KİMYA

11. SINIF

YAZILIYA HAZIRLIK

1. DÖNEM - 1. ORTAK YAZILI · SENARYO 4 · 2. SÜRÜM

TYMM 2026-2027

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. Seralarda kullanılan üre ve potasyum nitrat gibi gübreler suda çözülerek sulama suyuyla verilir. Bağlarda mantar hastalıklarına karşı kullanılan bordo bulamacı ise göztaşı, yani bakır(II) sülfat çözeltisine kireç sütü eklenerek hazırlanır. Bir grup öğrenci bu maddelerle dört deney yapmıştır. Her deneyde yalıtılmış bir kaba 200 mL sıvı konmuş, 10,0 g katı eklenip karıştırılmış ve ulaşılan en yüksek ya da en düşük sıcaklık kaydedilmiştir.

Deney	Kaptaki sıvı	Eklenen katı	Başlangıç sıcaklığı (°C)	Son sıcaklık (°C)	Gözlem
1	Su	Üre ($CO(NH_2)_2$)	21,5	18,8	Katı çözündü.
2	Su	Potasyum nitrat (KNO_3)	21,5	17,9	Katı çözündü.
3	Su	Susuz sodyum karbonat (Na_2CO_3, çamaşır sodası)	21,5	24,1	Katı çözündü.
4	Mavi renkli bakır(II) sülfat çözeltisi	Demir talaşı	21,5	28,3	Çözeltinin rengi açıldı; talaşın yüzeyinde kırmızımsı kahverengi bir katı birikti.

(Veriler kurgusaldır.)

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1.1. Öğrenciler 1, 2 ve 3. deneylerde hangi değişkenin sıcaklık üzerindeki etkisini araştırmıştır? Bu üç deneyin bağımsız ve bağımlı değişkenlerini ve sabit tutulan iki değişkeni yazınız. (4 puan)

1.2. Deney verilerini kanıt olarak kullanarak her deneydeki olayın fiziksel mi kimyasal mı, ısı alan (endotermik) mı ısı veren (ekzotermik) mi olduğunu belirtiniz. (6 puan)

1.3. Bir üretici göztaşı çözeltisini demir bir kovada hazırlamak istemektedir. 4. deneyin sonuçlarına göre bu kovanın uygun olup olmadığını iki gerekçeyle açıklayınız. Bir öğrencinin "2. deneyde potasyum nitrat suya soğukluk verdiği için su soğumuştur." açıklamasını sistem, çevre ve ısı akışı kavramlarıyla değerlendiriniz. (5 puan)

2. Bir öğrenci, maç izlerken sık tüketilen üç atıştırmalığın etiketlerini karşılaştırmıştır. Mısır cipsi mısır hamurunun yağda kızartılmasıyla, patlamış mısır ise tanelerin yağ kullanılmadan sıcak havayla patlatılmasıyla hazırlanmıştır; üçüncüsü ay çekirdeği içidir. Etiketlerdeki yaklaşık değerler tabloda verilmiştir.

Atıştırmalık (100 g)	Yağ (g)	Karbonhidrat (g)	Protein (g)
Ay çekirdeği içi	51	11	21
Mısır cipsi	23	60	8
Patlamış mısır (yağsız)	4,5	63	13

Hesaplamalarda yağ için 38 kJ/g, karbonhidrat ve protein için 17 kJ/g fizyolojik enerji değerlerini kullanınız. Karbonhidrat değerlerine lif dâhil değildir; lifin ve suyun katkısını hesaba katmayınız.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

2.1. Hazırlanma biçimleri ve bileşimleri farklı olan bu atıştırmalıkların hangisinin daha çok enerji vereceğini öngören, sınanabilir bir hipotez yazınız. Hipotezinizde neyin neye bağlı olarak değiştiğini bağımsız ve bağımlı değişken olarak gösteriniz. (4 puan)

2.2. Hipotezinizi sınamak için her atıştırmalığın 100 gramının yaklaşık enerji değerini kJ cinsinden hesaplayınız ve sonuca göre hipotezinizin desteklenip desteklenmediğini yazınız. (6 puan)

2.3. Öğrenci, enerji değerlerini deneyle karşılaştırmak için eşit kütledeki atıştırmalık örneklerini bir iğneye takıp yakarak üzerindeki deney tüpünde bulunan suyu ısıtmayı planlamaktadır. Bu deneyde sabit tutulması gereken iki değişkeni ve alınması gereken bir güvenlik önlemini yazınız. Örnek tamamen yansa bile suya geçen ısının hesaplanan enerji değerinden küçük çıkmasının nedenini açıklayınız. (5 puan)

3. Kırsal kesimdeki birçok ev kışın odunla ısınır. Yakacak odun çoğunlukla hacimle satılır; 1 ster, istif edilmiş 1 m³ odundur. Bazı ağaç türlerinin tam kuru odunlarına ait yaklaşık değerler aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Ağaç türü	Ağaç grubu	Yoğunluk (g/cm³)	1 g odunun yanma ısısı (kJ)	1 cm³ odunun yanma ısısı (kJ)
Meşe	Yapraklı	0,67	19,8	13,3
Kayın	Yapraklı	0,63	19,6	12,3
Kavak	Yapraklı	0,38	19,5	7,4
Ladin	İğne yapraklı	0,42	20,6	8,7
Göknar	İğne yapraklı	0,40	20,5	8,2

