KİMYA

11. SINIF | **YAZILIYA HAZIRLIK** | **TYMM 2026-2027**

1. DÖNEM - 1. ORTAK YAZILI · SENARYO 1

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. Kışın buzlanan yollara serpilen kalsiyum klorür suda çözünürken ısı açığa çıkar. Spor yaralanmalarında kullanılan bazı soğuk paketlerde ise amonyum klorür ve su ayrı bölmelerde bulunur; paket sıkılınca karışım soğur. Bir grup öğrenci, bazı olaylardaki ısı değişimini incelemek için köpük bardaklarla dört deney yapmıştır. Öğrenciler her deneyde bardağa 100 mL sıvı koyup sıcaklığını ölçmüş, 5,0 g katı ekleyip karıştırmış ve termometrede okunan en yüksek ya da en düşük sıcaklığı tabloya kaydetmiştir.

Deney	Bardaktaki sıvı	Eklenen katı	İlk sıcaklık (°C)	Son sıcaklık (°C)	Gözlem
1	Su	Susuz kalsiyum klorür ($CaCl_2$)	22,0	29,6	Katı çözündü.
2	Su	Amonyum klorür (NH_4Cl)	22,0	19,0	Katı çözündü.
3	Su	Sodyum klorür (NaCl)	22,0	21,3	Katı çözündü.
4	Sirke	Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$)	22,0	18,2	Gaz kabarcıkları çıktı.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1.1. 1, 2 ve 3. deneylerdeki bağımsız ve bağımlı değişkenleri, iki kontrol değişkeniyle birlikte yazınız. (4 puan)

1.2. Dört deneyde gerçekleşen olayları fiziksel ya da kimyasal, endotermik ya da ekzotermik olarak sınıflandırınız. Sınıflandırmalarınızın kanıtlarını deney verilerinden yazınız. (6 puan)

1.3. Deneydeki katılardan hangisini sıcak paket, hangisini soğuk paket yapımında kullanmayı önerirsiniz? Gerekçesiyle yazınız. Bir öğrenci "2. deneyde suyun sıcaklığı düştüğüne göre çözünen amonyum klorürün enerjisi azalmıştır." demiştir. Bu yargıyı sistem ve çevre kavramlarını kullanarak değerlendiriniz. (5 puan)

2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyelini karşılaştırmanın yollarından biri, 1 gramlarının tamamen yanmasıyla açığa çıkan ısıyı (yanma ısısını) karşılaştırmaktır. Bazı maddelerin bileşimleri ve yanma ürünlerinden su sıvı hâldeyken ölçülen yaklaşık yanma ısıları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Madde	Formül	Kütlece hidrojen yüzdesi (%)	Kütlece oksijen yüzdesi (%)	Yanma ısısı (kJ/g)
Hidrojen	H_2	100	0	142,9
Metan	CH_4	25,0	0	55,6
İzooktan (benzinin bir bileşeni)	C_8H_{18}	15,8	0	47,8
Karbon (grafit)	C	0	0	32,8
Etanol	C_2H_5OH	13,0	34,8	29,7
Metanol	CH_3OH	12,5	50,0	22,7
Asetik asit	CH_3COOH	6,7	53,3	14,6

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

2.1. Tablodaki verilerden yararlanarak maddelerin bileşimi ile yanma ısıları arasındaki ilişkiye yönelik iki hipotez oluşturunuz. Her hipotezi hangi verilere dayandırdığınızı yazınız. (6 puan)

2.2. Oluşturduğunuz hipotezlerden birini, tabloda bulunmayan iki madde üzerinde sınamak istiyorsunuz. Seçeceğiniz iki maddenin hangi özellikler bakımından benzer, hangi özellik bakımından farklı olması gerektiğini bir örnek vererek açıklayınız. (4 puan)

2.3. Bir öğrenci "Hidrojen, gram başına en çok ısıyı veren yakıt olduğu için evlerin ısıtılmasında doğal gaz yerine hemen kullanılmalıdır." demiştir. Bu iddiayı yanma ısısı dışındaki iki ölçütü göz önüne alarak değerlendiriniz. (5 puan)

3. Karadeniz Bölgesi'nde fındık kabuğu, sobalarda ve kalorifer kazanlarında yakıt olarak kullanılır. Bir öğrenci, kabukların nemli ortamda depolanmasının yakıt olma potansiyelini nasıl etkilediğini merak etmiştir. Kuru ve nemli fındık kabuğu ile kuru ve nemli çam talaşından alınan 2,0 g'lık örnekleri, içinde 200 g su bulunan metal bir kutunun altında ayrı ayrı yakmış ve her deneyde suyun sıcaklık artışını ölçmüştür. Nemli örnekler kütlece yaklaşık %30 su içermektedir.

