Karadeniz'in kırsal kesimlerinde keneler (*Hyalomma* cinsi), tarlalarda çalışan insanların veya meralardaki ineklerin derisine tutunur. Kene, kan emerek beslenir ve yaşam döngüsünü devam ettirir.

Ancak kene sadece kan emmekle kalmaz taşıdığı virüsü (Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi virüsü) konak canlıya (insana) bulaştırabilir. Bu durumda kene beslenip hayatta kalırken (+), insan veya hayvan bu durumdan zarar görür, hatta hayatını kaybedebilir (-).

Öğrencilere aşağıda yazılı sorgulama sorularını sorunuz:

- Etkileşim Türü: Kene ve insan arasındaki ilişki nedir?
- Ayrım: Kene bir avcı mıdır, yoksa parazit mi? Neden? (İpucu: Konağını hemen öldürmek ister mi?)

SEVİYE 3**VAKA: İNCİR ARISI (AYDIN/EGE BÖLGESİ)***(Odak: Mutualizm)***Hikâye**

Aydın'da yetişen meşhur incirlerin oluşması için incir arısına ihtiyacı vardır. Dişi incir arısı, yumurtalarını bırakmak için erkek incir meyvesinin içine girer. Bu sırada üzerine bulaşan polenleri de taşır.

Arı, incirin içinde güvenle ürer ve beslenir (+). İncir ağacı ise arı sayesinde tozlaşır ve tohum üretir (+). Eğer incir arısı olmazsa incir ağacı neslini devam ettiremez: incir ağacı olmazsa arı yaşayacak yer bulamaz.

Öğrencilere aşağıdaki sorgulama sorularını sorunuz

- Etkileşim Türü: İncir ağacı ve arı arasındaki ilişki nedir?
- Özellik: Bu iki tür birbirinden ayrılırsa ne olur? (Zorunlu mu, gevşek mi?)

Uygulama Aşamaları

SEVİYE 4

VAKA: ORMANIN ÇÖPÇÜLERİ VE AĞAÇLAR (TOROSLAR)

(Odak: Kommensalizm-Opsiyonel İleri Düzey Vaka)

Hikâye

Toros ormanlarında büyük ağaçların gölgesinde yetişen küçük siklamen (*Cyclamen coum*) çiçeklerini düşünün. Büyük çam ağaçları, ortamı nemli ve gölgeli tutarak siklamenlerin yaşamasına olanak sağlar. Siklamen bu durumdan fayda görür (+). Ancak küçük siklamenin varlığı veya yokluğu, devasa çam ağacının umurunda değildir; ağaca bir faydası veya zararı yoktur (0).

Burada da öğrencilerin bilgilerini sorgulama amacıyla aşağıdaki soruyu sorunuz

- Etkileşim Türü: Biri yarar görürken diğerinin etkilenmediği bu ilişki nedir?

Öğrenci Çalışma Kâğıdı Tablosu

Öğrencilerden istasyonda bu kartları okumaları ve aşağıdaki tabloyu doldurmaları istenir (EK1).

Kritik Soru: Eğirdir Gölü'ndeki vaka, doğal bir av-avcı ilişkisi midir, yoksa dengeyi bozan bir durum mudur? Açıklanır.

Çalışmanızda aşağıdaki ipuçlarını kullanın.

- **Görselleştirme:** Her kartın üzerine ilgili canlının fotoğrafını (Sudak balığı, incir içindeki arı, kene) mutlaka koyun. Görsel hafıza, 10. sınıf seviyesinde kavramın kalıcı olmasını sağlar.
- **Harita Kullanımı:** Masada büyük bir Türkiye haritası olsun. Öğrenciler “Gölün Avcısı” kartını okuyunca, bir raptiyeyi Isparta/Eğirdir Gölü üzerine saplasınlar ve kartı oraya ipe bağlasınlar. Bu, coğrafya ile biyolojiyi bütünleştirme hedefine hizmet eder.

İSTASYON 3: “Popülasyon Dedektifleri” (Veri/Grafik İstasyonu)

Materyal: Gerçek verilere dayalı grafikler

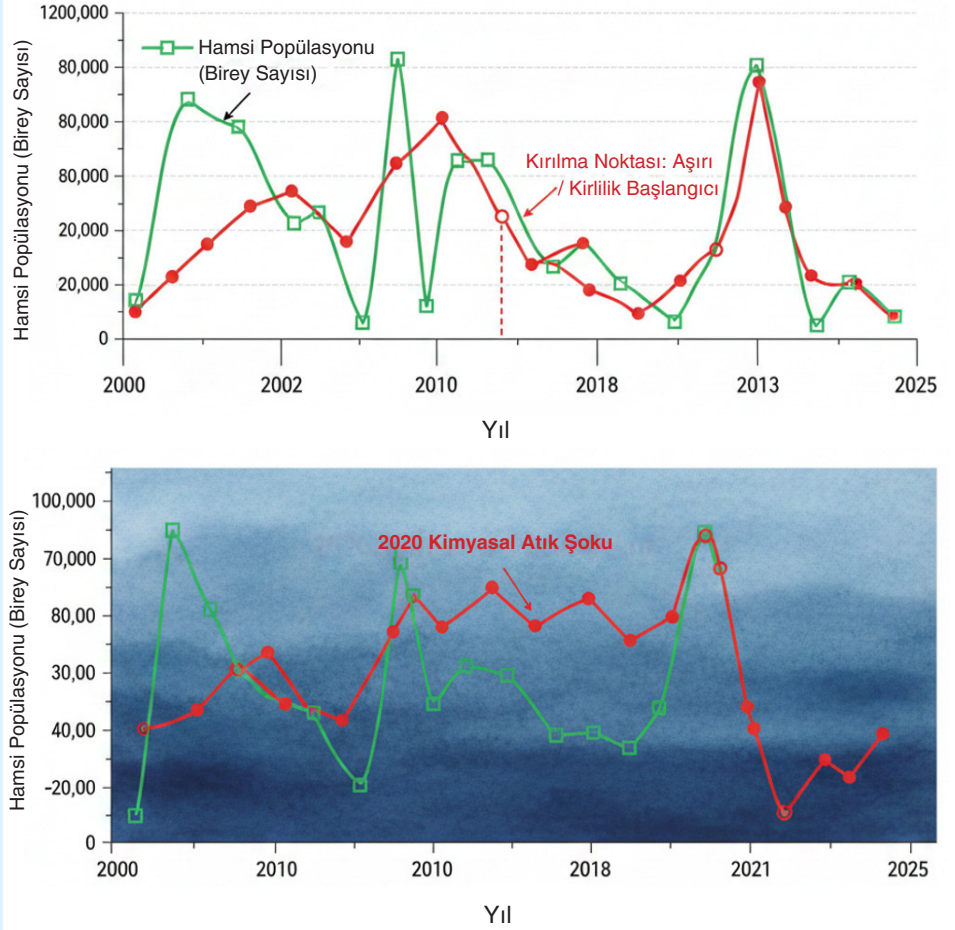
Görev: Grafikleri yorumlayarak popülasyon değişiminin nedenini bulmak (SFÜDD1, SFARŞ1).

Vaka: Doğu Karadeniz’de hamsi (*Engraulis engrasicolus*) ile onu avlayan palamut (*Sarda sarda*) popülasyonlarının yıllara göre değişimi, klasik av-avcı ilişkisini yansıtan döngüsel bir yapı gösterir; hamsi popülasyonu arttığında palamut için besin bolluğu oluşur ve palamut sayısı bu artışı genellikle 1-2 yıl gecikmeyle takip eder, artan palamut av baskısı ise zamanla hamsi popülasyonunun azalmasına yol açar ve bunu yine gecikmeli olarak palamut popülasyonundaki düşüş izler; ancak aşırı avlanma, deniz kirliliği veya iklim

Uygulama Aşamaları

kaynaklı çevresel değişimler gibi dış etkenler bu doğal döngüyü bozarak grafikte ani kırılmalar ve düzensizlikler oluşturabilir, bu da ekosistem dengesinin insan etkileri karşısında ne kadar hassas olduğunu gösterir.

Şekil 1. Doğu Karadeniz’de hamsi ve palamut popülasyonlarının av-avcı ilişkisini yansıtan temsilî değişimi (FAO ve TÜİK balıkçılık verilerinden yararlanılarak hazırlanmıştır).



Şekil 1: Doğu Karadeniz’de Hamsi-Palamut Popülasyon Grafiği
Yıllara Göre Av-Avcı Değişimi Ve Dış Etkenlerin Rolü

Öğrencilere aşağıda yazılı soruları sorulur:

- 1. Veri Okuma:** Hangi yıllarda palamut artarken hamsi azalmış? Bu döngüyü bozan dış etken (aşırı avlanma/kirlilik) grafikte nerede başlamış olabilir?
- 2. Çıkarım Yapma:** Eğer denize aşırı miktarda kimyasal atık dökülseydi ve sadece hamsiler ölseydi, bir sonraki yıl palamut sayısı nasıl değişirdi?

Ürün: Gruplardan, grafiğin altına Gözlem-Çıkarım Tablosu’nu doldurması istenir.

Seviye 1. Temel Seviye Grup Yönlendirmesi

Grafiği inceleyerek hamsi ve palamut popülasyonlarında artış ve azalış görülen yılları gözlem olarak tabloya yazınız.

Uygulama Aşamaları

Seviye 2. Orta Seviye Grup Yönlendirmesi

Grafikteki popülasyon değişimlerini inceleyerek hamsi-palamut arasındaki av-avcı ilişkisine dair gözlemlerinizi ve bu gözlemlerden ulaştığınız çıkarımları tabloya yazınız.

Seviye 3. İleri Seviye Grup Yönlendirmesi

Grafikteki döngüsel yapıyı ve olası kırılma noktalarını analiz ederek popülasyon değişiminin nedenlerini (av-avcı ilişkisi, aşırı avlanma, kirlilik vb.) gözlem-çıkarım ilişkisiyle tabloya yazınız.

BÖLÜM 3: DERİNLEŞME VE SENTEZ

İstasyonlar tamamlandıktan sonra öğrencilerin yerlerine dönmelerini sağlar.

Tahtaya büyük bir **Kavram Ağı** yansıtılır (**SFÜDD2**).

Bu kavram ağının merkezine **EKOSİSTEM DİNAMİKLERİ** yazılır.

1. Sınıfça Tartışma: Her grubun istasyonlardan elde ettiği en çarpıcı bulgu sorulur.

- Yangın her zaman kötü müdür? (Süksesyon vurgusu)
- Sudak balığı göle atılınca ne oldu? (İnsan müdahalesi ve rekabet vurgusu)

2. Ortak Grafik Düzenleyici: Balık Kılıcı Diyagramı

Öğrencilerden defterlerine bir **Balık Kılıcı Diyagramı** çizmeleri istenir.

- **Başlık:** Popülasyon Değişiminin Nedenleri
- **Kılıçıklar:** Tür içi rekabet, Türler arası rekabet, Avcı baskısı, Simbiyotik ilişkiler, Afetler (Yangın), İnsan Etkisi

Her kılıça istasyonlardan bir Türkiye örneği yazılır.

- Simbiyotik → İncir Arısı
- Avcı → Palamut-Hamsi
- Afet → Manavgat yangını
- İnsan Etkisi → Sudak Balığı aşılması (**İFÇ1**)

BÖLÜM 4: ÜRÜN VE DEĞERLENDİRME

Dersin sonunda öğrencilere ev ödevi veya sınıf içi çıkış görevi olarak aşağıdaki menü sunulur (**SFSÖ1, ÜFÜÇ1**):

Seçenek 1 (Görsel/Tasarımcı): Bir Ekosistemin Yeniden Doğuşu

Manavgat yangını sonrası ormanın 1, 5 ve 20. yılındaki değişimini gösteren 3 karelik bir çizim veya dijital kolaj hazırlatılır. Öncü ve klimaks türleri etiketlemeleri istenir (**SFSÖ1**).

Seçenek 2 (Analitik/Yazar): İstilacı Tür Raporu

Öğrencilerden aslan balığı veya balon balığının Akdeniz ekosistemine girişini, yerli türlerle rekabetini ve olası gelecek senaryosunu anlatan bir gazete haberi yazmaları istenir (**ÜFÜÇ1**).

Seçenek 3 (Sayısal/Grafikçi): Veri Analisti

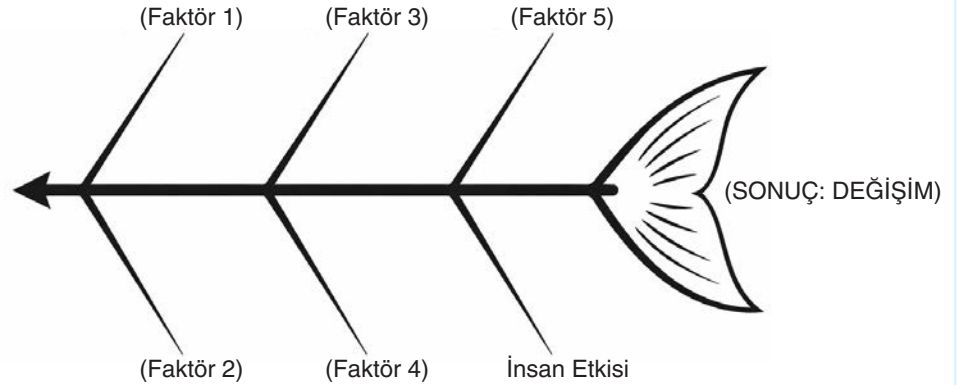
Öğrencilerden Van Gölü İnci Kefali'nin (*Alburnus tarichi*) göç dönemindeki popülasyon değişimi ile martı (*Larinae*) (avcı) popülasyonu arasındaki ilişkiyi temsil eden hipotetik bir grafik çizmeleri ve Denge Noktasını yorumlamaları istenir (**ÜFSÜ1**).

Ürünlerin bir sonraki derste sınıfa sunulacağını ve ekran geri bildirimi alınacağı hatırlatılır (**ÜFGAK1**).

Uygulama Aşamaları**BÜTÜNLEŞTİRME: BALIK KILÇIĞI DİYAGRAMI**

Görev: İstasyonlardan öğrendiğiniz bilgilere göre; “Bir popülasyonun büyüklüğünü değiştiren faktörler nelerdir?” sorusunun cevabını kılçıklara yazınız. (ör. hastalıklar, rekabet vb.) Önünüzdeki balık kılçığı diyagramını şu adımları izleyerek doldurunuz

- **Balığın Baş Bölümü (Problem/Soru):** Buraya temel cümlemizi yazın: Popülasyon büyüklüğündeki değişimlerin temel nedenleri nelerdir?
- **Üst Büyük Kılçıklar (Doğal Faktörler):** İstasyon 1 ve 3’ten öğrendiğiniz; av-avcı ilişkisi, süksesyon aşamaları ve iklimsel değişimler gibi doğal süreçleri bu kılçıklara yerleştirin.
- **Alt Büyük Kılçıklar (Dış ve Beşeri Faktörler):** İstasyon 2 ve 3’te karşınıza çıkan; aşırı avlanma, kimyasal kirlilik, istilacı türler ve insan etkisi gibi faktörleri bu kılçıklara ekleyin.
- **Küçük Yan Kılçıklar:** Büyük nedenlerin altına, vaka örneklerinizden (Hamsi-Palamut dengesi, Sudak balığının etkisi vb.) kısa notlar ve semboller (+/-) ekleyerek neden-sonuç bağıntı kuvvetlendirin.
- **Balığın Kuyruğu (Sonuç):** Tüm bu etkileşimlerin sonucunda popülasyonun geleceği hakkında (denge, çöküş veya büyüme) tek cümlelik bir dedektif özeti yazın.

**ÇIKIŞ BİLETİ: GÖREV MENÜSÜ**

Bir sonraki ders için hazırlayacağınız ürünü seçiniz ve işaretleyiniz.

Görsel Tasarımcı: Manavgat ormanının 20 yıllık değişimini gösteren “Öncesi-Sonrası” kolajı veya çizimi.

Yazar/Gazeteci: “İstilacı Türler Alarm Veriyor!” başlıklı, Eğirdir Gölü veya aslan balığı hakkında bir gazete haberi.

Veri Analisti: Hayali bir “Ada Ekosistemi” tasarlayıp oradaki tavşan ve tilki nüfusunun 10 yıllık değişim grafiğini çizip yorumlamak.

Öğretmen İçin Tasarım İpuçları

1. **Görsellik:** Balık Kılçığı bölümünde gerçekten bir kılçık iskeleti görseli kullanın.
2. **Boşluklar:** Öğrencilerin rahat yazabilmesi için noktalı yerleri (...) yeterince geniş bırakın.
3. **İkonlar:** İstasyon başlıklarının yanına ilgili ikonları (Ağaç, Harita, Grafik) koyarak görsel algıyı güçlendirin.

Uygulama Aşamaları	1. Etkileşim türünü doğru tanımlama 2. Türkiye'den doğru örneği kullanma 3. Popülasyon üzerindeki etkiyi (artar/azalır) mantıklı gerekçelendirme
Değerlendirme	Bu etkinlikte hem süreç hem de sonuç odaklı bütüncül değerlendirme yaklaşımı kullanılır (ÜFÜD1). Öğrencilerin kavramsal bilgileri, veri analizi becerileri, Türkiye biyoçeşitliliği ile bağlam kurma yetenekleri ve ürün kaliteleri Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı ile değerlendirilir. Ayrıca istasyon çalışması sırasında iş birliği, zaman yönetimi ve iletişim gibi sosyal-duygusal öğrenme becerileri gözlem formu ile izlenir. Öğrenciler ders sonunda öz değerlendirme yaparak üstbilis becerilerini geliştirir. 1. ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU Değerlendirme Kriteri 1. Etkileşim türünü doğru tanımlama 2. Türkiye'den doğru örneği kullanma 3. Popülasyon üzerindeki etkiyi (artar/azalır) mantıklı gerekçelendirme Ders sonunda öğrencilerin örneği verilen öz değerlendirme formunu doldurmalarını isteyen (EK 2). 2. ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI Bu analitik dereceli puanlama anahtarı, öğrencinin çalışma kâğıdındaki performansı ve ders sonundaki çıktısı için kullanılır (EK 3). 3. DETAYLI ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI Bu Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı, öğrenci çalışma kâğıdındaki her istasyon için detaylı değerlendirme sağlar (EK 4). 4. SÜREÇ GÖZLEM FORMU Bu listeyi, istasyon çalışması sırasında öğrencilerin sosyal-duygusal öğrenme (SEL) becerilerini ve süreç becerilerini gözlemlemek için kullanınız. Öğretmen sınıfta dolaşırken hızlıca + veya “-” işareti koyarak değerlendirir (SFGE1, FÖOD-ÖMO1) (EK 5). Değerlendirme Araçlarının Kullanım Rehberi Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı: Öğrencilere etkinlik başında gösterin ve Sizden ne beklediğimi bilin deyin. Bu şeffaflık, öğrencilerin hedeflere odaklanmasını sağlar. Gözlem Formu: Ders esnasında elinizde tutun. Öğrenciler, sadece doğru cevap için değil, aynı zamanda iyi bir takım arkadaşı oldukları için de gözlemlendiğini bilsin. Bu, sosyal-duygusal öğrenme motivasyonunu artırır. Öz Değerlendirme : Ders bitimine 2-3 dakika kala hızlıca doldurtularak toplanır. Bir sonraki dersin planlaması ve öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarının belirlenmesi için değerli veriler sağlayacaktır. Not Dönüşümü: 24 puanlık detaylı analitik dereceli puanlama anahtarı, gerekirse 100'lük sisteme dönüştürülebilir: (Alınan Puan / 24) 100

Kariyer Çıktısı	Bu etkinlik, öğrencilere 21. yüzyıl becerileri (veri analizi, problem çözme, iş birliği, yaratıcı ürün geliştirme) kazandırarak onları farklı kariyer alanlarına hazırlar. İstasyon çalışmaları yoluyla öğrenciler, ekolojik süreçleri analiz etme, bilimsel düşünme ve çözüm üretme deneyimi kazanır. İlişkili Kariyer Alanları • Doğa Bilimleri ve Çevre: Ekolog, biyolog, çevre mühendisi, yaban hayatı biyoloğu, sucul ekosistem uzmanı (<i>ekosistem analizi, tür etkileşimleri, koruma ve rehabilitasyon</i>) • Veri Bilimi ve Araştırma: Veri analisti, araştırmacı, istatistikçi, CBS uzmanı (<i>ekolojik verilerin analizi, modelleme ve haritalama</i>) • İletişim ve Eğitim: Biyoloji öğretmeni, bilim iletişimcisi, çevre gazetecisi, içerik üreticisi (<i>bilimsel bilgiyi anlaşılır ve etkili biçimde aktarma</i>) • Tasarım ve Görsel İletişim: İnfografik tasarımcısı, bilimsel görselleştirme ve dijital içerik uzmanı (<i>ekolojik süreçlerin görsel anlatımı</i>) • Politika ve Yönetim: Çevre politikası analisti, sürdürülebilirlik uzmanı, proje ve doğal kaynak yöneticisi (<i>çevresel karar alma ve yönetim süreçleri</i>) • Teknoloji ve Yazılım: Ekolojik modelleme ve çevresel veri yazılım uzmanı (<i>simülasyon, veri analizi ve dijital araç geliştirme</i>) • Müzecilik ve Koruma: Doğa tarihi müzesi, botanik bahçesi ve hayvanat bahçesi uzmanı (<i>biyoçeşitlilik eğitimi ve koruma</i>)
Teknoloji Entegrasyonu	• Görsel: Canva, Adobe Spark • Veri: Excel, Google Sheets • Yazı: Google Docs, PowerPoint • Araştırma: Google Scholar, TÜBİTAK

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 1: ÖĞRENCİ ÇALIŞMA KÂĞIDI**ANADOLU'NUN CANLI AĞI VE DEĞİŞİMİ**

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:/...../.....

Konu: Komünite ve Popülasyon Ekolojisi**İSTASYON 1: KÜLLERİNDEN DOĞAN ORMAN****Görev:**

Manavgat Yangını sonrası ormanın değişim kartlarını doğru sıraya diziniz. Oluşturduğunuz zaman çizelgesini aşağıya not ediniz.

1. KRONOLOJİK SIRALAMA

Kartların üzerindeki anahtar kelimeleri veya harfleri kutulara yazınız.

Başlangıç (Yangın)



Klimaks (Denge)

2. SORGULAMA

Sizce Öncü Türler (ilk çıkan otlar) olmasaydı, Kızılçam ormanı kendini yenileyebilir miydi? Neden? Yazınız.

.....

.....

İSTASYON 2: ANADOLU'NUN ETKİLEŞİM HARİTASI (Vaka Analizi)**Görev**

Harita üzerindeki vaka kartlarını okuyunuz. Hangi canlıların etkileştiğini ve bu ilişkiden nasıl etkilendiklerini (+ / - / 0) tabloya işleyiniz.

VAKA ADI/BÖLGE	1. CANLI ve ETKİSİ (+/-)	2. CANLI ve ETKİSİ (+/-/0)	ETKİLEŞİM TÜRÜ (Adı Nedir?)
Gölün Avcısı (Eğirdir)	Sudak Balığı (+)	Eğirdir Sazancı (-)	
Tehlikenin Farkında Mısın? (Tokat)	Kene (....)	İnsan (....)	
İncir Arısı (Aydın)	İncir Ağacı (....)	İncir Arısı (....)	

3. KRİTİK SORU

Eğirdir Gölü'ndeki vaka, doğal bir av-avcı ilişkisi midir, yoksa dengeyi bozan bir durum mudur? Açıklayınız.

.....

.....

İSTASYON 3: POPÜLASYON DEDEKTİFLERİ

Verilen görevleri dikkate alarak grafikleri yorumlayınız.

Görev:

Karadeniz'deki hamsi ve palamut popülasyon grafiğini inceleyiniz.

1. VERİ OKUMA

Grafikte palamut sayısının arttığı yıllarda, hamsi sayısında nasıl bir değişim gözlemliyorsunuz? Yazınız.

.....

.....

2. ÇIKARIM YAPMA

Eğer denize aşırı miktarda kimyasal atık dökülseydi ve sadece hamsiler ölseydi, bir sonraki yıl palamut sayısı nasıl değişirdi? (Grafik üzerinde tahmini bir çizgi ile de gösterebilirsiniz).

.....

.....

EK 2: ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih: / /

Etkinlik Adı: Bugünkü Performansım**1. Bugün en çok ilgimi çeken vaka/örnek şuydu:**

.....

.....

.....

.....

2. Grup çalışmasında arkadaşlarımı dinledim ve fikrimi söyledim.☐ Her zaman☐ Bazen☐ Nadiren**3. Hâlâ kafamı karıştıran veya merak ettiğim nokta şu:**

.....

.....

.....

.....

4. Kendime 5 üzerinden not versem: _____ / 5**5. Bugün öğrendiğim en önemli şey şu:**

.....

.....

.....

.....

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 3: Öğrencinin Çalışma Kâğıdındaki Performansı ve Ders Sonundaki Çıktısı” İçin Kullanılacak Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Yönerge: Bu dereceli puanlama anahtarı, öğrencilerin gerçekleştirdikleri performanslarının değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Her bir ölçüt 1’den 4’e kadar puanlandırılmakta olup her düzeyin açıklamaları aşağıda yer almaktadır. Lütfen her ölçütü dikkatle inceleyerek öğrencinin performansına en uygun düzeyi işaretleyiniz. Puanlama yapılırken başlangıç, geliştirilmeli, yeterli, ileri düzey düzeyleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Adı Soyadı:

Tarih:/...../.....