Bilgi: Tam kuru odun, içindeki suyun tamamı uzaklaştırılmış odundur. İğne yapraklı ağaçların odunlarında reçine ve lignin oranı genellikle daha yüksektir.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

3.1. Tablodaki verileri kullanarak odunların özellikleri ile enerji kaynağı olma potansiyelleri arasındaki ilişkiye yönelik iki hipotez yazınız. Her hipotezin hangi verilerle desteklendiğini belirtiniz. (6 puan)

3.2. Hipotezlerinizden birini tabloda bulunmayan iki ağaç türünün odunuyla sınayacaksınız. Bu iki odunda neyin aynı tutulması, neyin farklı olması gerektiğini örnek iki ağaç türü vererek açıklayınız. Deneyde hangi ölçümleri karşılaştıracağınızı yazınız. (4 puan)

3.3. Bir kişi "Tablodaki odunlar içinde 1 gramı en çok ısıyı veren ladindir; bu nedenle kışlık yakacak için en uygun odun ladindir." demiştir. Bu yargıyı, 1 gram odunun verdiği ısıdan başka iki ölçütü de işe katarak tartışınız. (5 puan)

4. Metan (CH_4) ile klor (Cl_2) gazlarının karışımı morötesi ışıkla aydınlatıldığında ya da yaklaşık 400 °C'a kadar ısıtıldığında metandaki hidrojen atomları klor atomlarıyla basamak basamak yer değiştirir. Bu yolla çözücü olarak kullanılan diklorometan (CH_2Cl_2) ve kloroform ($CHCl_3$) gibi maddeler üretilir. Klorlamanın ilk iki basamağı ve bu iki basamağın toplamı aşağıda verilmiştir. Tüm maddeler gaz hâlindedir.

- 1. basamak: $CH_4 + Cl{-}Cl \rightarrow CH_3Cl + H{-}Cl$
- 2. basamak: $CH_3Cl + Cl{-}Cl \rightarrow CH_2Cl_2 + H{-}Cl$
- Toplam tepkime: $CH_4 + 2Cl{-}Cl \rightarrow CH_2Cl_2 + 2H{-}Cl$

Bağ	C–H	Cl–Cl	C–Cl	H–Cl
Ortalama bağ enerjisi (kJ/mol)	414	243	339	431

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

4.1. Bağ enerjilerini kullanarak 1. basamağın, 2. basamağın ve toplam tepkimenin entalpi değişimlerini hesaplayınız. (6 puan)

4.2. Basamaklarda kırılan ve oluşan bağları karşılaştırarak metanın klorlanma basamaklarındaki ısı alışverişine ilişkin bir genelleme yazınız. Toplam tepkimenin entalpi değişiminin basamakların entalpi değişimleriyle ilişkisini belirtiniz. (5 puan)

4.3. Kloroform, diklorometanın klorla $CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow CHCl_3 + HCl$ tepkimesine girmesiyle oluşur. Bu basamağın ΔH değerini, moleküllerdeki bütün bağları tek tek hesaba katmadan kestiriniz ve bu kestirimi neye dayanarak yaptığınızı açıklayınız. 1 mol metandaki hidrojen atomlarının tamamı klorla yer değiştirip karbon tetraklorür (CCl_4) oluşursa toplam ne kadar ısı açığa çıkacağını tahmin ediniz. (5 puan)

4.4. 1. basamak için deneysel olarak belirlenen entalpi değişimi yaklaşık −100 kJ'dür. 4.1'de bu basamak için bulduğunuz değerin deneysel değerden farklı olmasının nedenini açıklayınız. (4 puan)

5. Akülerde ve metal işlemede kullanılan sülfürik asit (H_2SO_4), temas yöntemiyle üç basamakta üretilir: Kükürt yakılarak kükürt dioksit (SO_2) elde edilir; SO_2 katalizör eşliğinde oksijenle kükürt triokside (SO_3) dönüştürülür; SO_3 de suyla birleşerek sülfürik asidi oluşturur. Tesislerde SO_3 derişik sülfürik aside verilir, ancak toplam değişim yine aynıdır. Açığa çıkan ısıyla buhar üretilir.

Madde	$SO_2(g)$	$SO_3(g)$	$H_2O(s)$	H_2SO_4(suda)
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−296,8	−395,7	−285,8	−909,3

(Elementlerin standart oluşum entalpileri sıfırdır. H_2SO_4(suda): çok seyreltik sulu çözelti.)

