



T.C. MİLLÎ EĞİTİM
BAKANLIĞI

ORTAÖĞRETİM

KİMYA DERSİ

ÖĞRETİM PROGRAMI

(9,10,11 VE 12. SINIFLAR)

TÜRKİYE YÜZYILI
MAARİF MODELİ

2026

İÇİNDEKİLER

1. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI	
1.1. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN TEMEL YAKLAŞIMI VE ÖZEL AMAÇLARI	4
1.2. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN UYGULANMASINA İLİŞKİN ESASLAR	5
1.2.1. Öğrenme Çıktıları ve Programlar Arası Bileşenler	6
1.2.2. İçerik Çerçevesi	6
1.2.3. Öğrenme-Öğretme Yaşantıları	6
1.2.4. Öğrenme Kanıtları (Ölçme ve Değerlendirme)	8
1.2.5. Farklılaştırma	8
1.3. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN TEMA, ÖĞRENME ÇIKTISI SAYISI VE SÜRE TABLOLARI	9
1.4. KİMYA DERSİ KİTAP FORMA SAYILARI VE KİTAP EBATLARI	10
1.5. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN YAPISI	11
2. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI SINIF DÜZEYLERİNE AİT TEMALAR	13
9. SINIF TEMALARI	13
10. SINIF TEMALARI	39
11. SINIF TEMALARI	60
12. SINIF TEMALARI	85

1. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI

1.1. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN TEMEL YAKLAŞIMI VE ÖZEL AMAÇLARI

Günümüzde bireyler yerel, ulusal veya küresel anlamda çeşitli ve karmaşık problemlerle karşı karşıya kalmaktadır. Bu problemler arasında yeterli su ve gıdaya erişim, hastalıkların kontrolü, doğal kaynakların kısıtlılığı, iklim değişikliğine adaptasyon gibi konular bulunmaktadır. Karşılaştıkları problemlerin doğasına göre bireylerin sağlıklarını veya gıda kaynaklarını korumaları, doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamaları, enerji kaynaklarının seçimi ve kullanımı ile ilgili karar vermeleri, hayatlarını bu kararlar temelinde düzenlemeleri gerekmektedir. Söz konusu problemlerin çözümü genellikle bilimin ve teknolojinin sağladığı bilgi ve araçların kullanılmasıyla mümkün olmaktadır. Bireylerin bu çerçevede kendi hayatlarını ve çevrelerini etkileyen konularda farkındalık geliştirebilmeleri ve bilinçli seçimler yapabilmeleri için gerekli bilimsel, teknolojik bilgi ve beceri donanımına sahip olmaları büyük önem taşımaktadır. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne göre inşa edilen *Kimya Dersi Öğretim Programı*, öğrencileri geleceğin sorumlu ve farkındalığı yüksek vatandaşları olarak hayata hazırlamak amacıyla bilimsel okuryazarlığı (herkes için bilim) merkeze almaktadır. Bununla birlikte ulusal düzeyde ekonomik büyümenin sağlanabilmesi, katma değeri yüksek bilgi ve teknolojilerin üretilebilmesi geleceğin seçkin bilim insanlarının yetişmesi ile mümkündür. Bu nedenle *Kimya Dersi Öğretim Programı*, temel bilimlere (bilim için bilim) veya mühendislik (toplum için bilim) alanlarına ilgi duyan öğrencilerin lisans ve lisansüstü eğitim çalışmalarını şekillendirecek biçimde yapılandırılmıştır. Bu bağlamda *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda öğrencilerin kavramsal kimya bilgisi edinmeleri ve fen bilimleri alan becerilerini geliştirmeleri amaçlanmaktadır.

Bilimsel okuryazarlık, günlük hayattaki olayların ve olguların kimya kavramlarıyla anlamlandırılması ve açıklanması sürecinde bilimsel becerilerin etkin bir şekilde kullanılmasını gerektiren bir yetkinlik olarak tanımlanmaktadır. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'nde okuryazarlık becerileri, sistem düşüncesi ile şekillendirilmiş olup programlar arası bileşen olarak ifade edilmektedir. Bilimsel okuryazar bireylerin doğal olayları bilimsel olarak açıklayabilme, bilimsel araştırma süreçlerini yürütebilme ve değerlendirebilme, elde edilen kanıtları analiz edebilme, yorumlayabilme ve bunların sonuçlarını farklı gösterim biçimleri ile temsil edebilme yetkinliğine sahip olmaları beklenmektedir. Öğrencilerin bu yetkinlikleri geliştirebilmeleri amacıyla *Kimya Dersi Öğretim Programı*, öğrenme-öğretme yaşantılarında doğal olayları veya günlük hayattan alınan örnek durumları bağlam olarak merkeze almaktadır. *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda öğrencilerin fen bilimleri alan becerilerini, kavramsal becerileri, sosyal-duygusal öğrenme becerilerini ve okuryazarlık becerilerini geliştirmeleri ve bu becerileri kullanarak kimya kavramlarını yapılandırmaları hedeflenmektedir. Kimya kavramlarının yapılandırılması sürecinde eğilimlerin ve değerlerin de kullanılması amaçlanmaktadır. *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nın 9 ve 10. sınıf düzeylerinde öğrencilerin kimyanın temel kavramlarını, 11 ve 12. sınıf düzeylerinde ileri seviye kimya kavramlarını edinmeleri hedeflenmektedir.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne göre öğrenme-öğretme yaşantıları oluşturulurken günlük hayat bağlamından kopmadan ve disiplinler arası ilişkileri ortaya koyacak şekilde sürecin tasarlanmasına önem verilmektedir. Bunun temelinde fen eğitimi araştırmalarının ortaya koyduğu sonuçlar yatmaktadır. Fen eğitimi araştırmaları, öğrencilerin fen bilimleri konu ve kavramlarını kendileri için yararlı ve günlük hayatlarıyla ilişkili olarak algıladıklarında öğrenme isteklerinin yüksek olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda öğrencilerin fen bilimlerini öğrenmeye karşı ilgi ve merakını uyandırmak ve motivasyonlarını sürdürebilmelerini sağlamak için *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda kimya kavramlarının günlük hayatla ve farklı disiplinlerle ilişkilerinin kurulmasına özen gösterilmiştir.

Kimya Dersi Öğretim Programı'nda her sınıf düzeyinde sürdürülebilirlik temasına yer verilmiştir. Sürdürülebilir kalkınmanın hedefleri kimya konuları ile ilişkilendirilerek işlenmiştir. Sürdürülebilir kalkınmanın iklim eylemi, sağlıklı ve kaliteli yaşam, erişilebilir ve temiz enerji, sorumlu üretim ve tüketim hedefleri çerçevesinde disiplinler arası ilişkilendirmeleri gerektiren nanoparçacıklar, nanoteknolojik ürünler, güneş pilleri, yeşil hidrojen enerjisi, biyoyumlu malzemeler, biyolojik polimerler, yeşil kimya vb. güncel araştırma konularına yer verilmiştir. Öğrencilerin yeşil kimya farkındalığı geliştirebilmeleri amacıyla *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda yeşil kimya ile doğal kaynakların verimli kullanımı, atık önleme, yenilenebilir ham maddelerin kullanımı, atom ekonomisi, enerji verimliliği için tasarım ve daha güvenli kimyasal maddelerin sentezlenmesi konularına vurgu yapılmıştır. *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda çevresel ve ekolojik sürdürülebilirlik temelinde kimyasal, emisyon, karbon, su ve ekolojik ayak izi kavramlarına da yer verilmiştir. Bu bağlamda *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda mikro ölçekli deneyler ve mümkün olduğu sürece toksik olmayan deneyler tercih edilmiştir.

Kimya Dersi Öğretim Programı'nda herkes için bilim, bilim için bilim ve toplum için bilim hedefleri ışığında dört ayrı boyuta vurgu yapılmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin günlük hayattaki doğal veya yapay nesne ve olayları anlamaları, analitik

düşünme eylemi olarak bilimin nasıl işlediğini fark etmeleri, sosyobilimsel konular temelinde kişisel ve toplumsal karar verme gerektiren durumlarda vereceği kararın bilimsel, teknolojik, etik ve sosyokültürel değerlere olan yansımalarını değerlendirmeleri, fen bilimleri alan becerilerini kazanmaları amaçlanmaktadır.

Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne uygun olarak oluşturulan *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda her tema sonunda o temayla ilgili farklılaştırma etkinliklerine yer verilmiştir. Farklılaştırma etkinliklerinin amacı, öğrencilerin ihtiyaçlarına göre öğretim ortamının düzenlenebilmesini sağlamaktır. Bu şekilde programın kapsayıcılığının artırılması hedeflenmiştir.

1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanunu'nun 2. maddesinde ifade edilen Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçları ile Türk Millî Eğitiminin Temel İlkeleri esas alınarak hazırlanan *Kimya Dersi Öğretim Programı* ile öğrencilerin

1. Kimya biliminin temel kavramlarını (ilke, model, teori ve yasa) anlamlı olarak ilişkilendirmeleri ve yapılandırmaları,
2. Bilimin doğasını anlamaları,
3. Disipline özgü fen bilimleri alan becerilerini ve kavramsal becerileri geliştirmeleri,
4. Kimya biliminin makro, alt mikro ve sembolik gösterimlerini kimya kavramlarını açıklamak için kullanmaları,
5. Kimya biliminin temel kavramlarını günlük hayat olgularını ve problemlerini (sağlık, sanayi, üretim, teknoloji ve çevre) açıklamak için kullanmaları,
6. Kimya dersine ilgi ve meraklarını artırarak öğrenme motivasyonunu sürdürmeleri,
7. Kimya biliminin insan hayatına sağlık, sosyal, ekonomik, teknolojik, çevresel açılardan olumlu ve olumsuz etkilerini değerlendirmeleri,
8. Kimya bilimi ile ilgili meslekler hakkında farkındalık kazanmaları ve kariyer planlamalarını şekillendirirken ülkesinin kalkınma planlarını dikkate almaları,
9. Kimya bilimine ilişkin bilgileri kullanarak ülkemizin sanayi, sağlık ve enerji gibi alanlarda gelişimine katkı sağlayacak bireyler olarak yetiştirilmeleri
10. Sürdürülebilirlik temelinde kimya bilinci oluşturmaları, sürdürülebilirliğin sosyal, ekonomik, çevresel boyutları arasındaki ilişkileri kavramaları ve sürdürülebilirliğin gelişimi için çözüm önerileri oluşturmaları,
11. Yeşil kimya ve çevre dostu üretim odaklı beceriye sahip bireyler olarak yetiştirilmeleri
12. Bilişim teknolojileri, nesnelerin interneti, bulut teknolojileri ve yapay zekâ uygulamalarının kullanımında güvenlik önlemlerini almaları, dijital kaynaklardan elde ettikleri kimya bilgisinin geçerliliğini sorgulamaları ve bilimsel çıkarımlarda bulunmaları,
13. Laboratuvarında güvenli çalışma uygulamalarını yapmaları ve sürdürmeleri amaçlanmaktadır.

1.2. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN UYGULANMASINA İLİŞKİN ESASLAR

Bu ders programının uygulanması sürecinde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda belirtilmiştir:

- *Kimya Dersi Öğretim Programı* "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programları Ortak Metni" temel alınarak yapılandırılmıştır. Bu ortak metin dikkate alınarak derslerin tasarlanması, ölçme ve değerlendirme süreçlerinin planlanması ve materyallerin hazırlanması gerekmektedir. Bütün eğitim öğretim faaliyetleri, "Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Öğretim Programları Ortak Metni"nde yer alan öğrenci profiline ulaşılmasını sağlayacak biçimde planlanmalı ve yürütülmelidir.
- *Kimya Dersi Öğretim Programı* kademeli olarak uygulanacağından bir önceki kademeyle ilgili ön öğrenme eksiklikleri zümre öğretmenlerince tespit edilir; bu eksiklikleri gidermeye yönelik içerik, eğitim öğretim yılı başında zümre toplantılarında karara bağlanır ve eğitim öğretim sürecinde uygulanır.
- *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda öğrencilerin öğrenme çıktılarında tanımlanan fen bilimleri alan becerilerini ve kavramsal becerileri veya üst düzey düşünme becerilerini kullanmaları ve bu beceriler aracılığı ile ilgili kimya kavramlarına ulaşmaları sağlanmalıdır. Alanın özelliği ve öğrenci düzeyleri göz önünde bulundurularak ele alınan becerilerin süreç bileşenlerinde uyarlama yapılabilir.
- Eğitim süresince Türkçenin etkin ve doğru kullanımına, öğrencilerin söz varlığının ve dil becerilerinin geliştirilmesine özen gösterilmelidir.
- *Kimya Dersi Öğretim Programı* 'nda öğrenme çıktıları içinde yer alan fen bilimleri alan becerilerinden bilimsel sorgulama becerisi; kavramsal beceriler içinde yer alan bilgi toplama, sorgulama, karar verme becerileri gibi öğrencinin

çeşitli kaynakları kullanarak bilgi toplamasını ve araştırma yapmasını gerektiren öğrenme-öğretme uygulamaları bulunmaktadır. Bu uygulamalar esnasında kullanılabilir bilgi kaynaklarının öğretmen ve okul idaresinin iş birliği ile öğrencilere sunulması gerekmektedir. Öğrencilerin kendi araştırmalarını yürütmeleri ve merak ettikleri konular hakkında bilgi toplamaları için uygun öğrenme ortamlarının oluşturulmasına dikkat edilmelidir.

- Hipotez kurma, bilimsel gözlem, bilimsel sorgulama, problem çözme, deney yapma gibi bilimsel süreçler *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda disiplinler arası ve disiplinlerüstü bir yaklaşım ile planlanmalı ve buna uygun olarak işlenmelidir.
- Öğretim süreçleri içerisinde kimya alanına katkı sağlayan önemli buluşlara ve çalışmalara sahip bilim insanlarına dikkat çekilmelidir. Bilim insanlarının biyografileri verilirken ezber yönteminden kaçınılmalı, bu kişilerin söz konusu alana katkılarına ve ortaya koydukları eserlere vurgu yapılmalıdır.
- *Kimya Dersi Öğretim Programı* her sınıf için üç tema olarak tasarlanmış, temaların işleniş sırası ve temalara ayrılan süre öğretim programında belirtilmiştir. Bununla birlikte zümre öğretmenleri, öğrenci düzeylerini ve çevre şartlarını dikkate alarak planlamalarını yapmalıdırlar.

1.2.1. Öğrenme Çıktıları ve Programlar Arası Bileşenler

Öğrenme çıktıları ve programlar arası bileşenler açısından aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Programın temel öğelerinden biri olan dersin çıktıları, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli'ne göre hazırlanan öğretim programlarında öğrenme çıktıları olarak ifade edilmektedir. Öğrenme çıktıları, öğretim programında yer alan tema kapsamındaki içerik bilgisinin ilişkili alan becerileri ya da kavramsal beceriler ile birleştirilmesi yoluyla oluşturulmaktadır.
- Öğrenme çıktıları oluşturulurken fen bilimleri alan becerileri ve kavramsal beceriler tüm süreç bileşenleri ile birlikte kullanılmıştır.
- Öğrenme çıktıları öğrenme-öğretme yaşantısına aktarılırken programlar arası bileşenler olan değerler, sosyal-duygusal öğrenme becerileri ile okuryazarlık becerileri de sürece dâhil edilmelidir. Öğrencilerin bu değerler ve becerileri geliştirmeleri beklenmelidir. Öğrencilerin aktif katılımının sağlandığı bir öğrenme ortamı ve düşüncelerin özgürce paylaşılabilirdiği, sosyal-duygusal becerilerin gelişiminin desteklendiği bir sınıf iklimi oluşturulmalıdır. Bu süreçte öğretmenlerin ılımlı bir sınıf ortamı oluşturabilmeleri ve rol modeli teşkil etmeleri önem kazanmaktadır.
- Değerlerin öğrenme-öğretme yaşantılarının içeriğiyle ve kullanılan öğretim yöntemleriyle bağlantı kurularak öğretim akışını bozmayacak şekilde içeriğe yerleştirilmesi gerekmektedir. *Kimya Dersi Öğretim Programı* uygulamalarında "Erdem Değer Eylem Çerçevesi"nin ilk halkasını oluşturan adalet, saygı ve sorumluluk değerleri ile sağlıklı yaşam, temizlik, tasarruf, vatanseverlik, çalışkanlık ve duyarlılık değerlerine yer verilmesine öncelik verilmelidir. Programda diğer değerler ile ilişki kurulabilen bölümlerde ilgili değerlerin de işlenmesi beklenmektedir.
- *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda öncelikli olarak bilgi okuryazarlığına, veri okuryazarlığına, dijital okuryazarlığa, görsel okuryazarlığa, vatandaşlık okuryazarlığına, sürdürülebilirlik okuryazarlığına ve kültür okuryazarlığına yer verilmesi beklenmektedir.

1.2.2. İçerik Çerçevesi

İçerik çerçevesi açısından aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- Her tema için içerikte kullanılacak genellemeler, ilkeler ve anahtar kavramların sınırları içerik çerçevesinde belirtilmiştir. Öğrenme-öğretme yaşantıları, içerik çerçevesinde belirtilen sınırlar dâhilinde oluşturulmalıdır.
- *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda verilen yaşantı örnekleri ile içerik sınırlandırılmamalı, bilimsel ve teknolojik gelişmeler ışığında elde edilen bilgiler içerikle ilişkilendirilerek yaşantılara aktarılmalıdır.
- İçerik bilgisi öğrenme-öğretme yaşantılarına aktarılırken öğrenme çıktılarındaki yer alan beceriler doğrultusunda sürece yansıtılmalı, kavram yanlışlıkları ve yanlış ön bilgilerin düzeltilmesi sağlanmalıdır.

1.2.3. Öğrenme-Öğretme Yaşantıları

Öğrenme-öğretme uygulamalarında dikkat edilecek hususlar aşağıda belirtilmiştir:

- Programda yer alan öğrenme-öğretme yaşantıları; öğrencilere bütüncül bir bakış açısı kazandıran, farklı öğretim yöntem ve tekniklerinin kullanılmasını sağlayan, disiplinler arası ilişkileri görmeyi kolaylaştıran kapsamlı bir çerçevede sunulmalıdır. Öğrenme-öğretme yaşantılarında öğrenme çıktıları ve süreç bileşenlerine yönelik yazılan tüm süreçlerin yürütülmesi esastır. Bununla birlikte öneri niteliğinde olan uygulamalarda ise ilgili temanın öğrenme çıktıları ve süreç bileşenleri başta olmak üzere ilişkilendirilen tüm eğilimler ve programlar arası bileşenler dikkate alınarak planlamalar yapılmalıdır.

- Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyleri ve öğrenme stilleri göz önünde bulundurularak öğrenme çıktılarıyla tutarlı olan farklı öğretim materyalleri (bilgi notu, sunum, etkinlik, çalışma kâğıtları, proje, okuma parçaları vb.) yapılandırılmalı ve kullanılmalıdır. Öğretim materyalleri hazırlanırken zümre öğretmenleriyle ve diğer branş öğretmenleriyle iş birliği yapılmalıdır.
- Öğretmenler ve materyal hazırlayıcılar tarafından ön değerlendirme, köprü kurma, öğrenme kanıtları, öğrenme-öğretme uygulamalarında verilen öğretim yöntem ve teknikleri ile ölçme araçları öneri niteliğinde olup bu bölümler; öğrenme çıktılarına, içeriğe ve öğrencilerin özelliklerine göre temaya yönelik çeşitlendirilerek kullanılmalıdır ve hazırlanan tüm materyallerde bu bölümlere yer verilmelidir.
- Ön değerlendirme aşamasında öğrencilerin sahip oldukları bilgi ve becerilerin belirlenmesini sağlayacak etkinlikler planlanmalıdır.
- Köprü kurma aşamasında öğrencinin önceki kademelerde edindiği bilgi ve beceriler ile edinilecek bilgi ve beceriler arasında bağlantı oluşturma sürecinin yanı sıra edinilecek bilgi ve beceriler ile günlük hayat deneyimleri arasında ilişki kurulmalıdır. Köprü kurma bölümlerinin temanın geneline yönelik kurgulanması esastır. Öğrencilerin mevcut bilgi ve becerileri ile edinecekleri bilgi ve beceriler arasında bağlantı oluşturma sürecine öğrenme-öğretme yaşantılarının köprü kurma bölümünde yer verilebileceği gibi gerekli durumlarda öğrenme-öğretme uygulamaları sürecinde de yer verilebilir.
- Öğretim sürecinde öğretmenler; yerel ihtiyaçlar, okulun fiziksel donanımı, öğrenci ihtiyaçları gibi durumları dikkate alarak programın esneklik ilkesi temelinde öğrenme-öğretme yaşantılarını yapılandırmalıdır. *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda yer alan "yapılır" şeklindeki eylem ifadesi içeren süreçler öğrenme-öğretme yaşantılarına mutlaka dâhil edilmelidir. Bunun yanı sıra "yapılabilir" şeklinde ifade edilen süreçler ise programın uygulayıcıları olan öğretmenlerin yansıtmak istediği alternatifleri kullanmasına imkân vermek için tasarlanmış olup bu ifadelerin öğrenme-öğretme yaşantılarına dâhil edilmesi öğretmenin inisiyatifine bırakılmıştır.
- Araştırma ve sorgulama, deney ve gözlem gibi bilimsel faaliyetler; disiplinler arası ve bağlam temelli bir yaklaşımla zümre öğretmenler kurulu tarafından planlanmalı ve işletilmelidir.
- Temaların işleniş sırası ve temalara ayrılan süre öğretim programında belirtilmiştir. Bununla birlikte zümre öğretmenleri, öğrenci düzeylerini ve çevre şartlarını dikkate alarak planlamalarını yapmalıdırlar.
- Öğrenme-öğretme yaşantılarında öğrencilerin iş birliği içinde ve uyumlu bir şekilde çalışmalarını sağlamak amacıyla grup çalışmalarına yer verilmelidir. Sosyal sorumluluk ve topluma hizmet çalışmaları yoluyla öğrencilerin sosyal yaşam becerileri geliştirilmelidir.
- Öğrenme-öğretme yaşantılarında öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin geliştirilmesini sağlayacak sınıf içi ve sınıf dışı uygulamalara yer verilmelidir.
- Öğrenme-öğretme yaşantılarında öğrencilerin gözlemlenebilen durumlara yönelik deneyim kazanabilecekleri etkinliklere yer verilmelidir. Doğrudan gözlemlenemeyen durumlar için ise hazır veri setleri, kanıt kartları, görseller, modeller, animasyonlar veya simülasyonlar öğrenme-öğretme yaşantılarına dâhil edilmelidir.
- Deney yapmak için uygun koşulların sağlanamadığı durumlarda öğretmen, çevrim içi ve çevrim dışı bilişim teknolojilerinden yararlanabileceği gibi hazır veri setlerini de kullanabilir.
- Öğretim sürecinde yeşil kimyanın ilkelerine uyulmalıdır. Bu çerçevede geleneksel deneyler yerine mikro ölçekli deneyler tercih edilmelidir. Deneyler tasarlanırken toksik olmayan maddelerin kullanılmasına dikkat edilmelidir. Deneyler sırasında bitkisel malzemeler ve atıklar değerlendirilmelidir.
- Fizik, biyoloji, coğrafya, bilişim teknolojileri, matematik disiplinleriyle etkileşim sağlanabilecek öğrenme ortamları oluşturulmalıdır.
- Öğrenme çıktılarında hedef alınan becerilerin kullanımını sağlayacak öğretim stratejileri, yöntem ve teknikler kullanılmalıdır. Bu bağlamda yöntem (kavram karikatürü, kavramsal değişim, 5E, kanıt temelli öğrenme, iskele yöntemi, örnek olay, probleme dayalı öğrenme, tasarım temelli öğretim, çoklu gösterimler, bilimsel sorgulama, bilimsel tartışma vb.) ve öğretim materyali çeşitliliğine önem verilmelidir.
- Öğretmenler öğrenme-öğretme yaşantılarında rehber rolünü benimsemeli, öğrencilerin programda yer alan değerleri hayatlarının bir parçası hâline getirmeleri konusunda onları desteklemelidirler.

1.2.4. Öğrenme Kanıtları (Ölçme ve Değerlendirme)

Öğrenme kanıtlarının (ölçme ve değerlendirme) yapılandırılması açısından aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır:

- *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda fen bilimleri alan becerilerine ve kavramsal becerilere yönelik ölçme ve değerlendirme uygulamalarının kullanılması önemlidir.
- Ölçme ve değerlendirme yöntemleri öğrencilerin yeteneklerine, ihtiyaçlarına ve özel durumlarına göre çeşitlendirilmelidir. Bilgi ve becerilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesinde ilgi çekici, günlük hayatla ilgili, uzak ya da yakın çevrede karşılaşılabilecek problemlere dair görevler verilmeli; öğrenciyi yargılayıcı nitelik taşımayan ve güdüleyen geri bildirimler sağlanmalı; dijital teknolojilerden ve oyunlardan yararlanılmalıdır.
- Ölçme ve değerlendirme sürecinde azami çeşitlilik ve esneklik anlayışıyla hareket edilmesi önemlidir. Ölçme ve değerlendirme uygulamalarının etkililiğini sağlamada öncelik öğretim programında değil, öğretim programının uygulayıcıları olan öğretmenlerdedir.
- Ölçme ve değerlendirme uygulamaları, *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nın tüm bileşenleri ile azami uyum sağlamalı; beceri temelli öğrenme çıktılarını ve ilgili süreç bileşenlerini esas almalıdır. Tema içerisinde kazandırılan beceriler ilgili olduğu öğrenme çıktısının dışında aynı temadaki farklı öğrenme çıktılarının içeriği ile ilişkilendirilerek de ölçülebilir.
- Öğrencilerin öğrenme süreçlerinin değerlendirilmesinde her temada ilgili bilgi ve becerilere yönelik en az bir performans görevine yer verilmelidir. Öğrenme kanıtlarında öğretmene yol gösterici olması amacıyla performans görevi örnekleri yer almaktadır. Öğretmenler, öğrencilerin ilgili ihtiyaçları doğrultusunda söz konusu becerinin süreç bileşenlerini dikkate alarak farklı performans görevleri oluşturabilirler.
- Öğretim programı, ölçme ve değerlendirme sürecinde kullanılacak ölçme araç ve metotları açısından uygulayıcılara kesin sınırlar çizmez, sadece rehberlik eder. Tercih edilen ölçme ve değerlendirme uygulamalarında teknik ve akademik standartlar ile etik ilkelere uyulmalıdır.
- Ölçme ve değerlendirme uygulamaları, öğretimin ayrılmaz bir parçasıdır ve öğretim süreci boyunca yapılır. *Kimya Dersi Öğretim Programı* kapsamında hem süreç hem de sonuç odaklı ölçme ve değerlendirme anlayışı temel alınmalıdır.
- Bilgi ve beceriler içerik çerçevesiyle yeni anlamlı bütünler oluştururken programlar arası bileşenler (sosyal-duygusal öğrenme becerileri, değerler ve okuryazarlık becerileri), öğrenmenin anlamlı bir parçası hâline getirilmelidir. Değer, okuryazarlık ve sosyal-duygusal öğrenme becerilerinin notla değerlendirilmesi gerekmemekle birlikte gelişimi değerlendirmek amacıyla performans görevi, ödev vb. ölçme araçlarında ve derecelendirme ölçeklerinde dikkate alınan ölçütler arasında bu program bileşenlerine de yer verilmelidir.
- Ölçme ve değerlendirme uygulamaları, öğretmen ve öğrencilerin aktif katılımıyla gerçekleştirilir. Mümkün olan durumlarda teknolojiden faydalanılmalıdır.

Bu kapsamda *Kimya Dersi Öğretim Programı* özelinde hazırlanmış olan öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme yaşantılarında sınıf içi tartışma, çalışma yaprağı, etkinlik kâğıdı, kavram karikatürü, deney raporu, yansıtma notu, boşluk doldurma, çıkış kartı, Venn diyagramı, zaman şeridi, yapılandırılmış grid; öz değerlendirme, akran değerlendirme ve grup değerlendirme formları vb. araçlardan faydalanılabilir. Ayrıca performans görevleri, günlük hayatla bağlantılı olarak kurgulanabilir ve ilgili öğrenme çıktısıyla uygulamaya konulan bütünleşik becerinin süreç bileşenleri göz önüne alınarak yapılandırılabilir. Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

Kimya Dersi Öğretim Programı'nda yer verilen farklılaştırma etkinlikleri; liselerde okuyan ve sınıflarına göre ileride olan öğrenciler, fen liselerinde okuyan öğrenciler (özel program uygulayan fen liselerinde okuyan öğrenciler dâhil) ve öğrenme-öğretme uygulamalarında desteklenme ihtiyacı olan öğrenciler için olmak üzere iki kademeli olarak tasarlanmıştır.

1.2.5. Farklılaştırma

Farklılaştırma etkinlikleri uygulanırken dikkat edilmesi gereken unsurlar aşağıda sunulmaktadır:

- Farklılaştırma etkinlikleri, öğrencilerin bireysel farklılıklarına ve gereksinimlerine cevap verebilecek bir yapıda planlanmalıdır.
- Farklılaştırma kapsamında zenginleştirme ve destekleme bölümünde yer verilen uygulamalara ("*" sembolü ile verilen uygulamalar dâhil) ders kitaplarında yer verilmez. Ancak materyal hazırlayıcılar tarafından "*" ile belirtilen uygulamalara yönelik e-İçerik hazırlanır. Farklılaştırma kapsamındaki tüm uygulamalar; öğrencilerin ilgi, ihtiyaç ve istekleri göz önünde bulundurularak öğretmenler tarafından planlanır ve uygulanır.

- Edinilmesi istenen bilgi ve beceriler; öğrencilerin öğrenme hızına, gelişimlerine ve ön öğrenmelerine göre *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nın farklılaştırma bölümünde program uyarlamalarına örnek teşkil edecek biçimde yapılandırılmıştır.
- Liselerde okuyan ve sınıflarına göre ileride olan öğrenciler ile fen liselerinde okuyan öğrenciler (özel program uygulayan fen liselerinde okuyan öğrenciler dâhil) için *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda yer verilen zenginleştirme uygulamaları öğretmene kılavuzluk etmektedir. Bu noktada öğretmenler, *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda yer alan zenginleştirme uygulamalarını kullanabilir veya kendi zenginleştirme uygulamalarını tasarlayarak programa uyarlayabilir.
- Farklılaştırma kapsamında zenginleştirme bölümünde yer alan öneri niteliğindeki uygulamalardan "*" ile işaretlenenlerin fen liselerinde gerçekleştirilmesi zorunludur. Zorunlu olan zenginleştirme uygulamalarına yıllık planlarda yer verilir.
- Öğretmenler, sınıf içinde farklı öğrenme hızlarına, öğrenme stillerine ve bireysel ihtiyaçlara sahip öğrenciler için *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda yer alan destekleme uygulamalarını kullanabilir veya gerekli gördükleri durumlarda yeni destekleme uygulamaları tasarlayarak programa uyarlayabilir.

1.3. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN TEMA, ÖĞRENME ÇIKTISI SAYISI VE SÜRE TABLOLARI

9. SINIF KİMYA DERSİ

TEMA	Öğrenme Çıktısı Sayısı	Süre	
		Ders Saati	Yüzde Oranı (%)
1. ETKİLEŞİM	8	22	30
2. ÇEŞİTLİLİK	13	38	53
3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	2	8	11
OKUL TEMELLİ PLANLAMA*	-	4	6
Toplam	23	72	100

10. SINIF KİMYA DERSİ

TEMA	Öğrenme Çıktısı Sayısı	Süre	
		Ders Saati	Yüzde Oranı (%)
1. ETKİLEŞİM	11	32	44
2. ÇEŞİTLİLİK	8	26	36
3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	2	10	14
OKUL TEMELLİ PLANLAMA*	-	4	6
Toplam	21	72	100

11. SINIF KİMYA DERSİ

TEMA	Öğrenme Çıktısı Sayısı	Süre	
		Ders Saati	Yüzde Oranı (%)
1. ETKİLEŞİM	8	48	33
2. ÇEŞİTLİLİK	14	70	49
3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	3	20	14
OKUL TEMELLİ PLANLAMA*	-	6	4
Toplam	25	144	100

12. SINIF KİMYA DERSİ

TEMA	Öğrenme Çıktısı Sayısı	Süre	
		Ders Saati	Yüzde Oranı (%)
1. ETKİLEŞİM	9	48	33
2. ÇEŞİTLİLİK	12	70	49
3. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK	3	20	14
OKUL TEMELLİ PLANLAMA*	-	6	4
Toplam	24	144	100

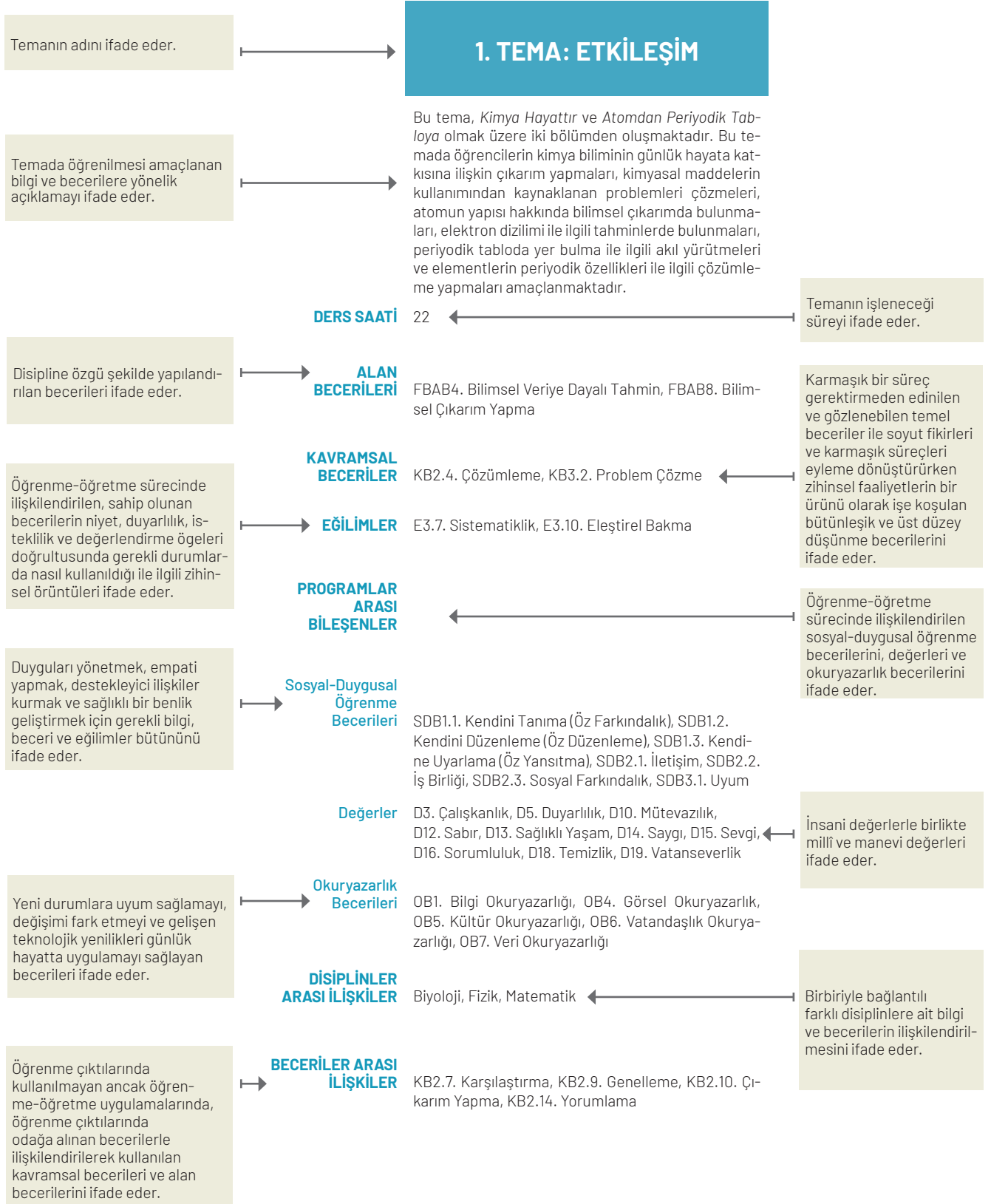
* Zümre öğretmenler kurulu tarafından ders kapsamında yapılması kararlaştırılan çalışmalar (okul dışı öğrenme etkinlikleri, araştırma ve gözlem, sosyal etkinlikler, proje çalışmaları, yerel çalışmalar, okuma çalışmaları vb.) için ayrılan süredir. Çalışmalar için ayrılan süre, eğitim öğretim yılı içinde planlanır ve yıllık planlarda ifade edilir. Okul temelli planlama kapsamında 10. sınıf düzeyinde belirlenen ders saatleri ise öğrencilerin meslek seçimi ve kariyer planlaması yapabilmeleri amacıyla onlara rehberlik edecek şekilde kullanılır. Bu doğrultuda planlanan eğitim öğretim faaliyetleri, mesleki rehberlik ve kariyer danışmanlığı bağlamında yürütülür.

1.4. KİMYA DERSİ KİTAP FORMA SAYILARI VE KİTAP EBATLARI

DERS KİTABI	FORMA SAYILARI	KİTAP EBADI
KİMYA DERSİ 9. SINIF	18-20	19,5 cm X 27,5 cm
KİMYA DERSİ 10. SINIF	18-20	19,5 cm X 27,5 cm
KİMYA DERSİ 11. SINIF	20-22	19,5 cm X 27,5 cm
KİMYA DERSİ 12. SINIF	20-22	19,5 cm X 27,5 cm

1.5. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI'NIN YAPISI

Tematik yaklaşımla hazırlanan *Kimya Dersi Öğretim Programı*'nda (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) her sınıf düzeyinde üç tema yer almaktadır. Temaların yapısı ve bu yapıya ilişkin açıklamalar 9. sınıf seviyesinden alınan örnek bir kesit ile şematik olarak aşağıda sunulmuştur.



Öğrenme-öğretme yaşantıları sonunda öğrenciye kazandırılması amaçlanan bilgi, beceri ve becerilerin süreç bileşenlerini ifade eder.

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.9.1.7. İyon oluşumuna ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- Atomların elektron dizilimiyle iyonların elektron dizilimi arasında örüntü bulur.
- İyon oluşumuna ilişkin genelleme yapar.

Disipline ait başlıca genelleme, ilke ve anahtar kavramları ifade eder.

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Genellemeler/ İlkeler/ Anahtar Kavramlar

Kimya Hayattır: Günlük Hayatta Kimya, Kimyasal Maddelerin Kullanımı ve Güvenlik

atom yarıçapı, Aufbau ilkesi, elektronegatiflik, Hund kuralı, iyonlaşma enerjisi, izoelektronik, kimya bilimi, kimyasal madde, küresel simetri

Öğrenme çıktıları, eğitim, programlar arası bileşenler ve öğrenme kanıtları arasında kurulan ve anlamlı ilişkilere dayanan öğrenme-öğretme sürecini ifade eder.

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller

Öğrencilerin madde ile ilgili konuların günlük hayattaki olaylar ile ilişkisini ve laboratuvarında kullanılan temel güvenlik uyarı işaretlerini bildikleri kabul edilmektedir.

Yeni bilgi ve becerilerin öğrenilmesi için sahip olunması gereken ön bilgileri ve/veya becerileri ifade eden temel kabullerin değerlendirilmesi ile öğrenme sürecindeki ilgi ve ihtiyaçların belirlenmesini ifade eder.

Ön Değerlendirme Süreci

Öğrencilerden günlük hayatta karşılaştıkları ve kimya bilgisinin faydalı olduğu durumları örneklendirmeleri istenebilir. Evlerinde kullandıkları kimyasal maddelerin özellikleri ve bunların kullanımı sırasında dikkat edilmesi gerekenler üzerine grup tartışması yapılabilir.

Hedeflenen öğrenci profili ve temel öğrenme yaklaşımları ile uyumlu öğrenme-öğretme yaşantılarının hayata geçirildiği uygulamaları ifade eder.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

Kimya biliminin günlük hayata katkıları hakkında öğrencilerin düşüncelerini paylaşmalarını teşvik etmek amacıyla toplumdaki bireylerin kimya bilgisine sahip olmasının sağlık ve çevre üzerindeki etkileri üzerine bir tartışma ortamı oluşturulabilir.

KİM.9.1.5

Elektronların atom orbitallerine yerleşimi ile atomun kararlılığı arasındaki ilişkiye dair tartışma ortamı oluşturulur (SDB2.1).

Akranlarından daha ileri düzeydeki öğrencilere genişletilmiş ve derinlemesine öğrenme fırsatları sunan, onların bilgi ve becerilerini geliştiren öğrenme-öğretme yaşantılarını ifade eder.

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme

Öğrenciler; evde kullanılan temizlik malzemelerinin, ilaçların ve diğer kimyasal maddelerin güvenli kullanımını teşvik etmek ve çevre dostu temizlik ürünlerinin üretimini desteklemek amacıyla bir bilinçlendirme kampanyası planlayabilir.

Öğrenme sürecinde daha fazla zaman ve tekrara ihtiyaç duyan öğrencilere ortam, içerik, süreç ve ürün bağlamında uyarlanmış öğrenme-öğretme yaşantılarını ifade eder.

Destekleme

Günlük hayatta kimyasal maddelerin yanlış kullanımını sonucu oluşan problemleri çözebilme becerisinin süreç bileşenleri gerçekleştirilirken öğrenciler için bileşenlerin takibini kolaylaştıracak dönütlerin sayısı artırılabilir.

Öğretmenin ve programın güçlü ve iyileştirilmesi gereken yönlerinin öğretmenlerin kendileri tarafından değerlendirilmesini ifade eder.

ÖĞRETİM YANSITMALARINI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



Öğrenme çıktısı numarası
Tema numarası
Sınıf seviyesi
Dersin kodu

Öğrenme sürecinde ele alınan güvenilir, dayanıklı ve geçerli bilgi kümesini temsil etmektedir.

Öğrenme çıktılarının değerlendirilmesi ile uygun ölçme ve değerlendirme araçlarını ifade eder.

Önceki öğrenme-öğretme süreçlerinden getirildiği kabul edilen bilgi ve becerileri ifade eder.

Mevcut bilgi ve beceriler ile edinilecek bilgi ve beceriler arasında bağlantı oluşturma sürecinin yanı sıra edinilecek bilgi ve beceriler ile günlük hayat deneyimleri arasında bağ kurmayı ifade eder.

Öğrenme profilleri bakımından farklılık gösteren öğrencilere yönelik zenginleştirme ve desteklemeye ilişkin çeşitli öğrenme-öğretme yaşantılarını ifade eder.

2. KİMYA DERSİ ÖĞRETİM PROGRAMI SINIF DÜZEYLERİNE AİT TEMALAR

9. SINIF TEMALARI

1. TEMA: ETKİLEŞİM

Bu tema, *Kimya Hayattır* ve *Atomdan Periyodik Tabloya* olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin kimya biliminin günlük hayata katkısına ilişkin çıkarım yapmaları, kimyasal maddelerin kullanımından kaynaklanan problemleri çözmeleri, atomun yapısı hakkında bilimsel çıkarımda bulunmaları, elektron dizilimi ile ilgili tahminlerde bulunmaları, periyodik tabloda yer bulma ile ilgili akıl yürütmeleri ve elementlerin periyodik özelliklerinin periyodik tablodaki değişimini çözümlayebilmeleri amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 22

**ALAN
BECERİLERİ**

FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme

**KAVRAMSAL
BECERİLER**

KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme

EĞİLİMLER

E1.1. Merak, E1.4. Kendine İnanma (Öz Yeterlilik), E2.2. Sorumluluk, E3.4. Gerçeği Arama, E3.7. Sistematiçlik, E3.10. Eleştirel Bakma

**PROGRAMLAR ARASI
BİLEŞENLER**

**Sosyal-Duygusal
Öğrenme Becerileri**

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB1.3. Kendine Uyarılama (Öz Yansıtma), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliğı, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.1. Uyum, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler

D3. Çalışkanlık, D5. Duyarlılık, D10. Mütevazılık, D12. Sabır, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı, D15. Sevgi, D16. Sorumluluk, D18. Temizlik, D19. Vatanseverlik

Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB5. Kültür Okuryazarlığı, OB6. Vatandaşlık Okuryazarlığı, OB7. Veri Okuryazarlığı

**DİSİPLİNLER ARASI
İLİŞKİLER**

Biyoloji, Fizik, Matematik

**BECERİLER ARASI
İLİŞKİLER**

KB2.7. Karşılaştırma, KB2.9. Genelleme, KB2.10. Çıkarım Yapma

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.9.1.1. Kimya biliminin günlük hayata katkısına ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme

- Evde kullanılan kimyasal ürünlerin niteliklerini gözlemleyebileceği ortamlar oluşturarak kimyasal ürünlerin niteliklerindeki farklılıkları ortaya çıkarır.*
- Kimyasal ürünlerin niteliklerindeki farklılıkları kimya bilimiyle ilişkilendirmek üzere topladığı veri ya da verileri kaydeder.*
- Topladığı veri ya da verileri yorumlayarak kimya biliminin günlük hayata katkısına ilişkin değerlendirme yapar.*

KİM.9.1.2. Farklı ortamlarda kimyasal maddelerin kullanımından kaynaklanan problemleri çözebilme

- Farklı ortamlarda kimyasal maddelerin kullanımından kaynaklanan problemleri yapılandırır.*
- Farklı ortamlarda kimyasal maddelerin kullanımına yönelik yapılandığı problemleri özetler.*
- Farklı ortamlarda kimyasal maddelerin kullanımına yönelik yapılandığı problemlerin çözümünü gözleme/mevcut bilgiye/veriye dayalı tahmin eder.*
- Kimyasal maddelerin kullanımına yönelik yapılandığı problemler hakkında kimyasal maddelerin kullanımı ve güvenlik konusu temelinde akıl yürütür.*
- Kimyasal maddelerin kullanımına yönelik yapılandığı problemlerin çözümüne ilişkin değerlendirmede bulunur.*

KİM.9.1.3. Atom teorilerindeki varsayımları kullanarak bilimsel bilginin değişebilirliğine ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme

- Atom teorilerinin gelişim sürecinde atomun yapısına ilişkin niteliklerin farkını ortaya koyar.*
- Elektron, proton ve nötronun yükü, kütlesi ve keşif tarihlerine ilişkin hazır veri seti kullanır.*
- Atom ve atom altı parçacıklar ile ilgili bilimsel verileri inceleyerek bilimsel bilginin değişebilirliğini değerlendirir.*

KİM.9.1.4. Atom orbitallerinin bağıl enerjilerine ilişkin bilimsel veriye dayalı tahminde bulunabilme

- Verilere dayalı olarak atom orbitallerinin bağıl enerjilerine ilişkin önermeler oluşturur.*
- Atom orbitallerinin bağıl enerjilerine ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.*
- Orbitallere ait bağıl enerji diyagramlarından elde ettiği verileri inceleyerek geçersiz çıkarımları ayıklar.*
- Atom orbitallerinin bağıl enerjilerine ilişkin geçerli tahminleri temelinde yargıya varır.*

KİM.9.1.5. Elektronların atom orbitallerine yerleşimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- Elektronların atom orbitallerine yerleşimine ilişkin örüntü bulur.*
- Bilimsel ilkelere ulaşmak için örüntülerden genellemeler yapar.*

KİM.9.1.6. Elementlerin periyodik tablodaki yerlerine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- Atomların elektron dizilişimiyle periyodik tablodaki yeri arasında bulunduğu örüntüyü yeni örnekler üzerinde dener.*
- Atomların periyodik tablodaki yerini belirlemede kullanılan kurallara ilişkin genelleme yapar.*

KİM.9.1.7. İyon oluşumuna ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- a) *Atomların elektron dizilimiyle iyonların elektron dizilimi arasında örüntü bulur.*
- b) *İyon oluşumuna ilişkin genelleme yapar.*

KİM.9.1.8. Elementlerin periyodik özelliklerinin periyodik tablodaki değişimini çözümleyebilme

- a) *Elementlerin periyodik özelliklerini etkileyen etmenleri belirler.*
- b) *Elementlerin periyodik özelliklerini etkileyen etmenler ile periyodik tablodaki değişimler arasındaki ilişkiyi belirler.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Kimya Hayattır: Günlük Hayatta Kimya, Kimyasal Maddelerin Kullanımı ve Güvenlik, Kimyanın Alt Disiplinleri, Kimya Alanında Kariyer Olanakları

Atomdan Periyodik Tabloya: Atom Teorileri (Bohr Atom Teorisi, Modern Atom Teorisi) ve Atomun Yapısı, Atom Orbitaleri ve Elektron Dizilimi, Periyodik Tabloda Yer Bulma, Periyodik Özellikler (Atom Yarıçapı, İyonlaşma Enerjisi ve Elektronegatiflik)

**Genellemeler/İlkeler/
Anahtar Kavramlar**

atom yarıçapı, absorpsiyon, Aufbau ilkesi, elektronegatiflik, emisyon, Hund kuralı, iyonlaşma enerjisi, izoelektronik, kimya bilimi, kimyasal madde, küresel simetri, orbital, Pauli dışlama ilkesi, valans elektron

**ÖĞRENME
KANITLARI
(Ölçme ve
Değerlendirme)**

Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında sınıf içi tartışma, çalışma yaprağı, performans görevi, kavram karikatürü, boşluk doldurma, zaman şeridi, yapılandırılmış grid ve etkinlik kâğıdı kullanılabilir.

Öğrencilerden performans görevi çerçevesinde kimyasal maddelerin özelliklerine ve günlük hayattaki kullanım alanlarının belirlenmesine yönelik haber yazısı yazmaları veya kamu spotu hazırlamaları istenebilir. Performans görevi "gözlem ortamı oluşturma, kimyasal maddelerin ya da ürünlerin niteliklerindeki farklılıkları ortaya çıkarma, bu nitelikleri kimya bilimi ile ilişkilendirme ve niteliklerin günlük hayata katkısını değerlendirme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

**ÖĞRENME-ÖĞRETME
YAŞANTILARI****Temel Kabuller**

Öğrencilerin madde ile ilgili konuların günlük hayattaki olaylar ile ilişkisini ve laboratuvarında kullanılan temel güvenlik uyarı işaretlerini bildikleri kabul edilmektedir.

Öğrencilerin modern atom teorisi dışındaki atom teorilerini, atom numarası, kütle numarası, proton, elektron, nötron ve çekirdek kavramları ile kinetik enerji ve potansiyel enerji kavramlarını bildikleri kabul edilmektedir. Atomların katman elektron dağılımı ile periyodik tabloda yer bulma, metal, ametal, yarı metal ve soy gazların periyodik tablodaki konumları ve özellikleri, iyon kavramı, elektrik yükleri arasındaki itme ve çekme kuvvetleri ile ilgili bilgilere sahip oldukları kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerden günlük hayatta karşılaştıkları ve kimya bilgisinin faydalı olduğu durumları örneklendirmeleri istenebilir. Evlerinde kullandıkları kimyasal maddelerin özellikleri ve bunların kullanımı sırasında dikkat edilmesi gerekenler ile ilgili grup tartışması yaptırılabilir. Öğrencilerden bir atom modeli çizmeleri ve atom altı parçacıklarını göstermeleri istenebilir. Öğrencilerden atom numarası 20'ye kadar olan elementlerin katman elektron dağılımını kullanarak periyodik tabloda yer bulmaları; metal, ametal, yarı metal ve soy gazların konumlarını periyodik tabloda göstermeleri istenebilir. Element sembolü ile birlikte verilen sayısal verileri kullanarak kütle numarasını; proton, nötron, elektron sayısını ve iyon yükünü belirlemeleri sağlanabilir.

