KİMYA

11. SINIF

YAZILIYA HAZIRLIK

1. DÖNEM - 1. ORTAK YAZILI · SENARYO 2

TYMM 2026-2027

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. Bir öğrenci, uzun bir doğa yürüyüşünde yanına alacağı atıştırmalıkları seçmek için üç besinin etiketini incelemiştir. Besinlerin 100 gramındaki yaklaşık yağ, karbonhidrat ve protein miktarları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Besin ögelerinin fizyolojik enerji değerleri karbonhidrat için 17 kJ/g, yağ için 38 kJ/g, protein için 17 kJ/g'dır.

Besin (100 g)	Yağ (g)	Karbonhidrat (g)	Protein (g)
Fındık içi	61	7	15
Kuru kayısı	0,5	55	3,4
Leblebi	6	50	22

Bilgi: Etiketlerde lif, karbonhidrattan ayrı gösterilir. Lifin ve suyun enerjiye katkısı bu soruda ihmal edilecektir.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1.1. Tablodaki verilere ve besin ögelerinin enerji değerlerine dayanarak üç besinin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin bir hipotez oluşturunuz. Hipotezinizdeki bağımsız ve bağımlı değişkenleri belirtiniz. (4 puan)

1.2. Her besinin 100 gramının yaklaşık enerji değerini kJ cinsinden hesaplayarak hipotezinizi sınayınız. (6 puan)

1.3. Öğrenci, hipotezini deneyle de sınamak için eşit kütledeki besin örneklerini yakıp açığa çıkan ısıyla bir kaptaki suyu ısıtmayı ve suyun sıcaklık artışını ölçmeyi planlamaktadır. Bu deneyde sabit tutulması gereken iki değişkeni ve alınması gereken bir güvenlik önlemini yazınız. Deneyde suya geçen ısının hesaplanan enerji değerinden küçük çıkmasının bir nedenini açıklayınız. (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

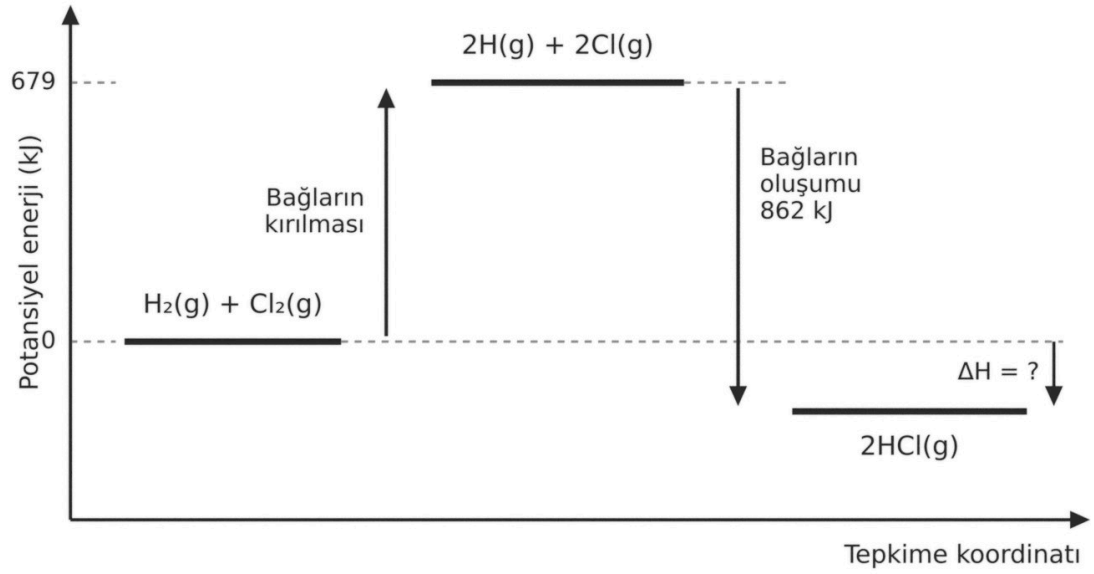
Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

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. Tuz ruhu olarak da bilinen hidroklorik asit, endüstride hidrojen ve klor gazlarının özel yakıcılarda tepkimeye girmesiyle oluşan hidrojen klorür (HCl) gazının suda çözülmesiyle üretilir. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ tepkimesinde gerçekleşen bağ kırılması ve bağ oluşumu basamakları aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir.