Örnek (2,0 g)	Suyun sıcaklık artışı (°C)
Kuru fındık kabuğu	11,0
Nemli fındık kabuğu	7,0
Kuru çam talaşı	12,0
Nemli çam talaşı	7,6

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

3.1. Deney verilerine dayanarak yakıtların nem içeriği ile enerji kaynağı olma potansiyeli arasındaki ilişkiye yönelik bir hipotez oluşturunuz. Hipotezinizi daha güvenilir biçimde sınamak için deneyde yapılabilecek bir değişikliği yazınız. (5 puan)

3.2. Kuru ve nemli fındık kabuğunun 1 gramının yanmasıyla suya geçen ısıyı $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ bağıntısıyla hesaplayınız (Suyun öz ısısı $c = 4{,}18$ J/g·°C). Nemli örneğin daha az ısı vermesinin nedenini açıklayınız. (5 puan)

4. Ayçiçeği yağı gibi sıvı yağların moleküllerinde karbon atomları arasında çift bağlar (C=C) bulunur. Margarin üretiminde kullanılan yöntemlerden birinde sıvı yağlar, nikel katalizörü eşliğinde hidrojen gazıyla tepkimeye sokulur; çift bağlara hidrojen katılınca yağ katılaşır. Bu işleme hidrojenleme denir. Hidrojenleme tepkimeleri küçük moleküllerle aşağıdaki gibi modellenebilir. Tepkimelerdeki tüm maddeler gaz hâlindedir.

- A tepkimesi: $H_2C{=}CH_2$ (etilen) + $H{-}H \rightarrow H_3C{-}CH_3$ (etan)
- B tepkimesi: $HC{\equiv}CH$ (asetilen) + $H{-}H \rightarrow H_2C{=}CH_2$ (etilen)
- C tepkimesi: $HC{\equiv}CH$ (asetilen) + $2H{-}H \rightarrow H_3C{-}CH_3$ (etan)

Bağ	H−H	C−H	C−C	C=C	C≡C
Ortalama bağ enerjisi (kJ/mol)	436	414	347	611	837

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

4.1. A, B ve C tepkimelerinin entalpi değişimlerini bağ enerjilerinden yararlanarak hesaplayınız. (6 puan)

4.2. Üç tepkimede kırılan ve oluşan bağları karşılaştırarak hidrojenleme tepkimelerinin endotermik ya da ekzotermik olmasına ilişkin bir genelleme yapınız. C tepkimesinin entalpi değişimi ile A ve B tepkimelerinin entalpi değişimleri arasındaki ilişkiyi yazınız. (5 puan)

4.3. Propen ($H_2C{=}CH{-}CH_3$) molekülüne bir H_2 molekülü katılarak propan ($H_3C{-}CH_2{-}CH_3$) oluşur. Bu tepkimenin entalpi değişimini tüm bağ enerjilerini toplamadan tahmin ediniz ve tahmininizin gerekçesini yazınız. Molekülünde üç C=C bağı bulunan bir sıvı yağın 1 molündeki çift bağların tamamına hidrojen katıldığında açığa çıkacak ısıyı tahmin ediniz. (5 puan)

4.4. Etilenin hidrojenlenmesi için deneysel olarak belirlenen entalpi değişimi −137 kJ'dür. 4.1'de hesapladığınız değerin bu değerden farklı olmasının nedenini açıklayınız. (4 puan)

5. Bitkiler fotosentezle karbon dioksit ve sudan glikoz üretir. Canlılar ise hücresel solunumda glikozu oksijenle tepkimeye sokarak yaşamsal etkinlikleri için gereken enerjiyi sağlar. Solunumun net tepkimesi $C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(g) \rightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(s)$ şeklindedir. Bu tepkimedeki maddelerin standart oluşum entalpileri tabloda verilmiştir.

Madde	$C_6H_{12}O_6(k)$	$O_2(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(s)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−1268,0	0	−393,5	−285,8

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. ($C_6H_{12}O_6$: 180 g/mol)

5.1. Solunum tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. 1 g glikozun bu tepkimeye göre tamamen tepkimeye girmesiyle açığa çıkan ısıyı bulunuz. (5 puan)

5.2. Fotosentezin net tepkimesi $6CO_2(g) + 6H_2O(s) \rightarrow C_6H_{12}O_6(k) + 6O_2(g)$ şeklindedir. Bu tepkimenin standart tepkime entalpisini tahmin ederek tepkimenin endotermik mi ekzotermik mi olduğunu belirtiniz. Bir bitkinin 9,0 g glikoz üretebilmesi için en az ne kadar enerji alması gerektiğini hesaplayarak bu enerjinin kaynağını yazınız. (5 puan)

6. Sönmemiş kireç (CaO); inşaat, demir-çelik, şeker ve su arıtma sektörlerinde kullanılır. Sönmemiş kireç, kireç taşının ($CaCO_3$) kireç ocaklarında yaklaşık 900 °C'ta ısıtılmasıyla $CaCO_3(k) \rightarrow CaO(k) + CO_2(g)$ tepkimesine göre elde edilir. Ocakta gereken ısı çoğunlukla yakıtların yakılmasıyla sağlanır. Bazı maddelerin standart oluşum entalpileri tabloda verilmiştir.