Köprü Kurma Kimya biliminin günlük hayata katkıları hakkında öğrencilerin düşüncelerini paylaşmalarını teşvik etmek amacıyla toplumdaki bireylerin kimya bilgisine sahip olmasının sağlık ve çevre üzerindeki etkileri üzerine bir tartışma ortamı oluşturulabilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.9.1.1

Kimya alanında önemli projelerden biri olan İstanbul Kimya Teknoloji Merkezi (KTM) ve bunun gibi çalışmalar örnek verilerek kimya biliminin günlük hayata ve Türkiye ekonomisine katkısı vatanseverlik değeri kapsamında vurgulanabilir (D19.3, D19.4, OB6). Kimya biliminin günlük hayata katkısına ilişkin çıkarım yapabilmeleri için öğrencilere çeşitli ürünler (temizlik malzemeleri, mutfak gereç ve malzemeleri, öz bakım ürünleri, hazır gıdalar vb.) örnek olarak verilir. Öğrencilerden bu ürünlerin niteliklerini gözlemlenmeleri istenir. Öğrencilerin bu ürünlerin özelliklerini, ürünlerin yapıldığı materyallerin kimyasal özellikleri ile kullanım biçimleri arasındaki ilişkiyi incelemeleri sağlanır. Öğrencilere bu süreçte gözlemledikleri ürünlere ilişkin niteliklerin farkını belirtmeleri amacıyla sınıf içi tartışma yaptırılabilir. Öğrencilerden ürünlerin kimya bilimi ile ilişkisini ve insan sağlığına etkisini belirlemek üzere veri toplamaları istenir (OB7). Öğrencilerin doğru ve güvenilir bilgiyi ayırt etmeleri, güvenilir bilgiye ulaşma yollarını bilmeleri sağlanır (D3.3). Kimya biliminin günlük hayata katkılarına ilişkin toplanan verilerin sağlık ve ekoloji açısından yorumlanması ve değerlendirilmesi için öğrenciler yönlendirilir (OB1). Böylece öğrencilerin edindikleri bilgileri eleştirel bakış açısıyla değerlendirmeleri, kimyasal maddelerin zararlı etkilerine karşı önlem almalarının sağlık açısından önemini fark etmeleri sağlanabilir (D13.4). Ayrıca veri toplama sürecinde öğrencilerin kendilerini değerlendirmeleri ve süreci geliştirmek için neler yapabileceklerini belirlemeleri istenebilir (SDB1.2). Kimya biliminin tanımı yapılır. Kimya biliminin alt disiplinleri, ele alınan örneklerle ilişkilendirilerek kısaca tanıtılır (OB1). Kimya biliminin gelişen teknolojilerle bağlantısı kuru olarak öğrencilerde kariyer bilinci oluşturulur. Kariyer bilinci oluşturulmasında Aziz Sançar ve Oktay Sinanoğlu'nun çalışmaları örnek verilir. Türk-İslam âlimlerinin ve kimya bilimine katkı sağlayan bilim insanlarının çalışmalarına ilişkin okuma parçası verilerek öğrencilerin kimya bilimine katkıda bulunan âlimlerin ve bilim insanlarının değerini bilmesi, onları takdir etmesi ve onlara karşı vefalı olması sağlanabilir (D15.2, OB5). Öğrencilere sunulan çalışma yaprağı ile çeşitli kimyasal maddelerin özelliklerinin ve günlük hayattaki kullanım alanlarının belirlenmesi istenebilir.

Performans görevi olarak öğrencilerden kimyasal maddelerin özelliklerini ve günlük hayattaki kullanım alanlarını belirlemeleri veya kimyasal maddelerin toplum ve çevre sağlığına etkilerine yönelik haber yazısı yazmaları veya kamu spotu hazırlamaları istenebilir (D16.2, E1.4). Öğrencilerin kimya dersine yönelik duygu ve düşüncelerini ifade etmeleri, bu dersin oluşturduğu yeni durumları fark etmeleri sağlanabilir; bu süreci kolaylaştırmak için neler yapılabileceği üzerinde durulabilir (SDB3.1).

KİM.9.1.2

Kimyasal maddelerin kullanımı ve güvenlikle ilgili olarak Türk savaş gemilerini kimyasal, biyolojik, radyoaktif ve nükleer tehditlere karşı 7/24 koruma altına almak için geliştirilen Kimyasal, Biyolojik, Radyoaktif ve Nükleer (KBRN) Tespit ve Teşhis Sistemi Projesi ve bunun gibi çalışmalar örnek verilerek kimyasal maddelerin kullanımının önemine dikkat çekilebilir.

Böylece vatanseverlik değerine vurgu yapılabilir (**OB6, D19.1, D19.4**). Laboratuvarında kimyasal maddeler ile çalışırken karşılaşılabilecek tehlikeleri önlemek için kimyasal maddelerin kullanımında nelere dikkat edilmesi gerektiği ile ilgili derse hazırlık aşamasında öğrencilere sorular sorulabilir. Kimyasal maddelerin zararlı etkileri ile ilgili sağlıklı yaşam çerçevesinde tartışma yürütülebilir (**D13.4**). Günlük hayatta kimyasal maddelerin hatalı kullanımı sonucu oluşan, farklı ortamlardaki kazalara ilişkin gerçek ya da kurgu örnek olaylar verilebilir. Öğrencilerden kimyasal maddelerin hatalı kullanımıyla ilgili olası problemleri belirlemeleri istenir. Bu sayede öğrencilerin fikirlerini birbirlerine saygılı davranarak ifade etmeleri, olayları ve durumları çok yönlü bir bakış açısıyla değerlendirmeleri sağlanır (**SDB2.3, D14.1**). Belirledikleri problemlerin oluşma nedenleri tartışmaya açılır, öğrencilerden bu problemleri karşılaştırmaları ve genelleyerek özetlemeleri istenir (**E2.2, OB7**). Öğrencilerden probleme neden olan kimyasal maddeleri ve bu kimyasal maddelerin problemlere neden olabilecek tepkimelerini belirlemeleri istenebilir. Bu veriler temelinde söz konusu problemlerin veya kazaların önlenmesi için ne yapılması gerektiğine ilişkin öğrencilerden öneride bulunmaları beklenir (**OB7**). Bunun yanı sıra öğrencilerden günlük hayatlarında kimyasal maddelerin hatalı kullanımına ilişkin kendi davranışlarını, bunların olası sonuçlarını ve alabilecekleri önlemleri belirlemeleri istenebilir (**SDB1.3, SDB3.3**). Öğrencilerin kazaların önlenmesi konusunda çözüm odaklı düşünmeleri, ayrıca kimyasal maddelerin yanlış kullanımından kaynaklanan problemler hakkında *Kimyasal Maddelerin Kullanımı ve Güvenlik* konusu temelinde akıl yürütmeleri sağlanır. Bu sayede öğrencilerde çevre sorunlarına yol açabilecek davranışlarla ilgili farkındalık oluşturularak kimyasal maddelerin zararlı etkilerine karşı önlem alınması konusunda duyarlı davranmaları istenir (**D5.2, OB6**). Öğrencilerden laboratuvarında çalışma kuralları ve piktogramlar temelinde kimyasal maddelerin doğru şekilde kullanılmamasından kaynaklanan problemlerin çözümüne ilişkin değerlendirmede bulunmaları istenir (**E3.10, SDB2.2, SDB3.3, OB7**). Böylece öğrenciler, problemlere yaklaşırken olumlu bakış açısı sergileyerek çözüm odaklı düşünmeye yönlendirilir (**D12.1**). Bu bağlamda Türkiye Cumhuriyeti Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığının kimyasal maddelerin yönetimi ve güvenliği konusunda yaptığı düzenlemelere dikkat çekilerek öğrencilerde çevre temizliğine ve sürdürülebilirliğe karşı duyarlılık geliştirilmesi sağlanır (**D5.2, D18.3**). Boşluk doldurma soruları ile öğrencilerden sunulan piktogramların adlarını yazmaları istenebilir. Kavram karikatürleri verilebilir. Öğrencilerden kavram karikatürlerini inceleyerek karikatürlerde ortaya konulan durumların hangilerinde laboratuvar güvenlik kurallarına uyulmadığını belirlemeleri istenebilir.

KİM.9.1.3

Türkiye Enerji, Nükleer ve Maden Araştırma Kurumu (TENMAK) tarafından yürütülen, hızlandırıcı teknolojilerinin kullanıldığı atom veya atom altı düzeyde yapılan projeler örnek verilerek öğrencilerden ülkesinin kalkınmasını ve gelişmesini sağlayan milli projeleri tanıması beklenir (**OB6, D19.1, D19.4**). Öğrendikleri atom teorilerini kronolojik sıraya dikkat ederek sıralamaları ve atom teorilerinin varsayımlarını soru cevap tekniğiyle listelemeleri öğrencilerden istenir. Atom teorilerinin gelişim sürecinde atomun yapısına ilişkin niteliklerin farkını ortaya çıkarmaya ilişkin sorular sorulur. Böylece yeni bir atom modelinin gerekliliğine dikkat çekilir ve modern atom teorisine geçiş yapılır (**E1.1, OB7**). Modern atom teorisi işlenirken Heisenberg belirsizlik ilkesi ve orbital kavramı vurgulanır. Elektron, proton ve nötronun keşif süreçleri animasyon, video vb. araçlarla öğrencilere sunulabilir (**OB2**). Proton, nötron ve elektronun keşif tarihi, yükü, kütlesi hazır veri seti olarak verilerek atom altı parçacıkların keşfi ile atom teorilerinin ilişkilendirilmesi sağlanır. Tarihsel süreçte atomun yapısındaki en küçük tanecikler hakkında ortaya konulan görüşler, bilginin değişebilirliği ile ilişkilendirilerek değerlendirilir (**OB4**). Böylece öğrencilerin çeşitli fikir, argüman ve yeni bilgilere açık olması sağlanır (**D3.3**). Dalton, Thomson ve Rutherford atom modellerini içeren elektronik içerik sunulur. Atomun temel tanecikleri açıklanır. Bohr atom teorisi ve bu teorinin eksiklikleri hakkında bilgi verilerek modern atom teorisi ile Bohr atom teorisi ilişkilendirilir. Öğrencilerden farklı atom teorilerini bir zaman şeridi üzerinde göstermeleri ve atom altı parçacıkların keşfine ilişkin değişen bilgileri listelemeleri istenebilir (**E3.7**).

KİM.9.1.4

Öğrencilere orbital türleri bilgisi verilir. Öğrenciler, etkinlik kâğıdında karışık olarak verilen atom orbitallerinin bağıl enerjileriyle ilgili önermeler oluşturmaları için yönlendirilir. Önerme oluştururken öğrencilerden konuyla ilgili hangi ön bilgilerinin kullanacaklarını belirlemeleri de istenebilir (**SDB1.1**). Veriye dayalı olan ve olmayan önermeler, öğrenciler tarafından karşılaştırılır. Bu sayede olay ve durumların çok yönlü bakış açısıyla değerlendirilmesi, olay ve durumlar karşısında değişik bakış açılarının olabileceğinin fark edilmesi sağlanır (**SDB2.1, D10.3, D14.1**). Öğrencilerin orbital türleri ve bağıl enerji düzeylerini gösteren diyagramı kullanarak geçersiz çıkarımları ayıklamaları ve geçerli tahminleri üzerinden atom orbitallerinin bağıl enerjilerine ilişkin yargıya varmaları sağlanır (**KB2.10, OB7**). Etkinlik kâğıtları "öğrencilerin önerme oluşturabilmesi, önermelerin veriye dayalı olup olmadığını ayırtabilmesi, geçersiz çıkarımları ayıklayabilmesi ve bir yargıya varabilmesi" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Etkinlik kâğıtlarında öğrencilerin etkinlikteki öğrenme sürecini ve kendilerinde geliştirebilecekleri yönleri belirlemeleri istenebilir (**SDB1.2**). Öğrencilerden çalışma yaprağında karmaşık bir liste hâlinde verilen orbital türlerini bağıl enerjilerine göre sıralamaları istenebilir.

KİM.9.1.5

Elektronların atom orbitallerine yerleşimi ile atomun kararlılığı arasındaki ilişkiye dair tartışma ortamı oluşturulur (**SDB2.1**). Öğrencilerin elektronların atom orbitallerine dizilim ilkelerine ulaşmasını sağlamak için farklı atomlara ait elektron dizilimleri, orbital şemalarıyla birlikte örnek olarak verilir. Elektron dizilim ilkelerine ilişkin sorular sorularak elementlerin elektron dizilimindeki örüntüyü öğrencilerin belirlemeleri sağlanır. Örüntülerden genellemeler yaptırılarak Aufbau ilkesi, Pauli dışlama ilkesi ve Hund kuralına ulaşılması sağlanır (**OB7**). Valans elektron kavramı açıklanır. Küresel simetri özelliği gösteren atomların elektron dizilimi ile atomların kararlılığı arasında ilişki kurulur (**KB2.9**). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen farklı atomların elektron dizilimlerini Aufbau ilkesi, Pauli dışlama ilkesi ve Hund kuralına göre yazmaları istenebilir. Atom orbitallerinin ve elektron diziliminin renklerin algılanmasından elektronik cihazların işleyişine, ilaç geliştirmeden yenilenebilir enerji teknolojilerine kadar günlük hayatın birçok yönü ile nasıl bütünleştiğini gösteren örnekler verilebilir.

KİM.9.1.6

Periyodik tablodaki grupların harf ve sayı (1A, 2B gibi) kullanılarak ya da IUPAC sistemine göre numaralar (1. grup, 18. grup gibi) verilerek adlandırılabilceği bilgisi verilir. Katman elektron dağılımının ilk 36 element için uygulanabilirliğine dair sorular sorulabilir. Öğrencilerin elementlerin periyodik tabloda yerlerinin belirlenmesine ilişkin kurallarla ilgili akıl yürütebilmelerini sağlayacak örnekler etkinlik kâğıdında yer alır. Elementlerin elektron dizilimi ve periyodik tablodaki yer bilgisi örneklerde verilir. Öğrencilerden örnekleri inceleyerek atomların elektron dizilimi ile periyodik tablodaki yerleri arasındaki ilişkiyi açıklamaları istenir. Bu açıklamalar doğrultusunda verilen örnekleri kullanarak öğrencilerin periyodik tabloda yer bulma kurallarına ilişkin örüntü bulmaları sağlanır (**E3.4, OB1**). Öğrencilerden buldukları örüntüyü A ve B grubu elementlerini içeren yeni örnekler üzerinde denemeleri istenir. Öğrenciler, elementlerin periyodik tablodaki yerlerini belirleyen kurallara ilişkin genelleme yapmaları için yönlendirilir. Elementlerin periyodik tablodaki yerlerini belirleyen bilimsel kurallar verilir. Öğrencilerden yaptıkları genellemeleri bilimsel kurallar ile karşılaştırmaları istenir (**OB1**). Elementlerin elektron dizilimleri, periyodik tabloda yer aldığı blok ile ilişkilendirilir. Periyodik tablo üzerinde d ve f blokları (lantanit ve aktinit) ile 1A, 2A, 3A, 7A ve 8A gruplarının özel adları ve bu grupların genel özellikleri verilir. Yapılandırılmış grid aracılığı ile öğrencilerden atomların periyodik tablo bilgilerini belirlemeleri istenebilir. Ayrıca etkinlik kâğıtları "örüntü oluşturabilme, örüntüleri yeni örnekler üzerinde deneyebilme, örüntüleri genelleyebilme ve genellemeleri verilen kurallarla karşılaştırabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen veya öğrenci tarafından değerlendirilebilir (**SDB 1.2**).

KİM.9.1.7

Öğrencilere katyon ve anyon oluşumunda son katmandaki elektronların etkililiği ile ilgili sorular sorulabilir. Elementlere (ilk 20 element) ait atomların elektron dizilimi kullanılarak valans elektronlarına göre oluşturulan katyon ve anyonların elektron dizilimleri hazır veri seti ile sunulur (**OB7**). Hazır veri seti kullanılarak katyon ve anyon oluşumuna ilişkin sorularla öğrencilerin örüntü bulması sağlanır. Öğrenciler, belirlenen örüntülerden yola çıkarak katyon ve anyon oluşumuna ilişkin genelleme yapmaları için yönlendirilir (**OB1**). İzoelektronik taneciklere ilişkin örnekler verilerek öğrencilerin izoelektronik kavramını tanımlamaları sağlanır (**KB2.7, SDB2.1, OB1**). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen atomların elektron dizilimlerini yazarak iyon oluşum sürecinde elektronların hangi orbital-lerden verileceği veya hangi orbitallere alınacağını belirlemeleri istenebilir.

KİM.9.1.8

Atom yarıçapı kavramı tanımlanır. Öğrencilerden A grubu elementlerinin atom yarıçaplarına ilişkin verileri kullanarak periyodik tablonun aynı periyot veya grubunda atom yarıçapındaki (2 veya 3. periyot) değişim eğilimini ve bu eğilime neden olan etmenleri belirlemeleri istenir. Aynı gruptaki atom yarıçaplarının değişimi enerji seviyeleriyle, aynı periyottaki atom yarıçaplarının değişimi ise proton-elektron sayısındaki değişimle ilişkilendirilir (**OB7**). Öğrencilerden çalışma yaprağında atom numaraları verilen farklı atomların yarıçaplarını periyodik tablodaki konumları ile ilişkilendirerek sıralaması istenir. Geometrik cisimlerdeki yarıçap sabit bir uzaklık olarak düşünülürken atom yarıçapının çeşitli faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ve net bir ölçümünün yapılamadığı düşüncesi oluşturulur. Öğrencilerin izoelektronik taneciklerin atom veya iyon yarıçaplarındaki farklılıkların çekirdek yükü ve elektron-elektron itme etkileşimlerinden kaynaklandığını fark etmeleri sağlanır (**OB7**).

İyonlaşma enerjisi kavramı tanımlanır. Öğrencilerden A grubu elementlerinin 1. iyonlaşma enerjisi, atom numarası ve atom yarıçapına ilişkin verileri kullanarak periyodik tablonun aynı periyot (2 veya 3. periyot) veya grubunda 1. iyonlaşma enerjilerinin değişimini ve bu değişime neden olan etmenleri belirlemeleri istenir. Öğrenciler, bir periyot veya grup boyunca atom yarıçapı ve iyonlaşma enerjisi arasındaki ilişkinin geçerliliğini sorgulamak üzere yönlendirilir. Aynı periyotta bazı atomların iyonlaşma enerjisinin değişimindeki düzensizliğin nedeninin küresel simetri kavramı ile ilişkilendirilmesi sağlanır (**OB7**). A grubu elementlerine ait ardışık iyonlaşma enerjileri bilgisi verilerek kararlı iyon oluşumu ve valans elektron sayısı ilişkisinin belirlenmesi sağlanır. Öğrencilerden çalışma yaprağında atom numaraları verilen farklı atomların iyonlaşma enerjilerini periyodik tablodaki konumu ile ilişkilendirerek sıralamaları istenebilir.

Elektronegatiflik tanımı verilerek bu tanımın göreceli bir kavram olduğu belirtilir. Elektronegatifliğin moleküllerin bazı özelliklerinin (polarlık, apolarlık) anlaşılmasında önemli bir kavram olduğu vurgulanır. Periyodik tabloda elementlerin (ilk 20 element) Pauling ölçeğinde elektronegatiflik değerleri verilir. Öğrenciler, verilen elektronegatiflik değerleri üzerinden periyodik tabloda periyot ve gruplardaki değişim eğilimini, bu eğilime neden olan etmenleri belirlemeleri için yönlendirilir. Bu öğretim sürecinde öğrencilerin periyodik tabloda gözlenen elektronegatiflik değişimlerini atom yarıçapı ile ilişkilendirmeleri sağlanır (**OB7**). Öğrencilerden çalışma yaprağında atom numaraları verilen farklı atomların elektronegatiflik değerlerini periyodik tablodaki konumu ile ilişkilendirerek sıralamaları istenebilir. Ayrıca çalışma yaprağındaki farklı atom numaralarına sahip elementlerin elektronegatiflik değerlerini bu elementlerin periyodik tablodaki konumlarına göre analiz ederek sıralamaları istenebilir.

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme

Öğrenciler; evde kullanılan temizlik malzemelerinin, ilaçların ve diğer kimyasal maddelerin güvenli kullanımına dikkat çekmek ve çevre dostu temizlik ürünlerinin üretimini desteklemek amacıyla bir bilinçlendirme kampanyası planlayabilir. Bu bağlamda broşürler, posterler, kamu spotu veya sosyal medya içerikleri hazırlayarak halkı kimyasal ürünlerin güvenli kullanımı konusunda bilgilendirebilirler. Ayrıca evde çevre dostu temizlik ürünlerinin nasıl üretileceğini gösteren rehberler oluşturabilirler. Öğrencilerden günlük hayatta kullandıkları gıda ürünlerinde bulunan gıda boyalarını, antioksidanları veya koruyucuları tespit etmeleri amacıyla kimyasal analizler gerçekleştirmeleri istenebilir. Öğrenciler; bu analizlerin her birini adım adım açıkladıkları, kullandıkları yöntemleri ve cihazları ayrıntılı olarak belirttikleri, analiz sonuçlarını detaylıca yorumladıkları bir rapor hazırlamaları için yönlendirilebilir. Öğrenciler, bulgularını arkadaşları ve yakın çevreleri ile paylaşmaları için teşvik edilebilir. Öğrencilerden gıda güvenliği ile ilgili önerilerde bulunmaları istenebilir.

Öğrencilere kimyasal ürünlerin yanlış kullanımına ilişkin çevresel etki analizi yaptırılabilir. Öğrencilerden analizlerinden elde ettikleri verilerden hareketle kimyasal ürünlerin hatalı kullanımı sonucu oluşacak çevresel etkileri en aza indirmek için çözüm önerileri sunmaları istenebilir. Öğrenme çıktısında işletilen bilimsel çıkarım becerisine ek olarak yeni örnekler üst düzey becerilerden olan karar verme becerisi temelinde de ele alınabilir. Bu beceri temelinde öğrencilerin kimya biliminin sağlık, çevre, ekonomi ve kimyasal kirlilik açısından katkılarının neler olduğuna; hangi mesleğe daha fazla katkı sağladığına karar vermeleri ve bu katkılardan birine yönelik kısa, bilgilendirici bir konuşma hazırlayarak arkadaşlarına sunmaları sağlanabilir.

Öğrencilerden deşarj sularının temizlenmesine yönelik tasarımlar ortaya koymaları istenebilir. Bu amaçla öğrencilere STEM basamaklarını uygulayabilecekleri bir etkinlik yaptırılabilir. Öğrencilerden çevrelerinde evsel, tarımsal ya da endüstriyel atıkların etkisiyle kirlenen suları belirlemeleri istenebilir. Öğrenciler, deşarj sularının temizlenmesine ilişkin problemi tanımlayabilir. Öğrenciler grup çalışması ile problemin çözüm yollarını araştırabilir. Problemin çözümüne dair ürün ya da tasarım geliştirebilir. Öğrencilerden tasarımları için kullanacakları materyalleri belirlemeleri istenebilir. Ortaya çıkan ürün prototiplerini test etmeleri ve başarılı olan prototiplerini sunmaları için öğrencilerden bilgi görseli hazırlamaları istenebilir.

Öğrencilerin bir kimya işletmesinin iş güvenliği önlemlerini incelemeleri için bir saha ziyareti düzenlenebilir. Öğrenciler; bu ziyaret sırasında kimyasal depolama, kimyasal atıkların imhası ve çalışanların kişisel koruyucu ekipman kullanımı gibi konuları araştırarak güvenlik raporu hazırlayabilirler.

Kimya biliminin farklı mesleki hayatları kolaylaştırması temelinde öğrencilerden gruplar hâlinde çalışmalarını ve bir mesleği seçerek kimya biliminin ilgili mesleğe olan katkılarını ilişkin bir tanıtım broşürü hazırlamaları istenebilir. Kimya biliminin günlük hayata katkıları kapsamında öğrencilerin çeşitli mesleklerdeki alan uzmanları, kimyagerler, kimya mühendisleri vb. ile görüşmeler yapmaları sağlanabilir. Bu görüşmelerden sentezledikleri bilgiler ışığında öğrenciler, kimya biliminin günlük hayatı kolaylaştırmasına ilişkin yenilikçi çözüm önerileri sunma konusunda teşvik edilebilir. Aynı amaçla öğrencilere kimya biliminin mesleklere olan katkılarını yönelik bir kamu spotu hazırlatılabilir.

*Öğrenciler, atom modellerini kronolojik bir sıra ile gösteren ve açıklayan eğitici bir mobil uygulama veya web tabanlı bir simülasyon geliştirme projesini detaylı bir şekilde planlayabilir. Bu projenin aşamalarını belirlerken projeye hangi atom modellerinin dâhil edileceği ve bu modellerin nasıl görselleştirileceği kararını verebilirler. Ayrıca kullanıcıların etkileşimli olarak bu modelleri keşfetmelerini sağlayacak özellikleri tanımlayabilirler.

Öğrenciler; periyodik tablodan seçtikleri bir elementin tarihçesini, fiziksel ve kimyasal özelliklerini, kullanım alanlarını ve önemli kimyasal bileşiklerini ayrıntılı bir şekilde araştırarak bilgi toplayabilir. Bu projenin sonunda hazırladıkları etkileyici poster veya etkileşimli

sunumda elementin atom yapısından elektron dizilimine, kimyasal tepkimelerinden endüstriyel kullanımına kadar tüm yönlerini derinlemesine sunabilirler.

*Öğrencilerden kuantum atom modelini, Schrödinger denklemini ve orbital şekillerinin ilişkisini araştırmaları; web tasarım araçlarını kullanarak orbitallerin şekli ve uzaysal yönelimleri ile ilgili bilgi görseli/animasyon/sunu hazırlamaları istenebilir.

Destekleme Günlük hayatta kimyasal maddelerin yanlış kullanımı sonucu oluşan problemleri çöze-bilme becerisinin süreç bileşenleri gerçekleştirilirken öğrenciler için bileşenlerin takibini kolaylaştıracak dönütlerin sayısı artırılabilir. Problem çözme becerisi yerine kavramsal becerilerden tümevarımsal akıl yürütme becerisi tercih edilebilir. Öğrencilerin bilgiyi yeni-den düzenleme, önceki bilgilerle birleştirme ve işleme süreçlerini kolaylaştırmak amacıyla atom teorileri ile ilgili görsel materyaller kullanılıp konunun daha iyi anlaşılması ve hatırlan-ması sağlanabilir. Gördükleri şekilleri algılama ve hatırlama güçlüğü çeken öğrenciler için bilgi kartları kullanılabilir. Atom teorileri, atom orbitalleri, periyodik özellikler konularında karşılaştırma becerisi işletilebilir. Bu becerinin kazandırılması sürecinde benzerlik ve fark-lılıkları belirlemeye yönelik sorular sorulabilir, öğrencilerin bilgileri daha kolay öğrenmesi ve genellemesi sağlanabilir. Öğrencilerin cevaplarına olumlu dönütler verilerek öz güven-lerinin artması sağlanabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



2. TEMA: ÇEŞİTLİLİK

Bu tema, *Etkileşimler* ve *Etkileşimden Maddeye* olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin metalik bağın oluşumuna yönelik akıl yürütmeleri, iyonik ve kovalent bağ oluşum sürecine ilişkin gözleme dayalı tahminde bulunmaları, moleküllerin Lewis nokta yapısına ilişkin çıkarım yapmaları, molekülleri polar ya da apolar olarak sınıflandırmaları, bileşiklerin adlandırma kurallarına ilişkin akıl yürütmeleri, moleküller arası etkileşimleri sınıflandırmaları, etkileşimlerin katıların özellikleri üzerine etkisine ilişkin çıkarım yapmaları, sıvıların özellikleri ve bu özellikleri etkileyen faktörlere ilişkin kanıt kullanmaları, hipotez oluşturmaları, bilimsel gözlem yapmaları, çıkarımda bulunmaları ve bilimsel sorgulama yapmaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 38

ALAN BECERİLERİ

FBAB1. Bilimsel Gözlem, FBAB2. Sınıflandırma, FBAB3. Bilimsel Gözleme Dayalı Tahmin, FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, FBAB12. Kanıt Kullanma, FBAB13. Bilimsel Sorgulama

KAVRAMSAL BECERİLER

KB2.10. Çıkarım Yapma, KB2.16. Muhakeme (Akıl Yürütme) (KB2.16.2. Tümdengelimsel Akıl Yürütme)

EĞİLİMLER

E1.1. Merak, E1.4. Kendine İnanma (Öz Yeterlilik), E1.5. Kendine Güvenme (Öz Güven), E2.2. Sorumluluk, E3.2. Odaklanma, E3.7. Sistematiçlik, E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal

Öğrenme Becerileri

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB1.3. Kendine Uyarılama (Öz Yansıtma), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliğı, SDB2.3. Sosyal Farkındalık

Değerler

D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D6. Dürüstlük, D7. Estetik, D8. Mahremiyet, D11. Özgürlük, D14. Saygı, D16. Sorumluluk, D19. Vatanseverlik

Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB7. Veri Okuryazarlığı

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER

Biyoloji, Coğrafya, Fizik, Matematik

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER

KB2.2. Gözlemeleme, KB2.9. Genelleme, KB2.14. Yorumlama

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.9.2.1. Metalik bağın oluşumuna yönelik tümevarımsal akıl yürütebilme

- Pozitif yüklü metal iyonları ile negatif yüklü elektron denizi arasında örüntü oluşturur.
- Metalik bağın oluşumuna ilişkin genelleme yapar.

KİM.9.2.2. İyonik bağın oluşumunu bilimsel gözleme dayalı tahmin edebilme

- Metal ve ametallerden oluşan katyonlar ve anyonlar arasındaki elektrostatik etkileşim sürecine ilişkin gözlem temelinde önermeler oluşturur.
- Katyonlar ve anyonlar arasındaki etkileşim sürecine ilişkin gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
- Katyonlar ve anyonlar arasındaki etkileşim sürecine ilişkin tahminlerini temellendirmek için gözlem verilerinden sonuç çıkarır.
- Katyonlar ve anyonlar arasındaki etkileşim süreci ile ilgili gözlemlenmemiş durumlara ilişkin tahminde bulunur.
- Katyonlar ve anyonlar arasındaki etkileşimle ilgili tahminlerinin geçerliliğini sorgular.

KİM.9.2.3. Kovalent bağ oluşumunu bilimsel gözleme dayalı tahmin edebilme

- Bağ yapan ametal atomlarının çekirdekleri ve ortak kullanılan elektronlar arasındaki elektrostatik etkileşim sürecine ilişkin gözlem temelinde önermeler oluşturur.
- Gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
- Ametal atomları arasındaki etkileşim sürecine ilişkin tahminlerini temellendirmek için gözlem verilerinden sonuç çıkarır.
- Ametal atomları arasındaki etkileşimler ile ilgili gözlemlenmemiş durumlara ilişkin tahminde bulunur.
- Tahminlerinin geçerliliğini sorgular.

KİM.9.2.4. Moleküllerin Lewis nokta yapısına ilişkin çıkarımda bulunabilme

- Moleküllerin Lewis nokta yapısına ilişkin varsayımda bulunur.
- Lewis nokta yapısını kullanarak moleküllerin yapısına ilişkin örüntüler oluşturur.
- Oluşturduğu örüntüleri kullanarak farklı moleküllerin yapılarını karşılaştırır.
- Lewis nokta yapısının oluşturulmasına ilişkin önermeler sunar.
- Önermelerini farklı moleküllerin Lewis nokta yapılarını kullanarak değerlendirir.

KİM.9.2.5. Molekülleri polar ya da apolar olarak sınıflandırabilme

- Moleküllerin polarlığını belirlemek için ölçütler (elektronegatiflik farkı ve merkez atomdaki ortaklanmamış elektron çifti) oluşturur.
- Elektronegatiflik farkının ve elektron çifti itmesinin etkisiyle oluşan molekül yapılarını ayırıştırır.
- Molekülleri dipol momentine göre gruplandırır.
- Molekülleri polar ya da apolar olarak adlandırır.

KİM.9.2.6. Bileşikler adlandırma kurallarına ilişkin tümdengelimsel akıl yürütebilme

- İyonik ve kovalent bağlı bileşikler oluşturulan atom veya iyonları belirler.
- İyonik ve kovalent bağlı bileşikler oluşturulan atomların veya iyonların adları ile bileşiklerin adları arasında ilişki kurar.
- İyonik ve kovalent bağlı bileşiklerin adlandırma kurallarına ilişkin genelleme yapar.

KİM.9.2.7. Moleküller arası etkileşimleri sınıflandırabilme

- Moleküller arası etkileşimlerin sınıflandırılmasına ilişkin ölçütler (atom, iyon, polar molekül ve apolar molekül) belirler.*
- Belirlediği ölçütler doğrultusunda aynı ya da farklı kimyasal türler arasında oluşan moleküller arası etkileşimleri ayırıştırır.*
- Moleküller arası etkileşimleri gruplandırır.*
- Oluşturduğu grupları adlandırıp bilimsel karşılığıyla kıyaslar.*

KİM.9.2.8. Etkileşimlerin katıların özellikleri üzerindeki etkilerine ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme

- Aynı ya da farklı etkileşimlere sahip katılara ilişkin niteliklerin farkını ortaya koyar.*
- Etkileşimlerle katılar arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere gözlem verilerini veya hazır veri setini kullanır.*
- Çıkarımlarını bilim insanlarının çıkarımları ile karşılaştırır.*

KİM.9.2.9. Sıvıların buhar basıncını etkileyen faktörlere ilişkin hipotez oluşturabilme

- Buhar basıncını etkileyebilecek faktörleri belirlemek amacıyla sorular oluşturur.*
- Belirlediği faktörlerin buhar basıncına etkilerini neden-sonuç ilişkileri kurarak belirtir.*
- Belirlediği faktörlerin buhar basıncına etkilerini araştırabilmek için bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirler.*
- Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere denemeler yapar.*
- Sıvıların buhar basıncını etkileyen faktörleri belirlemek için sunduğu önermeleri bilimsel kuramlar ile destekler.*

KİM.9.2.10. Sıvıların kaynama sıcaklığını etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik kanıt kullanabilme

- Sıvıların kaynama sıcaklığını etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik ölçütler (moleküller arası etkileşimin türü ve açık hava basıncı) belirler.*
- Gözlem veya hazır veri setinden seçtiği verileri değişkenler arası ilişkileri belirleyecek şekilde düzenler.*
- Kaynama sıcaklığını etkileyen faktörlere yönelik iddialarını kanıtlara dayalı açıklar.*

KİM.9.2.11. Sıvıların viskozitesini etkileyen faktörlere ilişkin bilimsel gözlem yapabilme

- Sıvıların viskozitesine ilişkin niteliklerin farkını ortaya koyar.*
- Belirlediği nitelikler ile sıvıların viskozitesi arasındaki ilişkiyi tespit etmek üzere veriler toplayarak bu verileri kaydeder.*
- Sıvılar hakkında elde ettiği benzer verilerden hareketle keşfettiği örüntüleri açıklar.*

KİM.9.2.12. Adezyon ve kohezyon kuvvetlerinin sıvıların özellikleri üzerindeki etkilerine ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme

- Aynı ya da farklı etkileşimlere sahip sıvıların özellikleri ile ilgili farkları ortaya koyar.*
- Etkileşimler ile sıvıların özellikleri arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere gözlem verilerini ve hazır veri setini kullanır.*
- Çıkarımlarını bilim insanlarının çıkarımları ile karşılaştırır.*

KİM.9.2.13. Sıvıların yüzey gerilimini etkileyen faktörlere ilişkin bilimsel sorgulama yapabilme

- Sıvıların yüzey gerilimini etkileyen faktörlere ilişkin araştırılabilir sorular oluşturur.*
- Araştırma sorularını cevaplamak üzere moleküller arası etkileşimlere ilişkin teorileri kullanarak önermeler sunar.*
- Sıvıların yüzey gerilimini etkileyen faktörleri belirlemeye yönelik planladığı araştırmayı uygular.*
- Araştırmadan elde ettiği verileri yorumlar.*
- Sıvıların yüzey gerilimini etkileyen faktörlere ilişkin ulaştığı sonuçları bilimsel bilgilerle karşılaştırır.*
- Günlük hayatta yüzey geriliminden kaynaklanan problemlerin çözüm sürecini bilimsel bilgilerle ilişkilendirir.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ **Etkileşimler:** Metalik Bağ, İyonik Bağ, Kovalent Bağ, Lewis Nokta Yapısı, Molekül Polarlığı ve Apolarlığı, Bileşiklerin Adlandırılması

Etkileşimden Maddeye: Moleküller Arası Etkileşimler, Katılar ve Özellikleri (Amorf ve Kristal Katılar), Sıvılar ve Özellikleri (Kaynama Sıcaklığı ve Buhar Basıncı, Viskozite, Adezyon ve Kohezyon Kuvvetleri, Yüzey Gerilimi)

Genellemeler/İlkeler/ Anahtar Kavramlar adezyon kuvveti, akışkanlık, amorf katı, apolar kovalent, apolar molekül, buhar basıncı, dipol, dipol-dipol etkileşimi, dipol moment, hidrojen bağı, indüklenmiş dipol, iyonik bağ, iyonik katı, kaynama noktası, kılcallık (kapiler etki), kohezyon kuvveti, kovalent bağ, kristal katı, London kuvveti, metalik bağ, metalik katı, moleküler katı, polar kovalent, polar molekül, van der Waals etkileşimi, viskozite, yüzey gerilimi

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme) Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında kavram karikatürü, etkinlik kâğıdı, performans görevi, yansıtma notu, sınıf içi tartışma, yapılandırılmış grid, çalışma yaprağı, tarsia yapboz, deney raporu, boşluk doldurma; akran değerlendirme, grup değerlendirme ve öz değerlendirme formları kullanılabilir.

Öğrenciler performans görevi çerçevesinde sıvıların viskozitesi ile moleküller arası etkileşimlerin neden-sonuç ilişkisini ortaya koyacakları bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Performans görevi "öğrencilerin moleküller arası etkileşimlerin ve sıcaklığın sıvıların viskozitesine etkisinin belirlenmesi sürecinde sıvıların viskozitesine ilişkin niteliklerin farkını ortaya koyması, topladığı verileri kaydetmesi ve benzer veriler üzerinden keşfettiği örüntüleri açıklaması" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin maddenin tanecikli modelini ve taneciklerin elektrik yükleri arasında itme ve çekme kuvvetleri ile bir arada durduğunu; bazı bileşiklerin yaygın adlarını, katı ve sıvıların temel özelliklerini, kavramsal olarak kaynama ve buharlaşma olaylarını bildikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilere metallerin fiziksel özelliklerine ve bileşiklerin oluşumuna ilişkin sorular sorulabilir. Öğrencilerden fen bilimleri dersinde öğrendikleri bazı yaygın bileşiklerin adları ile formüllerini eşleştirmeleri istenebilir. Öğrenciler, maddenin katı ve sıvı hâlini alt mikro seviyede modelleyerek katı ve sıvıların özelliklerini listelemeleri için yönlendirilebilir.

Köprü Kurma Günlük hayatta sıkça karşılaşılan metal içerikli malzemelerin, tuz gibi kristal katıların, su gibi kovalent bağlı moleküler maddelerin yapısal özellikleri ile ilgili tartışma ortamı oluşturulabilir. Yağmurluk gibi bazı giysi ve eşyalar ıslanmaz iken bazı malzemelerin neden ıslandığı, su damlalarının bir yaprağın üzerinde neden bir küre oluşturduğu, böceklerin su üzerinde batmadan nasıl durabildiği, balın kavanozdan neden yavaş aktığı, bitkilerin köklerinden yapraklarına kadar nasıl su taşıdığı gibi sorular sorulabilir. Böylece günlük hayattan endüstriyel uygulamalara kadar birçok alanda uygulama alanı bulan sıvı davranışlarının önemli sonuçlarının tanecikler arası etkileşim kuvvetleri ile ilişkili olduğuna dikkat çekilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.9.2.1

Metalik bağ kavramına ilişkin etkinliğe başlamadan önce öğrencilerden bağların oluşumunu gösteren model oluşturmaları istenir. Bu bağlamda öğrencilerin iki hidrojen atomu arasındaki itme ve çekme kuvvetlerini temsil eden bir modeli elektrostatik çekim kuvvetleri ile ilişkilendirerek çizmeleri sağlanır (OB1). Öğrencilerden bireysel modellemelerini bilimsel gösterim ile karşılaştırmaları istenir (D3.3). İki atom birbirine yaklaşırken aralarında oluşan itme ve çekme kuvvetlerinin nasıl değiştiği açıklanır. İki atom arasında bağ oluşabilmesi için net kuvvetin büyüklüğünün sıfır olması gerektiği ifade edilir.

Valans elektron sayısı farklı olan metallerin metalik bağ gösterimleri verilir. Öğrencilerden atomlar arası elektrostatik etkileşimleri değerlendirmeleri ve metalik bağın doğasına ilişkin genel bir örüntü bulmaları istenir. Valans elektron sayıları değişse de atomları bir arada tutan elektrostatik etkileşimlerin pozitif iyonlar ile serbest valans elektronları arasında olduğunu fark etmelerini sağlayacak sondaj soruları sorulur. Soru cevap yöntemiyle öğrencilerin etkili iletişim kurmaları, olay ve durumları çok yönlü bakış açısıyla değerlendirmeleri sağlanır (SDB2.1, D4.2, D14.1, E1.4, E3.2, E3.10). Öğrenciler metalik bağın oluşumuna ilişkin genellemeye ulaştırdıktan sonra metalik bağın tanımının yapılması sağlanır. Serbest valans elektron sayısı ve pozitif iyon yükü ile metalik bağın kuvveti arasındaki ilişkiye vurgu yapılır (KB2.9). Bu bağlamda kavram karikatürleri verilerek öğrencilerin bu karikatürleri incelemeleri sağlanabilir. Öğrencilerden kavram karikatürlerinde metalik bağ oluşumu ile ilgili kavram yanlışlığı içeren karakterleri belirlemeleri ve belirledikleri yanlışlığı düzeltmeleri istenebilir (OB4).

KİM.9.2.2

Öğrencilere deney videosu izletilerek metal ve ametal elementleri arasında gerçekleşen tepkime sürecinin gözlemlenmesi sağlanır. Öğrencilerden gözlemlerinden hareketle atomlardan katyon ve anyon oluşum sürecini sorgulamaları (OB2, OB4), iyonların elektrostatik etkileşimleri ile ilgili önermeler oluşturmaları ve oluşturdukları önermeleri etkinlik kâğıdında listelemeleri istenir. Öğrencilerden tepkime sürecinde gerçekleşen etkileşimlere ilişkin önermelerini iletişim becerilerini kullanarak paylaşmaları istenir (SDB2.1, D14.1). Öğrencilere önermelerinin tepkime sürecindeki hangi gözleme dayandığı sorulur. Öğrencilerin gözleme dayalı olan ve olmayan önermelerini karşılaştırmaları sağlanır (OB7). Öğrenciler, tahminlerini ön bilgileri ve gözlemleri ışığında temellendirir; bu sayede öğrencilerin açıklama yapmalarına, çıkarımda bulunmalarına fırsat verilir. Araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın önemine vurgu yapılarak çalışkanlık değeri desteklenir (SDB1.1, D3.3). Öğrencilere iyonik bağ oluşumuna ilişkin açıklamalarını derinleştirmeleri ve belli kavramlarla ilişkilendirmeleri (örneğin iyonlaşma enerjisi) için sorular yöneltilir. Öğrenciler, daha sonra deney videosunu izleyerek farklı iyonik tuzların bileşenleri

(metal ve ametal elementleri) arasında gerçekleşen tepkime süreçlerini gözlemler. Öğrencilerden gözlemlerine dayanarak farklı iyonik tuzların oluşum sürecine ilişkin tahminlerde bulunmaları; tahminlerini, gözlemlerini ve açıklamalarını ilk deney videosunda gözlemledikleri örnekle karşılaştırmaları istenir. Öğrenciler, iyonik bağ oluşumuna ilişkin açıklamalarını bilimsel açıklamalarla karşılaştırmaya ve tahminlerinin geçerliliğini sorgulamaya yönlendirilir **(OB2, OB7)**. Öğrencilere gözlemlerinden elde ettikleri kanıtlara dayanarak iyonik bağ oluşumunu tanecik seviyesinde açıkladıkları bir metin yazdırılabilir. Ayrıca öğrencilerden farklı bileşiklerdeki iyonik bağın oluşum süreci hakkında bir yansıtma notu yazmaları istenebilir. Sınıf içi tartışma ile öğrencilerin farklı bileşiklerdeki iyonik bağın oluşum sürecine ilişkin tahminlerini paylaşmaları ve değerlendirmeleri sağlanabilir **(SDB2.1)**. Tek atomlu katyon ve anyonlar ile çok atomlu katyon (NH_4^+) ve anyonların (CO_3^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} , HCO_3^- , CH_3COO^- , SO_4^{2-} , OH^-) formül ve adlarını içeren tablo verilebilir. Katyonlar ve anyonlardan oluşan iyonik bileşiklerin formüllerini tahmin etmeleri öğrencilerden istenebilir. Etkinlik kâğıtları "önerme oluşturabilme, gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri belirleyebilme, açıklama yapabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilebilir veya öğrenciden öz değerlendirme yapması istenebilir **(SDB1.2)**.

KİM.9.2.3

Öğrenciler, gösterilen animasyonu inceleyerek iki ametal atom birbirine yaklaşırken bu atomlardaki elektronların davranışında meydana gelen değişimi gözlemler **(OB2, OB4)**. Gözlem sonrasında öğrencilerden kovalent bağın oluşum sürecine ilişkin önermeler oluşturmaları, önermelerini etkinlik kâğıdına yazmaları, yazdıkları önermeleri açık fikirlilikle paylaşmaları istenir **(SDB2.1, D6.2)**. Oluşturulan önermeler, öğrenciler tarafından karşılaştırılarak gözleme dayalı olan ve olmayan önermeler belirlenir. Gözlemlerinden edindikleri verilere dayanarak öğrencilerden kovalent bağın nasıl oluştuğu ile ilgili bir yargıya varmaları istenir **(E3.10, D3.3)**. Öğrencilerden farklı ametal atomların birbirine yeterince yaklaşması sırasında oluşan gözlemleyemedikleri etkileşimleri (özellikle çekim kuvvetlerini) tahmin etmeleri ve yaptıkları tahminleri model çizerek göstermeleri istenir **(OB4)**. Öğrencilerin özgün modeller ortaya koyması sağlanarak estetik değerine vurgu yapılır **(D7.2)**. Öğrencilere bu çizimi yaparken kendisinin ne yapması gerektiği, konu ile ilgili önceki bilgilerinin neler olduğu, önceki bilgilerini nasıl kullanacağı, bu görevi nasıl yapacağı ve bu süreçten ne öğrenmeyi beklediği ile ilgili bir form verilerek öğrencilerden çizim sürecinin planlanması istenebilir **(E2.2, SDB1.1)**. Öğrencilerden çizimlerini süreç aşamalı görsel materyaller ile karşılaştırarak tahminlerinin geçerliliğini sorgulamaları beklenir **(E3.10)**. Öğrenciler, gözlem sonunda etkinlik kâğıdında kovalent bağın oluşum sürecine ilişkin önermeler oluşturmaları için yönlendirilir. Öğrencilerden önermelerini gözleme dayalı olan ve olmayan önermeler şeklinde sınıflandırmaları istenir. Öğrencilere gözlemlerinden elde ettikleri kanıtlara dayanarak kovalent bağ oluşumunu tanecik seviyesinde açıkladıkları bir metin yazdırılabilir. Ayrıca farklı bileşiklerdeki kovalent bağın oluşum sürecine ilişkin bir çizim yaptırılabilir, öğrencilerden çizimlerini süreç aşamalı görsel materyaller ile karşılaştırmaları istenebilir. Etkinlik kâğıtları "önerme oluşturabilme, doğru sınıflandırabilme, açıklama yapabilme ve bilimsel olarak kabul gören çizime ulaşabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilebilir veya öğrenciden öz değerlendirme yapması istenebilir **(SDB1.2, SDB1.3, OB1)**.

KİM.9.2.4

Öğrencilere valans elektronlarının element sembolünün etrafına nasıl yerleştirildiği bilgisi verilir. Çeşitli moleküler element ve bileşiklerin Lewis nokta yapıları verilir. Öğrencilerden verilen Lewis nokta yapılarının benzerlik ve farklılıklarını karşılaştırarak moleküllerin Lewis nokta yapılarına ilişkin varsayımlarda bulunmaları ve Lewis nokta yapısının oluşturulmasına ilişkin örüntüler bulmaları istenir **(E3.7)**. Oktet ve dublet kuralı verilerek farklı örneklerin Lewis nokta yapılarının karşılaştırılması sağlanır. Lewis nokta yapısının oluşturulmasına ilişkin önermeler sunmaları öğrencilerden beklenir. Merkez atomunda ortaklanmamış

elektron çifti içeren moleküllerin Lewis nokta yapılarıyla birlikte uzay-dolgu molekül modelleri gösterilerek elektron itmesinin molekül yapısını nasıl etkilediği konusu ile ilgili saygı çerçevesinde tartışma ortamı oluşturulur (**SDB2.1, D14.1, OB4**). Öğrenciler, farklı moleküller için Lewis nokta yapılarını oluşturarak Lewis nokta yapısına ilişkin önermelerini değerlendirir (**OB1**). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen farklı element ve bileşiklerin Lewis nokta yapılarını çizmeleri istenebilir.

KİM.9.2.5

Kovalent bağlı element ve bileşiklerin adları, formülleri, Lewis nokta yapıları, uzay-dolgu gösterimleri ve elementlerin elektronegatiflik değerleri tablo olarak verilir. Öğrencilerden ilgili molekülleri polar ya da apolar olarak sınıflandırabilmeleri için ölçütler oluşturmaları istenir. Öğrencilerin, uzay-dolgu modelleri verilen molekülleri merkez atomda ortaklanmamış elektron çifti bulunma durumuna ve elektronegatiflik farkına göre ayrıştırmaları sağlanır (**OB7**). Öğrencilerden molekülleri dipol momentine göre polar ya da apolar olarak gruplandırmaları istenir. Öğrenciler, her bir molekülün polar ya da apolar olup olmadığına ilişkin gerekçelerini belirtir (**E1.5, SDB2.1**). Öğrenciler, molekülleri polar ya da apolar olarak adlandırmaları için yönlendirilir. Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen farklı element ve bileşikleri polar yapılı ya da apolar yapılı şeklinde sınıflandırmaları ve yaptıkları sınıflandırmaları gerekçeleriyle açıklamaları istenebilir.

KİM.9.2.6

Öğrencilere tek bir tür katyonu olan metallerin oluşturduğu iyonik bileşiklerin sistematik adları ve formülleri verilir. Öğrencilerden iyonik bileşiği oluşturan iyonları belirlemeleri istenir. Öğrencilerin bir bileşikte bulunan pozitif ve negatif yüklü iyonların adlarıyla bileşiğin adı arasında ilişki kurmaları sağlanır. Öğrenciler, tek bir tür katyonu olan metallerin oluşturduğu iyonik bileşiklerden yola çıkarak adlandırma kurallarını oluşturmaları için yönlendirilir. Bu sayede edindikleri bilgilerin eleştirel bakış açısıyla değerlendirilmesi sağlanır (**D3.3, E3.10**). Öğrencilerin tek bir tür katyonu olan metallerin oluşturduğu iyonik bileşiklerin adlandırma kurallarını genellemeleri sağlanır. Birden fazla katyonu olan bazı geçiş metallerinin (Cr, Mn, Cu, Pb, Sn, Fe ve Co) oluşturduğu bileşiklerin formülleri ve adları birlikte verilir. Sabit değerlikli metallerin oluşturduğu bileşiklerin adlandırılmasıyla değişken değerlikli metallerin oluşturduğu bileşiklerin adlandırılması arasındaki farkın öğrenciler tarafından belirlenmesi sağlanır (**OB7**).

Öğrencilere kovalent bağlı bileşiklerin sistematik adları, formülleri ve atom sayılarını belirten Latince ön ekler verilir. Öğrencilerden kovalent bağlı bileşikleri oluşturan atomları belirlemeleri istenir. Kovalent bağlı bileşikleri oluşturan ametal atomların adları ile bileşik adları arasında ilişki kurulması sağlanır. Öğrencilerden bileşiği oluşturan birinci ve ikinci ametalin adlandırılması arasındaki farkı belirlemeleri istenir. Kovalent bağlı bileşiklerin adlandırma kurallarının genellenmesi sağlanır (**OB7**). Öğrenciler, tarsia yapboz etkinliğinde iyonik ve kovalent bağlı bileşiklerin adları ile formüllerini eşleştirebilir.

KİM.9.2.7

Gecko kertenkelesinin dik ve düz bir yüzeyde nasıl yürüebildiği, neden bazı toz parçacıklarının bilgisayar ekranına yapıştığı ile ilgili sorularla öğrencilerde tanecikler arası etkileşim kuvvetlerine yönelik merak uyandırılabilir (**E1.1**). Öğrencilere moleküller (aynı ya da farklı) arasında etkileşim olabileceği gibi moleküller ile iyonlar ve soy gaz atomları arasında da etkileşim olabileceğini fark ettirecek sorular sorulur, öğrencilerin fikir belirtme hakkını kullanarak düşünce ve izlenimlerini etki altında kalmadan ifade etmeleri ve etkili iletişim becerilerini kullanmaları sağlanabilir (**SDB2.1, D8.1, D11.2, D14.1**). Öğrenciler, kendilerine verilen çeşitli molekül örneklerinin diğer bir moleküle veya iyonla olan etkileşimleri ile soy gaz atomları arasındaki etkileşimlerini inceler. Öğrencilerden inceledikleri etkileşimlerin türüne ilişkin ölçütler belirlemeleri istenir (**OB1**). Öğrencilerden inceledikleri etkileşimleri molekül-molekül, iyon-molekül ya da atom-atom etkileşimleri olarak ayrıştırmaları istenir. Ayrıştırılan etkileşimlerin dipol-dipol, dipol-indüklenmiş dipol, iyon-dipol, iyon-indüklenmiş dipol ve

indüklenmiş dipol-indüklenmiş dipol (London) etkileşimleri olarak gruplandırılması sağlanır. Öğrencilerden oluşturdukları grupları bilimdeki karşılığı ile kıyaslamaları istenir **(D3.3)**. Tanecikler arası etkileşimler ile ilişkilendirilebilecek biyomimikri uygulamalarına yönelik araştırma ödevi verilerek öğrencilerin sorumluluk bilinci kazanmaları sağlanabilir **(D16.3)**. Öğrencilere polar bileşiklerde moleküller arası etkileşimlerin gösterildiği kanıt kartları verilir. Öğrencilerden dipol-dipol etkileşiminin oluşum sürecine ilişkin ölçütler belirlemeleri istenir. Belirlenen ölçütler temelinde dipol-dipol etkileşiminin aynı ya da farklı tür moleküller arası dipol-dipol etkileşimi veya yapısında F-H, O-H ve N-H bağlarından en az bir tane bulduran moleküllerin dipol-dipol etkileşimi olarak ayrıştırılması sağlanır. Yapısında F-H, O-H ve N-H bağlarından en az bir tane bulduran moleküllerin hidrojen bağı oluşturabilen moleküller olarak gruplandırılması istenir. Öğrencilerden oluşturdukları grupları bilimsel karşılığı ile kıyaslamaları istenir.