Aynı gruptaki diğer halojenlerin hidrojenle tepkimelerinde kullanılacak ortalama bağ enerjileri tabloda verilmiştir.

Bağ	H–H	F–F	Br–Br	I–I	H–F	H–Br	H–I
Bağ enerjisi (kJ/mol)	436	159	193	151	565	364	297

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

3.1. Diyagramdan yararlanarak tepkimede kırılan ve oluşan bağların enerjileri toplamını belirleyiniz ve tepkimenin entalpi değişimini (ΔH) hesaplayınız. Tepkimenin endotermik mi ekzotermik mi olduğunu bağ enerjileriyle açıklayınız. (5 puan)

3.2. Tablodaki bağ enerjilerini kullanarak gaz fazında gerçekleşen $H_2(g) + F_2(g) \rightarrow 2HF(g)$, $H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr(g)$ ve $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$ tepkimelerinin entalpi değişimlerini hesaplayınız. (6 puan)

3.3. 3.1 ve 3.2'de bulduğunuz sonuçlardan yola çıkarak oluşan H–X bağının (X: F, Cl, Br, I) enerjisi ile tepkimenin entalpi değişimi arasındaki ilişkiye dair bir genelleme yapınız. Isıtılan HI gazının bir kısmının H_2 ve I_2 gazlarına ayrıştığı, HF gazının ise aynı koşullarda ayrışmadığı gözlenmiştir. Bu gözlemi genellemenizle açıklayınız. (4 puan)

4. 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.

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

4.2. 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)

4.3. 4.2'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)

5. Evlerde ve kamp ocaklarında kullanılan tüp gaz (sıvılaştırılmış petrol gazı, LPG) başlıca propan (C_3H_8) ve bütan (C_4H_{10}) gazlarının karışımıdır. Evlerde kullanılan tüplerin çoğunda 12 kg gaz bulunur. Bazı maddelerin standart oluşum entalpileri tabloda verilmiştir.

Madde	$C_3H_8(g)$	$O_2(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(s)$	$H_2O(g)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−103,8	0	−393,5	−285,8	−241,8

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. (C_3H_8: 44 g/mol, C_4H_{10}: 58 g/mol)

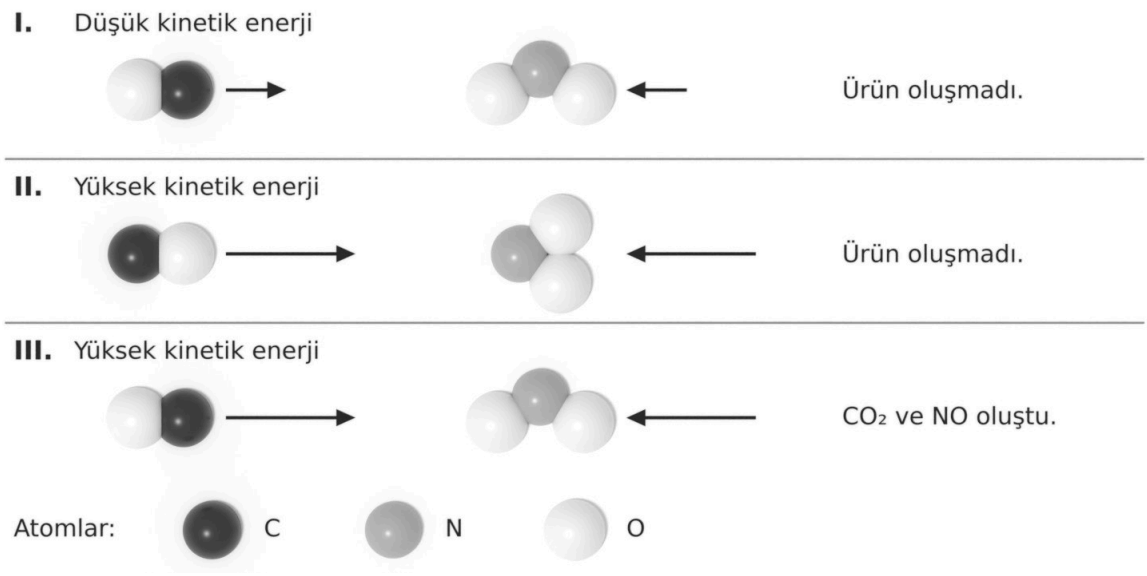
5.1. $C_3H_8(g) + 5O_2(g) \rightarrow 3CO_2(g) + 4H_2O(s)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. (5 puan)