Madde	$CaCO_3(k)$	$CaO(k)$	$CO_2(g)$	$CH_4(g)$	$H_2O(g)$	$O_2(g)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−1207	−635,1	−393,5	−74,9	−241,8	0

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

6.1. Kireç taşının ayrışma tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. Tepkimenin endotermik mi ekzotermik mi olduğunu belirterek tepken ve ürünlerin toplam entalpilerini karşılaştırınız. (5 puan)

6.2. Ocakta gereken ısının, doğal gazın başlıca bileşeni olan metanın $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ tepkimesine göre yanmasıyla sağlandığını ve ısı kaybı olmadığını varsayınız. 100 kg kireç taşının tamamen ayrışması için en az kaç mol metan yakılması gerektiğini hesaplayınız. ($CaCO_3$: 100 g/mol) (5 puan)

6.3. 6.2'deki üretim sürecinde açığa çıkan CO_2'nin kaç molünün kireç taşının ayrışmasından, kaç molünün metanın yanmasından kaynaklandığını bulunuz. Kireç üretiminde CO_2 salımını azaltmak için yalnızca ocakta kullanılan yakıtı değiştirmenin yeterli olup olmadığını değerlendiriniz. (5 puan)

7. Demir yolu raylarının birleştirilmesinde termit kaynağı kullanılır. Bu yöntemde alüminyum tozu ile demir(III) oksit tozunun karışımı tutuşturulur ve $2Al(k) + Fe_2O_3(k) \rightarrow Al_2O_3(k) + 2Fe(k)$ tepkimesi gerçekleşir. Açığa çıkan ısıyla eriyen demir, iki rayın arasındaki boşluğu doldurur. Alüminyumun metal oksitlerden metal elde etmek için kullanıldığı bu tür yöntemlere alüminotermi denir.

Bilgi: Termit tepkimesinde sıcaklık 2500 °C'u aşabilir; demirin erime sıcaklığı 1538 °C'tur.

Madde	$Fe_2O_3(k)$	$Al_2O_3(k)$	$Cr_2O_3(k)$	MgO(k)
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−824,2	−1675,7	−1139,7	−601,7

(Elementlerin en kararlı hâllerinin standart oluşum entalpileri sıfırdır.)

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

7.1. Termit tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. Tepkimeye giren karışımın 1 gramı başına açığa çıkan ısıyı bulunuz. (Al: 27 g/mol, Fe_2O_3: 160 g/mol) (5 puan)

7.2. Alüminotermi yöntemiyle krom ve magnezyum elde etmek için yazılan aşağıdaki tepkimelerin standart tepkime entalpilerini hesaplayınız. (6 puan)

I. $2Al(k) + Cr_2O_3(k) \rightarrow Al_2O_3(k) + 2Cr(k)$
II. $2Al(k) + 3MgO(k) \rightarrow Al_2O_3(k) + 3Mg(k)$

7.3. Hesapladığınız sonuçlara dayanarak termit kaynağına benzer biçimde, kendi açığa çıkardığı ısıyla süren bir alüminotermi yönteminin hangi metali elde etmek için uygun olmadığını tahmin ediniz. Tahmininizi, metal oksitlerin standart oluşum entalpilerini Al_2O_3'ünkiyle karşılaştırarak açıklayınız. (4 puan)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE BECERİLER

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	KİM.11.1.1. Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapabilme	FBAB7. Deney Yapma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.4. Çözümleme
2	KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme	FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB3.3. Eleştirel Düşünme
3	KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme	FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB3.3. Eleştirel Düşünme
4	KİM.11.1.3. Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.4. Çözümleme
5	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
6	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
7	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme

PUANLAMA TABLOSU							
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**TOPLAM**
15	*15*	*10*	*20*	*10*	*15*	*15*	***100***

Bu sınav, 2026-2027 eğitim öğretim yılı 1. dönem konu-soru dağılım tablosundaki 1. ortak yazılı **Senaryo 1** dağılımına göre, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli 11. sınıf öğretim programı esas alınarak hazırlanmıştır. Hazırlayan: Murat Altun. Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır. Millî Eğitim Bakanlığının resmî yayını değildir; görseller Blender ile oluşturulmuştur.

ÇÖZÜMLER

1. Doğru cevap:

- 1.1 **(4 puan)**: Bağımsız değişken: suda çözünen katının türü **(1 puan)**. Bağımlı değişken: suyun sıcaklık değişimi (son sıcaklık) **(1 puan)**. Kontrol değişkenleri: katının kütlesi (5,0 g), suyun hacmi (100 mL), suyun ilk sıcaklığı (22,0 °C), bardağın türü, karıştırma biçimi ve kullanılan termometre gibi değişkenlerden ikisi (2 puan; her biri 1 puan).
- 1.2 **(6 puan)**: 1, 2 ve 3. deneylerdeki olayların çözünme olduğunu, yeni madde oluşmadığı için fiziksel olay olduğunu; 4. deneydeki gaz çıkışının yeni bir madde (karbon dioksit) oluştuğunu gösterdiğini ve bu olayın kimyasal olay (tepkime) olduğunu belirtme **(2 puan)**. 1. deneyde sıcaklık arttığı için çözünmenin ekzotermik olduğunu **(1 puan)**, 2. deneyde **(1 puan)** ve 3. deneyde **(1 puan)** sıcaklık azaldığı için çözünmelerin endotermik olduğunu, 4. deneyde sıcaklık azaldığı için tepkimenin endotermik olduğunu **(1 puan)** belirtme. (3. deneydeki sıcaklık değişimi küçük olsa da olay endotermiktir.)
- 1.3 **(5 puan)**: Sıcak paket için kalsiyum klorürün, çözünürken çevreye ısı verdiği ve sıcaklığı en çok artıran madde olduğu için önerilmesi **(1 puan)**; soğuk paket için amonyum klorürün, çözünürken çevreden ısı aldığı ve sıcaklığı belirgin biçimde düşürdüğü (sodyum klorürdeki düşüşün çok küçük olduğu) için önerilmesi **(1 puan)**. Yargının yanlış olduğunu belirterek çözünen amonyum klorürün (sistem) sudan ve bardaktan (çevre) ısı aldığını, bu nedenle sistemin enerjisinin arttığını, çevrenin enerjisinin azaldığını ve termometrenin çevrenin (suyun) sıcaklığındaki düşüşü gösterdiğini açıklama **(3 puan)**.