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. (H_2SO_4: 98 g/mol)

5.1. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. (5 puan)

5.2. $SO_3(g) + H_2O(s) \rightarrow H_2SO_4(s)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisi −132,5 kJ'dür. Buna göre sıvı sülfürik asidin standart oluşum entalpisini hesaplayınız. (5 puan)

5.3. Kükürtten başlanarak 1 mol sıvı sülfürik asit üretilirken üç basamakta açığa çıkan toplam ısıyı ve 1 g sülfürik asit başına düşen ısıyı hesaplayınız. 1 ton sülfürik asit üretiminde açığa çıkan ısıyı bulunuz ve bu ısıya en çok katkı yapan basamağı belirtiniz. (5 puan)

5.4. Derişik sülfürik asit çok miktarda suyla seyreltilirken $H_2SO_4(s) \rightarrow H_2SO_4$(suda) değişimi olur. Bu değişimin entalpi değişimini hesaplayıp asidin hâlinin entalpiyi nasıl etkilediğini belirtiniz. Seyreltmede neden asidin suya azar azar eklendiğini, suyun asidin üzerine dökülmediğini açıklayınız. (5 puan)

6. Karbon monoksit (CO) ve hidrojen (H_2) karışımı olan su gazı, amonyak ve metanol üretiminde ham madde olarak kullanılır. Su gazı, kok kömürünün su buharıyla $C(k) + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$ $\Delta H = +131{,}3$ kJ tepkimesine girmesiyle elde edilir. Bir mühendisin bu tepkimeyle ilgili notları aşağıdadır.

Not	Gözlem ya da bilgi
A	Oda sıcaklığında su buharıyla temas hâlinde uzun süre bekletilen kok kömüründe CO ve H_2 oluşmaz.
B	Kok kömüründe karbon atomları birbirine güçlü kovalent bağlarla bağlıdır. Su molekülündeki O−H bağının enerjisi 464 kJ/mol'dür.
C	Kok, üzerine hava üflenerek yakılıp yaklaşık 1000 °C'a kadar ısıtılır; kızgın kokun üzerinden su buharı geçirilince CO ve H_2 oluşur.
D	Su buharı geçirildikçe kokun sıcaklığı düşer ve gaz oluşumu yavaşlar. Bu yüzden buhar birkaç dakikada bir kesilir ve koka yeniden hava üflenerek ısıtılır.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

6.1. Oda sıcaklığında su molekülleri kokun yüzeyine sürekli çarptığı hâlde ürün oluşmamasını A ve B notlarına dayanarak çarpışma teorisiyle açıklayınız. (5 puan)

6.2. C notuna göre tepkime hangi koşulda gerçekleşmektedir? Kokun ısıtılmasıyla etkin çarpışmaların nasıl başladığını eşik değeri (eşik enerjisi) kavramını kullanarak açıklayınız. (5 puan)

6.3. Su gazı tepkimesinin potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğini çizip üzerinde E_{ai} (ileri aktivasyon enerjisi), E_{ag} (geri aktivasyon enerjisi) ve ΔH'yi işaretleyiniz; hangisinin daha büyük olduğunu belirtiniz. Kokun dönüşümlü olarak yeniden ısıtılması gerekliliğini (D) tepkimenin ısı alan bir tepkime olmasıyla açıklayınız. (5 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.11.1.5. 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*	*20*	*20*	*15*	***100***

Bu sınav, 2026-2027 eğitim öğretim yılı 1. dönem konu-soru dağılım tablosundaki 1. ortak yazılı **Senaryo 4** dağılımına göre, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli 11. sınıf öğretim programı esas alınarak hazırlanmıştır. Bu kâğıt, aynı senaryonun 2. sürümüdür: öğrenme çıktıları, soru sayısı ve puanlar 1. sürümle aynı, sorular farklıdır. 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 (çözeltinin) sıcaklık değişimi ya da son sıcaklığı **(1 puan)**. Sabit tutulan değişkenler: suyun hacmi (200 mL), katının kütlesi (10,0 g), suyun başlangıç sıcaklığı (21,5 °C), kabın türü, karıştırma biçimi ve kullanılan termometre gibi değişkenlerden ikisi (2 puan; her biri 1 puan).
- 1.2 **(6 puan)**: 1, 2 ve 3. deneylerde katıların yalnızca çözündüğünü, yeni madde oluşmadığı için bu olayların fiziksel olduğunu; 4. deneyde çözeltinin renginin açılmasının ve kırmızımsı kahverengi yeni bir katının (bakır) birikmesinin yeni madde oluştuğunu gösterdiğini, bu nedenle olayın kimyasal olduğunu belirtme **(2 puan)**. 1. deneyde **(1 puan)** ve 2. deneyde **(1 puan)** sıcaklık düştüğü için olayların endotermik; 3. deneyde **(1 puan)** ve 4. deneyde **(1 puan)** sıcaklık yükseldiği için olayların ekzotermik olduğunu belirtme. "Isı alan/ısı veren" ya da "endotermik/ekzotermik" ifadelerinin ikisi de kabul edilir.
- 1.3 **(5 puan)**: Demir kovanın uygun olmadığını belirterek şu iki gerekçeyi yazma: Demir, göztaşı çözeltisiyle kimyasal tepkimeye girer; kova zamanla aşınır ve delinebilir **(1 puan)**. Çözeltideki bakır, demirin yüzeyinde katı bakır olarak birikir; çözeltideki bakır azaldığı için (rengin açılması bunun kanıtıdır) ilacın etkisi azalır **(1 puan)**. Yerine plastik, tahta ya da toprak kap önermek doğrudur, ancak gerekçe yerine geçmez. Değerlendirme: Açıklamanın yanlış olduğunu, "soğukluk" diye aktarılan bir şey olmadığını, aktarılan enerjinin ısı olduğunu belirtme; çözünen potasyum nitratın (sistem) sudan ve kaptan (çevre) ısı aldığını, ısının çevreden sisteme aktığını, bu nedenle sistemin enerjisinin arttığını, suyun enerjisinin azaldığını ve termometrenin suyun (çevrenin) soğumasını gösterdiğini açıklama **(3 puan)**. Isının sudan potasyum nitrata aktığını doğru yazıp sistem ile çevrenin enerji değişimini belirtmeyen cevap bu ölçütten 2 puan alır.