5.2. $C_4H_{10}(g) + 13/2O_2(g) \rightarrow 4CO_2(g) + 5H_2O(s)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisi −2877,5 kJ'dür. Buna göre bütanın standart oluşum entalpisini hesaplayınız. (5 puan)

5.3. Propan ve bütanın 1 gramının yanmasıyla açığa çıkan ısıyı hesaplayınız. 12 kg'lık bir tüpte yalnızca propan ya da yalnızca bütan bulunduğunu varsayarak tüpteki gazın tamamen yanmasıyla açığa çıkacak ısıları karşılaştırınız. (5 puan)

5.4. Ocakta yanma sırasında oluşan su, buhar hâlinde ortama karışır. Propanın yanmasında suyun gaz hâlinde oluştuğunu kabul ederek tepkimenin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. Bulduğunuz değeri 5.1'deki değerle karşılaştırarak farkın nedenini açıklayınız. (5 puan)

6. Araç egzozlarından çıkan gazlarda bulunan karbon monoksit (CO) ve azot dioksit (NO_2) gazları, yeterince yüksek sıcaklıkta $CO(g) + NO_2(g) \rightarrow CO_2(g) + NO(g)$ tepkimesini verir. Bir öğretmen, bu tepkimeye girebilecek tanecikler arasındaki üç farklı çarpışmayı ve sonuçlarını aşağıdaki modelle göstermiştir.



Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

6.1. Modeldeki çarpışmaları kanıt olarak kullanarak bir kimyasal tepkimenin gerçekleşmesi için gerekli şartları açıklayınız. Hangi iki çarpışmanın karşılaştırılmasının hangi şartı gösterdiğini belirtiniz. (6 puan)

6.2. Tepkimenin ileri aktivasyon enerjisi (E_{ai}) yaklaşık 132 kJ, entalpi değişimi (ΔH) −226 kJ'dür. Geri aktivasyon enerjisini (E_{ag}) hesaplayınız. Tepkimenin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğini çizerek E_{ai}, E_{ag} ve ΔH'yi grafik üzerinde gösteriniz. (6 puan)

6.3. Egzoz gazı havaya karışıp soğuduktan sonra CO ve NO_2 gazları bir arada bulunduğu hâlde bu tepkime hemen hemen gerçekleşmez. Bu durumu eşik değeri (eşik enerjisi) kavramıyla açıklayınız. Bir öğrencinin "Bu tepkime ekzotermik olduğu için başlamak için enerjiye ihtiyaç duymaz." iddiasını soruda verilen kanıtlarla değerlendiriniz. (8 puan)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE BECERİLER

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme	FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB3.3. Eleştirel Düşünme
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.11.1.3. Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.4. Çözümleme
4	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
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.11.1.5. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilme	FBAB12. Kanıt Kullanma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.14. Yorumlama

