KİMYA

11. SINIF

YAZILIYA HAZIRLIK

1. DÖNEM - 1. ORTAK YAZILI · SENARYO 1 · 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. 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.

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

2.2. 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)

2.3. 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)

3. Hayvan gübresi ve gıda atıkları havasız ortamda bakterilerce ayrıştırılınca başlıca metan (CH_4) ve karbon dioksitten (CO_2) oluşan biyogaz elde edilir; metan oranı atığa göre değişir. Bir teknisyen, farklı atıklardan elde edilen dört biyogaz örneğinin her birinden 1,0 L'yi aynı bekte yakarak içinde 250 g su bulunan bir kabı ısıtmış ve suyun sıcaklık artışını ölçmüştür. Gaz hacimleri aynı sıcaklık ve basınçta ölçülmüştür.

Biyogaz örneği (1,0 L)	Hacimce metan oranı (%)	Suyun sıcaklık artışı (°C)
A	50	5,4
B	55	6,0
C	62	6,8
D	68	7,4

(Veriler kurgusaldır.)

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

3.1. Tablodaki verilerden yararlanarak biyogazdaki metan oranının biyogazın yakıt değerini nasıl etkilediğine dair sınanabilir bir hipotez yazınız. Bu hipotezi daha güvenilir sonuç verecek biçimde sınamak için örneklerde ya da deney düzeneğinde yapılabilecek bir değişiklik öneriniz. (5 puan)

3.2. Suyun öz ısısını 4,18 J/g·°C alarak A ve D örneklerinin her birinden suya aktarılan ısıyı $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ bağıntısıyla bulunuz. Aynı hacimdeki A örneğinin daha az ısı vermesinin nedenini açıklayınız. (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. Isıyı kimyasal bağlarda depolayıp gerektiğinde geri veren sistemler üzerinde çalışılmaktadır. Bu sistemlerden birinde katı magnezyum hidroksit ($Mg(OH)_2$) yaklaşık 350 °C'a kadar ısıtılarak magnezyum oksit (MgO) ve su buharına ayrıştırılır. Isıya ihtiyaç duyulduğunda MgO, su buharıyla yeniden tepkimeye sokulur. Bu tepkimelerdeki maddelerin standart oluşum entalpileri tabloda verilmiştir.

Madde	$Mg(OH)_2(k)$	$MgO(k)$	$H_2O(g)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−924,5	−601,7	−241,8

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. (MgO: 40 g/mol, $Mg(OH)_2$: 58 g/mol)

5.1. $MgO(k) + H_2O(g) \rightarrow Mg(OH)_2(k)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. 1 g MgO bu tepkimeye göre tamamen tepkimeye girdiğinde açığa çıkan ısıyı bulunuz. (5 puan)

5.2. $Mg(OH)_2(k) \rightarrow MgO(k) + H_2O(g)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisini tahmin ederek tepkimenin ısı alan mı ısı veren mi olduğunu belirtiniz. Sistemdeki 5,8 kg $Mg(OH)_2$'in tamamen ayrışması için en az ne kadar enerji gerektiğini hesaplayınız. Bu sistemle güneş enerjisinin depolanabilmesi için bu enerjinin nasıl sağlanması gerektiğini yazınız. (5 puan)

6. Poşet, şişe ve boru gibi birçok plastik ürünün ham maddesi etilendir (C_2H_4). Etilen, etan gibi hidrokarbonların su buharıyla birlikte fırınların içinden geçen borularda yaklaşık 800 °C'a kadar ısıtılmasıyla elde edilir. Bu işlemde etan, $C_2H_6(g) \rightarrow C_2H_4(g) + H_2(g)$ tepkimesine göre parçalanır. Fırınlar yakıt yakılarak ısıtılır. Bazı maddelerin standart oluşum entalpileri tabloda verilmiştir.