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	İLERİ DÜZEY (4 Puan) “Uzman Ekolojist”	YETERLİ (3 Puan) “Araştırmacı”	GELİŞTİRİLMELİ (2 Puan) “Gözlemci”	BAŞLANGIÇ (1 Puan) “Keşif Aşamasında”
Kavramsal Bilgi (Etkileşimler ve Süksesyon)	Tür içi ve türler arası tüm etkileşimleri (Mutualizm, Rekabet vb.) doğru tanımlar. Süksesyon evrelerini mantıksal neden-sonuç ilişkisiyle (toprak değişimi, gölgeleme vb.) açıklar.	Etkileşim türlerini çoğunlukla doğru eşleştirir. Süksesyon sıralamasını doğru yapar ancak nedenlerini açıklamakta zorlanır.	Etkileşim türlerini karıştırır (ör. Parazitizm ile avcıyı ayıramaz). Süksesyon sıralamasında hatalar vardır.	Kavramları tanımlamakta güçlük çeker. Sıralama ve eşleştirmelerin çoğu hatalıdır.
Veri Analizi ve Sorgulama (Grafik ve Vaka Yorumlama)	Grafikteki değişim ile çevresel olaylar (kirlilik, avlanma) arasında güçlü bağlar kurar. Vaka analizinde sadece sonucu değil, nedeni de sorgular.	Grafiği doğru okur (arttı/azaldı der) ancak derinlemesine yorum (neden arttı?) eksiktir. Vakaları tabloya doğru işler.	Grafikteki verileri okumakta zorlanır veya yanlış yorumlar. Vaka analizinde yardıma ihtiyaç duyar.	Grafik ve verilerle ilgili çıkarım yapamaz. Soruları yanıtsız bırakır.
Bağlam Kurma (Türkiye Biyoçeşitliliği)	Eğirdir, Manavgat gibi yerel örnekleri doğru kullanır ve bu örnekleri başka ekosistemlere transfer edebilir. (ör. “Van Gölü’nde de benzer durum olabilir” der.)	Verilen yerel örnekleri (Manavgat, Eğirdir) anlar ve çalışma kâğıdına doğru aktarır. Transfer etme sınırlıdır.	Yerel örnekleri sadece ezberler, bağlamla ilişki kurmakta zorlanır.	Örneklerin Türkiye ile ilişkisini kuramaz.
Ürün Kalitesi (Seçmeli Görev)	Seçtiği görev (Görsel, Yazı, Grafik) yaratıcı, bilimsel olarak doğru ve detaylandırılmıştır. Özgün bir bakış açısı içerir.	Ürün yönergeye uygundur, bilimsel hata yoktur ancak standarttır. Beklenen asgari şartları sağlar.	Ürün tamamlanmıştır ancak eksikler veya küçük bilimsel hatalar içerir.	Ürün tamamlanmamış, özensiz veya konuyla ilgisizdir.

Toplam Puan**13-16:** Çok İyi**10-12:** İyi**7-9:** Yeterli**4-6:** Geliştirilmeli

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 4: Öğrenci Çalışma Kâğıdındaki Her İstasyon İçin Detaylı Değerlendirme Amacıyla Kullanılacak Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı

Yönerge: Bu dereceli puanlama anahtarı, öğrencilerin gerçekleştirdikleri performanslarının değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Her bir ölçüt 1'den 4'e kadar puanlandırılmakta olup her düzeyin açıklamaları aşağıda yer almaktadır. Lütfen her ölçütü dikkatle inceleyerek öğrencinin performansına en uygun düzeyi işaretleyiniz. Puanlama yapılırken başlangıç, geliştirilmeli, yeterli, ileri düzey düzeyleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Kriterler (Boyutlar)	4 Puan (Çok İyi)	3 Puan (İyi)	2 Puan (Yeterli)	1 Puan (Geliştirilmeli)	Maks. Puan
İstasyon 1: Süksesyon					
A. Kronolojik Sıralama	4 kartın tamamı doğru ve mantıksal bir sırayla yerleştirilmiştir.	4 karttan 3'ü doğru sıradadır.	4 karttan 2'si doğru sıradadır.	Kartların çoğu yanlış sıradadır veya boş bırakılmıştır.	4
B. Süreç Sorgulama (Öncü Türler)	Öncü Türlerin rolünü (Toprağı zenginleştirme, erozyonu önleme, gölge yaratma) doğru açıklar ve Kızılçam'ın kendiliğinden yenilenemeyeceğini ikna edici bir şekilde gerekçelendirir.	Öncü türlerin önemini doğru anlar, ancak gerekçelendirme (ör. toprağın hazırlanması) biraz geneldir.	Cevap kısmen doğrudur ancak öncü türlerin rolü ile Kızılçam ormanının yenilenmesi arasındaki bağlantı zayıftır.	Cevap, konuyu yanlış anlamıştır veya doğru cevabı içermez.	4
İstasyon 2: Etkileşim Haritası					
C. Vaka Analizi (İlişkiler)	Her üç vakanın (Sudak, Kene, İncir) canlıları ve (+/-) etkileri, Etkileşim Türü adı dahil olmak üzere tamamen doğrudur.	3 vakanın canlı ve etkileşim türü doğru, ancak 1 vakanın (+/-) işareti hatalıdır.	3 vakadan sadece 2'si doğru analiz edilmiştir. Birden fazla hata mevcuttur.	Vaka analizlerinin çoğu hatalıdır veya etkileşim türü yanlış belirlenmiştir.	4
D. Kritik Soru (Vaka Yorumu)	Eğirdir vakasının, türün dışarıdan getirilmesi nedeniyle dengeyi bozan (İstilacı Tür) bir durum olduğunu net ve bilimsel gerekçelerle açıklar.	Vakanın dengeyi bozduğunu belirtir, ancak neden doğal av-avcı olmadığını yeterince açıklayamaz.	Cevap kısmen doğru olsa da, temel sorunu (istilacı tür kavramı) atlamıştır.	Soruya yanlış cevap verilmiş veya doğal döngü olduğu düşünülmüştür.	4
İstasyon 3: Popülasyon Dedektifleri					
E. Veri Okuma (Hamsi-Palamut)	Popülasyonlar arasındaki ters orantıyı (Av-Avcı ilişkisi) doğru okur ve Hamsi sayısının azaldığını açıkça belirtir.	Hamsi sayısındaki azalmayı gözlemler, ancak bunun nedenini (Palamut avı) tam olarak belirtmez.	Veri okumada zorlanır, sadece genel bir değişimden bahseder veya yanlış okuma yapar.	Grafik okuma tamamen hatalıdır.	4
F. Çıkarım Yapma (Kimyasal Etki)	Hamsi popülasyonunun çöküşünün, birincil avcılar olan Palamut sayısının bir sonraki yıl keskin bir şekilde azalmasına neden olacağını doğru öngörür ve gerekçelendirir.	Azalmayı öngörür, ancak azalmanın zamanlaması (bir sonraki yıl) veya şiddeti hakkında yeterli gerekçelendirme sunmaz.	Sadece hamsilerin azalacağını söyler, Palamut popülasyonu üzerindeki zincirleme etkiyi göremez.	Kimyasal atığın balıkları öldürmesi dışında ekolojik bir çıkarım yapamaz.	4
				TOPLAM PUAN	24

Toplam puan

19-24: Çok İyi

14-18: İyi

9-13: Yeterli

4-8: Geliştirilmeli

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 5: Öğrencilerin Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerilerini ve Süreç Becerilerini Gözlemlemek İçin Kullanılacak Süreç Gözlem Formu

Yönerge: Bu gözlem formu, istasyon çalışmaları boyunca öğrencilerin sosyal duygusal öğrenme ve süreç becerilerini değerlendirmek amacıyla kullanılacaktır. Öğretmen, gözlem sürecinde tabloda yer alan kriterleri dikkate alarak “Evet” “Kısmen” ya da “Hayır” kutucuğunu işaretler. Kriterler; çalışmanın zamanında iş birliği, zaman yönetimi, iletişim, materyal kullanımı ve katılım başlıklarını kapsamaktadır.

Grup Adı / Numarası:

SÜREÇ BECERİLERİ (Gözlenen Davranışlar)	Evet (+)	Kısmen (/)	Hayır (-)	Öğretmen Notu
İş birliği: Grup arkadaşlarıyla görev paylaşımı yaptı mı?				
Zaman Yönetimi: İstasyondaki görevi verilen sürede tamamladı mı?				
İletişim: Fikirlerini saygılı bir dille ifade etti mi? (Söz kesmeden dinleme)				
Materyal Kullanımı: Kartları ve haritayı amacına uygun kullandı mı?				
Katılım: Pasif kalmayıp tartışmalara aktif katkı sağladı mı?				

EK 6: İSTASYON 1 GÖRSEL SIRALAMA İSTASYONU



BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 7: SEVİYE 1: TEMEL KARTLAR

KART-A



KART-B



KART-C



KART-D



KART-E



KART-F



BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 8: SEVİYE 2: STANDART KARTLAR

KART-1



KART-2



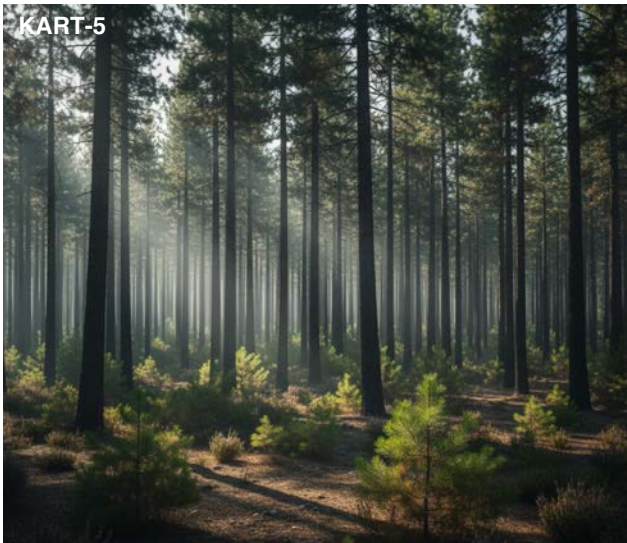
KART-3



KART-4



KART-5



KART-6



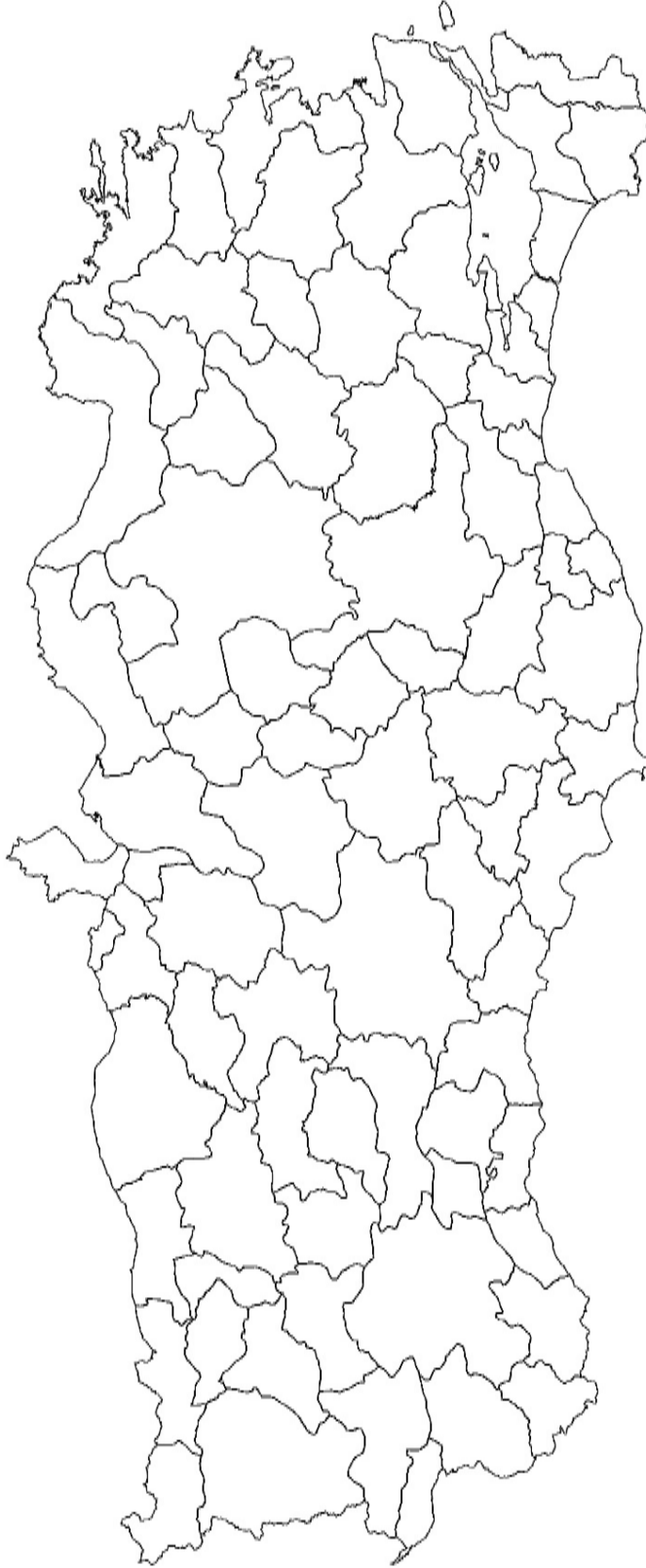
EK 9: SEVİYE 3: MEYDAN OKUMA KARTI



BİYOLOJİ

10. SINIF

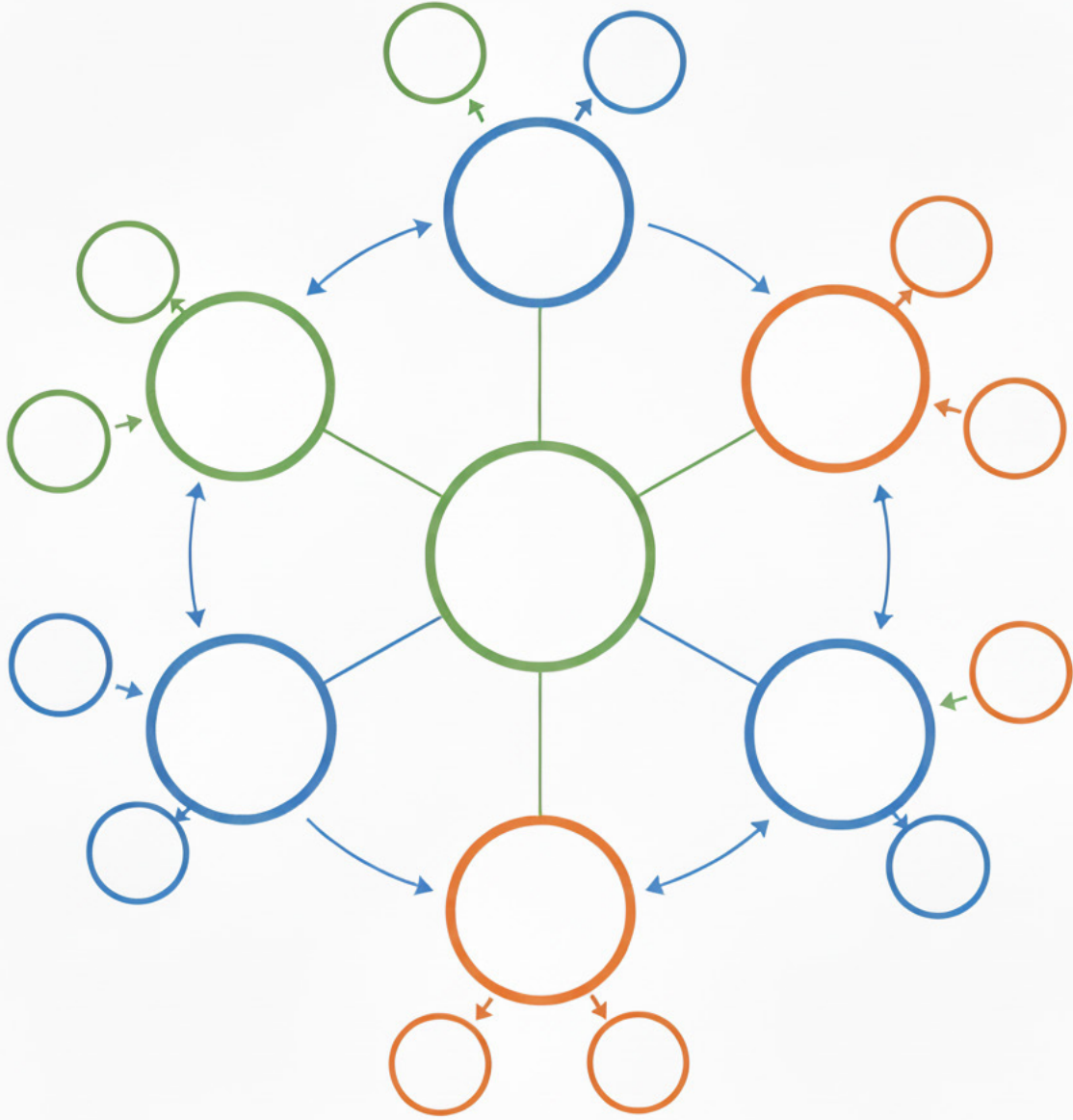
EK 10: TÜRKİYE DİLSİZ HARİTASI



BİYOLOJİ

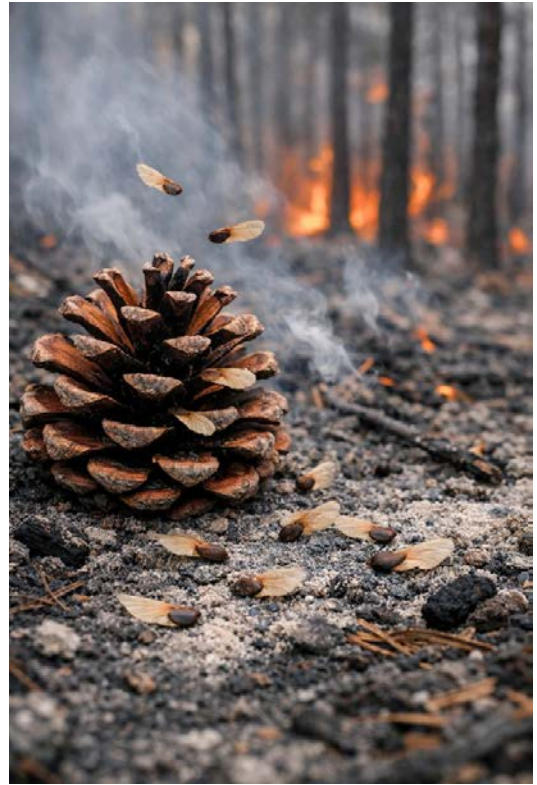
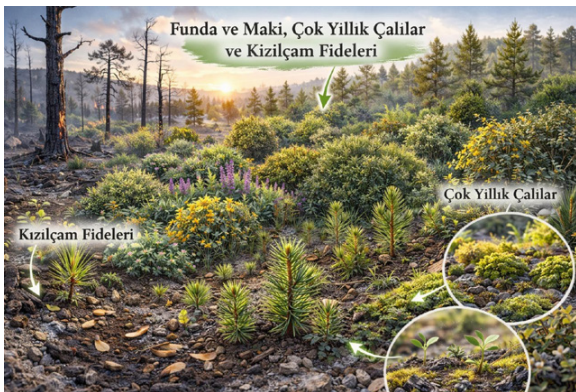
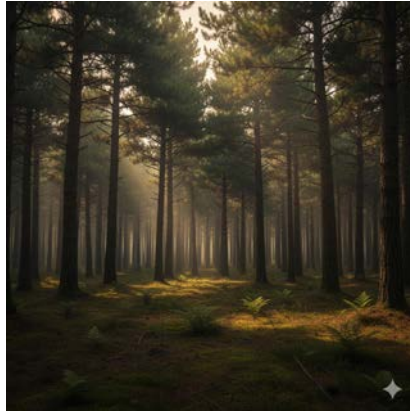
10. SINIF

EK 11: KAVRAM AĞI



BİYOLOJİ

10. SINIF





ETKİNLİK 1

TEMA: EKOLOJİ

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.2.3. Ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme	
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) Ekosistemdeki enerji akışıyla ilgili örüntüleri oluşturur. b) Oluşturduğu örüntülerden yola çıkarak ekosistemdeki madde ve enerji akışıyla ilgili genelleme yapar.	
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	• Öğrenciler temel ekolojik kavramları (besin zinciri, besin ağı, trofik düzey) tanımlar ve açıklar. • Öğrenciler canlıların ekosistemdeki rollerini (üretici, tüketici, ayrıştırıcı) ayırt eder. • Öğrenciler enerji kavramını ve enerji dönüşümünü açıklar. • Öğrenciler fotosentez sürecinin temel mantığını ifade eder. • Öğrenciler verilen görsel/şema/veri üzerinde gözlem yapar ve bulgularını kaydeder. • Öğrenciler iki veya daha fazla örneği karşılaştırır ve örnekler arasındaki benzerlik/farklılıkları belirler. • Öğrenciler verilerdeki temel örüntüleri tanır. • Öğrenciler grafik ve şemaları okur ve yorumlar. • Öğrenciler keşfetmeye ve sorgulamaya açık tutum sergiler. • Öğrenciler grup çalışmalarında iş birliği yapar.	
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	• Somut örneklerden soyut genellemelere ulaşma desteği • Çoklu örnek üzerinde çalışarak örüntü keşfetme fırsatı • Karmaşık sistemleri analiz etme ve sentezleme becerisi geliştirme • Hazır bulunuşluk düzeyine göre farklı zorluk seviyelerinde etkinlikler • Hızlı öğrenenlere zenginleştirme fırsatları • Desteklenmesi gereken öğrencilere yapılandırılmış rehberlik • Bilimsel düşünme becerilerini uygulama (gözlem, hipotez, genelleme, test etme) • Tümevarımsal akıl yürütme adımlarını deneyimleme • Veri analizi ve yorumlama pratiği • Akranlarıyla fikir alışverişi yapma • Farklı bakış açılarını değerlendirme • Tartışma ve savunma becerileri geliştirme	
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	Farklılaştırma Alanları	
	Soyutluk (İFS)	İFS1: İçerik, somut gerçek yaşam senaryosundan (Ergene Nehri kirliliği) başlayarak soyut ekolojik kavramlara (biyolojik birikim, ekosistem etkileşimleri) ve evrensel genellemelere (enerji akışı ve madde döngüsü prensipleri) doğru ilerleyecek şekilde yapılandırılır.

BİYOLOJİ

10. SINIF

İçerik	Soyutluk (İFS)	İFS2: Senaryo analizi aşamasında somut örneklerle başlanır (deredeki su, ineğin sütü), kavrama düzeyinde kavramsal ilişkilere (biyolojik büyütme, ötrofikasyon) ve deney tasarımı aşamasında ise teorik genellemelere (fitoremediasyon prensipleri, veri analizi modelleri) odaklanılır.
	Karmaşıklık (İFK)	İFK1: Farklı ekosistemler (nehir, tarım, hayvancılık, deniz) arasındaki karmaşık ilişkiler, disiplinler arası bağlantılar (biyoloji-kimya-matematik-mühendislik) ve sistem düşüncesi (kirlilik kaynağından sofraya kadar olan yolculuk) vurgulanır. İFK2: Ağır metal kirliliğinin çok boyutlu etkileri (su kalitesi, toprak, canlı dokular, besin ağı, deniz ekosistemi) analiz edilerek karmaşık ekolojik ilişkiler ve sebep-sonuç zincirleri keşfedilir.
	Çeşitlilik (İFÇ)	İFÇ1: Disiplinler arası bağlantı kurulumu: Biyoloji (ekoloji), Teknoloji (mühendislik bilimleri), Tarım (bitki sulama)
	Organizasyon (İFO)	İFO1: Bilgiler deneysel bulgulardan gerçek yaşam uygulamalarına doğru sistematik olarak organize edilir.
Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	SFÜDD1: Öğrenciler senaryo analizi, hipotez oluşturma, deney tasarlama ve veri yorumlama yoluyla tümevarımsal akıl yürütme, problem çözme ve eleştirel düşünme gibi üst düzey düşünme becerileri geliştirilir. SFÜDD2: Biyoteknolojik çözüm yöntemlerini araştırma, tasarım problemlerini çözme (yüzer aparatlar) ve “Geleceğin Mühendisi” mektubu yazma etkinlikleriyle yaratıcı düşünme becerileri desteklenir.
	Açık Uçluluk/İlerletici Süreç (SFAU)	SFAU1: Öğrencilere senaryo çözümleme, deney tasarımı ve model oluşturma aşamalarında birden fazla yol sunulabilir (ör. atık malzemelerle modelleme veya 3D yazıcı ile modelleme seçenekleri). SFAU2: Öğrencilerin bulgularını farklı formatlarda (deney raporu, kavram haritası, yazılı makale, dijital sunum) ifade edebilmelerine çoklu çözüm yolları geliştirmelerine fırsat verilir.
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	SFKÖ1: Öğrencilerin fitoremediasyon deneyi ile gözlem, deney düzeneği kurma, sistematik veri toplama ve analiz yaparak keşifçi öğrenme deneyimi yaşamaları sağlanır. SFKÖ2: Su mercimeği yüzey alanı modellemesinde öğrenciler farklı yüzde kaplamalarını (%25, %50, %100) deneyerek hangi koşulun en etkili olduğunu keşfeder.
	Akıl Yürütme/Kanıtlama (SFAY)	SFAY1: Öğrenciler senaryo analizinden başlayarak örüntüleri keşfeder (ağır metaller besin zincirinde yoğunlaşır, ekosistemler birbirine bağlıdır), bu örüntülerden genellemeler yapar ve genellemelerini deney verileriyle test eder. SFAY2: Kavram haritası, matematiksel modelleme (verimlilik denklemi) ve grafik analizi kullanılarak öğrencilerin karşılaştırma, sınıflama ve ilişkilendirme yoluyla akıl yürütme becerileri desteklenir.