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

Bu sınav, 2026-2027 eğitim öğretim yılı 1. dönem konu-soru dağılım tablosundaki 1. ortak yazılı **Senaryo 2** 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)**: Yağın gram başına enerji değerinin (38 kJ/g) karbonhidrat ve proteininkinden (17 kJ/g) yaklaşık iki kat büyük olmasına dayanan, sınanabilir bir hipotez yazma **(2 puan)**. Örneğin "Yağ oranı yüksek olan besinin birim kütlesinin enerji değeri daha büyüktür; bu nedenle fındık içi en fazla enerjiyi verir." Bağımsız değişken: besinin yağ oranı (bileşimi) **(1 puan)**. Bağımlı değişken: besinin birim kütlesinin enerji değeri **(1 puan)**.
- 1.2 **(6 puan)**:
  - Fındık içi: 61 · 38 + 7 · 17 + 15 · 17 = 2318 + 119 + 255 = 2692 kJ **(2 puan)**
  - Kuru kayısı: 0,5 · 38 + 55 · 17 + 3,4 · 17 = 19 + 935 + 57,8 = 1011,8 kJ, yaklaşık 1012 kJ **(2 puan)**
  - Leblebi: 6 · 38 + 50 · 17 + 22 · 17 = 228 + 850 + 374 = 1452 kJ **(1 puan)**
  - Enerji değerlerinin fındık içi > leblebi > kuru kayısı şeklinde sıralandığını ve sonucun hipotezi desteklediğini belirtme **(1 puan)**. (Hipotezi farklı kuran öğrencinin hesap sonuçlarına göre hipotezini doğru biçimde destekleyip desteklemediğini belirtmesi de kabul edilir.)
- 1.3 **(5 puan)**: Sabit tutulacak değişkenlerden ikisi: besin örneğinin kütlesi, suyun kütlesi (hacmi), suyun ilk sıcaklığı, kabın türü, alev ile kap arasındaki uzaklık (2 puan; her biri 1 puan). Güvenlik önlemlerinden biri: koruyucu gözlük ve ısıya dayanıklı eldiven kullanmak, yanıcı maddelerden uzak ve iyi havalandırılan bir ortamda öğretmen gözetiminde çalışmak, besin alerjisi (ör. fındık alerjisi) olan öğrencilerin örneklerle temas etmemesini sağlamak **(1 puan)**. Nedenlerden biri: açığa çıkan ısının bir kısmının havaya ve kaba geçmesi, besinin tamamen yanmaması (is oluşması) **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

1.1. Hipotezim: "Yağ oranı yüksek olan besinin 100 gramı daha fazla enerji verir." Yağın gram başına enerji değeri karbonhidrat ve proteinin iki katından fazladır; bu nedenle fındık içinin en fazla enerjiyi vereceğini düşünüyorum. Bağımsız değişken besinin yağ oranı, bağımlı değişken besinin 100 gramının enerji değeridir.

1.2. Fındık içi: 61 · 38 + 7 · 17 + 15 · 17 = 2692 kJ. Kuru kayısı: 0,5 · 38 + 55 · 17 + 3,4 · 17 ≈ 1012 kJ. Leblebi: 6 · 38 + 50 · 17 + 22 · 17 = 1452 kJ. Yağ oranı en yüksek olan fındık içi en fazla enerjiyi verdiği için hipotezim desteklenmiştir.

1.3. Besin örneklerinin kütlesi ve kaptaki suyun kütlesi sabit tutulmalıdır. Deney koruyucu gözlükle, yanıcı maddelerden uzakta yapılmalı; fındık alerjisi olan öğrenciler örneklere dokunmamalıdır. Yanan besinin verdiği ısının bir kısmı suya değil havaya ve kaba geçtiği için suya geçen ısı hesaplanan enerji değerinden küçük çıkar.

