



Co-funded by the
European Solidarity Corps
of the European Union



*Dünyanın Kimyası Bizim Ellerimizde, Yeşil Kimya ile
Geleceği Renklendirir*



ÇESA

KİMYA DERSİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE EĞİTİMİ ÖĞRETMEN EL KİTABI

OSMAN ULUBAŞ KÖŞK ANADOLU LİSESİ 2024-1-
TR01-KA122-SCH-000227446 numaralı “Çevresel
Sürdürülebilirlik Akademisi (ÇESA)” projesi

Bu proje TÜRKİYE ULUSAL AJANSI tarafından desteklenmektedir. Burada yer alan içerik, yazarların görüşlerini yansıtmaktadır ve bu görüşlerden Avrupa Komisyonu ve Türkiye Ulusal Ajansı sorumlu tutulamaz.

Yazarlar

Şengül KARAASLAN (Osman Ulubaş Köşk Anadolu Lisesi)

Katkıda Bulunanlar

Dr. Seda DUMAN

Grafik Tasarım

Şengül KARAASLAN (Osman Ulubaş Köşk Anadolu Lisesi)

Yeşil ve Sürdürülebilir bir kimya eğitimi için “Çevresel Sürdürülebilirlik Akademisi (ÇESA)” projesine verdikleri desteklerden dolayı Türkiye Ulusal Ajansına sonsuz teşekkürlerimizle...

Osman Ulubaş Köşk Anadolu Lisesi-2025

Telefon: +90 (352) 503 0091

Okul websitesi: <https://osmanulubaskoskal.meb.k12.tr/>

Okul Adresi:

Köşk Mah. Ayyıldız Sk. Osman Ulubaş Köşk Anadolu Lisesi Blok
No 1 MELİKGAZİ / KAYSERİ

Proje websitesi



Tüm hakları saklıdır.

Bu yayının herhangi bir bölümü ancak Osman Ulubaş Köşk Anadolu Lisesi'nin yazılı izni alınarak çoğaltılabilir veya dağıtılabilir. Sadece eğitim amaçlı, referans verilerek kullanılabilir.

01. ...

İÇİNDEKİLER

- Ön Söz
- El Kitabının Amacı
- Hedef Kitle
- Kimya Eğitimi, Çevre ve Sürdürülebilirlik
- Öğretim Programı ile Entegrasyon
- Temel Kavramlar Sözlüğü
- Disiplinlerarası İşbirliği
- Okul İçi Uygulama Önerileri
- Okulumuzda Hayata Geçirilen Proje Örnekleri
- Ölçme ve Değerlendirmede Öneriler



...

Günümüz dünyasında bilim, yalnızca yeni keşifler yapmakla değil; aynı zamanda geleceğimizi korumakla da sorumludur. Kimya bilimi, yaşamın her alanına nüfuz eden gücüyle, bu sorumluluğu üstlenebilecek en önemli araçlardan biridir. Ancak bu güç, bilinçli ve sürdürülebilir bir bakış açısıyla kullanıldığında gerçek anlamını bulur.

Elinizde tuttuğunuz bu el kitabı, kimya derslerinde sürdürülebilir çevre eğitimi vermek isteyen öğretmenlerimiz için özel olarak hazırlanmıştır. Amacımız; öğrencilere yalnızca reaksiyon denklemlerini veya laboratuvar tekniklerini öğretmek değil, aynı zamanda onlara doğa ile uyum içinde yaşamayı, kaynakları verimli kullanmayı ve bilimin çevre yararına dönüştürülmesi hedeflenmektedir.

Bu el kitabında, sürdürülebilir kimya konularının güncel çevre sorunlarına yönelik örnek ders planları, etkinlikleri, deneyleri ve proje fikirleri bulunmaktadır. Her bölüm, öğrencilerin hem bilimsel hem de etik farkındalıklarını güçlendirecek şekilde tasarlanmıştır.