BİYOLOJİ

10. SINIF

Süreç	Seçimde Özgürlük (SFSÖ)	SFSÖ1: Öğrencilerin modelleme aşamasında iki seçenektan birini seçmelerine fırsat verilir: (A) Atık malzemelerle Eco-Maker yaklaşımı, (B) 3D yazıcı ile mühendislik yaklaşımı.
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Öğrencilerin bilimsel yöntem adımlarını (hipotez oluşturma, deney tasarlama, kontrol grubu belirleme, sistematik veri toplama, analiz, sonuç çıkarma) uygulamalı olarak deneyimlemeleri desteklenir.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	SFGE1: Senaryo tartışmaları, kavram haritası paylaşımları ve proje sunumları aracılığıyla akran öğretimi ve işbirlikli öğrenme desteklenebilir. SFGE2: Öğrenciler deney sonuçlarını ve çözüm önerilerini gruplarıyla paylaşır, tartışır ve birbirlerine geri bildirim verir.
Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Öğrenciler gerçek bir çevre sorunu olan Ergene Nehri kirliliğini analiz eder ve biyoteknolojik arıtma gibi gerçekçi çözüm önerileri geliştirir.
	Gerçek Alıcı Kitle (ÜFGAK)	ÜFGAK1: H Eco-Maker yaklaşımı veya (B) 3D yazıcı ile mühendislik yaklaşımı sınıfa sunulur.
	Ürün Değerlendirmesi (ÜFÜD)	ÜFÜD1: Öğrencilerin performansı, araştırma süreci ve ürün kalitesi profesyonel kriterler içeren bir performans analitik dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilir.
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	ÜFSÜ1: Yüzer aparatların tasarımı (Eco-Maker veya 3D modelleme ile), "Geleceğin Mühendisi" mektubu ve biyoteknolojik çözüm önerileri aracılığıyla öğrencilerin yaratıcı ve orijinal ürünler ortaya koymalarına fırsat verilir.
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: Öğrenciler bulgularını deney raporu, kavram haritası, makale ("Geleceğin Mühendisi" mektubu), grafikler ve dijital sunumlar gibi farklı formatlarda ifade edebilir. ÜFÜÇ2: Her aşamada farklı ürünler oluşturmaları sağlanır (senaryo analizinde tartışma soruları yanıtları, deney aşamasında veri tabloları ve grafikler, değerlendirme aşamasında sentez düzeyinde kavram haritaları ve makaleler).
	Dönüşümler (ÜFD)	ÜFD1: 3 boyutlu tasarımlar, deneyde kullanıma üzere makete dönüştürülür.
Fiziksel Öğrenme Ortamı Düzenlemeleri	Ortamın Tanımı ve Önemi (FÖOD-OTÖ)	FÖOD-OTÖ1: Laboratuvar ortamı (3D yazıcı, akvaryumlar ve deney masaları) düzenlenir.
	Tercihler (FÖOD-T)	FÖOD-T1: Tasarım odaklı çalışma için seçenek sunma düzeni oluşturulur.
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	FÖOD-ÖMO1: Deney aşamasında öğrenciler kendi deney düzeneklerini kurabilirler, gözlemlerini kendi hızlarında yapabilirler ve öğretmen yönlendirici rol üstlenir. FÖOD-ÖMO2: Modelleme aşamasında (atık malzemeler veya 3D tasarım) öğrenciler kendi fikirlerini keşfeder, tasarım kararlarını kendileri alır ve öğretmen sadece gerektiğinde teknik destek sağlar.

FARKLIlaştırILMIŞ ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	ERGENE’NİN SESSİZ ÇIĞLIĞI VE SOFRADAKİ TEHLİKE
Konu	EKOLOJİ
Öğrenme Hedefleri	• Öğrenciler Ergene Nehri senaryosunu analiz ederek ekosistemdeki enerji akışı ve madde döngüsü ile ilgili örüntüleri belirler. • Öğrenciler ağır metallerin besin zincirindeki biyolojik birikim sürecini inceleyerek enerji piramidindeki her basamakta madde yoğunlaşmasının nasıl gerçekleştiğini açıklar. • Öğrenciler farklı ekosistemler (nehir, tarım, hayvancılık, deniz) arasındaki etkileşimleri gözlemleyerek ekosistemler arası madde ve enerji akışıyla ilgili genellemeler yapar. • Öğrenciler fitoremediasyon deneyi tasarlayarak hipotez oluşturur, sistematik veri toplar ve toplanan veri sonuçlarından bilimsel genellemelere ulaşır. • Öğrenciler su mercimeği yüzey alanı modellemesi yaparak tasarım sürecini deneyimler ve deneysel verilerini matematiksel olarak analiz eder. • Öğrenciler biyoteknolojik arıtma yöntemlerini (fitoremediasyon, mikrobiyal biyoremediasyon, biyosorpsiyon) öğrenerek gerçek çevre problemlerine yaratıcı çözümler önerir. • Öğrenciler proje raporları, kavram haritaları ve yazılı değerlendirmeler aracılığıyla öğrendikleri kavramları sentezler ve farklı formatlarda sunar.
Disiplinler Arası Bileşenler	Fizik: Enerji kavramı, enerji dönüşümü ve termodinamiğin ikinci yasası (enerji transferinde kayıp) ile ilişkilendirilecektir. Matematik: Enerji piramitlerindeki sayısal oranlar, yüzde hesaplamaları ve grafik analizi becerileri kullanılacaktır. Kimya: Fotosentez ve hücresel solunum süreçlerindeki kimyasal enerji dönüşümlerine değinilecektir. Coğrafya: Farklı iklim bölgelerindeki ekosistemler ve bu ekosistemlerdeki enerji akışı örüntüleri karşılaştırılacaktır. Felsefe: Tümevarımsal akıl yürütme yöntemi, mantık ve bilimsel düşünme süreçleri ile ilişkilendirilecektir.
Materyaller	Senaryo Sunumu İçin • Projeksiyon cihazı veya etkileşimli tahta • “Ergene’nin Sessiz Çılgılığı” senaryo metni (basılı veya dijital) • Ergene Nehri ve çevre kirliliği ile ilgili görseller Fitoremediasyon Deneyi İçin • Su sümbülü (<i>Eichhornia crassipes</i>) bitkileri • Kurşun nitrat ve Kadmiyum klorür tuzları (10 mg/L konsantrasyon için) • Geniş ağızlı cam veya plastik kaplar (en az 8 adet) • Saf su • Mezür veya ölçü kabı • Etiketler (grupları işaretlemek için) • Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi (AAS) cihazı (imkân varsa) veya renk indikatörleri

Materyaller	Su Mercimeği Modelleme Deneyi İçin <i>Seçenek A-Atık Malzemelerle Modelleme</i> • Pet şişeler veya strafor köpük tabaklar • Meyve fileleri (soğan/limon filesi) • Sıcak silikon tabancası ve silikon çubukları • Makas • Geniş ağızlı kavanozlar veya deney kapları (4 adet) • Su mercimeği bitkileri • Metilen mavisi (akvaryum dezenfektanı) veya koyu demlenmiş çay (simüle kirlilik için) <i>Seçenek B-3D Yazıcı ile Modelleme</i> • 3D yazıcı ve PLA filament • Bilgisayarlar (Tinkercad veya Fusion 360 yazılımı yüklü) • Kumpas veya cetvel (ölçüm için) • Geniş ağızlı kavanozlar veya deney kapları (4 adet) • Su mercimeği bitkileri • Metilen mavisi veya koyu demlenmiş çay Veri Toplama ve Analiz İçin • Etkileşimli telefonlar (Colorimeter veya Lux Meter uygulaması yüklü) • Beyaz kağıtlar (arka plan olarak) • Pipet veya şırınga (5 ml örnekler almak için) • Deney defteri veya çalışma kâğıtları • Bilgisayarlar (Excel/Google Sheets ile veri analizi için) • Grafik kâğıdı (elle çizim yapılacaksa) Değerlendirme İçin • A4 kâğıtlar (kavram haritası ve makale için) • Renkli kalemler veya markörler • Performans rubriği (basılı) • Bilgisayar (dijital sunum ve yazılı ödevler için)
Süre	3 Ders Saati

Etkinlik Açıklaması

Bu öğretim planı, öğrencilerin ekosistemdeki enerji akışını ve madde döngüsünü gerçek yaşam senaryosu üzerinden keşfetmelerini ve tümevarımsal akıl yürütme becerilerini geliştirmelerini sağlamak amacıyla senaryo tabanlı öğretim, deneysel araştırma ve tasarım odaklı öğrenme stratejileriyle tasarlanmıştır.

Senaryo Tabanlı Öğretim: Öğretim süreci, Ergene Nehri'ndeki kirlilik ve ağır metallerin besin zincirindeki yolculuğunu anlatan gerçek bir çevre problemiyle başlamaktadır (**İFS1, ÜFGHP1**). "Ergene'nin Sessiz Çılgılığı ve Sofradaki Tehlike" adlı senaryo, öğrencilerin dikkatini çekmekte ve somut bir durumdan soyut ekolojik kavramlara (biyolojik birikim, ekosistem etkileşimleri, enerji akışı) doğru ilerlemelerini sağlamaktadır (**İFS2**). Senaryo üzerinden tartışma soruları yöneltilerek öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri (problem çözme, eleştirel düşünme, analiz) harekete geçirilmekte ve farklı ekosistemler arasındaki karmaşık ilişkiler keşfedilmektedir (**İFÇ1, İFK1, İFK2, SFÜDD1**).

Deneysel Araştırma- Fitoremediasyon Deneyi: Öğrenciler bilimsel yöntem adımlarını kullanarak su sümbülü bitkisinin ağır metalleri sudan uzaklaştırma kapasitesini araştırmaktadır (**SFARŞ1**). Hipotez oluşturma, kontrol grubu belirleme, sistematik veri toplama ve analiz yapma süreçlerini deneyimleyerek keşifçi öğrenme gerçekleştirmektedirler (**SFKÖ1, SFKÖ2**). Öğrenciler gözlemledikleri verilerdeki örüntüleri (ağır metal konsantrasyonunun zamanla azalması, bitki köklerinde birikim) tanımlayarak bu örüntülerden genellemelere ulaşmada ve tümevarımsal akıl yürütme becerilerini geliştirmektedirler (**SFAY1**). Deney sürecinde öğrenciler kendi hızlarında çalışabilmekte ve öğretmen yönlendirici rol üstlenmektedir (**FÖOD-ÖMO1, FÖOD-ÖMO2**).

Tasarım Odaklı Öğrenme-Modelleme Projesi: Öğrenciler su mercimeği yüzey alanının arıtma performansına etkisini araştırmak için yüzer aparatlar tasarlamaktadırlar (**ÜFSÜ1**). Bu aşamada öğrencilere iki farklı yaklaşım sunulmaktadır: atık malzemelerle Eco-Maker yaklaşımı veya 3D yazıcı ile mühendislik yaklaşımı (**SFSÖ1, SFAU1**). Öğrenciler tasarım problemi karşısında yaratıcı çözümler üretmekte, farklı yüzde kaplamaları (%25, %50, %100) deneyerek hangi koşulun en etkili olduğunu keşfetmektedirler (**SFKÖ2, SFAU2**). Bu süreç, öğrencilerin mühendislik tasarım düşüncesini deneyimlemelerine ve birden fazla çözüm yolu geliştirmelerine olanak tanımaktadır (**SFÜDD2, FÖOD-T1**).

Proje Tabanlı Öğrenme ve İş Birliği: Tüm öğretim süreci boyunca öğrenciler grup çalışmaları yaparak tartışmakta, bulgularını paylaşmakta ve birbirlerine geri bildirim vermektedirler (**SFGE1, SFGE2**). Öğrenciler elde ettikleri verileri matematiksel modelleme (verimlilik denklemi) kullanarak analiz etmekte, grafiklerle görselleştirmekte ve kavram haritaları oluşturarak kavramlar arası ilişkileri yapılandırmaktadırlar (**SFAY2**). Proje sonunda öğrenciler bulgularını farklı formatlarda (deney raporu, kavram haritası, "Geleceğin Mühendisi" mektubu) sunarak ürün çeşitliliğini deneyimlemektedirler (**ÜFÜÇ1, ÜFÜÇ2**).

Öğretim süreci, gerçek bir çevre problemi olan Ergene Nehri kirliliğine odaklanarak öğrencilerin biyoteknolojik çözümler (fitoremediasyon, mikrobiyal biyoremediasyon, biyosorpsiyon) geliştirmelerini sağlamada ve sürdürülebilirlik bilincini güçlendirmektedir (**ÜFGHP1**). Öğrencilerin performansı, araştırma süreci ve ürün kalitesi profesyonel kriterler içeren bir performans rubriği ile değerlendirilmektedir (**ÜFÜD1**).

Uygulama Aşamaları

1. AŞAMA: DİKKAT ÇEKME

Öğrencilerin ekosistemdeki enerji akışı ve madde döngüsünü günlük yaşamda karşılaşılabilecekleri somut bir durum üzerinden anlamlandırmalarını ve buradan genellemelere ulaşmalarını sağlamak amacıyla, "sizleri gerçek bir yaşam senaryosuyla düşünmeye ve neden-sonuç ilişkileri kurmaya davet ediyorum." denir.

SENARYO: ERGENE'NİN SESSİZ ÇIĞLIĞI VE SOFRADAKİ TEHLİKE

Trakya'nın bereketli topraklarının ortasında, bir zamanlar içinde balıkların yaşadığı Ergene Nehri, artık simsiyah renkte ve ağır bir kokuyla akıyordu (**İFS1**). Nehrin kıyısı boyunca dizilmiş olan irili ufaklı tekstil ve kimya fabrikaları, bölgenin sanayi kalbiydi ancak bu kalbin atışları nehre zehir pompalıyordu.

Fabrikaların bacalarından çıkan gri dumanlar Yıldız Dağları'nın eteklerine sinerken arıtma tesislerinden yetersiz arıtılarak nehre bırakılan atık sular, Marmara Denizi'ne doğru yol alıyordu. Bu suların içinde sadece boya maddeleri değil, sinsi bir düşman olan ağır metaller (kurşun, cıva, kadmiyum) saklıydı.



Uygulama Aşamaları

Köylüler, nehrin suyunun rengine bakıp iç çekiyorlardı. Ancak tehlike sadece suda kalmıyordu.

Tarım: Nehrin çevresindeki çeltik (pirinç) tarlaları ve ayçiçekleri bu suyla sulanıyordu. Ağır metaller toprağa, oradan da bitkilerin köklerine süzülürdü.

Hayvancılık: Nehrin kıyısında otlayan mandalar o sudan içiyor, ağır metaller hayvanların dokularına ve sütlerine geçiyordu (**İFK1**).

Deniz: Ergene'nin taşıdığı bu atık yükü, Marmara Denizi'ne döküldüğünde deniz suyundaki azot ve fosfor miktarını artırarak devasa bir müsilaj (deniz salyası) tabakasına yol açtı (**İFK2**).

Yolculuğun Sonu: İstanbul'da bir akşam yemeğinde, bir aile sofraya oturdu. Tabaklarında Trakya'dan gelmiş bembeyaz bir pilav ve Marmara'dan tutulmuş taze bir balık vardı. Görünüşte her şey lezzetli ve doğaldı. Ancak nehirde başlayan o "görünmez yolculuk", biyolojik birikim yoluyla sofradaki o tabağa kadar ulaşmıştı. Kimse, pilavın içindeki görünmez kadmiyumun veya balıktaki cıvanın farkında değildi (**İFS2**).

Eğitimsel Tartışma Soruları

Biyolojik Birikim: "Dere kenarında otlayan bir ineğin sütünde, deredeki sudan daha fazla ağır metal bulunmasının sebebi ne olabilir?" (**SFÜDD1**).

Ekosistem Etkileşimi: "Fabrikanın Ergene Nehri'ne döktüğü atık, nasıl oluyor da Marmara Denizi'ndeki balıkçılığı bitirebiliyor?" (**İFK1**).

Çözüm Odaklı Yaklaşım: "Siz bir çevre mühendisi olsaydınız, bu fabrikanın atıklarını temizlemek için hangi biyoteknolojik yöntemleri (örneğin ağır metal emen özel bakteriler veya algler) önerirdiniz?" (**SFAU1, SFÜDD2**).

Uygulama Aşamaları

2. AŞAMA: KEŞFETME – SENARYO ÇÖZÜMLEME**1. Biyolojik Birikim: Maddenin Sessiz Yoğunlaşması**

Soru: “İneğin sütündeki ağır metal miktarının deredeki sudan fazla olmasının sebebi nedir?” (SFAY1)

Ağır metaller (Pb-Kurşun, Hg-Cıva, Cd-Kadmiyum), canlı organizmaların boşaltım sistemleri tarafından tanınmaz ve vücuttan kolayca atılamaz. Bu durum iki temel süreçle açıklanır.

Yağda ve Dokuda Depolanma: Bu metaller dokulardaki proteinlere ve yağ hücrelerine sıkıca bağlanır. İnek, ömrü boyunca binlerce litre su içer ve tonlarca ot yer. Suda çok düşük oranda bulunan metal, ineğin vücudunda birikerek “yoğunlaşır” (IFS1, IFS2).

Besin Zinciri Basamakları: Enerji piramidinde yukarı çıkıldığında, bir üst basamaktaki canlı, hayatta kalmak için alt basamaktaki canlılardan çok miktarda tüketmek zorundadır. Bu durum, zehirli maddelerin her basamakta katlanarak artmasına neden olur. Buna Biyolojik Büyütme denir (İFK1, İFK2).

2. Ekosistem Etkileşimi: Nehirdeki Zehir, Denizdeki Ölüm

Soru: “Nehirdeki atık, Marmara Denizi’ndeki balıkçılığı nasıl bitirir?” (SFAY1).

Ekosistemler birbirine görünmez bağlarla bağlıdır. Ergene Nehri’nin Marmara Denizi’ne taşıdığı sadece ağır metaller değil aynı zamanda fabrikalardan ve tarımsal alanlardan gelen aşırı miktarda azot (N) ve fosfor (P) bileşikleridir (İFK1).

Ötrotfikasyon ve Müsilaj: Sudaki aşırı besin tuzları (azot ve fosfor), alglerin kontrolsüzce çoğalmasına neden olur. Bu süreç sonucunda ortaya çıkan salgı (müsilaj), deniz yüzeyini ve dibini bir çarşaf gibi kaplar (IFS2).

Oksijen Tükenmesi: Müsilaj tabakası güneş ışığının dibe ulaşmasını engeller ve denizdeki oksijen miktarını hızla düşürür. Oksijensiz kalan balıklar ve diğer deniz canlıları toplu hâlde ölür. Sonuç olarak deniz ekosistemi çöker ve balıkçılık ekonomik olarak durma noktasına gelir (İFO1, İFK2, SFAY1).

3. Çözüm Odaklı Yaklaşım: Biyoteknolojik Müdahale

Soru: “Bir çevre mühendisi olarak hangi biyoteknolojik yöntemleri önerirsiniz?” (SFÜDD1, SFAU1).

Klasik arıtma yöntemlerinin yetersiz kaldığı durumlarda “doğayı doğayla temizleme” prensibi olan Biyolojik iyileştirme yöntemleri devreye girer (SFÜDD2).

Fitoremediasyon (Bitkilerle Temizleme): Su sümbülü veya su mercimeği gibi ağır metal emme kapasitesi yüksek bitkilerin nehir yataklarına veya özel havuzlara yerleştirilmesi. Bu bitkiler “biyolojik vakum” görevi görerek metalleri köklerinde hapseder (SFAU2).

Mikrobiyal Biyoremediasyon: Bazı bakteri türleri (ör. *Pseudomonas* türleri), ağır metalleri daha az zararlı formlara dönüştürebilir veya kendi hücre duvarlarına bağlayarak sudan ayırabilir (İFK1).

Biyosorpsiyon: Ölü alg veya mantar kütlelerinin filtre olarak kullanılması. Bu materyaller, kimyasal mıknatıs gibi çalışarak sudaki zehirli iyonları yüzeylerine çeker (SFÜDD2).

3. AŞAMA: MODEL OLUŞTURMA

Ergene’nin Yeşil Kalkanı: Su Sümbülü (*Eichhornia crassipes*) Kullanılarak Sudaki Kurşun (Pb) ve Kadmiyum (Cd) Kirliliğinin Fitoremediasyon Yöntemiyle Giderimi

Araştırma Sorusu ve Hipotez

Soru: Su sümbülü bitkisi, Ergene Nehri gibi yoğun kirlilik altındaki sularda bulunan Pb ve Cd metallerini biyolojik olarak sudan uzaklaştırabilir mi? (SFAY1, SFARŞ1).

Uygulama Aşamaları

Hipotez: Su sümbülü bitkisi, yüksek büyüme hızı ve geniş kök yüzeyi sayesinde, suda bulunan Pb ve Cd iyonlarını 7 günlük bir süreçte %70'in üzerinde bir verimle absorbe eder (SFAY1).

Neden “Su Sümbülü”

Projenizin “Neden?” kısmında vurgulamanız gereken noktalar şunlardır (SFKÖ1):

Hiperakümülatör Özellik: Ağır metalleri dokularına zarar vermeden yüksek miktarlarda depolayabilir (İFS2).

Geniş Kök Sistemi: Saçak kök yapısı, sudaki iyonlarla temas yüzeyini artırır (SFKÖ2).

Hızlı Üreme: Çok hızlı biyokütle oluşturur, bu da daha fazla temizleme kapasitesi demektir (İFK1).

Ekonomiklik: Kimyasal arıtma tesislerine göre çok daha düşük maliyetli ve çevre dostudur (ÜFGHP1).

Deney Planı ve Metodoloji**A. Deney Gruplarının Oluşturulması**

Kontrol Grubu: Sadece saf su + Su Sümbülü (Bitkinin doğal gelişimini izlemek için)

Deney Grubu 1: 10 mg/L Kurşun (Pb) çözeltisi + Su Sümbülü

Deney Grubu 2: 10 mg/L Kadmiyum (Cd) çözeltisi + Su Sümbülü

Deney Grubu 3: Karma çözelti (Pb + Cd) + Su Sümbülü

Not: Tüm deney gruplarında kullanılan su miktarı eşit olmalıdır (SFSÖ1, SFKÖ1).

B. Uygulama Adımları

Bitki Temini: Su sümbülleri laboratuvara getirilir ve 3 gün boyunca çeşme suyunda adapte edilir.

Çözelti Hazırlama: Kurşun nitrat ve Kadmiyum klorür tuzları kullanılarak istenen konsantrasyonda yapay kirli su hazırlanır (SFARŞ1, SFKÖ2).

Ölçüm Periyotları: 1, 3 ve 7. günlerde su örnekleri alınır (SFKÖ2).

Analiz: Alınan örneklerdeki metal miktarı (imkân varsa AAS- Atomik Absorpsiyon Spektroskopisi ile, yoksa renk indikatörleri ile) ölçülür (SFARŞ1).

Bitki Analizi: Deney sonunda bitkinin kök ve yaprakları kurutulup yakılarak metalin bitkinin hangi bölgesinde biriktiği tespit edilir (SFAY1, SFKÖ2).

Beklenen Sonuçlar ve Tartışma

Su sümbülünün ağır metalleri köklerinde yoğunlaştırdığı biyolojik birikim (biyoakümülyasyon) görülmelidir (İFS1, İFS2).

Pb ve Cd derişiminin grafiklerle gösterilmelidir (SFAY2, ÜFÜÇ1).

Sürdürülebilirlik: Deney sonunda ağır metal birikmiş bitkilerin çöpe atılmaması, kontrollü bir şekilde yakılarak “biyo-madencilik” (küllerden metal geri kazanımı) yapılabileceği söylenmelidir (SFÜDD2, ÜFGHP1).

Yüzen Biyo-Kalkanlar: Su Mercimeği Yüzey Alanının Arıtma Performansına Etkisinin Tasarım Yoluyla Modellenmesi

1. PROJENİN AMACI VE TASARIM PROBLEMİ

Bilimsel Amaç: Su yüzeyinin ne kadarının (%25, %50, %100) su mercimeği ile kaplanması, kirliliği en hızlı şekilde temizlediğini ve bitkilerin ne kadar sürede doymunluğa ulaştığını (artık temizleyemez hale geldiğini) saptamak (SFAY1, SFARŞ1).