Örnek doğru cevap:

1.1. Bağımsız değişken suda çözünen katının türüdür. Bağımlı değişken suyun sıcaklık değişimidir. Kontrol değişkenleri katının kütlesi (5,0 g) ve suyun hacmidir (100 mL).

1.2. 1, 2 ve 3. deneylerde katılar suda çözünmüştür; yeni madde oluşmadığı için bu olaylar fizikseldir. 1. deneyde sıcaklık 22,0 °C'tan 29,6 °C'a yükseldiği için olay ekzotermiktir. 2. ve 3. deneylerde sıcaklık düştüğü için olaylar endotermiktir. 4. deneyde gaz kabarcıkları çıkmıştır; yeni bir madde oluştuğu için olay kimyasaldır ve sıcaklık 18,2 °C'a düştüğü için endotermiktir.

1.3. Sıcak paket için kalsiyum klorür kullanılmalıdır çünkü çözünürken çevresine ısı verir ve sıcaklığı en çok artıran maddedir. Soğuk paket için amonyum klorür kullanılmalıdır çünkü çözünürken çevresinden ısı alır ve sıcaklığı belirgin biçimde düşürür. Öğrencinin yargısı yanlıştır. Çözünen amonyum klorür sistemdir; çözünürken çevreden yani sudan ısı alır. Bu nedenle sistemin enerjisi artar, çevrenin enerjisi azalır. Termometrede ölçülen düşüş, ısı veren çevrenin (suyun) soğumasını gösterir.

Yanlış cevap: Bağımsız değişken olarak "sıcaklık", bağımlı değişken olarak "katının türü" yazmak; çözünmeleri kimyasal olay olarak sınıflandırmak; sıcaklığı düşen deneyleri ekzotermik olarak belirtmek; 4. deneydeki gaz çıkışını kaynama olarak açıklamak; soğuk paket için kalsiyum klorürü önermek; endotermik olayda sistemin enerjisinin azaldığını kabul etmek yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

2. Doğru cevap:

- 2.1 **(6 puan)**: Her hipotez için değişkenler arasındaki ilişkiyi sınanabilir biçimde belirten hipotez cümlesi **(2 puan)** ve dayandığı verinin yazılması **(1 puan)**. Hipotez 1 **(3 puan)**: "Molekülünde oksijen bulunmayan yakıtlarda kütlece hidrojen yüzdesi arttıkça yanma ısısı artar." Dayanak: H_2 > CH_4 > C_8H_{18} > C sıralaması hem hidrojen yüzdesinde hem yanma ısısında aynıdır. Hipotez 2 **(3 puan)**: "Maddenin kütlece oksijen yüzdesi arttıkça yanma ısısı azalır." ya da "Oksijen içeren maddelerin yanma ısısı, oksijen içermeyen yakıtlarınkinden düşüktür." Dayanak: Etanol (%34,8 O) > metanol (%50,0 O) > asetik asit (%53,3 O) sıralamasında yanma ısısı 29,7 → 22,7 → 14,6 kJ/g olarak azalır. Verilerle tutarlı başka hipotezler de kabul edilir.
- 2.2 **(4 puan)**: İki maddenin sınanan değişken dışındaki özellikler (karbon atomu sayısı, fiziksel hâl gibi) bakımından benzer, yalnızca sınanan değişken bakımından farklı olması gerektiğini açıklama **(2 puan)**. Uygun örnek: Hipotez 2 için iki karbonlu etan (C_2H_6) ve etanol (C_2H_5OH); Hipotez 1 için oksijen içermeyen etan (C_2H_6) ve asetilen (C_2H_2) **(1 puan)**. Karşılaştırılacak verinin iki maddenin 1 gramının yanma ısısı olduğunu belirtme **(1 puan)**.
- 2.3 **(5 puan)**: İddianın yalnızca yanma ısısına dayandığı için eksik olduğunu belirtme **(1 puan)**. Şu ölçütlerden ikisini hidrojenle ilişkilendirerek açıklama (4 puan; her biri 2 puan): Depolama ve taşıma (çok hafif bir gaz olduğu için yüksek basınçta ya da çok düşük sıcaklıkta depolanır; sızıntı ve tutuşma riski yüksektir, mevcut tesisat doğrudan uygun olmayabilir). Elde edilme ve maliyet (doğada serbest hâlde bulunmaz, üretimi enerji gerektirir; günümüzde büyük bölümü fosil yakıtlardan üretilir, yenilenebilir enerjiyle üretimi henüz pahalıdır). Çevresel etki (yanınca yalnızca su oluşur; ancak fosil yakıtlardan üretilirse üretim sırasında CO_2 açığa çıkar).