Örnek doğru cevap:

1.1. Öğrenciler suda çözünen katının türünün suyun sıcaklığına etkisini araştırmıştır. Bağımsız değişken katının türü, bağımlı değişken suyun sıcaklık değişimidir. Suyun hacmi (200 mL) ve eklenen katının kütlesi (10,0 g) sabit tutulmuştur.

1.2. 1, 2 ve 3. deneylerde katılar yalnızca çözünmüştür; yeni madde oluşmadığı için olaylar fizikseldir. Sıcaklık 1. ve 2. deneylerde düştüğü için bu olaylar endotermik, 3. deneyde yükseldiği için ekzotermiktir. 4. deneyde renk açılmış ve kırmızımsı kahverengi bir katı oluşmuştur; olay kimyasaldır ve sıcaklık yükseldiği için ekzotermiktir.

1.3. Demir kova uygun değildir. Demir göztaşı çözeltisiyle tepkimeye girdiği için kova aşınır ve delinebilir; ayrıca çözeltideki bakır demirin üzerinde katı hâlde birikir, ilacın etkisi düşer. Öğrencinin açıklaması yanlıştır; aktarılan şey "soğukluk" değil ısıdır. Çözünen potasyum nitrat (sistem) sudan (çevre) ısı alır; sistemin enerjisi artar, suyun enerjisi azalır ve termometre suyun soğumasını gösterir.

Bilgi: Göztaşı çözeltisi demir ya da galvanizli kapta değil; plastik, tahta ya da toprak kapta hazırlanır. Susuz sodyum karbonat suda çözünürken ısı verir, on molekül su içeren kristal hâli ise ısı alır.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: bağımsız değişken olarak "sıcaklık", bağımlı değişken olarak "katının türü" yazmak; çözünmeleri kimyasal olay ya da 4. deneydeki tepkimeyi fiziksel olay olarak sınıflandırmak; sıcaklığı düşen deneyleri ekzotermik, sıcaklığı yükselen deneyleri endotermik olarak belirtmek; demir kovayı uygun bulmak; potasyum nitratın suya "soğukluk" verdiğini kabul etmek; endotermik olayda sistemin enerjisinin azaldığını yazmak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

2. Doğru cevap:

- 2.1 **(4 puan)**: Yağın gram başına enerji değerinin (38 kJ/g) karbonhidrat ve proteininkinin (17 kJ/g) iki katından fazla olmasına ya da yağda kızartmanın yağ oranını artırmasına dayanan, sınanabilir bir hipotez yazma **(2 puan)**. Örneğin "Yağ oranı yüksek olan atıştırmalığın 100 gramının enerji değeri daha büyüktür; bu nedenle ay çekirdeği içi en çok, yağsız patlamış mısır en az enerji verir." ya da "Yağda kızartılarak hazırlanan mısır cipsinin enerji değeri, yağsız patlamış mısırınkinden büyüktür." Bağımsız değişken: atıştırmalığın yağ oranı (bileşimi ya da hazırlanma biçimi) **(1 puan)**. Bağımlı değişken: atıştırmalığın 100 gramının enerji değeri **(1 puan)**.
- 2.2 **(6 puan)**:
  - Ay çekirdeği içi: 51 · 38 + 11 · 17 + 21 · 17 = 1938 + 187 + 357 = 2482 kJ **(2 puan)**
  - Mısır cipsi: 23 · 38 + 60 · 17 + 8 · 17 = 874 + 1020 + 136 = 2030 kJ **(2 puan)**
  - Patlamış mısır: 4,5 · 38 + 63 · 17 + 13 · 17 = 171 + 1071 + 221 = 1463 kJ **(1 puan)**
  - Enerji değerlerinin ay çekirdeği içi > mısır cipsi > patlamış mısır şeklinde sıralandığını ve sonucun yağ oranına dayanan hipotezi desteklediğini belirtme **(1 puan)**. Hipotezini farklı kuran öğrencinin, hesap sonuçlarına göre hipotezinin desteklenip desteklenmediğini doğru belirtmesi de kabul edilir.
- 2.3 **(5 puan)**: Sabit tutulacak değişkenlerden ikisi: örneğin kütlesi, tüpteki suyun kütlesi (hacmi), suyun ilk sıcaklığı, tüpün türü ve büyüklüğü, alev ile tüp arasındaki uzaklık (2 puan; her biri 1 puan). Güvenlik önlemlerinden biri **(1 puan)**: koruyucu gözlük takmak; uzun saçları toplamak; yanan örneği elle tutmamak; çevrede yanıcı madde bulundurmamak; sıcak tüpü maşayla tutmak; yangın battaniyesi bulundurmak; deney örneklerini yememek; besin alerjisi olanların örneklere dokunmamasını sağlamak. Neden **(2 puan)**: Açığa çıkan ısının tamamı suya geçmez; bir kısmı çevredeki havaya, deney tüpünün camına, iğneye ve termometreye geçer. Isının bir kısmının suyun buharlaşmasına harcandığını yazan cevap da kabul edilir.