Tasarım Problemi: Su mercimekleri suda serbestçe yüzer ve dağılır. Belirli bir yüzey alanını (örneğin tam olarak %50'sini) kapalı tutacak, yüzer bir “sınırlandırma aparatı” nasıl tasarlanır? (SFÜDD1, SFAU1, ÜFSÜ1).

Uygulama Aşamaları

2. YÖNTEM: MODELLEME SEÇENEKLERİ

Bu aşamada, bitkileri belirli bir alanda hapsedecek yüzen aparatları tasarlayacağız (**SFKÖ1, ÜFSÜ1, ÜFD1**).

SEÇENEK A: Atık Malzemelerle Modelleme (ÜFGHP1)

Malzemeler: pet şişeler (veya strafor köpük tabaklar), meyve fileleri (soğan/limon filesi), sıcak silikon, makas.

Tasarım Adımları

Aynı çapta 3 adet deney kabı (örneğin geniş ağızlı kavanoz) seçin.

%100 Alan: Pet şişenin orta kısmından, kavanozun içine tam sığacak bir halka kesin. Altına meyve filesi gererek silikonlayın (Bitkiler dışarı kaçmasın ama su içeri girsin).

%50 Alan: Kavanoz yüzey alanının yarısı kadar alana sahip daha küçük bir halka yapın ve file ile kaplayın. Yüzmesi için kenarlarına küçük strafor parçaları ekleyin.

%25 Alan: Çeyrek alana sahip en küçük halkayı yapın (**SFKÖ2, ÜFSÜ1**).

SEÇENEK B: 3D Yazıcı ile Modelleme (Mühendislik Yaklaşımı) (ÜFGAK1, ÜFSÜ1, SFARŞ1)

Tasarım Programı: Tinkercad veya Fusion 360 (Basit halka tasarımları için Tinkercad yeterlidir).

Tasarım Adımları

Deney kabınızın iç çapını ölçün (ör. 10 cm).

%100 Modeli: Dış çapı 9,8 cm olan ince bir yüzer halka tasarlayın. İçine suyun geçebileceği ızgaralı bir yapı ekleyin.

%50 ve %25 Modelleri: Yüzey alanı hesaplaması yaparak daha küçük çaplı halkalar tasarlayın. Bu küçük halkaların deney kabının ortasında durması ve batmaması için dışlarına destek çubukları veya yüzer dubalar ekleyin (**SFAY1**).

PLA filament (doğa dostu plastik) kullanarak baskı alınız (**SFKÖ1, SFKÖ2**).

3. DENEYSEL PROSEDÜR

Not: Bu modelleme aşamasında gerçek ağır metal yerine, bitkiler tarafından emilebilen ve rengi açılan Metilen Mavisi (akvaryum dezenfektanı) veya koyu demlenmiş çay kullanacağız. Bu, "Simüle Kirlilik"tir (**SFKÖ1, SFKÖ2, SFARŞ1**).

Hazırlık: 4 özdeş kaba eşit miktarda (ör. 500 ml) simüle kirli su (belirli bir tonda mavi/koyu renk) koyunuz (**SFSÖ1**).

Gruplar

Grup K (Kontrol): Sadece kirli su (Bitki yok).

Grup %25: Tasarladığınız %25'lik aparatın içi su mercimeği dolu.

Grup %50: Tasarladığınız %50'lik aparatın içi su mercimeği dolu.

Grup %100: Tasarladığınız %100'lük aparatın içi su mercimeği dolu.

Gözlem ve Veri Toplama

Işık alan bir yere koyunuz (**FÖOD-ÖMO1**).

Her 12 saatte bir sulardan 5 ml örnek alınız.

Ölçüm Yöntemi (Etkileşimli Telefon ile): Örnekleri beyaz bir kâğıdın önüne koyun. Telefonunuza indireceğiniz bir "Colorimeter" veya "Lux Meter" (ışık ölçer) uygulaması ile suyun renginin açılma miktarını (ışık geçirgenliğini) ölçün. Rengin açılması, temizlenmeyi gösterir (**SFARŞ1, SFAY1**).

Değerlendirme	Öğretim planı kapsamında şu üç farklı değerlendirme yöntemi kullanılacaktır: performans analitik dereceli puanlama anahtarı, kavram haritası ve yazılı değerlendirme. Bu değerlendirmeler öğrencilerin hem bilişsel düzeyde kazanımları ne ölçüde gerçekleştirdiklerini hem de üst düzey düşünme becerilerini (tümevarımsal akıl yürütme, sentez, yaratıcı düşünme) ne ölçüde geliştirdiklerini belirlemeye yöneliktir (ÜFÜD1). Performans Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı Öğrencilerin deney sürecindeki performansları, araştırma becerileri ve ürün kalitesi analitik dereceli puanlama anahtarı (EK 1) ile değerlendirilecektir (ÜFÜD1). Senaryo Analizi İçin Kavram Haritası Dersin sonunda öğrencilerden şu anahtar kelimeleri içeren bir kavram haritası yapmaları istenir: Ağır Metal (Pb/Cd), Biyoakümülyasyon, Müsilaj, Ötrofikasyon, Fitoremediasyon, Su Sümbülü, Besin Piramidi (SFAY2, ÜFÜÇ1). Öğrenciler bu kavramları birbirleriyle ilişkilendirerek ekosistemdeki enerji akışı ve madde döngüsü ile ilgili örüntüleri görselleştirecekler ve bu örüntülerden genellemeler yapacaklardır (SFAY1). Kavram haritası, öğrencilerin akıl yürütme becerilerini ve kavramlar arası ilişkileri ne ölçüde kurabildiklerini gösterecektir (EK 2). Öğrenciler oluşturdukları kavram haritalarını gruplarıyla paylaşacak ve tartışacaklardır (SFGE1, SFGE2). Yazılı Değerlendirme İçin “Geleceğin Mühendisi” Mektubu Öğrencilere şu görev verilir: “2040 yılındasın ve Ergene Nehri tamamen temizlenmiş durumda. Başarı hikâyeni anlatan bir makale yaz. Makalende kullandığın ‘Biyoteknolojik’ yöntemi ve ‘Tasarım Odaklı’ yaklaşımını detaylandır.” (ÜFÜÇ2, ÜFSÜ1). Bu yazılı değerlendirme etkinliği, öğrencilerin yaratıcı ve orijinal ürünler ortaya koymalarını sağlayacak ve gerçek hayat problemlerine yönelik çözüm önerileri geliştirme becerilerini değerlendirecektir (ÜF-GHP1). Öğrenciler bu makalelerinde derste öğrendikleri biyolojik kavramları sentezleyerek üst düzey düşünme becerilerini sergileyeceklerdir (SFÜDD2). Proje Raporu İçin “Veri Analiz” Modeli Öğrencilerin deney sonuçlarını raporlarken kullanabilecekleri matematiksel modelleme önerisi aşağıdaki gibidir (SFARŞ1, SFAY1): Temizleme Verimi Denklemi Verimlilik (%) = (Başlangıç Rengi- Son Renk) / Başlangıç Rengi 100 Bu denklem üzerinden öğrencilerin farklı yüzey alanı kaplamaları için (%25, %50, %100) ayrı ayrı verimlilik puanı hesaplamalarını isteyebilirsiniz. Öğrenciler bu matematiksel modeli kullanarak deneysel verilerini analiz edecek, grafiklerle görselleştirecek ve sonuçlarından genellemelere ulaşacaklardır (SFAY2, ÜFÜÇ1). Bu süreç, öğrencilerin tümevarımsal akıl yürütme becerilerini kullanarak gözlemlerden örüntülere, örüntülerden de genellemelere ulaşmalarını sağlayacaktır (SFAY1). Öğrencilerin hazırladığı deney raporlarını aşağıda verilen Rapor Değerlendirme Baremi (EK 3)’e göre de değerlendirilecektir.
Kariyer Çıktısı	Çevre Mühendisliği: Öğrenciler, endüstriyel atıkların çevresel etkilerini analiz etme ve biyoteknolojik arıtma sistemleri tasarlama deneyimi kazanmışlardır. Su ve toprak kirliliğinin önlenmesi ve giderilmesi konularında temel kavramları öğrenmişlerdir. Biyoteknoloji ve Biyomühendislik: Fitoremediasyon ve mikrobiyal biyoremediasyon yöntemlerini öğrenerek canlı organizmaların çevre sorunlarının çözümünde nasıl kullanılabileceğini keşfetmişlerdir. Bu deneyim, biyoteknoloji alanında kariyer yapmak isteyen öğrenciler için temel bir farkındalık oluşturmuştur.

Kariyer Çıktısı	Ekoloji ve Çevre Bilimleri: Ekosistemler arası etkileşimleri, besin zinciri ve biyolojik büyüme kavramlarını derinlemesine inceleyerek, ekolojik sistemlerin karmaşıklığını anlamışlardır. Çevre bilimcisi veya ekoloji uzmanı olarak çalışmak isteyen öğrenciler için önemli bir temel oluşturmuştur. Sürdürülebilirlik ve Çevre Danışmanlığı: Gerçek bir çevre sorunundan (Ergene Nehri kirliliği) yola çıkarak çözüm önerileri geliştirmişler ve sürdürülebilir yaklaşımları (biyo-madencilik gibi) öğrenmişlerdir. Bu deneyim, çevre danışmanlığı alanında çalışmak isteyen öğrenciler için değerli bir bakış açısı kazandırmıştır. Bilimsel Araştırma ve Veri Analizi: Deney tasarlama, hipotez oluşturma, sistematik veri toplama ve matematiksel modelleme kullanarak sonuç çıkarma becerilerini geliştirmişlerdir. Araştırmacı veya veri analisti olarak çalışmak isteyen öğrenciler temel araştırma becerileri edinmişlerdir. Tasarım ve Mühendislik: 3D modelleme veya atık malzemelerle aparatlar tasarlayarak mühendislik tasarım sürecini deneyimlemişlerdir. Bu deneyim mekanik, endüstriyel veya makine mühendisliği alanlarında kariyer yapmak isteyen öğrenciler için ilk adım niteliğindedir.
Teknoloji Entegrasyonu	Bu öğretim planında teknoloji, öğrenme sürecinin farklı aşamalarında aktif olarak entegre edilmiştir. Teknoloji kullanımı, öğrencilerin bilimsel araştırma becerilerini geliştirmelerine, verileri analiz etmelerine ve yaratıcı çözümler üretmelerine olanak sağlamaktadır. Etkileşimli Telefon Uygulamaları ile Veri Toplama: Öğrenciler deney sürecinde etkileşimli telefonlarına yükleyecekleri “Colorimeter” veya “Lux Meter” uygulamalarını kullanarak suyun renginin açılma miktarını ve ışık geçirgenliğini ölçmüşlerdir. Bu uygulama, pahalı laboratuvar ekipmanlarına erişim olmadan bilimsel ölçüm yapılabilmesini sağlamış ve günlük teknolojinin bilimsel araştırmalarda nasıl kullanılabileceğini göstermiştir. 3D Tasarım Yazılımları: Öğrencilere Tinkercad veya Fusion 360 gibi 3D tasarım programları kullanarak yüzer aparatlar tasarlama seçeneği sunulmuştur. Bu yazılımlar aracılığıyla öğrenciler mühendislik tasarım sürecini dijital ortamda deneyimlemişler ve tasarladıkları modelleri 3D yazıcı ile somut ürünlere dönüştürmüşlerdir. Bu süreç, öğrencilerin dijital tasarım becerilerini geliştirmiş ve tasarım düşüncesi yaklaşımını benimsemelerine katkı sağlamıştır. Projeksiyon ve Etkileşimli Tahta Kullanımı: Dersin dikkat çekme aşamasında “Ergene’nin Sessiz Çığılığı ve Sofradaki Tehlike” senaryosu, projeksiyon cihazı veya etkileşimli tahta üzerinden görsel olarak sunulmuştur. Bu görsel sunum, öğrencilerin konuya ilgisini çekmiş ve gerçek yaşam problemlerini somutlaştırmıştır. Dijital Veri Analizi Araçları: Öğrenciler topladıkları verileri (renk değişimi, zaman, yüzey alanı) Excel veya Google Sheets gibi elektronik tablo programlarında düzenlemişler ve matematiksel modelleme denklemi (Verimlilik %) kullanarak hesaplamalar yapmışlardır. Bu verilerden grafikler oluşturarak sonuçlarını görselleştirmişler ve örneklere daha net bir şekilde gözlemlemişlerdir. Dijital Sunum Araçları: Öğrenciler proje raporlarını ve “Geleceğin Mühendisi” makalelerini dijital ortamda hazırlayabilecekler (Word, Google Docs) ve sunumlarını PowerPoint veya Google Slides gibi araçlarla görsel hâle getirebileceklerdir. Bu süreç, öğrencilerin dijital okuryazarlık becerilerini geliştirmiştir. Çevrim İçi Araştırma ve Bilgi Kaynaklarına Erişim: Öğrenciler biyoteknolojik arıtma yöntemleri, su sümbülünün özellikleri ve ağır metallerin etkileri hakkında bilgi toplamak için internet kaynaklarını kullanmışlar, bilimsel makalelere ve çevre raporlarına erişmişlerdir. Bu süreç, öğrencilerin güvenilir bilgi kaynaklarını ayırt etme ve bilimsel bilgiyi araştırma becerilerini geliştirmiştir. Kavram Haritası Oluşturma Araçları: Öğrenciler değerlendirme aşamasında kavram haritalarını isterler ise dijital araçlar (CmapTools, MindMeister, Coggle gibi) kullanarak oluşturabilirler. Bu dijital araçlar, kavramlar arası ilişkilerin daha esnek ve görsel olarak zengin bir şekilde ifade edilmesine olanak tanımıştır.

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 1: “Öğrencilerin Deney Sürecindeki Performansları, Araştırma Becerileri ve Ürün Kalitesi”**Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı**

Yönerge: Bu dereceli puanlama anahtarı, öğrencilerin gerçekleştirdikleri “Öğrencilerin Deney Sürecindeki Performansları, Araştırma Becerileri ve Ürün Kalitesi” değerlendirilmesi amacıyla hazırlanmıştır. Her bir ölçüt 1’den 4’e kadar puanlandırılmakta olup her düzeyin açıklamaları aşağıda yer almaktadır. Lütfen her ölçütü dikkatle inceleyerek öğrencinin performansına en uygun düzeyi işaretleyiniz. Puanlama yapılırken **yetersiz, geliştirilmeli, iyi, çok iyi** düzeyleri göz önünde bulundurulmalıdır.

Ölçüt	4. Çok İyi	3. İyi	2. Yeterli	1. Geliştirilmeli
Besin Zincirini Doğru Sıralama	Tüm canlılar doğru sırada ve eksiksiz verilmiştir.	Küçük bir sıralama hatası vardır.	Birden fazla basamak hatalıdır.	Besin zinciri yanlış kurulmuştur.
Ağır Metal Aktarımını Açıklama	Her basamakta artış net ve doğru açıklanmıştır.	Genel artış doğru, gerekçe kısmen eksiktir.	Artış yüzeysel ifade edilmiştir.	Aktarım yanlış yapılmış ya da açıklanmamıştır.
Biyobirikim Kavramını Kullanma	Kavram doğru ve örnekle açıklanmıştır.	Kavram doğru ama örneksizdir.	Kavram eksik/yanlış kullanılmıştır.	Kavram kullanılmamıştır.
Biyobüyütme Kavramını Kullanma	Kavram doğru ve besin zinciriyle ilişkilidir.	Kavram doğru ama bağlantı zayıftır.	Kavram hatalı kullanılmıştır.	Kavram yoktur.
Bilimsel Çıkarım Yapma	Neden–sonuç ilişkisi açık ve tutarlıdır.	Çıkarım doğru ama genelleme sınırlıdır.	Çıkarım yüzeyseldir.	Bilimsel çıkarım yoktur.
Görsel Düzen ve Anlaşılabilirlik	Görsel düzen çok açık, oklar ve etiketler nettir.	Genel olarak anlaşılabilir.	Karışık veya eksik etiketlidir.	Anlaşılması zordur.

Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı şu puanlama aralıklarını içermektedir:

19-24 puan: Çok İyi (Öğrenci tüm aşamaları eksiksiz tamamlamış, özgün çözümler üretmiş, verilerini profesyonel düzeyde analiz etmiş ve sunmuştur.)

15-18 puan: İyi (Öğrenci çoğu aşamayı doğru tamamlamış, sistematik çalışmış ve bulgularını uygun şekilde raporlamıştır.)

11-14 puan: Yeterli (Öğrenci temel aşamaları tamamlamış ancak derinlemesine analiz ve yorumda eksiklikler vardır.)

6-10 puan: Geliştirilmeli (Öğrenci aşamaları tamamlayamamış veya ciddi kavram yanlışları içermektedir.)

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 2: “Öğrencilerin Yaratıcı ve Orijinal Ürünler Ortaya Koymalarını Sağlayacak ve Gerçek Hayat Problemlerine Yönelik Çözüm Önerileri Geliştirme Becerilerini Değerlendirme” Kavram Haritası Değerlendirme Ölçeği

Yönerge: Aşağıda verilen Kavram Haritası Değerlendirme Ölçeği sorularını dikkatlice okuyunuz ve kendinizi 4 puan üzerinden değerlendiriniz.

Ölçütler / Beceriler	Geliştirilmeli (1 Puan)	Yeterli (2 Puan)	İyi (3 Puan)	Çok İyi (4 Puan)	PUAN
Kavramların Kullanımı	Anahtar kelimelerin yarısından fazlası eksik veya kavramsal hatalar var.	Temel anahtar kelimeler var ancak 3-4 kritik kavram eksik.	Çoğu doğru kullanılmış, sadece 1-2 yan kavram eksik.	Tüm anahtar kelimeler eksiksiz ve doğru kullanılmış.	 / 4
İlişkilendirme ve Örüntü	Bağlantılar kurulmamış veya ok yönleri mantıksal hatalar içeriyor.	Kavramlar bağlanmış ancak kavramlar arasında hiyerarşi zayıf ve bağlantı sözcükleri az.	İlişkiler doğru; hiyerarşi ve bağlantı sözcükleri yeterli.	Hiyerarşi kusursuz, bilimsel bir örüntü sunuyor.	 / 4
Bilimsel Akıl Yürütme	Ekosistem döngüleri ve kirlilik arasında bağ kurulamamış.	Yüzeysel işlenmiş, derinlemesine yorum yapılmamış.	Süreçler doğru açıklanmış ancak sentez kısmı eksik.	Üst düzey bilimsel genellemeler yapılmış.	 / 4
Görsel Tasarım ve Düzen	Harita çok karmaşık, okunması güç ve haritada hiyerarşi yok.	Genel hatlar belli ancak görsel karmaşa hiyerarşiyi gölgeliyor.	Harita temiz ve düzenli, hiyerarşik sıralama fark ediliyor.	Görsel tasarım mükemmel, yerleşim hiyerarşiyi hissettiriyor.	 / 4
Paylaşım ve Tartışma	Tartışmaya katılmamış, modelini açıklayamamış.	Sadece kendi fikrini sunmuş, eleştiriye kapalı kalmış.	Haritasını paylaşmış ve arkadaşlarını dinlemiş.	Modelini kanıtlarla savunmuş ve tartışmayı yönetmiş.	 / 4
TOPLAM PUAN					 / 20

Puan Aralığı ve Başarı Düzeyi

Öğrencinin poster çalışmasından aldığı toplam puan şu aralıklara göre değerlendirilir:

17-20 Puan: Çok İyi (Öğrenci tüm aşamaları eksiksiz tamamlamış, özgün çözümler üretmiş, verilerini profesyonel düzeyde analiz etmiş ve sunmuştur.)

13-16 Puan: İyi (Öğrenci çoğu aşamayı doğru tamamlamış, sistematik çalışmış ve bulgularını uygun şekilde raporlamıştır.)

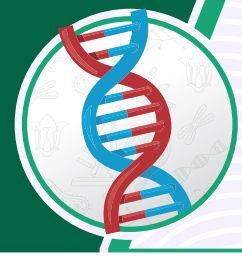
9-12 Puan: Yeterli (Öğrenci temel aşamaları tamamlamış ancak derinlemesine analiz ve yorumlamada eksiklikler vardır.)

5-8 Puan: Geliştirilmeli (Öğrenci aşamaları tamamlayamamış veya ciddi kavram yanlışları içermektedir.)

EK 3: Rapor Değerlendirme Baremi

Yönerge: Öğrencilerin proje raporlarını matematiksel modelleme, veri görselleştirme ve bilimsel akıl yürütme kriterlerine göre standart bir şekilde puanlamanız için hazırlanmıştır. Bu kriterlere göre öğrenci deney raporlarını değerlendiriniz.

- **Çok İyi (22-25 Puan):** Denklem tüm aşamalar için hatasız uygulanmış, grafikler eksiksiz çizilmiş ve verilerden özgün/bilimsel genellemelere ulaşılmıştır.
- **İyi (17-21 Puan):** Hesaplamalar doğru, grafikler uygun şekilde sunulmuş ancak genelleme aşaması daha yüzeysel kalmıştır.
- **Yeterli (11-16 Puan):** Matematiksel hesaplamalarda veya grafik çizimlerinde eksiklikler vardır, veriler ve sonuçlar arasında güçlü bir bağ kurulamamıştır.
- **Geliştirilmeli (0-6 Puan):** Model yanlış uygulanmış veya ciddi kavram yanlışları nedeniyle analiz süreci tamamlanmamıştır.



ETKİNLİK 1

TEMA: EKOLOJİ

Etkinliğe Dönüştürülecek Öğrenme Çıktıları	BİY.10.2.4. Madde döngüleri ile ilgili bilimsel model oluşturabilme
Basamaklandırılmış Bilgi Birimleri	a) Madde döngülerinin işleyişini modeller. b) Madde döngülerinin işleyişi ile ilgili gerektiğinde birden fazla model oluşturur. c) Oluşturduğu modeli bilimsel modellerle karşılaştırır.
Ön Koşul Beceriler/ Temel Kabuller	• Öğrenci ekosistem bileşenlerini (biyotik-abiyotik) tanımlayabilir. • Öğrenci fotosentez ve solunum süreçlerinin temel adımlarını açıklayabilir. • Öğrenci maddenin hallerini (katı, sıvı, gaz) ve hâl değişimlerini kavramıştır. • Öğrenci temel kimyasal elementleri (H, O, C, N) ve molekülleri (H_2O, CO_2, O_2) tanıır. • Öğrenci akış şeması ve diyagram gibi görsel temsilleri okuyabilir ve yorumlayabilir. • Öğrenci neden-sonuç ilişkisi kurabilir. • Öğrenci grup çalışmasında etkin rol alabilir ve iş birliği yapabilir. • Öğrenciler maddenin yok olmadığı, sadece form değiştirdiği prensibini kabul eder. • Öğrenciler canlılar ve cansızlar arasında sürekli bir etkileşim olduğunu kabul eder. • Öğrenciler bilimsel modellerin gerçekliğin basitleştirilmiş temsilleri olduğunu anlar.
Tema Bazlı Öğrenci İhtiyaçları	Soyut döngü kavramlarını somutlaştırma ihtiyacı: Öğrenciler su, karbon ve azot döngülerini zihinlerinde canlandırabilmek için görsel ve fiziksel modellere ihtiyaç duyar. Sistemik düşünme becerisi geliştirme ihtiyacı: Öğrenciler parçalar arası ilişkileri görebilme ve bütüncül bakış açısı kazanma konusunda desteğe ihtiyaç duyar. Bilimsel modelleme sürecini deneyimleme ihtiyacı: Öğrenciler kendi modellerini oluşturma, test etme ve revize etme sürecini yaşayarak bilimin doğasını anlama ihtiyacı içindedir. Döngüler arası etkileşimi kavrama ihtiyacı: Öğrenciler izole döngüler yerine birbirine bağlı sistemleri anlama konusunda rehberliğe ihtiyaç duyar. Gerçek dünya bağlamında öğrenme ihtiyacı: Öğrenciler madde döngülerinin güncel çevre sorunları (iklim değişikliği, su kıtlığı vb.) ile ilişkisini görme ihtiyacı hisseder. Aktif katılım ve öğretme fırsatı ihtiyacı: Öğrenciler pasif dinleyici olmaktan çıkıp bilgiyi yapılandırma ve öğretme rolü üstlenme ihtiyacı duyar.
Farklılaştırma Alanları	
İçerik	Soyutluk (İFS) İFS1: Madde döngüleri, izole süreçler değil sistem olarak ele alınır. Stok, akış, geri bildirim döngüsü gibi soyut sistem düşünmesi kavramları öğretilir. İFS2: Döngüler arası etkileşimler ve sinerjiler vurgulanır. Örneğin fotosentezde hem su hem karbon döngüsünün aynı anda işlediği gibi kesişim noktaları kavramlaştırılır.