DNA'nın ikili sarmal yapısındaki zincirleri bir arada tutan hidrojen bağlarının genetik kodun korunmasındaki rolünü konu alan bir okuma parçası verilebilir. Yapılandırılmış grid aracılığı ile öğrencilerden farklı madde çiftleri arasındaki etkileşimleri belirlemeleri istenebilir.

KİM.9.2.8

Sofra tuzu, çelik kaşık, bilgisayar ekranı, kurşun kalem ucu, elmas, kar taneleri, cam gibi katıların fiziksel görünüşleri ve özelliklerinin neden birbirinden farklı olduğuna dikkat çekilerek kristal ve amorf katılara ilişkin bir tartışma ortamı oluşturulabilir. Öğrencilerin kristal katılardaki etkileşim türünün kristal katıların sertlik, erime noktası, iletkenlik gibi niteliklerine etkisini incelemeleri ve bu niteliklerdeki farkı saygı çerçevesinde sınıf içi tartışma ile ortaya koymaları sağlanır **(SDB2.1, D14.1)**. Etkileşimlerin kristal katıların niteliklerini nasıl etkilediğini ortaya koyan gözlem verilerinin (görsel, video vb.) veya hazır veri setinin yer aldığı etkinlik kâğıdı öğrencilere verilir. Öğrencilerin verileri incelemesi sağlanır. Öğrencilerden gözlemleri veya hazır veri seti üzerinden hangi kristal katının ne tür niteliklere sahip olduğu ile ilgili genellemeler yapmaları, çıkarımlarını bilim insanlarının çıkarımları ile karşılaştırmaları istenir. Böylece öğrencilerin farklı katı türlerinin sahip olduğu genel özellikleri açıklamaları sağlanır **(OB7)**. Etkinlik kâğıtları "nitelikleri belirleme, genellemeye ulaşma ve bilimsel kabul edilebilirlik ile karşılaştırma" ölçütlerine ilişkin dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilebilir veya öğrenciden öz değerlendirme yapması istenebilir **(SDB1.2, SDB1.3)**. Türkiye'nin ilk endüstriyel boyutta kristal silisyum ingot külçesinin üretim projesinden ve bu projenin güneş enerjisi teknolojilerinde çığır açma potansiyelinden kısaca bahsedilerek öğrencilerin bu tür yerli ve millî projelerin ülkenin kalkınmasındaki önemini fark etmesi sağlanabilir **(D19.4)**. Ardından bu projeyi değerli kılan durumun silisyum ingot külçesinin kristal özellikleri olduğu vurgusu yapılabilir.

KİM.9.2.9

Özdeş kaplarda bulunan aynı miktardaki farklı saf sıvı örneklerinin buharlaşma hızlarının neden farklı olduğu öğrencilere sorulur **(SDB2.1)**. Buhar basıncı ve denge buhar basıncı tanımı verilir, öğrencilerden bir sıvının buhar basıncını etkileyen faktörleri belirlemeleri amacıyla sorular oluşturmaları istenir. Oluşturulan sorulardan hareketle öğrencilerin bir sıvının buhar basıncını etkileyen faktörlerin neler olabileceğine dair tespitlerde bulunmaları sağlanır. Farklı sıvıların 25 °C ve 1 atm basınç koşullarındaki buhar basınçlarına ilişkin hazır veriler verilir. Öğrenciler, bu hazır verileri tespit ettikleri faktörlerin sıvıların buhar basıncına etkisini neden-sonuç ilişkisi bağlamında değerlendirmek amacıyla kullanır. Öğrencilerden belirledikleri faktörlerin sıvıların buhar basıncına etkisini araştırabilmeleri için bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini tespit etmeleri istenir. Öğrencilerin sıvıların buhar basıncına etki eden değişkenleri kontrol altına alarak denemeler yapmaları sağlanır. Öğrencilerden sıvıların buhar basıncına etki eden faktörlere ilişkin sundukları önermeleri bilimsel kuramlar ile desteklemeleri istenir **(OB1)**. Sıvıların buhar basıncına etki eden faktörlerin moleküller arası etkileşimler temelinde açıklanması sağlanır. Öğrenciler, etkili

iletişim becerilerini kullanarak açıklamalarını sınıf arkadaşlarıyla paylaşmaları için yönlendirilir (**SDB2.1, D14.1, E1.4**). Öğrenciler, sıvıların buhar basıncını etkileyen faktörlere ilişkin bir deney tasarlayabilir. Öğrencilerden çalışma öncesinde bir form aracılığıyla konu ile ilgili ön bilgilerinin neler olduğunu, deney sürecinde neyi öğrenmeyi beklediğini, ne tür stratejiler kullanacağını ve bu süreçte neler hissedebileceğini belirtmeleri istenebilir (**SDB1.1**). Sürecin bütünü "deney tasarım adımlarının takip edilerek buhar basıncına etki eden faktörlerin belirlenebilmesi ve bu faktörlerin moleküller arası etkileşimler göz önüne alınarak açıklanabilmesi" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Ayrıca öğrencilerden öz değerlendirme formu aracılığıyla başlangıçta hedeflediği noktaya ulaşma durumunu, bu süreci kolaylaştıran davranışlarını ve bu süreçte neleri daha farklı yapabileceğini belirlemesi istenebilir (**SDB1.2, SDB1.3, OB7**).

KİM.9.2.10

Suyun 100 °C'tan farklı sıcaklıklarda kaynayabildiğinin gözlemlenebileceği gösteri deneyi yapılır ya da öğrencilere bu örneğe ilişkin video seyrettirilir. Öğrencilerin saf sıvıların kaynama özelliği ve kaynama sıcaklığına etki eden faktörleri belirlemede kullanılabilecek ölçütleri tespit etmelerini sağlamak amacıyla sınıf içi tartışma yaptırılabilir, tartışma esnasında saygı kurallarına dikkat edilmesi gerektiği hatırlatılır (**SDB2.3, D14.1**). Bu tartışma sonunda öğrencilerin saf sıvının kaynama sıcaklığını etkileyen ölçütlere (sıvı yüzeyine etki eden açık hava basıncı ve moleküller arası etkileşimin türü) ulaşmaları sağlanır (**SDB2.1, OB2**). Öğrencilerden hidrojen bağının sıvıların kaynama noktasına etkisini verilen kanıtlar üzerinden değerlendirmeleri istenir. Hidrojen bağı içeren sıvıların aynı ortamdaki kaynama noktaları arasındaki farklılığın nedeni; hidrojen bağı sayısı ile F, O ve N atomlarının elektronegatiflik değerleri ölçüt alınarak açıklanır. Öğrencilere saf bir sıvının sıcaklık-buhar basıncı ilişkisini gösteren grafik ve kaynama olayını açıklamada kullanabilecekleri tanecikli model verilir. Öğrencilerin verilen modeli ve grafiği inceleyerek sıvının buhar basıncının sıvı yüzeyine etki eden dış basınca eşit olduğu andaki sıcaklık değerinde kaynadığı çıkarımına ulaşmaları sağlanır. Öğrencilerden grup arkadaşları ile dayanışma içinde çalışarak hem dış basıncın hem de sıvı türünün kaynama noktasına etkisini açıklayabilmeleri için verileri düzenlemeleri istenir (**D4.1**). Öğrencilerden sıvı yüzeyine etki eden dış basıncın sıvının kaynama noktasını nasıl etkilediğini gösteren kanıtlar kullanarak iddialarını açıklamaları istenir (**OB1, OB4**). Açıklamalarını desteklemeleri için bilimsel bilgileri kullanmalarını sağlanır. Sınıf içi tartışma ortamında dış basınç ve sıvı türünün kaynama noktasına etkisi belirtilir ve bilimsel bilgiler ile karşılaştırma yaptırılır (**SDB2.2**).

KİM.9.2.11

Viskozite, sıvıların akmaya karşı gösterdiği direnç şeklinde tanımlandıktan sonra öğrencilerin etkili iletişim kurması sağlanarak sıvıların akışkanlığını etkileyen faktörlerin neler olabileceği tartışmaya açılabilir (**SDB2.1, D4.2**). Öğrencilerden sıvıların akışkanlığı ve viskozite kavramı arasında ilişki kurmaları ve sıvıların viskozitesine ilişkin niteliklerin farkını ortaya koymaları istenir. Öğrenciler, farklı saf sıvıların (su, etil alkol, propanol, glikol, gliserin gibi) akışkanlıklarını karşılaştırabilecekleri bir deney yaparlar. Böylece öğrencilerin planlı olmalarına yardımcı olunur (**D3.2**). Öğrencilerin moleküller arası etkileşimlerin sıvıların akışkanlığını nasıl etkilediğine ilişkin keşfettikleri örüntüleri açıklamaları sağlanır. Öğrenciler; sıcaklığın sıvıların akışkanlığını nasıl etkilediğine ilişkin yeni bir deney yapmaları, veri toplamaları ve bu verileri kaydetmeleri için yönlendirilir (**KB2.2, OB7**). Öğrencilerden sıcaklığın sıvıların akışkanlığı üzerindeki etkisine ilişkin keşfettiği örüntüleri açıklamaları istenir. Deneylerden elde ettikleri verileri moleküller arasındaki etkileşim kuvvetlerinin büyüklüğü ve sıcaklık ile ilişkilendirebilmeleri amacıyla öğrencilere sorular sorulur. Öğrenciler performans görevi çerçevesinde moleküller arası etkileşimler ile sıvıların akışkanlığı arasındaki neden-sonuç ilişkisini ortaya koyan bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Öğrencilerden çalışma öncesinde bir form aracılığıyla konu ile ilgili ön bilgilerinin neler olduğunu, deney sürecinde neyi öğrenmeyi beklediğini, ne tür stratejiler kullanacağını ve bu süreçte neler hissedebileceğini

belirlenmesi istenebilir (**SDB1.1**). Ayrıca öğrencilerden öz değerlendirme formu aracılığıyla başlangıçta hedeflediği noktaya ulaşma durumunu, bu süreci kolaylaştıran davranışlarını ve bu süreçte neleri daha farklı yapabileceğini belirlemesi istenebilir (**SDB1.2, SDB1.3**).

KİM.9.2.12

Öğrencilerin gözlemlerinden ve hazır veri setinden hareketle sıvıların adezyon ve kohezyon kuvvetleri, yüzey gerilimi, kılcallık, ıslatmazlık gibi niteliklerini fark etmeleri sağlanır. Öğrencilerin farklı sıvıların belirli bir sıcaklıktaki yüzey gerilimi verileri ile bu sıvıların alt mikro gösterimlerinin verildiği hazır veri setinden ve gözlemlerinden hareketle adezyon-kohezyon kuvvetleri ile sıvıların yüzey gerilimi, kılcallık (kapiler etki), içbükey-dışbükey görünümü ve yüzeyi ıslatma/ıslatmama özelliği arasındaki ilişkileri belirlemek üzere çıkarımlar yapmaları sağlanır. Öğrencilerden çıkarımlarını bilim insanlarının çıkarımları ile karşılaştırmaları istenir (**OB1**). Suyun organizmalardaki hayati rolü konusu adezyon-kohezyon kuvvetleri, kılcallık, yüzey gerilimi gibi kavramlarla ilişkilendirilebilir. Öğrencilerden tanecikler arası etkileşim kuvveti belirtilen sıvıların yüzey gerilimi, adezyon-kohezyon kuvvetleri, kılcallık, içbükey-dışbükey görünüm ve yüzeyi ıslatma özelliği ile ilgili boşluk doldurma sorularını cevaplandırmaları istenebilir.

KİM.9.2.13

Öğrencilerin etkili iletişim becerilerini kullanmaları sağlanarak sıvıların yüzey gerilimini etkileyen faktörlerin neler olabileceğine ilişkin tartışma ortamı oluşturulabilir (**SDB2.1, D14.1**). Öğrencilerden yaptıkları açıklamalar doğrultusunda yüzey gerilimini etkileyen faktörlerle ilgili araştırılabilir sorular oluşturmaları istenir. Soruların moleküller arası etkileşimler temelinde cevaplanması için çeşitli önermeler oluşturulması sağlanır. Bu aşamada aynı önermeyi oluşturan öğrencilerin grup çalışması yapmaları istenebilir (**SDB2.2, D3.4**). Öğrenciler; gerekli malzemeyi seçmeleri, araştırmayı planlamaları ve gerçekleştirmeleri için yönlendirilir (**D3.2**). Öğrencilerin grup çalışmalarına katkıları akran değerlendirme formu ile değerlendirilebilir. Öğrenciler, sıvıların yüzey gerilimine sıcaklığın ve çözünen madde cinsinin etkisini dolaylı olarak belirlemek için yöntemler araştırmak üzere yönlendirilir. İlgili faktörlerin sıvıların yüzey gerilimine etkisini dolaylı olarak belirlemek için deney yapılması sağlanır. Öğrencilerden gözlemlerini veya ölçüm verilerini kaydetmeleri istenir (**OB7**). Öğrenciler, kaydettikleri verilerden yüzey gerilimini etkileyen faktörlere ilişkin sonuçlar çıkararak yorumlarda bulunmaları için yönlendirilir (**KB2.14**). Öğrenciler, suyun yüzey gerilimini etkileyen faktörlere ilişkin çıkarımlarını sıvının moleküller arası etkileşim kuvvetlerinin büyüklüğü temelinde gerekçelendirir (**OB1**). Yüzey gerilimini etkileyen faktörleri belirleyen öğrenciler, sonuçlarını bilimsel bilgilerle karşılaştırmaları için yönlendirilir. Yüzey gerilimi ile ilintili günlük hayat problemlerinin bilimsel bilgilerle ilişkilendirilmesi sağlanır. Öğrenciler, sıvıların yüzey gerilimini etkileyen faktörlere ilişkin öğretim sürecindeki deneyden farklı bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Sürecin bütünü "deney tasarım adımlarının takip edilerek sıvıların yüzey gerilimini etkileyen faktörlerin belirlenebilmesi ve bu faktörlerin moleküller arası etkileşim göz önüne alınarak açıklanabilmesi, deney sonuçlarının raporlanarak deneyden elde edilen çıktıların bilimsel bilgilerle karşılaştırılabilmesi ve günlük hayatla ilişkilendirilebilmesi" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Aynı zamanda öğrencilerden öz değerlendirme formu aracılığıyla hedef belirlemesi, deney sürecinde duygularını ve davranışlarını kontrol edebilmesi, sonraki öğrenmeleri geliştirmek için neler yapabileceğini belirlemesi istenebilir (**SDB1.2**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Öğrencilere süperhidrofilik ve süperhidrofobik malzemelerin günlük hayattaki uygulamalarını araştırmaları için bir görev verilebilir. Ayrıca öğrencilerin bu malzemelerin karakterizasyonunda temas açısı değerinin önemini ve örnek uygulamaları incelemeleri için uzmanlardan destek almaları sağlanabilir. Öğrenciler, süperhidrofilik ve süperhidrofobik malzemelerin farklı uygulamalardaki önemi hakkında bilgi veren bilgi görselleri hazırlayabilir.

Öğrencilere farklı malzemelerin yüzey temas açılarını ölçmeleri için bir görev verilebilir. Öğrenciler, gonyometre cihazını veya ImageJ akıllı telefon uygulamalarını kullanarak temas açılarını ölçebilir ve bu verileri analiz edebilir. Öğrencilerden farklı malzemelerin hidrofilik, hidrofobik veya süperhidrofobik özelliklerine göre sınıflandırıldığı bir rapor hazırlayarak sunmaları istenebilir.

*Öğrencilere süperhidrofobik malzemelerin tasarımında doğadaki hangi varlıklardan ilham alındığını araştırmaları için bir görev verilebilir. Öğrenciler, doğadaki örnekleri inceleyerek süperhidrofobik malzemelerin tasarımında kullanılan biyomimikri yöntemleri belirleyebilir. Öğrencilerden süperhidrofobik malzemelerin biyomimikri kaynakları ve tasarım ilkeleri hakkında bir rapor hazırlamaları istenebilir.

*Öğrenciler, Newton tipi olan ve olmayan akışkanların viskozite özelliklerini belirlemek için laboratuvar deneyleri yapabilir. Bu akışkanların viskozitesini etkileyen faktörleri açıklayan teorik hesaplamalar yapmaları da öğrencilerden istenebilir. Öğrenciler, yaptıkları deneylerden elde ettikleri verileri analiz ederek Newton tipi olan ve olmayan akışkanların viskozite davranışları arasındaki farkları belirleyebilir. Ayrıca bu farkların pratik uygulamalara nasıl yansıdığını, endüstriyel ve biyomedikal uygulamalardaki yenilikçi çözümlerini ve avantajlarını değerlendirebilir. Öğrenciler elde ettikleri bulguları raporlayabilir ve sunabilir.

Öğrencilere hidrojellerin fiziksel ve kimyasal davranışlarını ayrıntılı bir şekilde incelemeleri için bir araştırma projesi verilebilir. Bu proje kapsamında öğrencilerden hidrojellerin yüzey gerilimleri, viskoelastik özellikleri ve hidrofilik davranışları üzerinde etkili olan güçlü ve zayıf kimyasal etkileşimlerini araştırmaları istenebilir. Öğrenciler; hidrojellerin moleküler düzeydeki yapılarını, suyla etkileşimlerini ve bu etkileşimlerin hidrojellerin fiziksel özellikleri üzerindeki etkilerini analiz edebilir. Proje sürecinde öğrencilere deneyler yaptırılarak hidrojellerin özelliklerini karakterize etme fırsatı sunulabilir. Ayrıca öğrenciler; hidrojellerin biyomedikal uygulamalarını, ilaç taşıma sistemlerini veya doku mühendisliği gibi pratik alanlardaki potansiyel kullanım alanlarını da inceleyebilir. Öğrencilerden araştırma projesi sonucunda elde ettikleri verileri analiz ederek hidrojellerin fiziksel ve kimyasal özellikleri ile etkileşimlerini detaylı bir şekilde açıklayan bir araştırma raporu sunmaları istenebilir. Elmas, grafit gibi aynı birim taneciğe sahip olan ancak farklı kimyasal özellikler sergileyen katıların özelliklerini anlamaları için öğrencilerin uzmanlarla görüşmeleri sağlanabilir. Bu görüşmeler, öğrencilerin malzeme bilimi ve kimya alanında derinlemesine bilgiye sahip olmalarına katkı sağlayabilir. Ayrıca öğrenciler, farklı kimyasal özelliklere sahip bu katıların farklı endüstriyel ve bilimsel alanlarda nasıl kullanılabileceği konusunda düşüncelerini için teşvik edilebilir.

Destekleme Öğrenciler, etkileşimlerin katı ve sıvı maddelere kazandırdığı özellikleri belirlerken farklı beceriler kullanabilir. Bu becerilerin sadeleştirilmesi için düşük seviyedeki beceri göstergeleri kullanılabilir. Örneğin öğrenci, bilimsel gözlem yapıyorsa birden fazla gözlem aracı kullanmak yerine tek bir gözlem aracı kullanarak gözlemini gerçekleştirebilir. Buna alternatif olarak öğrencinin kendisinin tasarladığı bir ortamı gözlemlemesi yerine öğretmenin tasarladığı bir ortamı gözlemlemesi sağlanabilir. Öğrencilerin hipotez oluşturma ve bilimsel sorgulama becerilerini kullanmasını sağlamak amacıyla araştırma sorularının öğrenciler tarafından belirlenmesi yerine problem durumları ya da sorular öğretmen rehberliğinde sunulabilir. Sıvıların buhar basıncı, viskozitesi ve yüzey gerilimine ilişkin deneylerin tasarımı öğrencilerin önerileri alındıktan sonra öğretmen tarafından gerçekleştirilebilir. İçerik bağlamında da sadeleştirmeler yapılabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



3. TEMA: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Bu tema, *Nanoparçacıklar ve Ekolojik Sürdürülebilirlik* bölümünden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin sürdürülebilir kalkınmanın 12. hedefi ve yeşil kimyanın atık önleme ilkesi ile yenilenebilir ham maddelerin kullanımı ilkesi temelinde deney yaparak çeşitli evsel atıklardan metal nanoparçacık elde etmeleri; sürdürülebilir kalkınmanın 14 ve 15. hedefleri ile yeşil kimyanın kirlilik önleme için gerçek zamanlı analiz ilkesi temelinde metal, alaşım ve metal nanoparçacıkların ekosistemdeki etkilerine ilişkin problemleri çözebilmeleri amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 8

**ALAN
BECERİLERİ** FBAB7. Deney Yapma

**KAVRAMSAL
BECERİLER** KB3.2. Problem Çözme

EĞİLİMLER E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

**Sosyal-Duygusal
Öğrenme Becerileri** SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliği, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.2. Esneklik, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler D3. Çalışkanlık, D5. Duyarlılık, D8. Mahremiyet, D9. Merhamet, D10. Mütevazılık, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı, D16. Sorumluluk, D18. Temizlik, D19. Vatanseverlik

Okuryazarlık Becerileri OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB5. Kültür Okuryazarlığı, OB6. Vatandaşlık Okuryazarlığı, OB8. Sürdürülebilirlik Okuryazarlığı

**DİSİPLİNLER ARASI
İLİŞKİLER** Biyoloji, Fizik, Matematik

**BECERİLER ARASI
İLİŞKİLER** KB2.2. Gözlemeleme, KB2.10. Çıkarım Yapma

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.9.3.1. Evsel atıklardan metal nanoparçacık elde etmek üzere deney yapabilme

- Evsel atıkları kullanarak gümüş ve bakır nanoparçacık elde etmek üzere deneyler planlar.*
- Farklı evsel atıklardan gümüş ve bakır nanoparçacık eldesine ilişkin deney verilerini analiz eder.*

KİM.9.3.2. Metal, alaşım ve metal nanoparçacıkların ekosistemdeki etkilerine ilişkin problem çözebilme

- Metaller, alaşımlar ve metal nanoparçacıkların ekosistemdeki etkilerine ilişkin problemleri (sucul sistemde ve toprakta ağır metal birikimi, metal nanoparçacıkların sucul sistemden uzaklaştırılmaması sorunu vb.) belirler.*
- Belirlediği problemlerin ekosistem üzerindeki etkilerini özetler.*
- Problemlerin çözümüne yönelik veriye dayalı önermelerde bulunur.*
- Problemin çözümüne yönelik önermelere ilişkin akıl yürütür.*
- Problemin çözümüne ilişkin değerlendirmelerde bulunur.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ**Nanoparçacıklar ve Ekolojik Sürdürülebilirlik: Metal Nanoparçacıklar, Metal, Alaşım ve Metal Nanoparçacıkların Çevresel Etkileri, Yeşil Kimyanın Atık Önleme İlkesi****Genellemeler/İlkeler/ Anahtar Kavramlar**

ağır metal, atık önleme, ekolojik ayak izi, kimyasal ayak izi, metal nanoparçacık

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında akran değerlendirme formu, küçük grup tartışması, performans görevi, deney raporu ve proje görevi kullanılabilir.

Öğrenciler evsel atıklardan gümüş ya da bakır nanoparçacık seçimi yaparak metal nanoparçacık elde etmek üzere bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Sürecin bütünü, "deney tasarım adımlarını takip ederek metal nanoparçacık elde edebilme ve deney sonuçlarını raporlayabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrencilerden performans görevi çerçevesinde yakın çevresinde bulunan bir ekosistemde metaller, alaşımlar ve metal nanoparçacıkların sebep olduğu problemlerin çözümüne yönelik değerlendirmede bulunmaları istenebilir. Performans görevi "problemi belirleme, problemin ekosistem üzerindeki etkilerini özetleme, çözüme yönelik tahminlerde bulunma, tahminler üzerinden akıl yürütme ve çözüme ilişkin değerlendirmede bulunma" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI**Temel Kabuller**

Öğrenciler, ilkökul üçüncü sınıftan itibaren sürdürülebilirlik teması ile tanışmaktadır. Öğrencilerin bu tema altında çeşitli beceriler ile birlikte ele alınan geri dönüşüm, tasarruf, su ayak izi, karbon ayak izi kavramlarını; çeşitlilik temasından da metallerin özelliklerini bildiği kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Çevre kirliliği, evsel atıklar ve geri dönüşüm arasında ilişki kurularak öğrencilerin evsel atıkların ekosisteme etkileri ve sürdürülebilirlikle ilgili düşüncelerini sorgulamaları sağlanabilir.

Köprü Kurma Günümüzde nanoteknoloji alanında çok yoğun çalışmalar yapıldığı, nanoparçacıkların fiziksel ve kimyasal yöntemlerle elde edilebildiği bilgisi verilebilir. Nanoteknolojinin ve nanoparçacıkların gerekliliğini, avantaj ve dezavantajlarının (tıp, tarım, medikal ürünler, ilaç taşıma sistemleri, kozmetik, atık su arıtma vb. alanlarla ilgili) çok yönlü etkilerini gösteren çeşitli materyaller kullanılarak konuya dikkat çekilebilir. Böylece öğrencilerin ülke ekonomisine katkıda bulunmak için yeterliklerini geliştirmeleri ile ilgili farkındalık oluşturulabilir. Ülkesinin kalkınmasını ve gelişmesini desteklemesinin önemini ve ülke varlıklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanmanın gerekliliğini fark etmesine yardımcı olunabilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.9.3.1

Sürdürülebilir kalkınma ve ekolojik sürdürülebilirlik hakkında bilgi verilir. Nanoteknoloji ve nano boyut tanımlanarak nanoparçacıkların kullanım alanlarına örnekler verilir. Nanoparçacıkların çözelti ortamında sentezi için fiziksel ve kimyasal birçok klasik yöntemin eskiden beri uygulanmakta olduğu belirtilir. Günümüzde daha ekonomik, çevre dostu, toksik etkisi olmayan biyolojik yöntemlerin yer aldığı “yeşil kimya ve nanoteknoloji”nin ön plana çıktığı vurgusu yapılır. Bu sayede sürdürülebilirlik bağlantısı kurulur. Öğretmen, gerekli kimyasal maddeleri (gümüş nitrat, sodyum sitrat, bakır sülfat ve askorbik asit) kullanarak gümüş ve bakır nanoparçacık eldesine ilişkin gösteri deneyi yapar. Ardından nanoparçacıkların evsel atıklar kullanılarak da elde edilebileceğine dikkat çekilerek öğrencilerin doğayı korumaları ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için atık yönetimini önemsemeleri beklenir. Böylelikle öğrencilerin çevreye duyarlı ve merhametli olmaları desteklenir (D5.2, D9.3). Öğrencilerden çeşitli evsel atıklar arasından en az üç farklı atık seçmeleri, gümüş veya bakır çözeltileri kullanarak bu atıklardan metal nanoparçacık elde etmeleri istenir. Öğrencilerin gümüş veya bakır nanoparçacık eldesi için grup çalışması ile deney yapmaları sağlanır (KB2.2). Deney sırasında öğrenciden planlı olması ve grupta uyumlu çalışması beklenir (OB8, D3.2, D10.3). Öğrenciler, yaptıkları deneyin sonuçlarını gösteri deneyinin sonuçlarıyla karşılaştırarak elde ettikleri ürünün nanoparçacık olup olmadığına karar verir. Elde ettikleri verileri bulut teknolojileri gibi çevrim içi ortamlarda kişisel bilgilerin gizliliğine dikkat ederek sınıf arkadaşları ile paylaşmaları için yönlendirilir (SDB2.2, OB2, D8.2). Öğrenciler paylaşılan tüm deneysel verileri grup arkadaşlarıyla inceleyerek analiz eder, grup çalışması sırasında saygı kurallarına dikkat edilmesi gerektiği hatırlatılır (SDB2.1, D14.1). Bu analizlerde öğrencilerden hangi evsel atıktan ne kadar metal nanoparçacık elde edilebildiğine, ne kadar evsel atığın geri dönüştürülebildiğine ve ne kadar atığın önlenebileceğine ilişkin değerlendirmeler yapmaları istenir (E3.10, OB1, OB6). Bu bağlamda öğrenciler yeşil kimyanın atık önleme ilkesiyle tanıştırılır. Ayrıca sürdürülebilir kalkınma amaçları çerçevesinde sorumlu üretim ve tüketim (12. hedef) ile ilgili sürdürülebilirlik bilincinin geliştirilmesi hedeflenir ve ülke kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanmanın gerekliliğini öğrencilerin fark etmeleri sağlanır (SDB2.3, SDB3.3, D18.3, D19.4, OB1, OB6, OB8). Öğrencilerden deney sürecindeki planlama, uygulama ve sonuç çıkarma aşamalarında kendilerini değerlendirmeleri istenebilir (SDB1.2). Bu süreçte öğrenciler, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak için atık yönetimi ve doğayı korumanın önemini kavrayabilir. Böylece doğaya karşı duyarlı ve merhametli olmaları amaçlanır (D5.2, D9.3, OB6, OB8). Ayrıca öğrenciler, çevre temizliğine ve sürdürülebilirliğe dikkat etmeye teşvik edilebilir (D18.3).

KİM.9.3.2

Metal, alaşım ve metal nanoparçacıklarından üretilen malzemelerin kullanımındaki artış üzerine dikkat çekilir. Metal, alaşım ve metal parçacıkların canlılar üzerindeki etkileri ve doğadaki birikim süreçlerine ilişkin örnek olay verilir ve kanıt kartları öğrencilere dağıtılır (**OB4**). Öğrencilerden örnek olayı ve kanıt kartlarını incelemeleri; metal, alaşım ve metal nanoparçacıkların ekosistemde neden olduğu problemleri belirlemeleri istenir (**OB8**). Öğrencilerden su veya toprakta kimyasal madde birikiminin etkilerini kanıt kartlarındaki sözel ve görsel bilgileri kullanarak sağlıklı yaşam açısından özetlemeleri istenir (**D13.4**). Küçük gruplara ayrılan öğrencilerden problemi özetlemeleri ve bilimsel raporlardan elde ettikleri verilere dayalı olarak problemin çözümüne yönelik tahminlerde bulunmaları istenir (**SDB2.2, OB8**). Öğrencilerin grup çalışmasına aktif katılarak çalışkanlık değeri kazanmaları desteklenir (**D3.4**). Gruplardan seçtikleri problemin çözümüne yönelik önermeler sunmaları ve önermelerini sunulan diğer önermeler ile belirledikleri ölçütler temelinde karşılaştırmaları istenir. Problemlerin çözümü için önermelerde bulunan grupların ağır metal ve metal nanoparçacıkların kimyasal ayak izini azaltacak etmenler üzerinde çözüm önerilerini değerlendirmeleri sağlanır (**KB2.10, E3.10**). Öğrencilerin küçük grup çalışmalarına katkıları akran değerlendirme formu ile değerlendirilebilir. Bu süreçte sürdürülebilir kalkınmanın sudaki yaşam hedefine (14. hedef) yönelik uygulama yaparken öğrencilerin kimyasal ayak izini azaltmak için bireysel olarak neler yapabileceklerini de fark etmeleri sağlanır (**OB5**). Yapılan etkinlik ile öğrencilerin doğayı ve canlıları korumalarına, gelecek nesillere temiz bir çevre bırakmak için çaba göstermelerine, ekosistemi korumak için etkili atık yönetiminin önemini bilmelerine, davranışlarının çevre temizliği üzerindeki etkilerini değerlendirebilmelerine yardımcı olunarak çevreye saygı, çevresel temizliğe ve sürdürülebilirliğe önem verme değerleri vurgulanır (**SDB2.2, SDB3.3, D14.3, D18.3, OB6, OB8**). Bu etkinlik ile öğrenciler aynı zamanda metal, alaşım ve metal nanoparçacıkların sürdürülebilir kalkınmanın karasal yaşam hedefine (15. hedef) yönelik değerlendirmede bulunur. Öğrencilerin değerlendirmelerini toprak verimliliği ve tarımda sürdürülebilirlik ile ilişkilendirmeleri sağlanır. Türkiye’de sürdürülebilir tarımın tarihsel gelişimi kapsamında Atatürk Orman Çiftliği hakkında bilgi verilir. Öğrencilere sürdürülebilir tarım uygulamalarına yönelik araştırma ödevi verilebilir. Öğrencilerden yakın çevrelerinde bulunan bir ekosistemde metal, alaşım ve metal nanoparçacıkların sebep olduğu problemler üzerine bir performans görevi gerçekleştirmeleri istenebilir. Bu şekilde öğrencilerin görev bilincine sahip olmaları ve sorumluluk değeri kazanmaları desteklenebilir (**D16.3**). Aynı zamanda öğrencilere sanayi ve teknoloji alanındaki değişimler sonucunda oluşan çevresel koşullardaki problemleri anlamaları, bunların insan hayatına ve doğaya etkilerini fark etmeleri gibi durumlar ile ilgili çözüm önerileri geliştirmelerine yönelik performans görevi verilebilir (**SDB3.2, OB2**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Öğrencilerden yeşil sentez yöntemleri ile metal nanoparçacıklar üretmeleri istenebilir. Bu amaçla öğrencilere bitkisel özler (çay, nane, zeytin yaprağı vb.) ve mikroorganizmalar (bakteriler, mantarlar vb.) üzerine kapsamlı bir kaynak taraması yaptırılabilir. Öğrencilerden metal nanoparçacıkların (gümüş, altın, bakır vb.) sentezinde kullanılacak bitkisel ve mikrobiyal kaynakları belirleyerek metal nanoparçacıkların sentezini gerçekleştirmeleri istenebilir. Ayrıca derişim, pH, tepkime süreleri gibi faktörlerin nanoparçacıkların boyutu, şekli ve dağılımı üzerindeki etkilerinin araştırılması sağlanabilir. Öğrenciler, yeşil sentez yöntemiyle metal nanoparçacıkların üretiminin çevresel etki analizini yapabilir; enerji tüketimini, atık üretimini ve karbon ayak izini geleneksel yöntemlerle karşılaştırabilir. Elde edilen nanoparçacıkların potansiyel uygulama alanlarını (tıp, elektronik, çevre temizliği vb.) inceleyebilir.

Öğrenciler, tarım alanlarında kullanılan metal nanoparçacıkların toprak sağlığına ve bitki büyümesine olan etkilerini araştırabilir. Bu amaçla laboratuvar koşullarında ve seralarda nanoparçacıkların bitkiler üzerindeki etkilerini inceleyebilir. Toprak örneklerinde ve bitki dokularında nanoparçacık analizleri yapabilir. Gerçek tarım alanlarında uzun vadeli nanoparçacık uygulamalarının etkilerini gözlemleyebilir. Çeşitli bitki türleri ve toprak tipleri üzerinde kapsamlı çalışmalar yapabilir. Nanoparçacıkların çevresel davranışını ve bitki-toprak etkileşimlerini modelleyebilir. Öğrenciler, bu gibi verileri kullanarak toprak sağlığını korumada ve gıda üretiminde sürdürülebilirlik stratejileri geliştirebilir; gıda güvenliği ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel riskleri belirleyebilir ve bu riskleri yönetebilir.

*Öğrenciler, evsel atıklar yerine sanayi atıklarından metal nanoparçacıkların geri kazanımı üzerine projeler geliştirmek için teşvik edilebilir. Kullanılmış elektronik cihazlar, araba parçaları gibi belirli atık türlerinden nanoparçacık geri kazanımı üzerine odaklanılması sağlanabilir. Öğrencilere mevcut sanayi uygulamaları ve nanoparçacıkların ekolojik etkileri incelenebilir. Günlük hayattan örnekler kullanılarak endüstriyel süreçlerin çevresel etkilerini azaltmak için yenilikçi çözümler geliştirilmesi sağlanabilir. Öğrencilerden sanayi atıklarından metal ve alaşımların üretimi ve kullanımının çevresel etkilerini analiz etmeleri istenebilir. Böylece öğrencilerin bu malzemelerin ekolojik ayak izini azaltacak şekilde kullanılmasına ilişkin yöntemler geliştirmesi sağlanabilir. Ekoloji, kimya bilimi, malzeme bilimi ve mühendislik gibi farklı disiplinlere ait bilgilerin birleştirilmesi yolu ile kapsamlı ve etkili çözümler üretilmesi sağlanabilir. Bu süreçlerle eleştirel düşünme ve problem çözme becerileri geliştirilebilir.

Destekleme Öğrencilere evsel atıklardan metal nanoparçacıkların elde edilmesine ilişkin deney videoları izletilebilir. Evsel atıklardan elde edilen metal nanoparçacık miktarına ilişkin hazır veri seti kullanılarak evsel atıkların ne kadarının geri dönüştürülebildiğine yönelik çıkarım yapılması sağlanabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



10. SINIF TEMALARI

1. TEMA: ETKİLEŞİM

Bu tema, *Kimyasal Tepkimeler* ve *Gazlar* olmak üzere iki farklı bölümden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin kimyasal değişimlere ilişkin bilimsel gözlem yapmaları ve model oluşturmaları, kimyasal tepkime türlerinin oluşum sürecine ilişkin bilimsel gözlem yapmaları, mol kavramına ilişkin operasyonel tanımlama yapmaları, stokiyometrik hesaplamalara ilişkin tümdengelimsel akıl yürütmeleri, gazların özelliklerine ilişkin bilimsel gözlem ve bilimsel sorgulama yapmaları, ideal gaz denklemini tümevarımsal akıl yürütme yoluyla oluşturmaları, gazların farklı ortamlarda yayılmasına ilişkin deney yapmaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 32

**ALAN
BECERİLERİ**

FBAB1. Bilimsel Gözlem, FBAB5. Operasyonel Tanımlama, FBAB7. Deney Yapma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, FBAB11. Tümdengelimsel Akıl Yürütme, FBAB13. Bilimsel Sorgulama

**KAVRAMSAL
BECERİLER**

KB2.1. Çelişki Giderme, KB2.16. Muhakeme (Akıl Yürütme)(KB2.16.2. Tümdengelimsel Akıl Yürütme)

EĞİLİMLER

E1.4. Kendine İnanma (Öz Yeterlilik), E1.5. Kendine Güvenme (Öz Güven), E1.6. Seçicilik, E2.1. Empati, E3.5. Açık Fikirlilik, E3.6. Analitiklik

**PROGRAMLAR ARASI
BİLEŞENLER**

**Sosyal-Duygusal
Öğrenme Becerileri**

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliği, SDB3.2. Esneklik

Değerler

D1. Adalet, D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D6. Dürüstlük, D11. Özgürlük, D14. Saygı, D16. Sorumluluk

Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB7. Veri Okuryazarlığı

**DİSİPLİNLER ARASI
İLİŞKİLER**

Coğrafya, Fizik, Matematik

**BECERİLER ARASI
İLİŞKİLER**

KB2.2. Gözlemeleme, KB2.7. Karşılaştırma, KB2.8. Sorgulama, KB2. 14. Yorumlama

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.10.1.1. Kimyasal değişimlere ilişkin kanıtları belirlemeye yönelik bilimsel gözlem yapabilme

- Kimyasal değişimlerin gözlemlenebilir göstergelerini (enerji değişimi, gaz çıkışı, renk değişimi veya yeni bir katının oluşumu) tanımlar.
- Kimyasal değişimlerin gözlemlenebilir göstergelerine ilişkin veri toplar ve kaydeder.
- Kimyasal değişimlerin gözlemlenebilir göstergelerine ilişkin topladığı verileri tepkenlerin alt mikro seviyedeki değişimi temelinde açıklar.

KİM.10.1.2. Kimyasal tepkimelerin oluşumunu açıklamak için bilimsel model oluşturabilme

- Taneciklerin yeniden düzenlenmesi temelinde kimyasal tepkimelerin oluşumu için önerdiği modeli farklı kimyasal tepkimelerin oluşum süreçlerini inceleyerek sınar.
- Sınama sürecinde elde ettiği kanıtlara uygun olarak modelini geliştirir.

KİM.10.1.3. Kimyasal tepkime türlerinin oluşum sürecine ilişkin bilimsel gözlem yapabilme

- Tepkime türlerinin (çökme, indirgenme-yükseltgenme ve asit-baz) oluşum sürecine ilişkin gözlemlenebilir göstergeleri (renk değişimi, çökelek oluşumu, enerji değişimi ve gaz çıkışı) tanımlar.
- Tepkime türlerinin oluşum sürecine ilişkin gözlemlenebilir göstergelere yönelik veri toplar ve kaydeder.
- Tepkimelerin oluşum sürecine ilişkin verileri sembolik ve alt mikro seviyedeki gösterimlerle açıklar.

KİM.10.1.4. Mol kavramına ilişkin operasyonel tanımlama yapabilme

- Maddelerin miktarını ifade etmek için ölçülebilir (kütle, tanecik sayısı vb.) özellikleri belirler.
- Maddelerin aynı sayıda tanecik içeren örneklerinin kütlelerini ölçer.
- Maddelerin tanecik sayısını ifade etmek için yaptığı işlemlere uygun tanım yapar.

KİM.10.1.5. Saf maddelerin ölçülebilir özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik tüm-dengelsel akıl yürütebilme

- Atom sayısı, molekül sayısı, kütle ile mol sayısı arasındaki ilişkiyi kuramsal temele dayalı kurduğu hipotezleri ile test eder.
- Değişkenler arasındaki orantısal ilişkilere yönelik hipotezlerini yeni durumları açıklamak için kullanır.

KİM.10.1.6. Kimyasal tepkime denklemlerinde tanecik sayılarının tutarsızlıklarına ilişkin çelişkiyi giderebilme

- Kimyasal tepkime denklemlerinde tepken ve ürünlerin tanecik sayılarındaki tutarsızlıkların nerede olduğunu belirler.
- Kimyasal tepkime denklemlerinde tepken ve ürünlerin tanecik sayılarının denkleştirilmesi için olası yolları araştırır.
- Kimyasal tepkime denklemlerinde tepken ve ürünlerin tanecik sayılarının denkleştirilmesi için uygun yolu seçerek uygular.
- Kimyasal tepkime denklemlerinde tanecik sayılarının denkleştirildiğini değerlendirir.

KİM.10.1.7. Kimyasal tepkimelerde stokiyometrik ilişkilere yönelik tümdengelimsel akıl yürütebilme

- Denkleştirilmiş kimyasal tepkimelerde tepken ve ürünlerin katsayıları ile mol sayıları arasındaki ilişkileri belirler.
- Denkleştirilmiş kimyasal tepkimelerde tepken ve ürünler arasındaki stokiyometrik ilişkileri kurar.
- Denkleştirilmiş kimyasal tepkimelerde tepken ve ürünler arasındaki stokiyometrik ilişkilere yönelik çıkarım yapar.

KİM.10.1.8. Gazların özelliklerine ilişkin bilimsel gözlem yapabilme

- Gazların özelliklerinin (hacim, basınç, genleşme, sıkıştırılabilirlik, karışabilirlik ve yoğunluk) farkını ortaya koyar.
- Gazların özelliklerine ilişkin veri toplar ve kaydeder.
- Topladığı veriler üzerinden gazların özelliklerine (basınç, hacim, sıcaklık ve madde miktarı) ilişkin keşfettiği örüntüleri tanecikli model ile açıklar.

KİM.10.1.9. Gazların özellikleri arasındaki ilişkileri bilimsel sorgulayabilme

- Gazların hacim, basınç, sıcaklık ve madde miktarı değişkenleri arasındaki ilişkilere yönelik araştırılabilir sorular oluşturur.
- Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere hipotez kurar.
- Basınç, hacim, sıcaklık ve madde miktarı arasındaki ikili ilişkileri gösteren gaz yasalarına yönelik araştırma planlar ve planladığı araştırmayı gerçekleştirir.
- Çizdiği grafikler üzerinden matematiksel modeller önerir.
- Elde ettiği grafiksel ve matematiksel modelleri kullanarak gazlara ilişkin değişkenler (P, V, T ve n) arasındaki ilişkileri açıklar.
- Gaz yasalarını kinetik moleküler teori ile değerlendirir.

KİM.10.1.10. İdeal gaz denklemini tümevarımsal akıl yürütme yoluyla oluşturabilme

- Boyle, Charles ve Avogadro yasaları arasında örüntü oluşturur.
- Gazların basınç, hacim, sıcaklık ve mol sayısı değişkenleri arasındaki ilişkiyi genel matematiksel bir eşitlikle ifade eder.

KİM.10.1.11. Gazların farklı ortamlarda yayılmasına ilişkin deney yapabilme

- Efüzyon ve difüzyon ile ilgili deney tasarlar.
- Deney sonuçlarını günlük hayattaki durumları açıklamak için kullanır.

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Kimyasal Tepkimeler: Kimyasal Değişimin Göstergeleri, Kimyasal Tepkimelerin Oluşumu, Kimyasal Tepkime Türleri, Mol Kavramı, Kimyasal Tepkime Denklemlerinin Denkleştirilmesi, Kimyasal (Stokiyometrik) Hesaplamalar

Gazlar: Gazların Özellikleri ve Kinetik Moleküler Teori, Gaz Yasaları, İdeal Gaz Yasası, Graham Difüzyon ve Efüzyon Yasası

Genellemeler/İlkeler/ Anahtar Kavramlar

asit-baz tepkimesi, çökeltme tepkimesi, difüzyon, efüzyon, gaz basıncı, hacim, ideal gaz, indirgenme-yükseltgenme tepkimesi (redoks), kimyasal tepkime, mol, mutlak sıcaklık, sınırlayıcı bileşen, standart-normal şartlar, tepkime denklemleri, yüzde verim

- ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)** Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında etkinlik kâğıdı, deney raporu, yansıtma notu, performans görevi, kısa cevaplı sorular, çalışma yaprağı, akran değerlendirme formu ve öz değerlendirme formu kullanılabilir.
- Performans görevi çerçevesinde öğrencilerden seçtiği kimyasal bir tepkimenin gerçekleşme sürecini farklı materyaller kullanarak süreç aşamalı modellemesi istenebilir. Performans görevi "tepkimeyi belirleme, uygun materyal seçme, tepkime aşamalarını takip etme, kendi modelinin bilimsel modele uygunluğu" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.
- Öğrenciler performans görevi çerçevesinde gazların madde miktarı, hacmi, basıncı ve sıcaklığı arasındaki ilişkileri ortaya koyacağı bir deneyi tasarlayabilir; uygulayabilir ve raporlayabilir. Performans görevi "araştırma sorusu oluşturabilme, bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirleyebilme, denemeler yapabilme, elde ettiği sonuçlara dayalı grafik çizibilme ve belirlediği ilişkileri matematiksel modelleyebilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.
- Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

- Temel Kabuller** Öğrencilerin fiziksel ve kimyasal olayları, fiziksel ve kimyasal bazı olayların sembolik gösterimlerini, asit-baz kavramlarını, kütlelenin korunumu kanununu, maddenin tane-cikli yapısını, atom ve molekül kavramlarını, gazların temel özelliklerini bildiği kabul edilmektedir.

- Ön Değerlendirme Süreci** Öğrencilerin verilen örnek olayları fiziksel ve kimyasal değişim olarak sınıflandırmaları, kimyasal tepkimenin gerçekleşme süreci ile kütlelenin korunumu kanunu arasında ilişki kurmaları, maddenin gaz hâline ait bilgilerini katı ve sıvı hâline ait bilgileri ile karşılaştırmaları istenebilir.

- Köprü Kurma** Öğrencilere bir değişimin kimyasal olup olmadığının nasıl anlaşılacağı sorulabilir. Günlük hayatta karşılaşılabilecek kimyasal bir olay örnek verilebilir. Bu örnek aracılığı ile olayın alt mikro boyutuna, makroskobik boyutuna ve sembolik gösterimine öğrencilerin dikkati çekilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.10.1.1

Öğrencilerden herhangi bir kimyasal değişimin gözlemlenebilir göstergelerinin neler olduğuna ilişkin fikirlerini açıkça paylaşmaları istenir (**SDB2.1**). Öğrenciler; kimyasal değişimlerin kanıtları olarak enerji değişimi, gaz çıkışı, renk değişimi veya yeni bir katının oluşumu gibi göstergeleri tanımlar (**OB1**). Öğrenciler, farklı gözlemlenebilir göstergelere sahip kimyasal tepkimelere ilişkin deneyleri gözlemler; veri toplar ve gözlem sonucunda bilimsel bakış açısıyla elde ettiği veri sonuçlarını etkinlik kâğıdına kaydeder (**KB2.2, D3.3, OB1, OB7**). Bu şekilde araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın önemine vurgu yapılarak çalışkanlık değeri desteklenir. Öğrencilerin gözlemlenen göstergeleri alt mikro seviyede tepken tane-ciklerinin yeniden düzenlenmesi (kimyasal değişim) temelinde açıklamaları açık uçlu sorular sorularak sağlanır (**OB1**). Etkinlik kâğıtları "öğrencilerin kimyasal değişimlerin kanıtlarını tanımlayabilmesi, kanıtlara ilişkin veri toplayabilmesi ve kanıtları açıklayabilmesi" ölçütlerine ilişkin dereceli puanlama anahtarı ile hem öğretmen hem de öğrenci tarafından değerlendirilebilir (**SDB1.2**).

KİM.10.1.2

Öğrencilerden herhangi bir kimyasal tepkimenin oluşumunu alt mikro seviyede gösteren süreç aşamalı tepkime oluşum modeli veya modelleri çizmeleri ve her aşamayı kısaca açıklamaları istenir (**OB1, OB4**). Bu süreçte öğrencilerin düşüncelerini arkadaşları ile paylaşımları, arkadaşlarının düşüncelerini anlamaya çalışmaları sağlanır. Böylece dostluk değeri kazanmaları desteklenir (**SDB2.1, D4.2, E2.1**). Herhangi bir tepkimenin gerçekleşme sürecini gösteren görsel materyaller seçilerek öğrencilere gösterilir. Öğrencilerden bu materyaller ile kendi geliştirdikleri süreç aşamalı modelleri karşılaştırmaları istenir. Daha sonra öğrencilere birkaç farklı tepkime süreci deney videosu izletilir ve öğrencilerin çizmiş oldukları süreç aşamalı modeller ile ilgili tepkimeleri açıklayıp açıklayamadıklarını değerlendirmeleri, kendi modellerini geliştirmek için neler yapmaları gerektiğini belirlemeleri, elde ettikleri kanıtlara uygun olarak modellerini geliştirmeleri, araştırmacı olmaya teşvik edilerek çalışkanlık değeri kazanmaları sağlanır (**SDB1.2, D3.2, D3.3, OB4**). Performans görevi çerçevesinde öğrencilerden seçtikleri kimyasal bir tepkimenin gerçekleşme sürecini farklı materyaller kullanarak aşamalı bir şekilde modellemeleri istenebilir.

KİM.10.1.3

Sembolik düzeyde bir çökelme tepkimesi verilerek öğrencilerden tepkimenin oluşum sürecine ilişkin gözlemlenebilir göstergeleri (renk değişimi, çökelek oluşumu, enerji değişimi ve gaz çıkışı) tanımlamaları istenir. Öğrenciler, çökelme tepkimesini gözlemler; tepkime oluşum sürecine yönelik belirlediği göstergelere ilişkin veri toplar ve topladığı verileri kaydeder (**KB2.2**). Öğrencilerden gözlem verilerine dayanarak çökelme tepkimesinin oluşum sürecini sembolik ve alt mikro seviyede tanecik davranışları ve etkileşimlerini dikkate alarak detaylı bir şekilde açıklamaları istenir. Çökelme tepkimesi oluşum sürecini alt mikro seviyedeki animasyonlar üzerinden gözlemleyen öğrenciler, kendi açıklamalarını animasyon üzerinden yaptıkları gözlemlerle karşılaştırır (**OB1**). Bu süreç, indirgenme-yükseltgenme ve asit-baz tepkimelerinin oluşum sürecini gözlemlemek için de tekrarlanır. İndirgenme-yükseltgenme tepkimeleri için metallerin seyreltik hidroklorik asit veya tuz çözeltileriyle olan tepkimeleri ve magnezyum ile demirin yanma tepkimeleri kullanılır. Asit-baz tepkimeleri için ise kuvvetli asit ve kuvvetli bazların sulu çözeltileri arasında gerçekleşen tepkime örnekleri kullanılır. Öğrenme-öğretme sürecinde çökelme tepkimelerinin çift yönlü yer değiştirme tepkimeleri olduğuna, bazı indirgenme-yükseltgenme tepkimelerinin de aynı zamanda tekli yer değiştirme tepkimeleri olduğuna değinilir (**KB2.7**).

Öğrenciler kimyasal tepkime türlerine ilişkin bir deneyi bilimsel bakış açısıyla tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Planlı ve araştırmacı olmanın öneminden bahsedilerek öğrencilerin çalışkanlık değeri kazanmalarına yardımcı olunur (**D3.2, D3.3**). Sürecin bütünü "öğrencilerin deney tasarım adımlarını takip ederek çökelme, indirgenme-yükseltgenme ve asit-baz tepkimelerinin gerçekleşme sürecindeki olayları belirleyebilmeleri, bu olaylardan elde ettikleri gözlem verileri temelinde alt mikro seviyede tanecik davranışlarını ve etkileşimlerini dikkate alarak açıklayabilmeleri, tepkimeyi sembolik kimyasal tepkime denklemi olarak da yazabilmeleri" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile hem öğretmen hem de öğrenci tarafından değerlendirilebilir (**SDB1.2, OB7, E3.6**).