Unutmayalım ki; bugünkü tercihlerimiz geleceği elinde tutan öğrencilerin seçimleri ile renklenecektir. Çünkü doğanın kimyası bizim elimizdedir. Siz değerli öğretmenlerin rehberliğinde, öğrenciler sadece bilgiyle değil aynı zamanda gezegenimizin geleceğinde rol oynayacak bilinçli bireyler olarak yetişecektir.

Bilimle, bilinçle ve umutla...

- Şengül KARAASLAN



... **'Bugünkü tepkimeler, yarının dünyasını
şekillendirir'**

03. ...

El Kitabının Amacı



Bu el kitabı, lise düzeyinde kimya dersleri kapsamında çevre ve sürdürülebilirlik konularının etkin, bilimsel ve bütüncül bir yaklaşımla işlenmesini desteklemek amacıyla hazırlanmıştır. Kitabın temel amacı, öğretmenlerin ders içeriklerini çevresel farkındalık ve sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda zenginleştirmelerine rehberlik etmektir.



Öğretmenlerin hem ulusal öğretim programı kazanımlarını karşılamaları hem de öğrencilerde doğaya karşı sorumluluk bilinci, bilimsel düşünme becerisi ve toplumsal duyarlılık geliştirmeleri hedeflenmektedir. Kitap, çevre sorunlarının kimyasal temellerini anlamaya yönelik içerikler, deneysel çalışmalar, disiplinlerarası etkinlikler ve proje önerileriyle donatılarak öğretim sürecine bütüncül bir destek sunar.

Ayrıca, sürdürülebilirlik temelli kimya öğretiminin yerel, ulusal ve küresel çevre sorunlarıyla ilişkilendirilmesini kolaylaştıracak örnek uygulamalarla, öğretmenlerin sınıf içinde aktif öğrenme ortamları oluşturmaları ve öğrencilere çözüm odaklı bakış açısı kazandırmaları da amaçlanmaktadır.



... **"Reaksiyonlarını Değiştir, Dünyayı Değiştir"**

01. Bu el kitabı, Türkiye’de Milli Eğitim Bakanlığı’na bağlı ortaöğretim kurumlarında görev yapan lise kimya öğretmenlerini,
02. Kimya derslerinde çevre ve sürdürülebilirlik temalarını derslerine entegre etmek isteyen branş öğretmenlerini,
03. Sınıf içi uygulamalarda aktif öğrenme ve proje tabanlı yaklaşımı benimseyen eğitimcileri,
04. Çevre ve sürdürülebilir kalkınma odaklı müfredat geliştirme çalışmaları yürüten öğretim liderlerini,
05. Bilimsel araştırmalara dayalı öğretim materyalleri geliştirmek isteyen akademisyenleri ve öğretmen adaylarını,
06. Okullarda yürütülen çevre projeleri, eko-okul uygulamaları, TÜBİTAK çalışmaları gibi disiplinlerarası faaliyetlerde görev alan tüm eğitim paydaşlarını kapsamaktadır.

Bu el kitabı, yalnızca ders içeriği hazırlığına destek olmakla kalmayıp; aynı zamanda çevresel farkındalık, bilimsel yaklaşım ve sürdürülebilir düşünme biçimlerini yaygınlaştırmayı amaçlayan tüm eğitimciler için rehber niteliğindedir.



Kimya Eğitimi, Çevre ve Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilir kalkınma, bugünün ihtiyaçlarını karşılarken gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini tehlikeye atmayan kalkınma anlayışıdır. Bu yaklaşım; çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları dengeli bir şekilde ele alır. Kimya eğitimi açısından sürdürülebilir kalkınma; kaynakların verimli kullanımı, çevre dostu üretim süreçlerinin geliştirilmesi ve zararlı atıkların azaltılması gibi konuları içerir.