Örnek doğru cevap:

2.1. Hipotez 1: Oksijen içermeyen yakıtlarda kütlece hidrojen yüzdesi arttıkça yanma ısısı artar (H_2 > CH_4 > C_8H_{18} > C). Hipotez 2: Maddenin kütlece oksijen yüzdesi arttıkça yanma ısısı azalır (etanol > metanol > asetik asit).

2.2. Hipotez 2'yi sınamak için karbon atomu sayısı ve fiziksel hâli benzer, yalnızca birinde oksijen bulunan iki madde seçilmelidir. Örneğin etan (C_2H_6) ile etanolün (C_2H_5OH) 1 gramlarının yanma ısıları karşılaştırılabilir.

2.3. İddia yalnızca yanma ısısını dikkate aldığı için eksiktir. Hidrojen çok hafif bir gaz olduğundan yüksek basınçlı tanklarda depolanmalıdır ve sızıntıda kolayca tutuşabilir. Ayrıca doğada serbest hâlde bulunmaz; günümüzde büyük bölümü doğal gazdan üretildiği için üretiminde CO_2 açığa çıkar ve yenilenebilir enerjiyle üretimi pahalıdır. Bu nedenle doğal gazın yerine hemen kullanılması uygun değildir.

Yanlış cevap: "Bazı maddeler çok enerji verir." gibi değişken içermeyen, sınanamayan ifadeleri ya da verilere aykırı ifadeleri hipotez olarak yazmak; sınama için birçok özelliği farklı iki madde (ör. glikoz ve propan) seçmek; iddiayı yalnızca "Hidrojen en çok ısıyı verdiği için iddia doğrudur." diyerek onaylamak yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

3. Doğru cevap:

- 3.1 **(5 puan)**: Sınanabilir hipotez: "Yakıtın nem (su) içeriği arttıkça birim kütlesinin yanmasıyla açığa çıkan ısı azalır." ya da "Nemli yakıtların enerji kaynağı olma potansiyeli kuru yakıtlarınkinden düşüktür." **(2 puan)**. Hipotezi her iki yakıtta da nemli örneklerin suyu daha az ısıttığı verisine dayandırma **(1 puan)**. Deneyde yapılabilecek değişikliklerden biri: aynı yakıtın farklı nem oranlarındaki (ör. %0, %10, %20, %30) örnekleriyle deney yapmak, her ölçümü birkaç kez tekrarlamak, örnek kütlesi, su kütlesi ve alev-kutu uzaklığı gibi değişkenleri sabit tutmak, ısı kaybını azaltmak için kutunun çevresini yalıtmak **(2 puan)**.
- 3.2 **(5 puan)**: Kuru fındık kabuğu: Q = 200 · 4,18 · 11,0 = 9196 J; 1 g için 9196 ÷ 2,0 ≈ 4600 J ≈ 4,6 kJ **(1 puan)**. Nemli fındık kabuğu: Q = 200 · 4,18 · 7,0 = 5852 J; 1 g için 5852 ÷ 2,0 ≈ 2900 J ≈ 2,9 kJ **(1 puan)**. Nemli örneğin aynı kütlesinde daha az yanıcı madde bulunduğunu (2,0 g'ın yaklaşık 0,6 g'ı sudur) ve açığa çıkan ısının bir kısmının örnekteki suyu buharlaştırmak için harcandığını açıklama **(3 puan)**.

Not: Kuru fındık kabuğunun yanma ısısı yaklaşık 19 kJ/g'dır. Bu tür basit düzeneklerde ısının büyük kısmı havaya ve kutuya geçtiği için suya geçen ısı yanma ısısından küçük ölçülür.

Örnek doğru cevap:

3.1. Hipotezim: "Yakıtın nem içeriği arttıkça 1 gramının yanmasıyla açığa çıkan ısı azalır." Hem fındık kabuğunda hem çam talaşında nemli örnekler suyu daha az ısıtmıştır. Hipotezi daha güvenilir sınamak için fındık kabuğunun %0, %10, %20 ve %30 nem içeren örnekleriyle deneyi tekrarlar, her ölçümü üç kez yaparım.

3.2. Kuru fındık kabuğu: Q = 200 · 4,18 · 11,0 = 9196 J; 2,0 g'dan geldiği için 1 g'dan yaklaşık 4,6 kJ ısı suya geçmiştir. Nemli fındık kabuğu: Q = 200 · 4,18 · 7,0 = 5852 J; 1 g'dan yaklaşık 2,9 kJ ısı suya geçmiştir. Nemli kabuğun 2,0 g'ının yaklaşık 0,6 g'ı sudur, yani yanan madde daha azdır. Ayrıca açığa çıkan ısının bir kısmı bu suyun buharlaşmasına harcanır. Bu nedenle nemli örnek daha az ısı verir.