KİM.10.1.4

Öğrencilerden küçük taneciklere sahip mercimek, pirinç, nohut gibi maddelerin miktarını ifade etmede kullanabilecekleri kütle, tanecik sayısı gibi ölçülebilir özellikleri belirleme-ri istenir **(OB1)**. Öğrenciler, belirlenen özelliklerden yola çıkarak küçük taneciklere sahip maddelerin aynı sayıda tanecik içeren örneklerinin kütlelerini ölçer. Madde örneklerinden herhangi biri standart madde (örneğin mercimek) olarak seçilir. Her bir kütle ölçümü, standart olarak alınan maddenin kütlelerine bölünür. Ardından her bir madde örneği için bulunan kütle oranına karşılık gelecek kadar tanecik tartılır. Bu kütledeki tanecik sayısı belirlenir. Öğrenciler, ölçümleri sonucunda belirledikleri tanecik sayısına karşılık gelen bir birimi tanımlar. Tanımladığı birimi kullanarak küçük taneciklere sahip her bir maddenin miktarını ifade eder. Küçük taneciklere sahip maddelerin tanecik sayısı ve kütleleri arasındaki ilişkiyi veren bu birime benzer olarak kimya biliminde de aynı amaçla tanımlanmış bir birim olduğuna, bu birime mol denildiğine dikkat çekilir. Son olarak mol kavramının tanımı verilir **(OB1)**. Bu bağlamda izotop atom, ortalama atom kütle ve atomik kütle biriminin sadece tanımları yapılır. Öğrencilerden ders öncesi ve sonrasında, madde miktarının ifade edilmesinde kullanılan birimlerle ilgili değişen görüşlerini özetledikleri bir yansıtma notu yazmaları istenebilir **(SDB2.1)**.

KİM.10.1.5

Öğrencilerden 1 mol metal örneğinin içerdiği atom sayısı ve kütleleri arasındaki ilişkiye dair hipotez kurmaları ve hipotezlerini hesaplamalarla test etmeleri istenir. Bu şekilde araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın önemine vurgu yapılarak çalışkanlık değeri desteklenir **(D3.3)**. Öğrenciler; metal örneği için belirledikleri mol-atom sayısı ve mol-kütle arasındaki ilişkilere yönelik hipotezlerini su, karbon dioksit gibi yeni örneklerin mol-molekül sayısı ve mol-kütle ilişkilerini belirlemek için kullanır **(OB7)**. Öğrencilere farklı maddelerin mol sayısı ile atom sayısı, molekül sayısı ve kütleleri arasındaki ilişkiyi hesaplamaları için kısa cevaplı sorular yöneltilir ve bu soruların cevaplandırılması istenir. Öğrencilere ilk defa karşılaştıkları mol kavramı ile ilgili öğrenme sürecindeki düşüncelerini belirttikleri bir metin yazdırılabilir **(SDB1.1)**.

KİM.10.1.6

Denkleştirilmemiş bir tepkime denklemi verilir ve öğrencilerden tepkime denkleminde sayıları eşit olmayan atomları belirlemeleri istenir. Öğrenciler, kimyasal tepkime denklemlerinin denkleştirilmesi ile ilgili hesaplamaları yapar. Denkleştirilmemiş tepkime denkleminin kütle korunumu yasasına uyup uymadığına, ilgili tepkimedeki taneciklerin sayılarını eşitlemek için katsayıların nasıl belirlenmesi gerektiğine dair sorular sorularak öğrencilerin düşüncelerini etki altında kalmadan özgürce ifade etmeleri sağlanır **(D11.2, E3.5)**. Öğrenciler, tepken ve ürünlerdeki taneciklerin sayılarının eşitlenmesi için olası yolların neler olabileceği ile ilgili araştırma yapmaları için yönlendirilir; bu sayede öğrencilerin araştırmacı ve sorgulayıcı olmaları teşvik edilerek çalışkanlık değeri kazanmaları desteklenir **(OB7, D3.3)**. Deneme yanılma yöntemi ile tepkime denklemindeki tepken ve ürünlerdeki taneciklerin sayılarının eşitlenmesi istenir. Yapılan denkleştirmenin daha az basamaklı olması için tanecik sayılarının denkleştirme sırasının nasıl olması gerektiği öğrencilere sorulur. Öğrencilerin etkili iletişim kurmaları, olay ve durumları çok yönlü bakış açısıyla değerlendirmeleri, farklı bakış açılarına dikkate almaları sağlanır; en uygun denkleştirme yönteminin ne olduğuna sınıf içi tartışma ile karar verilir **(E1.6)**. Karar verme aşamasında adalet ve saygı değerleri hatırlatılır **(SDB2.1, D1.2, D14.1)**. Öğrenciler, en uygun denkleştirme yöntemini kullanarak çeşitli kimyasal tepkime denklemlerini denkleştirerek değerlendirir **(OB7)**. Çalışma yaprağında verilen çeşitli denkleştirilmemiş tepkime denklemlerinin denkleştirilmesi istenebilir.

KİM.10.1.7

Öğrencilerden denkleştirilmiş bir tepkime denklemi için tepkenlerin verilen herhangi bir mol sayısı için tepken-tepken ve tepken-ürün arasındaki olası kütle, mol sayısı ve tanecik sayısı ilişkilerini belirlemeleri istenir. Belirledikleri ilişkileri aynı tepkimenin tepken ve ürünlerinin mol sayıları, kütleleri, tanecik sayıları arasındaki ilişkileri hesaplamada kullanmaları sağlanır (OB7). Öğrencilerden kimyasal tepkimelerde tepken ve ürünler arasındaki stoki-yometrik ilişkilere yönelik çıkarım yapmaları istenir. Bu şekilde öğrencilerin araştırmacı olmaları teşvik edilerek çalışkanlık değeri kazanmaları desteklenir (D3.3). Öğrenciler, bu çıkarımlarını diğer kimyasal tepkimelerdeki stoki-yometrik hesaplamaları yapmak için kullanır. Bu aşamadan sonra sınırlayıcı bileşen ve yüzde verim hesaplamaları temel düzeyde yapılır (OB7). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen çeşitli kimyasal tepkimelerde mol sayısı, kütle ve tanecik sayısı arasında ilişki kurmayı gerektiren problemleri cevaplandır-maları istenebilir.

KİM.10.1.8

Günlük hayattan seçilen örneklerle gazların genel özelliklerine dikkat çekilir (OB1). Öğrencilerin düşüncelerini açıkça ifade edebilecekleri, aynı zamanda iletişim becerilerini geliştirebilecekleri bir tartışma ortamı oluşturulur (D6.2, D14.1). Etkinlik kâğıdı aracılığı ile öğrencilerden gazların kütle, hacim, basınç, genleşme, sıkıştırılabilirlik, karışabilirlik, yoğunluk özelliklerini sıvı ve katıların özellikleri ile karşılaştırmaları; aralarındaki farkları ortaya koymaları istenir (OB1). Öğrencilerin gruplara ayrılmaları sağlanır. Öğrenciler, grup arkadaşlarıyla gazların her bir özelliğini gözlemlemeye uygun deneyler yaparak, simü-lasyonlar veya kanıt kartları kullanarak veri toplar ve topladığı verileri kaydeder (KB2.2, SDB2.1, SDB2.2, OB1, OB7). Böylece öğrencilerin grupta çalışma becerisi sergilemelerine, hedeflerine ulaşmak için plan hazırlayıp uygulayabilmelerine yardımcı olunarak çalışkanlık değerini kazanmaları desteklenir (D3.2, D3.4). Öğrenciler, elde ettikleri verileri kullanarak gazların gözlemlenebilir özelliklerini tanecik modeli çizerek açıklar (OB1,OB4). Öğrencilerin grup çalışmalarına katkıları akran değerlendirme formu ile değerlendirilebilir. Etkinlik sonunda gazların özellikleri, kinetik moleküler teori ile açıklanır. Etkinlik kâğıtları "öğrencilerin gazların niteliklerinin farkını ortaya koyabilmeleri, gözlemlerinden veri elde edebil-meleri ve gazların özelliklerini tanecikli yapı modeli ile açıklayabilmeleri" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile hem öğretmen hem de öğrenci tarafından değerlendirilebilir (SDB1.2, E3.6).

KİM.10.1.9

Dinamitin patlaması, hamurun kabarması, oksijenli solunum olaylarının gerçekleşmesi, araba motorunda benzinin yanması gibi olaylar gaz yasalarını içeren örnekler olarak verilir. Öğrencilerin iletişim becerilerini kullanmaları amacıyla gaz davranışlarını etkileyen değiş-kenler ve bunların etkileri hakkında tartışma açılarak saygı değeri çerçevesinde tartışma-ları sağlanır (SDB2.1, D14.1, OB1, E1.5). Öğrencilerden gazların basınç, hacim, sıcaklık ve madde miktarı değişkenleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesine yönelik araştırılabilir soru-lar oluşturmaları istenir. Öğrenciler, gaz basıncı kavramını katı ve sıvıların basıncıyla ilişki-lendirir; gazların basınç, hacim, sıcaklık ve madde miktarı değişkenleri arasındaki ilişkilere yönelik hipotez oluşturur (OB1). Öğrenciler, simülasyonlar kullanarak ya da deney yaparak hipotezlerini test eder (OB7). Böylece öğrencilerin görev ve sorumluluklarını yerine ge-tirmeleri için planlama yapmaları ve bu planı uygulamaları sağlanır (D16.3). Elde ettikleri verileri kullanarak gazların basıncı, hacmi, sıcaklığı ve madde miktarı arasındaki ikili iliş-kileri gösteren grafikleri çizmeleri öğrencilerden istenir. Öğrencilerden her bir grafikteki değişkenler arasındaki ilişkiyi ifade eden matematiksel modelleri yazmaları istenir. Her bir matematiksel modelin bilimdeki karşılığının hangi gaz yasasını (Boyle, Charles, Gay Lussac ve Avogadro) ifade ettiği bilgisi verilir (OB7). Öğrenciler, elde ettikleri grafiksel ve matema-tiksel modellerden hareketle gazlara ilişkin değişkenler (P, V, T ve n) arasındaki ilişkileri açıklar (KB2.8). Gaz yasaları ile ilgili hesaplamalara girilmez. Öğrencilerden tanecik mo-delleri çizerek gaz yasalarını gazların kinetik moleküler teorisi ile açıklamaları istenir (OB7).

Öğrenciler, yaptıkları çalışmayı öz değerlendirme formu ile değerlendirebilir (**SDB1.2**). Öğrenciler performans görevi çerçevesinde gazların madde miktarı, hacmi, basıncı ve sıcaklığı arasındaki ilişkileri ortaya koyacağı bir deneyi tasarlayabilir; uygulayabilir; raporlayabilir ve göreve ilişkin kendi performansını değerlendirebilir (**SDB1.2, E1.4**).

KİM.10.1.10

Öğrenciler; Boyle, Charles ve Avogadro yasalarındaki hacmin (V) diğer tüm değişkenlerle (P, T ve n) olan ikili ilişkilerini kullanarak örüntü oluşturmaları için yönlendirilir. Oluşturdukları örüntüden yararlanarak gazların tüm değişkenleri arasındaki ilişkiyi göstermek için ideal gaz denklemi adı verilen genel bir eşitlik yazmaları öğrencilerden istenir. Bu ilişkideki orantı sabitine ideal gaz sabiti (R) adı verildiği ifade edilir (**OB4**). Öğrenciler, ideal gaz denklemini test eder (**OB4**). Öğrenciler ideal gaz denkleminde değişkenler arasındaki ilişkileri açıklar. Ayrıca ideal gaz denklemi ile ilgili hesaplamalara girilmez. Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen çeşitli problemleri ideal gaz denklemini kullanarak çözmeleri istenebilir.

KİM.10.1.11

Araba lastiklerindeki hava basıncının zamanla azalması gibi efüzyon; oda ya da araba parfümlerinin ortama hoş koku vermesi, feromonların hava içinde yayılması sayesinde çok uzaktaki hayvanların birbirini bulması vb. difüzyon örnekleri verilir. Verilen örneklerden hareketle öğrencilerden gaz taneciklerinin davranışlarını gazların kinetik moleküler teorisine dayalı olarak açıklamaları istenir (**OB7**). Öğrencilerin gruplara ayrılmaları sağlanarak grup çalışmasında uyumlu davranmaları ve etkili iletişim kurmaları desteklenir (**D4.2**). Grup çalışması ile öğrencilerden gazların efüzyon ve difüzyonuna yönelik deney tasarımları ve deneyi gerçekleştirmeleri istenir. Deney yapmanın araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın bir parçası olduğundan bahsedilerek çalışkanlık değeri vurgulanır (**KB2.2, OB7, D3.2, D3.4, E2.1**). Öğrenciler, deney sonuçlarını günlük hayattaki efüzyon ve difüzyon olaylarını açıklamak amacıyla kullanır (**KB2.14, OB7, SDB2.2**). Öğrenciler gazların farklı ortamlarda yayılması sırasında difüzyon hızlarının sıcaklık ve mol kütlesi ile ilişkilerini ortaya koyacağı bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Deney sonrasında elde ettikleri sonuçlardan hareketle konunun günlük hayatla ilişkilendirilmesi sağlanabilir. Sürecin bütünü "öğrencilerin deney tasarım adımlarını takip ederek gazların difüzyon hızını etkileyen faktörleri belirleyebilmeleri, faktörlerin birbiriyle ilişkisini açıklayabilmeleri, günlük hayatla ilişki kurabilmeleri" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Bu ölçekle hem öğrenci hem de öğretmen tarafından değerlendirme yapılabilir (**SDB1.2**). Öğrencilere deney sürecinde zor durumlarla karşılaştıklarında alternatif çözümler üretip üretmedikleri sorulabilir ve yeni bir durumla karşılaştıklarında yeni duruma nasıl uyum sağladıklarıyla ilgili bir tartışma yaptırılabilir (**SDB3.2**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme

Öğrenciler, "akıllı tepkime izleyici sistemi" geliştirebilir. Bu sistemin geliştirilmesinde çeşitli kimyasal tepkimelerin gerçek zamanlı olarak izlenmesini sağlayacak sensörler ve gelişmiş görüntüleme teknikleri kullanılabilir. Özellikle renk değişimi, enerji değişimi, gaz çıkışı gibi göstergelerin izlenmesi üzerine odaklanılması sağlanabilir. Öğrenciler, yapay zekâ algoritmaları ile işlenen bu veriler sayesinde tepkime mekanizmalarını daha iyi anlayabilir. Ayrıca yapay zekâ, tepkimelerin tahmin edilmesi ve analiz edilmesinde de kullanılabilir.

*Öğrenciler, kimyasal tepkime türlerini öğretmek için kullanılacak bir sanal gerçeklik (VR) deney seti geliştirebilir. Bu set; asit-baz, indirgenme-yükseltgenme gibi farklı tepkime türlerini etkileşimli ve görsel olarak sunabilir. Böylece öğrenciler, sanal ortamda tehlikeli kimyasal maddelerle doğrudan temas etmeden deney yapabilir ve tepkimelerin sonuçlarını gözlemleyebilir.

Öğrenciler, kimyasal tepkime denklemlerinin denkleştirilmesini öğreten ve pratik yapma imkânı sunan bir mobil uygulama geliştirebilir. Geliştirdikleri uygulamada kullanıcıya rastgele tepkime denklemleri sunulabilir ve bu tepkime denkleminin denkleştirme süreci adım adım gösterilebilir. Ayrıca kullanıcının denkleştirme becerilerini geliştirmek amacıyla oyunlaştırılmış öğeler de konabilir.

Öğrencilerden çevresel izleme, sağlık, güvenlik ve endüstriyel uygulamalar için hassas ve hızlı tepki veren gaz sensörleri geliştirmeleri istenebilir. Öğrenciler; spesifik gaz moleküllerine duyarlı sensörlerin tasarlanmasında karbon nanotüpler, grafen, metal oksitler gibi nanomalzemelerin yüzey alanı ve elektronik özelliklerinden yararlanabilir. Sensörlerin yüzeylerini belirli gaz moleküllerine daha duyarlı hâle getirecek kimyasal gruplarla modifiye edebilir.

*Öğrenciler çeşitli endüstriyel gazları ayırma, sera gazı emisyonlarını azaltma, hava saflaştırma, tıbbi gaz ayırma ve saflaştırma işlemlerini verimli ve etkili bir şekilde gerçekleştirebilecek nano filtreler geliştirebilir. Bu amaçla zeolit, metal-organik çerçeveler (MOF) ve nanoporöz karbon yapılar gibi nanoporöz malzemeler kullanarak belirli boyut ve şekildeki gaz moleküllerini seçici olarak geçirecek filtreler tasarlayabilir. Tıbbi cihazlar yapabilir veya bunları kullanabilir.

Öğrenciler, nano ölçekte gaz davranışlarını inceleyerek nanoteknoloji ve malzeme bilimi alanlarında yeni uygulamalar geliştirebilir. Örneğin nano ölçekli gaz sensörleri veya gaz moleküllerini etkin bir şekilde ayıran nano filtreler tasarlayabilir.

Öğrencilere oksijen tedavisinde kullanılan sistemlerin tasarımı ve çalışma prensipleri incelenebilir. Öğrenciler, hastanelerde kullanılan oksijen tüpleri, maske sistemleri ve ventilatörler gibi ekipmanların nasıl çalıştığını araştırmaları için yönlendirilebilir. Böylece gazların tıbbi alandaki hayati önemini anlayabilir ve bu sistemlerin hastalar üzerindeki etkilerini keşfedebilir.

Destekleme Saf maddelerin ölçülebilir özellikleri arasındaki ilişkileri belirlemeye yönelik tümdengelimsel akıl yürütebilme becerisi kullanılırken mol sayısı ile kütle, molekül sayısı ve atom sayısı arasındaki ilişkiyi Avogadro yasasını kullanarak test etme süreci öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilebilir.

Gazların özellikleri arasındaki ilişkilerin öğrenilmesi sürecinde bilimsel sorgulayabilme becerisi yerine kanıt kullanma becerisinden yararlanılabilir. Veri toplama ve kaydetme işlemleri görsel materyaller kullanılarak öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilebilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



2. TEMA: ÇEŞİTLİLİK

Bu tema *Çözeltiler* bölümünden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin çözünme sürecine ilişkin bilimsel model oluşturmaları, farklı maddelerin birbiri içinde çözünebilirliğini kanıt kullanarak açıklamaları, çözünme olayını sınıflandırmaları, çözünürlük kavramına ilişkin operasyonel tanımlama yapmaları, çözünürlüğe etki eden faktörleri belirlemeye yönelik kanıt kullanmaları, çözeltileri sınıflandırmaları, çözeltilerin derişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütmeleri, çözünen maddenin tanecik sayısının çözeltilerin kaynama ve donma noktasına etkisini belirlemeye yönelik hipotez oluşturmaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATI 26

ALAN BECERİLERİ

FBAB2. Sınıflandırma, FBAB5. Operasyonel Tanımlama, FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, FBAB12. Kanıt Kullanma

KAVRAMSAL BECERİLER

-

EĞİLİMLER

E1.2. Bağımsızlık, E2.1. Empati, E2.3. Girişkenlik, E3.6. Analitiklik, E3.7. Sistematiçlik, E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB1.3. Kendine Uyarılma (Öz Yansıtma), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliğı, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler

D1. Adalet, D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D10. Mütevazılık, D11. Özgürlük, D12. Sabır, D14. Saygı

Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB7. Veri Okuryazarlığı

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER

Biyoloji, Coğrafya, Fizik, Matematik

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER

KB2.7. Karşılaştırma, KB2.9. Genelleme, KB2.10. Çıkarım Yapma, KB2.14. Yorumlama, KB2.16. Muhakeme (Akıl Yürütme)(KB2.16.1. Tümevarımsal Akıl Yürütme)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.10.2.1. Çözünme sürecine ilişkin bilimsel model oluşturabilme

- Çözünme sürecini temsil etmek için basit tanecik modelleri geliştirir.
- Çözünme sürecine ilişkin modelleri bilimsel modellerle karşılaştırır.

KİM.10.2.2. Farklı maddelerin birbiri içinde çözünebilirliğini kanıt kullanarak açıklayabilme

- Farklı maddelerin birbiri içinde çözünmesi ya da çözünmemesi durumuna ilişkin ölçütler (çözücü ve çözünenin polar/apolar veya iyonik/moleküler olması) belirler.
- Çözünme sürecine yönelik verileri kullanarak çözünme ya da çözünmeme durumlarını açıklayacak şekilde veri seti oluşturur.
- Farklı maddelerin birbiri içinde çözünme ya da çözünmeme durumunu kanıtlara dayalı olarak açıklar.

KİM.10.2.3. Çözünme olayını sınıflandırabilme

- Çeşitli maddelerin suda çözünme olayını ayırt etmek için ölçütler (çözücü ve çözünenin etkileşimleri ve sembolik gösterimleri) belirler.
- Çözünme olayını belirlediği ölçütlere (iyonik veya moleküler, fiziksel veya kimyasal) göre ayırıştırır.
- Belirlediği ölçütleri kullanarak çözünme olaylarını gruplandırır.
- Oluşturduğu grup adlandırmalarını bilimsel karşılığı ile kıyaslar.

KİM.10.2.4. Çözünürlük kavramına ilişkin operasyonel tanımlama yapabilme

- Katıların saf sudaki çözünürlüğüne ilişkin ölçütler (madde cinsi ve sıcaklık) belirler.
- Çözünürlüğe ilişkin belirlediği ölçütleri test eder.
- Çözünürlüğün tanımını yaparak kendi tanımı ile bilimsel tanım arasındaki farkı açıklar.

KİM.10.2.5. Çözünürlüğe etki eden faktörleri belirlemeye yönelik kanıt kullanabilme

- Katı ve gazların saf sudaki çözünürlüğüne etki eden faktörlere ilişkin ölçütler (madde cinsi, sıcaklık ve basınç) belirler.
- Çözünürlük ile ilgili seçtiği verileri değişkenler arası ilişkileri belirleyecek şekilde düzenler.
- Çözünürlüğe etki eden faktörleri veriye dayalı açıklar.

KİM.10.2.6. Çözeltileri sınıflandırabilme

- Çözeltileri ayırt etmek için ölçütler (içerdiği çözünenin miktarı üzerinden doymuş, doymamış, aşırı doymuş; içerdiği çözünenin iyonik karakteri üzerinden elektrolit olan, elektrolit olmayan) belirler.
- Çözeltileri belirlediği ölçütlere göre ayırıştırır.
- Çözeltileri farklı biçimlerde gruplandırır.
- Oluşturduğu grup adlandırmalarını bilimsel karşılığı ile kıyaslar.

KİM.10.2.7. Çözeltilerin molar derişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- Çözeltilerin molar derişimine ilişkin keşfettiği örüntüyü matematiksel olarak modelleyip bu modeli yeni çözeltilerin verileri üzerinde test eder.
- Çözeltilerin molar derişimini, kurduğu matematiksel model üzerinden geneller.

KİM.10.2.8. Çözünen maddenin tanecik sayısının çözeltilerin kaynama ve donma noktasına etkisini belirlemeye yönelik hipotez oluşturabilme

- Katı-sıvı çözeltilerin kaynama ve donma noktasının saf suya göre değişimine yönelik araştırma sorusu belirler.*
- Çözeltilerin kaynama ve donma noktasının değişimine yönelik neden-sonuç ilişkilerini belirtir.*
- Neden-sonuç ilişkilerini araştırabilmek için bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirler.*
- Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere deneyler yaparak elde ettiği verilere dayalı önermeler sunar.*
- Çözeltilerin kaynama noktasının yükselmesi ve donma noktasının düşmesine neden olan faktörlere yönelik sunduğu önermeleri bilimsel kuramlar ile destekler.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Çözeltiler: Çözünme Süreci, Maddelerin Birbiri İçindeki Çözünürlüğü, Çözünme Olayının Sınıflandırılması, Çözünürlük, Çözünürlüğe Etki Eden Faktörler (Sıcaklık, Basınç ve Madde Cinsi), Çözeltilerin Sınıflandırılması, Derişim Birimleri (Molarite ve ppm), Koligatif Özellikler (Kaynama Noktası Yükselmesi ve Donma Noktası Düşmesi)

Genellemeler/İlkeler/ Anahtar Kavramlar

aşırı doymuş çözelti, çözelti, çözücü, çözünen, çözünme, çözünürlük, derişik çözelti, doymuş çözelti, doymamış çözelti, elektrolit çözelti, elektrolit olmayan çözelti, iyonik çözünme, koligatif özellik, milyonda bir derişim (ppm), molar derişim, moleküler çözünme, seyreltik çözelti

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında yansıtma notu, çalışma yaprağı, yapılandırılmış grid, performans görevi, etkinlik kâğıdı, deney raporu ve sınıf içi tartışma kullanılabilir.

Öğrenciler performans görevi çerçevesinde aynı miktar çözücüdeki tanecik sayısının kaynama noktası ve donma noktasına etkisini araştırmak için neden-sonuç ilişkisini ortaya koyacağı bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Performans görevi "araştırma sorusunu, neden-sonuç ilişkisini, bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirleyebilme; deneyler yapabilme ve elde ettiği sonuçları bilimsel kuram ile destekleyebilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller

Öğrencilerin çözünme, çözelti, çözücü ve çözünen kavramlarını ve sıcaklığın çözünürlüğe etkisini, çözünme hızına etki eden faktörleri, homojen ve heterojen karışımları, karışımları ayırma tekniklerini bildiği kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci

Bir gösteri deneyi, video, animasyon ya da çeşitli görseller yardımıyla öğrencilerin çözünme, çözelti, çözücü ve çözünen kavramları ile ilgili bilgilerini paylaşmaları sağlanabilir.

Köprü Kurma

Günlük hayattan somut örnekler ile öğrencilere farklı maddelerin birbiri içinde çözünme sürecine ilişkin sorular sorulabilir. Öğrencilerin çözünme ve erime kavramları hakkında sahip olabilecekleri kavram yanılgıları uygun yöntem ve teknik aracılığı ile sorgulanabilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.10.2.1

Çözünürlük kavramı ile ilgili yağda ve suda çözünen vitaminler, kuru temizlemede kullanılan kimyasal maddeler gibi günlük hayattan örnekler verilir. Öğrencilere çözünmenin nasıl gerçekleştiğine ilişkin sorular yöneltilir. Öğrenciler, bir katının bir sıvıdaki çözünme sürecini çizerek (tanecik modelini kullanarak) açıklar (**OB4**). Farklı çizimler tahtada paylaşılarak öğrencilerin olaylar ve durumlar karşısında farklı bakış açılarının olabileceğini fark etmeleri sağlanır (**D10.3**). Öğrencilerden çözünme sürecini en iyi temsil eden modeli adaletli bir şekilde seçmeleri istenir (**D1.2, OB4**). Model bilimsel olarak yetersiz ise seçilen modelin bilimsel açıdan neden yetersiz olduğu ile ilgili açık uçlu sorular sorularak tartışma ortamı oluşturulur (**SDB2.3, E2.1**). Ardından öğrencilere çözünme sürecini çözücü-çözünce, çözünen-çözünce ve çözücü-çözünce etkileşimleri düzeyinde gösteren animasyonlar gösterilir. Öğrencilerden bu gösterimleri kendi modelleri ile karşılaştırmaları istenir (**SDB1.3, OB2**). Öğrencilerden çizdikleri modellerin bilimsel modele ve deney sürecinin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeye uygunluğunu değerlendirdikleri, bu süreçte hangi bilgileri kullandıklarını, hangi duyguları hissettiklerini ve öğrenme sürecini geliştirmek için neler yapabileceklerini belirttikleri bir yansıtma notu yazmaları istenebilir. Çizim ve yansıtma notu, öğrenci ürün dosyasına eklenebilir ve "tanecikler arası etkileşimleri göz önünde bulundurma ve alt mikro seviyeye uygunluk" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile hem öğretmen hem de öğrenci tarafından değerlendirilebilir (**SDB1.1, SDB1.2, SDB1.3**).

KİM.10.2.2

Öğrencilerle herhangi bir katı veya sıvı maddenin su ve benzeri bir çözücü içinde çözünebilme özelliklerine ilişkin bilgilerin hem alt mikro hem de sembolik seviyede verildiği kanıt kartları paylaşılır. Öğrenciler, kanıt kartlarında verilen örnekleri inceleyerek maddelerin birbiri içinde çözünüp çözünmemesinin nelere bağlı olduğuna ilişkin düşüncelerini etki altında kalmadan ifade eder (**D11.2**). Ayrıca öğrencilerden bir maddenin diğeri içinde çözünmesine ilişkin ölçütlerin neler olabileceğini belirlemeleri istenir (**SDB2.1, OB7**). Öğrenciler, çözünme sürecine ilişkin verilen alt mikro ve sembolik seviyedeki verileri çözücü ve çözünenin yapısı bağlamında polar ya da apolar; moleküler ya da iyonik şeklinde düzenler ve çözünmenin gerçekleşme durumunu açıklayacak şekilde veri seti oluşturur (**E3.7, OB7**). Öğrencilerin çözücü ve çözünen maddeler arasındaki çözücü-çözünce, çözünen-çözünce ve çözücü-çözünce etkileşimleri üzerinde düşünmeleri; maddelerin birbiri içinde çözünme ya da çözünmeme durumlarını kanıtlara dayanarak gerekçelendirmeleri sağlanır. Bu gerekçelendirmenin araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın temelini oluşturduğu vurgulanır (**KB2.14, E3.6, D3.3, OB7**). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen maddelerin sudaki çözünebilirliğini maddelerin iyonik veya moleküler yapısına ve molekül polarlığına/apolarlığına göre belirlemeleri istenebilir.

KİM.10.2.3

Öğrencilere çözünme türlerini çözücü-çözünce etkileşimlerine bağlı olarak nasıl sınıflandırabileceklerine ilişkin sorular sorulur. Öğrencilerden düşüncelerini etki altında kalmadan özgürce ifade etmeleri istenir (**SDB2.1, D11.2, E1.2**). Çeşitli maddelerin suda çözünme sürecine ilişkin çözünen ve çözücü etkileşimlerini içeren alt mikro seviyedeki ve sembolik gösterimlerinin incelenmesi sağlanır. Öğrencilerden çözünme olaylarını sınıflandırmak için ölçütler belirlemeleri istenir. Ölçüt belirlemek için araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın önemi vurgulanır (**D3.3, OB1**). Öğrenciler örnekleri çözünenin tanecik yapısı, çözünme sırasında taneciklerin yapısının yeniden düzenlenip düzenlenmediği şeklinde ayrıştırır. Öğrenciler belirlediği ölçütler doğrultusunda çözünmeyi iyonik ya da moleküler, fiziksel ya da kimyasal olarak gruplandırır. Oluşturduğu grup adlandırmalarını bilimsel karşılığıyla kıyaslar (**OB1**). Böylece öğrenciler, çözünmenin hem fiziksel hem de kimyasal değişim şeklinde gerçekleşebileceği sonucuna ulaştırılır (**OB1**). Yapılandırılmış grid aracılığı ile öğrencilerden farklı maddelerin polar ya da apolar çözücülerde çözünme türünü belirlemeleri istenebilir.

KİM.10.2.4

Öğrencilere farklı katı örneklerinin aynı şartlarda hesaplanan çözünürlük bilgilerinin yer aldığı kanıt kartları verilir. Öğrencilerden verilen bilgileri kullanarak katıların çözünürlüğüne ilişkin ölçütler (madde cinsi ve sıcaklık) belirlemeleri istenir. Böylece öğrencilerin olaylar ve durumlara ilişkin farklı bakış açılarının olabileceğini fark etmeleri sağlanır (**SDB2.3, D10.3**). Öğrencilerden çeşitli katıların belirli bir sıcaklık ve basınçta 100 g saf çözücüdeki (su) maksimum çözünme miktarını (gram olarak) test edebilmeleri amacıyla deney planlamaları ve bu deneyi yapmaları istenir (**D3.2, OB7**). Öğrenciler, bu deneyden elde ettikleri verileri kaydederek analiz eder. Öğrencilerden analiz sonuçlarını kullanarak çözünürlüğe ilişkin bir tanımlama yapmaları istenir. Çözünürlüğe ilişkin yaptığı tanımın bilimsel tanımdan farkının açıklanması sağlanır (**KB2.7, OB7**). Öğrencilerden ders öncesi ve sonrasında çözünürlüğe ilişkin değişen görüşlerini özetledikleri ve yaptıkları deney sürecini değerlendirdikleri bir yansıtma notu yazmaları istenebilir (**SDB1.2, SDB1.3, E3.10**).

KİM.10.2.5

Vurgun olayı, asitli içeceklerin soğuk içilmesi, soğuk denizlerde balıkçılığın yaygın olması gibi gazların çözünürlüğü ile ilgili örnekler verilir. Katıların ve gazların saf sudaki çözünürlüğüne etki eden faktörlere ilişkin açık uçlu sorular sorularak tartışma ortamı oluşturulur. Böylece öğrencilerin etkili iletişim kurmaları ve farklı bakış açıları olabileceğini kabul etmeleri sağlanır (**D4.2, D10.3**). Öğrencilerden çözünürlüğe etki eden faktörlerin belirlenmesine ilişkin ölçütler (madde cinsi, sıcaklık ve basınç) belirlemeleri istenir (**OB7**). Öğrencilerin kanıt kartlarında verilen çeşitli tuzların ve gaz hâlindeki maddelerin saf sudaki sıcaklık-çözünürlük grafikleri ile gazların basınç-çözünürlük grafiklerini inceleyerek kanıtlar toplamaları sağlanır. Öğrencilerden topladıkları kanıtları kullanarak katı ve gaz maddelerin sıcaklık-çözünürlük ve basınç-çözünürlük değişkenleri arasındaki ilişkileri belirlemeleri istenir. Öğrenciler, katı ve sıvı maddelerin çözünürlüğünün sıcaklık ve basınç faktörleri ile nasıl değiştiğini kanıtlara dayanarak açıklar (**E3.6, OB7**). Öğrenciler, tartışma esnasında kanıt kartlarındaki verilerin analizinden elde ettikleri sonuçları arkadaşları ile paylaşabilir ve ortak bir çıkarıma ulaşabilir (**KB2.9, SDB2.1, SDB2.3**). Öğrencilere sıvıların sıvılar içindeki çözünürlüğüne ilişkin sorular sorulabilir ve çözünürlük kavramının sadece sıvılar için geçerli olmadığına dikkat çekilebilir.

KİM.10.2.6

Öğrencilere dibinde çözünmemiş bir miktar iyonik katının bulunduğu sulu çözelti gösterilerek dipteki katının neden çözünmediğine ilişkin sorular sorulur. Öğrencilere çözeltilerin çözünen madde miktarı üzerinden doymuş, doymamış ve aşırı doymuş çözelti olarak ve çözünenin iyonik-moleküler karakteri üzerinden elektrolit çözelti ve elektrolit olmayan çözelti olarak sınıflandırma yapabilmelerine uygun bilgilerin yer aldığı kanıt kartları verilir. Öğrencilere bu kanıt kartlarını kullanarak çözeltileri hangi ölçütlere göre sınıflandırabilecekleri sorulur (**OB7**). Öğrenciler, belirledikleri ölçütler doğrultusunda farklı çözelti örneklerini ayırıştırır. Öğrencilerden belirledikleri ölçütler doğrultusunda çözeltileri doymuş, doymamış ve aşırı doymuş olarak ve ayrıca elektrolit çözelti, elektrolit olmayan çözelti şeklinde gruplandırmaları istenir. Öğrenciler, oluşturdukları grup adlarını bilimdeki karşılıkları ile kıyaslamaları için yönlendirilir (**OB7**). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen çeşitli çözelti örneklerini doymuş, doymamış, aşırı doymuş; elektrolit olan, elektrolit olmayan olarak sınıflandırmaları istenebilir (**SDB2.1**).

KİM.10.2.7

Günlük hayatta tüketilen maddelerin etiketlerindeki derişimlere ilişkin verilere dikkat çekilir. Öğrencilerin günlük hayatta bir çözültideki çözünen madde miktarının farklı derişim birimleri ile ifade edilebildiğini fark etmeleri için tartışma ortamı oluşturulur. Böylece öğrencilerin düşüncelerini paylaşmaları, farklı düşünceleri anlamaya çalışmaları, etkili iletişim becerilerini kullanmaları sağlanır (**SDB2.1, SDB2.3, D4.2, D14.1, E2.3**). Öğrencilere derişim birimlerinden molar derişimin hesaplanmasında kullanılan değişkenlerin molar derişim ile ilişkilerini belirlemeleri amacıyla çeşitli çözültilere ilişkin bilgiler (mol ve hacim) verilir. Öğrencilerden etkinlik kâğıdında verilen çözülti örneklerinin molar derişimi, mol sayısı ve hacmi arasındaki örüntüyü belirlemeleri ve bu örüntüyü matematiksel olarak modellemeleri istenir (**E3.7, OB7**). Öğrenciler, oluşturdukları matematiksel modeli kullanarak verilen farklı çözültilerin derişimini test etmeleri için yönlendirilir. Bu sürecin sonunda öğrencilerden geliştirdikleri matematiksel modellerden hareketle genelleme yapmaları istenir (**KB2.16.1, OB7**). Öğrenciler, geliştirdikleri modeli kullanarak yapmış oldukları hesaplama sonuçlarını molar derişimin bilimsel matematiksel modeli ile yaptıkları hesaplama sonuçları ile karşılaştırır. Öğrencilerden son olarak çözültileri derişik ve seyreltik kavramlarını kullanarak birbirleriyle karşılaştırmaları istenir. Öğrencilere derişik ve seyreltik kavramlarının bağıl kavramlar olduğu belirtilir. Bu nedenle bu kavramların referans bir çözülti derişimine göre ifade edildiği çıkarımına ulaşmaları sağlanır (**KB2.10, OB7**). Hipertonik ve izotonik kavramları seyreltik ve derişik çözültiler ile ilişkilendirilebilir. Öğrencilere derişimi fazla olan bir çözültiden derişimi daha az olan bir çözültinin nasıl hazırlanabileceği sorusu yöneltilir. Derişimi fazla olan bir çözültinin seyreltilmesinde çözünen taneciklerin toplam sayısının değişmediğine dikkat çekilir ve bu süreç $M_1V_1 = M_2V_2$ matematiksel modeliyle ilişkilendirilir (**KB2.10**). Aynı süreç bir çözültinin derişiminin artırılmasında verilerek $M_1V_1 = M_2V_2$ matematiksel modeliyle ilişkilendirilir. Diğer derişim birimlerinden milyonda bir derişim (ppm) kavramı kısaca kavramsal düzeyde açıklanır (**KB2.16.1**). Etkinlik kâğıtları "öğrencilerin molariteye ilişkin belirlediği örüntüyü matematiksel modelleme, belirlediği matematiksel modeli farklı çözültilerde test etme, çözülti derişimini kendi oluşturduğu matematiksel model üzerinden genelleme ve genellemelerini bilim insanlarının genellemeleriyle karşılaştırma" ölçütlerini içeren derececi puanlama anahtarı ile öğretmen ve öğrenci tarafından değerlendirilebilir.

KİM.10.2.8

Buzlanmaya karşı kara yollarına kül ve tuz dökülmesi, arabalara antifiriz konması, tatlı su göllerinin tuzlu su göllerine göre daha çabuk donması gibi koligatif özellikleri içeren günlük hayat örnekleri verilir. Öğrencilere kaynama noktasının dış basınca, coğrafi konuma ve yükseltiye bağılı olduğunu hatırlayacakları açık uçlu sorular sorulur. Öğrencilerden katı-sıvı çözültilerin kaynama ve donma noktasının saf suya göre değişimine yönelik araştırma sorusu belirlemeleri istenir (**OB1**). Öğrenciler, belirledikleri araştırma sorusuna ilişkin neden-sonuç ilişkilerini ifade eder (**OB1**). Öğrencilerden deney yapmak üzere gruplara ayrılmaları, yapacakları deney ile ilgili planlama yapmaları, katı-sıvı çözültilerin kaynama ve donma noktasının saf suya göre değişimini araştırabilmeleri için bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirlemeleri istenir. Öğrenciler, tüm basamaklarıyla planladıkları deneyin değişkenlerini manipüle etmeleri ve grup arkadaşları ile iş birliği içinde çalışmaları konusunda yönlendirilir. Bu deney sırasında öğrencilerin çalışkanlık ve dostluk değerlerini kazanmaları desteklenir (**D3.2, D3.4, D4.1**). Öğrenciler, çözültilerin hem kaynama noktasının hem de donma noktasının değişimini belirlemeye yönelik yaptıkları deneylerden hareketle veri toplar; topladığı verileri kaydeder ve sonuçları yorumlar (**OB1**). Öğrenciler, çözünen maddelerin suyun kaynama ve donma noktasına etkisine yönelik önermeler sunmaları için yönlendirilir. Öğrencilerden önermelerini çözünen maddenin birim hacimdeki tanecik sayısı ile ilişkilendirerek açıklamaları istenir (**OB1**). Öğrencilerin önermelerini açıklarken düşüncelerini etki altında kalmadan ifade etmeleri

sağlanır (**SDB2.1, SDB2.2, D11.2, E3.10**). Ayrıca öğrencilerden süreç boyunca hangi yöntemleri kullandıklarını, süreçteki olumlu ya da olumsuz duygularını nasıl kontrol ettiklerini, istenen sonuca ulaştıran veya ulaştırmayan davranışlarını ve öğrenme durumunu geliştirmek için neleri değiştirebileceklerini belirlemeleri istenir (**SDB1.1, SDB1.2, D12.1, D12.3**). Öğrencilerin görüşlerini açık fikirlilikle belirtmeleri için tartışma ortamı oluşturulur (**OB1**). Öğrencilere performans görevi çerçevesinde aynı miktar çözücüdeki tanecik sayısının kaynama noktası ve donma noktasına etkisini neden-sonuç ilişkisi bağlamında ortaya koyacakları bir deney yaptırılabilir. Tema sonunda tema kapsamındaki öğrenmelerin öğrencilerin günlük hayatına etkilerine ve ilgili davranış değişikliklerine yönelik sınıf içi bir tartışma yaptırılabilir (**SDB1.3, SDB2.1**). Ayrıca öğrencilerden tema kapsamındaki öğrenmeleri doğrultusunda çevrede bulunan atık, çözücü gibi maddelerin canlılara ve doğaya etkilerini belirlemeleri ve bu konuda neler yapabileceklerine yönelik bir yansıtma notu yazmaları istenebilir (**SDB3.3**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme *Öğrencilerden katı, sıvı ya da gazların çözünme sürecini web tasarım araçlarını kullanarak modellemeleri istenebilir. Çözünme sürecini kullanarak günlük hayatta karşılaşılan problemlere (tekstil, mobilya vb. ürünlerdeki lekelerin çıkarılması gibi) çözümler üretilmesi sağlanabilir. Öğrenciler, petrol sızıntısının temizlenmesi gibi kimyasal bir sorunu çözmek için özgün çözümler geliştirebilir. Öğrencilerden katı bir madde ile hazırlanan doymuş sulu çözeltilerde çözünenden farklı bir katının çözünürlüğünü ve bu çözünürlüğü etkileyen etmenleri incelemek üzere hipotez oluşturmaları veya bilimsel sorgulama yapmaları istenebilir.

Öğrenciler; çözeltilerin kullanım alanlarına ilişkin gıda, tıp, endüstri gibi farklı alanlardan elde ettikleri bilgileri birleştirerek bunların insan sağlığına ve çevresel etkilerine yönelik kapsamlı ve yenilikçi çözümler geliştirebilir. Öğrencilerden yüksek kalorili içeceklerdeki belirli kimyasal maddelerin (şeker, taurin vb.) varlığına ilişkin analiz yapmaları ve derişimlerini belirlemeleri istenebilir. Bu analizleri kanıt olarak kullanarak enerji içeceklerinin insan sağlığına etkisine yönelik çıkarımlarda bulunmaları sağlanabilir. Öğrencilerden dijital araçları kullanarak enerji içecekleri ve besin takviyelerinin insan sağlığına zararları konusunda akranlarını bilinçlendirmeye yönelik broşür, poster, el afişi, kamu ve okul spotu gibi çalışmalar tasarlamaları istenebilir. Öğrenciler, tasarladıkları çalışmalarını yakın çevresindeki akranları ve farklı öğrenim seviyesindeki öğrencilerle paylaşmaları amacıyla yönlendirilebilir. Gerekli etik izinleri alarak çalışmalarını genel ağ üzerinden paylaşmaları da sağlanabilir.

Elektrolit çözeltilerin gıda, tıp, endüstri gibi alanlarda kullanımına yönelik saha gezileri düzenlenebilir; alan uzmanları ile görüşülmesi sağlanabilir. Öğrencilerden bu gezi ve görüşmelerden elde ettikleri verilerden yola çıkarak elektrolit çözeltilerin farklı alanlarda kullanımına yönelik, yenilikçi çözümler geliştirmeleri istenebilir. Böylece öğrencilerin bilimsel bilgiyi insanların ve toplumun yararına kullanmaları sağlanabilir. Öğrencilerden endüstriyel atıklar, pestisit çözeltileri, tıbbi ilaç çözeltileri, evsel atıklar gibi kimyasal çözeltilerin ekolojik etkilerini araştırmaları istenebilir. Araştırmaları sırasında elde ettikleri bilgilerden yola çıkarak atıkların çevreye olan etkilerini en aza indirebilmek için öğrencilerin yeni öneriler geliştirmeleri ve önerilerinin uygulanabilirliğini deneysel araştırmalar ile belirlemeleri sağlanabilir. Öğrenciler, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda geliştirdiği çözümlerini proje olarak da sunabilir.

Destekleme Çözünme sürecine ilişkin bilimsel model oluşturma ve matematiksel model kullanma süreçlerinde öğrencilerin soyut kavramları anlamasını kolaylaştıracak materyallerden yararlanılabilir. Hipotez oluşturma becerisinin uygulanmaya konduğu öğrenme çıktılarında problem oluşturma süreci öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilebilir veya veriye dayalı tahmin becerisi kullanılabilir.

**ÖĞRETMEN
YANSITMALARI**

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



3. TEMA: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Bu tema *Yeşil Kimya, Çevresel ve Ekolojik Sürdürülebilirlik* bölümünden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin çevresel ve ekolojik sürdürülebilirlik temelinde makro ve mikro ölçekli deneyler gerçekleştirmeleri, deneylerin atom ekonomisi ile su ayak izini ve kimyasalların ekosisteme etkilerini belirlemeleri, yeşil kimyanın atom ekonomisi kavramı ile tanışmaları ve sürdürülebilir kalkınmanın 6. hedefine yönelik uygulama yapmaları, atmosferin doğasını etkileyen kimyasal tepkimeler sonucu oluşan küresel sorunlara çözüm üretmeleri, sürdürülebilir kalkınmanın 13. hedefine yönelik uygulama yaparken karbon ve emisyon ayak izini azaltmak için bireysel olarak neler yapabileceklerini fark etmeleri amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 10

ALAN BECERİLERİ -

**KAVRAMSAL
BECERİLER**

KB2.17. Değerlendirme, KB3.2. Problem Çözme

EĞİLİMLER

E1.3. Azim ve Kararlılık, E2.1. Empati, E2.2. Sorumluluk, E3.6. Analitiklik, E3.10. Eleştirel Bakma

**PROGRAMLAR ARASI
BİLEŞENLER**

**Sosyal-Duygusal
Öğrenme Becerileri**

SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB1.3. Kendine Uyarılama (Öz Yansıtma), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliği, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler

D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D5. Duyarlılık, D9. Merhamet, D13. Sağlıklı Yaşam, D17. Tasarruf, D18. Temizlik

Okuryazarlık Becerileri

OB5. Kültür Okuryazarlığı, OB8. Sürdürülebilirlik Okuryazarlığı

**DİSİPLİNLER ARASI
İLİŞKİLER**

Biyoloji, Coğrafya

**BECERİLER ARASI
İLİŞKİLER**

KB2.2. Gözlemlene, KB2.7. Karşılaştırma, KB2.10. Çıkarım Yapma

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.10.3.1. Kimya dersinde mikro ölçekli deney tercih etmenin sonuçlarını ekosistem açısından değerlendirebilme

- Makro ve mikro ölçekli deneylerin ekosisteme etkilerine ilişkin ölçütler (kimyasal madde miktarı, su miktarı ve kimyasal kirlilik miktarı) belirler.*
- Kimyasal tepkimelerle ilgili makro ve mikro ölçekli deneyleri gerçekleştirirken belirlediği ölçütler temelinde ölçümler yapar.*
- Ölçme sonuçlarından hareketle makro ve mikro ölçekli deneylerin etkilerine ilişkin belirlediği ölçütleri karşılaştırır.*
- Makro ve mikro ölçekli deneylerin ekosisteme etkileri hakkında yargıya varır.*

KİM.10.3.2. Kimyasal tepkimeler sonucunda atmosferin doğasındaki değişimin ekosisteme etkilerine yönelik problem çözebilme

- Kimyasal tepkimeler sonucunda atmosferin doğasındaki değişimin ekosisteme etkilerine yönelik problemleri (hava kirliliği, ozon azalımı, asit yağmurları, sera etkisi, küresel ısınma vb.) belirler.*
- Belirlediği problemlerin ekosistem (canlı, cansız, sucul sistem, toprak, hava, sağlık vb.) üzerindeki etkilerini özetler.*
- Problemlerin çözümüne yönelik veriye dayalı tahminlerde bulunur.*
- Problemin çözümüne yönelik önermeler üzerinden akıl yürütür.*
- Problemin çözümüne ilişkin değerlendirmelerde bulunur.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Yeşil Kimya, Çevresel ve Ekolojik Sürdürülebilirlik: Makro ve Mikro Ölçekli Deneyler, Atmosferdeki Tepkimeler ve Küresel Sorunlar

Genellemeler/İlkeler/ Anahtar Kavramlar

asit yağmurları, atom ekonomisi, emisyon ayak izi, hava kirliliği, küresel ısınma, makro ölçekli deney, mikro ölçekli deney, ozon azalımı, sera etkisi, sera gazı, su ayak izi

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında akran değerlendirme formu, performans görevi, sınıf içi tartışma ve yansıtma notu kullanılabilir.

Performans görevi çerçevesinde öğrencilerden bulunduğu bölgede atmosferin doğasını etkileyen kimyasal tepkimelerin sebep olduğu problemleri belirlemeleri ve bu problemlerin çözümüne yönelik değerlendirmelerde bulunmaları istenebilir. Performans görevi "problemi belirleme, problemin ekosistem üzerindeki etkilerini özetleme, çözüme yönelik tahminlerde bulunma, tahminler üzerinden akıl yürütme ve çözüme ilişkin değerlendirmede bulunma" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI**Temel Kabuller**

Öğrencilerin sürdürülebilirlik, su tasarrufu, su ayak izi, karbon ayak izi, sera etkisi ve asit yağmuru kavramlarını bildiği kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci

Öğrencilere sera etkisinin ve asit yağmurlarının nasıl oluştuğuna, çevresel etkilerinin neler olduğuna ilişkin sorular sorulabilir. Öğrencilerden bireysel olarak su ayak izini azaltmaya yönelik günlük hayatta aldıkları tedbirleri açıklamaları istenebilir.

Köprü Kurma İşine bisiklet ile gidip gelen bir kişi ile ulaşımını özel motorlu taşıtıyla sağlayan bir kişinin ekosisteme etkilerinin neler olabileceği konusunda öğrencilerden görüşler alınarak sürdürülebilirliğin önemi öğrencilere hissettirilebilir. Atom ekonomisi ve ekolojik ayak izinin ne olduğu, ekolojik ayak izi ile ilgili hesaplamaların neden gerekli olduğu, ekolojik ayak izini azaltmak için yapılması gerekenlerin neler olabileceği ve atmosferin doğasını etkileyen kimyasal tepkimelerin sonuçları ile ilgili sorularla tartışma ortamı oluşturularak öğrencilerin konuya dikkatleri çekilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.10.3.1

Öğrenciler çökelme tepkimesine ait bir deneyi makro ve mikro ölçekte yapar (KB2.2). Böylece öğrencilerin planlı olmaları, çalışmalarda aktif rol almaları ve grupla çalışma becerisi sergilemeleri sağlanır (SDB1.2, SDB2.2, D3.2, D3.4, E2.1, E2.2, E3.6). Öğrencilerden makro ve mikro ölçekli deneylerin ekosisteme etkilerini belirlemeye yönelik ölçütler (kimyasal madde miktarı, su miktarı ve kimyasal kirlilik miktarı) belirlemeleri istenir. Öğrenciler; çökelme tepkimelerine ilişkin makro ve mikro ölçekli deneylerde kullandıkları kimyasal maddelerin miktarını, deneyde kullandıkları ve deney sonrası temizlik için harcadıkları su miktarı ile deney sonucu oluşan kimyasal kirlilik miktarını ölçerek kimyasal kirliliğin ekosisteme etkisini belirlemeleri için yönlendirilir (OB8). Bu çalışma ile öğrencilerin çevre kirliliğinin kaynaklarını, nedenlerini ve sonuçlarını bilmeleri; doğayı korumaya, çevresel temizliğe ve sürdürülebilirliğe önem vermeleri ve israftan kaçınmaları sağlanır; doğaya merhamet, tasarruf ve temizlik değerleri vurgulanır (SDB1.3, SDB3.3, D9.3, D17.2, D18.3, OB5, E2.2). Bu çalışmada öğrenciler makro ve mikro ölçekli deneylerin atom ekonomisini, su ayak izini ve kimyasal maddelerin ekosisteme etkilerini karşılaştırmış olur. Öğrenciler, benzer karşılaştırmayı metallerin asitlerle veya metal çözeltileriyle olan indirgenme-yükseltgenme tepkimeleri ve asit-baz tepkimeleri için de yapar. Öğrencilerden makro ve mikro ölçekli bu deneylerin atom ekonomisini, su ayak izini ve kimyasal maddelerin ekosisteme etkilerini karşılaştırmaları istenir (KB2.7, OB8). Böylece öğrenciler, makro ve mikro ölçekli deneylerin ekosisteme etkileri hakkında yargıya varır. Öğrencilere makro ve mikro ölçekli deneylere ilişkin yaptıkları karşılaştırmaları içeren, bu konuda kendilerinin neler yapabileceklerini belirledikleri bir yazıtma notu yazdırılabilir (SDB1.3, SDB2.3, E3.10).