Örnek doğru cevap:

2.1. Mısır cipsi yağda kızartıldığı için yağ oranı patlamış mısırınkinden yüksektir; yağın gram başına enerji değeri de karbonhidrat ve proteininkinin iki katından fazladır. Hipotezim: "Atıştırmalığın yağ oranı arttıkça 100 gramının enerji değeri artar; en çok enerjiyi ay çekirdeği içi, en azını yağsız patlamış mısır verir." Bağımsız değişken atıştırmalığın yağ oranı, bağımlı değişken 100 gramının enerji değeridir.

2.2. Ay çekirdeği içi: 51 · 38 + 11 · 17 + 21 · 17 = 2482 kJ. Mısır cipsi: 23 · 38 + 60 · 17 + 8 · 17 = 2030 kJ. Patlamış mısır: 4,5 · 38 + 63 · 17 + 13 · 17 = 1463 kJ. Sıralama yağ oranı sıralamasıyla aynıdır; hipotezim desteklenmiştir.

2.3. Örneklerin kütlesi ve tüpteki suyun kütlesi sabit tutulmalıdır. Koruyucu gözlük takılmalıdır. Örnek tamamen yansa bile açığa çıkan ısının bir kısmı havaya, tüpün camına ve termometreye geçtiği için suya geçen ısı hesaplanandan küçük çıkar.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: "Karbonhidrat oranı yüksek olan atıştırmalık 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. ay çekirdeği içi için 51 + 11 + 21 = 83); kontrol değişkeni olarak atıştırmalığın türünü yazmak; soruda örneğin tamamen yandığı belirtildiği hâlde farkı "tam yanmama" ya da "termometrenin bozuk olması" ile açıklamak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

3. Doğru cevap:

- 3.1 **(6 puan)**: Her hipotez için değişkenler arasındaki ilişkiyi sınanabilir biçimde belirten hipotez cümlesi **(2 puan)** ve dayandığı verilerin yazılması **(1 puan)**. Hipotez 1 **(3 puan)**: "Odunun yoğunluğu arttıkça aynı hacimdeki odunun yanmasıyla açığa çıkan ısı artar." Dayanak: Yoğunluk sıralaması (meşe > kayın > ladin > göknar > kavak) ile 1 cm³ odunun yanma ısısı sıralaması (13,3 > 12,3 > 8,7 > 8,2 > 7,4 kJ) aynıdır. Hipotez 2 **(3 puan)**: "İğne yapraklı ağaçların odunlarının 1 gramı, yapraklı ağaçlarınkinden daha fazla ısı verir." ya da "Reçine ve lignin oranı yüksek odunların 1 gramının yanma ısısı daha büyüktür." Dayanak: Ladin ve göknarın 1 gramının yanma ısısı (20,6 ve 20,5 kJ), yapraklı ağaçlarınkinden (19,5-19,8 kJ) büyüktür. "Odunun 1 gramının yanma ısısı yoğunluğuna bağlı değildir." gibi verilerle tutarlı başka hipotezler de kabul edilir.
- 3.2 **(4 puan)**: İki odunun sınanan değişken dışındaki özellikler bakımından (nem durumu, örnek kütlesi ya da hacmi, sınanmayan diğer özellik) benzer, yalnızca sınanan değişken bakımından farklı olması gerektiğini açıklama **(2 puan)**. Uygun örnek **(1 puan)**: Hipotez 2 için yoğunlukları birbirine yakın, biri iğne yapraklı biri yapraklı iki ağaç (ör. Toros sediri ve ıhlamur); Hipotez 1 için aynı gruptan, yoğunlukları belirgin biçimde farklı iki ağaç (ör. gürgen ve ıhlamur). Tutarlı başka örnekler de kabul edilir. Karşılaştırılacak veri **(1 puan)**: Hipotez 2 için iki tam kuru odunun 1 gramının yanma ısısı; Hipotez 1 için eşit hacimdeki (ör. 1 cm³) tam kuru örneklerin yanma ısısı.
- 3.3 **(5 puan)**: Yargının yalnızca 1 g odunun yanma ısısına dayandığı için eksik olduğunu belirtme **(1 puan)**. Şu ölçütlerden ikisini ladinle ilişkilendirerek açıklama (4 puan; her biri 2 puan): Hacim ve depolama (Ladinin 1 cm³'ü 8,7 kJ, meşeninki 13,3 kJ ısı verir; sterle alınan ladinden daha az ısı elde edilir, aynı ısı için daha büyük depo gerekir ve soba daha sık doldurulur.) Maliyet ve temin (fiyat, yörede bulunabilirlik, taşıma masrafı). Çevresel etki ve sürdürülebilirlik (ormanın yenilenme hızı, izinli ve planlı kesim, duman ve partikül madde). Odunun kuruluğu (kurutulmamış odun daha az ısı ve daha çok duman verir).

Örnek doğru cevap:

3.1. Hipotez 1: Odunun yoğunluğu arttıkça aynı hacimdeki odunun verdiği ısı artar; yoğunluk ve 1 cm³ başına ısı sıralamaları aynıdır (meşe > kayın > ladin > göknar > kavak). Hipotez 2: İğne yapraklı ağaçların odunlarının 1 gramı, yapraklı ağaçlarınkinden daha fazla ısı verir; ladin ve göknarda 20,5-20,6 kJ, yapraklılarda 19,5-19,8 kJ'dür.