Yanlış cevap: "Karbonhidrat oranı yüksek olan besin daha çok enerji verir." gibi verilere ve enerji değerlerine aykırı hipotezler kurmak; bağımsız değişken olarak "enerji değeri" yazmak; besin ögelerinin kütlelerini enerji değerleriyle çarpmadan toplamak (ör. fındık için 61 + 7 + 15 = 83); kontrol değişkeni olarak besinin türünü yazmak; ölçülen ısının küçük çıkmasını "termometrenin bozuk olması" ile açıklamak 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)**: Kırılan bağların (1 mol H−H ve 1 mol Cl−Cl) enerjileri toplamı 679 kJ, oluşan bağların (2 mol H−Cl) enerjileri toplamı 862 kJ **(1 puan)**. ΔH = ΣKırılan bağ enerjisi − ΣOluşan bağ enerjisi = 679 − 862 = −183 kJ **(2 puan)**. Oluşan bağların enerjileri toplamı kırılan bağlarınkinden büyük olduğu için tepkime ekzotermiktir; aradaki fark kadar (183 kJ) enerji çevreye verilir **(2 puan)**.
- 3.2 **(6 puan)**:
  - HF: ΔH = (436 + 159) − 2 · 565 = 595 − 1130 = −535 kJ **(2 puan)**
  - HBr: ΔH = (436 + 193) − 2 · 364 = 629 − 728 = −99 kJ **(2 puan)**
  - HI: ΔH = (436 + 151) − 2 · 297 = 587 − 594 = −7 kJ **(2 puan)**
- 3.3 **(4 puan)**: Genelleme: Oluşan H−X bağının enerjisi büyüdükçe tepkimede açığa çıkan ısı artar (ΔH daha negatif olur); H−X bağı güçlü olan ürün daha kararlıdır (sıralama HF > HCl > HBr > HI) **(2 puan)**. Açıklama: H−I bağı en zayıf bağ olduğu ve HI'ın oluşumu çok az ekzotermik olduğu (ΔH = −7 kJ) için HI'ı ayrıştırmak az enerji gerektirir; ısıtılan HI kolayca ayrışır. H−F bağı çok güçlü olduğu ve HF'nin oluşumunda çok fazla enerji açığa çıktığı için HF çok kararlıdır ve aynı koşullarda ayrışmaz **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

3.1. Diyagrama göre H−H ve Cl−Cl bağlarını kırmak için 679 kJ enerji gerekir, 2 mol H−Cl bağı oluşurken 862 kJ enerji açığa çıkar. ΔH = 679 − 862 = −183 kJ'dür. Oluşan bağların enerjisi kırılan bağlarınkinden büyük olduğu için tepkime ekzotermiktir.

3.2. HF: (436 + 159) − (2 · 565) = −535 kJ. HBr: (436 + 193) − (2 · 364) = −99 kJ. HI: (436 + 151) − (2 · 297) = −7 kJ.

3.3. Oluşan H−X bağının enerjisi küçüldükçe tepkimede açığa çıkan ısı azalır: HF (−535 kJ), HCl (−183 kJ), HBr (−99 kJ), HI (−7 kJ). Bağ enerjisi büyük olan bağlar daha kararlıdır. H−I bağı zayıf olduğundan HI az enerjiyle ayrışabilir; bu nedenle ısıtılınca bir kısmı H_2 ve I_2'ye ayrışır. H−F bağı çok güçlü olduğundan HF çok kararlıdır ve aynı sıcaklıkta ayrışmaz.

Yanlış cevap: ΔH'yi "oluşan bağ enerjisi − kırılan bağ enerjisi" şeklinde hesaplayıp +183 kJ bulmak ve tepkimeyi endotermik olarak belirtmek; ürün tarafında H−X bağı sayısını 1 alarak hesap yapmak (ör. HF için 595 − 565 = +30 kJ); "Bağ enerjisi büyük olan molekül kolay ayrışır." demek; HI'ın ayrışmasını yalnızca "iyot ağır bir atomdur" diye açıklamak yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

4. Doğru cevap:

- 4.1 **(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)**.
- 4.2 **(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)**.
- 4.3 **(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:

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

4.2. 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.

4.3. 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.