Yanlış cevap: "Nemli yakıt daha uzun süre yandığı için daha çok ısı verir." gibi verilere aykırı ya da "Yakıtlar ısı verir." gibi sınanamayan ifadeleri hipotez olarak yazmak; deneyde yalnızca yakıt türünü değiştirmeyi önermek; hesaplamada suyun kütlesi yerine örneğin kütlesini (2,0 g) kullanmak; sonucu 2'ye bölmeden 9,2 kJ/g olarak yazmak; nemli örneğin daha az ısı vermesini "suyun yanması" ya da "nemin alevi büyütmesi" ile açıklamak yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

4. Doğru cevap:

- 4.1 **(6 puan)**: ΔH = ΣKırılan bağ enerjisi − ΣOluşan bağ enerjisi. A: (611 + 436) − (347 + 2 · 414) = 1047 − 1175 = −128 kJ **(2 puan)**. B: (837 + 436) − (611 + 2 · 414) = 1273 − 1439 = −166 kJ **(2 puan)**. C: (837 + 2 · 436) − (347 + 4 · 414) = 1709 − 2003 = −294 kJ **(2 puan)**. Tepken ve ürünlerdeki tüm bağlar yazılarak yapılan hesaplama da aynı sonucu verir ve tam puan alır.
- 4.2 **(5 puan)**: Genelleme: Hidrojenleme tepkimelerinde karbon atomları arasındaki çoklu bağ ile H−H bağı kırılır, yerlerine yeni C−H bağları ile tekli ya da ikili karbon-karbon bağı oluşur; oluşan bağların enerjileri toplamı kırılan bağlarınkinden büyük olduğu için çoklu bağa hidrojen katılması ekzotermiktir (ΔH < 0) **(3 puan)**. İlişki: ΔH(C) = ΔH(A) + ΔH(B), yani −294 = (−128) + (−166); C tepkimesi, B ve A tepkimelerinin art arda gerçekleşmesine eş değerdir **(2 puan)**.
- 4.3 **(5 puan)**: Propende de yalnızca bir C=C ve bir H−H bağı kırılıp bir C−C ve iki C−H bağı oluştuğu, moleküldeki diğer bağlar değişmediği için ΔH'nin A tepkimesiyle aynı, yaklaşık −128 kJ olacağını tahmin etme (3 puan; tahmin 1 puan, gerekçe 2 puan). Üç C=C bağına hidrojen katılması: 3 · 128 ≈ 384 kJ ısı açığa çıkar (ΔH ≈ −384 kJ) **(2 puan)**.
- 4.4 **(4 puan)**: Tablodaki değerlerin, aynı tür bağın farklı moleküllerdeki enerjilerinin ortalaması olduğunu; bir bağın enerjisinin bağın bulunduğu moleküle göre değiştiğini (ör. etilendeki C−H bağı ile etandaki C−H bağının enerjileri farklıdır), bu nedenle ortalama bağ enerjileriyle hesaplanan değerin yaklaşık olduğunu açıklama (4 puan; yalnızca "bağ enerjileri ortalama değerdir" denip açıklama yapılmazsa 2 puan).

Örnek doğru cevap:

4.1. A: −128 kJ, B: −166 kJ, C: −294 kJ (işlemler yukarıdaki gibidir).

4.2. Üç tepkimede de oluşan bağların enerjileri toplamı kırılan bağlarınkinden büyüktür; bu nedenle çoklu bağa hidrojen katılması ekzotermiktir. C tepkimesinin entalpi değişimi A ve B tepkimelerininkinin toplamıdır: −128 + (−166) = −294 kJ.

4.3. Propenin hidrojenlenmesinde de yalnızca bir C=C ve bir H−H bağı kırılır, bir C−C ve iki C−H bağı oluşur; diğer bağlar değişmez. Bu nedenle ΔH yaklaşık −128 kJ'dür. Üç çift bağ içeren 1 mol yağın tamamen hidrojenlenmesinde yaklaşık 3 · 128 = 384 kJ ısı açığa çıkar.

4.4. Tablodaki bağ enerjileri farklı moleküllerdeki aynı tür bağların ortalamasıdır; bir bağın enerjisi bulunduğu moleküle göre biraz değişir. Bu nedenle hesaplanan −128 kJ, deneysel değer olan −137 kJ'e yakın ama ondan farklıdır.