3.2. Hipotez 2'yi sınamak için yoğunlukları birbirine yakın, biri iğne yapraklı biri yapraklı iki ağacın tam kuru odunları seçilmelidir. Örneğin Toros sediri ile ıhlamur odunlarının 1 gramlarının yanma ısıları karşılaştırılabilir.

3.3. Yargı yalnızca 1 gramın verdiği ısıya baktığı için eksiktir. Ladinin 1 cm³'ü 8,7 kJ, meşeninki 13,3 kJ ısı verir; sterle satılan ladinden daha az ısı alınır, depoda daha çok yer kaplar ve soba daha sık doldurulur. Ayrıca odunun fiyatı, yörede bulunabilirliği ve ormanın yenilenme hızı da dikkate alınmalıdır.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: "Bazı odunlar daha iyi yanar." gibi değişken içermeyen, sınanamayan ifadeleri ya da "Yoğunluğu büyük odunun 1 gramı daha çok ısı verir." gibi verilere aykırı ifadeleri hipotez olarak yazmak; sınama için hem grubu hem yoğunluğu farklı iki odun (ör. meşe ve ladin) seçmek ya da nem durumunu kontrol etmemek; yargıyı yalnızca "Ladin en çok ısıyı verdiği için doğrudur." diyerek onaylamak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

4. Doğru cevap:

- 4.1 **(6 puan)**: ΔH = ΣKırılan bağ enerjisi − ΣOluşan bağ enerjisi. 1. basamak: (414 + 243) − (339 + 431) = 657 − 770 = −113 kJ **(2 puan)**. 2. basamak: (414 + 243) − (339 + 431) = 657 − 770 = −113 kJ **(2 puan)**. Toplam tepkime: (2 · 414 + 2 · 243) − (2 · 339 + 2 · 431) = 1314 − 1540 = −226 kJ **(2 puan)**. Moleküllerdeki tüm bağlar yazılarak yapılan hesaplama da aynı sonucu verir ve tam puan alır.
- 4.2 **(5 puan)**: Genelleme: Her basamakta bir C−H ve bir Cl−Cl bağı kırılır, bir C−Cl ve bir H−Cl bağı oluşur; oluşan bağların enerjileri toplamı (770 kJ) kırılanlarınkinden (657 kJ) büyük olduğu için klorlama basamakları ekzotermiktir ve ortalama bağ enerjileriyle her basamakta yaklaşık aynı miktarda (113 kJ) ısı açığa çıkar **(3 puan)**. İlişki: ΔH(toplam) = ΔH(1. basamak) + ΔH(2. basamak), yani −226 = (−113) + (−113); toplam tepkime iki basamağın art arda gerçekleşmesine eş değerdir **(2 puan)**.
- 4.3 **(5 puan)**: Bu tepkimede de bir C−H ve bir Cl−Cl bağı kırılıp bir C−Cl ve bir H−Cl bağı oluştuğu, moleküldeki diğer bağlar değişmediği için ΔH'nin yaklaşık −113 kJ olacağını tahmin etme (3 puan; tahmin 1 puan, gerekçe 2 puan). CCl_4 oluşumu dört basamakta gerçekleşir; 4 · 113 ≈ 452 kJ ısı açığa çıkar (ΔH ≈ −452 kJ) **(2 puan)**.
- 4.4 **(4 puan)**: Tablodaki değerlerin aynı tür bağın farklı moleküllerdeki enerjilerinin ortalaması olduğunu; bir bağın enerjisinin bulunduğu moleküle göre değiştiğini (ör. CH_4'teki C−H bağı ile CH_3Cl'deki C−H bağının enerjileri aynı değildir), 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. 1. basamak: 657 − 770 = −113 kJ. 2. basamak: 657 − 770 = −113 kJ. Toplam tepkime: 1314 − 1540 = −226 kJ.

4.2. Her basamakta bir C−H ve bir Cl−Cl bağı kırılır, bir C−Cl ve bir H−Cl bağı oluşur. Oluşan bağların enerjileri toplamı kırılanlarınkinden büyük olduğu için basamakların hepsi ekzotermiktir ve her birinde yaklaşık 113 kJ ısı açığa çıkar. Toplam tepkimenin entalpi değişimi iki basamağınkinin toplamıdır: −113 + (−113) = −226 kJ.

4.3. Kloroform oluşurken de yalnızca bir C−H ve bir Cl−Cl bağı kırılıp bir C−Cl ve bir H−Cl bağı oluşur; diğer bağlar değişmediği için ΔH yaklaşık −113 kJ'dür. Dört hidrojenin tamamı klorla yer değiştirirse 4 · 113 = 452 kJ ısı açığa çıkar.