KİM.10.3.2

Öğrencilere atmosferin doğasını etkileyen kimyasal tepkimelerin neler olduğu, bu tepkimelerin nasıl gerçekleştiği ve nelere neden olduğuna ilişkin kanıt kartları verilir. Öğrencilerden kartları incelemeleri, söz konusu tepkimelerin ekosistemde oluşturduğu problemleri belirlemeleri istenir (OB8). Yapılan bu çalışma ile öğrencilerin çevre kirliliğinin kaynaklarını, nedenlerini ve sonuçlarını bilmeleri, çevre sorunlarına yol açabilecek davranışlardan kaçınmaları, havayı temiz tutmanın önemini fark etmeleri sağlanır (SDB1.3, D5.2, D13.4, D18.3, OB8, E2.2). Öğrencilerin söz konusu tepkimelerin ekosistemde oluşturduğu küresel problemleri hava kirliliği, ozon azalımı, asit yağmurları, sera etkisi, küresel ısınma, emisyon ayak izi vb. olarak belirlemeleri sağlanır. Öğrencilerden bu problemlerin ekosisteme etkilerini yine kanıt kartlarındaki sözel ve görsel bilgileri kullanarak özetlemeleri istenir (OB8). Küçük gruplara ayrılması sağlanan öğrencilerden belirledikleri problemlerden birini seçmeleri ve bilimsel raporlardan elde ettikleri verilere dayalı olarak problemin çözümüne yönelik tahminlerde bulunmaları istenir (SDB2.1, SDB2.2, SDB3.3, OB5, E3.6). Gruplar, seçtikleri problemin çözümüne yönelik önermeler sunar ve aynı problemin çözümüne yönelik sunulan önermeler ile kendi gruplarının sundukları önermeleri karşılaştırırlar. Önermeler üzerinden gerçekleştirdikleri bu akıl yürütme sürecinde öğrenciler önermeleri belirledikleri ölçütler temelinde karşılaştırır (SDB1.2, SDB1.3). Öğrencilerin küçük grup çalışmalarına katkıları akran değerlendirme formu ile değerlendirilebilir. Aynı problemin çözümü için önermelerde bulunan gruplardan kimyasal tepkimelere neden olan doğal ve insan faktörlü etmenler üzerinde çözüm önerilerini değerlendirmeleri istenir (KB2.10, E3.10). Yapılan grup çalışması ile öğrencilerin grupla

çalışma becerisi sergilemeleri ve etkili iletişim kurmaları sağlanır (**D3.4, D4.2**). Bunun yanı sıra öğrencilerde sürdürülebilirlik bilinci oluşturulabilir; çevreye ve canlılara değer vermeleri, çevreyi korumak ve güzelleştirmek için girişimlerde bulunmaları, tarihî eser ve doğal çevrenin bozulmasına neden olan asit yağmurları gibi çevre problemlerine karşı çözüm odaklı düşünceleri sağlanabilir (**SDB2.3, SDB3.3, D5.2, D18.3, E1.3**).

Öğrenciler; bulunduğu bölgede atmosferin doğasını etkileyen kimyasal tepkimelerin sebep olduğu problemler, bu problemlerin çözümü ve problemin çözümü için kendilerinin neler yapabilecekleri üzerine bir performans görevi gerçekleştirebilir (**SDB2.3, SDB3.3**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme *Öğrencilerin emisyon ayak izini azaltmaya yönelik proje yapmaları sağlanabilir. Öğrencilerden bu projede hava kirliliği ve asit yağmurlarına neden olabilecek SO_x ve NO_x gazlarını azaltmak veya gidermek amacıyla tasarım yapmaları istenebilir. Öğrencilerin yeşil kimya kapsamında atık önleme ve yenilenebilir ham madde kullanımı temelinde emisyon gazlarının yeniden kullanımı için deneyler yapmaları sağlanabilir. Öğrencilere sürdürülebilirlik kapsamında sera gazını azaltmak için deney yaptırılabilir. Örneğin öğrencilerin CO_2 gazının su içinde çözünmesiyle gazlı içecek veya asidik su elde etmeleri sağlanabilir. Öğrencilerden okyanuslardaki çürümenin neden olduğu metan gazının atmosfere ulaşmasını önlemeye yönelik araştırmalar ve projeler yapmaları istenebilir. Öğrenciler, eriyen buzulların içerisindeki metan gazının atmosfere karışması sorununu çözmek için proje tasarlayabilir. Projeler sırasında öğrencilerde var olan "en büyük metan gazı kaynağının hayvancılık olduğu" kavram yanlılığı da giderilebilir.

Destekleme Öğrencilerden kimyasal tepkimeler sonucunda atmosferin doğasındaki değişimin ekosisteme etkilerini (hava kirliliği, ozon azalımı, asit yağmurları ve sera etkisi) sınıflandırmaları istenebilir. Böylece öğrenciler problem çözme becerisi yerine sınıflandırma becerisini kullanabilir. Öğrencilerin emisyon ayak izini etkileyen faaliyetleri belirlemeleri ya da günlük hayattaki alışkanlıklarını bu açıdan değerlendirmeleri sağlanabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



11. SINIF TEMALARI

1. TEMA: ETKİLEŞİM

Bu tema, *Enerji ve Kimyasal Tepkimelerde Hız* olmak üzere iki farklı bölümden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapmaları, çeşitli maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturmaları, bağ enerjileri üzerinden tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin akıl yürütmeleri, standart oluşum entalpi verileri üzerinden kimyasal tepkimelerin entalpi değişimini tahmin etmeleri, kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamaya yönelik kanıt kullanmaları, kimyasal tepkimelerin hızını bilimsel veriye dayalı tahmin etmeleri, kimyasal tepkimelerin hızını etkileyen faktörlere ilişkin bilimsel sorgulama yapmaları, kimyasal tepkimelerin hız denklemini bilimsel veriye dayalı tahmin etmeleri amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 48

**ALAN
BECERİLERİ**

FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB7. Deney Yapma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, FBAB12. Kanıt Kullanma, FBAB13. Bilimsel Sorgulama

**KAVRAMSAL
BECERİLER**

-

EĞİLİMLER

E1.2. Bağımsızlık, E1.4. Kendine İnanma (Öz Yeterlilik), E2.1. Empati, E2.2. Sorumluluk, E3.7. Sistematiçlik, E3.10. Eleştirel Bakma

**PROGRAMLAR ARASI
BİLEŞENLER**

Sosyal-Duygusal

Öğrenme Becerileri

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB1.3. Kendine Uyarılma (Öz Yansıtma), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliğı, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler

D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D10. Mütevazılık, D11. Özgürlük, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı

Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB7. Veri Okuryazarlığı

**DİSİPLİNLER ARASI
İLİŞKİLER**

Biyoloji, Fizik, Matematik

**BECERİLER ARASI
İLİŞKİLER**

KB2.2. Gözlemeleme, KB2.10. Çıkarım Yapma, KB2.14. Yorumlama, KB2.16. Muhakeme (Akıl Yürütme)(KB2.16.1. Tümevarımsal Akıl Yürütme)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.11.1.1. Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapabilme

- Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimini gözlemlemek amacıyla deney tasarlar ve tasarladığı deneyi gerçekleştirir.*
- Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin elde ettiği sonuçları günlük hayattaki olayları açıklamak için kullanır.*

KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme

- Yanma tepkimeleri temelinde maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin problemleri tanımlar.*
- Yanma tepkimeleri temelinde maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin neden-sonuç ilişkilerini belirler.*
- Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyellerinin tespitine yönelik oluşturduğu neden-sonuç ilişkileri temelinde bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirler.*
- Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere deneyler yapar.*
- Deneyler sonucunda yakıtların veya canlılara enerji veren maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin önermelerini bilimsel veriler temelinde geliştirir.*

KİM.11.1.3. Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- Farklı tepkimelerde kırılan ve oluşan bağların enerjileri ile tepkimelerin entalpi değişimi arasında keşfettiği örüntüyü matematiksel olarak modeller.*
- Matematiksel modelini kullanarak bir tepkimenin endotermik ya da ekzotermik olma durumuna ilişkin genellemeler yapar.*

KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme

- Standart oluşum entalpi verileri üzerinden kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerinin hesaplanmasına ilişkin önermeler oluşturur.*
- Entalpi değişimine ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.*
- Standart oluşum entalpi verileriyle farklı tepkimelerin standart tepkime entalpilerini hesaplar.*
- Standart tepkime entalpi hesaplamalarının sonuçlarını önermelerinin geçerliliğini sorgulamak için kullanır.*

KİM.11.1.5. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilme

- Kimyasal tepkimelerin gerçekleşmesi için gerekli şartları belirlemeye yönelik ölçütler (gerekli enerji ve uygun doğrultuda çarpışma) oluşturur.*
- Kimyasal tepkimelerin oluşum sürecine ilişkin alt mikro seviyedeki gösterimlerden seçtiği verilerden örüntüler oluşturur.*
- Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarına yönelik iddialarını veriye dayalı olarak açıklayarak bu açıklamalarını desteklemek için çarpışma teorisi ile sembolik modelleri kullanır.*

KİM.11.1.6. Tepkime hızının zamanla değişimini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme

- Bir kimyasal tepkimede tepken ve ürünlerin derişimlerinin zamanla değişimi ile ilgili hazır verileri kullanarak tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin önermeler oluşturur.*
- Tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.*
- Bir tepkimenin farklı zaman aralıklarındaki ortalama hızlarına ilişkin hesaplamalar yapar.*
- Tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin çıkarımlarının geçerliliğini çarpışma teorisi temelinde sorgular.*

KİM.11.1.7. Tepkime hızına etki eden faktörleri bilimsel sorgulayabilme

- Tepken cinsinin, fiziksel hâlin, tepken derişiminin, sıcaklığın, katı tepkenin temas yüzeyinin ve katalizörün tepkime hızına etkisine ilişkin araştırılabilir sorular oluşturur.*
- İlgili değişkenlerin tepkime hızına etkisini belirlemek üzere hipotezler oluşturur.*
- Tepken cinsinin, fiziksel hâlinin ve derişiminin, sıcaklığın, katı tepkenin temas yüzeyinin ve katalizörün tepkime hızına etkisine ilişkin bir deney planlar ve deneyi gerçekleştirir.*
- Deney verilerini analiz ederek yorumlar.*
- Deney sonuçlarını kullanarak her bir değişkenin tepkime hızına etkisini alt mikro seviyede açıklar.*
- Tepkime hızına etki eden faktörleri çarpışma teorisi ile ilişkilendirir.*

KİM.11.1.8. Kimyasal tepkimelerin hız denklemini bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme

- Bir tepkimenin tepken derişimlerine ve başlangıç hızlarına ait hazır veri seti kullanarak tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin önermeler oluşturur.*
- Tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.*
- Veri setini kullanarak belirlediği tepkimenin hız denkleminde hareketle tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin tahminlerde bulunur.*
- Kimyasal tepkimelerin hız denklemine ilişkin tahminlerinin geçerliliğini sorgular.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Enerji: Tepkimelerde Meydana Gelen Enerji Değişimi, Maddelerin Enerji Kaynağı Olma Potansiyeli, Bağ Enerjileriyle Tepkime Entalpisinin Hesaplanması, Standart Oluşum Entalpileriyle Tepkime Entalpisinin Hesaplanması

Kimyasal Tepkimelerde Hız: Kimyasal Tepkimelerin Gerçekleşmesi İçin Gerekli Şartlar, Tepken ve Ürün Derişimleriyle Ortalama Tepkime Hızlarının Hesaplanması, Tepkime Hızına Etki Eden Faktörler (Tepken Cinsi, Maddelerin Fiziksel Hâlleri, Derişim, Sıcaklık, Katı Tepkenin Temas Yüzeyi ve Katalizör), Tek Basamaklı Kimyasal Tepkimelerin Hız Denkleminin Deneysel Veriler Yardımıyla Belirlenmesi

**Genellemeler/İlkeler/
Anahtar Kavramlar**

aktivasyon enerjisi, bağ enerjisi, çarpışma teorisi, ekzotermik tepkime, endotermik tepkime, enerji, entalpi, hız sabiti, katalizör, ortalama tepkime hızı, standart oluşum entalpisini, tepkime derecesi, tepkime entalpisini, tepkime hızı

**ÖĞRENME
KANITLARI
(Ölçme ve
Değerlendirme)**

Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında etkinlik kâğıdı, çalışma yaprağı, sınıf içi tartışma, performans görevi ve deney raporu kullanılabilir.

Öğrenciler performans görevi çerçevesinde tepkenlerin cinsini ve fiziksel hâlini; derişim, sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizörün tepkime hızına etkisini araştırmak için neden-sonuç ilişkisini ortaya koyacağı bir deneyi tasarlayabilir; uygulayabilir ve raporlayabilir. Performans görevi "araştırma sorusunu, neden-sonuç ilişkisini, bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirleyebilme, deneyler yapabilme ve elde ettiği sonuçları bilimsel kuram ile destekleyebilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrenciler çeşitli malzemelerin enerji kaynağı olma potansiyelini araştırmak amacıyla bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Sürecin bütünü "deney tasarımı adımlarının takip edilerek çeşitli malzemelerin enerji kaynağı olma potansiyelinin belirlenebilmesi" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller

Öğrencilerin kimyasal tepkimelerin oluşum göstergesi olarak ısı değişimini, kovalent bağı, gazların kinetik moleküler teorisini bildiği kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci

Öğrencilerin fiziksel ve kimyasal olaylarda gerçekleşen ısı değişimi hakkındaki ön bilgilerini ortaya çıkaracak günlük hayatla ilişkili örnekler üzerinden bir tartışma ortamı oluşturulur.

Köprü Kurma

Öğrencilere günlük hayatta karşılaştıkları bazı ekzotermik-endotermik fiziksel ve kimyasal tepkime örneklerine ait görsel materyal verilebilir. Fiziksel ya da kimyasal her olaya ısı değişiminin eşlik ettiği çıkarımına ulaşmalarına yardımcı olacak şekilde yönlendirici sorular sorulur. Öğrencilerden yakın çevrelerinde gerçekleşen fiziksel ve kimyasal olaylardan örnekler (yanma, erime vb.) seçmeleri istenebilir. Bu fiziksel ve kimyasal olaylarda gerçekleşen enerji değişimlerinin benzerlikleri ve farklılıkları hakkında düşüncelerini paylaşabilecekleri bir tartışma ortamı oluşturulabilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.11.1.1

Günlük hayatta karşılaşılan fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin örnekler sunularak tartışma ortamı oluşturulabilir. Böylece öğrencilerin etkili iletişim becerilerini kullanmaları, olaylar ve durumlar karşısında farklı bakış açıları olabileceğini kabul etmeleri sağlanabilir (D14.1, E2.1). Öğrenciler, gruplara ayrılarak farklı fiziksel ve kimyasal olayların enerji değişimini gözlemleyebilecekleri deney düzeneklerini tasarlayarak deneylerini gerçekleştirir (KB2.2, OB7). Öğrencilerden planlı olmaları, zamanı etkili bir şekilde yönetmeleri ve grup çalışmalarında uyumlu davranmaları beklenir. Bu şekilde çalışkanlık ve mütevazılık değerlerini kazanmaları desteklenir (D3.2, D10.3). Öğrenciler, grup çalışması ve deney sürecinde hangi bilgileri nasıl öğrendiklerini, hangi duyguları yaşadıklarını ve istenmeyen durumlarda nasıl tepki verdiklerini sınıf içinde tartışır (SDB1.1, SDB2.2). Öğrencilerin grup çalışmalarına katkıları akran değerlendirme formu ile değerlendirilebilir. Öğrenciler, deney sonuçlarına göre fiziksel ve kimyasal değişimleri ısıveren (ekzotermik) ve ısı alan (endotermik) değişimler olarak belirler. Deneyden elde ettikleri sonuçları günlük hayatta sık karşılaşılan olaylardaki enerji değişimini açıklamak için kullanır (KB2.14, OB7). Öğrenciler, fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin yaptıkları deneyi raporlayabilir. Sürecin bütünü "öğrencilerin deney adımlarını takip ederek fiziksel ve kimyasal değişimleri ekzotermik ve endotermik değişimler olarak belirlemeleri, deneyden elde ettikleri çıktılarını bilimsel bilgilerle karşılaştırabilmeleri ve günlük hayattaki olayları açıklamak için kullanabilmeleri" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen ve öğrenci tarafından değerlendirilebilir. Ayrıca öğrencilerden süreci geliştirmek için neler yapabilecekleri konusunda da kendilerini değerlendirmeleri istenebilir (SDB1.2, SDB1.3, E3.10).

KİM.11.1.2

Öğrenciler, verilen kimyasal tepkime örneklerini (yanma) ve bu tepkimelere ait ısıları inceleyerek tepkimeler sonucu açığa çıkan enerjileri karşılaştırır. Öğrencilerden yanma tepkimelerini inceleyerek oksijenle tepkimeye giren maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeli ile ilgili fikir yürütmeleri istenir. Böylece öğrencilerin edindikleri bilgileri eleştirel bakış açısıyla değerlendirmesi sağlanarak çalışkanlık değeri kazanmaları desteklenir (D3.3). Öğrencilere enerji kaynağı olabilecek yakıtların ve canlıların hayatını sürdürebilmesi için gerekli enerji kaynaklarının neler olabileceği sorulabilir. Öğrencilerden çeşitli malzemelerin enerji kaynağı olma potansiyelini araştırmak üzere hipotezler oluşturmaları istenir. Enerji kaynağı olabilecek maddelerden (odun, kamp yakıtı, yağ, ceviz, fındık, badem, kabuklar, şeker, tatlandırıcı vb.) örnekler verilir ve öğrencilerin grup oluşturmaları sağlanarak seçtikleri maddelerin enerji kaynağı olma potansiyellerine ilişkin problemleri tanımlamaları

ve araştırma soruları yazmaları sağlanır (OB7). Soruların araştırılabilir olup olmadığı sınıfça tartışıldıktan sonra gruplar, seçtikleri maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin neden-sonuç ilişkilerini ve yapacakları deneye ilişkin bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirler. Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere deneyler tasarlar ve tasarladıkları deneyi gerçekleştirirler (D3.2, OB7). Deney uygulamaları ile çalışkanlık değeri desteklenir. Gruplar, deney verileri temelinde seçtikleri yakıtların veya canlılara enerji veren maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin önermeler sunarlar. Öğrenciler, deneysel veriler temelinde sundukları önermelerini bilimsel verilerden (ürünlerin etiketleri, kimyasal içerik vb.) hareketle karşılaştırır ve seçtikleri yakıtların yanma tepkimesine ait denklemi yazarlar. Çeşitli maddelerin oksijen ile yanması sonucu enerji açığa çıkmasından yola çıkılarak hidrojenin de bir enerji kaynağı olabileceği öğrencilere fark ettirebilir. Enerji kaynaklarında yanma ürününün çoğunlukla sera gazı olduğu ancak hidrojen yandığında sera gazı çıkışı olmadığına dikkat çekilebilir. Yapay tatlandırıcılar ile enerji içeceklerinin enerji verme özellikleri ve yanma ürünlerinin canlı organizmada oluşturabileceği sağlık sorunları tartışmaya açılarak sağlıklı yaşam kapsamında değerlendirme yapılması istenebilir (SDB2.3, D13.1). Enerji içeceği ve tatlandırıcıların su pireleri üzerindeki etkisinin mikroskop aracılığı ile veya deney videosu yardımıyla gözlemlenmesi sağlanabilir (OB2). Öğrenciler çeşitli maddelerin enerji kaynağı olma potansiyelini araştırmak amacıyla bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir (SDB1.2).

KİM.11.1.3

Öğrencilere tekli bağlara veya çoklu bağlara ait ortalama bağ enerjilerinin listelendiği bir tablo verilir. Öğrencilerin tablodaki verileri incelemeleri ve bağ enerjilerinin birbirinden farklı olduğunu görmeleri sağlanır (OB7). Atmosferdeki azot gazının oksijenle kolay tepkime vermemesinin nedenine ilişkin tartışma ortamı oluşturulabilir. Kırılan ve oluşan bağların gösterildiği tepkimelerin denklemleri ve tepkimelerin entalpi değişimleri ($\Delta H^{\circ}_{\text{tepkime}}$) verilir. Öğrenciler, tepkimelerin entalpi değişimi ile kırılan ve oluşan bağların enerjileri arasında örüntü keşfeder ve bu örüntüyü matematiksel olarak modeller (D3.3). Matematiksel modelini farklı tepkimelerin kırılan ve oluşan bağ enerjilerinden entalpi değişimlerini hesaplayarak test eder. Her bir tepkimeye ilişkin elde ettiği entalpi değişiminin negatif ya da pozitif olmasının gerekçesini potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğinden yararlanarak açıklar (OB7). Tepkimelerin entalpi değişiminin pozitif veya negatif olma durumuna göre endotermik veya ekzotermik tepkimeler olarak sınıflanabileceği genellemesinin yapılması sağlanır (KB2.16.1). Yapılan genellemelerin ardından öğrencilerden günlük hayatta karşılaştıkları ekzotermik ve endotermik olaylara ilişkin örnekler vermeleri istenebilir. Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen tepkimelerin entalpi değişimlerini bağ enerjilerini kullanarak hesaplaması ve tepkimeleri endotermik ya da ekzotermik olarak sınıflaması istenebilir.

KİM.11.1.4

Öğrencilere çeşitli kimyasal tepkimeler ve bu tepkimelere ait standart oluşum entalpilerinin ve standart tepkime entalpilerinin yer aldığı bir tablo verilir. Öğrencilerden tepkimelerin standart tepkime entalpilerinin hesaplanmasına ilişkin önermeler oluşturmaları istenir (OB7). Öğrenciler, standart oluşum entalpi verilerine dayalı oluşturduğu önermeleri ile standart tepkime entalpilerine ilişkin ön bilgilerine dayalı olarak oluşturduğu veriye dayalı olmayan önermelerini karşılaştırmaları için yönlendirilir. Ardından öğrencilerin standart tepkime entalpilerinin hesaplanmasına ilişkin oluşturduğu önermede tablodaki standart oluşum entalpi verilerini kullanarak farklı tepkime örneklerinin standart tepkime entalpilerini hesaplamaları sağlanır (OB7). Öğrencilere tepkimelerin standart tepkime entalpilerinin hesaplanmasına ilişkin bilimsel matematiksel model verilir. Öğrencilerden hesaplamalarının sonucunu verilen matematiksel modelden elde ettiği hesaplama sonuçlarıyla karşılaştırarak sorgulamaları istenir. Öğrenciler, sorgulamalarını etkili iletişim kurarak sınıf içi tartışmalarla arkadaşlarıyla paylaşabilirler (SDB2.1, D14.1, E2.2). Etkinlik kâğıtları

“öğrencilerin önerme oluşturabilmeleri, standart tepkime entalpisini belirlemeye yönelik çıkarım yapabilmeleri, standart tepkime entalpisini hesaplayabilmeleri ve hesaplamalarıyla tahminlerini karşılaştırabilmeleri” ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen ve öğrenci tarafından değerlendirilebilir (**SDB1.2**).

KİM.11.1.5

Öğrencilerin kimyasal bir tepkimenin oluşum sürecine ilişkin ön bilgilerinin ortaya çıkarıldığı bir tartışma ortamı oluşturulabilir. Uygulanan tartışma yöntemi ile öğrencilerin düşünce ve izlenimlerini etki altında kalmadan ifade etmeleri ve etkili iletişim becerilerini kullanmaları sağlanabilir (**SDB2.1, D11.2, D14.1, E1.2**). Öğrencilerden günlük hayatta karşılaştıkları yemeklerin bozulması, metallerin paslanması gibi istenmeyen durumları kimyasal tepkimeler ile ilişkilendirmeleri ve bu tepkimelerin gerçekleşme şartlarını tartışarak çözüm üretmeleri istenebilir (**SDB3.3, E1.4**). Tartışma süresince verilen günlük hayatta karşılaşılan kimyasal tepkime örnekleri üzerinden kimyasal bir değişimin gerçekleşme ya da gerçekleşmeme durumuna ilişkin ölçütler (gerekli enerji ve uygun doğrultuda çarpışma) belirlenmesi sağlanır. Kimyasal bir değişimin gerçekleşme ya da gerçekleşmeme durumunu alt mikro seviyede gözlemleyebilmeleri için çarpışma teorisi ile ilişkili görsel materyaller kullanılır. Öğrenciler, görsel materyallerden elde ettiği gözlem verilerini kullanarak bir kimyasal tepkimenin gerçekleşebilmesi için gerekli şartlar ile ilgili örüntüler oluşturur (**OB4, E3.7**). Öğrencilerden kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarına yönelik iddialarını görsel materyallerden elde ettiği gözlem verilerine dayalı olarak açıklamaları istenir. Öğrencilere etkin çarpışma, eşik değeri, aktivasyon enerjisi ve aralarındaki ilişki açıklanır. Öğrenciler, açıklamalarını desteklemek için çarpışma teorisine ilişkin bilgileri ve sembolik modelleri kullanır. Etkinlik kâğıtları “öğrencilerin bir tepkimenin gerçekleşmesi için gerekli şartları belirleyebilmek adına ölçütler geliştirebilmesi, gerekli şartlarla ilgili örüntü oluşturabilmesi, gerekli şartları sembolik modeller ve çarpışma teorisini kullanarak açıklayabilmesi” ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen ve öğrenci tarafından değerlendirilebilir. Hazırlanan öz değerlendirme formu ile öğrenci kendi öğrenme sürecini de değerlendirebilir (**SDB1.2, SDB1.3**).

KİM.11.1.6

Günlük hayatta karşılaşılan çok hızlı ve çok yavaş gerçekleşen tepkime örnekleri üzerinden tepkimelerin hızlarının farklı olabileceğine dikkat çekilir. Öğrencilere belirli bir tepkimeye ait tepken ve ürünlerin derişiminin zamanla değişimine ilişkin hazır veri seti verilir. Öğrenciler, bu veri setini kullanarak etkinlik kâğıdına derişim-zaman grafiğini çizer (**OB7**). Çizdiği derişim-zaman grafiğini kullanarak tepkime hızının zamanla değişimi ile ilgili önermeler oluşturur. Öğrenciler önermelerini arkadaşlarıyla paylaşabilir. Bunu yaparken öğrencilerin düşünce ve izlenimlerini etki altında kalmadan ifade etmeleri, arkadaşlarının sözünü kesmemeleri, arkadaşlarını etkin dinlemeleri gibi etkili iletişim becerilerini kullanmaları sağlanabilir (**SDB2.1, D11.2, D14.1, E2.1**). Öğrenciler, tepkime hızının değişimine ilişkin derişim-zaman grafiğini kullanarak ulaştığı önermeleri ve tepkime hızları ile ilgili önceki bilgilerine dayalı olarak oluşturduğu önermeleri karşılaştırır (**OB1**). Tepkime hızı kavramı, tepken ve ürünlerin birim zamanda derişimlerindeki değişim temelinde hem sözel olarak hem de matematiksel bir eşitlikle tanımlanır. Ardından ortalama hız kavramı, derişim-zaman grafiği ile ilişkilendirilerek açıklanır. Öğrenciler, bu bilgileri kullanarak ellerindeki veri setinden verilen tepkimenin farklı zaman aralıklarına ilişkin ortalama hızlarını hesaplar ve tepkime hızının zamanla değişimine yönelik çıkarımda bulunur (**KB2.10**). Öğrencilerden tepkime hızının zamanla değişimini çarpışma teorisi ile ilişkilendirerek çıkarımlarının geçerliliğini sorgulamaları istenir (**OB1**). Etkinlik kâğıtları “öğrencilerin derişim-zaman grafiklerini çizebilmesi, tepkime hızının zamanla değişimine ilişkin önerme oluşturabilmesi, matematiksel bir eşitlikle tepkime hızını hesaplayabilmesi ve çarpışma teorisi ile tepkime hızındaki değişimi açıklayabilmesi” ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen farklı tepkimeler üzerinden maddelerin harcanma ve oluşum hızlarını hesaplamaları istenebilir.

KİM.11.1.7

Öğrencilere farklı tepkimelerde tepkime hızındaki farklılığının nedenlerini sorgulayabilecekleri “Sebze ya da meyveler neden buzdolabında saklanır?”, “Kâğıdın yanması ile demirin paslanması olaylarında benzerlik ve farklılıklar nelerdir?” gibi sorular sorulur. Öğrencilerden günlük hayattaki farklı örnek olaylar üzerinden kimyasal tepkimelerin hızını etkileyen faktörlere yönelik araştırılabilir sorular oluşturmaları istenir. Öğrencilerin çeşitli fikir, argüman ve yeni bilgilere açık olmaları; bilimsel gelişim için merak duygusunun peşinden gitmeleri gerektiğini fark etmeleri sağlanır (**D3.3**). Öğrenciler; tepken cinsinin ve fiziksel hâlinin, tepken derişiminin, sıcaklığın, katı tepkenin temas yüzeyinin ve katalizörün tepkime hızına etkisini belirlemek üzere hipotezler oluşturur (**OB1**). Öğrencilerden gruplara ayrılmaları, arkadaşlarıyla iş birliği içinde kimyasal tepkimelerin hızına etki eden her bir faktörün tepkime hızı ile ilişkisine yönelik bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirlemeleri istenir. Bu şekilde çalışkanlık ve dostluk değeri desteklenir (**SDB2.2, D3.3, D4.1**). Öğrenciler, her bir faktörün tepkime hızına etkisini araştırmaları için deneyler planlamaları ve planladıkları deneyleri gerçekleştirmeleri için yönlendirilir. Buna alternatif olarak öğrenciler, deneyi sanal ortamlarda simülasyon veya yapay zekâ programları (IBM RXN for Chemistry, Chemputer, Chematica, ChemAI vb.) kullanarak da yapabilir (**OB2**). Böylece öğrencilerin görev ve sorumluluklarını yerine getirmeleri için etkili bir yol haritası çizmeleri, hedeflerine ulaşmak için hazırladıkları planı uygulamaları, güvenilir bilgiye ulaşma yollarını bilmeleri sağlanabilir (**SDB1.2, D3.2, D3.3, E3.7**). Öğrenciler, deney verilerini yorumlayarak her bir değişkenin tepkime hızına etkisini alt mikro seviyede açıklar (**OB1**). Tepkime hızına etki eden faktörleri çarpışma teorisi ile ilişkilendirir. Çalışma öncesinde öğrencilerden bir form aracılığıyla konu ile ilgili ön bilgilerinin neler olduğunu, deney sürecinde neyi öğrenmeyi beklediğini, ne tür stratejiler kullanacağını ve bu süreçte neler hissedebileceğini belirlemesi istenebilir (**SDB1.1**). Ayrıca öğrencilerden öz değerlendirme formu aracılığıyla başlangıçta hedeflediği noktaya ulaşma durumunu, bu süreci kolaylaştıran davranışlarını ve neleri daha farklı yapabileceğini belirlemesi istenebilir (**SDB1.2, SDB1.3**).

Öğrenciler performans görevi çerçevesinde tepkenlerin cinsi ve fiziksel hâlini ve derişim, sıcaklık, temas yüzeyi ve katalizörün tepkime hızına etkisini araştırmak amacıyla neden-sonuç ilişkisini ortaya koyacağı bir deneyi tasarlayabilir; uygulayabilir ve raporlayabilir. Öğrenciler, hazırlanan öz değerlendirme raporu ile deney sürecinde hedeflerine ulaşabilme düzeyine, öğrenme sürecini nasıl gerçekleştirdiğine, bu süreçte hangi duyguları yaşadığına ve neleri daha farklı yapabileceğine ilişkin kendi değerlendirmelerini yapabilir (**SDB1.1, SDB1.3**).

KİM.11.1.8

Öğrencilere tek ve çok basamaklı tepkimelerde her deneyde bir tepkenin başlangıç derişimi değiştirilirken diğer tepken ya da tepkenlerin derişimlerinin sabit tutulduğu şartlarda tepkimelerin başlangıç hızlarının ($t = 0$ s) belirlendiği bir dizi deneye ilişkin tepken derişimleri-başlangıç tepkime hız verileri verilir. Öğrenciler, hazır veri setini inceleyerek tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin önermeler oluşturur (**OB7**). Öğrencilerin tepken derişimindeki değişimin tepkime hızına etkisine ilişkin veriye dayalı olan önermeleri ile tepkime hızına ilişkin ön bilgilerinden hareketle oluşturduğu, veriye dayalı olmayan önermelerini karşılaştırmaları sağlanır. Öğrencilerden inceledikleri tepkimenin tepken derişimlerinden biri sabit iken diğerinin değiştiği farklı deneylere ait başlangıç hızlarını ve başlangıç derişimlerini karşılaştırarak her bir tepken derişimindeki değişimin tepkime hızına etkisini matematiksel olarak modelleyebilmeleri amacıyla hesaplamalar yapmaları istenir. Öğrenciler bu hesaplamalar sonucunda tepkenlerin tepkime hızına etkisini gösteren, bir matematiksel model olan hız denklemini belirler. Hız denklemine ait orantı sabiti k hız sabiti olarak tanımlanır. Öğrencilerin tepken derişiminin tepkime hızına etkisine ilişkin tahminde bulunmaları sağlanır. Öğrencilerden tepkime denklemindeki tepkenlerin üstel sayılarını kullanarak tepkime derecesini belirlemeleri istenir. Öğrenciler, tepken derişimindeki değişimin tepkime hız denklemine etkisine ilişkin tahminlerinin geçerliliğini bilimsel bilgilere dayalı olarak sorgular (**E3.10, OB7**). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen tepkimeler üzerinden tepkime hız denklemini, hız sabitini ve derecesini belirlemeleri istenebilir.

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme

*Öğrencilere *Enerji ve Kimyasal Tepkimelerde Hız* konusu temelinde ilaç kapsüllerinin kimyasal yapısı, sindirim sisteminde çözünme süreci, çözünme hızı, çözünme sırasındaki enerji değişimi ve etki mekanizmasına yönelik proje görevleri verilebilir. Proje görevi ile *Kimyasal Tepkimelerde Hız* konusu ele alınırken aynı zamanda sağlık ile ilgili kavramlar da kullanılabilir. Aynı kapsamda ilaç kapsüllerinin mide ya da bağırsakta çözünmesine yönelik tercihlerin neler olabileceği veya aynı organda çözünme hızını artırmak ya da azaltmak amacıyla kapsül tasarımı olarak neler yapılabileceği ile ilgili proje görevleri verilebilir. İlaç kapsülünün tasarım sürecinde mevcut yapay zekâ uygulamalarından (Quantum Machine Learning Predicting ADME, ReactionDataExtractor 2.0 vb.) destek alınabilir. Benzer proje ödevi ilaç tabletleri için de gerçekleştirilebilir. Kapsüllerle ilgili proje görevinden farklı olarak tablet şeklindeki ilaçların etken maddesinin miktarı ile diğer yan maddelerin (dağıtıcı madde, dolgu maddesi; bağlayıcı, kaydırıcı, topaklanmayı önleyici maddeler; aroma ve renk verici maddeler vb.) oranlarının belirlenmesi, yan maddelerin tepkime sürecindeki enerji değişimleri ve hıza etkileri, sağlık açısından etkileri ve bitkisel kökenli alternatiflerinin denenmesi konularında da projelerin yapılması sağlanabilir. Tabletlerin kimyasal bileşimini belirlemede ve etkilerine ilişkin öngörülerin tespitinde yapay zekânın özellikle makine öğrenmesinin kullanımı tercih edilebilir. Ebu Bekir Razi'nin ilaçlar üzerine yaptığı çalışmalar konusunda araştırma görevi verilebilir.

Öğrenciler, evsel atıkların kimyasal ve fiziksel değişim süreçlerinin toplum sağlığına etkilerini belirlemek amacıyla evsel atık örnekleri üzerinde deneyler yapabilir. Kimyasal analizler ile evsel atıkların içeriğini belirleyebilir. Öğrencilerden evsel atıkların içerikleri ve toplum sağlığına zararları ile ilgili kamu spotu oluşturmaları istenebilir. Böylece öğrencilerin bilgi ve sağlık okuryazarlığı ile görsel okuryazarlık becerilerini kullanmaları desteklenebilir. Öğrenciler, toplumsal bilinci artırmak adına okullar ile iş birliği içerisinde seminerler düzenleyebilir. Bu durum, alt kademedeki öğrenim gören öğrencilerin evsel atık yönetimi konusunda fikir edinmelerini destekleyebilir.

Öğrencilere paslanma tepkimesindeki enerji değişiminin inceleneceği, paslanmanın önlenmesi için alınabilecek tedbirler, paslanma hızının yavaşlatılması için kullanılacak inhibitörler ve paslanma önleyici sıvıların tepkime hızına etki mekanizmasının inceleneceği projeler yaptırılabilir. Demirin paslanma sürecini görselleştiren animasyonlar ve farklı metallerin korozyon süreçlerini görselleştiren simülasyonlar kullanılabilir. Öğrencilerin mevcut yapay zekâ uygulamaları (Nvidia, Leonardo vb.) kullanarak paslanma sürecine ilişkin taslak çizimler yapmaları ve kendi içerikleri üzerinden simülasyonlar oluşturmaları sağlanabilir. Bunların yanı sıra öğrencilerden paslanmaz malzemelerin yapılarını incelemeleri ve "İnşaatlarda kullanılacak ve korozyona uğramayacak ekonomik alternatifler oluşturulabilir mi?" sorusuna cevap aramaları istenebilir.

*Hazır gıdaların içeriği ve kullanılan korucuyu maddelerin gıdanın bozunma hızına etkisinin inceleneceği proje görevleri verilebilir. Koruyucu maddelere alternatiflerinin denendiği ve bu alternatiflerin gıdanın bozunma hızı üzerine etkilerinin incelendiği projeler yaptırılabilir. "Gelecekte karşılaşılabilecek bir gıda krizi için var olan gıdaların bozunma hızını düşürmeye ve raf ömrünü artırmaya yönelik neler yapılabilir?" sorusu çerçevesinde proje görevleri de verilebilir. Öğrencilerin çeşitli kimyasal tepkimelerin enerji verimliliğini belirlemeleri amacıyla deneyler gerçekleştirmeleri ve tepkimelerin atom ekonomisi hesaplamalarını yapmaları sağlanabilir. Öğrencilerin yapay zekâ uygulamaları (Quantum Machine Learning Predicting ADME, ReactionDataExtractor 2.0 vb.) ile yeşil kimya ilkelerine uygun kimyasal tepkimeleri seçmeleri, tepkimelerin oluşum süreçlerini hızlandırmaları ve atom ekonomisini hesaplamaları sağlanabilir. Öğrencilere belirli endüstriyel süreçlerin tepkime entalpisi üzerindeki etkileri incelenebilir. Finansal okuryazarlık becerileri kullanılarak bu süreçlerin maliyetleri hesaplanabilir. Öğrencilerden kimyasal süreçleri ekonomik açıdan değerlendirmeleri, ekonomik fayda ve inovasyona yönelik öneriler geliştirmeleri istenebilir.

Destekleme Endotermik ve ekzotermik tepkimelerin anlaşılmasını kolaylaştırmak için gösteri deneyleri yapılabilir. Kimyasal tepkime sırasındaki ısınma ve soğuma süreçleri öğrenciler tarafından deneyimlenebilir. Tepkime hızına etki eden faktörlere yönelik bilimsel sorgulama yaptırmak yerine deney yapma becerisi kullanılabilir. Öğrenciler, problem durumuna karar verme ve deneyi tasarlama süreçleri yerine kendilerine verilen yönergeyi kullanarak deneyleri yapabilir. Bunun yanı sıra deneyler gösteri deneyi olarak yapılabilir.

**ÖĞRETMEN
YANSITMALARI**

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



2. TEMA: ÇEŞİTLİLİK

Bu tema; *Denge, Asit ve Baz Çözeltilerinde Denge, Çözünürlük Dengesi* olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin tersinir tepkimelere ilişkin gözlem yapımları, dengeye ilişkin bilimsel gözleme dayalı tahminde bulunmaları, denge sabiti ifadesinin oluşturulmasına ilişkin tümevarımsal akıl yürütmeleri, tersinir tepkimelerin dengeye ulaşip ulaşmadığı ile ilgili bilimsel veriye dayalı tahminde bulunmaları, dengeye etki eden faktörlere ilişkin bilimsel sorgulama yapımları, asit ve bazların sulu çözeltileri ile bu çözeltilerde gerçekleşen olaylarla ilgili bilimsel gözlem, nötralleşme olayı ile ilgili operasyonel tanımlama, asitlerin ve bazların kuvvetlerine ilişkin bilimsel sorgulama, asit ve baz teorileri ile ilgili karşılaştırma ve titrasyon yöntemiyle deney yapımları, tuzların sulu çözeltilerinde dengeye ilişkin bilimsel çıkarım yapımları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 70

ALAN BECERİLERİ

FBAB1. Bilimsel Gözlem, FBAB3. Bilimsel Gözleme Dayalı Tahmin, FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, FBAB5. Operasyonel Tanımlama, FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, FBAB13. Bilimsel Sorgulama

KAVRAMSAL BECERİLER

KB2.7. Karşılaştırma, KB3.1. Karar Verme

EĞİLİMLER

E2.1. Empati, E2.2. Sorumluluk, E3.6. Analitiklik, E3.9. Şüphe Duyma, E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB1.3. Kendine Uyarılama (Öz Yansıtma), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliği, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler

D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D11. Özgürlük, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı

Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB7. Veri Okuryazarlığı

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER

Biyoloji, Matematik

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER

KB2.2. Gözlemeleme, KB2.8. Sorgulama, KB2.13. Yapılandırma, KB2.14. Yorumlama

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.11.2.1. Tepkimelerin tersinir olabileceğine ilişkin bilimsel gözlem yapabilme

- Tersinir tepkimelerin oluşumuna kanıt oluşturacak gözlemlenebilir nitelikler belirler.
- Tersinir tepkimelerde gözlemlenebilir niteliklere ilişkin veri toplar ve topladığı verileri kaydeder.
- Tepkimelerin tersinir olabileceğini verilere dayalı olarak açıklar.

KİM.11.2.2. Tepkimelerdeki denge sürecine ilişkin bilimsel gözleme dayalı tahminde bulunabilme

- Denge sürecine ilişkin önermeler oluşturur.
- Denge sürecine ilişkin gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
- Denge sürecine ilişkin önermelerini temellendirmek için gözlem verilerinden hareketle sonuç çıkarır.
- İleri ve geri tepkime hızlarının eşitliğine ilişkin tahminlerde bulunur.
- Bilimsel verilerden hareketle tahminlerinin geçerliliğini sorgular.

KİM.11.2.3. Denge sabiti ifadesinin oluşturulmasına ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- Homojen ve heterojen denge tepkimelerinin denge sabiti ifadelerinde keşfettiği örüntüyü matematiksel olarak modeller.
- Denge sabiti ifadesinin matematiksel modelini geneller.

KİM.11.2.4. Tersinir tepkimelerin dengeye ulaşıp ulaşmadığını bilimsel veriye dayalı tahmin edebilme

- Tersinir tepkimelerin dengeye ulaşıp ulaşmadığına ilişkin önermeler oluşturur.
- Tersinir tepkimelere ilişkin veriye dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
- Tepkime oranını hesaplayarak denge durumuna ilişkin tahminde bulunur.
- Tahminlerinin geçerliliğini sorgular.

KİM.11.2.5. Dengeye etki eden faktörleri bilimsel sorgulayabilme

- Derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin dengeye etkisine ilişkin araştırılabilir sorular oluşturur.
- Değişkenlerin dengeye etkisini belirlemek üzere hipotezler kurar.
- Derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin dengeye etkisine yönelik deney gerçekleştirir.
- Deneyden elde ettiği verileri analiz ederek yorumlar.
- Deney sonuçlarını çarpışma kuramını kullanarak açıklar.
- Dengeye etki eden faktörleri Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirir.

KİM.11.2.6. Saf suyun otoiyonizasyonuna ilişkin bilimsel gözlem yapabilme

- Saf suyun otoiyonizasyonunu gözlemleyebileceği nitelikleri tanımlar.
- Saf suyun otoiyonizasyonuna ilişkin gözlem yoluyla veri toplar ve kaydeder.
- Saf suyun otoiyonizasyonunu suyun iyonlaşma sabitini kullanarak açıklar.

KİM.11.2.7. Asit ve baz teorilerini karşılaştırabilme

- Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit ve baz teorilerinin varsayımlarına ilişkin özellikleri belirler.
- Belirlediği özelliklerin benzerliklerini listeler.
- Belirlediği özelliklerdeki farklılıkları listeler.

KİM.11.2.8. Asitlerin ve bazların kuvvetlerine ilişkin bilimsel sorgulama yapabilme

- Asitlerin ve bazların kuvvetlerine ilişkin araştırma soruları oluşturur.
- Asitlerin ve bazların kuvvetlerine ilişkin sembolik ve alt mikro seviyede modeller geliştirir.

- c) Farklı asitlerin ve bazların kuvvetlerini karşılaştırmak üzere araştırma gerçekleştirir.
- ç) Araştırma verilerini asitlerin ve bazların saf suda iyonlaşma yüzdelerini kullanarak yorumlar.
- d) Açıklamalarında alt mikro ve sembolik seviyede gösterimler kullanır.
- e) Açıklamalarını bilimsel bilgiler ile değerlendirir.

KİM.11.2.9. Kuvvetli asit-zayıf asit ve kuvvetli baz-zayıf baz sulu çözeltilerindeki pH hesaplamalarını karşılaştırabilme

- a) Derişimleri aynı olan kuvvetli asit-zayıf asit ve kuvvetli baz-zayıf baz sulu çözeltilerinin pH değerine ilişkin özellikleri belirler.
- b) Kuvvetli asit-zayıf asit ve kuvvetli baz-zayıf baz çözeltilerinin pH hesaplamalarına ilişkin benzerlikleri listeler.
- c) Kuvvetli asit-zayıf asit ve kuvvetli baz-zayıf baz çözeltilerindeki pH hesaplamalarına ilişkin farklılıkları listeler.

KİM.11.2.10. Nötralleşme olayını operasyonel tanımlayabilme

- a) Kuvvetli asit ve kuvvetli baz sulu çözeltileri arasında gerçekleşen nötralleşme tepkimelerini gözlemleyebilmek için ölçütler (iletkenlik, pH değişimi ve indikatörün renk değişimi) belirler.
- b) Nötralleşme olayına ilişkin belirlediği ölçütleri test eder.
- c) Nötralleşme olayına ilişkin matematiksel ilişkiler içeren tanımlar yapar.

KİM.11.2.11. Kuvvetli asit ve kuvvetli baz çözeltilerinin derişimlerini titrasyon yöntemiyle belirlemeye yönelik deney yapabilme

- a) Derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltilerinin derişimlerini belirlemeye ilişkin deney planlar.
- b) Derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltilerinin derişimini belirler.

KİM.11.2.12. Asidik ya da bazik ürünlerin en uygun olanına karar verebilme

- a) Mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için kullanılan asidik ya da bazik özellik gösteren ürünlerin seçimine yönelik amaç belirler.
- b) Amaçlarına yönelik deneyler gerçekleştirerek bilgi elde eder.
- c) Deneydeki gözlemlerine dayanarak asit-baz tepkimelerinin sonucuna ilişkin önermeler oluşturur.
- ç) Oluşturduğu önermeler üzerinde mantıksal denetleme yapar.
- d) Mide, ağız, diş ve cilt sağlığı açısından asidik ya da bazik özellik gösteren uygun ürünleri seçer.
- e) Mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için seçtiği ürünlerin sağlık açısından etkisine yönelik yansıtma yapar.

KİM.11.2.13. Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne ilişkin bilimsel model oluşturabilme

- a) Suda az çözünen tuzların çözünürlüğünü açıklamak için model önerir.
- b) Modelini bilim insanlarının modelleriyle karşılaştırır.

KİM.11.2.14. Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlere ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme

- a) Suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlere ilişkin farklı gözlem ortamları oluşturur.
- b) Ortak iyon ve sıcaklığın bir tuzun sudaki çözünürlüğüne etkisini belirlemek için molar çözünürlük ve K_{çç} değerlerini içeren hazır veri seti kullanır.
- c) Çıkarımlarını Le Chatelier ilkesi ile açıklar.

İÇERİK ÇERÇEVESİ **Denge:** Tersinir Tepkimelerin Özellikleri, Fiziksel ve Kimyasal Değişimlerde Denge, Denge Sabiti İfadesinin Yazılması, Tepkime Oranı, Dengeyi Etkileyen Faktörler (Derişim, Hacim, Basınç, Sıcaklık ve Katalizör)

Asit ve Baz Çözeltilerinde Denge: Suyun Otoiyonizasyonu, Asit Baz Teorilerinin Karşılaştırılması, Asitlerin ve Bazların Kuvveti, Kuvvetli Asit-Zayıf Asit ve Kuvvetli Baz-Zayıf Baz Sulu Çözeltilerindeki pH Hesaplamaları, Kuvvetli Asit ve Kuvvetli Bazların Nötralleşme Tepkimeleri, Kuvvetli Asit-Kuvvetli Baz Titrasyonları, Asidik ve Bazik Ürünlerin Seçiminde Dikkat Edilmesi Gerekenler

Çözünürlük Dengesi: Suda Az Çözünen Tuzların Molar Çözünürlükleri, Çözünürlük Çarpımı (Kçç), Tuzların Çözünürlüğüne Etki Eden Faktörler (Sıcaklık ve Ortak İyon)

Genellemeler/İlkeler/ Anahtar Kavramlar asit-baz çifti, asitlik/bazlık sabiti, Arrhenius asidi/bazı, Brønsted-Lowry asidi/bazı, çözünürlük çarpımı, denge sabiti, eş değerlik noktası, fiziksel denge, indikatör, kimyasal denge, kuvvetli asit/baz, Le Chatelier ilkesi, nötralleşme, otoiyonizasyon, pH/pOH, titrasyon, zayıf asit/baz

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme) Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında etkinlik kâğıdı, çalışma yaprağı, öz değerlendirme formu, performans görevi, sınıf içi tartışma, çıkış kartı, Venn diyagramı, deney raporu ve yansıtma notu kullanılabilir.

Öğrenciler performans görevi çerçevesinde sıcaklık ve ortak iyonun bir tuzun çözünürlüğüne etkisini araştırmak üzere bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Performans görevi "farklı gözlem ortamları oluşturabilme, deney verilerini kaydederek çıkarımda bulunabilme, çıkarımlarını Le Chatelier ilkesi ile açıklayabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin tepken, ürün ve tepkime denklemleri hakkında temel bilgileri, denge buhar basıncını, homojen ve heterojen kavramlarını, asit-baz tepkimelerini, ayıraç (belirteç) kavramını ve çözünürlüğe etki eden faktörleri bildiği kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilere tuzların sudaki çözünürlüklerinin nelere bağlı olduğuna ilişkin sorular sorulabilir. Bir değişimin kimyasal olduğunu gösteren kanıtların (renk değişimi, gaz çıkışı, enerji değişimi, pH değişimi vb.) neler olduğunu, asit-baz tepkimelerini ve indikatörü açıklamaları istenebilir.

Köprü Kurma Atmosferdeki karbon dioksit miktarının artması ile okyanus sularının asitlik düzeyi arasındaki ilişki sorularak bu durumun kabuklu canlılar üzerindeki etkisi örnek verilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.11.2.1

Öğrencilere "İçerisinde demlenmiş çay bulunan bir bardağa karbonat atıldığında veya limon sıkıldığında oluşan renk değişimini nasıl açıklarsınız?" gibi bir soru sorularak konuya dikkat çekilir. Öğrencilerden tersinir bir tepkimeye ilişkin gözlemlenebilir nitelikleri (renk değişimi, yeni bir katının oluşumu gibi) belirlemeleri istenir. Öğrencilerin deney yaparak, görselleri inceleyip, bilimsel bakış açısıyla yorumlayarak veya sunulan dijital materyaller üzerinden çıkarım yaparak gözlem ortamı oluşturmaları sağlanır (D3.3, OB2, OB4). Böylece araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın önemine vurgu yapılarak çalışkanlık değeri desteklenir. Öğrenciler, tepkimenin ileri ve geri yönde ilerlediğini gözlemler; etkinlik kâğıdına gözlem verilerini kaydeder (OB7). Öğrencilerden tepkimelerin tersinir de olabileceğini gözlem verilerini kullanarak açıklamaları istenir (KB2.2). Farklı tersinir tepkimelere ilişkin makro, alt mikro ve sembolik seviyede örnekler verilerek öğrencilerin gözlem yapmaları sağlanır (OB7). Gözlem sonrasında öğrencilerden etkinlik kâğıdında tersinir

tepkime oluşum sürecine ilişkin nitelikler belirlemeleri istenebilir. Öğrenciler, gözlemlerinden hareketle elde ettiği kanıtlarla tersinir tepkimelere ilişkin yansıtma notu yazmaları için yönlendirilebilir (SDB1.2).