Temel İlkeler



Çevresel Boyut:
Doğal kaynakların korunması ve ekosistem dengesinin sürdürülmesi

Sosyal Boyut:
Toplumsal eşitlik, sağlıklı yaşam, eğitim



Kimya'nın Çevre Sorunlarındaki Rolü

Kimya, maddelerin yapısını, özelliklerini ve dönüşümlerini inceleyerek çevre sorunlarının hem nedenlerini hem de çözümlerini ortaya koyar.

Kimya temelleri sayesinde hava kirliliği, asit yağmurları, sera gazı oluşumu, su kirliliği vb. sorunların nedenlerini açıklayabilir.

Atık su arıtma teknolojileri, karbon yakalama sistemleri, biyoplastikler, çevre dostu deterjanlar gibi yenilikçi çözümler geliştirerek çözüm üretebilir.

Analiz etme ve izleme yetisiyle kirleticilerin tespiti, izlenmesi ve miktarının ölçülmesini sağlayabilir.

Küresel Sorunlar

- **İklim Değişikliği:** Sera gazlarının (CO_2 , CH_4 , N_2O) atmosferde birikmesi
- Kimyanın rolü: Karbon yakalama, yenilenebilir enerji teknolojileri, düşük emisyonlu üretim süreçleri
- **Su Kirliliği:** Endüstriyel deşarjlar, tarımsal gübre ve pestisitler, mikro plastikler
- Kimyanın rolü: Su arıtma teknolojileri, biyobozunur maddeler, kirlilik tespit sensörleri
- **Atık Yönetimi:** Artan plastik atıklar, elektronik atıklar, tehlikeli kimyasal atıklar
- Kimyanın rolü: Geri dönüşüm teknolojileri, atıkların kimyasal olarak yeniden değerlendirilmesi, çevre dostu malzeme üretimi

Temel İlkeler



Ekonomik Boyut:
Kaynak verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı

Eğitim Boyut:
Eğitim içerikleri, uygulamaları, çıktıları, dönüşüm ve gelişim



Öğretim Programı ile Entegrasyon

01. 9. SINIF

ETKİLEŞİM

- Kimya Hayattır
- Atomdan Periyodik Tabloya

ÇEŞİTLİLİK

- Etkileşimler
- Etkileşimden Maddeye

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

- Nanoparçacıklar ve Ekolojik Sürdürülebilirlik



02. 10. SINIF

ETKİLEŞİM

- Kimyasal tepkimeler
- Gazlar

ÇEŞİTLİLİK

- Çözeltiler

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

- Yeşil kimya, çevresel ve ekolojik sürdürülebilirlik

03. 11. SINIF

Modern atom teorisi

Gazlar

Sıvı çözeltiler ve çözünürlük

Kimyasal tepkimelerde enerji

Kimyasal tepkimelerde hız

Kimyasal tepkimelerde denge

04. 12. SINIF

Kimya ve elektrik

Karbon kimyası

Organik bileşikler

Enerji kaynakları ve bilimsel gelişmeler

Sürdürülebilir kalkınma



Temel Kavramlar Sözlüğü

Sürdürülebilirlik



Doğal kaynakları koruyarak, ekosisteme zarar vermeden mevcut ve gelecekteki nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilme anlayışı.

Karbon Ayak İzi



Birey, kurum veya etkinlik tarafından atmosfere salınan toplam sera gazı miktarının CO₂ eşdeğeri cinsinden ölçüsü.

Biyoçeşitlilik



Dünya üzerindeki canlı türlerinin, genetik çeşitliliğin ve ekosistemlerin toplam zenginliği ve çeşitliliğidir.

Döngüsel Ekonomi



Kaynak kullanımında atığı en aza indiren; onarma, yeniden kullanma, geri dönüşüm ve yenilemeyi temel alan ekonomik model.