5. Doğru cevap:

- 5.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = \Sigma n\Delta H^\circ_f$(ürünler) − $\Sigma n\Delta H^\circ_f$(tepkenler) bağıntısını doğru kurma: [3 · (−393,5) + 4 · (−285,8)] − [(−103,8) + 5 · 0] **(2 puan)**; işlem: −1180,5 − 1143,2 + 103,8 **(2 puan)**; sonuç: ΔH° = −2219,9 kJ **(1 puan)**.
- 5.2 **(5 puan)**: −2877,5 = [4 · (−393,5) + 5 · (−285,8)] − [$\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$ + 0] eşitliğini kurma **(2 puan)**. −2877,5 = −1574 − 1429 − $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$ → $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$ = −3003 + 2877,5 = −125,5 kJ/mol **(3 puan)**.
- 5.3 **(5 puan)**: Propan: 2219,9 ÷ 44 ≈ 50,5 kJ/g; bütan: 2877,5 ÷ 58 ≈ 49,6 kJ/g **(2 puan)**. 12 kg = 12 000 g; yalnızca propan: 12 000 · 2219,9 ÷ 44 ≈ 6,05 · 10^5 kJ; yalnızca bütan: 12 000 · 2877,5 ÷ 58 ≈ 5,95 · 10^5 kJ **(2 puan)**. Karşılaştırma: Propan yaklaşık %2 daha fazla ısı verir; iki gazın gram başına yanma ısıları birbirine çok yakın olduğu için tüpteki karışım oranı açığa çıkan ısıyı çok az değiştirir **(1 puan)**.
- 5.4 **(5 puan)**: ΔH° = [3 · (−393,5) + 4 · (−241,8)] − (−103,8) = −1180,5 − 967,2 + 103,8 = −2043,9 kJ **(2 puan)**. Su gaz hâlinde oluştuğunda açığa çıkan ısı 2219,9 − 2043,9 = 176 kJ daha azdır **(1 puan)**. Neden: Su buharının entalpisi sıvı sudan yüksektir ($\Delta H^\circ_f(H_2O(g)) > \Delta H^\circ_f(H_2O(s))$); 4 mol su buharı yoğunlaşsaydı açığa çıkacak 4 · 44 = 176 kJ ısı ürünlerde kalır. Ürünlerin fiziksel hâli tepkime entalpisini değiştirir **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

5.1. ΔH° = [3 · (−393,5) + 4 · (−285,8)] − [(−103,8) + 5 · 0] = −2323,7 + 103,8 = −2219,9 kJ.

5.2. −2877,5 = [4 · (−393,5) + 5 · (−285,8)] − $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$. −2877,5 = −3003 − $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$. Buradan $\Delta H^\circ_f(C_4H_{10})$ = −125,5 kJ/mol bulunur.

5.3. Propan: 2219,9 ÷ 44 ≈ 50,5 kJ/g. Bütan: 2877,5 ÷ 58 ≈ 49,6 kJ/g. 12 kg propan yaklaşık 12 000 · 50,45 ≈ 605 000 kJ, 12 kg bütan yaklaşık 12 000 · 49,6 ≈ 595 000 kJ ısı verir. Propan biraz daha fazla ısı verir ama fark çok küçüktür; bu nedenle tüpteki propan-bütan oranı tüpten elde edilen ısıyı çok az etkiler.

5.4. ΔH° = [3 · (−393,5) + 4 · (−241,8)] − (−103,8) = −2043,9 kJ. Bu değer −2219,9 kJ'den 176 kJ daha azdır. Su buharının potansiyel enerjisi sıvı sudan yüksektir. Su sıvı hâlde oluşsaydı buharın yoğunlaşmasıyla açığa çıkacak ısı, su buhar olarak kaldığında açığa çıkmaz. Bu nedenle ürünün fiziksel hâli tepkime entalpisini etkiler.

Yanlış cevap: Hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurup +2219,9 kJ bulmak; O_2'nin oluşum entalpisine değer vermek; katsayıları kullanmamak; 5.2'de bütanın oluşum entalpisini işaret hatasıyla +125,5 kJ/mol bulmak; gram başına ısıyı molar kütleyle çarparak bulmak; 12 kg'ı grama çevirmemek; su buharı oluştuğunda daha fazla ısı açığa çıktığını yazmak ya da fiziksel hâlin tepkime entalpisini etkilemediğini söylemek yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