KİM.11.2.2

Öğrenciler, tersinir bir tepkime için farklı zaman aralıklarında alt mikro seviyede gerçekleşen değişimlere ilişkin önermeler oluşturur. Oluşturulan önermelerin sınıf ortamında etkili iletişim kurmaya dikkat edilerek paylaşılması sağlanır ve dostluk değeri pekiştirilir (SDB2.1, D4.2). Öğrencilerden gözleme dayalı olan ve olmayan önermelerini karşılaştırmaları istenir. Öğrencilerin animasyon, simülasyon, deney gibi gözlem ortamlarından edindikleri verilerle denge sürecine ilişkin tahminlerini temellendirerek sonuç çıkarmaları sağlanır (OB2). Bu çalışma ile çalışkanlık değeri desteklenir (D3.3). Öğrenciler, tepkimenin denge sürecindeki ileri ve geri tepkime hızlarına ilişkin tahminlerde bulunur; her iki yöndeki tepkime hızlarını dikkate alarak denge durumunu açıklar (KB2.13). Öğrencilerin tepkimenin denge sürecindeki ileri ve geri tepkime hızları ile ilgili tahminlerinin geçerliliğini hız-zaman grafiklerini kullanarak sorgulamaları sağlanır (OB2). Bu çalışma ile çalışkanlık değeri desteklenir (D3.3). Öğrencilere gözlemlerinden elde ettikleri verilerle ileri ve geri tepkime hızları üzerinden dengeyi açıkladıkları bir metin yazdırılabilir. Ayrıca ileri ve geri tepkime hızlarının denge sürecindeki değişimini hız-zaman grafiği çizerek açıkladıkları bir yansıtma notu yazdırılabilir. Etkinlik kâğıtları "önerme oluşturabilme, gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri belirleyebilme ve açıklama yapabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilebilir. Ayrıca öğrencilerden önerme oluşturma aşamasından deney sonuçlarının yorumlanmasına kadar tüm deney sürecine yönelik değerlendirme yapmaları istenebilir (SDB1.2).

KİM.11.2.3

Öğrencilere farklı denge tepkimelerinin sembolik gösterimi, ileri ve geri tepkimelerin hız sabiti değerleri, denge sabiti değerleri, denge derişimleri ve derişim-zaman grafikleri verilir. Öğrencilerin denge sabiti ifadesine ilişkin örüntü keşfetmeleri ve örüntüyü matematiksel modelle ifade etmeleri sağlanır (OB7). Öğrencilere farklı homojen ve heterojen denge tepkimelerinin bileşenlerine ilişkin denge derişimleri ve denge sabiti değerleri verilir. Öğrenciler, oluşturdukları matematiksel modeli geneller ve modelin doğruluğunu bilimsel genellemelerle karşılaştırır (E3.10, SDB2.1). Böylelikle öğrenciler araştırmacı olmaya teşvik edilerek çalışkanlık değeri desteklenir (D3.3). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen dengedeki bileşenlerin derişimlerini kullanarak denge sabitini hesaplamaları ya da denge sabitini kullanarak dengedeki bileşenlerden birinin derişimini hesaplamaları istenebilir.

KİM.11.2.4

Tersinir bir tepkime bileşenlerinin herhangi bir andaki derişimleri verilerek öğrencilerden tepkimenin dengeye ulaşip ulaşmadığına ve dengeye ulaşmamışsa gerçekleşme yönüne ilişkin önermeler oluşturmaları istenir (OB7). Oluşturulan farklı önermelerin saygılı bir tartışma ortamı içinde paylaşılması sağlanır (SDB2.1, D14.1). Öğrenciler, inceledikleri tersinir tepkimenin dengeye ulaşip ulaşmadığına ve dengeye ulaşmamışsa gerçekleşme yönüne ilişkin veriye ve ön bilgilerine dayalı önermeleri karşılaştırmaları için yönlendirilir (OB7). Tepkime oranı (Q) kavramı tanımlanır ve öğrencilerden verilen tepkimenin Q değerini hesaplamaları istenir. Öğrenciler, dengeye ulaşmak için herhangi bir tepkimenin hangi yöne ilerleyeceğini Q ve K değerlerini karşılaştırarak tahmin eder. Öğrencilerden aynı tepkimenin farklı derişim örneklerini ve bu derişim durumlarına ait tepkime yönü verilen denge tepkimelerini kullanarak tahminlerinin geçerliliğini sorgulamaları istenir (OB7). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen çeşitli tepkime bileşenlerinin derişimlerini kullanarak tepkimelerin denge durumunu, dengede değil ise tepkimenin yönünü belirlemeleri istenebilir.

KİM.11.2.5

Öğrencilere "Yaz günlerinde sığ deniz ve göllerde balıkların kafalarını suyun dışına çıkarmalarının veya hava sıcaklığı çok yükseldiğinde toplu balık ölümleri gözlemlenmesinin

sebepleri neler olabilir?” gibi sorular sorularak dengeyi etkileyebilecek etkenlere ilişkin olaylara dikkat çekilir. Öğrencilerden verilen etkinlik kâğıdında derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin kimyasal dengeye etkisine ilişkin araştırma soruları oluşturmaları istenir. Öğrencilerin çeşitli fikir, argüman ve yeni bilgilere açık olmaları; bilimsel gelişim için merak duygusunun peşinden gitmeleri gerektiğini fark etmeleri sağlanır **(D3.3)**. Öğrencilerden her bir değişkenin dengeye etkisine ilişkin hipotezler oluşturmaları istenir **(OB7)**. Öğrenciler; derişim hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin dengeye etkisini deneyler yaparak ya da deney videolarını gözlemleyerek araştırmaları için yönlendirilir **(OB2, OB4)**. Böylece öğrencilerin görev ve sorumlulukları yerine getirmeleri için etkili bir yol haritası çizmeleri, hedeflerine ulaşmak için hazırladıkları planı uygulamaları, doğru ve güvenilir bilgiyi ayırt ederek güvenilir bilgiye ulaşma yollarını öğrenmeleri sağlanır **(D3.2, D3.3)**. Öğrencilerden derişim, hacim, basınç, sıcaklık ve katalizörün dengeye etkisini araştırmalarından elde ettiği verileri analiz ederek yorumlamaları istenir. Öğrenciler; derişim hacim, basınç, sıcaklık ve katalizör değişkenlerinin dengeye etkisini çarpışma kuramını kullanarak açıklar **(OB7)**. Le Chatelier ilkesi açıklanır. Öğrencilerden dengeye etki eden faktörleri Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirmeleri istenir **(KB2.8)**. Etkinlik kâğıtları “araştırma sorusu oluşturabilme, hipotez kurabilme, araştırma gerçekleştirilebilme, verileri analiz edip yorumlayabilme, sonuçlarını çarpışma kuramına göre açıklayabilme ve Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirebilme” ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen veya öğrenci tarafından değerlendirilebilir. Ayrıca öğrencilerden öğrenme sürecini değerlendirmelerine yönelik bir yansıtma notu yazmaları istenebilir **(SDB1.2, SDB1.3)**.

KİM.11.2.6

Saf suyun otoiyonizasyonunun tanımı ve otoiyonizasyon tepkime denklemi verilir. Öğrencilerin saf suyun otoiyonizasyonunu gözlemleyebileceği nitelikleri tanımlamaları sağlanır **(OB7)**. Böylece öğrencilerin düşüncelerini etki altında kalmadan ifade etmeleri, olay ve durumları çok yönlü bakış açısıyla değerlendirmeleri, olaylar ve durumlar karşısında farklı bakış açıları olabileceğini kabul etmeleri sağlanır **(E2.1, SDB2.1, SDB2.3, D11.2, D14.1)**. Öğrencilerin saf suyun (25 °C) otoiyonizasyonunu alt mikro ve sembolik seviyede gözlemleyebileceği ve pH, iletkenlik gibi veriler toplayabileceği simülasyonlar veya kanıt kartları kullanılır **(OB2)**. pH değerinin H_3O^+ iyonları derişimi ile bağıntısını içeren matematiksel eşitlik verilir. Öğrencilerden saf suyun pH değerini ve iyonlar çarpımı sabitini (25 °C, K_{su}) kullanarak sudaki H_3O^+ ve OH^- iyonlarının derişimini hesaplamaları ve saf suyun otoiyonizasyonunu açıklamaları istenir **(OB7)**. pH kavramıyla benzer formüle sahip olan pOH kavramı açıklanır. Öğrencilerden çıkış kartında saf suyun otoiyonizasyonunu alt mikro ve sembolik seviyede açıklamaları istenebilir.

KİM.11.2.7

Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit ve baz teorilerinin varsayımlarına ilişkin özellikleri esas alan sembolik ve alt mikro seviyede gösterimler üzerinden asit-baz tanımlarına ilişkin varsayımları öğrencilerin belirlemeleri sağlanır. Öğrencilerden asitlerin ve bazların sulu çözeltilerdeki davranışlarına ilişkin tepkime denklemleri ve alt mikro seviyedeki gösterimler yardımıyla Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit ve baz teorilerinin benzerliklerini ve farklılıklarını listelemeleri istenir **(OB4)**. Brønsted-Lowry asit-baz tanımı kullanılarak eşlenik asit-baz çiftleri açıklanır. Asit ve bazlarda monofonksiyonel ve polifonksiyonel kavramları açıklanır. Ayrıca ametal oksitlerin asidik özelliği; suda çözünme denklemleri, modeller, deney veya deneysel veriler kullanılarak araştırmacı ve sorgulayıcı bakış açısıyla yorumlanır **(D3.3)**. Öğrencilerden Venn diyagramı üzerinde Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit ve baz teorilerinin benzerlik ve farklılıklarını listelemeleri istenebilir.

KİM.11.2.8

Öğrencilere etkinlik kâğıdında asitlerin ve bazların kuvvetlerine ilişkin iyonlaşma yüzdeleri, saf suda iyonlaşmasına ait tepkime denklemi gibi veriler verilir. Öğrencilerden bu verileri kullanarak asit-bazların kuvvetlerinin belirlenmesi amacıyla araştırma soruları

oluşturmaları istenir **(OB1)**. Öğrencilerin çeşitli fikir, argüman ve yeni bilgilere açık olmaları; bilimsel gelişim için merak duygusunun peşinden gitmeleri gerektiğini fark etmeleri sağlanır **(D3.3)**. Öğrencilerin asitlerin ve bazların saf suda iyonlaşma yüzdelerini kullanarak asit ve baz kuvvetlerine ilişkin sembolik ve alt mikro seviyede modeller geliştirmeleri sağlanır. Öğrencilerden farklı asitlerin ve bazların kuvvetini karşılaştırmaları amacıyla aynı sıcaklık ve derişimde asit ve baz çözeltilerinin pH ve iletkenlik değerlerini ölçmeleri istenir. Öğrenciler, ölçtükleri pH ve iletkenlik değerlerini kullanarak hem inceledikleri asitlerin kuvvetlerini hem de bazların kuvvetlerini karşılaştırmaya yönlendirilir. Öğrencilerin karşılaştırma yaparken asit ve bazın saf suda iyonlaşma yüzdesini kullanmaları sağlanır. Öğrencilerden asitlerin ve bazların kuvvetine ilişkin açıklamalarını alt mikro ve sembolik seviyede gösterimleri kullanarak yapmaları istenir **(SDB2.1)**. Asitlerin ve bazların kuvvetine ilişkin açıklamalarının bilimsel bilgiler ile değerlendirilmesi sağlanır **(OB1, E3.6)**. Etkinlik kâğıtları "araştırma sorusu oluşturabilme, model geliştirebilme, araştırma gerçekleştirebilme, araştırma verilerini yorumlayabilme, verilere dayalı açıklama yapabilme ve açıklamalarını bilimsel bilgilerle karşılaştırabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğrenci ve öğretmen tarafından değerlendirilebilir **(SDB1.2)**.

KİM.11.2.9

Öğrencilerden derişimleri aynı monofonksiyonel kuvvetli asit ve zayıf asit çözeltilerinin pH değerlerine ilişkin özellikleri belirlemek için ölçüm yapmaları veya hazır veri seti kullanmaları istenir. Böylece öğrencilerin hedefine ulaşmak için plan yapmaları ve bu planı uygulamaları sağlanır **(SDB1.2, D3.2)**. Öğrencilerden incelenen monofonksiyonel kuvvetli asit ve zayıf asit çözeltilerinin pH değerlerine ilişkin verileri kullanarak H_3O^+ iyon derişimlerini hesaplamaları istenir. Öğrenciler, monofonksiyonel kuvvetli asit ve zayıf asit çözeltilerinin pH hesaplamalarına ilişkin benzerlik ve farklılıkları listelemeleri için yönlendirilir **(OB7)**. Benzer hesaplamalar monofonksiyonel kuvvetli baz ve zayıf baz çözeltileri için de tekrarlanır. Bu hesaplamalarda yapılan ihmallerde büyük hatalar yapılmaması için asit (C_a) veya bazın (C_b) derişiminin ilgili K (K_a ve K_b) iyonlaşma sabitine oranının $C_a/K_a > 10^2$ ve $C_b/K_b > 10^2$ olmasına dikkat edilir. Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen kuvvetli asit, baz ve zayıf asit, baz çözeltilerinin pH hesaplamalarını yaparak kuvvetlerini karşılaştırmaları istenebilir.

KİM.11.2.10

Öğrencilerden makro, alt mikro ve sembolik seviyede gösterimleri kullanarak kuvvetli asitlerin ve kuvvetli bazların sulu çözeltileri karıştırıldığında gerçekleşen nötralleşme tepkimelerini gözlemleyebilmeleri için iletkenlik, pH değişimi ve indikatörün renk değişimi ölçütlerini belirlemeleri istenir **(OB1)**. Öğrenciler, deney yaparak asit ve baz sulu çözeltilerinin nötralleşmesi ile ilgili tespit ettikleri ölçütlerin geçerliğini test eder. Deneyler ile öğrencilerin hedeflerine ulaşmak için etkili bir yol haritası çizerek çalışmalarını planlamaları ve hazırladıkları planı uygulamaları sağlanır **(D3.2)**. Öğrenciler, yaptıkları deneyden elde ettikleri verileri kullanarak alt mikro ve sembolik seviyede gösterimlerle nötralleşme olayını açıklar. Nötralleşme olayı ile ilgili matematiksel ilişkilendirmeyi yapar **(OB7)**. Öğrencilerden makro ve sembolik gösterimleri kullanarak nötralleşme olayını açıklamaları istenebilir. Ayrıca öğrencilere deney sürecinde kendilerini değerlendirmelerine, deney sürecinde yaşadıkları duyguları fark etmelerine ve süreci geliştirmek için yapılması gerekenleri belirlemelerine yönelik bir yansıtma raporu yazdırılabilir **(SDB1.1, SDB1.2, SDB1.3)**.

KİM.11.2.11

Öğrencilere derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltilerinin derişiminin nasıl belirlenebileceğine yönelik sorular sorulabilir. Böylece öğrencilerin çeşitli fikir ve yeni bilgilere açık olmaları, olay ve durumları çok yönlü bakış açısıyla değerlendirmeleri, etkili iletişim kurmaları sağlanabilir **(SDB2.1, D3.3, D14.1, E2.1)**. Öğrenciler, derişimi bilinmeyen kuvvetli bir asit ya da kuvvetli baz çözeltilerini kullanarak derişimi bilinmeyen kuvvetli bir baz ya da kuvvetli asit çözeltilerinin derişimini belirlemeye yönelik deney planlamaları için yönlendirilir. Gruplar oluşturularak öğrencilerden planladıkları deneyi yapmaları,

yaptıkları deneyden elde ettikleri verileri kaydetmeleri istenir **(OB7)**. Deney planlama ve yapma süreciyle öğrencilerin açık ve ulaşılabilir hedefler belirlemeleri, görev ve sorumluluklarını yerine getirmek için etkili bir yol haritası çizmeleri, çalışmalarda aktif rol almaları, ortak hedeflere ulaşmak için arkadaşlarıyla dayanışma içinde olmaları, zamanı etkili bir şekilde yöneterek hazırladığı planı uygulamaları sağlanır **(D3.2, D3.4, D4.1)**. Öğrenci grupları, deneyden elde ettikleri verileri kullanarak derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltisinin derişimini belirler **(SDB2.2)**. Her öğrenci, deney raporunu belirlenen ölçütlerle uygun şekilde bireysel olarak hazırlayabilir **(OB7)**. Deney raporu, “öğrencinin derişimi bilinmeyen kuvvetli asit ya da kuvvetli baz çözeltisinin derişimini belirleyebilmesi” ölçütüne göre değerlendirilebilir. Çalışma öncesinde öğrencilerden bir form aracılığıyla konu ile ilgili ön bilgilerinin neler olduğunu, deney sürecinde neyi öğrenmeyi beklediğini, ne tür stratejiler kullanacağını ve bu süreçte neler hissedebileceğini belirlemeleri istenebilir **(SDB1.1)**. Ayrıca öğrenciden öz değerlendirme formu aracılığıyla başlangıçta hedeflediği noktaya ulaşma durumunu, bu süreci kolaylaştıran davranışlarını ve neleri daha farklı yapabileceğini değerlendirmeleri istenebilir **(SDB1.2, SDB1.3)**.

KİM.11.2.12

Öğrencilere “Vücut sıvılarındaki asitler ve bazlar arasındaki denge (pH) ile homeostazi arasında nasıl bir ilişki vardır?” gibi bir soru sorularak kullanılan veya tüketilen ürünlerin vücut sağlığı üzerindeki etkisine dikkat çekilir ve öğrencilerin sağlıklı yaşam konusu kapsamında yorumları alınabilir **(D13.4)**. Öğrencilere etkinlik kâğıdında mide, ağız, diş ve cilt sağlığı ile ilgili konularda [farklı diş macunlarının dişleri koruma etkisi, kullanılan diş macunu miktarının ağız içi pH değerine etkisi, farklı ağız çalkalama sularının ağız sağlığını koruma özellikleri, asidik veya bazik özelliğe sahip yiyecek ve içeceklerin, mide ilaçlarının (proton inhibitörleri, mide koruyucular vb.) mide sağlığına etkileri, cilt bakım ürünlerinin farklı ciltler için uygunluğu] araştırma soruları verilir. Öğrenciler, verilen araştırma soruları arasından birini seçer. Seçtiği araştırma sorusundan yola çıkarak belirlediği amacı etkinlik kâğıdına yazar. Aynı soruyu seçen öğrencilerden grup oluşturulur ve bu grupların amaçlarına yönelik deneyleri bilimsel bakış açısıyla gerçekleştirmeleri sağlanır **(D3.3, D3.4, SDB2.1, SDB2.2, E3.9)**. Öğrenciler, deneydeki gözlemlerine dayanarak asidik veya bazik özelliğe sahip ürünlerin sağlığa etkisine yönelik önermelerini etkinlik kâğıdına yazmaları için yönlendirilir. Öğrencilerin “En bazik diş macunu gece boyunca dişleri daha iyi korur.” gibi önermeler üzerinden mantıksal denetleme yapmaları sağlanır **(OB7)**. Öğrenciler; mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için mantıksal denetleme yaptığı ürünlerden uygun olanını seçer. Mide, ağız, diş ve cilt sağlığı için seçtiği ürünlerin etkisine yönelik yansımalarını etkinlik kâğıdına yazar. Öğrencilerin yapmış olduğu yansıtmayı genişletmesi için gün içinde ya da sabah kullanılacak diş macununun seçimine ilişkin düşünce ve duyguları sorulabilir. Böylece öğrencilerin yenen ve içilenler ile dişlerin gün boyu daha az asidik ortamda kaldığı ancak gece boyunca asidik ortamda artış olduğunu fark etmeleri sağlanabilir. Böylece sağlıklı yaşam değerine vurgu yapılabilir **(D13.4)**. Gruplar, farklı veya benzer ürünler seçerek etkinlik yapmaları için yönlendirilebilir **(SDB1.1, SDB3.3)**. Etkinlik kâğıtları “amaç belirleyebilme, bilgi elde edebilme, önerme oluşturabilme, mantıksal denetleme yapabilme, uygun ürün seçebilme ve yansıtma yapabilme” ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilebilir. Ayrıca öğrencilerin grup çalışmalarına katkıları akran değerlendirme formu ile değerlendirilebilir. Öğrencilerden öğrendikleri bilgileri yakın çevresi ile paylaşmaları istenebilir **(SDB1.2, SDB2.3, OB1)**.

KİM.11.2.13

Öğrencilere “Dişler neden çürür?”, “Çocukların dişleri yetişkinlere göre neden daha fazla çürür?” gibi sorular sorularak çözünürlük dengesinin günlük hayata etkisi üzerine dikkat çekilir. Suda az çözünen bir tuzun çözünme denklemi öğrencilere verilerek bu tuzun suda çözünme sürecine ilişkin alt mikro seviyede süreç aşamalı bir model oluşturmaları öğrencilerden istenir. Öğrenciler, oluşturduğu modeli kabul gören bilimsel modeller (animasyonlar, süreç aşamalı görseller vb.) ile karşılaştırır. Çözünürlük çarpımı sabitlerini

kullanarak suda az çözünen tuzların molar çözünürlüklerine ilişkin hesaplama yapar. Öğrencilerin suda az çözünen farklı tuzların çözünürlük çarpım sabitlerini kullanarak çözünürlüklerine ilişkin yargıya varmaları sağlanır (**KB2.14, OB4**). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen suda az çözünen çeşitli tuzların molar çözünürlükleri ve çözünürlük çarpımları arasında ilişki kurmayı gerektiren problemleri cevaplandırmaları istenebilir.

KİM.11.2.14

Öğrencilerden suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlerin etkisini gözlemleyebileceği (video, animasyon, deney vb.) farklı ortamlar oluşturmaları istenir (**OB2**). Öğrencilerin ortak iyonun ve sıcaklığın bir tuzun çözünürlüğüne etkisini belirlemeleri için farklı tuz örneklerine ait verilen molar çözünürlük ve K_c değerlerini kullanmaları sağlanır. Öğrenciler, verileri kullanarak ortak iyonun ve sıcaklığın çözünürlüğe etkisine ilişkin çıkarımlarda bulunur ve çıkarımlarını etkili iletişim becerilerini kullanarak sınıf ortamında paylaşır (**SDB2.1, D14.1, E2.2**). Öğrencilerin suda az çözünen tuzların çözünürlüğüne etki eden faktörlere ilişkin çıkarımlarını Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirerek açıklamaları sağlanır (**OB1**). Performans görevi çerçevesinde öğrencilerden sıcaklık ve ortak iyonun bir tuzun çözünürlüğüne etkisini araştırmaları için bir deneyi tasarlamaları, uygulamaları, raporlamaları istenebilir (**SDB1.2**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme

Haber-Bosch yöntemi ile endüstriyel amonyak üretimi örnek verilip tepkimenin neden düşük sıcaklık ve yüksek basınç altında gerçekleştirildiğinin sorgulanması, sıcaklık ve basıncın tepkimenin verimine etkisinin Le Chatelier ilkesi ile açıklanması sağlanabilir. Ayrıca yöntemde kullanılan demir katalizörün etkisinin sorgulanması da istenebilir. Yoğun sera gazı içeren Haber-Bosch yönteminin sürdürülebilir yeşil bir yöntemle nasıl dönüştürülebileceği konusunda araştırma projesi tasarlatılabilir. Öğrenciler, farklı disiplinlerden bilgilerini sentezleyerek yöntemle ilgili çözüm önerileri geliştirebilir.

*Öğrencilere buzulların erimesi sonucunda denizlerdeki tuzluluk oranının değişmesinin deniz canlıları, kıyı ekosistemi, su kalitesi ve okyanus dolaşımı üzerindeki etkilerini araştırabileceği bir proje görevi verilebilir. Bu araştırmalardan elde ettiği sonuçlardan hareketle öğrencilerden buzulların erimesine neden olan sera gazlarının azaltılması, eriyen buzulların sucul sisteme kazandırdığı minerallerin sudaki çözünürlüğünün azaltılması, çözünen minerallerin çöktürme veya arıtma sistemleriyle etkisizleştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirmeleri ve küçük ölçekte pilot çalışmalar yapmaları istenebilir.

*Okyanuslarda ve geniş yüzeye sahip büyük göllerde oluşan, oksijen düzeyi düşük olan (hipoksik) ölü bölgelerin tespiti ve ekosisteme olası zararlarının belirlenmesi amacıyla proje görevleri verilebilir. Öğrenciler, projelerinde ölü bölgelerin oluşum sürecini ve nedenlerini araştırabilir. Ölü bölgelerin oluşumuna neden olan kimyasal gübrelerin kullanımı, kanalizasyon kaçağı, kentsel arazi için denizlerin doldurulması ve kıyıların yükselmesi sorunlarını ortadan kaldırmak için çözüm üretmek ve alternatif çözümleri değerlendirmek de yine proje kapsamında yaptırılabilir. Öğrenciler, projelerinde kimyasal gübrelerdeki azot ve fosfor içeren tuzların sudaki çözünürlük dengelerini etkileyen faktörleri kullanmak üzere deneyler yapabilir. Coğrafi alanlarda şekillendirmeler yapmak amacıyla yapay zekâ uygulamalarını kullanabilir. Öğrencilerden kalsiyum karbonatın toprağın asitliğini yükseltmede kullanılan bir tuz olmasından hareketle farklı tuzların yapısal özelliklerini inceleyerek benzer amaçlarla kullanılabilirliğine yönelik bilimsel bir araştırma yapmaları istenebilir.

Öğrenciler, sürdürülebilir kalkınma hedefleri çerçevesinde enerji üretiminde reaksiyonların denge durumunun enerji verimliliği üzerindeki etkilerini araştırabilir. Araştırma sonuçlarından elde ettiği verilerden yola çıkarak enerji verimliliği üzerinde yenilikçi fikirler geliştirebilir.

Destekleme Bir kimyasal tepkimenin tersinir (geri dönüşümlü) doğasını açığa çıkarmak amacıyla renk değişikliği sergileyen tepkimelerin incelenmesi gibi etkinlikler planlanabilir. Dengeyi etkileyen faktörler olan sıcaklık, basınç ve konsantrasyon gibi değişkenler hakkında derinlemesine anlayış geliştirmek için çevrim içi simülasyon araçlarından faydalanılabilir. Öğrenciler, küçük gruplara ayrılarak günlük hayatta karşılaşılan denge örneklerini tartışabilirler. Örneğin bir soda şişesinin nasıl bir denge sistemini temsil ettiğini analiz edebilirler.

Öğrencilerin Arrhenius ve Brønsted-Lowry asit-baz tanımlarını kapsamlı bir şekilde öğrenmeleri için asit ve baz örneklerinin bu iki farklı tanım çerçevesinde eşleştirilmesine dayanan bir kart oyunu tasarlanabilir. Böylece öğrencilerin öğrenme süreçlerine katkıda bulunulabilir. Ayrıca çeşitli tuzların suda çözünürlüklerini test etme fırsatı sunularak sıcaklık ve basınç gibi değişken koşullar altında çözünürlüğün nasıl değişebileceğinin öğrenciler tarafından gözlemlenmesi sağlanabilir. Tuzların çözünürlüğünü etkileyen faktörlerin (sıcaklık, ortak iyon etkisi gibi) incelenmesi amacıyla düzenlenecek bilgi yarışmaları veya grup projeleri ile öğrencilerin bu konuları derinlemesine araştırmaları sağlanabilir.

Çevrim içi simülasyon araçlarının kullanımı, öğrencilerin çözünürlük dengesi kavramını ve bir çözeltilinin doymuş, doymamış veya aşırı doymuş olmasının ne anlama geldiğini somut bir şekilde anlamalarına yardımcı olabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



3. TEMA: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Bu tema, *Nanoteknoloji ve Sürdürülebilirlik* bölümünden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin yeşil hidrojen enerjisi eldesine yönelik hipotez oluşturmaları, nanoteknolojik ürünlerin seçimine yönelik eleştirel düşünceleri, mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerini sorgulamaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 20

ALAN BECERİLERİ FBAB6. Hipotez Oluşturma

KAVRAMSAL BECERİLER KB2.8. Sorgulama, KB3.3. Eleştirel Düşünme

EĞİLİMLER E3.7. Sistematiçlik, E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB1.3. Kendine Uyarılama (Öz Yansıtma), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliğı, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler D2. Aile Bütünlüğü, D3. Çalışkanlık, D5. Duyarlılık, D13. Sağlıklı Yaşam, D14. Saygı, D18. Temizlik

Okuryazarlık Becerileri OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB3. Finansal Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB6. Vatandaşlık Okuryazarlığı, OB7. Veri Okuryazarlığı, OB8. Sürdürülebilirlik Okuryazarlığı

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER

Biyoloji, Coğrafya, Fizik

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER

FBAB7. Deney Yapma, KB2.2. Gözlemlleme, KB2.10. Çıkarım Yapma, KB2.14. Yorumlama, KB2.16. Muhakeme (Akıl Yürütme)(KB2.16.1. Tümevarımsal Akıl Yürütme)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.11.3.1. Evsel atıklardan fermantasyon yöntemi ile yeşil hidrojen enerjisi elde etme sürecine yönelik hipotez oluşturabilme

- Evsel atıklardan fermantasyon yöntemi ile yeşil hidrojen enerjisi elde etme sürecini etkileyen faktörlere yönelik araştırma soruları belirler.*
- Yeşil hidrojen enerjisi elde etmek üzere seçilen evsel atık türünün hidrojen gazı miktarının değişimine etkisine yönelik neden-sonuç ilişkilerini belirler.*
- Neden-sonuç ilişkilerini araştırabilmek için yeşil hidrojen gazı eldesine yönelik bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirler.*
- Değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere deneyler yapar.*
- Hidrojen gazı miktarının değişimine neden olan faktörlere yönelik önermeler sunar.*

KİM.11.3.2. Nanoteknolojik ürünlerin seçimine yönelik eleştirel düşünebilme

- Nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydalarını ve olası zararlarını sorgular.*
- Sağlık, etik, güvenlik ve sürdürülebilirlik açılarından nanoteknolojik ürünlerin etkileri hakkında akıl yürütür.*
- Akıl yürütmeye ulaştığı çıkarımları yansıtır.*

KİM.11.3.3. Mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerini sorgulayabilme

- Mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerine ilişkin merak ettiği konuyu tanımlar.*
- Mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkileri hakkında araştırma soruları sorar.*
- Mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkileri hakkında bilgi toplar.*
- Topladığı bilgilerin doğruluğunu değerlendirir.*
- Topladığı bilgileri kullanarak mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkilerine ilişkin çıkarımlar yapar.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Nanoteknoloji ve Sürdürülebilirlik: Fermantasyon Yöntemi ile Yeşil Hidrojen Enerjisi ve Hidrojen Gazı Miktarına Etki Eden Faktörler, Nanoteknolojik Ürünlerin Potansiyel Faydaları ve Olası Zararları, Mikroplastik ve Nanoplastiklerin Etkileri

Genellemeler/İlkeler/ Anahtar Kavramlar

mikroplastik, nanoplastik, nanoteknoloji, yeşil hidrojen enerjisi

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında yansıtma notu, öz değerlendirme formu, akran değerlendirme formu, performans görevi, deney raporu ve sınıf içi tartışma kullanılabilir.

Öğrenciler, performans görevi çerçevesinde evsel atıklardan fermantasyon ile yeşil hidrojen gazı elde etmeye ilişkin tasarladığı deneyin uygulama basamaklarını gösteren ve yaptıkları deneyin sonuçlarını içeren bir rapor hazırlayabilir. Performans görevi "araştırma sorularını belirleyebilme, neden-sonuç ilişkisi belirleyebilme, bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirleyebilme, deney yapabilme ve hidrojen gazı miktarının değişimine neden olan faktörleri belirleyebilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller

Öğrencilerin yenilenebilir enerji kaynaklarını ve nanoparçacıkların çevresel etkilerini; su ayak izi, karbon ayak izi ve emisyon ayak izi kavramlarını; kimyasal tepkimelerde enerji ve hız ile asitler-bazlar ve çözünürlüğe ilişkin kavramsal bilgileri edindikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci

Öğrencilerden yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarına örnekler vermeleri, yenilenebilir enerji kaynaklarının temel özelliğini açıklamaları istenir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına "temiz enerji" veya "çevre dostu" denmesinin nedenleri sorulur.

Köprü Kurma

Evsel atıkların değerlendirilmesi, çöplerin sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi ve kaynakların daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için neler yapılabileceği ve evsel atıkların hangi alanlarda değerlendirilebileceği gibi konularda tartışma ortamı oluşturulabilir. Evsel atıklardan yeşil hidrojen enerjisi üretiminin sürdürülebilir bir çözüm olarak önem kazandığı vurgulanabilir. Öğrencilerden evsel atıklardan enerji üretiminin çevresel etkilerinin neler olabileceğine ilişkin fikir yürütmeleri istenebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.11.3.1

Öğrenciler, Uluslararası Hidrojen Enerjisi Teknolojileri Merkezi (ICHET) tarafından İstanbul'da uygulamaya konulan Gezici Hidrojen Evi, Yakıt Pili Yolcu Taşıma Aracı, Hidrojen Yakıt Pili Forklift ve İDO Yakıt Pili Kesintisiz Güç Kaynağı gibi projelerle ilgili gazete haberlerini inceler ya da bu projeler hakkında bilgi toplar (**OB2, OB4**). Öğrencilerin bu projelerde hidrojen enerjisinin kullanım yollarına ilişkin fikir yürütmeleri sağlanır. Hidrojen enerjisinin ne olduğu ve nasıl elde edilebileceğine ilişkin tanıtıcı bilgileri inceleyen öğrencilerden yanma tepkimesi sonucunda açığa çıkan ürünleri düşünerek hidrojen enerjisinin çevresel etkilerini açıklamaları istenir. Sınıf içi tartışmalar sırasında öğrencilerin hidrojenin çevresel sorunlar oluşturmayacağı, sürdürülebilir gelişime uygun olarak yenilenebilir kaynaklardan ve atıklardan elde edilebileceği için temiz enerji kaynağı olduğu ve yeşil hidrojen olarak adlandırılabilmesi sonucuna ulaşmaları sağlanarak çevreyi, canlıları ve sürdürülebilirliği önemsemelerine, duyarlılık ve temizlik değerlerini kazanmalarına katkıda bulunulur (**SDB2.1, SDB2.3, D5.2, D18.3, OB8**). Öğrencilere fermantasyon hakkında sorular yöneltilir ve evsel atıklardan fermantasyon yöntemi ile hidrojen gazı elde edilmesi, gösteri deneyi olarak yapılabilir. Deney sırasındaki fermantasyon çeşitli bakterilerle gerçekleştirilebilir. Bu mümkün olmadığı takdirde maya kullanımı önerilir. Öğrencilerden gruplara ayrılarak iş birliği içinde hidrojen eldesinde kullanacakları evsel atıklara karar vermeleri istenir. Evsel atıklardan fermantasyon ile elde edilebilecek hidrojen gazı miktarını etkileyen faktörlere yönelik araştırma sorularının belirlenmesi sağlanır (**SDB2.2, OB3**). Öğrencilerden evsel atık türlerinden üçünü seçmeleri ve yeşil hidrojen enerjisi elde etmek üzere seçtikleri evsel atık türünün hidrojen gazı miktarının değişimine etkisine yönelik neden-sonuç ilişkilerini belirlemeleri istenir. Öğrenciler, oluşturdukları araştırma soruları bağlamında evsel atıklardan yeşil hidrojen gazı eldesine yönelik bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirler ve fermantasyon deneyini her bir evsel atık için gerçekleştirir (**KB2.2, FBAB7**). Gruplar, deney sonuçlarını diğer deney gruplarıyla paylaşır ve deney verilerine dayanarak hidrojen gazı miktarının değişimine neden olan faktörlere yönelik önermeler sunar (**SDB2.1, SDB2.2**). Evsel atıkların içeriği ile fermantasyon sonucu elde edilen hidrojen gazı miktarı arasında ilişki kurulabilir. Öğrencilere fermantasyonun karanlık ortamda yapılmasının üretilen/elde edilen hidrojen gazı miktarını etkileyip etkilemeyeceği sorulabilir. Öğrencilerden fermantasyon yönteminin elde edilen hidrojen gazı miktarına olan etkisini belirlemek üzere hipotez oluşturmaları

istenebilir. Evsel atık miktarının ve ortam sıcaklığının üretilen yeşil hidrojen gazı miktarına etkisine yönelik hipotez oluşturmaları da istenebilir. Öğrenciler, yeterli süre varsa grup arkadaşlarıyla hipotez oluşturma etkinliklerini gerçekleştirilebilir (**SDB2.2**). Ders süresinin yeterli olmaması durumunda değişkenler arası ilişkiler için deneysel süreç yapılmayabilir. Süreç, hipotez oluşturma ve planlama şeklinde de gerçekleştirilebilir. Öğrenciler, bu performans görevi çerçevesinde evsel atıklardan fermantasyon ile yeşil hidrojen elde etmeye ilişkin tasarladığı deneyin uygulama basamaklarını gösteren, yaptıkları deneyin sonuçlarını ve bu sonuçlara göre yapılabilecekleri içeren bir rapor hazırlayabilir (**SDB3.3, OB6**). Çalışma öncesinde öğrencilerden bir form aracılığıyla konu ile ilgili ön bilgilerinin neler olduğunu, deney sürecinde neyi öğrenmeyi beklediğini, ne tür stratejiler kullanacağını ve bu süreçte neler hissedebileceğini belirlemeleri istenebilir (**SDB1.1**). Ayrıca öğrencilerden öz değerlendirme formu aracılığıyla başlangıçta hedeflediği noktaya ulaşma durumunu, bu süreci kolaylaştıran davranışlarını ve bu süreçte neleri daha farklı yapabileceğini belirlemeleri istenebilir (**SDB1.2, SDB1.3**).

KİM.11.3.2

Etkinlik kâğıdında sağlık, teknoloji, tekstil, gıda gibi çeşitli alanlarda kullanılan nanoteknolojik ürünlere örnekler verilir ve bu ürünlerin özellikleri, kullanım amaçları ve sağladıkları yararlarla ilişkin kısa tanıtıcı bilgiler sunulur. Etkinlik kâğıdında nanoteknolojik ürünlerin çevresel etkileri hakkındaki haberlere ve bilimsel verilere de yer verilir. Gelişmelerin takip edilmesinin çalışkanlık değerine katkısını fark etmeleri sağlanır (**D3.3**). Öğrencilerden verilen bilgileri ve görselleri kullanarak nanoteknolojik ürünlerin faydalarının neler olduğunu ve olası zararlarının neler olabileceğini belirlemeleri istenir (**E3.7, OB1, OB4**). Grup çalışmasıyla öğrencilerin nanoteknolojik ürünlerin potansiyel faydalarını ve olası zararlarını kanıtlarla destekleyerek sorgulamaları sağlanır (**E3.10, SDB2.2**). Ardından öğrencilerden nanoteknolojik ürünlerin sağlık, etik, güvenlik ve sürdürülebilirlik açılarından etkileri hakkında akıl yürütmeleri istenerek sağlıklı yaşam ve duyarlılık değerlerine vurgu yapılır (**KB2.16.1, SDB2.3, D5.2, D13.4, OB7**). Öğrenciler nanoteknolojik ürünler temelinde ya da daha genel bir bakış açısıyla ulaştıkları çıkarımları etkinlik kâğıdında veya sınıf içi tartışmalarında yansıtır. Öğretmen, grupların ya da bireysel görüşlerin yansıtıldığı sınıf içi tartışma sürecinde görüş bildirmeden ulaşılan tüm çıkarımları dinler ve çıkarımların altında yatan nedenleri irdeler (**KB2.14**). Öğrenciler, sosyobilimsel konular arasında sayılabilecek nanoteknolojik ürünlerin sentezi ve kullanımı konusunda çok farklı fikirler üretebilir ve farklı görüşleri savunabilir. Bu savunmaların saygı değeri çerçevesinde olması sağlanır (**D14.1, SDB2.1**). Öğrenciler arasında nanoteknolojik ürünlerin üretilmesi gerektiğini düşünenler olabileceği gibi sadece sağlık sektörü gibi belirli alanlarda kullanılmak üzere üretilmesi gerektiğini, diğer alanlarda kullanılmaması gerektiğini düşünenler de olabilir. Bu süreçte eleştirel düşünme becerilerini desteklemek için öğrencilerden fikirlerine ilişkin birden fazla gerekçe sunmaları istenebilir (**SDB3.3**). Öğrencilere ders öncesi ve sonrasında nanoteknolojik ürünlerin olası fayda ve zararları hakkında değişen görüşlerini özetlediği bir yansıtma notu yazdırılabilir (**SDB1.1, OB8**).

KİM.11.3.3

Öğrencilere pandemi sürecinde kullandıkları maskeler hakkında sorular yöneltilir ve bu maskelerden plastik içerikli olanları belirlemeleri istenir. Bu maskeleri kullanırken maskelerden plastik parçaların kopma ihtimalinin olup olmadığı ve kopan parçaların solunum sisteminde birikme ihtimalinin olup olmadığı sorularak öğrencilerin sağlıklı yaşam değeri kapsamında yorum yapmaları istenir (**D13.4**). Ayrıca çevreye atılmış plastik içerikli maskelerin çevreye etkilerinin neler olabileceği sorularak öğrencilerin çevresel temizliğe önem vermeleri sağlanır (**D18.3**). Öğrencilerden tek kullanımlık plastik içerikli polipropilen maske örneğinden yola çıkarak mikroplastik ve nanoplastiklerin etkilerine ilişkin merak ettikleri bir konuyu belirleyerek araştırmaları istenir. Benzer ya da aynı konuyu merak eden

öğrencilerden gruplar oluşturulur. Gruplar; mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma olan etkileri hakkında tartışarak araştırma soruları sorar (**SDB2.1, SDB2.2, SDB2.3, OB8**). Araştırma sorularına cevaplar bulmak amacıyla çeşitli kaynaklardan bilgi toplar ya da öğretmen çeşitli kaynaklardan bilimsel bilgiler verebilir. Böylece öğrencilerin araştırmacı ve sorgulayıcı olmaları teşvik edilerek çalışkanlık değerini kazanmaları desteklenebilir (**D3.3**). Öğrenciler, ulaştığı bilgileri kullanarak mikroplastik ve nanoplastiklerin potansiyel faydaları ve olası olumsuz etkilerini belirler. Öğrencilerin bu etkilerin hangi durumlarda daha az olacağına ilişkin tahminlerde bulunması sağlanarak çevreye ve canlılara karşı duyarlı olmaları gerektiğine vurgu yapılır (**D5.2**). Topladığı bilgilerin doğruluğunu farklı kaynaklarla değerlendiren öğrenciler; mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma etkileriyle ilgili çıkarımlar yapar (**KB2.10, E3.10, OB1**). Öğrencilere ders öncesi ve sonrasında mikroplastik ve nanoplastiklerin çevresel etkileri hakkında değişen görüşlerini özetlediği bir yansıtma notu yazdırılarak bu notu aileleriyle paylaşmaları öğrencilerden istenebilir. Mikroplastik ve nanoplastiklerin çevre, sağlık, gıda, enerji, malzeme bilimi, kozmetik ve kişisel bakıma olan olası faydaları ve olumsuz etkileri hakkında bir poster hazırlayarak bu posterini arkadaşlarına ve ailesine sunmaları istenebilir (**D2.2**). Öğrenciler, diğer öğrencilerin posterlerini "mikroplastik ve nanoplastiklerin olumlu ve olumsuz etkilerini doğru belirleyebilme" ölçütünü içeren bir akran değerlendirme formu ile değerlendirebilir (**SDB1.2**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme

Öğrencilere hidrojen eldesinde kullanılan renk kodu terminolojisi (gri, turkuaz, mavi ve yeşil hidrojen) hakkında araştırma görevi verilebilir. Öğrenciler, bu süreçte hidrojen gazının farklı elde edilme yöntemlerinin avantaj ve dezavantajlarını ayrıntılı olarak inceleyebilir. Ayrıca biyogaz ile yeşil hidrojenin enerji kaynağı olma bakımından karşılaştırılmasına ilişkin araştırma projesi verilebilir.

*Öğrencilere arama kurtarma çalışmalarına destek sağlamak için tasarlanan giyilebilir teknolojiler, güneş enerjisi ile çalışan konum belirleme cihazları ve hareket enerjisi ile şarj edilebilen bataryalar hakkında araştırma projesi verilebilir. Nanoteknoloji ile güneş enerjisi dönüşüm verimliliğini artırarak karbon ayak izini azaltmaya ve sürdürülebilir enerji üretimini teşvik etmeye yönelik proje görevleri verilebilir. Öğrenciler, bu proje görevleriyle çevre dostu enerji çözümlerine katkıda bulunabilir.

*Öğrencilere nanoteknolojik malzemelerin sürdürülebilirliği ve çevreye etkileri ile ilgili araştırma görevi verilebilir. Ayrıca öğrencilerden nanoteknolojik malzemelerin üretiminden kullanımına kadar çevreye etkilerini çevre etki analizi yaparak belirlemeleri istenebilir. Öğrenciler öğretmenlerinin desteğiyle nanoteknolojik malzemelerin çevreye etkileri hakkında toplumun bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla anket geliştirebilir, araştırma kapsamında anketleri uygulayarak veri toplayabilir, verileri analiz edebilir. Elde ettiği verilerin sonuçlarını bilim yarışmaları, sempozyumlar, kongreler, bilim sergileri gibi alanlarda sunabilir.

Öğrenciler, plastik içerikli maskelerin kullanılmasının insan sağlığına etkilerini araştırabilir. Ayrıca genetik materyale etki ederek hücresel düzeyde hasara neden olabilen mikroplastikler hakkında toplumun farkındalık düzeyini artırmak ve bilinçli maske kullanımını teşvik etmek amacıyla etkinlikler yürütebilir. Etkinliklerini yaygınlaştırmak amacıyla kamu spotu, broşür hazırlayabilir veya sunum yapabilir.

Öğrencilere günlük hayatta sıkça karşılaştığı market fişleri, banka sıra numarası kâğıtları, elektrik, su ve doğal gaz faturaları gibi ürünlerde bulunan ve sağlığa zararlı olduğu bilinen bisfenol A (BPA) maddesi hakkında toplumsal farkındalığı artırmak için bir proje görevi verilebilir. Öğrenciler; özellikle patates kızartması, pizza gibi yağlı hazır yemek ürünlerinin termal kâğıtlarla teması sonucu BPA'nın yiyeceklere geçişi ve market fişleriyle temas edilmesi dolayısıyla deriden vücuda sızması gibi konular üzerinde araştırma yapabilir. Toplum bilgilendirmek amacıyla el ilanları, kamu spotları hazırlayabilir veya sunum yapabilir.

Destekleme Öğrencilere nanoteknolojik ürünlerin çevreye olumsuz etkilerini içeren belgeseller izletilebilir. Öğrenciler, nanoteknolojik malzemelerin günlük hayatta kullanımı ile ilgili olumlu örnekler ile çevreye zarar veren örnekler hakkında arkadaşlarıyla tartışabilir; dijital veri tabanlarından öğretmen desteği ile veriler elde edebilir. Verilerini broşür, poster, sunum veya kamu spotu gibi çalışmalar hazırlayarak arkadaşlarına sunabilir.

Öğrencilere plastik su mataraları, plastik bardaklar ve termal kâğıtlarda kullanılan serbest BPA'nın insan sağlığına etkilerini içeren belgeseller izletilebilir. Öğrenciler, izlenimlerini aktardıkları bir sunum yapabilir. Nanoteknolojik materyallerin bilinçli kullanımı hakkında arkadaşlarıyla tartışabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



12. SINIF TEMALARI

1. TEMA: ETKİLEŞİM

Bu tema, *İndirgenme-Yükseltgenme Tepkimeleri* ve *Elektrokimyasal Hücreler* bölümlerinden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin indirgenme-yükseltgenme (redoks) tepkime sürecine ilişkin bilimsel gözlem yapmaları, metallerin aktiflik sıralamasının belirlenmesine ilişkin bilimsel sorgulama yapmaları, galvanik bir hücrenin özelliklerini bilimsel gözleme dayalı olarak tahmin etmeleri, standart hücre potansiyeli hesaplanmasına ilişkin akıl yürütmeleri, galvanik hücrelerin potansiyelini etkileyen faktörlere ilişkin hipotez oluşturmaları, elektrolitik bir hücrenin özelliklerini bilimsel gözlemlere dayalı tahmin etmeleri, elektroliz olayında madde-elektrik akımı miktarı ilişkisini açıklayabilmek için kanıt kullanmaları, metallerin elektrolizle kaplanmasına ilişkin deney yapmaları, korozyonu önlemeye yönelik bilimsel sorgulama yapmaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 48

**ALAN
BECERİLERİ**

FBAB1. Bilimsel Gözlem, FBAB3. Bilimsel Gözleme Dayalı Tahmin, FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB7. Deney Yapma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, FBAB12. Kanıt Kullanma, FBAB13. Bilimsel Sorgulama

**KAVRAMSAL
BECERİLER**

-

EĞİLİMLER

E1.1. Merak, E1.5. Kendine Güvenme (Öz Güven), E2.1. Empati, E2.2. Sorumluluk, E3.3. Yaratıcılık, E3.7. Sistematiklik, E3.10. Eleştirel Bakma

**PROGRAMLAR ARASI
BİLEŞENLER**

**Sosyal-Duygusal
Öğrenme Becerileri**

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB1.3. Kendine Uyarılama (Öz Yansıtma), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliği, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.2. Esneklik, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler

D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D5. Duyarlılık, D6. Dürüstlük, D10. Mütevazılık, D11. Özgürlük, D14. Saygı, D18. Temizlik, D19. Vatanseverlik, D20. Yardımseverlik

Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB6. Vatandaşlık Okuryazarlığı, OB7. Veri Okuryazarlığı

**DİSİPLİNLER ARASI
İLİŞKİLER**

Coğrafya, Fizik

**BECERİLER ARASI
İLİŞKİLER**

KB2.2. Gözlemeleme, KB2.8. Sorgulama, KB2.10. Çıkarım Yapma, KB2.14. Yorumlama

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.12.1.1. İndirgenme-yükseltgenme (redoks) tepkime sürecine ilişkin bilimsel gözlem yapabilme

- Bazı metallerin oksijen gazı/hava, seyreltik hidroklorik asit ve metal tuzlarının sulu çözeltileriyle olan tepkimelerindeki kimyasal değişimleri gösteren nitelikleri tanımlar.
- İndirgenme-yükseltgenme tepkimelerinde kimyasal değişimleri gösteren kanıtlar toplar.
- İndirgenme-yükseltgenme tepkime sürecini topladığı makro seviyede kanıtları kullanarak alt mikro ve sembolik seviyelerde gösterimlerle açıklar.

KİM.12.1.2. Metallerin aktiflik sıralamasını belirlemeye ilişkin bilimsel sorgulama yapabilme

- Metallerin aktiflik sıralamasının belirlenmesine ilişkin araştırma soruları oluşturur.
- Metallerin aktiflik sıralamasına ilişkin seçtiği araştırma sorusunu cevaplamak için bir hipotez oluşturur.
- Metallerin aktiflik sıralamasını belirlemek üzere bir deneyi planlayarak gerçekleştirir.
- Deney sonuçlarından elde ettiği verileri metallerin aktiflik sıralamasına ilişkin önerdiği hipotez ile ilişkilendirerek yorumlar.
- Metallerin aktiflik sıralamasını açıklarken tepkimelere ilişkin alt mikro ve sembolik seviyelerde gösterimleri kullanır.
- Metallerin aktifliğine ilişkin gösterimlerini bilimsel gösterimlerle karşılaştırır.

KİM.12.1.3. Galvanik bir hücrenin özelliklerini bilimsel gözleme dayalı tahmin edebilme

- İstemi indirgenme-yükseltgenme tepkimelerinden elektrik enerjisi üretilmesine ilişkin önermeler oluşturur.
- İstemi indirgenme-yükseltgenme tepkimelerinden elektrik enerjisi üretilmesine ilişkin gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
- Galvanik hücrelere ilişkin ulaştığı makro, alt mikro ve sembolik seviyelerde gözlem verilerinden sonuç çıkarır.
- Galvanik hücrelerin gözlem yapılamayan özelliklerine ilişkin tahminlerde bulunur.
- Galvanik bir hücrenin özelliklerine ilişkin tahminlerinin geçerliliğini bilimsel bilgilere dayalı sorgular.

KİM.12.1.4. Standart hücre potansiyelinin hesaplanmasına ilişkin tümevarımsal akıl yürütme yapabilme

- Standart hücre potansiyelinin hesaplanmasına ilişkin keşfettiği örüntüyü matematiksel olarak modelleyerek modelini farklı elektrokimyasal hücrelerin standart potansiyellerinin hesaplanmasında kullanır.
- Keşfettiği örüntüyü matematiksel modeller üzerinden geneller.