İçerik	Karmaşıklık (İFK)	İFK1: Üç döngünün (su, karbon, azot) entegre sistem modeli oluşturulur. Öğrenciler tek döngü yerine çoklu döngü etkileşimlerini analiz edilir. İFK2: Pozitif ve negatif geri bildirim döngüleri kavramı tanıtılır ve madde döngülerindeki örnekleriyle açıklanır (ör. buzul erimesi → albedo azalması → daha fazla ısınma). İFK3: Kaldıraç noktaları kavramı: Sistemde küçük müdahalelerin büyük değişiklikler yaratabileceği kritik noktalar belirlenir.
	Çeşitlilik (İFÇ)	İFÇ1: Sistem Düşünmesi Disiplininden kavram ve araçlar entegre edilir. İFÇ2: İklim bilimi ve çevre mühendisliği perspektifinden gerçek dünya verileri (atmosferik CO₂ ölçümleri) kullanılır. İFÇ3: Ekosistem hizmetleri kavramı entegre edilerek madde döngülerinin insan refahı ile ilişkisi kurulur.
	Organizasyon (İFO)	İFO1: İçerik, sistem temel kavramı etrafında organize edilir. Bileşenler → İlişkiler → Bütün şeklinde ilerler. İFO2: Öğrenme süreci model geliştirme döngüsü etrafında yapılandırılır. Ön model → Test → Karşılaştırma → Revizyon
	Seçkin Kişiler (İFSK)	İFSK1: Peter Senge Sistem Düşünmesi'nin öncüsü ve Donella Meadows'un fikirlerine atıflar yapılır. İFSK2: Charles Keeling Atmosferik CO₂ ölçümlerinin öncüsü olduğu ve Keeling Eğrisi'nin bilim tarihindeki önemi vurgulanır.
Süreç	Üst Düzey Düşünme (SFÜDD)	SFÜDD1: Öğrenciler karmaşık madde döngülerini bileşenlerine ayırır, stok ve akışları tanımlar. SFÜDD2: Üç ayrı döngüyü birleştirerek entegre bir sistem modeli oluşturur. SFÜDD3: Kendi modellerini bilimsel modellerle karşılaştırır, farklılıkların sebeplerini açıklar ve revizyonlar yapar. SFÜDD4: Orijinal, bilimsel olarak doğru ve yaratıcı modeller tasarlar.
	Açık Uçluluk/ İlerletici Süreç (SFAU)	SFAU1: Model oluştururken birden fazla temsil yöntemi kabul edilir. Bunlar: Fiziksel 3D model, dijital simülasyon, kavram haritası, infografik vb. SFAU2: Tek bir doğru model yoktur yaklaşımı benimsenir. Farklı detay seviyelerinde ve perspektiflerden modeller geçerli kabul edilir.
	Keşifçi Öğrenme (SFKÖ)	SFKÖ1: Öğrenciler akademik makaleler, dergiler ve dijital kaynaklar kullanarak bağımsız araştırma yapar . SFKÖ2: Gerçek dünya verileri (atmosferik CO₂ grafikleri, iklim verileri) analiz edilir. SFKÖ3: Öğrenciler bilimsel modelleme sürecini deneyimleyerek öğrenir. hipotez → model → test → revizyon döngüsü
	Akıl Yürütme/ Kanıtlama (SFAY)	SFAY1: Öğrenciler modellerindeki her ilişki ve bağlantı için bilimsel gerekçe sunar. SFAY2: Karşılaştırmalı analiz: Kendi modelleri ile bilimsel modeller arasındaki farklılıkları sistemik düşünerek açıklar. SFAY3: Neden-sonuç zincirleri kurar. "Eğer X değişirse, Y nasıl etkilenir?" türünden tahminler yapar ve gerekçelendirir .

BİYOLOJİ

10. SINIF

Süreç	Seçimde Özgürlük (SFSÖ)	SFSÖ1: Öğrenciler hangi döngüde uzmanlaşacaklarını seçerler (su, karbon veya azot). SFSÖ2: Ürün formatını seçerler. Fiziksel model, dijital simülasyon, poster, video vb. SFSÖ3: Araştırma kaynaklarını kendi seçerler (rehber liste sunulabilir).
	Araştırma Yöntemleri (SFARŞ)	SFARŞ1: Karşılıklı öğretim stratejileri öğretilir ve uygulanır. Özetleme, soru sorma, açıklama, tahmin etme gibi. SFARŞ2: Bilimsel kaynak değerlendirme şudur: Güvenilir kaynak nedir, akademik makale nasıl okunur konularında rehberlik yapılır. SFARŞ3: Model tabanlı öğrenme yaklaşımı şudur: Bilimsel modellerin nasıl oluşturulduğu, test edildiği ve revize edildiği öğretilir.
	Grup Etkileşimi (SFGE)	SFGE1: Karşılıklı öğrenme şudur: Öğrenciler sırayla “öğretmen” rolü üstlenir, akranlarına öğretir. SFGE2: Uzman grupları şudur: Her öğrenci bir döngüde uzmanlaşır, sonra bilgisini grubuna aktarır. SFGE3: Akran geri bildirimi şudur: Gruplar birbirlerinin modellerini inceler, yapıcı eleştiri ve öneriler sunar.
Ürün	Gerçek Hayat Problemleri (ÜFGHP)	ÜFGHP1: Madde döngülerinin iklim değişikliği, su kıtlığı, azot kirliliği gibi güncel çevre sorunları ile ilişkisi modellerde vurgulanır. ÜFGHP2: Bir ormanda ağaç kesilirse üç döngü nasıl etkilenir? gibi gerçekçi senaryolar analiz edilir.
	Gerçek Alıcı Kitle (ÜFGAK)	ÜFGAK1: Modeller sınıf içi sunum ile akranlara sunulur ve akran değerlendirmesine tabi tutulur. ÜFGAK2: Modeller okul bilim fuarı veya dijital platformlarda (okul web sitesi, blog) paylaşılabilir.
	Ürün Değerlendirmesi (ÜFÜD)	ÜFÜD1: Modellerin bilimsel olarak doğruluğu değerlendirilir. ÜFÜD2: Sistem düşünmesi kriteri şudur: Etkileşimler, geri bildirimler gösterilmiş mi? ÜFÜD3: Görsel iletişim kriteri şudur: Model anlaşılır ve estetik mi? ÜFÜD4: Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı kullanılır: Başlangıç (1) → Gelişiyor (2) → Yeterli (3) → İleri (4) seviyelerinde değerlendirme
	Sentez Ürün (ÜFSÜ)	ÜFSÜ1: Öğrenciler orijinal entegre sistem modeli oluşturur (üç döngüyü birleştirir). ÜFSÜ2: Modelde kendi yaratıcı temsil yöntemleri kullanılır. Renk kodlama, semboller, animasyon vb.
	Üründe Çeşitlilik (ÜFÜÇ)	ÜFÜÇ1: Fiziksel modeller modeller şunlardır: 3D maket, diorama, oyun hamuru modeli hazırlanabilir. ÜFÜÇ2: Dijital modeller modeller şunlardır: PowerPoint animasyon, Scratch simülasyonu, video hazırlanabilir. ÜFÜÇ3: Grafik modeller modeller şunlardır: poster, infografik, kavram haritası, akış diyagramı yaptırılabilir.
	Dönüşümler (ÜFD)	ÜFD1: İlk basit model, araştırma ve karşılaştırma sonrası daha karmaşık ve doğru modele dönüştürülür. ÜFD2: Tek döngü modeli, entegre sistem modeline dönüştürülür (etkileşimleri içerecek şekilde).

BİYOLOJİ

10. SINIF

Fiziksel Öğrenme Ortamı Düzenlemeleri	Ortamın Tanımı ve Önemi (FÖOD-OTÖ)	FÖOD-OTÖ1: Sınıf, işbirlikli çalışma alanları olarak düzenlenir. 3-4 kişilik masa grupları oluşturulur. FÖOD-OTÖ2: Araştırma köşesi oluşturulur. Bilgisayar/tablet erişimi, basılı kaynaklar, akademik makaleler. FÖOD-OTÖ3: Yaratıcı üretim alanı sağlanır. Model yapım malzemeleri, posterler, renkli kartlar erişilebilir konumdadır.
	Tercihler (FÖOD-T)	FÖOD-T1: Öğrenciler sessiz bireysel çalışma veya grup tartışması arasında seçim yapabilir. FÖOD-T2: Bazı öğrenciler dijital araçları tercih ederken bazıları fiziksel malzemelerle çalışabilir. FÖOD-T3: Öğrenciler araştırma köşesi, çalışma masası ve yaratım alanı arasında serbestçe hareket edebilir.
	Öğrenen Merkezli Ortamlar (FÖOD-ÖMO)	FÖOD-ÖMO1: Öğretmen grupların etkin bir şekilde çalışabilmeleri ve kaliteli kararlar alabilmeleri için etkileşimlerin yapı ve süreçlerine katkıda bulunan kişi rolündedir. Dolaşır, sorular sorar, rehberlik eder, doğrudan öğretmez. FÖOD-ÖMO2: Öğrenci sesleri baskındır. Karşılıklı öğretim ile öğrenciler öğretici rolündedir. FÖOD-ÖMO3: Öğrenci ürünleri görünür. Modeller duvarlara asılır, süreç portfolyoları tutulur, öğrenme görünür kılınır.

FARKLILAŞTIRILMIŞ ETKİNLİK FORMU

Etkinlik Adı	ENTEGRE MADDE DÖNGÜLERİ
Konu	Madde Döngüleri (Su Döngüsü, Karbon Döngüsü, Azot Döngüsü)
Öğrenme Hedefleri	• Öğrenciler, madde döngülerini (su, karbon, azot) sistem perspektifiyle açıklayarak rezervuar, akış ve geri bildirim döngüsü kavramlarını kullanabilir. • Öğrenciler, üç madde döngüsünün etkileşim noktalarını belirleyerek entegre bir sistem modeli oluşturabilir. • Öğrenciler, kendi oluşturdukları modelleri bilimsel modellerle karşılaştırarak farklılıkların sebeplerini analiz edebilir ve modellerini revize edebilir. • Öğrenciler, bilimsel modelleme sürecinin doğasını (hipotez-test-revizyon) deneyimleyerek anlayabilir. • Öğrenciler, karşılıklı öğrenme stratejilerini (özetleme, soru sorma, açıklama, tahmin etme) etkin şekilde uygulayabilir. • Öğrenciler, madde döngülerinin güncel çevre sorunlarıyla ilişkisini kurarak çevresel farkındalık geliştirir. • Öğrenciler, akranlarına öğretme deneyimi yaşayarak kendi öğrenmelerini derinleştirir. • Öğrenciler, karmaşık sistemleri anlamada bütüncül düşünme yaklaşımının önemini kavrar.
Disiplinler Arası Bileşenler	1. Sistem Bilimi: Sistem düşünmesi, stok-akış ilişkileri, geri bildirim döngüleri, karmaşık sistemlerin modellenmesi 2. Kimya: Maddenin korunumu, kimyasal tepkimeler, element döngüleri, moleküler yapılar 3. Fizik: Hâl değişimleri, enerji dönüşümleri, termodinamik yasaları 4. Coğrafya/Yer Bilimleri: Atmosfer-hidrosfer-litosfer-biyosfer etkileşimleri, iklim sistemleri 5. Çevre Bilimi: Ekosistem hizmetleri, iklim değişikliği, sürdürülebilir kaynak yönetimi, antropojenik etkiler 6. Matematik: Döngüsel süreçlerin modellenmesi, grafik analizi, gerçek dünya verilerinin yorumlanması 7. Bilim Felsefesi ve Tarihi: Bilimsel modellerin doğası, bilimsel bilginin gelişimi ve revizyonu 8. Sosyal Bilimler: İnsan-doğa etkileşimi, çevre politikaları, sürdürülebilir kalkınma 9. Eğitim Bilimleri: Karşılıklı öğrenme, model tabanlı öğrenme, işbirlikli öğrenme stratejileri
Materyaller	Araştırma ve Kaynak Materyalleri • Tablet/bilgisayar (dijital kaynaklara erişim için) • Basılı akademik makale örnekleri (madde döngüleri ile ilgili) • National Geographic, Popular Science gibi bilim dergileri • Ders kitabı (Biyoloji 10. Sınıf) • Sistem Düşünmesi Araştırma Rehberi (her öğrenci için basılı-temel süreç analizi, sistem düşünmesi analizi, etkileşim analizi, insan etkisi sorularını içeren) • Karşılıklı Öğretim Strateji Kartları (her grup için 4 kart seti: Özetleme, Soru Sorma, Açıklama, Tahmin Etme)

Materyaller	Model Oluşturma Materyalleri • Büyük boyutlu bristol kartlar (A2 boyutunda, her grup için 2-3 adet) • Renkli kartlar ve kesme kâğıtları (su=mavi, karbon=yeşil, azot=turuncu renk kodlaması için) • Yapışkanlı kâğıt notlar (farklı renkler-geri bildirim ve etkileşim noktalarını işaretlemek için) • İşaretleyiciler, kalemler (farklı kalınlık-akış hızını göstermek için) • Makas, yapıştırıcı, bant • İp, raptiye (döngüler arası bağlantıları göstermek için) Alternatif Materyaller • Oyun hamuru veya modeling kili (fiziksel 3D model tercihi için) • Lego veya yapı blokları (fiziksel model tercihi için) • Dijital modelleme erişimi: Scratch, Canva, PowerPoint (dijital model tercihi için) Öğretmen için Materyaller • Banyo Küveti Analojisi görseli (sistem düşünmesine giriş için) • Atom modelleri örnekleri (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Kuantum-model oluşturma'nın doğasını anlatmak için) • Bilimsel madde döngüsü modelleri (NASA, NOAA, IPCC raporlarından) • KeelingCurve grafiği (atmosferik CO₂ verileri) • Karşılaştırma Matrisi şablonları (her grup için basılı) • Değerlendirme rubriği (Sistemik Madde Döngüleri Modeli için) • Gözlem kontrol listesi • Zamanlayıcı (Karşılıklı öğretim rotasyonları için) Ortam Düzenleme • 3-4 kişilik grup masaları (işbirlikçi çalışma için) • Araştırma köşesi düzenlemesi (kaynaklara erişim) • Duvara asılabilecek pano/tahta (galeri turu ve model sergileme için)
Süre	3 Ders saati
Etkinlik Açıklaması	Bu zenginleştirme etkinliği, öğrencilerin madde döngülerini (su, karbon, azot) birbirine bağlı bir sistem olarak anlamalarını hedefler (İFS1, İFK1, İFO1). Etkinlik, Sistem Düşünmesi ve Model Tabanlı Öğrenme yaklaşımlarını temel alarak tasarlanmıştır (İFÇ1, SFARŞ3, İFSK1). Etkinliğin temel yöntemi, Palincsar ve Brown (1984) tarafından geliştirilen Karşılıklı Öğretim Protokolü'dür (SFARŞ1, SFGE1). Öğrenciler sırayla "öğretmen" rolü üstlenerek şu dört stratejiyi uygulayarak: özetleme, soru sorma, açıklama ve tahmin etme. Bu yaklaşım, öğrencilerin üst bilişsel becerilerini geliştirir (SFÜDD1-4) ve öğretme yoluyla derin öğrenmeyi destekler (SFGE1). Öğrenciler madde döngülerini analiz ederken rezervuar (stok), akış, geri bildirim döngüleri (pozitif/negatif), kaldırıcı noktaları ve etkileşim gibi sistem kavramlarını kullanır (İFS1, İFS2, İFK2, İFK3).

Etkinlik Açıklaması

Bilimsel modelleme döngüsü deneyimlenir. Ön Model → Araştırma → Karşılaştırma → Revizyon → Son Model (**İFO2, SFKÖ3, SFAY2, ÜFD1-2**). Bu süreç, bilimin doğasını ve bilimsel bilginin nasıl geliştiğini kavramalarını sağlar (**SFARŞ3**). Etkinlik şu dört boyutta farklılaştırılmıştır: İçerikte sistem düşünmesi kavramları, döngüler arası etkileşimler ve gerçek dünya verileri kullanılır (**İFS1-2, İFK1-3, İFÇ2-3**); süreçte bireysel araştırma, karşılıklı öğretim, eleştirel karşılaştırma ve seçim özgürlüğü sağlanır (**SFKÖ1, SFGE1-2, SFAY1-2, SFSÖ1-2**); üründe fiziksel, dijital veya grafik model seçenekleri sunulur (**ÜFÜÇ1-3, ÜFSÜ1**); ortamda işbirlikçi çalışma alanları, araştırma köşesi ve öğrenci merkezli fasilitasyon uygulanır (**FÖOD-OTÖ1-2, FÖOD-ÖMO1-2**). Bu etkinlik geleneksel öğretimden farklı olarak döngüleri entegre sistem olarak ele alır (**İFK1**), öğrencileri aktif öğretici rolüne sokar (**SFGE1, FÖOD-ÖMO2**), bilimsel modelleme sürecini yaşatır (**SFKÖ3**), güncel çevre sorunlarıyla bağlantı kurar (**ÜFGHP1-2**) ve üst bilişsel becerileri geliştirir (**SFÜDD1-4**). Etkinlik sonunda öğrenciler entegre sistem modeli oluşturmuş (**ÜFSÜ1**), sistem düşünmesi terminolojisini kullanabiliyor (**İFS1, İFK2-3**), bilimsel modelleme sürecini deneyimlemiş (**SFKÖ3**) ve karşılıklı öğretim stratejilerini içselleştirmiş olur (**SFARŞ1**).

Uygulama Aşamaları

DERS 1: SİSTEMLERİ KEŞFETMEK**Aşama 1: Sistem Düşünmesine Giriş-Banyo Küveti Analjisi**

Öğretmen tahtaya basit bir banyo küveti çizer. üstte musluk (girdi), alta gider (çıkıtı), ortada küvet. Öğrencilere sorar, “Küvetteki su seviyesi ne zaman sabit kalır? Ne zaman artar veya azalır?” Öğrenciler tahminlerini paylaşır. Öğretmen sistem düşünmesinin temel kavramlarını tanıtır (**İFS1**).

- **Stok (küvetteki su miktarı),**
- **Akış (giren ve çıkan su),**
- **Denge (giriş=çıkış),**
- **Geri Bildirim (Su seviyesi musluk akışını nasıl etkiler?).**

Öğretmen vurgular. “Ekosistemler de tıpkı bu küvet gibidir. Madde döngülerini anlamak için sistem düşünmesi kullanacağız.” (**İFO1**).

Öğretmen İpucu: Bu analogi soyut kavramları somutlaştırır. Öğrencilerin kendi örneklerini vermesini şu şekilde teşvik edin: “Başka hangi sistemleri biliyorsunuz?”

Aşama 2: Ön Bilgi Aktivasyonu-Döngü Haritası

Sınıf şu ç gruba ayrılır: Su Döngüsü, Karbon Döngüsü, Azot Döngüsü (**SFGE2**). Her grup büyük bir bristol kâğıt alır ve bildikleri döngüyü çizer. Öğretmen dolaşır ve rehber sorular sorar (**FÖOD-ÖMO1**). “Bu döngüde girdi ve çıktı nelerdir?”, “Hangi faktörler döngüyü hızlandırır/yavaşlatır?”, “Diğer döngülerle bağlantı noktaları var mı?” (**İFS2**). Gruplar modellerini duvara asar ve kısa galeri yürüyüşü yapılır. Diğer öğrenciler yapışkanlı kâğıt ile sorular veya yorumlar ekler (**SFGE3**).

Öğretmen İpucu: Yanlış kavramaları not edin ama düzeltmeyin. Bunlar sonraki aşamalarda öğrenciler tarafından keşfedilecek.

Aşama 3: Model Oluşturmanın Doğasını Anlama

Öğretmen aynı atomun farklı modellerini gösterir (yansıtıcı veya basılı görseller). Dalton’un bilardo topu modeli, Thomson’un üzümlü kek modeli, Rutherford’un gezegen modeli, Bohr’un yörünge modeli, Kuantum modeli (**SFARŞ3, SFAU1**). Şu tartışma sorularını sorar: “Neden farklı modeller var?”, “Hangisi doğru? Hangisi yanlış?”, “Modeller neden zamanla değişir?” Öğrenciler tartışır ve şu sonuçlara ulaşır: Bilimsel modeller gerçekliğin basitleştirilmiş temsilleridir, farklı amaçlara hizmet eder ve yeni kanıtlarla gelişir (**SFARŞ3, İFO2**). Öğretmen şunu vurgular: “Sizler de madde döngüleri için kendi modellerinizi oluşturacaksınız. Birden fazla doğru model olabilir.” (**SFAU2**).

Öğretmen İpucu: “İyi bir bilimsel modelin özellikleri nelerdir?” sorusunu sorup öğrencilerin cevaplarını tahtaya yazın. Cevaplar daha sonra değerlendirme kriteri olarak kullanılacak (**ÜFÜD1-3**).

DERS 2: SİSTEMİK MODEL OLUŞTURMA**Aşama 4: Bireysel Uzmanlaşma**

Her öğrenci şu üç döngüden birini seçer: Su, Karbon veya Azot (**SFSÖ1**). Sınıf dengeli dağılım için yönlendirilir (her döngüde yaklaşık eşit sayıda öğrenci). Öğrencilere Sistem Düşünmesi Araştırma Rehberi (**EK 1**) dağıtılır (**SFKÖ1, SFARŞ2**).

1. Temel Süreç Analizi

- Döngüdeki temel stoklar nelerdir? (ör. atmosfer, okyanuslar, toprak)
- Stoklar arasındaki akışlar nelerdir? (ör. buharlaşma, yağış)
- Hangi fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler bu akışları sağlar?

2. Sistem Düşünmesi Analizi

- Döngüde hangi geri bildirim döngüleri vardır? (pozitif/negatif) (**İFK2**)
- Döngüyü hangi faktörler hızlandırır/yavaşlatır?
- Kaldıraç noktaları nelerdir? (Sistemde en etkili müdahale noktaları) (**İFK3**)

3. Etkileşim Analizi

- Bu döngü diğer iki döngüyle nasıl etkileşir? (**İFS2**)
- Hangi noktalarda kesişirler? (ör. Fotosentez hem su hem karbon kullanır.)

4. İnsan Etkisi

- İnsanlar bu döngüyü nasıl etkiler? (**ÜFGHP1**)
- Döngüdeki hangi değişiklikler ekosistemi tehdit eder?

Uygulama Aşamaları

Öğrenciler araştırma köşesinde (**FÖOD-OTÖ2**) tablet/bilgisayar, akademik makaleler ve dergilerden araştırma yapar (**SFKÖ1, SFKÖ2**). Notlar alır ve basit bir sistem haritası taslağı çizer. Öğretmen dolaşır şu rehber soruları sorar (**FÖOD-ÖMO1**): “Hangi stok en büyük?”, “Geri bildirim nasıl çalışıyor?”, “Bu döngüdeki en kritik süreç hangisi?”

Öğretmen İpucu: Başlangıç seviyesi öğrencilere daha yapılandırılmış şablonlar sunun. İleri seviye öğrenciler ek döngüleri (fosfor, kükürt) araştırabilir.

Aşama 5: Karşılıklı Öğretim

Grup Oluşturma: 3'lü gruplar oluşturulur. Her grupta farklı döngü uzmanı bulunur (1 Su + 1 Karbon + 1 Azot uzmanı) (**SFGE2**). Öğretmen öğretim kartlarını (**EK 2**) her grupta 4 kart olacak şekilde dağıtır (**SFARŞ1**).

- **ÖZETLEME:** Ana noktaları özetleyin.
- **SORU SORMA:** Derin düşünme soruları sorun.
- **AÇIKLAMA:** Karmaşık noktaları netleştirin.
- **TAHMİN:** Bağlantılar kurun ve tahmin edin.

Öğretmen Modelleme: Öğretmen ilk turda kendisi bir döngüyü (ör. su) örnek olarak anlatır ve her stratejiyi kullanarak gösterir (**SFARŞ1**).

- **Özetleme:** Su döngüsünün özü şudur: Su, buharlaşma, yoğunlaşma, yağış ve akışla atmosfer, yüzeysel sular ve yeraltı suları arasında hareket eder.
- **Soru sorma:** Sıcaklık artışı buharlaşmayı nasıl etkiler?
- **Açıklama:** Transpirasyonu (terleme) açıklayayım: Bitkiler köklerinden aldıkları suyu yapraklardan atmosfere salar.
- **Tahmin:** Bence su döngüsü karbon döngüsüyle fotosentezde kesişir.

Uygulama Aşamaları

Öğretmen “Ben şimdi hangi stratejileri kullandım?” diye sorar. Öğrencilerin cevapları alınır.

Rotasyon Başlar (Toplam 3 Tur):**Tur 1-Su Döngüsü Uzmanı Öğretir:**

- Su uzmanı “öğretmen” rolündedir, diğer ikisi dinleyicidir (**SFGE1, FÖÖD-ÖMO2**).
- **Özetleme:** Uzman kendi döngüsünün temel özelliklerini şu şekilde özetler: Su döngüsünde ana stoklar sularıdır. Ana akışlar buharlaşma, yağış ve akıştır (**SFÜDD1**).
- **Soru Sorma:** Uzman dinleyicilere şu soruları sorar: Bu döngüde en kritik stok hangisidir?, Eğer atmosferdeki nem miktarı artarsa ne olur? (**SFAY3**).
- **Açıklama:** Dinleyiciler anlamadıkları noktaları sorar: Transpirasyonu (terleme) tekrar açıkla mısın?, İnfiltrasyon (sızma) nedir? Uzman açıklar, gerekirse notlarına bakar (**SFAY1**).
- **Tahmin Etme:** Uzman şu tahmini yapar: “Bence benim döngüm sizin döngülerinizle fotosentezde ve solunumda bağlantılı olabilir.” (**İFS2, SFAY3**)

Tur 2-Karbon Döngüsü Uzmanı Şunu Öğretir. Aynı strateji döngüsü tekrarlanır. Karbon uzmanı öğretir, diğerleri dinler ve soru sorar.