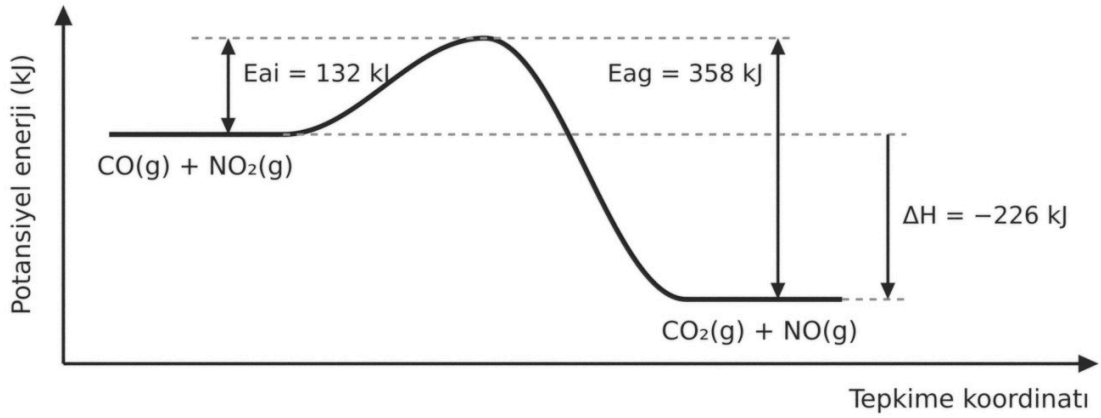
6. Doğru cevap:

- 6.1 **(6 puan)**: Ürün oluşması için çarpışmanın etkin olması, yani taneciklerin uygun geometride ve eşik değerine eşit ya da ondan büyük kinetik enerjiyle çarpışması gerektiğini belirtme **(2 puan)**. I ve III. çarpışmaların (geometri aynı, kinetik enerji farklı) yeterli enerji şartını gösterdiğini belirtme **(2 puan)**. II ve III. çarpışmaların (kinetik enerji aynı, geometri farklı) uygun geometri şartını gösterdiğini belirtme **(2 puan)**.
- 6.2 **(6 puan)**: $\Delta H = E_{ai} - E_{ag} \rightarrow -226 = 132 - E_{ag} \rightarrow E_{ag} = 358$ kJ **(2 puan)**. Grafikte tepkenlerin ürünlerden yüksek çizilmesi **(1 puan)**; E_{ai} **(1 puan)**, E_{ag} **(1 puan)** ve ΔH'nin **(1 puan)** doğru gösterilmesi.
- 6.3 **(8 puan)**: Soğuyan gazda moleküllerin kinetik enerjisi azaldığı ve eşik değerine ulaşan molekül sayısı çok az olduğu için etkin çarpışmanın hemen hemen olmadığını açıklama **(4 puan)**. İddianın yanlış olduğunu belirtme **(1 puan)**; ekzotermik tepkimelerin de başlaması için aktivasyon enerjisi gerektiğini, I. çarpışmanın ve soğuk egzoz gazının bunun kanıtı olduğunu açıklama **(3 puan)**.

Örnek doğru cevap:

6.1. Ürün oluşması için tanecikler uygun geometride ve eşik değerine ulaşan kinetik enerjiyle çarpışmalıdır. I ve III. çarpışmalarda geometri aynıdır, yalnızca kinetik enerjisi yüksek olan III. çarpışmada ürün oluşmuştur (yeterli enerji şartı). II ve III. çarpışmalarda kinetik enerji yüksektir, yalnızca uygun geometrideki III. çarpışmada ürün oluşmuştur (uygun geometri şartı).

6.2. $-226 = 132 - E_{ag}$ olduğundan $E_{ag} = 358$ kJ'dür.



6.3. Soğuyan gazda eşik değerine ulaşan molekül sayısı çok az olduğu için etkin çarpışma hemen hemen olmaz. İddia yanlıştır: Ekzotermik tepkimeler de başlamak için aktivasyon enerjisine (burada yaklaşık 132 kJ) ihtiyaç duyar; I. çarpışma ve soğuk egzoz gazı bunu gösterir.

Yanlış cevap: Her çarpışmada ürün oluşacağını söylemek; şartları karıştırmak; E_{ag}'yi −94 kJ ya da 94 kJ bulmak; ürünleri tepkenlerden yüksek çizmek; iddiayı doğru kabul etmek yanlış kabul edilir. Yetersiz, yanlış ve belirsiz cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.