KİM.12.1.5. Galvanik hücrelerin potansiyelini etkileyen faktörlere ilişkin hipotez oluşturabilme

- Galvanik hücrelerin potansiyelini etkileyen faktörleri belirler.
- Galvanik hücrelerin potansiyelindeki değişimlerin neden-sonuç ilişkisini belirler.
- Galvanik hücrelerin potansiyelini etkileyen bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirler.
- Belirlediği bağımsız değişkenlerin hücre potansiyeli üzerindeki etkisine ilişkin deneyler yapar.
- Belirlediği faktörlerin galvanik hücrelerin potansiyeline etkisine ilişkin Le Chatelier ilkesi temelinde önermeler oluşturur.

KİM.12.1.6. Elektrolitik bir hücrenin özelliklerini bilimsel gözlemlere dayalı tahmin edebilme

- İstemsiz indirgenme-yükseltgenme tepkimelerinin gerçekleşebilmesi için gerekli şartlar ile ilgili önermeler oluşturur.
- İstemsiz indirgenme-yükseltgenme tepkimelerinin gerçekleşebilmesi için gerekli şartlara ilişkin gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır.
- Elektrolitik hücrelere ilişkin ulaştığı makro, alt mikro ve sembolik seviyelerde gözlem verilerinden sonuç çıkarır.
- Elektrolitik hücrelerin gözlem yapılamayan özelliklerine ilişkin tahminlerde bulunur.
- Elektrolitik bir hücrenin özelliklerine ilişkin tahminlerinin geçerliliğini bilimsel bilgilere dayalı sorgular.

KİM.12.1.7. Elektroliz olayında madde-elektrik akımı miktarı ilişkisini açıklayabilmek için kanıt kullanabilme

- Elektroliz olayının gözlemlenebilir ve ölçülebilir niteliklerini belirlemek için ölçütler (katot ve anotta oluşan madde miktarı, akım miktarı ve elektroliz süresi) belirler.
- Elektroliz olayı ile ilgili gözlem veya hazır nicel veri setinden seçtiği verileri örüntü ve değişkenleri arasındaki ilişkileri belirleyecek şekilde düzenler.
- Elektroliz olayında madde-elektrik akımı miktarı ilişkisine (devreden geçen elektrik akım miktarı ve elektroliz süresi ile elektrotlarda açığa çıkan madde miktarı) yönelik iddialarını verilere dayalı açıklayarak bu açıklamalarını desteklemek için Faraday'ın elektroliz yasasına ilişkin bilimsel bilgiyi kullanır.

KİM.12.1.8. Metallerin elektrolizle kaplanmasına yönelik deney yapabilme

- Metal bir eşyanın bakır metali ile kaplanmasına yönelik deney tasarlar.
- Deneyden elde ettiği sonuçları günlük hayattaki örnekleri açıklamak için kullanır.

KİM.12.1.9. Korozyonu önlemeye yönelik bilimsel sorgulama yapabilme

- Yaygın korozyon tepkimeleri temelinde korozyona neden olan faktörleri belirlemeye yönelik araştırma soruları oluşturur.
- Korozyona neden olan faktörlerin etkisine ilişkin model önerir.
- Korozyona neden olan faktörleri test etmek üzere deneyler planlayarak planladığı deneyleri yapar.
- Korozyonu etkileyen faktörlere ilişkin topladığı verileri yorumlar.
- Kanıtlar temelinde korozyonun önlenmesine yönelik çözümler üretir.
- Korozyonun önlenmesine ilişkin ulaştığı bilgileri paylaşır.

İÇERİK ÇERÇEVESİ

İndirgenme-Yükseltgenme Tepkimeleri: Redoks Tepkimeleri ve Yarı Tepkimeler, Metalik Aktiflik

Elektrokimyasal Hücreler: Galvanik Hücreler, Standart Hidrojen Elektrot, Standart İndirgenme Potansiyeli, Standart Hücre Potansiyeline Etki Eden Faktörler (Elektrotların Aktifliği, Elektrolit Derişimi ve Sıcaklık), Elektrolitik Hücreler, Madde-Elektrik İlişkisi, Elektrolizle Kaplama, Korozyon ve Korozyonu Önleme Yöntemleri

**Genellemeler/İlkeler/
Anahtar Kavramlar**

aktiflik, anot, elektrolit, elektrot, elektroliz, elektrolitik hücre, elektrokimyasal hücre, Faraday yasaları, galvanik hücre, indirgen, indirgenme, katodik koruma, katot, korozyon, redoks, tuz köprüsü, yarı hücre, yükseltgen, yükseltgenme, standart elektrot potansiyeli

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme) Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında etkinlik kâğıdı, çalışma yaprağı, deney raporu, öz değerlendirme formu, performans görevi, sınıf içi tartışma, Venn diyagramı ve çıkış kartı kullanılabilir.

Öğrencilerden performans görevi çerçevesinde farklı metallerin korozyona uğramış örneklerini inceleyerek korozyona sebep olan faktörlere ilişkin araştırma sorusu oluşturmaları ve korozyonu önlemek için çözüm önerileri belirlemeleri istenebilir. Öğrenciler, çalışmalarını arkadaşları ile yazılı veya sözlü olarak paylaşabilir. Performans görevi "korozyona sebep olan faktörleri belirleme, araştırma sorusu oluşturabilme ve korozyonu önlemek için çözüm önerileri belirleme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işlenişi sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin periyodik özellikler, kimyasal tepkime denklemleri, tepkime denklemlerinin denkleştirilmesi, stokiyometrik ilişkiler, metallerin ve ametallerin iyon yükü, elektrik iletkenliği ve dengeyi etkileyen faktörler ile ilgili bilgilere sahip oldukları kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerin kimyasal tepkime türleri ve bu tepkimelerin oluşum süreçleri hakkında ön bilgilerini ortaya çıkaracak bir tartışma ortamı oluşturulabilir. Bu tepkime türlerinden hangileri ile elektrik enerjisi üretilebileceğini sorgulamaları sağlanabilir.

Köprü Kurma Günümüzde bilim insanlarının bitki köklerinden elektrik akımı ürettiği çalışmalara örnekler verilebilir. Metallerin seyreltik hidroklorik asit veya farklı metal tuzlarının sulu çözeltileriyle olan tepkime oluşum süreçleri gözlemlenerek indirgenme-yükseltgenme (redoks) tepkimelerindeki elektron transferine dikkat çekilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.12.1.1

Metallerin (magnezyum, çinko, bakır, demir, kurşun, kalay vb.) oksijen gazıyla, seyreltik hidroklorik asit çözeltisiyle ve metal tuzlarının sulu çözeltileriyle olan tepkimelerinden biri seçilir. Örneğin etkinlik kâğıdında çinko metalinin bakır (II) nitrat tuzunun sulu çözeltisiyle olan tepkimesi verilerek öğrencilerden tepkime sonucunda elde edilecek ürün veya ürünleri tahmin etmeleri ve tepkime oluşum sürecine ilişkin gözlemlenebilir kanıtları belirlemeleri istenir (OB7). Öğrenciler, indirgenme-yükseltgenme tepkimesini gözlemleyerek tepkimenin oluşum sürecindeki kanıtlara ilişkin veri toplar ve topladığı verileri kaydeder (KB2.2). Bu çalışma ile öğrencilerin planlı ve araştırmacı olma özellikleri teşvik edilerek çalışkanlık değeri desteklenir (D3.2, D3.3). Öğrenciler, gözlem verileri temelinde indirgenme-yükseltgenme tepkimesinin oluşum sürecini alt mikro seviyede tanecik davranışları ve etkileşimlerini dikkate alarak hem sözel hem de süreç aşamalı tanecik modeli çizimleriyle açıklar (OB7). Ayrıca ilgili tepkimenin indirgenme ve yükseltgenme yarı tepkime denklemleri yazılarak yük denklığı sağlanır ve tepkime denklemi yazılır. Alt mikro seviyedeki indirgenme-yükseltgenme tepkimesi oluşum sürecini gösteren animasyonları gözlemlemesi sağlanan öğrenciler, kendi açıklamalarıyla animasyondaki gözlemlerini karşılaştırır (OB2). İndirgenme-yükseltgenme tepkimelerine ilişkin bilimsel gözlem süreci farklı tepkime örnekleri için tekrarlanır. Asidik ve bazik sulu çözeltilerde gerçekleşen indirgenme-yükseltgenme tepkime örnekleri seçilmez. Etkinlik kâğıtları "tepkime göstergelerini belirleyebilme, verileri toplayıp kaydedebilme, tepkime sürecini tanecik modeliyle çizerek açıklayabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile hem öğretmen hem de öğrenci tarafından değerlendirilebilir. Hazırlanan öz değerlendirme formu ile öğrenci kendi öğrenme sürecini değerlendirebilir (SDB1.2, SDB1.3).

KİM.12.1.2

Etkinlik kâğıdında öğrencilere farklı metaller (bakır, çinko, demir, kurşun vb.) ve bu metal tuzlarının sulu çözeltileri verilir. Öğrencilerden verilen metallerin aktifliklerinin sıralamasının belirlenmesine yönelik araştırma soruları oluşturmaları istenir (OB7). Böylece öğrencilerin çeşitli fikir, argüman ve yeni bilgilere açık olmaları sağlanır (D3.3). Öğrenciler, seçtiği araştırma sorusunu temel alarak metallerin aktifliklerinin sıralamasını tahmin edebilecekleri bir hipotez geliştirir. Öğrencilerden gruplara ayrılmaları ve iş birliği içinde çalışarak metallerin aktifliklerinin sıralamasını belirleyecekleri mikro ölçekli bir deney planlamaları istenir (SDB2.1, SDB2.2, D4.1). Böylece deney sırasında öğrencilerde dostluk değeri pekiştirilir. Gruplar, sanal veya gerçek ortamlarda planladıkları bir deneyi gerçekleştirir; konu ile ilgili veri toplar ve topladığı verileri kaydeder. Verilerini metallerin aktifliklerinin sıralamasına ilişkin oluşturduğu hipotez temelinde yorumlar (OB4). Geliştirdiği hipotez ile deney bulguları arasında tutarsızlıklar varsa bunun gerekçelerini açıklayarak hipotezini yeniler. Araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın önemine vurgu yapılarak çalışkanlık değeri desteklenir (D3.3). Böylece öğrencilerin alternatif çözümler bulmaları ve yeni durumlara uyum sağlamaları desteklenir (E3.3, SDB3.2). Öğrenciler deney gözlemlerinden hareketle metallerin aktifliklerinin sıralamasına ilişkin makro seviyede elde ettikleri bulguları alt mikro ve sembolik seviyede ilgili metallerin elektron verme eğilimini, iyonlaşma enerjisini ve tepkime sürecindeki etkileşimleri dikkate alarak açıklar. Ayrıca sembolik seviyede indirgenme ve yükseltgenme yarı tepkime denklemlerini yazarak yük dengelerinin eşitliğini sağlar (OB7). Öğrenciler, metallerin aktifliklerinin bağlı sıralamasına ilişkin açıklamalarını alt mikro seviyedeki animasyon ve simülasyon gösterimleriyle karşılaştırmaları için yönlendirilir. Öğrencilerden açıklamalarını gözden geçirmeleri ve gerekirse yeniden düzenlemeleri istenir. Etkinlik kâğıtları "araştırma sorusu oluşturabilme, model geliştirebilme, araştırma gerçekleştirebilme, araştırma verilerini yorumlayabilme, verilere dayalı olarak metallerin aktifliklerine ilişkin sıralama yapabilme ve açıklamalarını bilimsel bilgilerle karşılaştırabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile hem öğretmen hem de öğrenci tarafından değerlendirilebilir (SDB1.2).

KİM.12.1.3

Elektrik depolama cihazlarının geliştirilmesinde büyük katkısı olan Luigi Galvani ve Alessandro Volta'nın çalışmaları örnek verilerek öğrencilerin konuya dikkati çekilebilir. Öğrencilere çinko (Zn) metali ile bakır (Cu^{2+}) iyonlarını içeren sulu çözelti arasında gerçekleşen tepkimeyi makro seviyede gözlemleyebileceği görsel materyaller verilir. Bu tepkimede elektronların tepkenler arasında doğrudan transfer edildiğine dikkat çekilir. Öğrencilerden bu tepkimeden yola çıkarak elektrik enerjisi elde edilmesine ilişkin önermeler oluşturmaları istenir. Öğrenciler, istemli gerçekleşen bu tepkimede elektrik enerjisi eldesine dair geliştirdikleri gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri karşılaştırır. Böylece öğrencilerin etkili iletişim becerilerini kullanmaları, olaylar ve durumlar karşısında farklı bakış açıları olabileceğini kabul etmeleri sağlanır (E2.1, SDB2.1, D10.3, D14.1). Öğrencilerin elektrik enerjisi üretilen galvanik hücre düzeneğini gözlemleyebileceği görsel materyalleri incelemeleri sağlanır. Öğrenciler; gözlemlediği materyallerden ulaştığı makro, alt mikro ve sembolik seviyede gözlem verilerinden bir galvanik hücrenin temel bileşenlerini (anot yarı hücresi, katot yarı hücresi, elektrot, elektrolit ve tuz köprüsü) ve işlevlerini tanımlar. Öğrencilerden katot ve anot yarı hücrelerinde gerçekleşen tepkimeleri indirgenme-yükseltgenme tepkimeleri ile ilişkilendirmeleri istenir (OB4). Öğrenciler, galvanik hücrelere ilişkin incelediği görsel materyallerde elektronların akış yönü ve iyonların göç yönü gibi gözlem yapamadığı durumlar hakkında tahminlerde bulunur. Galvanik hücrelere ilişkin yapmış olduğu gözleme dayalı olan ve olmayan tüm tahminlerinin geçerliliğini galvanik bir hücrenin özelliklerine ilişkin bilimsel bilgilere dayalı olarak sorgulaması sağlanarak çalışkanlık değeri desteklenir (D3.3, OB4). Gözlem sonunda öğrenciler, istemli indirgenme-yükseltgenme tepkimelerinden elektrik enerjisi üretilmesi sürecine ilişkin önermeler oluşturmaları için yönlendirilir. Öğrencilere bir galvanik

hücresinin temel bileşenlerini ve işlevini tanımladığı bir metin yazdırılabilir. Sınıf içi tartışma ile öğrencilerin gözlem yapmadığı durumlara ilişkin tahminlerini paylaşmaları ve değerlendirmeleri istenebilir (**SDB2.1**). Etkinlik kâğıtları, “öğrencinin önerme oluşturabilme ve tanımlama yapabilme” ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilebilir veya öğrenciden öz değerlendirme yapması istenebilir (**SDB1.2**).

KİM.12.1.4

Piller konusuna dikkat çekebilmek amacıyla öğrencilere “Lityum iyon pili üzerine yapılan çalışmalara 2019’da Nobel Ödülü verilmesiyle elektronik endüstrisinin gelişimi arasında nasıl bir ilişki vardır?” sorusu sorulabilir. Bir galvanik hücrede voltmetrede okunan değer hücresinin potansiyeli ($E_{\text{hücre}}$) ve biriminin volt (V) olduğu bilgisi verilerek hücre potansiyeli tanımlanır. Ardından referans elektrot olarak kullanılan standart hidrojen elektrodu (SHE) hakkında bilgi verilerek işlevi açıklanır. Farklı standart elektrokimyasal hücrelere ait net tepkimeler, yarı tepkimelerin standart indirgenme potansiyelleri ve standart hücre potansiyellerini içeren hazır veri seti verilir. Öğrencilerin verilen örnekleri inceleyerek standart hücre potansiyeli hesaplanmasına ilişkin örüntü oluşturmaları ve örüntüyü matematiksel olarak modellemeleri sağlanır (**OB7**). Öğrenciler, buldukları matematiksel modeller üzerinden genelleme yapmaları için yönlendirilir. Öğrencilerden bir elektrokimyasal hücrenin standart hücre potansiyelinin standart yarı hücre potansiyellerinin farkı ($E^{\circ}_{\text{hücre}} = E^{\circ}_{\text{katot}} - E^{\circ}_{\text{anot}}$) olduğu genellemesine ulaşmaları beklenir. Öğrenciler, matematiksel modellerini farklı elektrokimyasal hücrelerin standart potansiyellerinin hesaplanmasında kullanabilecekleri örnekleri inceler. Standart hücre potansiyellerinin hesaplanmasına ilişkin geliştirdiği matematiksel modele ilişkin genellemelerini bilim insanlarının genellemeleriyle karşılaştırır. Bu karşılaştırma ile öğrenciler araştırmacı ve sorgulayıcı olmaya teşvik edilerek çalışkanlık değeri desteklenir (**D3.3**). Daha sonra öğrencilere $E^{\circ}_{\text{hücre}}$ değerinin sıfırdan büyük olduğunda net tepkimenin istemli (kendiliğinden gerçekleşen), sıfırdan küçük olduğunda net tepkimenin istemsiz olduğu çıkarımına ulaştıracak örnekler verilir (**KB2.10**). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen elektrokimyasal hücrelerin standart potansiyellerinin hesaplanması ve net tepkimenin istemli olup olmadığını belirlemesi istenebilir. Süreç sonunda farklı pil türleri ve bu pillerin günlük hayattaki kullanım alanlarıyla ilgili okuma parçası verilebilir. Ayrıca lityum iyon pillerine alternatif olarak geliştirilen sodyum iyon pillerinin geliştirilmesine yönelik yapılan yatırım artışının nedenleri sınıfta tartışılarak konuya ilişkin okuma parçası verilebilir.

KİM.12.1.5

Çevreye, canlılara ve sürdürülebilirliğe önem vermeye vurgu yapılarak fosil kaynaklı yakıt tüketimini azaltmaya yönelik kullanılan elektrikli araç teknolojilerinde bataryanın ömrünü etkileyen faktörlerin neler olabileceği hakkında öğrencilerin fikirleri alınır. Çevreye duyarlılık değeri vurgulanır (**D5.2, D18.3**). Ardından galvanik hücrelerin işleyiş mekanizmasını öğrenen öğrenciler, galvanik hücrelerin potansiyelini etkileyen faktörleri (seçilen elektrotların aktifliği, elektrolit derişimi ve sıcaklık) belirler (**OB1**). Öğrenciler, grup arkadaşlarıyla çalışarak ilgili faktörlerin galvanik hücrelerin potansiyelinde yaratacağı olası değişimlerin neden-sonuç ilişkilerini tespit eder ve etkinlik kâğıdına yazar. Böylece öğrencilerin etkili iletişim becerilerini kullanmaları ve grupla çalışma becerisi sergilemeleri sağlanır (**E1.5, SDB2.1, SDB2.2, D3.4, D14.1**). Öğrenciler, galvanik hücrelerin potansiyelini etkileyen her bir faktörü dikkate alarak bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirler. Öğrencilerden galvanik hücreler oluşturarak veya uygun simülasyonlar kullanarak belirledikleri bağımsız değişkenler temelinde deneyler planlamaları, planladıkları deneyi uygulamaları ve verileri etkinlik kâğıdına kaydetmeleri istenir (**E3.7, SDB1.1, OB7**). Öğrenciler, belirlediği her bir faktörün galvanik hücrelerin potansiyeline etkisine ilişkin Le Chatelier ilkesi temelinde önermeler oluşturarak bunları alt mikro seviyede açıklar (**OB1**). Sürecin bütünü “deney adımlarının takip edilerek galvanik hücrelerin potansiyeline etki eden faktörlerin belirlenebilmesi ve bu faktörlerin Le Chatelier ilkesi ile ilişkilendirilerek açıklanabilmesi”

ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Ayrıca öğrenciden öz değerlendirme formu aracılığıyla başlangıçta hedeflediği noktaya ulaşma durumunu, bu süreci kolaylaştıran davranışlarını ve neleri daha farklı yapabileceğini belirlemesi istenebilir (**SDB1.2, SDB1.3**). Bu bağlamda Türkiye'nin savunma sanayisine ve diğer sektörlere hizmet etmek üzere üretilen lityum iyon pil üretimi hakkında okuma parçası verilerek öğrencilerin Türkiye'nin kalkınmasını ve gelişmesini desteklemesine, Türkiye'nin her alanda güçlü olmasına yönelik projeler üretmenin ve ülkenin bağımsızlığını korumanın önemine vurgu yapılabilir (**D11.1, D19.4, OB6**).

KİM.12.1.6

İstemli indirgenme-yükseltgenme tepkime örnekleri verilir ve bu tepkimelerin gerçekleştiği galvanik hücrelerin özelliklerine ilişkin ön bilgilerini hatırlatıcı sorular sorularak öğrencilerden bilgilerini arkadaşlarıyla paylaşmaları istenir (**E2.2, SDB2.1**). Öğrenciler galvanik hücrelerde gerçekleşen tepkime örneklerine ilişkin anot ve katot yarı hücrelerinde meydana gelen yarı tepkime denklemlerini, standart indirgenme yarı hücre potansiyellerini, net tepkime denklemlerini ve bu net tepkime denklemlerine ait standart hücre potansiyellerini yazar. Pozitif hücre potansiyeline sahip bu istemli tepkimelerin istemsiz olarak ters yönde gerçekleşebilmesi için gerekli şartların ne olduğuna dair önermeler oluşturmaları öğrencilerden istenir (**OB7**). Öğrenciler, pozitif hücre potansiyeline sahip bu tepkimelerin ters yönde gerçekleşebilmesi için gerekli şartların ne olduğuna dair geliştirdikleri gözleme dayalı olan ve olmayan önermeleri sınıf içi tartışmalarla karşılaştırır. Sınıf içi tartışmaların dostluk, mütevazılık ve saygı değerleri çerçevesinde gerçekleşmesi için tartışma kuralları belirlenebilir (**E2.1, SDB2.1, SDB2.3, D4.2, D10.3, D14.1**). Öğrencilerden ergimiş bir tuzun ve suyun elektroliz edildiği elektrolitik hücreleri gözlemleyebileceği görselleri veya dijital materyalleri incelemeleri istenir (**OB4**). Öğrenciler, gözlemlediği materyallerden ulaştığı makro, alt mikro ve sembolik seviyede gözlem verilerinden hareketle bir elektrolitik hücrenin temel bileşenlerini (anot, katot, elektrolit ve güç kaynağı) ve işlevlerini tanımlar; anot ve katodu indirgenme-yükseltgenme tepkimeleri ile ilişkilendirir. Elektrolitik hücrelere ilişkin incelediği materyallerde elektronların, akımın ve iyonların göç yönü gibi gözlem yapmadığı durumlar varsa bunlar hakkında tahminlerde bulunur. Öğrencilerin elektrolitik hücrelere ilişkin yapmış olduğu gözleme dayalı olan ve olmayan tüm tahminlerinin geçerliliğini elektrolitik bir hücrenin özelliklerine ilişkin bilimsel bilgilere dayalı olarak sorgulamaları sağlanır (**KB2.10, E3.10, D3.3, OB4**). Öğrencilerden çeşitli endüstrilerde ve günlük hayatta elektrolitik hücre prensibi ile çalışan sistemlere ilişkin örnekler araştırmaları ve bu sistemlerin çalışma prensibi hakkında çıkarımlar yapmaları istenebilir. Elektrolitik ve galvanik hücrelerin ortak ve farklı özelliklerini gösteren bir Venn diyagramı hazırlamaları da istenebilir.

KİM.12.1.7

"2020 Tokyo Olimpiyat Oyunları'nda Türk sporcuların kazandığı madalyaların yapıldığı malzemenin nasıl elde edildiğini biliyor musunuz?" sorusu sorularak derse giriş yapılabilir (**E1.1**). Öğrenciler, elektroliz olayının gözlemlenebilir ve ölçülebilir niteliklerini belirlemek için ölçütler (katot ve anotta oluşan madde miktarı, akım miktarı ve elektroliz süresi) oluşturur. Öğrencilerden eriyik bir tuzun elektroliz edildiği elektrolitik hücreleri gözlemleyebileceği görsel veya dijital materyalleri incelemeleri istenir (**OB2, OB4**). Bu elektroliz örneklerine ilişkin elektrotlarda değişime uğrayan madde miktarının hem devreden geçen elektrik akımı miktarı hem de elektroliz süresi ile değişimini gösteren veri seti verilir. Verilen nicel veri seti için bağımlı-bağımsız değişkenlerin belirlenmesi sağlanır. Bağımlı-bağımsız değişkenler arasındaki ilişkileri elektroliz olayında elektrotlarda değişime uğrayan madde miktarı, elektrik akımı miktarı ve elektroliz süresi arasındaki ilişkileri belirleyecek şekilde düzenlemeleri öğrencilerden istenir. Öğrenciler, elektroliz olayında elektrotlarda değişime uğrayan madde miktarının devreden geçen elektrik akımı miktarı ve elektroliz süresi ile değişimine yönelik iddialarını kanıtlara dayalı olarak açıklamaları için yönlendirilir (**KB2.14, OB2, OB4**). Öğrencilere Faraday'ın elektroliz yasasına ilişkin bilgiler verilir. Öğrenciler,

matematiksel hesaplamalar yapmadan verilen bu bilimsel bilgileri elektroliz olayında değişime uğrayan madde miktarının hem devreden geçen elektrik akımı miktarı ile hem de elektroliz süresi ile ilişkisine yönelik açıklamalarını desteklemek için kullanır. Öğrenciler, Faraday'ın elektroliz yasasının çeşitli endüstrilerde ve günlük hayatta uygulanmasına ilişkin örnekleri araştırmaları ve bu örnekleri ulaştığı çıkarımlar ile ilişkilendirmeleri için yönlendirilebilir. Çıkış kartında elektroliz olayında değişime uğrayan madde miktarı ile akım miktarı ve elektroliz süresi arasındaki ilişkiyi açıklamaları öğrencilerden istenebilir.

KİM.12.1.8

Elektroliz yöntemiyle kaplanmış ürünlere günlük hayattan örnekler verilir. Öğrenciler, herhangi bir metal eşyayı (anahtar, kaşık, çatal vb.) elektrolizle kaplama deneyini yapmak için gruplara ayrılır. Öğrencilerin grup çalışmalarında uyumlu davranmaları ve grup içi etkinliklerde sorumluluklarını yerine getirmeleri sağlanır. Böylece çalışkanlık ve mütevazılık değerleri desteklenir (**E2.2, SDB2.2, D3.4, D10.3**). Öğrencilerden seçtikleri metal eşyayı elektroliz yöntemiyle kaplayabilmeleri için anot ve katot yarı hücrelerinde elektrot olarak hangi metalleri ve elektrolit çözeltileri kullanabileceklerini belirlemeleri istenir. Öğrencilerin bu hücrenin çalışması için uygulanması gereken minimum potansiyel değerini belirlemeleri sağlanır. Öğrenciler elektroliz yöntemi ile metal eşyanın bakır metali ile kaplanmasına ilişkin deney düzeneğini tasarlar, deney için gerekli malzemeleri hazırlar ve deneyi yapar (**OB7**). Yaptığı kaplama deneyinde kaplama kalınlığının nelere bağlı olduğuna dair farklı bakış açılarını grup arkadaşlarıyla tartışarak gereken koşulların nasıl sağlanabileceğine karar verir. Bu tartışmalar sırasında mütevazılık değeri desteklenir (**SDB2.1, D10.3**). Elektroliz yöntemi ile metal eşyanın kaplanması sürecine ilişkin tüm gözlemlerini not almaları öğrencilerden istenir. Öğrenciler, anot ve katotta gerçekleşen yarı tepkimeleri ve net tepkimeleri yazar. Deney gözlemlerinin Faraday'ın elektroliz yasası ile ilişkilendirilmesi sağlanır. Öğrenciler, deney sonuçlarını metal boru ve çivilerin galvanizle, bazı eşyaların nikel ya da kromla kaplanarak kullanılmasının nedenini açıklamada kullanır (**OB7**). Metallerin elektrolizle kaplanmasına ilişkin yaptığı deneyi raporlayabilir. Sürecin bütünü "kaplama kalınlığının bağlı olduğu etkenleri belirleme, anot ve katot yarı tepkimelerini ve net tepkimeyi yazabilme, deney bulguları ile Faraday elektroliz yasasını ilişkilendirebilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile hem öğretmen hem de öğrenci tarafından değerlendirilebilir (**SDB1.2**).

KİM.12.1.9

Öğrenciler, metalden veya alaşımdan yapılmış kültürel varlıkların ve günlük hayatta sıkça karşılaştığı diğer malzemelerin korozyondan etkilenmiş örneklerini inceleyerek yaygın korozyon tepkimeleri temelinde korozyona neden olan faktörlerin metallerin korozyonuna etkisine ilişkin araştırılabilir sorular oluşturmaları için yönlendirilerek duyarlılık değeri vurgulanır (**D5.2, OB7**). Böylece öğrencilerin çeşitli fikir, argüman ve yeni bilgilere açık olmaları sağlanır (**D3.3**). Öğrenciler, ilgili faktörlerin metallerin korozyonuna etkisine yönelik modeller oluşturur. Gruplara ayrılmaları istenen öğrencilerin iş birliği içinde çalışmaları sağlanır. Öğrencilerden araştırma sorularını göz önünde bulundurarak bağımlı-bağımsız değişkenleri ve kontrol değişkenlerini belirleyip etkinlik kâğıdına yazmaları istenir. Böylece öğrencilerin etkili iletişim kurmaları, olay ve durumları çok yönlü bakış açısıyla değerlendirmeleri sağlanır (**E2.1, SDB2.1, SDB2.2, D4.2, D14.1**). Öğrencilerden ilgili faktörlerin korozyona etkisini incelemeleri için deneyler planlamaları ve planlarını gerçekleştirmeleri istenir. Öğrenciler, deneylerden elde ettikleri kanıtları yorumlayarak günlük hayatta metalden yapılmış araç gereç ve kültürel varlıkların korozyonunu önlemek için çözüm önerileri geliştirir (**KB2.8**). Öğrenciler bilimsel bilgiyi insanların ve toplumun yararına kullanmaya teşvik edilerek yardımseverlik değeri vurgulanır (**D20.3**). Öğrencilerin elde ettikleri bilgileri ve çözüm önerilerini arkadaşları ile paylaşmaları sağlanır (**E2.2, SDB2.3, SDB3.3, D4.1, OB7**). Öğrencilerden farklı metallerin korozyona uğramış örneklerini inceleyerek korozyona sebep olan faktörlere ilişkin araştırma sorusu oluşturmaları ve korozyonu önlemek için çözüm önerileri belirlemeleri istenebilir. Öğrenciler, çalışmalarını arkadaşları ile yazılı veya sözlü olarak paylaşmaları için yönlendirilebilir.

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Öğrencilerden sürdürülebilir enerji depolama sistemi kapsamında kimyasal enerjiden üretilen elektrik enerjisinin mekanik enerjiye dönüşümünü araştırmaları istenebilir. Böylece öğrencilerin çeşitli fikir, argüman ve yeni bilgilere açık olmaları; bilimsel gelişim için merak duygusunun peşinden gitmeleri gerektiğini fark etmeleri sağlanabilir. Öğrenciler, araştırmalarından elde ettikleri verileri elektrikli otomobillerin çalışma prensipleriyle ilişkilendirmeleri için yönlendirilebilir. Elektrikli otomobillerde kullanılan pillerin kapasitesinin artırılması için yapılan çalışmaları inceleyebilir. Elde ettiği bilgiler ışığında mühendislik tasarımı sürecini izleyerek kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye dönüştüren bir araç tasarlayabilir. Böylelikle öğrencilerin yeteneklerini geliştirecek faaliyetlere katılmaları, çalışmalarını planlayıp yürütmeye gayret göstermeleri, görev ve sorumluluklarını yerine getirirken kararlı davranmaları, bilimsel bilgiyi insanların ve toplumun yararına kullanmaları sağlanabilir. Öğrencilere bu aşamada tasarımda kullanmaları için modern enerji depolama teknolojilerinden olan lityum iyon pilleri tanıtılabilir. Öğrenciler; tasarımlarını teknoloji festivalleri, bilim fuarları vb. yerlerde sergileyebilir.

Öğrenciler, çeşitli pil türlerini ve bu pillerin yaygın kullanım alanlarını araştırabilir. Öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerini kullanarak bu pillerin üretim, kullanım ve atık yönetimi süreçlerindeki çevresel etkilerini değerlendirmeleri sağlanabilir. Yenilikçi ve ekolojik stratejiler kullanılarak modern ve sürdürülebilir enerji depolama çözümlerinin geliştirilmesine yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi sağlanabilir. Bu sayede öğrencilerin bilim, sanayi ve teknoloji alanındaki güncel çalışmaları takip etmeleri, yeteneklerini geliştirecek faaliyetlere katılmaları, ekosistemi korumak için etkili atık yönetiminin önemini bilmeleri, insana ve topluma katkıda bulunmak için zaman ayırarak bilimsel bilgiyi insanların ve toplumun yararına kullanmaları sağlanabilir.

Öğrencilerin yeşil kimya bağlamında bor madeninin atık ürün oluşumunun azaltılmasında, yenilenebilir enerji uygulamalarında ve tarım sektöründe kullanım potansiyelini değerlendirebilmeleri için geri dönüşüm tesisleri ve araştırma laboratuvarlarına saha gezileri düzenlenebilir. Öğrenciler, sanayi uygulamalarını ve bu uygulamaların çevresel etkilerini analiz edebilir. Yapılan analizlerden yola çıkarak yeni kullanım alanlarına yönelik özgün çözümler geliştirebilir. Böylece öğrencilerin bilim, sanayi ve teknoloji alanındaki güncel çalışmaları takip etmeleri, etkili atık yönetiminin ve temiz enerji kaynaklarının çevre ve toplum sağlığı için önemini bilmeleri, insana ve topluma katkıda bulunmak için zaman ayırarak bilimsel bilgiyi insanların ve toplumun yararına kullanmaları, Türkiye'nin ekonomik değerlerini tanıyıp korumaları, ülke kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde kullanmanın gerekliliği ile ilgili farkındalık oluşturmaları sağlanabilir.

*Öğrenciler, mühendislik tasarımı ve malzeme bilimi gibi çeşitli disiplinlerden edindikleri bilgilerden yola çıkarak ve tasarım yeteneğini kullanarak evde basit bir su elektrolizi cihazı oluşturabilirler. Böylece suyun hidrojen ve oksijene ayrıştırılma sürecini gözlemleme imkânı edinebilirler. Üretilen hidrojenin enerji potansiyelini değerlendirmek amacıyla basit bir yakıt hücresini sisteme entegre edebilirler. Bu deneylerden elde edilen verilerle temiz enerji ve yakıt hücresi teknolojisinin temel prensipleri hakkında derinlemesine bilgi edinebilirler. Böylece öğrenciler temiz enerjinin çevre temizliği, toplum ve insan sağlığı açısından önemini fark edebilirler. Öğrenciler, sıfır atık projesi bağlamında e-atık olarak değerlendirilen kullanılmış elektronik cihazlardan değerli metallerin geri kazanımı üzerine bir proje geliştirebilirler. Eski telefonlarından veya bilgisayar parçalarından altın, gümüş veya bakır gibi metalleri elektrokimyasal yöntemlerle ayrıştırmak için yöntemler araştırabilirler. Bu noktada öğrenciler, bilgi okuryazarlığı becerilerini kullanarak araştırmaları sonucunda ulaştığı bu yöntemleri uygulayabilir ve geliştirebilirler. Geliştirdikleri yöntemleri katı atık merkezlerinde kullanmak üzere proje olarak sunabilirler. Böylece öğrencilerin çevrelerine ve canlı hayatına karşı duyarlı olmaları, sahip olduklarının değerini bilmeleri sağlanabilir.

*Öğrenciler, elektrokromik malzemelerin sanayi uygulamalarını analiz ederek bu malzemelerin renk değiştirme özelliklerine dayalı basit bir elektrokromik cihaz prototipi oluşturabilirler. Geliştirilen bu prototipler, özellikle güneş ışığına tepki vererek renk değiştirebilen akıllı cam sistemleri veya estetik dekoratif uygulamalar için projelendirilebilir. Buradan elde ettikleri verilerle elektrokromik teknolojilerin potansiyel uygulama alanlarına yönelik endüstriyel süreçlere eleştirel bakabilir, çözümler geliştirebilirler. Öğrenciler, çözüm önerilerini arkadaşlarıyla tartışabilirler.

Destekleme Öğrencilerin indirgenme-yükseltgenme tepkimelerine ilişkin bilimsel gözlem yapabilmeleri için öğretmen, öncelikle günlük hayatta karşılaşılan demirin paslanması gibi örnekler verebilir. Seçilen örnekler görsel materyaller ile desteklenebilir ve öğrencilerden benzer örnekleri bulmaları istenebilir. İndirgenme-yükseltgenme tepkimelerinin alt mikro ve sembolik seviyedeki gösterimlerini yapabilmeleri için basit tepkimelerden başlanarak benzer örneklerle öğrencilerin pratik yapmaları sağlanabilir.

Metallerin aktiflik sıralamasına ilişkin problemin veya araştırma sorularının belirlenmesi öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilebilir. Model geliştirebilmelerini sağlamak amacıyla öğrencilere basit tepkimelerin gösterimleri yaptırılabilir. Deney yapma aşaması öğretmen rehberliğinde gerçekleştirilebilir.

Öğrencilerin galvanik hücrelerin potansiyelini etkileyen faktörleri belirleyebilmeleri için günlük hayattan verilen örnekler üzerinden neden-sonuç ilişkileri kurmaları sağlanabilir. Bu süreçte destekleyici sorularla yönlendirme yapılabilir, deney videoları izletilebilir ve öğrencilerin bu deneylerdeki bağımlı-bağımsız değişkenleri fark etmeleri sağlanabilir. Le Chatelier ilkesi açıklanarak öğretmen rehberliğinde öğrencilerden önerme sunmaları istenebilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



2. TEMA: ÇEŞİTLİLİK

Bu tema, *Organik Kimyaya Giriş* ve *Organik Bileşikler* olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin molekülleri oluşturan atomlar arasındaki sigma ve pi bağlarının ve hibrit orbitallerinin oluşumunu kanıtlarla açıklamaları, moleküllerin geometrisinin belirlenmesine ilişkin çıkarım yapmaları, organik bileşiklerin gösterimi için kullanılan farklı formüllere ilişkin akıl yürütmeleri, alifatik hidrokarbonları sınıflandırmaları, alifatik hidrokarbonların sistematik adlandırılmasına ilişkin akıl yürütmeleri, alifatik hidrokarbonların izomerliklerini sınıflandırmaları, alifatik hidrokarbonların fiziksel ve kimyasal özelliklerini karşılaştırmaları ve bazı kullanım alanlarını belirlemek için kanıt kullanmaları, fonksiyonel gruba sahip organik bileşikleri sınıflandırarak bu bileşiklerin sistematik adlandırma kurallarına ilişkin akıl yürütmeleri, fonksiyonel grup izomeri olan organik bileşikleri sınıflandırmaları, karbon temelli enerji kaynaklarının yanma tepkimelerinin sonuçlarına ilişkin çıkarım yapmaları amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 70

**ALAN
BECERİLERİ**

FBAB2. Sınıflandırma, FBAB9. Bilimsel Model Oluşturma, FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, FBAB12. Kanıt Kullanma

**KAVRAMSAL
BECERİLER**

KB2.7. Karşılaştırma, KB2.10. Çıkarım Yapma, KB2.16. Muhakeme(Akıl Yürütme)(KB2.16.2. Tümdengelsel Akıl Yürütme)

EĞİLİMLER

E1.1. Merak, E1.3. Azim ve Kararlılık, E2.1. Empati, E3.4. Gerçeği Arama, E3.6. Analitiklik, E3.7. Sistematiklik, E3.10. Eleştirel Bakma

**PROGRAMLAR ARASI
BİLEŞENLER**

**Sosyal-Duygusal
Öğrenme Becerileri**

SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB1.3. Kendine Uyarılama (Öz Yansıtma), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliği, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler

D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D5. Duyarlılık, D10. Mütevazılık, D13. Sağlıklı Yaşam, D18. Temizlik

Okuryazarlık Becerileri

OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB2. Dijital Okuryazarlık, OB3. Finansal Okuryazarlık, OB4. Görsel Okuryazarlık, OB7. Veri Okuryazarlığı, OB8. Sürdürülebilirlik Okuryazarlığı

**DİSİPLİNLER ARASI
İLİŞKİLER**

Biyoloji, Fizik

**BECERİLER ARASI
İLİŞKİLER**

KB2.6. Bilgi Toplama, KB2.7 Karşılaştırma, KB2.9. Genelleme, KB2.16. Muhakeme (Akıl Yürütme)(KB2.16.1. Tümevarımsal Akıl Yürütme), FBAB7. Deney Yapma

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.12.2.1. Molekülleri oluşturan atomlar arasındaki sigma ve pi bağlarını açıklamak için kanıt kullanabilme

- Molekülleri oluşturan atomlar arasındaki bağ türlerini belirlemek için ölçütler (bağ sayısı, bağ uzunluğu, bağ enerjisi ve orbital örtüşmesi) geliştirir.
- Hazır veri setinden seçtiği veriler üzerinden atomlar arasındaki tek, çift ve üçlü bağların niteliklerine ilişkin örüntü belirler.
- Tek, çift ve üçlü bağların niteliklerine ilişkin örüntülerini kanıta dayalı açıklar.

KİM.12.2.2. Hibrit orbitallerinin oluşumunu açıklamak için kanıt kullanabilme

- Hibrit orbitallerinin oluşumuna ilişkin ölçütler (karbon bağ sayıları, atom orbitallerinin bağıl enerjileri ve valans orbitalleri) belirler.
- Hibrit orbitallerinin bağıl enerji diyagramları ve orbital şekillerini, belirlediği ölçütlerle ilişkilendirerek hibrit orbitallerinin oluşumuna ilişkin örüntü belirler.
- Hibrit orbitallerinin oluşumuna ilişkin belirlediği örüntüleri kanıta dayalı açıklar.

KİM.12.2.3. Moleküllerin geometrisinin belirlenmesine ilişkin çıkarımda bulunabilme

- Molekül geometrisine ilişkin varsayımda bulunur.
- Hibrit orbitallerinin uzaydaki yönelimlerine göre oluşan molekül geometrisine ilişkin örüntü belirler.
- Belirlediği molekül geometrilerini bilimsel molekül geometrileri ile karşılaştırır.
- Karşılaştırmaları sonucunda molekül geometrisinin oluşumuna ilişkin önermeler sunar.
- Önermelerini VSEPR [Valans (Değerlik) Kabuğu Çifti İtmesi] kuramı üzerinden değerlendirir.

KİM.12.2.4. Organik bileşiklerin gösterimi için kullanılan farklı formüllere ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- Organik bileşiklerin farklı gösterim biçimleri (açık, yarı açık, çizgi bağ, molekül ve basit formülü) üzerinden yapı formülüne ilişkin örüntü belirler.
- Organik bileşiklerin yapı formüllerine ilişkin genelleme yapar.

KİM.12.2.5. Hidrokarbonları sınıflandırabilme

- Hidrokarbonların sınıflandırılmasına ilişkin ölçütler (tek, çift ya da üçlü bağların varlığı, halkalı yapıların bulunması veya benzen halkasını içerip içermediği) belirler.
- Belirlediği ölçütler doğrultusunda hidrokarbonları alifatik ve aromatik olarak ayırır.
- Alifatik hidrokarbonları gruplandırır.
- Oluşturduğu grupları adlandırıp bilimsel karşılığı ile kıyaslar.

KİM.12.2.6. Alifatik hidrokarbonların sistematik adlandırılmasına ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme

- Alifatik hidrokarbonların sistematik adlandırılmasına ilişkin örüntü bulur.
- Alifatik hidrokarbonların IUPAC sistemine göre adlandırılmasına ilişkin genelleme yapar.

KİM.12.2.7. Alifatik hidrokarbonların izomerliklerini sınıflandırabilme

- Alifatik hidrokarbonların izomerliklerinin sınıflandırılmasına ilişkin ölçütler (ana zincire bağlı grupların konumu, açık zincir veya halkalı yapı, ikili bağ yapmış karbon atomlarına bağlı grupların konumları ve pi bağının konumu) belirler.
- Belirlediği ölçütler doğrultusunda alifatik hidrokarbonların izomerliklerini ayırır.
- Alifatik hidrokarbonların izomerliklerini gruplandırır.
- Oluşturduğu grupları adlandırıp bilimdeki karşılığı ile kıyaslar.

KİM.12.2.8. Alifatik hidrokarbonların fiziksel ve kimyasal özelliklerini karşılaştırabilme

- Alifatik hidrokarbonlara fiziksel ve kimyasal özellikler kazandıran nitelikleri belirler.*
- Alifatik hidrokarbonların benzer fiziksel (kaynama noktası ve buhar basıncı) ve kimyasal (yanma, katılma ve polimerleşme) özelliklerini listeler.*
- Alifatik hidrokarbonların farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerini listeler.*

KİM.12.2.9. Organik bileşikleri fonksiyonel grubuna göre sınıflandırabilme

- Organik bileşikleri (alkol, eter, aldehit, keton, karboksilik asit ve ester) fonksiyonel grubuna göre sınıflandırmak için ölçütler (-OH, -OR, -COR, -COOH, -COOR) belirler.*
- Belirlediği ölçütlere göre organik bileşikleri fonksiyonel grubuna göre ayırır.*
- Ayrıştırdığı organik bileşikleri gruplandırır.*
- Belirlediği grupların adlarını bilimsel karşılığı ile kıyaslar.*

KİM.12.2.10. Fonksiyonel gruba sahip organik bileşiklerin sistematik adlandırılma kurallarına ilişkin tümdengelimsel akıl yürütebilme

- Fonksiyonel gruba sahip organik bileşiklerin (alkol, eter, aldehit, keton, karboksilik asit ve ester) fonksiyonel grubunu, ana zincirini ve yan gruplarını belirler.*
- Fonksiyonel gruba sahip organik bileşiklerin fonksiyonel grubu ile bileşiğin sistematik adı arasında ilişki kurar.*
- Fonksiyonel gruba sahip organik bileşiklerin sistematik adlandırılma kurallarına ilişkin genelleme yapar.*

KİM.12.2.11. Fonksiyonel grup izomeri olan organik bileşiklerin bilimsel modelini oluşturabilme

- Kapalı formülleri aynı, fonksiyonel grubu farklı olan organik bileşikler (alkol, eter, aldehit, keton, karboksilik asit ve ester) için modeller önerir.*
- Kapalı formülleri aynı, fonksiyonel grubu farklı olan organik bileşikler için önerdiği modelleri bilim insanlarının modelleriyle karşılaştırır.*

KİM.12.2.12. Karbon temelli enerji kaynaklarının yanma tepkimelerinin sonuçlarına ilişkin çıkarım yapabilme

- Karbon temelli enerji kaynaklarının (kömür, petrol, doğal gaz, alkol vb.) yanma tepkimelerinin ekzotermik özelliği ve yanma ürünlerine ilişkin varsayımlarda bulunur.*
- Karbon temelli enerji kaynaklarının her bir türü için karbon içerikleri (farklı karbon sayılı, düz zincirli, dallanmış, monoalkol, polialkol vb.), enerji miktarları ve emisyon ayak izlerine ilişkin örüntüler listeler.*
- Enerji kaynaklarını yanma tepkimeleri sonucunda açığa çıkan enerji miktarı ve emisyon ayak izleri açısından karşılaştırır.*
- Karbon temelli enerji kaynaklarının kimyasal içeriğine, bu kaynakların yakılması sonucu açığa çıkan enerji miktarına ve sera etkisi, hava kirliliği, asit yağmuru neden olma potansiyeline ilişkin önermeler sunar.*
- Önermelerini bilimsel veriler ile karşılaştırarak değerlendirir.*

İÇERİK ÇERÇEVESİ **Organik Kimyaya Giriş:** Sigma ve Pi Bağları, Hibritleşme, Molekül Geometrisi ve VSEPR Kuramı

Organik Bileşikler: Organik Bileşiklerin Yapı Formülleri, Alifatik ve Aromatik Hidrokarbonlar, Alifatik Hidrokarbonların Sınıflandırılması, Alifatik Hidrokarbonların Sistemik Adlandırılması, Alifatik Hidrokarbonların İzomerlikleri, Alifatik Hidrokarbonların Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri, Organik Bileşikler Fonksiyonel Gruplarına Göre Sınıflandırma, Fonksiyonel Gruba Sahip Organik Bileşiklerin Sistemik Adlandırılması, Fonksiyonel Grup İzomerliği, Karbon Temelli Enerji Kaynakları

Genellemeler/İlkeler/ Anahtar Kavramlar aldehit, alifatik bileşik, alkan, alken, alkin, alkol, aromatik bileşik, basit formül, ester, eter, fonksiyonel grup, halkalı yapı, hidrokarbon, izomerlik, karboksilik asit, keton, molekül formülü, molekül geometrisi, pi bağı, sigma bağı, yapı formülü, yapısal izomerlik, yarı açık formül

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme) Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında çalışma yaprağı, etkinlik kâğıdı, yapılandırılmış grid, performans görevi, Venn diyagramı ve öz değerlendirme formu kullanılabilir.

Performans görevi çerçevesinde öğrencilerden verilen çeşitli molekülleri farklı materyaller kullanarak modellemeleri istenebilir. Performans görevi "uygun materyal seçme, molekül geometrilerini belirleme, kendi modelinin bilimsel modele uygunluğu" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Performans görevi çerçevesinde öğrencilerden seçtiği alifatik hidrokarbonların izomerlerini farklı materyaller kullanarak modellemeleri istenebilir. Performans görevi "uygun materyal seçme, izomerleri belirleme, model oluşturma, kendi modelinin bilimsel modele uygunluğu" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Öğrencilerden performans görevi çerçevesinde farklı fosil yakıtların kullanımıyla ortaya çıkan enerji miktarını ve sera gazlarını araştırarak bunların çevreye olan etkilerini belirlemeleri ve sürdürülebilir bir çevre için hangi fosil yakıtın kullanılması gerektiği çıkarımını yapmaları istenebilir. Performans görevi "fosil yakıtların açığa çıkardığı enerji miktarını, açığa çıkan sera gazları türünü ve miktarını, hava kirliliği ve asit yağmuruna neden olma potansiyelini, emisyon ayak izini belirleme, en uygun fosil yakıtı karar verebilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir.

Sınav kâğıtları ve temanın işleniş sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI

Temel Kabuller Öğrencilerin kovalent bağı, moleküller arası etkileşimleri, bağ enerjisini, atomların temel hâl elektron dizilimlerini bildikleri kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Kovalent bağ, moleküller arası etkileşimler ve bağ enerjisine yönelik hatırlatıcı sorular sorulabilir. Elektronların orbitallere yerleşimine yönelik alıştırmalar yapılabilir.

Köprü Kurma Günlük hayatta yakıt olarak kullanılan doğal gaz, benzin; tatlılarda ve içeceklerde kullanılan şeker, doğal asitler; kozmetik ürünlerde bulunan alkol ve eterler; baharatların yapısında bulunan aromatik bileşikler; canlı organizmalar için vazgeçilmez olan amino asitler, proteinler, karbonhidratlar vb. organik bileşikler örnek verilerek karbon elementinin öneme vurgu yapılabilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.12.2.1

Organik kimya tarihi açısından dönüm noktası olarak kabul edilen, Alman kimyacı Friedrich Wöhler'in 1828'de keşfettiği sentez örnek verilerek organik kimyaya giriş yapılır (E1.1). Öğrenciler, çeşitli molekülleri (H_2 , HF, F_2 , O_2 , N_2) oluşturan atomlar arasındaki sigma ve pi bağ türlerini belirlemek için bağ sayısı, bağ uzunluğu, bağ enerjisi ve orbital örtüşmesini ölçüt olarak belirler. Bu aşamada araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın önemine vurgu yapılarak çalışkanlık değeri desteklenir (D3.3). H_2 , HF, F_2 , O_2 , N_2 moleküllerini oluşturan atomların arasındaki bağların oluşumu için orbital örtüşmesini içeren hazır veri seti üzerinden tek, çift ve üçlü bağların niteliklerine ilişkin örüntüler belirler (OB7). Öğrencilerin tek, çift ve üçlü bağların niteliklerine ilişkin oluşturdukları örüntüleri bağ enerjisi, bağ uzunluğu ve bağ sayısına dayalı olarak açıklamaları sağlanır (OB7). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen tek, çift ve üçlü bağ içeren karbon bileşiklerindeki sigma ve pi bağlarını belirlemeleri istenebilir.

KİM.12.2.2

Öğrencilere metan, etilen ve asetilen moleküllerini oluşturan atomların atom orbitallerinin ve hibrit orbitallerinin enerji düzeylerini gösteren diyagramlar ile her bir orbitalin uzayda yönelim şekilleri verilir. Öğrenciler; karbon atomuna ait bağ sayıları, hibrit orbitalleri ve orbital enerjileri arasındaki ilişkileri inceleyerek tek, çift ve üçlü bağların nasıl oluştuğuna yönelik ölçütler belirlemeleri için yönlendirilir. Araştırmacı ve sorgulayıcı olmanın önemine vurgu yapılarak çalışkanlık değeri desteklenir (D3.3, OB4). Öğrenciler, hazır veri setini kullanarak hibrit orbitallerinin oluşumuna ilişkin örüntü oluşturur. Metan, etilen ve asetilen moleküllerindeki orbital örtüşmelerinin üç boyutlu gösterimi üzerinden sigma ve pi bağlarının oluşumu verilerek öğrencilerden örüntü belirlemeleri istenir. Öğrencilerin belirledikleri örüntüyü gerekçelendirmeleri sağlanır (E3.7, OB4). NH_3 , H_2O , BeH_2 , BH_3 moleküllerindeki merkez atoma ait hibrit orbitallerinin enerji düzeyini gösteren diyagramların incelenerek orbital örtüşmeleri ve merkez atomlardaki hibritleşme türlerinin belirlenmesi sağlanır (KB2.7). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen farklı moleküllerin merkez atomlarının yaptığı hibrit türlerini belirlemeleri istenebilir.