Madde	$C_2H_6(g)$	$C_2H_4(g)$	$H_2(g)$	$O_2(g)$	$CO_2(g)$	$H_2O(g)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−84,7	+52,3	0	0	−393,5	−241,8

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız. (C_2H_4: 28 g/mol)

6.1. Etanın parçalanma tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. Tepkimenin ısı alan mı ısı veren mi olduğunu belirterek tepken ile ürünlerin toplam entalpilerini karşılaştırınız. (5 puan)

6.2. Fırında gereken ısının, etanın bir kısmının $C_2H_6(g) + 7/2O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(g)$ tepkimesine göre yakılmasıyla sağlandığını ve ısı kaybı olmadığını varsayınız. 28 kg etilen üretmek için en az kaç mol etan yakılması gerektiğini hesaplayınız. (5 puan)

6.3. 6.2'deki üretimde açığa çıkan CO_2'nin kaç molünün parçalanma tepkimesinden, kaç molünün fırın yakıtından kaynaklandığını bulunuz. Bir mühendis, fırında etan yerine parçalanma sırasında oluşan hidrojenin yakılmasını önermiştir. Bu önerinin gereken ısıyı karşılayıp karşılamayacağını ve CO_2 salımına etkisini hesaba dayanarak değerlendiriniz. (5 puan)

7. Tungsten, erime sıcaklığı en yüksek metaldir; kesici takımların ve röntgen tüplerinin yapımında kullanılır. Tungsten tozu, tungsten(VI) oksidin (WO_3) fırınlarda yaklaşık 800 °C'ta hidrojen gazıyla indirgenmesiyle üretilir: $WO_3(k) + 3H_2(g) \rightarrow W(k) + 3H_2O(g)$. Kobalt gibi başka metallerin tozları da oksitlerinin hidrojenle indirgenmesiyle elde edilebilir.

Bilgi: Tungstenin erime sıcaklığı 3422 °C'tur.

Madde	$WO_3(k)$	$Co_3O_4(k)$	$ZnO(k)$	$H_2O(g)$
$\Delta H°_f$ (kJ/mol)	−842,9	−910,0	−348,3	−241,8

(W, Co, Zn ve H_2 elementlerinin standart oluşum entalpileri sıfırdır.)

Tablodaki verilerden yararlanarak soruları cevaplayınız.

7.1. Tungsten oksidin hidrojenle indirgenmesi tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. 1 kg tungsten üretmek için en az ne kadar ısı verilmesi gerektiğini bulunuz. (W: 184 g/mol) (5 puan)

7.2. Aşağıdaki tepkimelerin standart tepkime entalpilerini hesaplayınız. (6 puan)

I. $Co_3O_4(k) + 4H_2(g) \rightarrow 3Co(k) + 4H_2O(g)$
II. $ZnO(k) + H_2(g) \rightarrow Zn(k) + H_2O(g)$

7.3. Hesapladığınız üç tepkimeden hangisinin ısı açığa çıkardığını belirtiniz. Bir metal oksidin hidrojenle indirgenmesinin ısı alan mı ısı veren mi olacağının, metal oksidin ve oluşan suyun standart oluşum entalpileri karşılaştırılarak nasıl tahmin edilebileceğini 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. 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 **(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.
- 2.2 **(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.
- 2.3 **(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:

2.1. 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.

2.2. 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.

2.3. 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.

3. Doğru cevap:

- 3.1 **(5 puan)**: Sınanabilir hipotez: "Biyogazdaki metan oranı arttıkça 1 L biyogazın yanmasıyla açığa çıkan ısı artar." ya da "Karbon dioksit oranı yüksek olan biyogazın enerji kaynağı olma potansiyeli daha düşüktür." **(2 puan)**. Hipotezi, metan oranı arttıkça suyun sıcaklık artışının da arttığı (%50'de 5,4 °C, %68'de 7,4 °C) verisine dayandırma **(1 puan)**. Değişikliklerden biri **(2 puan)**: örnekler farklı atıklardan geldiği için başka gazlar da içerebileceğinden saf metan ile karbon dioksidi farklı oranlarda karıştırarak hazırlanan örneklerle deneyi yapmak; her ölçümü birkaç kez tekrarlamak; bek, su kütlesi, kap ve alev ile kap arasındaki uzaklığı sabit tutmak; ısı kaybını azaltmak için kabın çevresini yalıtmak.
- 3.2 **(5 puan)**: A örneği: Q = 250 · 4,18 · 5,4 = 5643 J ≈ 5,6 kJ **(1 puan)**. D örneği: Q = 250 · 4,18 · 7,4 = 7733 J ≈ 7,7 kJ **(1 puan)**. A örneğinin 1,0 L'sinde yanabilen metan daha az (0,50 L), karbon dioksit daha fazladır; karbon dioksit, karbonun tamamen yanmasıyla oluşmuş bir yanma ürünüdür, oksijenle yeniden yanmaz ve ısı vermez; ayrıca açığa çıkan ısının bir kısmı bu karbon dioksidi ısıtmaya harcanır **(3 puan)**. Yalnızca "A'da metan azdır" yazıp karbon dioksidin neden ısı vermediğini açıklamayan cevap bu ölçütten 2 puan alır.