Ekolojik Ayak İzi



Doğal kaynakların tüketimi ve ekosistem üzerindeki yükü ifade eden, birey veya toplumun çevresel talebini ölçen kavram

Eko-etiket



Bir ürünün çevreye duyarlı yöntemlerle üretildiğini ve sürdürülebilir kriterlere uygun olduğunu gösteren etiket veya sertifika.

Yeşil Kimya



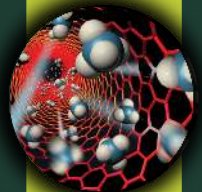
Kimyasal ürün ve süreçlerin çevreye zarar vermeyecek şekilde tasarlanmasını ve atık oluşumunu önlemeyi amaçlayan yaklaşım.

Su Ayak İzi



Bir kişinin doğrudan veya dolaylı olarak tükettiği su miktarının ölçüsüdür; m³ olarak ifade edilir

Nanoteknoloji & Nanobilim



Atom-altı düzeyde malzeme ve süreçlerin kontrol edildiği teknoloji.

08. ...

Disiplinlerarası İşbirliği Örnekleri



Fizik

Yenilenebilir enerji sistemleri ve arıtma sistemleri: Enerji dönüşümleri ve verimlilik hesapları kimya ile desteklenir. Kimyasal arıtma yöntemleri mühendislik tasarımı ile birleştirilir.



Coğrafya

Bölgedeki su kaynaklarının analiz edilmesi ve haritalandırılması: Öğrenciler su kalitesini belirler, pH ve sertlik ölçer, harita üzerinde gösterir.



Matematik

Karbon ayak izinin hesaplanması: Ölçüm verilerini kullanarak oran-orantı ve istatistik hesaplamaları yapılır.



Biyoloji

Kimyasal reaksiyonların biyolojik sistemlerdeki işleyişi; hücre içindeki yaşam süreçlerinin moleküler düzeyde anlaşılması ve somutlaştırılmasıdır. Ekosistemde kirliliğin canlılara etkisi, kimyasal verilerle ekosistem sağlığının değerlendirilmesini sağlar.



Tarih

Eski tarihi eserlerin analizleri, değerlendirmesi ve yorumlanması: Kimya ile geçmiş uygarlıkların tarihleri, uygarlık düzeyleri, kullanılan materyaller, teknoloji düzeyleri vb. hakkında bilgi edinilerek geçmiş ile günümüz arasında köprü kurulur.



Görsel Sanatlar

Görsel Sanatlarda doğal boya kullanımı: Öğrenciler renklerin kimyasal oluşumunu öğrenir, sanatsal üretim yapar.



Türk Dili ve Edebiyatı

Çevre temalı deneme, şiir veya kısa hikâye yazma: Öğrenciler bilimsel verileri edebi üretimle ilişkilendirir.



Felsefe

Bilimsel gelişmelerin etik ve çevresel boyutu: Kimyasal üretim ve sürdürülebilirlik üzerine eleştirel düşünme gelişir.

Ders İçi Uygulama Önerileri

Rol Oyunu: Öğrenciler “bilim insanı, sanayici, çevreci, hükümet temsilcisi” rollerine girerek bir çevre krizini tartışır.

Simülasyon: Bir “atık yönetimi sistemi” oyunu kurgulanarak, öğrenciler atıkları doğru kutulara ayırıp geri dönüşüm sürecini simüle eder.

Senaryo Tabanlı Öğrenme: Okulunuzda enerji tüketimini azaltmak için bir plan hazırlayın” senaryosu üzerinden çözüm yolları aranır.

Tartışma Soruları:

“Günlük yaşamda en çok hangi davranışımız karbon ayak izimizi artırır?”

“Plastikler tamamen yasaklanmalı mı, yoksa geri dönüşüm yeterli mi?”

“Bilim insanları çevre sorunlarının çözümünde etik sorumluluk taşır mı?”

“Kimya endüstrisi olmadan modern yaşam sürdürülebilir mi?”