Tur 3-Azot Döngüsü Uzmanı Şunu Öğretir. Aynı strateji döngüsü tekrarlanır. Azot uzmanı öğretir, diğerleri dinler ve soru sorar.

Öğretmen Rolü: Öğretmen gruplar arasında dolaşır (**FÖÖD-ÖMO1**), stratejilerin doğru kullanılması destekler. “Bu noktada hangi stratejiyi kullanabilirsiniz?”, “Daha derin bir soru sorabilir misiniz?”, “Geri bildirim döngüsünü açıkladınız mı?” sığ açıklamalarda derinleştirme soruları sorar (**SFÜDD2, SFAY2**).

Öğretmen İpucu: Her öğrencinin en az 2 soru sorma zorunluluğu olmalıdır. Pasif kalan öğrencileri teşvik edin. Zamanlayıcı kullanarak her turda eşit süre verin.

Aşama 6: Sorgulama ve Karşılaştırma

Gruplar birlikte eleştirel düşünme sorularını tartışır (**SFAY2, SFÜDD3**).

1. Üç döngü arasındaki en önemli bağlantı noktası hangisi? (**İFS2**)
2. Hangi döngü en hassas/kırılgan? Neden (**SFAY3**)?
3. Bir döngüde büyük bir değişiklik olsa (ör. atmosferdeki CO₂ %50 artarsa) diğer iki döngü nasıl etkilenir? (**İFK2, ÜFGHP2**)

Öğretmen şablonu öğrencilere dağıtır (**EK 3**). Gruplar birlikte çalışarak Karşılaştırma Tablosunu doldurur.

Öğretmen İpucu: Bu tablo, öğrencilerin sistemik düşünme becerilerini pekiştirir ve bir sonraki aşamada entegre model oluşturmak için temel sağlar.

DERS 3: MODEL KARŞILAŞTIRMA VE REVİZYON**Aşama 7: Entegre Sistem Modeli Oluşturma**

Her grup büyük bir bristol/poster üzerinde “**Entegre Madde Döngüleri Sistemi Modeli**” oluşturur (**ÜFSÜ1, İFK1, SFÜDD2**). Model gereksinimleri açıklanır.

Zorunlu Bileşenler

- Üç döngünün tüm temel bileşenleri gösterilmeli.
- Döngüler arası etkileşim noktaları farklı renk/çizgi stili ile işaretlenmeli (**İFS2**).
- Geri bildirim döngüleri ok işaretleri ve açıklamalar ile belirtilmeli (**İFK2**).
- İnsan etkisi gösterilmeli (ör. fosil yakıt kullanımı, ormansızlaşma) (**ÜFGHP1**).
- Sistem düşünmesi terminolojisi kullanılmalı (stok, akış, geri bildirim, kaldırma noktası) (**İFS1, İFK3**).

Uygulama Aşamaları**Görselleştirme Önerileri**

- Farklı renkler kullanın (ör. su=mavi, karbon=yeşil, azot=turuncu).
- Ok kalınlığı akış hızını gösterebilir.
- Kesikli çizgiler insan müdahalelerini gösterebilir.
- Etkileşim noktalarını özel sembollerle vurgulayın.

Ürün Seçenekleri

Gruplar model formatını seçebilir:

- **Fiziksel 3D model:** maket, diorama (üç boyutlu ve görsel bir model), oyun hamuru (ÜFÜÇ1)
- **Dijital model:** PowerPoint animasyon, Scratch simülasyonu, video (ÜFÜÇ2)
- **Grafik model:** poster, infografik, kavram haritası, akış diyagramı (ÜFÜÇ3)

Öğrenciler yaratıcı üretim alanında (**FÖOD-OTÖ3**) materyallere erişir ve modellerini oluşturur. Öğretmen dolaşır ve rehber sorular sorar (**FÖOD-ÖMO1**). Fotosentez sürecinde hangi üç döngü bir araya gelir?, “Bir orman yangını bu sistemde neler tetikler? “Atmosferdeki CO₂ artışı su ve azot döngülerini nasıl etkiler?” (**İFS2, İFK1, SFAY3**)

Öğretmen ipucu: Öğrencilerin seçim yapmasına izin verin (**SFSÖ2, FÖOD-T2**). Bazı öğrenciler sessiz çalışmayı, bazıları grup tartışmasını tercih edebilir (**FÖOD-T1**). Öğrencilere hareket özgürlüğü tanıyın (**FÖOD-T3**).

Aşama 8: Bilimsel Modelleri İnceleme

Öğretmen güvenilir kaynaklardan **bilimsel modeller** sunar (ekrana yansıtılarak veya basılı) (**SFARŞ3**).

- Ders kitabı modelleri
- Bilimsel dergi şemaları (Science, Nature)
- IPCC (Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli) raporlarından diyagramlar (**İFÇ2**)
- NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi)/NOAA (Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi) görselleştirmeleri (**İFSK2**)

Gruplar kendi modellerini bilimsel modellerle karşılaştırır (**SFAY2, SFÜDD3**). Öğretmen Karşılaştırma Matrisi'ni (**EK 4**) dağıtır.

Gruplar şunları tartışır: (**SFAY2**): Modelimizde hangi bileşenler eksik?, Hangi ilişkileri gözden kaçırdık?, Farklılıklar bilimsel olarak önemli mi?, Modelimizin güçlü yönleri neler? (**SFÜDD3**)

Öğretmen ipucu: Öğrencilere farklılıkların hata olmadığını, farklı detay seviyelerinin ve perspektiflerin geçerli olduğunu hatırlatın (**SFAU2**).

Aşama 9: Model Revizyonu

Her grup karşılaştırma sonuçlarına göre modelini revize eder (**ÜFD1, İFO2**). Revizyon odak soruları:

- Kritik bir eksiklik var mı? → Ekleyin
- Yanlış bir ilişki gösterilmiş mi? → Düzeltin
- Detay seviyesi uygun mu? → Ayarlayın
- Model sistemi bütünsel gösteriyor mu? → Geliştirin (**İFK1**)

Öğrenciler modellerine eklemeler yapar, düzeltir, yeniden çizer (**ÜFD1, ÜFD2**). Öğretmen dolaşır, bilimsel doğruluk kontrolü yapar, yaratıcı çözümleri teşvik eder (**FÖOD-ÖMO1, ÜFSÜ2**).

Uygulama Aşamaları

Öğretmen İpucu: Bu revizyon süreci, bilimsel bilginin nasıl geliştiğini somut olarak deneyimleme fırsatıdır (**SFARŞ3**). Öğrencilere ilk ve son modellerin fotoğrafını çekmelerini önerin.

Aşama 10: Son Ürün Sunumu ve Akran Değerlendirmesi

Her grup modelini kısaca sunar (**ÜFGAK1, FÖOD-ÖMO3**).

1. İlk modelini gösterir (Ders 1'den)
2. Revize edilmiş son modelini sunar
3. En önemli değişikliği açıklar: "En önemli değişiklik şuydu çünkü..."
4. Sistemik öğrenmeyi paylaşır. "Döngüler arası şu etkileşimi keşfettik...", "Sistem perspektifi anlayışımızı şu şekilde değiştirdi." (**İFS1, İFK1**).

Akran Geri Bildirimi

Her sunumdan sonra diğer gruplar:

- Bir güçlü yön belirtir (ör. Geri bildirim döngülerini çok net göstermişsiniz.)
- Bir soru sorar (ör. "Azot fiksasyonunu biraz daha açıklar mısınız?")
- Bir geliştirme önerisi sunar (ör. "İnsan etkisini daha belirgin gösterebilirsiniz")

Modeller duvara asılır ve sınıf içinde sergilenir (**FÖOD-ÖMO3**). Opsiyonel olarak okul bilim fuarında veya dijital platformlarda paylaşılabilir (**ÜFGAK2**).

Aşama 11: Yansıtıcı Değerlendirme

Öğrenciler bireysel yansıtma sorularını yazılı olarak yanıtlar

1. Model oluşturma süreci

- İlk modelimle son modelim arasındaki en büyük fark nedir (**ÜFD1**)?
- Model oluştururken en zorlandığım nokta neydi ve nasıl aştım?

2. Sistem düşünmesi

- Madde döngülerini sistem olarak görmek anlayışımı nasıl değiştirdi (**İFS1, İFK1**)?
- Günlük hayattan hangi olayı sistem düşünmesiyle açıklayabilirim?

3. Bilimsel süreç

- Bilim insanları neden sürekli modellerini günceller (**SFARŞ3**)?
- İyi bir bilimsel modelin özellikleri nelerdir? (**ÜFÜD1-2-3-4**)

4. Öğrenme deneyimi

- Karşılıklı öğrenme deneyimi öğrenmemi nasıl etkiledi (**SFGE1**)?
- Bu yöntemi başka hangi konularda kullanabilirim?

Bu yansıtıcı yazılar ile öğrencilerin üst bilişsel farkındalığını geliştirmesi ve sürecin etkililiği hakkında veri sağlayınız.

Uygulama Aşamalarının Sonunda Öğrenciler

Üç madde döngüsünün entegre sistem modelini oluşturmuş olur (**ÜFSÜ1, İFK1**).

Sistem düşünmesi terminolojisini (stok, akış, geri bildirim, kaldıraç noktası) kullanarak açıklama yapar (**İFS1, İFK2-3**).

Karşılıklı öğrenme stratejilerini (özetleme, soru sorma, açıklama, tahmin) deneyimlemiş ve içselleştirmiş olur (**SFARŞ1, SFGE1**).

Bilimsel modelleme sürecini (hipotez-test-karşılaştırma-revizyon) yaşamış olur (**İFO2, SFKÖ3**).

Uygulama Aşamaları	Kendi modelini bilimsel modellerle karşılaştırıp eleştirel değerlendirme yapmış olur (SFAY2, SFÜDD3). Madde döngülerinin güncel çevre sorunlarıyla ilişkisini kurmuş olur (ÜFGHP1-2, İFÇ2-3). (Düzyey 3-4 öğrenciler için opsiyonel uzantı) Öğrendikleri sistem düşünmesi ve madde döngüleri bilgisini, gerçek dünya çevre problemlerine (iklim değışikliği, su kıtlığı, ötrofikasyon, okyanus asitlenmesi gibi) uygulayarak kaldırıc noktalarına dayalı müdahale stratejileri tasarlayabilir ve bu önerileri bilimsel gerekçelerle savunabilir (ÜFGHP3, SFÜDD5, SFSÖ3, İFK4, SFAY4).
Değerlendirme	Bu ders planında öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri, öğrenme profilleri ve ilgi alanları dikkate alınarak çok boyutlu bir değerlendirme sistemi uygulanmaktadır. Değerlendirme hem öğrenme sürecini hem de ürünleri kapsamakta, öğrencilerin sistem düşünmesi ve bilimsel modelleme becerilerinin gelişimini izlemektedir. Süreç Değerlendirmesi Öğretmen, etkinlik boyunca öğrencilerin grup çalışmalarını, karşılıklı öğretim sürecindeki rollerini, sistem düşünmesi becerilerini ve model geliştirme süreçlerini Süreç Gözlem Formu (EK 5) ile sistematik olarak gözlemler. Öğrenciler, grup çalışmaları sırasında kendi öğrenme süreçlerini, sistem düşünmesi becerilerindeki gelişimlerini ve model oluşturma deneyimlerini Öz Değerlendirme Formu (EK 6) aracılığıyla yansıtıcı bir şekilde ele alırlar. Ürün Değerlendirmesi Öğrencilerin oluşturdukları entegre madde döngüleri sistem modelleri, seçtikleri ürün formata (fiziksel 3D model, dijital simülasyon, grafik model) göre Model Değerlendirme Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı (EK 7) ile değerlendirilir. Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı bilimsel doğruluk, sistem düşünmesi kriterleri (stok-akış gösterimi, döngüler arası etkileşimler, geri bildirim döngüleri), görsel iletişim kalitesi ve yaratıcılık boyutları yer alır. Öğrencilerin sınıf içi sunumları Sunum Değerlendirme Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı (EK 8) ile değerlendirilir. Bilişsel Kazanımların Değerlendirilmesi Öğrencilerin madde döngüleri ve sistem düşünmesine ilişkin kavramsal anlamaları, Öğretmen Ol Performans Değerlendirmesi (EK 9) ile ölçülür. Ayrıca öğrencilerin sistem düşünmesi becerilerini gerçek çevre problemlerine uygulayabilme yetenekleri Performans Görevi (EK 10) ile ölçülür. Geri Bildirim ve Süreç Desteği Değerlendirme sürecinde öğrencilere anlık, yapıcı ve bireyselleştirilmiş geri bildirimler verilir. Her aşamada öğrencilerin sistem düşünmesi ve bilimsel modelleme becerilerindeki ilerlemeleri vurgulanır, gelişim alanları için somut öneriler sunulur. Model revizyonu aşamasında verilen geri bildirimler, öğrencilerin bilimsel düşünme süreçlerini derinleştirmelerine yardımcı olur.
Kariyer Çıktısı	1. Çevre Bilimi ve Ekoloji Öğrenciler ekosistem dinamiklerini anlama, çevre sorunlarını analiz etme ve sürdürülebilir çözümler geliştirme becerisi kazanır (İFÇ3, ÜFGHP1-2). Çevre bilimci, ekoloji uzmanı, koruma biyoloğu, çevre danışmanı gibi kariyerlere temel oluşturur. 2. İklim Bilimi ve Atmosfer Bilimleri Madde döngüleri ve iklim sistemleri arasındaki bağlantıları kavrama, gerçek dünya verileriyle çalışma (İFÇ2, SFKÖ2, İFSK2) iklim bilimci, meteoroloji uzmanı, atmosfer fizikçisi kariyerlerine hazırlık sağlar. 3. Sistem Mühendisliği ve Karmaşık Sistemler Analizi Sistem düşünmesi becerileri (İFS1, İFK1-3), öğrencilerin karmaşık teknik sistemleri tasarlama ve optimize etme yeteneğini geliştirir. Sistem mühendisi, operasyon araştırmacısı, endüstri mühendisi gibi alanlara yönlendirir.

Kariyer Çıktısı	4. Sürdürülebilirlik Yönetimi Çevresel, ekonomik ve sosyal sistemlerin etkileşimini anlama (İFC3), sürdürülebilirlik danışmanı, kurumsal sosyal sorumluluk uzmanı, çevre politikası analisti kariyerleri için kritik beceriler sağlar. 5. Veri Bilimi ve Modelleme Bilimsel modelleme süreci (İFO2, SFARŞ3, SFKÖ3), veri analizi ve görselleştirme becerileri (SFKÖ2, ÜFSÜ2), veri bilimci, modelleme uzmanı, araştırma analisti kariyerlerine zemin hazırlar.
Teknoloji Entegrasyonu	TEKNOLOJİ ENTEGRASYONU Bu etkinlikte teknoloji, öğrenme sürecini desteklemek ve zenginleştirmek amacıyla anlamlı şekilde entegre edilmiştir. Teknoloji kullanımı, sistem düşünmesi ve bilimsel modelleme becerilerini geliştiren bir öğrenme ortamı yaratmak için tasarlanmıştır. Araştırma ve Bilgiye Erişim Öğrenciler tablet veya bilgisayar kullanarak akademik makaleler, dijital dergiler (National Geographic, Science), NASA ve NOAA görselleştirmelerine erişir (SFKÖ1-2, SFARŞ2). KeelingCurve, atmosferik CO₂ verileri ve iklim grafikleri gibi gerçek dünya verileri dijital ortamda analiz edilir (İFC2, İFSK2). Bu, öğrencilerin güncel bilimsel kaynaklarla çalışma ve veri analizi becerisi geliştirmesini sağlar. Model Oluşturma ve Görselleştirme Öğrenciler, ürün formatını seçerken şu dijital araçları tercih edebilir (SFSÖ2, ÜFÜÇ2): PowerPoint/Google Slides ile animasyonlar, Scratch ile etkileşimli simülasyonlar, Canva/Piktochart ile infografikler veya video editörleri ile açıklayıcı animasyonlar. Bu araçlar, yaratıcı temsil yöntemleri geliştirmeyi (ÜFSÜ2) ve dijital okuryazarlık becerilerini destekler. İş Birliği ve Sunum Gruplar, araştırma notlarını ve model taslağını dijital platformlarda (Google Drive, OneDrive) paylaşabilir (SFGE2). Modeller, okul web sitesi veya dijital portfolyo platformlarında yayınlanabilir (ÜFGAK2). Öğretmen, bilimsel modelleri projeksiyon veya etkileşimli tahta ile sunar (SFARŞ3). Süreç Yönetimi ve Değerlendirme Dijital zamanlayıcı, karşılıklı öğrenme rotasyonlarında eşit süre dağılımını sağlar (SFARŞ1, SFGE1). Öğrenciler, süreç portfolyolarını dijital ortamda oluşturabilir. Model fotoğrafları, araştırma notları, karşılaştırma tabloları ve yansıtma yazısı (FÖOD-ÖMO3). Öğretmen, grup çalışmalarını fotoğraf veya video ile kaydederek değerlendirme için kanıt toplar (ÜFD1, İFO2). Farklılaştırma ve Erişilebilirlik Teknoloji, öğrencilere öğrenme profilleri ve tercihlerine göre seçim olanağı sunar (FÖOD-T2). dijital görselleştirme araçları, metin düzenleme araçları veya etkileşimli simülasyonlar. Dijital araçlar, özel öğrenme ihtiyaçları olan öğrenciler için ek destek sağlar: metin büyütme, ekran okuyucu, sesli açıklamalar. Pedagojik İlke Teknoloji, SAMR Modeli'nin Yeniden Tanımlama düzeyinde kullanılır. Gerçek zamanlı veri analizi ve etkileşimli simülasyonlar gibi teknoloji olmadan mümkün olmayan görevler yaratır. Teknoloji amaç değil araçtır; etkinliğin odak noktası sistem düşünmesi ve bilimsel modellemedir (İFS1, İFK1-3, İFO2). Öğrenciler ister dijital ister fiziksel araçlarla çalışsın, temel öğrenme hedeflerine ulaşabilir (SFSÖ2, ÜFÜÇ1-3).

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 1: SİSTEM DÜŞÜNMESİ ARAŞTIRMA REHBERİ

Yönerge: Çalışmamız kapsamında Su, Karbon veya Azot döngülerinden size uygun olanı seçmeniz beklenmektedir. Sınıf genelinde dengeli bir dağılım sağlandıktan sonra her öğrenciye bir Sistem Düşünmesi Araştırma Rehberi verilecektir. Seçmiş olduğunuz döngüye dair araştırmanızı, bu rehberdeki basamakları sırasıyla takip ederek tamamlamanız gerekmektedir.

1. TEMEL SÜREÇ ANALİZİ

Madde Döngüsü Uzmanlık Çalışması

Ad Soyad:.....

Seçtiğim Döngü:

☐ Su☐ Karbon☐ Azot

Tarih :...../...../.....

A. Temel Stoklar

Döngüde maddenin depolandığı ana ortamlar nelerdir?

Stok	Açıklama	Büyük/Orta/Küçük

B. Stoklar Arasındaki Akışlar

Maddenin bir stoktan diğerine geçiş yolları nelerdir?

Akış	Nereden → Nereye	Hızlı/Yavaş	Süreç Türü

C. Akışları Sağlayan Süreçler

Bu akışlar hangi süreçlerle gerçekleşir?

- ☐ Fiziksel süreçler:
- ☐ Kimyasal süreçler:
- ☐ Biyolojik süreçler:

BİYOLOJİ

10. SINIF

2. SİSTEM DÜŞÜNMESİ ANALİZİ**A. Geri Bildirim Döngüleri**

Pozitif Geri Bildirim (Artışı artıran etki)

Negatif Geri Bildirim (Dengeleyici etki)

Oklarla şematik gösterim yapınız.

(örnek: CO₂ artışı → sıcaklık artışı → buharlaşma artışı →)**B. Döngüyü Etkileyen Faktörler**

Hangi faktörler döngüyü hızlandırır veya yavaşlatır?

Faktör	Hızlandırır/Yavaşlatır	Nasıl Etki Eder?

C. Kaldıraç Noktaları

Sistemde küçük bir değişimin büyük sonuç doğurabileceği müdahale noktaları nelerdir? Yazınız.

1.
2.
3.

Bu noktalara müdahale edilirse sistem nasıl değişir? Yazınız.

3. ETKİLEŞİM ANALİZİ**A. Diğer Döngülerle Etkileşim**

Bu döngü

- ☐ Su döngüsü ile şu noktada kesişir:
- ☐ Karbon döngüsü ile şu noktada kesişir:
- ☐ Azot döngüsü ile şu noktada kesişir:

Bu noktalara müdahale edilirse sistem nasıl değişir? Yazınız.

B. Kesişim Süreçleri

Ortak süreç örnekleri şunlardır (ör. fotosentez, solunum, ayrışma):

BİYOLOJİ

10. SINIF

4. İNSAN ETKİSİ**A. İnsan Faaliyetleri**

Faaliyet	Döngü Üzerindeki Etkisi	Kısa/Uzun Vadeli

B. Ekosistem Tehditleri

Bu döngüdeki hangi değişiklikler ekosistemi tehdit eder?

- ☐ İklim değişikliği:
- ☐ Okyanus asitlenmesi:
- ☐ Ötrofikasyon:
- ☐ Ormansızlaşma:
- ☐ Aşırı gübre kullanımı:
- ☐ Diğer:

Açıklama

.....

SİSTEM HARİTASI TASLAĞI

Aşağıdaki alana stokları daire, akışları ok, geri bildirimleri çift ok ile göstererek basit bir sistem haritası çizin.

ÜST BİLİŞSEL YANSITMA

- Bu döngüde en kritik bileşen nedir? Neden?
- Bu döngüdeki en hassas nokta hangisidir?
- Eğer bu döngü tamamen durursa ne olur?

EK 2: KARŞILIKLI ÖĞRETİM STRATEJİ KARTLARI-ENTEGRE MADDE DÖNGÜLERİ ETKİNLİĞİ

Yönerge: Çalışmamız kapsamında Su, Karbon veya Azot döngülerinden size uygun olanı seçmeniz beklenmektedir. Sınıf genelinde dengeli bir dağılım sağlandıktan sonra her öğrenciye bir Sistem Düşünmesi Araştırma Rehberi verilecektir. Seçmiş olduğunuz döngüye dair araştırmanızı, bu rehberdeki basamakları sırasıyla takip ederek tamamlayınız.

KULLANIM TALİMATI

Bu dokümanda 4 strateji kartı bulunmaktadır. Her kart çift sayfa şeklinde düzenlenmiştir.

- Tek sayfa: Kartın ÖN YÜZÜ (Strateji tanımı)
- Çift sayfa: Kartın ARKA YÜZÜ (Rehber sorular ve ipuçları)

Kartları A6 boyutunda (10.5 x 14.8 cm) karton kâğıda yazdırıp önlü arkalı kullanabilirsiniz.

Her 3 kişilik gruba 1 set (4 kart) dağıtılır.

ÖZETLEME**Göreviniz**

Döngünüzün temel özelliklerini kısa ve öz bir şekilde özetlemek

Ana noktaları belirle ve özetle

Neden Önemli?

Karmaşık bilgiyi anlamlı parçalara ayırma ve temel kavramları belirleme becerisi

ÖZETLEME REHBERİ**KULLANMAM GEREKEN İFADELER**

- Döngüm'ün özü şudur.....
- Ana stoklar şunlardır:.....
- Temel akışlar şunlardır:.....
- Özetle, bu döngüde madde şu yolları izler:.....

İYİ ÖZET KRİTERLERİ

- 3-5 cümleyle anlatılmış mı?
- Temel bileşenler (stok, akış) belirtilmiş mi?
- Gereksiz detaylar atılmış mı?
- Döngünün genel mantığı anlaşılıyor mu?

İPUCU

Kendinize şunu sorun: Biri bu döngüyü hiç bilmeseydi, hangi 4-5 şeyi mutlaka söyledim?

SORU SORMA (QUESTIONING)

Göreviniz

Grup arkadaşlarınıza döngünüz hakkında derin düşünme soruları sormak

Merak et, sorgula, keşfet

Neden Önemli?

Eleştirel düşünme ve anlama derinliğini artırma becerisi

SORU SORMA REHBERİ**SORU TÜRLERİ****1. SİSTEM ANLAMA SORULARI**

- Bu döngüde en büyük stok hangisi?
- En hızlı akış hangisi? Neden?

2. İLİŞKİ KURMA SORULARI

- Bu döngü benim döngümle nasıl etkileşir?
- Fotosentezde hangi döngüler kesişir?

3. TAHMİN SORULARI

- Eğer X stoku artarsa ne olur?
- Bu döngüdeki en kritik nokta neresi?

4. UYGULAMA SORULARI

- İnsan faaliyetleri bu döngüyü nasıl etkiler?
- Bu döngüde hangi değişiklik ekosistemi tehdit eder?

KAÇININ

- Su döngüsü nedir? (çok genel)
- Kaç tane stok var? (basit sayı sorusu)

İPUCU: En az 2 soru sorun.

AÇIKLAMA

Göreviniz

Karmaşık kavramları ve süreçleri netleştirmek, anlaşılmayan noktaları açıklamak.