Not: 25 °C ve 1 atm'de 1 L metanın tamamen yanmasıyla, su buhar hâlinde oluştuğunda, yaklaşık 33 kJ ısı açığa çıkar. A örneğindeki 0,50 L metandan yaklaşık 16 kJ ısı beklenir; basit düzeneklerde ısının büyük kısmı havaya ve kaba geçtiği için suya geçen ısı daha küçük ölçülür.

Örnek doğru cevap:

3.1. Hipotezim: "Biyogazdaki metan oranı arttıkça 1 L biyogazın yanmasıyla açığa çıkan ısı artar." Metan oranı %50'den %68'e çıktıkça suyun sıcaklık artışı 5,4 °C'tan 7,4 °C'a yükselmiştir. Örnekler farklı atıklardan geldiği için içlerinde başka gazlar da olabilir; hipotezi daha güvenilir sınamak için saf metan ve karbon dioksidi farklı oranlarda karıştırıp her ölçümü üç kez tekrarlarım.

3.2. A: Q = 250 · 4,18 · 5,4 = 5643 J, yani yaklaşık 5,6 kJ. D: Q = 250 · 4,18 · 7,4 = 7733 J, yani yaklaşık 7,7 kJ. A örneğinin 1 litresinde yanabilen metan daha azdır. Karbon dioksit zaten bir yanma ürünüdür; yeniden yanıp ısı vermez, üstelik açığa çıkan ısının bir kısmı onu ısıtmaya harcanır. Bu nedenle A daha az ısı verir.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: "Biyogaz yanınca ısı verir." gibi değişken içermeyen ya da "Karbon dioksit oranı arttıkça daha çok ısı açığa çıkar." gibi verilere aykırı ifadeleri hipotez olarak yazmak; deneyde yalnızca su miktarını değiştirmeyi önermek; hesaplamada suyun kütlesi yerine gazın hacmini (1,0) kullanmak; sonucu birim çevirmeden 5643 kJ olarak yazmak; karbon dioksidin de yandığını ya da alevi büyüttüğünü söylemek. 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)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = \Delta H^\circ_f(Mg(OH)_2) - [\Delta H^\circ_f(MgO) + \Delta H^\circ_f(H_2O(g))] = (-924,5) - [(-601,7) + (-241,8)] = -924,5 + 843,5 = -81,0$ kJ **(3 puan)**. 1 g MgO: 81,0 ÷ 40 ≈ 2,0 kJ ısı açığa çıkar **(2 puan)**. 2,025 kJ ya da 2,03 kJ yazan cevaplar da tam puan alır.
- 5.2 **(5 puan)**: Tepkime 5.1'deki tepkimenin tersi olduğu için $\Delta H^\circ = +81,0$ kJ'dür (oluşum entalpileriyle hesaplanarak da bulunabilir); tepkime endotermiktir **(2 puan)**. 5,8 kg = 5800 g → 5800 ÷ 58 = 100 mol; gereken enerji en az 100 · 81,0 = 8100 kJ **(2 puan)**. Güneş ışığının aynalar ya da merceklerle yoğunlaştırılarak $Mg(OH)_2$'i yaklaşık 350 °C'a ısıtmak için kullanılması; yani gereken enerjinin güneşten ısı olarak sağlanması **(1 puan)**.

Örnek doğru cevap:

5.1. $\Delta H^\circ = (-924,5) - [(-601,7) + (-241,8)] = -81,0$ kJ'dür. 1 mol (40 g) MgO tepkimeye girdiğinde 81,0 kJ ısı açığa çıktığına göre 1 g MgO için 81,0 ÷ 40 ≈ 2,0 kJ ısı açığa çıkar.

5.2. Bu tepkime 5.1'deki tepkimenin tersidir; $\Delta H^\circ = +81,0$ kJ'dür ve tepkime endotermiktir. 5,8 kg $Mg(OH)_2$ 100 moldür. Ayrışması için en az 100 · 81,0 = 8100 kJ enerji gerekir. Güneş ışığı aynalarla yoğunlaştırılıp $Mg(OH)_2$'i ısıtmak için kullanılırsa güneş enerjisi kimyasal bağlarda depolanmış olur.