KİM.12.2.3

Öğrenciler; BeH_2 , H_2O , BH_3 , NH_3 , CH_4 moleküllerinin hibrit orbitallerinin uzaydaki yönelimlerine göre oluşan molekül geometrilerine ilişkin varsayımda bulunur. Öğrencilerden verilen molekül örneklerini inceleyerek aynı sayıda atom içeren moleküllerin geometrilerini kendi aralarında karşılaştırarak örüntü belirlemeleri istenir (SDB2.1, OB2). Öğrencilerin BeH_2 , H_2O , BH_3 , NH_3 , CH_4 moleküllerinin uzay-dolgu modellerini incelemeleri sağlanır. Öğrencilerden belirledikleri molekül geometrileri ile verilen uzay-dolgu modellerini karşılaştırarak benzerlik ve farklılıkları tespit etmeleri istenir. Öğrencilerin üç atomlu molekülün doğrusal ya da açısallık, dört atomlu molekülün düzlem üçgen ya da üçgen piramit, beş atomlu molekülün düzgün dört yüzlü geometriye sahip olduğuna ilişkin önermeler sunmaları sağlanır. Öğrenciler, VSEPR kuramı ile ilgili güvenilir bilgiye ulaşarak sunduğu önermeleri değerlendirir (E3.10, D3.3, OB4). Öğrenciler karbon allotroplarının özelliklerini içeren kanıt kartlarını kullanarak allotropların özelliklerini belirler, benzerlik ve farklılıklarını listeler (KB2.7). Kurşun kalem uçları kullanılarak mikro ölçekte grafen eldesi deneyi yaptırılır (FBAB7). Performans görevi çerçevesinde öğrencilerden verilen çeşitli molekülleri farklı materyaller kullanarak modellemeleri istenebilir.

KİM.12.2.4

Öğrencilerden etkinlik kâğıdında basit formülü, molekül formülü, çizgi bağ formülü, açık ve yarı açık formülü ile uzay dolgu molekül modelleri verilen çeşitli organik bileşiklerin yapı formülüne ilişkin örüntü belirlemeleri istenir. Öğrencilerin belirledikleri örüntüleri kullanarak organik bileşiklerin yapı formüllerine ilişkin genelleme yapmaları sağlanır (KB2.16.1, E3.4, OB4). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen çeşitli organik bileşiklerin açık formülü, yarı açık formülü, çizgi bağ formülü, molekül formülü ve basit formülünü belirlemeleri istenebilir. Etkinlik kâğıtları, "örüntü oluşturabilme ve örüntüler üzerinden genelleme

yapabilme” ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile hem öğretmen hem öğrenci tarafından değerlendirilebilir (SDB1.2).

KİM.12.2.5

Meyvelerin olgunlaştırılmasında kullanılan etilenin, mum yapımında kullanılan parafinin ve yünlü kumaşları güvelerden korumakta kullanılan naftalinin moleküler yapıları örnek gösterilerek öğrencilerin konuya dikkatleri çekilebilir. Öğrencilerin bazı alifatik ve aromatik hidrokarbonlara ilişkin verilen yapı formüllerini incelemeleri sağlanır. Öğrencilerden hidrokarbonları sınıflandırmaları için tek, çift ya da üçlü bağların varlığı, halkalı yapıların bulunması veya benzen halkasını içerip içermediği gibi ölçütler belirlemeleri istenir (OB1). Öğrenciler, belirledikleri ölçütler doğrultusunda hidrokarbonları alifatik ve aromatik hidrokarbonlar (benzen ve türevleri) olarak iki gruba ayırır. Ayırdıkları alifatik hidrokarbonları ise alkan, alken, alkin, halkalı hidrokarbonlar olarak gruplandırır. Öğrencilerden oluşturdukları grupları hidrokarbonların sınıflandırılmasına ilişkin bilimsel bilgilerle karşılaştırmaları istenir (E3.6, D3.3, OB1). Yapılandırılmış grid ile öğrencilerden verilen çeşitli hidrokarbonları alifatik (alkan, alken, alkin ve halkalı) ve aromatik hidrokarbonlar olarak sınıflandırmaları istenebilir.

KİM.12.2.6

Öğrencilere alifatik hidrokarbonların adlandırılmasında kullanılan ön ve son eklerin; ayrıca birincil (primer), ikincil (sekonder), üçüncül (tersiyer) alkil gruplarının yer aldığı çeşitli alifatik hidrokarbonların örneklerini kapsayan etkinlik kâğıtları verilir. Etkinlik kâğıtlarında her bir alifatik hidrokarbon sınıfına ilişkin moleküllerin yarı açık formülleri ile bunların sistematik adları da bulunmalıdır. Öğrenciler, etkinlik kâğıtlarındaki örnekleri inceleyerek her bir alifatik hidrokarbon sınıfının sistematik adlandırılmasına ilişkin bir örüntü bulmaları için yönlendirilir (E3.6, OB7). Her grup bulduğu örüntü için genel bir formül belirler (D3.3). Ardından incelediği her alifatik hidrokarbon sınıfının IUPAC sistemi adlandırma kurallarına göre sistematik adlandırmasını yapar (OB7, KB2.9). Bazı aromatik bileşiklerin (benzen, toluen, fenol, anilin, benzoik asit, benzaldehit ve fenil eten) özel adları ve adlandırma sırasında sıklıkla kullanılan aril grupları öğrencilere verilir. Etkinlik kâğıtları, “alifatik hidrokarbonların sistematik adlandırılmasına yönelik örüntü oluşturabilme, genellemeye ulaşabilme” ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile hem öğretmen hem öğrenci tarafından değerlendirilebilir (SDB1.2).

KİM.12.2.7

Karbon sayıları aynı olan dallanmamış ve dallanmış zincirli hidrokarbon örnekleri verilir ve öğrencilerden her bir bileşik örneğinin kapalı formülünü belirlemesi istenir. Öğrenciler, dallanmamış hidrokarbon molekülünün karbon sayısını değiştirmeden olası dallanmış yapı formüllerini çizer ve çizdiği her bir yapı formülünün kapalı formülünü yazar. Çizilen yapı formülü örnekleri kullanılarak “kapalı formülleri aynı, yarı açık formülleri farklı olan hidrokarbonların birbirleri ile izomer olduğu” bilgisi verilir. Öğrencilere kapalı formülleri aynı olan farklı alifatik hidrokarbon bileşiklerinin yer aldığı etkinlik kâğıdı verilir. Öğrencilerden verilen bileşiklerin kapalı ve yarı açık formüllerini incelemeleri ve aralarındaki farkı belirleyen ölçütleri (ana zincire bağlı grupların konumu, açık zincir veya halkalı yapı, ikili bağ yapmış karbon atomlarına bağlı grupların konumları ve pi bağının konumu) tespit etmeleri istenir (OB4). Öğrenciler; kapalı formülleri aynı olan farklı hidrokarbonları sikloalkan-alken, sikloalken-alkin, karbon atomlarının farklı şekillerde dizilmesi, alkenlerde ikili bağ yapmış karbon atomlarına bağlı grupların simetri eksenine göre konumları, pi bağının konumu şeklinde ayırır. İncelediği alifatik hidrokarbonları izomerliklerine göre gruplandırır. Öğrencilerin grupların adlarını zincir-halka, zincir-dallanma, cis-trans ve konum izomeri olarak adlandırması sağlanır. Sikloalkanlarda cis-trans izomerleri işlenmez. Yapılandırılmış grid ile öğrencilerden farklı alifatik hidrokarbon örneklerinin izomerliklerini belirlemeleri istenebilir.

KİM.12.2.8

Öğrencilere alifatik hidrokarbonların yanma, katılma (H_2 , X_2 , HX , H_2O katılması) ve polimerleşme tepkimesi verme eğilimleri, yaygın kullanım alanları, kaynama noktası, buhar basıncı gibi kimyasal ve fiziksel özelliklerine ilişkin veriler verilir. Öğrencilerin alifatik hidrokarbonların dallanma ve içerdikleri karbon atomu sayısına göre değişen fiziksel özelliklerini, pi bağı bulundurmasına göre değişen kimyasal özelliklerini belirlemeleri sağlanır (**OB1**). Alifatik hidrokarbonların benzer ve farklı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin listelenmesi öğrencilerden istenir (**OB1**). Venn diyagramı üzerinde alifatik hidrokarbonların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin benzerlik ve farklılıklarının listelenmesi de istenebilir.

KİM.12.2.9

Öğrencilerin günlük hayatta kullandıkları dezenfektanlar, aseton, sirke gibi maddelerin kullanım alanları, fiziksel özellikleri (koku gibi), kimyasal özellikleri (yanıcılık gibi), benzerlik ve farklılıklarıyla ilgili fikirleri alınarak konuya dikkatleri çekilebilir. Fonksiyonel gruba sahip çeşitli organik bileşiklerin (alkol, eter, aldehit, keton, karboksilik asit ve ester) molekül ve yarı açık formüllerinin olduğu kanıt kartları öğrencilere verilir. Öğrencilerden kanıt kartlarında verilen organik bileşikleri fonksiyonel gruplarına göre sınıflandırabilmeleri için ölçütler ($-OH$, $-OR$, $-COR$, $-COOH$, $-COOR$) belirlemeleri istenir. Öğrenciler inceledikleri organik bileşikleri, yapısındaki fonksiyonel grubuna göre ayırır. Öğrencilerin ayırttığı organik bileşikler alkol, eter, aldehit, keton, karboksilik asit ve ester olarak gruplandırılmaları sağlanır (**OB7**). Öğrenciler, fonksiyonel gruplarına göre oluşturdukları grup adlarını güvenilir bilgiye ulaşarak bilimdeki karşılığı ile kıyaslar (**D3.3**). Yapılandırılmış grid ile öğrencilerden farklı organik bileşikler fonksiyonel gruplarına göre sınıflandırmaları istenebilir.

KİM.12.2.10

Öğrencilere çeşitli alkol, eter, aldehit, keton, karboksilik asit ve ester bileşiklerinin yapı formülleri, IUPAC sistemine göre adları, adlandırmada kullanılabilecek Latince ön ve son eklerin bulunduğu etkinlik kâğıtları verilir. Etkinlik kâğıtları her bir organik bileşik türü için ayrı ayrı hazırlanır. Öğrenciler; alkol, eter, aldehit, keton, karboksilik asit ve ester için hazırlanan etkinlik kâğıdındaki her bir organik bileşiği inceler ve bileşiklerdeki fonksiyonel grubu, en uzun karbon zincirini ve varsa yan grupları belirler (**OB7**). Organik bileşikler üzerinde belirledikleri kısımlar ile bileşiğin sistematik adı arasında ilişki kurar. Organik bileşiklerin sistematik adlandırılma kurallarına ilişkin genelleme yapılması sağlanır (**OB7**). Alkollerin adlandırılması etkinliğinde ayrıca hidroksi grubu sayısı farklı alkollerin molekül ve yarı açık formüllerinin olduğu bir tablo verilir. Öğrencilerin etkili iletişim kurmaları, olaylar ve durumlar karşısında farklı bakış açıları olabileceğini kabul etmeleri sağlanarak öğrencilere bu bileşikler arasında fark olup olmadığı ve bunları hangi ölçütü kullanarak ayırt edebilecekleri sorulur (**SDB2.1, D4.1, D10.3**). Öğrenciler, karışık olarak verilen alkol moleküllerini hidroksi grubu sayısına göre gruplandırır (**OB1**). Alkollerin adlarını içerdiği hidroksi grubu sayısına göre monoalkol ve polialkol (diol, triol) olarak belirler. Ardından alfa karbonundaki alkil grubu sayısı farklı alkollerin molekül ve açık formüllerinin olduğu tablo verilir. Öğrencilerden karışık olarak verilen alkol moleküllerini inceleyerek alkollerini alfa karbonuna bağlı alkil grubu sayısına göre ayırtmalarını istenir (**OB7**). Öğrenciler ayırttıkları alkollerini alfa karbonuna bir tane alkil grubu bağlı (birincil karbon atomu), iki tane alkil grubu bağlı (ikincil karbon atomu) ve üç tane alkil grubu bağlı (üçüncül karbon atomu) şeklinde gruplandırır (**E3.7**). Alkollerini alfa karbonundaki alkil sayısına göre birincil (primer), ikincil (sekonder) ve üçüncül (tersiyer) alkol olarak adlandırır (**OB7**). Öğrencilere aynı karbon atomunda birden fazla $-OH$ grubunun bağlı olduğu moleküller ile $-OH$ grubunun bağlı olduğu karbon atomunda pi bağı bulunan kimyasal türlerin alkol olmadığı bilgisi verilir. Öğrencilere çeşitli ester moleküllerinin yarı açık formüllerinin, sistematik adlarının ve ilgili esteri oluşturan karboksilik asit ve alkolün sistematik adının bulunduğu etkinlik kâğıdı verilir. Öğrenciler, ester molekülündeki oksijen atomuna bağlı olan alkil grubunu $-OR$ ve $RCO-$ grubundaki karbon sayısına karşılık gelen karboksilik asidi belirler. Ester molekülü üzerinde belirledikleri kısımlar ile bileşiğin

sistemik adı arasında ilişki kurar (**OB4**). Öğrencilerden esterlerin sistemik adlandırma kurallarına ilişkin genelleme yapmaları istenir. Ayrıca öğrencilere esterlerin özel adları da verilir. Öğrencilere aynı molekülde farklı fonksiyonel gruba (-OH, -OR, -CHO, -COR, -COOH, -COOR, -C₆H₅, -X) sahip organik bileşikler ve IUPAC sistemine göre adlarının bulunduğu etkinlik kâğıdı verilir. Öğrencilerden gruplara ayrılmaları ve iş birliği içinde organik bileşiklerin adlandırılmasında fonksiyonel grup önceliğini belirlemeleri istenir (**E2.1, SDB2.1, SDB2.2, D3.4, D10.3**). Etkinlik kâğıtları "fonksiyonel gruba sahip organik bileşiklerin fonksiyonel grubu, ana zinciri ve yan gruplarını belirleyebilme; organik bileşiklerin fonksiyonel grubu ile bileşiğin sistemik adı arasında ilişki kurabilme ve organik bileşiklerin sistemik adlandırılma kurallarına ilişkin genelleme yapabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen tarafından değerlendirilebilir veya öğrenciden öz değerlendirme yapması istenebilir (**SDB1.2, SDB1.3**). Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen çeşitli alkol, eter, aldehit, keton, karboksilik asit, ester bileşiklerinin IUPAC sistemine göre adlarını belirlemeleri istenebilir.

KİM.12.2.11

Öğrencilere kapalı formülleri aynı, fonksiyonel grubu farklı olan çeşitli organik bileşiklerin (alkol, eter, aldehit, keton, karboksilik asit ve ester) sistemik adları ve kapalı formülleri etkinlik kâğıdında verilir. Öğrenciler, kapalı formülleri aynı olan bileşikleri diğerlerinden ayırır ve bileşikleri alkol-eter, aldehit-keton, karboksilik asit-ester şeklinde ikili gruplara ayırır (**OB4**). Bileşikleri ilk olarak çizimleriyle modelleyen öğrenciler, modelleri ile ilgili açıklama ve tartışmalarının ardından kendilerine verilen malzemelerle (atom modelleri, hamur, kurdan, tel vb.) bileşiklerin uzay-dolgu modellerini oluşturur (**SDB2.1, SDB2.2**). Sınıfta grupların oluşturduğu modeller incelenir, bileşikler temsil etme durumları açısından değerlendirilir ve bilimsel modellerle karşılaştırılır (**E3.10, OB4, D3.3**). Öğrencilere sorular sorularak kapalı formülleri aynı, fonksiyonel grubu farklı olan bileşiklerin birbiriyle izomer olduğu çıkarımına ulaşılması sağlanır. Bu tür izomerliğin fonksiyonel grup izomerliği olduğu ifade edilir. Öğrencilerden çalışma yaprağında verilen kapalı formülleri aynı olan bileşikler için fonksiyonel grubu farklı olan modeller önermeleri istenebilir.

Öğrencilere alkol ve eterlerin, aldehit ve ketonların, karboksilik asit ve esterlerin genel özellikleri (hibrit türü, polar yapısı, hidrojen bağı içerme durumu, suda çözünmesi, kaynama noktası ve kokusu) hakkında bilgi verilir. Öğrencilere bazı önemli alkollerin (metil alkol, etil alkol, etandiol ve propantriol) ve eterlerin sağlık, kozmetik gibi sektörlerde nasıl kullanıldığına ilişkin araştırma görevi verilebilir (**KB2.6**). Bazı önemli aldehitlerin ve ketonların (formaldehit ve aseton) kozmetik ve gıda sektöründe nasıl kullanıldığına ilişkin araştırma görevi verilebilir. Bunların yanı sıra karboksilik asitlerin ve esterlerin (formik asit, asetik asit, benzoik asit, salisilik asit, ftalik asit, folik asit, sitrik asit, malik asit, lanolin, balmumu ve balmum) sağlık, kozmetik, gıda sektöründe nasıl kullanıldığına ilişkin araştırma görevi de verilebilir (**KB2.6, D13.4**). Öğrencilerden çeşitli organik bileşiklerin kullanım alanları ile ilgili araştırma görevi sırasında bu bileşiklerin insana ve çevreye olumlu ve olumsuz etkilerini belirlemeleri, bu bileşikler içeren ürünlerin kullanımına yönelik kendilerini değerlendirmeleri, bu süreçte neler hissettikleri ve bu bileşiklerin çeşitli sektörlerde daha etkili kullanılması için neler yapılabileceği üzerine bir rapor yazmaları istenebilir (**SDB1.1, SDB1.3, SDB2.3, SDB3.3, OB8**).

KİM.12.2.12

Karbon temelli enerji kaynaklarının neler olduğu sorulur. Kömür, petrol, doğal gaz ve alkolün karbon temelli enerji kaynakları olduğu söylenir. Etkinlik kâğıdında kömür, petrol, doğal gaz ve alkolün her birinin temel bileşenleri kapalı formülleriyle birlikte verilir. Öğrencilerden fosil yakıtların temel bileşenlerinin yanma tepkimelerini yazmaları, tepkimelerin ekzotermik özelliğine ve yanma ürünlerine ilişkin varsayımlarda bulunmaları istenir. Öğrencilere kömürün oluşum sürecine, türlerine, yer altındaki derinliklerine, yanma ısılarına ve kimyasal içeriğine ilişkin kanıt kartları verilir. Öğrenciler, kanıt kartlarını inceleyerek

kömür türlerinin karbon içerikleri, yer altındaki derinlikleri, yanma sırasında ürettikleri enerji ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişkiyi belirler.

Öğrencilerden kömür türleri ile bunların kimyasal içeriği arasındaki ilişkinin yanı sıra azot oksitler ve kükürt dioksit gazları emisyonları arasındaki bağlantıyı da belirlemeleri istenir. Bu bağlamda öğrenciler; kömür, petrol ve doğal gazın kimyasal içeriği, yandıklarında verdikleri enerji miktarı ve emisyon gaz miktarlarını gösteren kanıt kartlarını inceler; enerji kaynaklarını yandıklarında açığa çıkan enerji miktarı ve emisyon ayak izleri açısından karşılaştırır **(OB8)**. Karşılaştırma sonuçlarından hareketle karbon temelli enerji kaynaklarının kimyasal içeriği ile sera etkisi, hava kirliliği ve asit yağmuruna neden olma potansiyeline ilişkin önermeler sunar. Önermeleri duyarlılık ve temizlik değerleri kapsamında değerlendirir **(D5.2, D18.3)**. Öğrencilerden önermelerini sınıfta sunulan diğer önermeler ile karşılaştırmaları ve yeni bilimsel veriler eşliğinde değerlendirmeleri istenir **(E3.10, SDB2.1, OB8)**. Öğrenciler; etkinlik kâğıdında verilen çeşitli hidrokarbonların açık ve kapalı formüllerini, uzay-dolgu molekül modellerini, yanma tepkimelerini (sembolik ve alt mikro seviyede) ve yanma ısısını içeren bilgileri inceler. Öğrencilere hidrokarbonların yanma ısısı ile karbon içeriği, düz zincir veya dallanmış zincir yapısı arasında ilişki kurmalarını sağlayacak sorular sorulur **(OB7)**. Ayrıca hidrokarbonların kararlılıkları ile yanma ısıları arasında da ilişki kurmaları için öğrencilere sorular sorulur. Fosil yakıtların oksijen ile yanma tepkimesi verdiği gibi hidrojenin de oksijen ile olan tepkimesine dikkat çekilerek hidrojenin de yakıt olarak kullanılıp kullanılmayacağını sorgulanması sağlanır. Ayrıca benzinin yapısı ve oktan sayısının önemi hakkında bilgi verilir.

Öğrencilerden gruplara ayrılmalrı ve kendilerine verilen alkoller (farklı karbon sayılı, düz zincirli, dallanmış, monoalkol, polialkol vb.) arasından en fazla enerji veren alkolü belirlemek amacıyla iş birliği içinde deney planlamaları istenir **(D3.2)**. Öğrencilere deneye başlamadan önce deney sürecinde uymaları gereken laboratuvar güvenliği kuralları hatırlatılır. Öğrenciler verilen propanol, 2-propanol, bütanol, 2-bütanol, pentanol, 2-pentanol bileşikleri arasından aynı karbon sayısına sahip olan iki alkolü seçer ve mini ispiro ocaklarını kullanarak deneyini yapar **(OB1)**. Bu süreçte öğrencilerin grup arkadaşlarıyla uyumlu çalışmaları ve mütevazılık değerini pekiştirmeleri beklenir **(SDB2.2, D10.3)**. Öğrencilerden deney verilerine dayanarak alkollerin düz zincirli ve dallanmış zincirli yapıları ile yanma tepkimesi sonucunda açığa çıkan ısı arasında ilişki kurmaları ve alkollerin dallanma yapısına bağlı olarak yanma ısısında gözlemlenen azalmayı alkolün molekülleri arasındaki hidrojen bağı kuvvetindeki azalma ve kararlılık ile ilişkilendirilerek açıklamaları beklenir **(E1.3, OB8)**. Öğrencilerden performans görevi çerçevesinde farklı fosil yakıtların kullanımıyla ortaya çıkan enerji miktarını ve sera gazlarını araştırarak çevreye olan etkilerini belirlemeleri ve sürdürülebilir bir çevre için hangi fosil yakıtın kullanılması gerektiği ile ilgili çıkarım yapmaları istenebilir.

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme

Öğrencilerden kozmetik, parfümeri, farmakoloji, temizlik, tekstil gibi farklı sektörlerde yaygın olarak kullanılan organik çözücülerini genel olarak sınıflandırmaları ve bu çözücülerin potansiyel toksik etkilerini araştırmaları istenebilir. Ayrıca parfüm, kolonya, boya fabrikası gibi yerlerde çalışan bireylerle röportaj yapmaları teşvik edilerek bu sektörlerde kullanılan organik bileşiklerin neden olduğu potansiyel sağlık sorunları ve sağlığı korumaya yönelik alınan önlemler hakkında bilgi toplamaları istenebilir.

Öğrencilerden çeşitli yağ asitleri ve doğal katkı maddeleri kullanarak katı sabun yapmaları istenebilir. Sabun yapımında sodyum hidrokisit (kostik) yerine çeşitli atıkların yanması sonucu oluşan küllerden baz eldesi denenebilir. Yapılan sabunun pH değeri, suda çözünme süreci, köpürmesi ve farklı türden kirleri çıkarma özelliği test edilebilir. Öğrencilerden hazırladıkları sabunlar için kullanma kılavuzu ve etiket hazırlamaları istenebilir.

“İklim koşulları nedeniyle Türkiye, çeşitli bitkilerin yetişebildiği elverişli coğrafi bir konuma sahiptir. Bu özelliğinden dolayı kozmetik, parfümeri, farmakoloji, gıda gibi birçok sektöre ham madde sağlanması açısından oldukça zengindir.” bilgisi verilerek öğrencilerden bölgelerinde yetişen bitki türlerinin yapısında hangi organik maddelerin olduğunu ve bu maddelerin hangi sektörde nasıl kullanıldığını araştırmaları istenebilir.

Öğrenciler grup arkadaşlarıyla çalışarak çevre, ekonomi ve hayat kalitesi üzerinde fosil yakıtların etkilerini değerlendirebilir. Fosil yakıtların sürdürülebilirlik açısından da değerlendirilmesi istenebilir. Öğrencilerden sera gazı emisyonlarını azaltabilecek potansiyele sahip sektörler ve Türkiye'nin karbon nötrlüğü hedefine ulaşabilmesi için alınması gereken önlemler hakkında bilgi toplamaları istenebilir. Öğrencilerden edindikleri bilgiler doğrultusunda yaşadıkları bölgedeki karbon emisyonunu azaltacak bireysel ve kurumsal önlemler hakkında yol haritası belirlemeleri ve bunu ilgili kişilerle ve kurumlarla paylaşımları istenebilir.

Öğrencilerden sosyobilimsel konulardan biri olan tarımda pestisit kullanımı ile ilgili araştırma yapmaları, araştırma sonuçlarına yönelik bir sunu hazırlamaları ve bunu çevresi ile paylaşımları istenebilir. Bu araştırma kapsamında pestisitlerin genel olarak neler olduğu, avantaj ve dezavantajları, pestisitlere nerede ve ne zaman maruz kalındığı, bunların insan sağlığına ve çevreye etkileri, etkilerinden korunabilmenin yolları gibi konular ele alınabilir. Öğrencilerin insan sağlığının, çevrenin, hedef dışı organizmaların korunması ile tarım çalışanlarının iş sağlığı ve güvenliği kapsamında yapılabilecekler ve pestisitlerin kullanımını azaltacak farklı çözümler üzerine düşünceleri sağlanabilir.

*Doğal polimerler (glikojen, selüloz, kitin, protein, nişasta, DNA ve RNA) ve yapay polimerler [kauçuk, akrilik, polietilen (PE), polietilen tereftalat (PET), polivinil klorür (PVC), politetraflor eten (TEFLON), polistiren (PS)] tanıtılabilir. Doğal ve yapay polimerlerin bozunma süresi, bozunma ürünleri, bozunma ürünlerinin sağlık ve çevre açısından etkisi, maliyet ve geri kazanım süreçlerine ilişkin kanıt kartlarını inceleyen öğrencilerden polimerlerin çevre, sürdürülebilirlik ve ekonomi üzerindeki etkilerini değerlendirmeleri istenebilir. Ayrıca öğrencilerden polimer üretimi maliyet hesabı, geri dönüşüm sürecinin maliyeti ve çevreye vereceği zarara ilişkin maliyet hesabı yapmaları istenebilir.

*Öğrenciler kendilerine verilen alkol örneklerini kullanarak “karbon sayısı ile enerji, dallanma ile enerji, fonksiyonel grup sayısı ile enerji arasındaki ilişkiyi belirlemek”, “karbon sayısı ile sera gazı emisyonu, dallanma ile sera gazı emisyonu, fonksiyonel grup sayısı ile sera gazı emisyonu arasındaki ilişkiyi belirlemek”, “karbon sayısı ile azot oksitler ve kükürt dioksit gazlarının emisyonu, dallanma ile azot oksitler ve kükürt dioksit gazlarının emisyonu, fonksiyonel grup sayısı ile azot oksitler ve kükürt dioksit gazlarının emisyonu arasındaki ilişkiyi belirlemek” gibi amaçlardan biri ya da birkaçını seçerek deneyler tasarlar ve tasarladıkları deneyleri gerçekleştirebilirler.

Destekleme Öğrenciler, öğretmen rehberliğinde alifatik hidrokarbonların çevreye etkileriyle ilgili araştırma soruları yazabilirler. Öğrencilerin alifatik hidrokarbonların çevreye olumsuz etkilerini görmeleri ve araştırmalarına yön vermeleri amacıyla dijital ortamlardan içeriği destekleyecek görsel materyaller kullanılabilir. Bilgi okuryazarlığı becerileri için öğrenciler, akranlarıyla iş birlikli çalışma becerilerini kullanarak poster hazırlayabilirler. Hazırlanan posterleri sunabilir, okul etkinliklerinde sergileyebilirler.

Öğrencilerin moleküllerde sigma ve pi bağlarının oluşumunu açıklayabilmeleri için sigma ve pi bağlarının yapısını ve oluşumunu gösteren şemalar, diyagramlar veya animasyonlar hazırlanabilir. Tek, çift ve üçlü bağların niteliklerine ilişkin örüntü belirlemeleri için öğretmen tarafından birkaç örnek verilebilir. Öğretmen rehberliğinde pratik yapılması sağlanabilir. Öğrencilerin görsel materyallerden hareketle oluşturduğu örüntüleri açıklamaları, yönlendirici ve destekleyici sorular aracılığı ile sağlanabilir.

Öğrencilerin molekül geometrisinin belirlenmesine ilişkin çıkarım yapabilmesi için moleküllerin geometrisini gösteren renkli şemalar, modeller veya 3D görseller hazırlanabilir. Günlük hayattan örnekler verilerek kavramların görselleştirilmesi sağlanabilir. Öncelikle basit moleküllerin geometrisi açıklanarak örneklendirmeler yapılabilir. Bu örneklerden hareketle öğretmen rehberliğinde öğrencilerin örüntü oluşturmaları sağlanabilir. Oluşturdukları örüntüleri bilimsel molekül geometrileri ile karşılaştırırken destekleyici sorular sorularak öğrencilere yardımcı olunabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



3. TEMA: SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Bu tema *Nanobilim, Yeşil Kimya ve Sürdürülebilirlik* bölümünden oluşmaktadır. Bu temada öğrencilerin sürdürülebilir kalkınmanın 7 ve 13. hedefleri, yeşil kimyanın yenilenebilir ham maddelerin kullanımı ve enerji verimliliği için tasarım ilkeleri temelinde boyaya duyarlı güneş pillerinin verimliliklerine ilişkin çıkarım yapmaları; sürdürülebilir kalkınmanın 3 ve 12. hedefleri ve yeşil kimyanın bozunma için tasarım ilkesi temelinde biyobozunur polimer eldesinde kullanılacak bileşenlere karar verebilmeleri ve yapay zekâ uygulamalarının sürdürülebilirliğe etkilerine yönelik eleştirel düşünebilmeleri amaçlanmaktadır.

DERS SAATİ 20

ALAN BECERİLERİ FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma

KAVRAMSAL BECERİLER KB3.1. Karar Verme, KB3.3. Eleştirel Düşünme

EĞİLİMLER E2.1. Empati, E2.2. Sorumluluk, E3.1. Muhakeme, E3.2. Odaklanma, E3.10. Eleştirel Bakma

PROGRAMLAR ARASI BİLEŞENLER

Sosyal-Duygusal Öğrenme Becerileri SDB1.1. Kendini Tanıma (Öz Farkındalık), SDB1.2. Kendini Düzenleme (Öz Düzenleme), SDB2.1. İletişim, SDB2.2. İş Birliği, SDB2.3. Sosyal Farkındalık, SDB3.1. Uyum, SDB3.2. Esneklik, SDB3.3. Sorumlu Karar Verme

Değerler D3. Çalışkanlık, D4. Dostluk, D5. Duyarlılık, D9. Merhamet, D14. Saygı, D17. Tasarruf, D18. Temizlik

Okuryazarlık Becerileri OB1. Bilgi Okuryazarlığı, OB3. Finansal Okuryazarlık, OB7. Veri Okuryazarlığı, OB8. Sürdürülebilirlik Okuryazarlığı

DİSİPLİNLER ARASI İLİŞKİLER

Bilişim Teknolojileri, Biyoloji, Fizik, Matematik

BECERİLER ARASI İLİŞKİLER

KB2.2. Gözlemeleme, KB2.8. Sorgulama, KB2.14. Yorumlama

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE SÜREÇ BİLEŞENLERİ

KİM.12.3.1. Boyaya duyarlı güneş pillerinin verimliliklerine ilişkin bilimsel çıkarım yapabilme

- Geleneksel güneş pilleri ile boyaya duyarlı güneş pillerinin niteliklerini tanımlar.
- Boyaya duyarlı güneş pillerinin verimliliğini belirlemek üzere hazır veri seti kullanır.
- Boyaya duyarlı güneş pillerinin verimliliklerine ilişkin topladığı verileri değerlendirir.

KİM.12.3.2. Biyobozunur polimer eldesinde kullanılacak bileşenlere karar verebilme

- Biyobozunur polimerin özelliğini düşünerek polimeri elde etme sürecine ilişkin amacını belirler.
- Biyobozunur polimer elde etme sürecine ilişkin belirlediği amaca uygun bilgi toplar.
- Biyobozunur polimer elde etme sürecine ilişkin seçenekler belirler.
- Biyobozunur polimer elde etme sürecine ilişkin seçenekler üzerinde mantıksal denetleme yapar.
- İsteddiği özellikte biyobozunur polimer elde etme sürecinde kullanacağı bileşenlerin seçimini yapar.
- Seçimi doğrultusunda istediği özellikte biyobozunur polimer elde edip etmediğine yönelik yansıtma yapar.

KİM.12.3.3. Yapay zekâ uygulamalarının sürdürülebilirliğe etkilerine yönelik eleştirel düşünebilme

- Yapay zekâ uygulamalarının sürdürülebilirliğe etkilerini sorgular.
- Yapay zekâ uygulamalarının sürdürülebilirliğe etkileri ile ilgili akıl yürütür.
- Yapay zekâ uygulamalarının sürdürülebilirliğe etkilerine ilişkin ulaştığı çıkarımlar üzerine yansıtma yapar.

İÇERİK ÇERÇEVESİ

Nanobilim, Yeşil Kimya ve Sürdürülebilirlik: Boyaya Duyarlı Güneş Pili, Biyobozunur Polimer, Yapay Zekâ ve Sürdürülebilirlik

Genellemeler/İlkeler/ Anahtar Kavramlar

biyobozunur polimer, biyopolimer, boyaya duyarlı güneş pili, fotosentez, güneş hücresi, nanoparçacıklı güneş pili, nanopolimer, yapay zekâ

ÖĞRENME KANITLARI (Ölçme ve Değerlendirme)

Bu temanın öğrenme kanıtlarında ve öğrenme-öğretme uygulamalarında etkinlik kâğıdı, performans görevi, sınıf içi tartışma ve yansıtma notu kullanılabilir.

Öğrenciler performans görevi çerçevesinde biyobozunur polimer eldesinde kullanılacak bileşenlere karar verebileceği bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir. Performans görevi "amaç belirleyebilme, bilgi toplayabilme, seçim yapabilme, seçenekler oluşturabilme, kullanacağı malzemeye ilişkin mantıksal denetleme yapabilme ve yansıtma yapabilme" ölçütlerini içeren bir dereceli puanlama anahtarı ile değerlendirilebilir. Sınav kâğıtları ve temanın işlenişi sürecinde ortaya çıkan ürünler, öğrenci ürün dosyasında toplanarak değerlendirme amaçlı kullanılabilir.

ÖĞRENME-ÖĞRETME YAŞANTILARI**Temel Kabuller**

Öğrencilerin organik bileşikler, polimerler, kimyasal tepkimelerde enerji, enerji kaynakları, yenilenebilir enerji kaynakları, enerji taşıyan sistemler olarak piller ve hidrojen gazına ilişkin kavramsal bilgileri edindiği kabul edilmektedir.

Ön Değerlendirme Süreci Öğrencilerin geleneksel pillerin kullanımının sürdürülebilirlik ve insan sağlığı açısından önemi hakkında ön bilgilerini ortaya çıkaracak bir tartışma ortamı oluşturulabilir. Öğrencilerden günümüzde güneş enerjisinin hangi amaçlarla ve hangi alanlarda kullanıldığına dair örnekler vermeleri istenebilir.

Köprü Kurma Atık pillerin içerdiği zararlı kimyasal maddeler nedeniyle çevreye verdiği zararlar konusunda tartışma ortamı oluşturulabilir. Güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştüren boyaya duyarlı güneş pillerinin birçok farklı uygulama alanında kullanılmasının sürdürülebilir enerji çözümlerine katkısına dikkat çekilebilir.

Öğrenme-Öğretme Uygulamaları

KİM.12.3.1

Öğrencilerden bitkilerin fotosentez yapma sürecini açıklamaları istenir. Fotosentez sürecinin nasıl gerçekleştiği öğrenciler tarafından açıklandıktan sonra güneş hücresi tanıtılır ve öğrencilerin bu hücrenin fotosentez ile benzerliklerini fark etmeleri sağlanır. Temiz ve sürdürülebilir enerji kaynakları arasında yer alan güneş enerjisinden yararlanmak amacıyla kullanılacak güneş pilleri, güneş sobaları ve güneş ocakları gibi örnekler verilir. Duyarlılık ve temizlik değerleri vurgulanır (D5.2, D18.3). Öğrencilerden etkinlik kâğıdında verilen farklı türdeki güneş pillerinin görsellerini, kimyasal içeriklerini ve verimliliklerini inceleyerek güneş pillerinin farklılıklarına yönelik belirledikleri nitelikleri yazmaları istenir (E2.2, OB8). Geleneksel güneş pilleri ile boyaya duyarlı güneş pillerinin niteliklerini belirlemeleri amacıyla öğrencilere güneş pillerinde kullanılan kimyasal maddelerin özellikleri, yaygınlıkları ve maliyetleri ile ilgili sorular sorulur. Ayrıca boyaya duyarlı güneş pillerinin geleneksel güneş pillerine kıyasla performans, güvenlik, düşük ışık koşullarında çalışabilirlik ve maliyet avantajları gibi özelliklerine ilişkin hazır bir veri seti sunulur ve öğrencilere bu verileri inceleme fırsatı verilerek enerji tasarrufuna vurgu yapılır (D17.2, OB3). Bu süreçte öğrencilerin boyaya duyarlı güneş pillerinin sürdürülebilirliği hakkında akıl yürütebilmeleri için sorular sorulabilir. Bu sayede öğrencilerin geleneksel güneş pilleri ile boyaya duyarlı güneş pillerinin özellikleri konusunda fikirlerini arkadaşlarıyla paylaşmaları sağlanabilir (E2.1, SDB2.1, SDB2.2, D4.2, OB1). Öğrencilerin sınıf içi tartışma ortamında edindikleri bilgileri etkinlik kâğıdında sunulan verilerle birleştirerek farklı boyalarla tasarlanan güneş pillerinin verimliliği hakkında çıkarımlar yapmaları sağlanır ve öğrencilerden bu çıkarımları etkinlik kâğıdına yazmaları istenir. Ayrıca yeşil kimyanın ilkeleri ve sürdürülebilir kalkınmanın hedefleri öğrencilere hatırlatılarak sürdürülebilirliğe katkısı olan ürünleri tercih etmenin önemine duyarlılık gösterilmesinin gerekliliği tasarruf ve temizlik değerleri kapsamında vurgulanır (D5.2, D17.2, D18.3). Öğrencilerden boyaya duyarlı güneş pillerinin verimliliklerine ilişkin verileri yeşil kimya ve sürdürülebilir kalkınmanın hedeflerini dikkate alarak değerlendirmeleri ve değerlendirmelerini etkinlik kâğıdına yazmaları istenir (KB2.14). Etkinlik kâğıtları "nitelik belirleyebilme, verimliliğe ilişkin çıkarım ve değerlendirme yapabilme" ölçütlerini içeren dereceli puanlama anahtarı ile öğretmen veya öğrenci tarafından değerlendirilebilir (SDB1.2, OB8).

Böğürtlen boyası kullanılarak boyaya duyarlı bir güneş hücresi oluşturulabilir ve öğrencilere bu hücrenin verimliliğini nasıl test edecekleri gösterilebilir. Öğrencilerden çeşitli boyalar, meyve suları ve atık materyallerden elde edilmiş boyalar arasından birini seçmeleri, grup hâlinde bu boyayı fotosensör uygulamasına duyarlı güneş hücresi oluşturmak için kullanmaları ve oluşturdukları bu güneş hücresinin güneş enerjisini elektrik enerjisine dönüştürme verimliliğini değerlendirmeleri istenebilir (E3.2, SDB2.2, OB3). Farklı gruplar farklı boyaya duyarlı güneş hücreleri tasarlayacakları için pil verimliliğine ilişkin verilerde çeşitlilik sağlanmış olur. Öğrencilerin grup çalışmalarına katkılarını belirlemek amacıyla akran değerlendirme formu kullanılabilir. Ayrıca öğrenciler, nanoparçacıkların boyaya duyarlı güneş hücrelerinin verimliliğine etkisini belirlemek üzere test ettikleri boyalara metal nanoparçacıkların eklendiği deneyler yapabilir. Bu deneyler sonucunda öğrenciler,

nanoparçacıkların hücrenin verimliliği üzerinde belirgin bir etkisi olduğunu gözlemleyebilirler. Öğrencilerin bu deneylerde daha önceki kimya derslerinde yeşil kimya yöntemleri ile ürettikleri metal nanoparçacıkları kullanmaları sağlanabilir. Ayrıca öğrenciler, güneş pili üretiminin nasıl daha sürdürülebilir hâle getirilebileceği konusunda fikirler üretmeleri için teşvik edilir (**E3.10**). Bu sayede öğrencilerin yeşil kimya ilkelerini hem nanoparçacık üretiminde hem de güneş hücresi üretiminde kullanmaları sağlanmış olur (**SDB2.3, SDB3.3, OB8**).

KİM.12.3.2

Öğrencilere turunçgillerin iç kabuğundaki pektin molekülü örnek gösterilir. Biyopolimerlerin günlük hayatta kullanımına doku mühendisliği ürünleri, sargı bezleri, ameliyat ipliği, eldiven yapımı, mutfak kapları, karton kutuların iç yüzey kaplamaları, şampuan ve meşrubat şişelerinin yapımı, ilaç taşıyıcı sistemleri örnek verilebilir. Önceki derslerden bildikleri polisakkaritler ve proteinlerin biyopolimer olduğu hatırlatılır. Kâğıdın yapısında bulunan selüloz; tatlı, pasta ve reçellere konulan jelatin; sağlık ve kozmetik sektöründe kullanılan kolajen ve unlu gıdalarda bulunan glüten ve soya proteini örnek verilebilir. Sorular ile öğrencilerin biyopolimerlerin biyokütle ve tarımsal kaynaklı doğal polimerler olduğu ve biyobozunur özellikte olduğu çıkarımını yapmaları sağlanır (**E3.10, OB8**). Öğretmen, nişastadan biyobozunur polimer elde etmek amacıyla deney yapar ve deneyin aşamalarını açıklar. Öğrenciler de kendi biyobozunur polimerlerini yapmak için polimerlere kazandırmak istedikleri özellikleri belirler. Öğrencilerden kendi oluşturacakları polimer için bir ya da birden fazla özellik düşünerek polimer elde etme sürecine ilişkin amaç belirlemeleri ve amacına uygun bilimsel bilgi toplamaları istenir (**E3.1, D3.3**). Öğrencilerin polimeri nasıl elde edeceklerine ilişkin topladıkları bilgilerden yola çıkarak yöntem belirlemeleri sağlanır (**OB7**). Bu yöntem seçenekler belirleyen öğrenciler, polimerlerini elde ederken kullanacakları bileşenler için de seçenekler belirler (**SDB3.2**). Bu seçeneklerden deneyecekleri bileşenlerin neden amacına uygun olduğuna dair mantıksal denetleme yaparlar. İstedikleri özellikteki biyobozunur polimeri elde etmek için kullanacakları bileşenleri seçerler ve biyopolimeri elde ederler. Öğrencilerin bilimsel gözlem ve denemeler yaparak hedeflediği özellikteki biyopolimeri elde edip etmediğine yönelik yansıtma yapmaları sağlanır (**SDB1.2**). Öğrencilerden elde ettikleri biyopolimerin sertliğini, kırılgenliğini ve iletkenliğini belirlemeleri istenir. Öğrenciler, polimerin biyobozunur olup olmadığına polimerin su ile etkileşimini gözlemleyerek karar verebilir (**KB2.2**). Biyopolimerin suda şişme ve dağılma sürelerini belirler. Öğrencilerden elde ettikleri polimere kazandırdıkları özelliklerden yola çıkarak biyopolimer için kullanım alanları belirlemeleri istenir. Öğretmen, sentetik biyopolimere ve sentetik polimerlerin biyomalzeme olarak kullanımına örnekler verir. Bu örnekler arasında yiyecekleri saklamak amaçlı yenilebilir filmler, canlı dokuların işlevini desteklemek amacıyla sentetik damar, stent, diş telleri, protez, implant, dikiş malzemeleri vb. sayılabilir (**OB8**).

Öğrenciler performans görevi çerçevesinde biyobozunur polimer eldesinde kullanılabilecek bileşenlere karar verebileceği bir deneyi tasarlayabilir, uygulayabilir ve raporlayabilir.

KİM.12.3.3

Öğrencilere yapay zekâ uygulamaları ve makine öğrenmesi gibi bilgisayarların veri analizi yapabilme, öğrenme yeteneği kazanabilme ve kararlar alabilme kapasitesini içeren bilgi işlem teknolojileri hakkında temel bilgiler sunulur. Öğrenciler, bu konuların günlük hayatta nasıl kullanıldığına dair örnekler vermeleri için teşvik edilir. Bu örnekler arasında akıllı telefonlardaki sesli asistanlar, sosyal medya platformlarının öneri sistemleri, otonom araçlar ve sağlık sektöründeki teşhis yardımcısı gibi uygulamalar bulunabilir. Öğrencilerden etkinlik kâğıdında sunulan yapay zekâ uygulamalarının özelliklerini ve kullanım alanlarını ayrıntılı bir şekilde incelemeleri istenir. Bu uygulamalar arasında veri analizi yapabilme, veri

madenciliği, gerçek zamanlı analiz yapabilme, akıllı bina yönetim sistemleri oluşturabilme, otomasyon işlemleri gerçekleştirebilme ve gelecekteki olaylarla ilgili tahminde bulunabilme yer alır. Ayrıca etkinlik kâşında kısa, tanıtıcı açıklamaları ile birlikte sürdürülebilir kalkınmanın hedefleri ve yeşil kimyanın hedefleri sunularak çevreye ve canlılara karşı duyarlı olmaya, sürdürülebilirliğe vurgu yapılır (**D5.2, D18.3**). Öğrencilerden sürdürülebilirlik hedeflerini göz önünde bulundurarak yapay zekâ uygulamalarının hangi amaçlarla ve nasıl kullanılabileceğine dair düşünmeleri ve fikir yürütmeleri istenir. Ayrıca öğrencilere mevcut yapay zekâ uygulamalarının bir listesi verilir ve bu listeyi kullanarak yapay zekâ uygulamalarının yeşil kimya ve sürdürülebilirlik üzerindeki olası katkılarını ve olası risklerini sorgulamaları istenir (**KB2.8**). Öğrencilerden bu bağlamda yapay zekâ uygulamalarının enerji verimliliğini artırma, çevresel izleme ve koruma, sürdürülebilir gıda üretimi, atık azaltma, otonom araçlar ve akıllı ulaşım sistemleri gibi alanlarda nasıl katkı sağlayabileceği konusunda akıl yürütmeleri ve ulaştığı çıkarımlar üzerine yansıtma notu yazmaları istenebilir (**OB8**). Aynı zamanda öğrencilerden yeşil kimya uygulamalarında yapay zekânın çevre dostu süreçler geliştirme, enerji ve ham madde tüketimini azaltma, malzeme özelliklerini tahmin etme gibi alanlardaki olumlu etkilerine ilişkin çıkarımlarda bulunmaları ve yansıtma notu yazmaları istenebilir (**SDB2.3, SDB3.3**).

Öğrencilerin yapay zekâ uygulamalarının yeşil kimya alanında da olumlu katkıları olduğunu ifade etmeleri sağlanır. Bu katkılar arasında çevreye daha az zararlı, daha sürdürülebilir ve verimli kimyasal süreçlerin ve ürünlerin geliştirilmesi, kimyasal reaksiyonları ve süreçleri optimize ederek, enerji ve ham madde tüketimini azaltarak ülke ekonomisine katkı sağlaması, en verimli tepkime yollarını ve koşullarını belirleyebilmesi (**OB3**), daha az zararlı seçenekler bulabilmesi (**OB8**), enerji verimliliği için katalizörleri tanımlayabilmesi, atık akışlarını analiz edebilmesi, kimyasal maddelerin toksikolojik özelliklerini ve çevresel etkilerini tahmin edebilmesi ve endüstriyel kimya süreçlerini gerçek zamanlı izleyebilmesi sayılabilir (**SDB3.3, D5.2, D9.3, D17.2, D18.3**). Aynı zamanda öğrencilerden yapay zekâ uygulamalarının etik ve çevresel sorunlara yol açma risklerini düşünmeleri istenir (**OB8**). Sürdürülebilir kalkınmanın nitelikli eğitim hedefi göz önünde bulundurularak öğrencilerin yapay zekâ kullanımının olumlu yanlarıyla birlikte daha az deney yapma, yeteneklerin yeterince kullanılmaması ve etik problemler gibi olumsuz yönlerini de fark etmeleri sağlanır. Öğrencilerin yapay zekânın olumsuz etkileri ile ilgili neler hissettikleri ve yapay zekânın kullanılmasının oluşturduğu yeni durumlarda nasıl daha etkili davranabilecekleri üzerine tartışma yapılabilir (**SDB1.1, SDB2.1, SDB2.3, SDB3.1, SDB3.2, D14.1**).

FARKLILAŞTIRMA

Zenginleştirme Öğrencilerden boyaya duyarlı güneş pillerinin diğer güneş pillerine göre daha çok tercih edilmesinin nedenleriyle ilgili bir araştırma yapmaları ve araştırma sonucunda elde ettikleri bilgileri sınıfta sunmaları istenebilir.

*Öğrencilerden biyomalzemelerin çeşitli endüstriyel uygulamaları ve gelecekteki potansiyel kullanım alanlarına yönelik araştırma yapmaları istenebilir. Öğrenciler biyomalzemelerin doğal kaynaklardan elde edilişi, özellikleri ve insan sağlığı üzerindeki etkileri hakkında bilgi okuryazarlığı becerilerini kullanarak bilgi toplayabilir. Örneğin biyolojik malzemelerin protezlerde, doku mühendisliğinde ve ilaç taşıyıcı sistemlerinde kullanımına yönelik projeler gerçekleştirilebilir. Elde ettiği verilerden nanoteknoloji, biyobaskılama veya biyosensör gibi konular hakkında yenilikçi ürünler geliştirebilir. Tasarladığı ürünleri bilim fuarlarında sunabilir ve ürünlerin patentini alabilir.

Öğrencilerden ekolojik dengenin korunması ve sürdürülebilirlik bilinciyle biyobozunur malzemeleri kullanarak çeşitli alanlarda yeni tasarımlar yapmaları ve malzeme seçimi konularında seçenekler geliştirmeleri istenebilir. Sürdürülebilir malzemelerin kullanımıyla çevresel etkileri en aza indirebilecekleri çeşitli tasarım stratejileri geliştirmeleri istenebilir.

*Öğrenciler, biyobozunur polimerlerin malzeme bilimi ve kimya bilimiyle ilgili konularında pratik deneyler tasarlayabilir ve yapabilir. Biyobozunur malzemelerin nasıl çalıştığına, doğada ne kadar sürede parçalandığına ve farklı ortam ve koşullara nasıl tepki verdiğine ilişkin veriler elde ederek çeşitli problemlerin çözümüne katkı sağlayabilir ve önerilerde bulunabilirler.

Öğrencilerden yapay zekânın kullanımının potansiyel katkıları ve olası zararları ile ilgili araştırma görevi hazırlamaları istenebilir. Araştırma sonuçlarını sınıf arkadaşlarıyla paylaşmaları istenebilir ve bu bağlamda sonuçların tartışılacağı öğrenme ortamı oluşturulabilir.

Öğrencilerden yapay zekâ uygulamalarını kullanarak sürdürülebilirlikle ilgili yeni projeler geliştirmeleri ve geliştirdikleri projeleri uygulamaları istenebilir. Bu projeler, öğrencilerin sürdürülebilir teknolojilerin nasıl geliştirilebileceği ve kullanılabileceği ile ilgili farkındalıklarını artırabilir.

Destekleme Öğrencilere biyomalzemelerin günümüzdeki ve gelecekteki kullanım alanlarına ilişkin araştırma sorusu öğretmen tarafından verilebilir. Biyomalzemelerin kullanım alanlarını kavramaları amacıyla öğrencilere dijital ortamlarda belgeseller izletilebilir. Ayrıca biyomalzemelerin kullanımıyla ilgili potansiyel sorunlara dikkat çekmek amacıyla öğrencilerden bir proje yapmaları istenebilir. Dijital okuryazarlık becerilerinin geliştirilmesi için biyomalzemelerin olası kullanım alanlarına ilişkin bilgileri dijital kaynaklardan elde etmeleri desteklenebilir. Öğrenciler, elde ettikleri bilgileri broşür tasarlayarak arkadaşlarına sunabilir.

ÖĞRETMEN YANSITMALARI

Programa yönelik görüş ve önerileriniz için karekodu akıllı cihazınıza okutunuz.