Anlaşılır kıl, örneklendir

Neden Önemli?

Bilgiyi başkalarına öğretirken kendi anlayışını derinleştirme ve iletişim becerisi

AÇIKLAMA REHBERİ**AÇIKLAMA TEKNİKLERİ****1. TANIMLA**

- Transpirasyonu açıklayayım: Bitkiler yapraklarından su buharı salar...

2. ÖRNEKLE

- Mesela, yağmur yağdığında bu akış gerçekleşir...

3. KARŞILAŞTIR

- Azot fiksasyonu, karbondan farklı olarak...

4. GÖRSELLEŞTİR

- Şöyle düşün: Atmosfer büyük bir depo gibi...

AÇIKLAMAYA İHTİYAÇ OLAN KAVRAMLAR

- Transpirasyon (terleme)
- İnfiltrasyon (sızma)
- Azot fiksasyonu
- Denitrifikasyon
- Fotosentez
- Geri bildirim döngüsü

İPUCU: En az 2 soru sorun.

Arkadaşınız “Bunu anlayamadım” derse, farklı bir yöntemle tekrar açıklayın.

.....

.....

TAHMİN ETME (PREDICTING)

Göreviniz

Döngünüzün diğer döngülerle bağlantılarını tahmin etmek ve gelecekte olabilecekleri öngörmek.

Bağlantı kur, öngör, senaryola

Neden Önemli?

Sistemik düşünme ve ileri görüşlülük becerisi

TAHMİN ETME REHBERİ**TAHMİN TÜRLERİ****1. DÖNGÜLER ARASI BAĞLANTI**

- Bence benim döngüm sizin döngülerinizle fotosentez/solunum sürecinde birleşir çünkü...

2. NEDEN-SONUÇ TAHMİNİ

- Eğer atmosferdeki madde artarsa tahminimce şu olur:

3. ETKİLEŞİM TAHMİNİ

- Bir değişiklik olursa üç döngü de etkilenir çünkü...

4. SENARYO TAHMİNİ

- Bir orman kesilirse bu döngüde şu değişir:

KULLANMAM GEREKEN İFADELER

- Bence.....
- Tahmin ediyorum ki.....
- Muhtemelen.....
- Eğer..... olursa, olabilir
- Bu bağlantı olabilir çünkü.....

İPUCU: En az 2 soru sorun.

Tahminlerinizi gerekçelendirin. “Çünkü...” ile devam edin. Yanlış tahmin sorun değil önemli olan düşünmek!

.....

.....

BİYOLOJİ

10. SINIF

ÖĞRETMEN İÇİN: STRATEJİ KULLANIM İZLEME ÇİZELGESİ

Bu çizelgeyi gruplar arasında dolaşırken her grup için doldurun. Hangi stratejilerin kullanıldığını ve kalitesini değerlendirin.

GRUP:	TARİH:/...../.....	DÖNGÜ UZMANLARI	NOTLAR
STRATEJİ	KİM KULANDI	KALİTE (1-3)	
Özetleme		☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
Soru Sorma		☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
Açıklama		☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	
Tahmin Etme		☐ 1 ☐ 2 ☐ 3	

GENEL GÖZLEMLER

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 3: KARŞILAŞTIRMA TABLOSU

Yönerge: Seçtiğiniz döngülerin temel dinamiklerini analiz etmek amacıyla gruplarınızla bir araya gelerek size sunulan karşılaştırma tablosunu doldurmanız beklenmektedir. Bu süreçte; ana stoklar, akış hızları ve insan etkisi gibi yapısal özellikleri karşılaştırırken özellikle sistemin dengesini belirleyen pozitif ve negatif geri bildirim mekanizmalarına odaklanmalısınız. Tablonun son aşamasında döngülerin birbirleriyle kesiştiği ortak noktaları belirleyerek elde ettiğiniz bu verilerle sistem düşüncesi becerilerinizi pekiştirmeniz ve bir sonraki aşamada oluşturacağınız entegre model için gerekli olan akademik ve mantıksal temeli inşa etmeniz hedeflenmektedir.

Özellik	Su Döngüsü	Karbon Döngüsü	Azot Döngüsü
Ana stoklar			
En hızlı akış			
Pozitif geri bildirim örneği			
Negatif geri bildirim örneği			
İnsan etkisi			
Diğer döngülerle kesişim noktası			

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 4: KARŞILAŞTIRMA MATRİSİ

Yönerge: Kendi tasarladığınız döngü modellerini bilimsel literatürdeki modellerle kıyaslamak amacıyla size sunulan karşılaştırma matrisini kullanmanız beklenmektedir. Bu süreçte; stoklar, akışlar, geri bildirimler ve etkileşim noktaları gibi temel kriterleri baz alarak kendi modelleriniz ile bilimsel gerçeklik arasındaki benzerlik ve farklılıkları titizlikle tanımlamalısınız. Ortaya çıkan farklılıkların nedenlerini; veriye erişim sınırlılığı, modelleme tercihiniz veya sistemin karmaşıklığı gibi faktörler üzerinden analiz ederek bu öz-yansıtma çalışması sayesinde hem modelleme becerilerinizi geliştirmeli hem de sistem düşüncesinin eleştirel değerlendirme basamağını somut bir veri tablosu üzerinde deneyimlemelisiniz.

Karşılaştırma Kriteri	Bizim Modelimiz	Bilimsel Model	Farklılıklar	Sebepleri
Stoklar				
Akışlar				
Geri bildirimler				
Etkileşim noktaları				
Detay seviyesi				

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 5: GRUP ÇALIŞMASI SÜREÇ GÖZLEM FORMU**Öğretmen Adı:****Tarih:**/...../.....**Ders:** Biyoloji**Konu:** Madde Döngüleri ve Bilimsel Model Oluşturma**Etkinlik:** Farklılaştırılmış Zenginleştirme Etkinliği

Gözlem Yapılacak Öğrenci/Grup Bilgileri

Grup Adı/No:**Farklılaştırma Düzeyi:** ☐ Temel ☐ Orta ☐ İleri**Grup Üyeleri**

1.
2.
3.
4.

Gözlem Kriterleri

Gözlem Alanı	Gözlemler	Notlar
1. Bilimsel Süreç ve Model Oluşturma Becerileri		
Model oluşturma sürecini anlama	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
Döngüdeki aşamaları belirleme	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
Bileşenler arası ilişkileri kurma	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
Bilimsel gösterim kullanma	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
2. İş Birliği ve İletişim		
Grup içi görev dağılımı	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
Bilimsel tartışmaya katılım	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
Sorumluluk alma	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
Farklı fikirlere saygı	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
3. Problem Çözme ve Eleştirel Düşünme		
Döngüdeki problemleri tanımlama	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
Neden-sonuç ilişkisi kurma	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
Çözüm önerileri geliştirme	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	
Modeli değerlendirme ve iyileştirme	☐ Yeterli ☐ Geliştirilmeli ☐ Yetersiz	

BİYOLOJİ

10. SINIF

4. Katılım ve Motivasyon			
Etkinliğe aktif katılım	☐ Yeterli	☐ Geliştirilmeli	☐ Yetersiz
Görev odaklılık	☐ Yeterli	☐ Geliştirilmeli	☐ Yetersiz
İlgi ve merak gösterme	☐ Yeterli	☐ Geliştirilmeli	☐ Yetersiz
Azimli çalışma	☐ Yeterli	☐ Geliştirilmeli	☐ Yetersiz
5. Öğrenme Ortamını ve Kaynakları Kullanma			
Materyalleri etkin kullanma	☐ Yeterli	☐ Geliştirilmeli	☐ Yetersiz
Kaynaklardan yararlanma	☐ Yeterli	☐ Geliştirilmeli	☐ Yetersiz
Dijital araçları kullanma	☐ Yeterli	☐ Geliştirilmeli	☐ Yetersiz
Çalışma alanını organize etme	☐ Yeterli	☐ Geliştirilmeli	☐ Yetersiz

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 6: ÖĞRENCİ ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU*Entegre Madde Döngüleri Sistem Modelleme Etkinliği*

Adı Soyadı:

Sınıf:

Tarih:/...../.....

Uzmanlaştığım Döngü: ☐ Su Döngüsü ☐ Karbon Döngüsü ☐ Azot Döngüsü**Yönerge:** Aşağıdaki ifadeleri dikkatlice okuyun ve kendi öğrenme sürecinizi değerlendirin. Her ifade için size en uygun seçeneği işaretleyin ve düşüncelerinizi açıklama bölümlerine yazın.**BÖLÜM 1: SİSTEM DÜŞÜNMESİ BECERİLERİ**

İfade	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
Madde döngülerini sistem olarak düşünebiliyorum (stok, akış, geri bildirim kavramlarını kullanarak).	☐	☐	☐	☐
Bir döngüdeki değişikliğin diğer döngüleri nasıl etkileyebileceğini anlıyorum.	☐	☐	☐	☐
Döngülerdeki geri bildirim mekanizmalarını (pozitif ve negatif) ayırt edebiliyorum.	☐	☐	☐	☐
Madde döngülerindeki kaldıraç noktalarını (kritik müdahale yerlerini) belirleyebiliyorum.	☐	☐	☐	☐
Parçaları değil bütünü görerek düşünme becerim gelişti.	☐	☐	☐	☐

Sistem düşünmesi konusunda en çok geliştiğim alan

.....

.....

.....

.....

Sistem düşünmesinde hâlâ zorlandığım nokta

.....

.....

.....

.....

BİYOLOJİ

10. SINIF

EK 7: MODEL DEĞERLENDİRME ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI

Bu dereceli puanlama anahtarı, öğrencilerin entegre madde döngüleri sistem modellerini şu dört ana kriter üzerinden değerlendirmek için tasarlanmıştır: Bilimsel Doğruluk (%35), Sistem Düşünmesi Kriterleri (%35), Görsel İletişim Kalitesi (%20) ve Yaratıcılık-Örijinallik (%10). Her kriter 1-4 arası puanlanır (1=Başlangıç, 2=Gelişiyor, 3=Yeterli, 4=İleri). Değerlendirme yaparken modeli her kritere göre dikkatlice inceleyin, en uygun performans seviyesini işaretleyin ve Notlar bölümüne gözlemlerinizi yazın. Toplam puanı hesaplamak için her kriterin puanını ağırlığıyla çarpıp toplayın. (Kriter 1 0.35) + (Kriter 2 0.35) + (Kriter 3 0.20) + (Kriter 4 0.10). Performans seviyeleri şu şekildedir: 3.50-4.00 (Mükemmel), 2.50-3.49 (İyi), 1.50-2.49 (Kabul edilebilir), 1.00-1.49 (Geliştirme gerekli). Değerlendirmenizi "Güçlü Yönler" ve "Gelişim Önerileri" bölümlerini doldurarak tamamlayın.

Öğrenci/Grup Adı:

Model Türü: ☐ Fiziksel 3D Model ☐ Dijital Simülasyon ☐ Grafik Model (Poster/İnfoğrafik)

Değerlendiren:

Tarih:/...../.....

Puanlama Ölçeği

1 = Başlangıç: Kriterler çok sınırlı düzeyde karşılanmış, önemli eksiklikler var.

2 = Gelişiyor: Kriterler kısmen karşılanmış, bazı eksiklikler mevcut.

3 = Yeterli: Kriterler büyük ölçüde karşılanmış, temel beklentiler yerine getirilmiş.

4 = İleri: Kriterler eksiksiz karşılanmış, beklentilerin ötesinde performans gösterilmiş.

KRİTER 1: BİLİMSEL DOĞRULUK

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Döngü Bileşenleri	Döngünün temel bileşenleri (stoklar, akışlar) eksik veya yanlış gösterilmiş.	Döngünün bazı temel bileşenleri doğru gösterilmiş ancak önemli eksiklikler var.	Döngünün tüm temel bileşenleri doğru şekilde gösterilmiş.	Döngünün tüm bileşenleri detaylı ve bilimsel olarak doğru gösterilmiş, ek bileşenler eklenmiş.
Süreçlerin Doğruluğu	Madde dönüşüm süreçleri (fotosentez, solunum, vb.) yanlış veya eksik açıklanmış.	Bazı süreçler doğru açıklanmış ancak önemli hatalar var.	Tüm temel süreçler bilimsel olarak doğru açıklanmış.	Tüm süreçler detaylı, bilimsel terminolojiyle doğru açıklanmış ve aralarındaki ilişkiler vurgulanmış.
Döngüler Arası Etkileşimler	Üç döngü arasındaki etkileşimler gösterilmemiş veya yanlış gösterilmiş.	Sadece bir-iki etkileşim noktası gösterilmiş, diğerleri eksik.	Döngüler arası temel etkileşim noktaları doğru şekilde gösterilmiş.	Döngüler arası tüm önemli etkileşimler detaylı ve bilimsel olarak doğru gösterilmiş, örneklerle desteklenmiş.
PUAN	☐	☐	☐	☐

Notlar (Bilimsel Doğruluk)

BİYOLOJİ

10. SINIF

KRİTER 2: SİSTEM DÜŞÜNMESİ KRİTERLERİ

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Stok-Akış Gösterimi	Stoklar ve akışlar belirsiz veya yanlış gösterilmiş, ayırım yapılamamış.	Bazı stoklar ve akışlar gösterilmiş ancak eksik veya karışık.	Stoklar ve akışlar net şekilde ayırt edilerek gösterilmiş.	Stoklar ve akışlar detaylı gösterilmiş, büyüklük/hız farkları vurgulanmış (ör. ok kalınlığı ile).
Geri Bildirim Döngüleri	Geri bildirim döngüleri gösterilmemiş veya kavram yanlış anlaşılmış.	Sadece bir geri bildirim döngüsü gösterilmiş, pozitif/negatif ayrımı belirsiz.	En az iki geri bildirim döngüsü (pozitif ve negatif) doğru gösterilmiş.	Birden fazla geri bildirim döngüsü detaylı gösterilmiş, etkileri açıklanmış, örneklendirilmiş.
Sistemik Bütünlük	Döngüler birbirinden izole gösterilmiş, sistem bütünlüğü yok.	Döngüler arasında bazı bağlantılar var ancak zayıf ve eksik.	Üç döngü entegre bir sistem olarak gösterilmiş, temel etkileşimler belirtilmiş.	Döngüler tam entegre sistem olarak sunulmuş, karmaşık etkileşimler ve sinerjiler vurgulanmış.
Kaldıraç Noktaları	Kaldıraç noktaları (kritik müdahale yerleri) hiç gösterilmemiş.	Bir kaldıraç noktası belirtilmiş ancak açıklama yetersiz.	En az iki kaldıraç noktası gösterilmiş ve açıklanmış.	Birden fazla kaldıraç noktası detaylı gösterilmiş, potansiyel etkileri analiz edilmiş.
PUAN	☐	☐	☐	☐

Notlar (Sistem Düşünmesi)**KRİTER 3: GÖRSEL İLETİŞİM KALİTESİ**

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Organizasyon ve Düzen	Model karmaşık, düzensiz ve anlaşılması çok zor.	Model kısmen organize edilmiş ancak bazı bölümler karışık.	Model iyi organize edilmiş, mantıksal akış var, kolayca takip edilebilir.	Model mükemmel organize edilmiş, hiyerarşik yapı net, her bileşen stratejik yerleştirilmiş.
Etiketleme ve Açıklamalar	Etiketler eksik, yanlış veya okunamaz.	Bazı etiketler var ancak eksik veya belirsiz.	Tüm önemli bileşenler net şekilde etiketlenmiş, temel açıklamalar var.	Tüm bileşenler detaylı etiketlenmiş, kapsamlı açıklamalar ve lejant/anahtar mevcut.
Renk ve Sembol Kullanımı	Renk/sembol kullanımı yok veya rastgele, anlamlandırma yok.	Bazı renk/semboller kullanılmış ancak tutarsız veya mantıksız.	Renk ve semboller anlamlı ve tutarlı şekilde kullanılmış (ör. döngü bazlı renk kodlaması).	Renk, sembol ve görsel kodlama sistemi mükemmel şekilde uygulanmış, profesyonel görünüm.
Okunabilirlik ve Estetik	Model görsel olarak çok zayıf, dağınık, okunamaz.	Model okunabilir ancak görsel çekicilik düşük.	Model hem okunabilir hem görsel olarak çekici, dikkat çekiyor.	Model son derece okunabilir, estetik açıdan etkileyici, profesyonel kalitede.
PUAN	☐	☐	☐	☐

Notlar (Görsel İletişim)

BİYOLOJİ

10. SINIF

KRİTER 4: YARATICILIK VE ORİJİNALLIK

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Temsil Yöntemi	Standart şablon veya örnek doğrudan kopyalanmış, özgünlük yok.	Bazı farklı temsil denemeleri var ancak çoğunlukla standart yaklaşım.	Özgün temsil yöntemi kullanılmış, yaratıcı unsurlar var.	Tamamen özgün ve yenilikçi temsil yöntemi geliştirilmiş, etkileyici yaratıcılık.
İnsan Etkisi ve Güncel Bağlantılar	İnsan etkisi ve güncel çevre sorunları hiç gösterilmemiş.	İnsan etkisi çok sınırlı ve yüzeysel şekilde gösterilmiş.	İnsan etkisi ve güncel çevre sorunları (iklim değişikliği vb.) uygun şekilde entegre edilmiş.	İnsan etkisi detaylı gösterilmiş, güncel veri/örneklerle desteklenmiş, çözüm önerileri sunulmuş.
Format Seçimi ve Uygulama	Seçilen format (3D/dijital/grafik) zayıf şekilde uygulanmış.	Format kısmen iyi kullanılmış ancak potansiyeli tam kullanılmamış.	Seçilen format etkin kullanılmış, format avantajlarından yararlanılmış.	Seçilen format mükemmel şekilde kullanılmış, formatın tüm potansiyeli ortaya çıkarılmış.
Bütünsel Yaratıcılık	Genel olarak yaratıcılık eksik, sıradan bir çalışma.	Bazı yaratıcı unsurlar var ancak genel olarak standart.	Model yaratıcı ve özgün unsurlar içeriyor, ilgi çekici.	Model son derece yaratıcı, özgün ve etkileyici, “vay be” etkisi yaratıyor.
PUAN	☐	☐	☐	☐

Notlar (Yaratıcılık)**GENEL DEĞERLENDİRME VE PUAN HESAPLAMA**

Kriter	Puan (1-4)	Ağırlık
1. Bilimsel Doğruluk	_____	%35
2. Sistem Düşünmesi Kriterleri	_____	%35
3. Görsel İletişim Kalitesi	_____	%20
4. Yaratıcılık ve Orijinallık	_____	%10
TOPLAM PUAN	_____/4.00	%100

Toplam Puan Hesaplama: (Kriter 1 0.35) + (Kriter 2 0.35) + (Kriter 3 0.20) + (Kriter 4 0.10)

Performans Seviyeleri**3.50-4.00:** İleri düzey performans-Mükemmel**2.50-3.49:** Yeterli düzey performans-İyi**1.50-2.49:** Gelişiyor-Kabul edilebilir**1.00-1.49:** Başlangıç-Geliştirme gerekli

EK 8: SUNUM DEĞERLENDİRME ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI

Bu Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı, öğrencilerin model sunumlarını beş ana kriter üzerinden değerlendirmek için tasarlanmıştır: İçerik Sunumu (%30), Bilimsel İletişim (%25), Sunum Becerileri (%20), Soru-Cevap ve Etkileşim (%15) ve Model-Sunum Entegrasyonu (%10). Her kriter 1-4 arası puanlanır (1=Başlangıç, 2=Gelişiyor, 3=Yeterli, 4=İleri). Sunumu her kritere göre dikkatle izleyin, en uygun performans seviyesini işaretleyin ve notlar bölümüne gözlemlerinizi yazın. Toplam puanı hesaplamak için her kriterin puanını ağırlığıyla çarpıp toplayın. Performans seviyeleri: 3.50-4.00 (Mükemmel), 2.50-3.49 (İyi), 1.50-2.49 (Kabul edilebilir), 1.00-1.49 (Geliştirme gerekli).

Sunan Öğrenci/Grup

Model Konusu:

Sunum Süresi: dakika **Değerlendiren:**..... **Tarih:**/...../.....

Puanlama Ölçeği

- 1 = Başlangıç:** Kriterler çok sınırlı düzeyde karşılanmış, önemli eksiklikler var.
- 2 = Gelişiyor:** Kriterler kısmen karşılanmış, bazı eksiklikler mevcut.
- 3 = Yeterli:** Kriterler büyük ölçüde karşılanmış, temel beklentiler yerine getirilmiş.
- 4 = İleri:** Kriterler eksiksiz karşılanmış, beklentilerin ötesinde performans gösterilmiş

BİYOLOJİ

10. SINIF

KRİTER 1: İÇERİK SUNUMU (Ağırlık: %30)

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Model Açıklaması	Model yüzeysel veya eksik tanıtılmış, temel bileşenler açıklanmamış.	Model kısmen açıklanmış, bazı önemli bileşenler atlanmıştır.	Model kapsamlı açıklanmış, tüm temel bileşenler sunulmuş.	Model son derece detaylı ve sistematik açıklanmış, tüm bileşenler ve ilişkiler net sunulmuş.
İlk Model-Son Model Karşılaştırması	Model gelişim süreci hiç açıklanmamış veya sürece çok yüzeysel değinilmiş.	Bazı değişiklikler belirtilmiş ancak değişikliklerin sebepleri açıklanmamış.	Model gelişimi açıklanmış, temel değişiklikler ve sebepleri sunulmuş.	Model gelişimi detaylı açıklanmış, değişikliklerin bilimsel gerekçeleri vurgulanmış, öğrenme süreci yansıtılmış.
Sistem Düşünmesi Kavramları	Sistem düşünmesi kavramları (stok, akış, geri bildirim) kullanılmamış.	Sistem kavramları sınırlı ve yüzeysel kullanılmış.	Sistem kavramları uygun şekilde kullanılmış ve açıklanmış.	Sistem kavramları ustaca kullanılmış, karmaşık ilişkiler net açıklanmış, kalıplaşmış noktaları vurgulanmış.
Gerçek Hayat Bağlantıları	Güncel çevre sorunları veya gerçek hayat bağlantıları hiç yapılmamış.	Çok sınırlı veya yüzeysel gerçek hayat bağlantısı yapılmış.	Madde döngüleri güncel çevre sorunlarıyla uygun şekilde ilişkilendirilmiş.	Güçlü gerçek hayat bağlantıları kurulmuş, güncel örnekler ve verilerle desteklenmiş.
PUAN	☐	☐	☐	☐

Notlar**KRİTER 2: BİLİMSEL İLETİŞİM (Ağırlık: %25)**

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Bilimsel Terminoloji	Bilimsel terimler yanlış kullanılmış veya hiç kullanılmamış.	Bazı bilimsel terimler kullanılmış ancak hatalı veya tutarsız.	Bilimsel terminoloji doğru ve tutarlı kullanılmış.	Bilimsel terminoloji ustalıkla kullanılmış, karmaşık kavramlar net açıklanmış.
Bilimsel Doğruluk	Sunumda önemli bilimsel hatalar var, kavram yanılgıları mevcut.	Bazı bilimsel hatalar var, bazı kavramlar yanlış açıklanmış.	Bilimsel içerik doğru sunulmuş, önemli hata yok.	Bilimsel içerik eksiksiz doğru, derinlemesine anlayış gösterilmiş.
Kanıt ve Gerekçelendirme	İddialar kanıtsız, gerekçesiz sunulmuş.	Bazı iddialar için gerekçe sunulmuş ancak yetersiz.	İddialar uygun kanıt ve gerekçelerle desteklenmiş.	Tüm iddialar güçlü bilimsel kanıt ve mantıklı gerekçelerle desteklenmiş.
Netlik ve Anlaşılabilirlik	Açıklamalar karmaşık, takip edilmesi zor, belirsiz.	Açıklamalar kısmen net ancak bazı noktalar belirsiz.	Açıklamalar net, mantıklı sırada, anlaşılır.	Açıklamalar son derece net, akıcı, karmaşık kavramlar basit hâle getirilmiş.
PUAN	☐	☐	☐	☐

Notlar

BİYOLOJİ

10. SINIF

KRİTER 3: SUNUM BECERİLERİ (Ağırlık: %20)

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Göz Teması ve Beden Dili	Göz teması yok veya çok zayıf, beden dili kapalı veya gergin.	Göz teması sınırlı, beden dili kısmen uygun.	İyi göz teması, uygun ve doğal beden dili.	Mükemmel göz teması, özgüvenli ve etkili beden dili, dinleyicilerle güçlü bağ.
Ses Tonu ve Akıcılık	Ses monoton veya çok sessiz, sık duraklamalar, akıcılık yok.	Ses tonu kısmen uygun, bazı duraklamalar mevcut.	Net ve uygun ses tonu, genel olarak akıcı.	Dinamik ses kullanımı, vurgulamalar uygun, mükemmel akıcılık.
Zaman Yönetimi	Süre çok kısa (<3 dk) veya çok uzun (>8 dk), dengesiz.	Süre kısmen uygun (3-4 dk veya 7-8 dk), bazı bölümler acele/uzun.	Süre uygun (5-7 dk), bölümler dengeli.	Mükemmel süre yönetimi (5-6 dk), her bölüme ideal zaman ayrılmış.
Özgüven ve Hazırlık	Çok gergin, hazırlıksız görünüyor, sık hata yapıyor.	Kısmen hazırlıklı, zaman zaman tereddütlü.	İyi hazırlanmış, özgüvenli görünüyor.	Çok iyi hazırlanmış, son derece özgüvenli, spontane ve rahat.
PUAN	☐	☐	☐	☐