Konu Bazlı Etkinlik Önerileri

Elektrokimya: “Yeşil Enerji Fuarı” adıyla sınıfta öğrencilerin küçük enerji üretim projeleri sergilenir.

Çevre Kimyası: Şeffaf bardaklarda temiz suya farklı kirleticiler (yağ, gıda boyası, toprak, deterjan) eklenir, ardından filtreleme yöntemleri denir. Öğrencilerden “temiz su kampanyası” için poster, broşür veya sosyal medya paylaşımı tasarlamaları istenir.

Organik Kimya: Öğrenciler farklı plastik türlerini (PET, PE, PS) sınıfta getirir, etiketler ve geri dönüşüm kutularına ayırır. Ardından biyoplastik (mısır nişastasından) küçük ölçekli üretim yapılır.

Sürdürülebilirlik: Güneş kremi ve mikroplastiklerin deniz yaşamına etkisinin incelenmesi. Bir şeffaf kap içerisine deniz suyu (veya tuzlu su) koyun ve yüzeyine biraz güneş kremi sürün. Birkaç saat sonra suyun yüzeyinde oluşan film tabakasını gözlemleyin. Film tabakası, hem sudaki oksijen transferini engeller hem de içindeki nano parçacıkları ve kimyasalları suya karıştırır. Deneyin ikinci aşamasında, suyun içerisine mikroskobik plastik atıklar (örneğin, küçük sim veya boncuk parçaları) ekleyin. Güneş kreminin bu plastiklere yapıştığını ve ağırlaşarak dibe çöktüğünü gözlemleyin.

10. ...

Okul İçi Uygulama Önerileri

Okul Panoları



Çevre İnceleme Kulübü



11. ...

Okulumuzda Hayata Geçirilen Proje Örnekleri



Atıktan Sanata Sergisi Gezisi



Atık Pil Toplama Etkinliği



Katı Atık Düzenli Depolama Tesisi Gezisi



Meyve Kompostu



11.



Okulumuzda Hayata Geçirilen Proje Örnekleri

Erasmus + Proje Sergisi



Tübitak Projeleri

Problem / Soru Cümlesi

"Bitkilerin CO₂ ile gübrelenmesi, fotosentez verimliliğini artırarak daha hızlı büyümelerini sağlar mı?"

Özet

Proje, karbondioksit gübrelemesinin bitki verimliliği üzerindeki etkilerini araştırmayı amaçlıyor. Potasyum, bitkilerin fotosentez sürecini takip eder ve ekstra karbondioksit daha fazla enerji üretmek için kullanılır, bu da onları daha sağlıklı ve daha hızlı büyütmeye yardımcı olur. Proje sonunda CO₂ gübrelemesinin özellikle hızlı büyüyen türler için bitki büyümesine olumlu etkisi yapıp yapılmadığı değerlendirilmektedir.

Yöntem

1. Deney Düzenliği:
 - Kontrollü ortam (sera veya büyüme kabinleri) kullanarak, farklı CO₂ konsantrasyonlarında (örneğin: 400 ppm (normal), 800 ppm, 1200 ppm), bitki yetiştirme.
 - Bitki seçimi: Hızlı büyüyen ve tarımsal değeri olan bitkiler (marul, fasulye, domates gibi).
 - CO₂ kaynağı: CO₂ tankları veya organik çürütücülerle kontrollü gaz.

TÜBİTAK

Bitkilerde CO₂ Gübrelenmesi

PROJE TÜRÜ	ANA ALANI	TEMATİK KONUSU
Tasarım	Kimya	Tarım ve Hayvancılık Teknolojileri

PROJEDE GÖREV ALAN ÖĞRENCİLER

Alper Örsözü
Ege Urcu Bai
Ahmet Esat Şener
Murathan Soygüllüoğlu

DANIŞMAN ÖĞRETMEN(LERİ)

Şengül Karaaslan

BULGULAR

1. Su Kullanım Verimliliği:
2. - Yüksek CO₂, bitkilerin stoma (gözenek) açılığını azaltarak su kaybını düşürür (Nature Climate Change, 2018).
3. Ürün Kalitesinde Değişim:
4. - Domateslerde verim artabilir, ancak tat ve aroma bileşenleri azalabilir (Frontiers in Plant Science, 2020).