Bilgi: Isı kaybı olmazsa MgO'nun su buharıyla tepkimesinde geri alınan ısı, ayrışma sırasında verilen ısıya eşittir; sistem enerji üretmez, ısıyı daha sonra kullanmak üzere saklar.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurup +81,0 kJ bulmak; su buharının oluşum entalpisini hesaba katmamak (ör. −924,5 + 601,7 = −322,8 kJ bulmak); 1 g için sonucu 40 ile çarpmak; ayrışma tepkimesini ekzotermik olarak belirtmek ya da ΔH'sini −81,0 kJ yazmak; kütleyi mole çevirmeden 5,8 · 81,0 hesabı yapmak; enerjinin kaynağını "suyun kendisi" ya da "MgO" olarak yazmak. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

6. Doğru cevap:

- 6.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = [\Delta H^\circ_f(C_2H_4) + \Delta H^\circ_f(H_2)] - \Delta H^\circ_f(C_2H_6) = (+52{,}3 + 0) - (-84{,}7) = +137{,}0$ kJ **(3 puan)**. Tepkime endotermiktir **(1 puan)**. Ürünlerin toplam entalpisinin tepkeninkinden 137,0 kJ büyük olduğunu belirtme **(1 puan)**. Tepkimenin sürmesi için sürekli ısı gerektiğini eklemek zorunlu değildir.
- 6.2 **(5 puan)**: Etanın yanma entalpisi: $[2 \cdot (-393{,}5) + 3 \cdot (-241{,}8)] - [(-84{,}7) + 0] = -1512{,}4 + 84{,}7 = -1427{,}7$ kJ **(2 puan)**. 28 kg = 28 000 g etilen → 28 000 ÷ 28 = 1000 mol; gereken ısı 1000 · 137,0 = 137 000 kJ **(2 puan)**. Yakılacak etan: 137 000 ÷ 1427,7 ≈ 96 mol **(1 puan)**.
- 6.3 **(5 puan)**: Parçalanma tepkimesinde CO_2 oluşmaz (0 mol); fırın yakıtından 96 · 2 ≈ 192 mol CO_2 açığa çıkar **(2 puan)**. Değerlendirme: 1000 mol etilenle birlikte 1000 mol H_2 oluşur. $H_2(g) + 1/2O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ tepkimesinin entalpisi $\Delta H^\circ_f(H_2O(g)) = -241{,}8$ kJ olduğundan 1000 mol H_2 yakılınca 241 800 kJ ısı açığa çıkar; bu, gereken 137 000 kJ'den fazladır ve öneri ısıyı karşılar. Hidrojen yanınca yalnızca su oluştuğu ve parçalanma tepkimesi CO_2 oluşturmadığı için üretimdeki CO_2 salımı ısı kaybının olmadığı varsayımıyla ortadan kalkar; öneri CO_2 salımını azaltmak için etkilidir **(3 puan)**.

Örnek doğru cevap:

6.1. $\Delta H^\circ = (+52{,}3 + 0) - (-84{,}7) = +137{,}0$ kJ'dür. ΔH pozitif olduğu için tepkime endotermiktir. Ürünlerin (C_2H_4 ve H_2) toplam entalpisi tepkenin (C_2H_6) entalpisinden 137,0 kJ büyüktür.

6.2. Etanın yanma entalpisi: $\Delta H^\circ = [2 \cdot (-393{,}5) + 3 \cdot (-241{,}8)] - (-84{,}7) = -1427{,}7$ kJ'dür. 28 kg etilen 1000 moldür; üretimi için 1000 · 137,0 = 137 000 kJ ısı gerekir. Yakılması gereken etan: 137 000 ÷ 1427,7 ≈ 96 mol.

6.3. Parçalanma tepkimesi CO_2 oluşturmaz; CO_2'nin tamamı (96 · 2 ≈ 192 mol) fırında yakılan etandan gelir. 1000 mol etilenle birlikte 1000 mol hidrojen oluşur; bu hidrojen yakılınca 1000 · 241,8 = 241 800 kJ ısı açığa çıkar ve gereken 137 000 kJ'yi karşılar. Hidrojen yanınca yalnızca su oluştuğu için öneri uygulanırsa CO_2 salımı ortadan kalkar.