Notlar**KRİTER 4: SORU-CEVAP VE ETKİLEŞİM (Ağırlık: %15)**

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Soruları Anlama	Soruları anlamıyor veya yanlış anlıyor.	Bazı soruları anlamakta zorlanıyor.	Soruları doğru anlıyor.	Soruları hızlı ve doğru anlıyor, gerekirse netleştiriyor.
Cevapların Kalitesi	Cevaplar yanlış, yetersiz veya konuyla ilgisiz.	Cevaplar kısmen doğru ancak eksik.	Cevaplar doğru ve yeterli.	Cevaplar detaylı, doğru, ek bilgi ve örneklerle desteklenmiş.
Dinleyiciyle Etkileşim	Dinleyicilerle hiç etkileşim yok, tek yönlü anlatım.	Çok sınırlı etkileşim var.	Dinleyicilerle uygun etkileşim kuruyor (soru sorma, göz teması).	Dinleyicilerle güçlü etkileşim, katılımcı ortam yaratıyor.
PUAN	☐	☐	☐	☐

Notlar

BİYOLOJİ

10. SINIF

KRİTER 5: MODEL-SUNUM ENTEGRASYONU (Ağırlık: %10)

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Modele Referans Verme	Model hiç gösterilmiyor veya çok az referans veriliyor.	Model gösteriliyor ancak etkin kullanılmıyor.	Model sunum boyunca uygun şekilde kullanılıyor.	Model sunum ile mükemmel entegre, sürekli ve etkili referans veriliyor.
Görsel Destek Kullanımı	Modeli gösterme şekli etkisiz, dinleyiciler göremiyorlar.	Model kısmen görülebiliyor ancak sunum zayıf.	Model net görünüyor, iyi şekilde gösteriliyor.	Model profesyonelce sunuluyor, tüm detaylar vurgulanıyor.
PUAN	☐	☐	☐	☐

Notlar**PUAN HESAPLAMA VE GENEL DEĞERLENDİRME**

Kriter	Puan (1-4)	Ağırlık
1. İçerik Sunumu	_____	%30
2. Bilimsel İletişim	_____	%25
3. Sunum Becerileri	_____	%20
4. Soru-Cevap ve Etkileşim	_____	%15
5. Model-Sunum Entegrasyonu	_____	%10
TOPLAM PUAN	_____/4.00	%100

Toplam Puan Hesaplama: (Kriter 1 0.30) + (Kriter 2 0.25) + (Kriter 3 0.20) + (Kriter 4 0.15) + (Kriter 5 0.10)

Performans Seviyeleri

3.50-4.00: İleri düzey performans-Mükemmel sunum

2.50-3.49: Yeterli düzey performans-İyi sunum

1.50-2.49: Gelişiyor-Kabul edilebilir

1.00-1.49: Başlangıç-Geliştirme gerekli

EK 9: ÖĞRETMEN OL PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

KULLANIM YÖNERGESİ Bu performans değerlendirme, öğrencilerin madde döngüleri ve sistem düşünmesi kavramlarını ne kadar iyi anladıklarını ve açıklayabildiklerini ölçer. Öğrenci bir kavram kartı çeker, 2-3 dakika hazırlanır ve kavramı öğretmen gibi açıklar. Değerlendirme hem yazılı hazırlık hem de sözlü sunum üzerinden yapılır. Bu araç hem ön-test hem de son-test olarak kullanılabilir. Öğrenciye aşağıdaki açıklama yapılır:

Listeden rastgele bir kavram kartı çekiniz. Kavramı açıklamak için 2–3 dakika hazırlık yapınız. Ardından kavramı öğretmen rolünde 3–5 dakika boyunca anlatınız. Açıklamanızda kavramı tanımlayınız, kavrama örnek veriniz, başka kavramlarla ilişki kurarak tahmin yapınız ve en az bir soru sorunuz. Sunum sonunda yöneltilen 2–3 soruya cevap veriniz. Performansınız Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı doğrultusunda değerlendirilecektir.

Öğrenci Adı Soyadı:

Tarih:/...../.....

Test Türü:

☐ Ön-Test☐ Son-Test

Çekilen Kavram Kartı Numarası:

Değerlendiren:

KAVRAM KARTLARI LİSTESİ

Öğrenci aşağıdaki kavram kartlarından birini rastgele çeker:

A. SİSTEM DÜŞÜNMESİ KAVRAMLARI

Kart 1: STOK (Rezervuar)-Sistemde maddenin biriktiği yerler

Kart 2: AKIŞ-Stoklar arasındaki madde hareketi

Kart 3: POZİTİF GERİ BİLDİRİM DÖNGÜSÜ-Değişimi hızlandıran döngü

Kart 4: NEGATİF GERİ BİLDİRİM DÖNGÜSÜ-Dengeleyici döngü

Kart 5: KALDIRAÇ NOKTASI-Küçük müdahalenin büyük etki yarattığı nokta

B. MADDE DÖNGÜSÜ SÜREÇLERİ

Kart 6: TRANSPİRASYON (Terleme)-Bitkilerin yapraklarından su buharı salması

Kart 7: İNFİLTRASYON (Sızma)-Suyun toprağa geçişi

Kart 8: AZOT FİKSASYONU-Atmosferik azotun kullanılabilir forma dönüşümü

Kart 9: DENİTRİFİKASYON-Nitratin atmosferik azota dönüşümü

Kart 10: FOTOSENTEZ-CO₂ ve H₂O'dan glikoz üretimi**C. DÖNGÜLER ARASI ETKİLEŞİM**

Kart 11: FOTOSENTEZ'DE DÖNGÜ KESİŞİMİ-Su, karbon ve azot döngülerinin birleşimi

Kart 12: SOLUNUM'DA DÖNGÜ KESİŞİMİ-Karbon ve su döngüsünün etkileşimi

BİYOLOJİ

10. SINIF

ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI

Boyut	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
1. Kavramsal Doğruluk (Ağırlık: %35)	Kavram yanlış veya çok eksik açıklanmış, önemli hatalar var.	Kavram kısmen doğru ancak bazı önemli eksiklikler mevcut.	Kavram doğru ve eksiksiz açıklanmış.	Kavram mükemmel açıklanmış, ek bilgi ve derinlik gösterilmiş.
2. Özetleme Stratejisi (Ağırlık: %20)	Kavramın özü verilmemiş, dağınık anlatım.	Kısmen özetlenmiş ancak ana noktalar belirsiz.	Kavram net ve öz şekilde özetlenmiş.	Mükemmel özet, ana noktalar vurgulanmış, akıcı anlatım.
3. Açıklama Stratejisi (Ağırlık: %20)	Örnek veya görselleştirme yok, anlaşılması zor.	Sınırlı örnek var, kısmen anlaşılır.	İyi örnekler ve açıklamalar, anlaşılır.	Mükemmel örnekleme, karşılaştırma ve görselleştirme.
4. Bağlantı Kurma (Ağırlık: %15)	Diğer kavramlar/ döngülerle bağlantı kurulmamış.	Sınırlı bağlantı kurulmuş.	Uygun bağlantılar kurulmuş, ilişkiler gösterilmiş.	Güçlü bağlantılar, sistemik düşünme gösterilmiş.
5. Soru Sorma (Ağırlık: %10)	Soru sorulmamış veya anlamsız soru.	Yüzeysel soru sorulmuş.	Uygun ve anlamlı soru sorulmuş.	Derin düşünme gerektiren, kaliteli soru sorulmuş.
6. Soru-Cevap Performansı (Ağırlık: %10)	Sorulan sorulara cevap verememiş.	Soruları kısmen cevaplamış, tereddütlü.	Soruları doğru cevaplamış.	Soruları detaylı ve özgüvenle cevaplamış.
PUAN	☐	☐	☐	☐

PUAN HESAPLAMA

Kriter	Puan (1-4)	Ağırlık
1. Kavramsal Doğruluk	_____	%35
2. Özetleme Stratejisi	_____	%20
3. Açıklama Stratejisi	_____	%20
4. Bağlantı Kurma	_____	%15
5. Soru Sorma	_____	%10
6. Soru-Cevap Performansı	_____	%10
TOPLAM PUAN	_____/4.00	%100

Toplam Puan = (K1 0.35) + (K2 0.20) + (K3 0.20) + (K4 0.15) + (K5 0.10) + (K6 0.10)

Performans Seviyeleri

3.50-4.00: İleri düzey-Kavramları mükemmel açıklayabiliyor.

2.50-3.49: Yeterli düzey-Kavramları iyi açıklayabiliyor.

1.50-2.49: Gelişiyor-Temel kavramsal anlama var, gelişim gösteriyor.

1.00-1.49: Başlangıç-Kavramsal anlamada önemli eksiklikler var.

EK 10: SİSTEM DÜŞÜNMESİ İLE ÇEVRE PROBLEMLERİNİ ÇÖZME

GÖREV TANIMI: Bu performans görevinde, gerçek bir çevre problemi ile karşı karşıyasınız. Sistem düşünmesi becerilerinizi ve madde döngüleri bilginizi kullanarak problemi analiz edecek, kaldırıcı noktalarını belirleyecek ve bilimsel temelli çözüm önerileri geliştireceksiniz. Çalışmanızı hem yazılı rapor hem de görsel sunum ile sunacaksınız.

Öğrenci/Grup Adı:

Seçilen Senaryo Numarası:

Teslim Tarihi:/...../.....

BÖLÜM 1: ÇEVRE PROBLEMİ SENARYOLARI**SENARYO 1: GÖLDEKİ ÖTROFİKASYON KRİZİ**

Bağlam: Şehrinizin yakınındaki Yeşil Göl, son 5 yılda ciddi bir ötrofikasyon (aşırı besin maddesi birikimi) problemi yaşıyor. Göl yüzeyinde yoğun alg patlamaları görülüyor, balıklar ölüyor ve su kalitesi hızla düşüyor.

Veriler

- Gölün çevresinde yoğun tarım alanları var (buğday, mısır).
- Çiftçiler yılda 2 kez yoğun gübre (azot ve fosfor içerikli) kullanıyor.
- Göle 3 dere dökülüyor, bunlardan ikisi tarım alanlarından geçiyor.
- Yaz aylarında su sıcaklığı 5°C artmış (son 10 yıla göre).
- Su örneklerinde nitrat (NO_2^-) ve fosfat (PO_4^{3-}) seviyeleri normalin 8 katı.
- Çözünmüş oksijen seviyesi %60 azalmış.
- Yerel balıkçılar balık popülasyonunun %70 azaldığını bildiriyor.

Göreviniz: Bu problemi sistem düşünmesi ile analiz edin ve probleme sürdürülebilir çözümler önerin.

SENARYO 2: ORMAN YANGINI SONRASI EKOSİSTEM DEĞİŞİMİ

Bağlam: Geçen yaz, bölgenizdeki 5000 hektarlık orman alanının %40'ı büyük bir yangında yok oldu. Yangından 6 ay sonra ekosistemde beklenmedik değişimler gözlemleniyor.

Veriler

- Yanmış alanda toprak erozyonu %300 artmış.
- Yağmur sonrası toprak kayması ve çamur akıntıları başlamış.
- Bölgedeki derelerin suyu bulanıklaşmış, balık ölümleri görülüyor.
- Atmosfere salınan CO_2 miktarı: tahmini 50,000 ton.
- Bölgedeki ortalama sıcaklık 2°C artmış (yerel iklimi değişimi).
- Yağış sonrası bölgeden akan suda nitrat ve karbon konsantrasyonu çok yüksek.
- Bitki örtüsü olmadığı için buharlaşma (evapotranspirasyon) %80 azalmış.
- Yerel hava nem oranı düşmüş.

Göreviniz: Yangının su, karbon ve azot döngülerine etkilerini analiz edin ve ekosistem restorasyonu için öneriler geliştirin.

SENARYO 3: ŞEHİR HAVA KİRLİLİĞİ VE İKLİM ETKİLERİ

Bağlam: Büyükşehir’de son 10 yılda araç sayısı 3 katına çıktı ve kömür kullanan sanayi tesisleri arttı. Şehir artık yılın 200 gününde “hava kalitesi kötü” uyarısı alıyor.

Veriler

- Atmosferik CO₂ konsantrasyonu şehir merkezinde 450 ppm (kırsal alan: 410 ppm).
- PM 2.5 (ince partikül madde) seviyesi WHO limitinin 4 katı.
- Azot oksitler (NO_x) seviyesi normalin 6 katı.
- Şehir parkları ve ağaçlar yeterli değil (kişi başına 2 m² yeşil alan, ideal: 10 m²).
- Yağmur suyu pH değeri 5.2 (asit yağmur eşiği).
- Şehir sıcaklığı çevre kırsal alanlara göre 3-4°C daha yüksek (ısı adası etkisi).
- Binaların enerji tüketimi yıllık %8 artıyor.
- Solunum yolu hastalıkları son 5 yılda %40 arttı.

Göreviniz: Karbon döngüsü perspektifinden hava kirliliğini analiz edin ve şehir ölçeğinde hava kirliliğine çözüm stratejileri önerin.

SENARYO 4: TARIMSAL GÜBRELEMENİN AZOT DÖNGÜSÜNE ETKİSİ

Bağlam: Bölgenizdeki tarım bölgesi son 15 yılda yoğun tarıma geçti. Çiftçiler verimi artırmak için sentetik azot gübreleri kullanıyor. Ancak beklenmedik çevre sorunları ortaya çıktı.

Veriler

- Yıllık gübre kullanımı: hektar başına 200 kg azot (önerilen: 100 kg).
- Bitkilerin sadece %40’ını emdiği tespit edilmiş (geri kalanı kaybolmuş).
- Yeraltı sularında nitrat seviyesi 50 mg/L (içme suyu limiti: 10 mg/L).
- Bölgedeki dereler ve göllerde ötrofikasyon başlamış.
- Atmosfere salınan N₂O (azot oksit-sera gazı) %250 artmış.
- N₂O, CO₂’den 300 kat daha güçlü sera gazı.
- Topraktaki faydalı azot fikse eden bakteriler azalmış.
- Bazı bölgelerde toprak asitliği artmış (pH 5.5’e düşmüş).

Göreviniz: Azot döngüsündeki dengesizliği sistem düşünmesi ile analiz edin ve sürdürülebilir tarım çözümleri önerin.

BÖLÜM 2: SİSTEM DÜŞÜNMESİ ANALİZ REHBERİ

Seçilen senaryoyu aşağıdaki adımları takip ederek analiz edin.

ADIM 1: Problem Tanımlama ve Etkilenen Döngüler**1.1. Ana problemi kendi cümlelerinizle tanımlayın.**

.....

1.2. Hangi madde döngüleri bu problemden etkileniyor? İşaretleyin ve açıklayın.

☐ Su döngüsü-Nasıl etkileniyor?

.....

☐ Karbon döngüsü-Nasıl etkileniyor?

.....

☐ Azot döngüsü-Nasıl etkileniyor?

.....

ADIM 2: Stok ve Akış Analizi**2.1. Problemdeki ana stokları belirleyin.**

Stok Adı	Normal Durum	Problem Durumunda

2.2. Problemdeki ana akışları ve değişimlerini belirleyin.

Akış Adı	Normal Hız	Problem Durumunda

BİYOLOJİ

10. SINIF

ADIM 3: Geri Bildirim Döngüleri Analizi**3.1. Pozitif Geri Bildirim Döngüsü (Problemi kötüleştiren)**

Döngüyü ok diyagramı ile gösterin.

(Örnek: Gübre artışı → Alg artışı → Oksijen azalması → Balık ölümü → Ayrışma artışı → Daha fazla besin)

.....

.....

.....

Bu döngü neden pozitif? (kendi kendini güçlendiren)

.....

.....

.....

3.2. Negatif Geri Bildirim Döngüsü (Dengeleyebilecek doğal mekanizma)

Doğal dengeleme mekanizması var mı? Varsa açıklayın.

.....

.....

.....

ADIM 4: Kaldıraç Noktaları Belirleme

Sistemde küçük bir müdahalenin büyük değişiklik yaratabileceği kritik noktaları belirleyin.

Kaldıraç Noktası	Neden Kritik?	Potansiyel Etki	Öncelik (1-3)

BİYOLOJİ

10. SINIF

BÖLÜM 3: ÇÖZÜM TASARIMI VE STRATEJİLER

Çözüm Stratejilerinizi aşağıdaki formata uygun olarak tasarlayın.

STRATEJİ

Strateji Adı:

Hedeflenen Kaldıraç Noktası:

Detaylı Açıklama:

Bilimsel Gerekçe (Hangi döngü/süreçlere nasıl etki eder?)

.....

.....

Beklenen Sonuç

.....

.....

Olası Yan Etkiler/Riskler

Uygulama Zorluğu	☐ Kolay	☐ Orta	☐ Zor
Maliyet	☐ Düşük	☐ Orta	☐ Yüksek

Entegre Çözüm Planı

Stratejilerinizi nasıl birleştirirsiniz? Hangi sırayla uygulanmalı?

.....

.....

.....

.....

Görsel Sistem Diyagramı

Problem durumunu ve çözüm sonrası durumu gösteren sistem diyagramları çizin.

(PROBLEM DURUMU-Stok, akış, geri bildirim döngüleri)

(ÇÖZÜM SONRASI DURUM-Müdahaleler ve değişimler)

BİYOLOJİ

10. SINIF

ANALİTİK DERECELİ PUANLAMA ANAHTARI

Kriter	1-Başlangıç	2-Gelişiyor	3-Yeterli	4-İleri
Sistem Analizi (%25)	Stok-akış analizi yok veya yanlış.	Kısmen doğru, bazı eksiklikler var.	Stok-akış doğru belirlenmiş.	Kapsamlı ve derinlemesine sistem analizi.
Geri Bildirim Analizi (%20)	Geri bildirim döngüleri tanımlanmamış.	Sadece bir döngü, eksik açıklama.	Pozitif/negatif döngüler doğru gösterilmiş.	Karmaşık döngüler detaylı analiz edilmiş.
Kaldıraç Noktaları (%20)	Kaldıraç noktası belirlenmemiş.	1-2 nokta, zayıf gerekçe.	3+ nokta, uygun gerekçeler.	Stratejik noktalar, güçlü bilimsel gerekçe.
Çözüm Kalitesi (%20)	Çözümler yüzeysel, uygulanamaz.	Bazı çözümler uygun, eksikler var.	Uygulanabilir, bilimsel çözümler.	Yaratıcı, kapsamlı, sistemik çözümler.
Bilimsel Gerekçelendirme (%15)	Bilimsel gerekçe yok.	Zayıf gerekçelendirme.	Uygun bilimsel açıklamalar.	Güçlü bilimsel kanıt ve mantık.
PUAN	☐	☐	☐	☐

TOPLAM PUAN: ____/4.00**Hesaplama:** (Kriter 1 0.25) + (Kriter 2 0.20) + (Kriter 3 0.20) + (Kriter 4 0.20) + (Kriter 5 0.15)**Öğretmen Geri Bildirimi**

.....

.....

.....

.....

.....

Değerlendiren:**Tarih:**/...../.....

KAYNAKLAR

- Allen, J., Way, J. D., & Casillas, A. (2019). Relating school context to measures of psychosocial factors for students in grades 6 through 9. *Personality and Individual Differences*, 136, 96–106. <https://doi.org/10.1016/J.PAID.2018.01.041>
- Ambrose, D. (2021). Strengthening the moral development of the gifted: Interdisciplinary insights about ethical thoughts and actions. In *Handbook for counselors serving students with gifts and talents* (pp. 409-423). Routledge.
- Armour, M. (2015). Restorative practices: Righting the wrongs of exclusionary school discipline. *U. Rich. L. Rev.*, 50, 999.
- Atticot, L. (2023). Administrator and teacher experiences implementing restorative practices: A phenomenological study [Unpublished doctoral dissertation]. Concordia University Wisconsin).
- Casino-García, A. M., Llopis-Bueno, M. J., Gómez-Vivo, M. G., Juan-Grau, A., Shuali-Trachtenberg, T., & Llinares-Insa, L. I. (2021). "Developing Capabilities": Inclusive extracurricular enrichment programs to improve the well-being of gifted adolescents. *Frontiers in Psychology*, 12, 731591. doi:10.3389/fpsyg.2021.731591
- Çitil, M., & Ataman, A. (2019). Positive behavior support-based pre-ventive classroom management practices for gifted students: An action research. *Talent*, 9(2), 102-130.
- Davis, G. A., Rimm, A. B., ve Siegle, D. (2011). Gifted education: Matching instruction with needs. In J. W. Johnston (Ed.), *Education of the Gifted and Talented* (pp. 1-30). NJ: Pearson Education.
- Demir, S. (2021). Effects of learning style based differentiated activities on gifted students' creativity. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 9(1), 47-56.
- Dowling, K., & Barry, M. M. (2020). The effects of implementation quality of a school-based social and emotional well-being program on students' outcomes. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 10(2), 595-614. <https://doi.org/10.3390/EJIHPE10020044>
- Dursun, E. (2023). 9-13 yaş aralığındaki özel yetenekli çocukların öz-şefkat düzeyleri ile bilinçli farkındalık temelli öz-yeterlilik düzeylerine anne baba tutumlarının etkisinin incelenmesi [Unpublished master's thesis]. Istanbul Aydin University.
- Elmore, R. F., & Zenus, V. (1994). Enhancing social-emotional development of middle school gifted students. *Roeper Review*, 16(3), 182-185.
- Elmore, R. F., & Zenus, V. (1994). Enhancing social-emotional development of middle school gifted students. *Roeper Review*, 16(3), 182-185. <https://doi.org/10.1080/02783199409553569>
- Febriana, S., Syafril, S., & Kuswanto, C. W. (2024). Bullying in gifted and talented children: A systematic review. *Atfālunā*, 7(1), 15-30. <https://doi.org/10.32505/atfaluna.v7i1.8191>
- Garland, A. F., & Zigler, E. (1999). Emotional and behavioral problems among highly intellectually gifted youth. *Roeper Review*, 22(1), 41-44. <https://doi.org/10.1080/02783199909553996>
- Gualdi, G. (2019). Being a parent of gifted children and adolescents: Personal strategies to support growth. In *Understanding Giftedness* (pp. 91-102). Routledge.
- Jia, X., & Wu, W. (2025). The integration of psychological education and moral dilemmas from a value perspective. *BMC Psychology*, 13(1). <https://doi.org/10.1186/s40359-025-03197-8>
- Ladd, G. W., Kochenderfer-Ladd, B., Ettekal, I., Cortes, K. I., Sechler, C. M., & Visconti, K. J. (2014). The 4R-SUCCESS program: Promoting children's social and scholastic skills in dyadic classroom activities. *Gruppendynamik Und Organisationsberatung*, 45(1), 25-44. <https://doi.org/10.1007/S11612-013-0231-1>
- Matthews, M. S. (2004). Leadership education for gifted and talented youth: A review of the literature. *Journal for the Education of the Gifted*, 28(1), 77-113. <https://doi.org/10.1177/016235320402800105>
- Mendaglio, S. ve Peterson, J. S. (2007). *Models of counseling gifted children, adolescents, and young adults*. Austin, TX: Prufrock.
- Mofield, E. L., & Chakraborti-Ghosh, S. (2010). Addressing multidimensional perfectionism in gifted adolescents with affective curriculum. *Journal for the Education of the Gifted*, 33(4), 479-513.

- Mooij, T. (2008). Education and self-regulation of learning for gifted pupils: Systemic design and development. *Research Papers in Education*, 23(1), 1-19.
- Oppong, E., Shore, B. M., & Muis, K. R. (2019). Clarifying the connections among giftedness, metacognition, self-regulation, and self-regulated learning: Implications for theory and practice. *Gifted Child Quarterly*, 63(2), 102-119.
- Peterson, J. S. (1998). The burdens of capability [abstract]. *Reclaiming Children and Youth: Journal of Emotional and Behavioral Problems*, 6(4), 194-198.
- Pfeiffer, S. I., & Stocking, V. B. (2000). Vulnerabilities of academically gifted students. *Special Services in the Schools*, 16, 83-93. https://doi.org/10.1300/J008V16N01_06
- Polaschek, N. (2018). Improving the social and emotional education curriculum in a middle school, school within a school gifted and talented program.
- Rinn, A. N., & Majority, K. L. (2018). The social and emotional world of the gifted. 49-63. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77004-8_4
- Sağlam, A. (2023). Özel yetenekli öğrencilerin davranışsal problemlerine yönelik müdahale yöntemleri. *Korkut Ata Türkiyat Araştırmaları Dergisi*, Özel Sayı 1, 1192-1206.
- Stormont, M., Stebbins, M. S., & Holliday, G. (2001). Characteristics and educational support needs of underrepresented gifted adolescents. *Psychology in the Schools*, 38(5), 413-423.
- Yaman, D. Y., & Sökmez, A. B. (2020). A case study on social-emotional problems in gifted children. *İlköğretim Online* 19(3), 1768–1780. <https://doi.org/10.17051/ILKONLINE.2020.735156>
- Glasser, W. (1999). *Choice theory: A new psychology of personal freedom*. HarperPerennial.