Kaynaklar

<https://esular.com/seralar-da-karbondioksit-gubrelenmesi-nasil-yapilir>

https://www.tlcl.de/telegic-currys/essential_section/51/pol-robin-jain-zema-cuenvialar/contenirer

https://en.m.wikipedia.org/wiki/CO2_fertilization_effect

<https://tarimgundemdergisi.com/iklim-casakliginin-ve-karbondioksit-gubrelemesinin-tarimsal-uretime-etkileri/>

Sonuç ve Tartışma

1. 800-1200 ppm CO₂ seviyeleri içinde yetiştirilen fasulyeler, kontrol grubuna (400 ppm) göre %25-40 daha hızlı büyüdü.
2. Yüksek CO₂ grubundaki bitkilerde yaprak alanı %30-50 daha geniş ve kurum ağırık %20-35 daha fazla büyüdü.
3. 1200 ppm CO₂'de fotosentez hızı, kontrol grubuna kıyasla 1.5 kat arttı.
4. Fasulye kök uzunluğu, yüksek CO₂ gruplarında %15-25 daha fazla gelişti.
5. Yüksek CO₂ ye maruz kalan bitkilerde stoma sayısı azaldı, ancak su kullanım verimliliği arttı.
6. 800 ppm üzerindeki CO₂ seviyelerinde çiçeklenme 3-5 gün erken başladı.



Ölçme ve Değerlendirmede Öneriler

Rubrik Örneği

Ölçüt	4 (Mükemmel)	3 (İyi)	2 (Geliştirilmeli)	1 (Yetersiz)
Bilimsel İçerik	Doğru, ayrıntılı ve güncel bilgiler içeriyor	Küçük eksikliklerle doğru bilgi içeriyor	Önemli eksiklikler veya hatalar var	Konu ile ilgili çok az ya da yanlış bilgi
Yaratıcılık	Özgün ve dikkat çekici çözümler sunuyor	Kisken özgün, bazı fikirler tekrar edilmiş	Yaratıcılık sınırlı, çoğu fikir sıradan	Hiç özgünlük göstermiyor
Uygulanabilirlik	Gerçek yaşamda uygulanabilir, net çözüm önerileri var	Çözümler kısmen uygulanabilir	Uygulanabilirliği zayıf	Hiç uygulanabilirlik yok
Sunum Becerisi	Açık, anlaşılır, görsellerle desteklenmiş	Anlaşılır ama sınırlı görsel/örnek içeriyor	Zayıf açıklama, görsellik yok	Konu anlaşılmıyor, düzensiz

Performans Değerlendirme Formu – DeneySEL Etkinlik

Gözlenen Davranış	Evet	Kisken	Hayır
Deney malzemelerini doğru ve güvenli kullandı	☐	☐	☐
Grup çalışmasına aktif katıldı	☐	☐	☐
Deney sürecini adım adım takip etti	☐	☐	☐
Bulgularını rapor haline getirdi	☐	☐	☐

Sözlü Sunum ve Proje Değerlendirme Ölçeği

Ölçüt	Puan Aralığı
İçerik doğruluğu	0–20
Anlatımın akıcılığı	0–15
Görsel materyal kullanımı	0–15
Çevre ve sürdürülebilirlik ile ilişkilendirme	0–20
Zamanı verimli kullanma	0–10
Soru-cevap bölümüne katkı	0–20
Toplam	100

09. ...



İletişim Bilgileri

...



03525030091



<https://cesa25.com.tr/>



sengul_karaas@hotmail.com



Köşk mh. Ayyıldız sk. Osman Ulubaş Köşk Anadolu Lisesi