4.4. Tablodaki bağ enerjileri, aynı tür bağın farklı moleküllerdeki enerjilerinin ortalamasıdır. Bir bağın enerjisi bulunduğu moleküle göre biraz değiştiği için hesaplanan −113 kJ, deneysel değer olan yaklaşık −100 kJ'den farklıdır.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: ΔH'yi "oluşan − kırılan" şeklinde hesaplayıp pozitif değerler bulmak; basamaklarda H−Cl bağının oluşumunu ya da Cl−Cl bağının kırılmasını hesaba katmamak; toplam tepkimede bağ sayılarını iki katına çıkarmamak; klorlamayı endotermik olarak genellemek; molekül büyüdükçe ya da klor sayısı arttıkça basamağın ΔH'sinin de büyüyeceğini tahmin etmek; CCl_4 için yalnızca −113 kJ yazmak; farkı "ölçüm hatası" ile açıklamak. 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: 2 · (−395,7) − [2 · (−296,8) + 0] **(2 puan)**; işlem: −791,4 + 593,6 **(2 puan)**; sonuç: ΔH° = −197,8 kJ **(1 puan)**.
- 5.2 **(5 puan)**: −132,5 = $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ − [(−395,7) + (−285,8)] eşitliğini kurma **(2 puan)**. −132,5 = $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ + 681,5 → $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ = −814,0 kJ/mol **(3 puan)**.
- 5.3 **(5 puan)**: Basamaklar: $S(k) + O_2(g) \rightarrow SO_2(g)$ için −296,8 kJ; $SO_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow SO_3(g)$ için −98,9 kJ (5.1'deki değerin yarısı); $SO_3(g) + H_2O(s) \rightarrow H_2SO_4(s)$ için −132,5 kJ. Toplam 296,8 + 98,9 + 132,5 = 528,2 kJ ısı açığa çıkar [$\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s)) - \Delta H^\circ_f(H_2O(s))$ = −814,0 + 285,8 = −528,2 kJ olarak da bulunabilir]; 1 g için 528,2 ÷ 98 ≈ 5,4 kJ **(2 puan)**. 1 ton = 10^6 g → 10^6 ÷ 98 ≈ 10 204 mol; 10 204 · 528,2 ≈ 5,39 · 10^6 kJ (ya da 10^6 · 5,39 ≈ 5,4 · 10^6 kJ) **(2 puan)**. En büyük katkı kükürdün yanmasından gelir (296,8 kJ, toplamın yaklaşık %56'sı) **(1 puan)**.
- 5.4 **(5 puan)**: $\Delta H = \Delta H^\circ_f(H_2SO_4(suda)) - \Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ = −909,3 − (−814,0) = −95,3 kJ **(2 puan)**. Sülfürik asidin sulu çözeltisinin entalpisi sıvı hâlinin entalpisinden düşüktür; seyreltme ekzotermiktir, yani maddenin bulunduğu hâl (sıvı ya da sulu çözelti) entalpiyi değiştirir **(1 puan)**. Açıklama: Seyreltmede çok fazla ısı açığa çıkar. Asit çok miktardaki suya azar azar ve karıştırılarak eklenirse açığa çıkan ısı büyük kütledeki suya dağılır, sıcaklık az artar. Derişik asidin üzerine su dökülürse az miktardaki su açığa çıkan ısıyla aniden kaynayabilir ve asit çevreye sıçrayarak ciddi yanıklara yol açabilir **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

5.1. ΔH° = 2 · (−395,7) − [2 · (−296,8) + 0] = −791,4 + 593,6 = −197,8 kJ.

5.2. −132,5 = $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ − [(−395,7) + (−285,8)]. −132,5 = $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ + 681,5. Buradan $\Delta H^\circ_f(H_2SO_4(s))$ = −814,0 kJ/mol bulunur.

5.3. Kükürdün yanmasında 296,8 kJ, SO_2'nin SO_3'e dönüşmesinde 197,8 ÷ 2 = 98,9 kJ, SO_3'ün suyla birleşmesinde 132,5 kJ ısı açığa çıkar; toplam 528,2 kJ'dür. 1 g sülfürik asit için 528,2 ÷ 98 ≈ 5,4 kJ, 1 ton için yaklaşık 5,4 · 10^6 kJ ısı açığa çıkar. En büyük katkı kükürdün yanmasından gelir.

5.4. ΔH = −909,3 − (−814,0) = −95,3 kJ. Sulu çözeltinin entalpisi sıvı asidinkinden düşüktür; seyreltme sırasında ısı açığa çıkar. Asit suya azar azar eklenince bu ısı çok miktardaki suya dağılır. Su asidin üzerine dökülürse az miktardaki su aniden kaynar ve asidi çevreye sıçratabilir. Bu işlem koruyucu gözlük, eldiven ve önlükle yapılmalıdır.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurup +197,8 kJ bulmak; O_2'nin oluşum entalpisine değer vermek; katsayıları kullanmamak; 5.2'de sülfürik asidin oluşum entalpisini işaret hatasıyla +814,0 kJ/mol ya da +549,0 kJ/mol bulmak; 5.3'te SO_2'nin yükseltgenmesi için 1 mol H_2SO_4 başına 197,8 kJ almak; gram başına ısıyı molar kütleyle çarparak bulmak; 1 tonu grama çevirmemek; seyreltmenin ısı aldığını ya da maddenin hâlinin entalpiyi etkilemediğini yazmak; suyun asidin üzerine dökülebileceğini savunmak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