Yanlış cevap: ΔH'yi "oluşan − kırılan" şeklinde hesaplayıp pozitif değerler bulmak; A tepkimesinde C=C bağının kırılmasını ya da C−C bağının oluşumunu hesaba katmamak; hidrojenleme tepkimelerini endotermik olarak genellemek; propenin hidrojenlenmesinde molekül büyüdüğü için ΔH'nin de büyüyeceğini tahmin etmek; üç çift bağ için yalnızca −128 kJ yazmak; farkı "ölçüm hatası" ile açıklamak yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

5. Doğru cevap:

- 5.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = [6 \cdot \Delta H^\circ_f(CO_2) + 6 \cdot \Delta H^\circ_f(H_2O)] - [\Delta H^\circ_f(C_6H_{12}O_6) + 6 \cdot \Delta H^\circ_f(O_2)] = [6 \cdot (-393{,}5) + 6 \cdot (-285{,}8)] - [(-1268{,}0) + 0] = -4075{,}8 + 1268{,}0 = -2807{,}8$ kJ **(3 puan)**. 1 g glikoz: 2807,8 ÷ 180 ≈ 15,6 kJ ısı açığa çıkar **(2 puan)**.
- 5.2 **(5 puan)**: Fotosentez solunumun tersi olduğu için $\Delta H^\circ_{tepkime} = +2807{,}8$ kJ'dür (oluşum entalpileriyle hesaplanarak da bulunabilir); tepkime endotermiktir **(2 puan)**. 9,0 g glikoz 9,0 ÷ 180 = 0,05 mol; gereken enerji 0,05 · 2807,8 ≈ 140,4 kJ **(2 puan)**. Enerjinin kaynağı güneş ışığıdır (ışık enerjisi) **(1 puan)**.

Örnek doğru cevap:

5.1. $\Delta H^\circ = [6 \cdot (-393{,}5) + 6 \cdot (-285{,}8)] - (-1268{,}0) = -2807{,}8$ kJ'dür. 1 mol (180 g) glikozdan 2807,8 kJ ısı açığa çıktığına göre 1 g glikozdan 2807,8 ÷ 180 ≈ 15,6 kJ ısı açığa çıkar.

5.2. Fotosentez tepkimesi solunum tepkimesinin tersidir; bu nedenle $\Delta H^\circ = +2807{,}8$ kJ'dür ve tepkime endotermiktir. 9,0 g glikoz 0,05 moldür. Bunun için en az 0,05 · 2807,8 ≈ 140,4 kJ enerji gerekir. Bitki bu enerjiyi güneş ışığından alır.

Bilgi: Besin etiketlerinde karbonhidratlar için kullanılan 17 kJ/g ortalama bir değerdir; glikozun 1 gramının solunumla tamamen tepkimeye girmesiyle açığa çıkan ısı (yaklaşık 15,6 kJ) bu değerden biraz düşüktür.

Yanlış cevap: O_2'nin oluşum entalpisine değer vermek; katsayıları (6) hesaba katmadan −1268,0 + (−393,5) + (−285,8) gibi işlemler yapmak; hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurmak; 1 g için sonucu 180 ile çarpmak; fotosentezi ekzotermik olarak belirtmek ya da enerjinin kaynağını "topraktaki su" veya "glikoz" olarak yazmak yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

6. Doğru cevap:

- 6.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = [\Delta H^\circ_f(CaO) + \Delta H^\circ_f(CO_2)] - \Delta H^\circ_f(CaCO_3) = [-635{,}1 + (-393{,}5)] - (-1207) = -1028{,}6 + 1207 = +178{,}4$ kJ **(3 puan)**. Tepkime endotermiktir **(1 puan)**. Ürünlerin toplam entalpisi tepkenin entalpisinden 178,4 kJ fazladır; tepkimenin gerçekleşmesi için çevreden sürekli ısı alınmalıdır **(1 puan)**.
- 6.2 **(5 puan)**: Metanın yanma entalpisi: $[-393{,}5 + 2 \cdot (-241{,}8)] - [-74{,}9 + 2 \cdot 0] = -877{,}1 + 74{,}9 = -802{,}2$ kJ **(2 puan)**. 100 kg = 100 000 g $CaCO_3 \rightarrow 100\,000 \div 100 = 1000$ mol; gereken ısı $1000 \cdot 178{,}4 = 178\,400$ kJ **(2 puan)**. Metan: $178\,400 \div 802{,}2 \approx 222$ mol **(1 puan)**.
- 6.3 **(5 puan)**: Ayrışmadan 1000 mol CO_2 (her mol $CaCO_3$'tan 1 mol CO_2), metanın yanmasından yaklaşık 222 mol CO_2 (her mol CH_4'ten 1 mol CO_2) açığa çıkar **(2 puan)**. Değerlendirme: Toplam CO_2'nin yaklaşık %82'si (1000 ÷ 1222) kireç taşının ayrışmasından kaynaklanır. Yakıtı değiştirmek (ör. CO_2 oluşturmayan bir enerji kaynağı kullanmak) yalnızca yakıttan gelen CO_2'yi azaltır; ayrışmadan gelen CO_2 tepkimenin ürünü olduğu için değişmez. Bu nedenle yalnızca yakıt değişikliği yeterli değildir; açığa çıkan CO_2'nin tutulması gibi ek önlemler gerekir **(3 puan)**.

Örnek doğru cevap:

6.1. $\Delta H^\circ = [(-635{,}1) + (-393{,}5)] - (-1207) = +178{,}4$ kJ'dür. ΔH pozitif olduğu için tepkime endotermiktir. Ürünlerin (CaO ve CO_2) toplam entalpisi tepkenin ($CaCO_3$) entalpisinden 178,4 kJ büyüktür.