6. Doğru cevap:

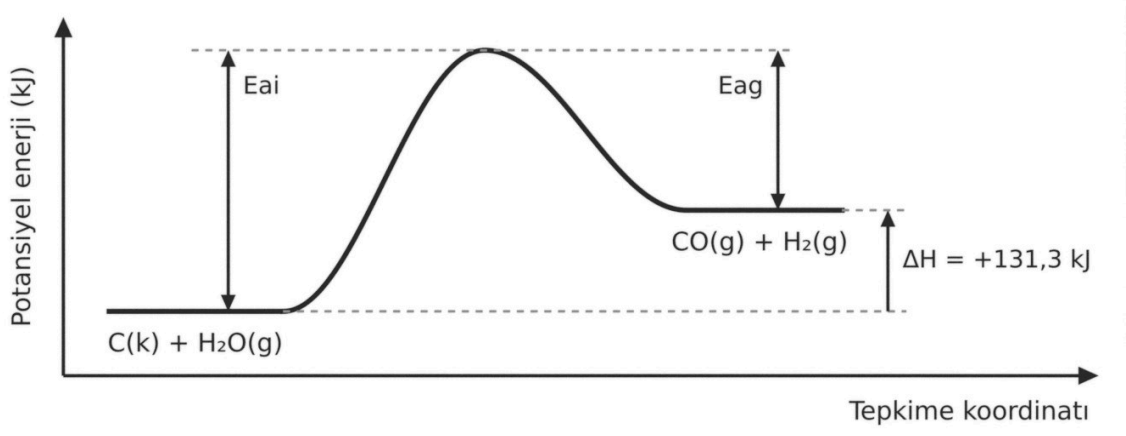
- 6.1 **(5 puan)**: Her çarpışmanın ürün vermediğini; ürün için çarpışan taneciklerin uygun geometride olması ve kinetik enerjilerinin eşik değerine ulaşması (etkin çarpışma) gerektiğini belirtme **(2 puan)**. Koktaki karbon atomları arasındaki bağlar ve sudaki O−H bağları güçlü olduğundan bu bağları kırmak için çok enerji gerektiğini, yani tepkimenin aktivasyon enerjisinin yüksek olduğunu belirtme **(2 puan)**. Oda sıcaklığında su moleküllerinin kinetik enerjisi eşik değerine ulaşmadığı için çarpışmaların etkin olmadığını açıklama **(1 puan)**.
- 6.2 **(5 puan)**: Tepkimenin yalnızca çok yüksek sıcaklıkta, kok kızgın hâldeyken gerçekleştiği çıkarımı **(2 puan)**. Sıcaklık arttıkça taneciklerin ortalama kinetik enerjisinin ve eşik değerine ulaşan tanecik sayısının arttığını, böylece etkin çarpışmalar gerçekleşerek CO ve H_2 oluştuğunu açıklama **(3 puan)**.
- 6.3 **(5 puan)**: Grafikte ürünlerin (CO + H_2) tepkenlerden yüksek çizilmesi; E_{ai}, E_{ag} ve ΔH'nin doğru gösterilmesi **(3 puan)**. $E_{ai} > E_{ag}$ olduğunu belirtme **(1 puan)**. Tepkimenin ısıyı kızgın koktan aldığı için kokun soğuduğunu; endotermik bir tepkimenin sürmesi için sürekli enerji verilmesi gerektiğinden kok yeniden ısıtılmadıkça tepkimenin yavaşlayıp durduğunu açıklama **(1 puan)**. Sıcaklık düştükçe eşik değerine ulaşan tanecik sayısının azaldığını ekleyen cevap da kabul edilir; ancak bu ölçütten puan almak için tepkimenin kokun ısısını harcayarak onu soğuttuğu belirtilmelidir.

Örnek doğru cevap:

6.1. Her çarpışma ürün vermez; ürün için tanecikler uygun geometride çarpışmalı ve kinetik enerjileri eşik değerine ulaşmalıdır. Koktaki karbon atomları arasındaki bağlar ve sudaki O−H bağları güçlüdür; bu bağları kırmak için çok enerji gerekir, yani aktivasyon enerjisi yüksektir. Oda sıcaklığında su moleküllerinin kinetik enerjisi bu eşiğe ulaşmadığı için çarpışmalar etkin olmaz.

6.2. Tepkime yalnızca kok çok yüksek sıcaklıktayken gerçekleşir. Sıcaklık arttıkça eşik değerine ulaşan tanecik sayısı artar, etkin çarpışmalar olur ve CO ile H_2 oluşur.

6.3. Tepkime endotermik olduğundan ürünlerin potansiyel enerjisi tepkenlerinkinden yüksektir ve $E_{ai} > E_{ag}$'dir. Tepkime gerekli ısıyı kızgın koktan aldığı için kok soğur. Endotermik tepkimenin sürmesi için sürekli enerji gerekir; bu nedenle kok yeniden ısıtılmadıkça gaz oluşumu yavaşlayıp durur.



Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: "Su molekülleri kömüre hiç çarpmaz." demek; sıcaklık artışının aktivasyon enerjisini düşürdüğünü yazmak; grafikte ürünleri tepkenlerden düşük çizmek ya da E_{ag}'yi E_{ai}'den büyük göstermek; endotermik tepkimenin başladıktan sonra kendiliğinden süreceğini söylemek; kokun soğumasını yalnızca "buharın soğuk olması" ile açıklamak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.