6.2. Metanın yanma entalpisi: $\Delta H^\circ = [(-393{,}5) + 2 \cdot (-241{,}8)] - (-74{,}9) = -802{,}2$ kJ'dür. 100 kg $CaCO_3$ 1000 moldür ve ayrışması için $1000 \cdot 178{,}4 = 178\,400$ kJ ısı gerekir. Gereken metan: $178\,400 \div 802{,}2 \approx 222$ mol.

6.3. Kireç taşının ayrışmasından 1000 mol, metanın yanmasından yaklaşık 222 mol CO_2 açığa çıkar. CO_2'nin çoğu (yaklaşık %82'si) ayrışma tepkimesinden gelir. Yakıt değiştirilse bile ayrışmadan gelen 1000 mol CO_2 yine oluşur. Bu nedenle yalnızca yakıtı değiştirmek CO_2 salımını azaltmak için yeterli değildir; oluşan CO_2'nin tutulması da gerekir.

Bilgi: Gerçek kireç ocaklarında ısının bir kısmı çevreye kaybolduğundan hesaplanandan daha fazla yakıt harcanır; buna rağmen kireç üretiminde açığa çıkan CO_2'nin büyük bölümü kireç taşının ayrışmasından kaynaklanır.

Yanlış cevap: Hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde yapıp −178,4 kJ bulmak ve tepkimeyi ekzotermik olarak belirtmek; elementlerin oluşum entalpisi sıfır olduğu hâlde O_2'ye değer vermek; metanın yanma entalpisini hesaplarken suyun katsayısını (2) hesaba katmamak; kütleyi mole çevirmeden $100 \cdot 178{,}4$ hesabı yapmak; "Yakıt doğal gaz yerine hidrojen olursa CO_2 hiç oluşmaz." demek yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

7. Doğru cevap:

- 7.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = [\Delta H^\circ_f(Al_2O_3) + 2 \cdot \Delta H^\circ_f(Fe)] - [2 \cdot \Delta H^\circ_f(Al) + \Delta H^\circ_f(Fe_2O_3)] = (-1675{,}7 + 0) - (0 + (-824{,}2)) = -851{,}5$ kJ **(3 puan)**. Karışımın kütlesi $2 \cdot 27 + 160 = 214$ g; $851{,}5 \div 214 \approx 4{,}0$ kJ/g ısı açığa çıkar **(2 puan)**.
- 7.2 **(6 puan)**: I. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - (-1139{,}7) = -536{,}0$ kJ **(3 puan)**. II. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - 3 \cdot (-601{,}7) = -1675{,}7 + 1805{,}1 = +129{,}4$ kJ **(3 puan)**.
- 7.3 **(4 puan)**: Magnezyum elde etmek için uygun değildir; II. tepkime endotermik olduğu için ısı açığa çıkarmaz, tepkime kendi ısısıyla süremez **(2 puan)**. Açıklama: Tepkenlerdeki metal oksidin oluşum entalpisi, ürünlerdeki Al_2O_3'ün oluşum entalpisinden daha az negatifse (Fe_2O_3: −824,2 ve Cr_2O_3: −1139,7 > −1675,7 kJ) tepkime ekzotermiktir. 3 mol MgO'nun oluşum entalpisi (−1805,1 kJ) Al_2O_3'ünkinden daha negatif olduğundan MgO, alüminyum oksitten daha kararlıdır; alüminyum magnezyumu oksidinden ısı açığa çıkararak ayıramaz **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

7.1. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - (-824{,}2) = -851{,}5$ kJ'dür. Tepkimeye 2 mol Al (54 g) ve 1 mol Fe_2O_3 (160 g), toplam 214 g karışım girer. 1 g karışım başına $851{,}5 \div 214 \approx 4{,}0$ kJ ısı açığa çıkar.

7.2. I. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - (-1139{,}7) = -536{,}0$ kJ. II. $\Delta H^\circ = (-1675{,}7) - [3 \cdot (-601{,}7)] = +129{,}4$ kJ.

7.3. Magnezyum elde etmek için bu yöntem uygun değildir çünkü II. tepkime endotermiktir; ısı açığa çıkarmaz, tersine ısı ister. Demir ve krom oksitlerinin oluşum entalpileri Al_2O_3'ünkinden daha az negatif olduğu için alüminyum bu oksitlerden metal açığa çıkarırken ısı verir. 3 mol MgO'nun toplam oluşum entalpisi (−1805,1 kJ) ise Al_2O_3'ünkinden (−1675,7 kJ) daha negatiftir; MgO daha kararlı olduğu için alüminyum magnezyumu oksidinden ısı açığa çıkararak ayıramaz.

Yanlış cevap: Elementlerin (Al, Fe, Cr, Mg) oluşum entalpilerine sıfırdan farklı değer vermek; hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurmak; II. tepkimede MgO'nun katsayısını (3) kullanmamak (ör. −1675,7 + 601,7 = −1074,0 kJ bulmak); karışım kütlesini yalnızca Fe_2O_3'ün kütlesi (160 g) olarak almak; "Oluşum entalpisi en negatif olan oksit en kolay ayrışır." demek yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.