Bilgi: Gerçek tesislerde fırınlar çoğunlukla süreçte oluşan, metan ve hidrojen içeren gazlar yakılarak ısıtılır; ısı kayıpları nedeniyle gereken yakıt hesaplanandan fazladır. CO_2 salımını azaltmak için hidrojenle çalışan fırınlar geliştirilmektedir.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde yapıp −137,0 kJ bulmak ve tepkimeyi ekzotermik olarak belirtmek; H_2 ve O_2'nin oluşum entalpisine sıfırdan farklı değer vermek; etanın yanma entalpisinde CO_2 ve H_2O'nun katsayılarını (2 ve 3) kullanmamak; kütleyi mole çevirmeden 28 · 137,0 gibi hesap yapmak; parçalanma tepkimesinde de CO_2 oluştuğunu yazmak; hidrojenin yanmasıyla da CO_2 oluştuğunu söylemek. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

7. Doğru cevap:

- 7.1 **(5 puan)**: $\Delta H^\circ_{tepkime} = [\Delta H^\circ_f(W) + 3 \cdot \Delta H^\circ_f(H_2O(g))] - [\Delta H^\circ_f(WO_3) + 3 \cdot \Delta H^\circ_f(H_2)] = [0 + 3 \cdot (-241{,}8)] - [(-842{,}9) + 0] = -725{,}4 + 842{,}9 = +117{,}5$ kJ **(3 puan)**. 1 kg tungsten: 1000 ÷ 184 ≈ 5,43 mol; gereken ısı 5,43 · 117,5 ≈ 639 kJ **(2 puan)**. Yuvarlamaya bağlı olarak 638-640 kJ arasındaki sonuçlar tam puan alır.
- 7.2 **(6 puan)**: I. $\Delta H^\circ = 4 \cdot (-241{,}8) - (-910{,}0) = -967{,}2 + 910{,}0 = -57{,}2$ kJ **(3 puan)**. II. $\Delta H^\circ = (-241{,}8) - (-348{,}3) = +106{,}5$ kJ **(3 puan)**.
- 7.3 **(4 puan)**: Isı açığa çıkaran tepkimenin yalnızca Co_3O_4'ün indirgenmesi (I. tepkime) olduğunu belirtme **(2 puan)**. Açıklama: Tepkimede oluşan suyun toplam oluşum entalpisi indirgenen metal oksidin oluşum entalpisinden daha negatifse tepkime ekzotermiktir (Co_3O_4: −910,0 kJ; 4 mol H_2O: −967,2 kJ). Metal oksidin oluşum entalpisi oluşan suyunkinden daha negatifse metal oksit sudan daha kararlıdır ve indirgenme endotermiktir (WO_3: −842,9 kJ, 3 mol H_2O: −725,4 kJ; ZnO: −348,3 kJ, 1 mol H_2O: −241,8 kJ) **(2 puan)**. Oksijen atomu başına karşılaştırma yapan cevap da kabul edilir (Co_3O_4 için −227,5, WO_3 için yaklaşık −281,0, ZnO için −348,3, $H_2O(g)$ için −241,8 kJ).

Örnek doğru cevap:

7.1. $\Delta H^\circ = 3 \cdot (-241{,}8) - (-842{,}9) = +117{,}5$ kJ'dür. 1 kg tungsten yaklaşık 5,43 moldür; bunun için en az 5,43 · 117,5 ≈ 639 kJ ısı verilmelidir.

7.2. I. $\Delta H^\circ = 4 \cdot (-241{,}8) - (-910{,}0) = -57{,}2$ kJ. II. $\Delta H^\circ = (-241{,}8) - (-348{,}3) = +106{,}5$ kJ.

7.3. Yalnızca Co_3O_4'ün hidrojenle indirgenmesi ısı açığa çıkarır. Oluşan 4 mol suyun toplam oluşum entalpisi (−967,2 kJ), Co_3O_4'ünkinden (−910,0 kJ) daha negatif olduğu için tepkime ekzotermiktir. WO_3 ve ZnO'nun oluşum entalpileri ise oluşan suyunkinden daha negatiftir; bu oksitler sudan daha kararlı olduğundan hidrojenle indirgenmeleri ısı alır ve fırında dışarıdan ısı verilmesi gerekir.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: elementlerin (W, Co, Zn, H_2) oluşum entalpilerine sıfırdan farklı değer vermek; hesaplamayı "tepkenler − ürünler" şeklinde kurmak; I. tepkimede suyun katsayısını (4) kullanmamak (ör. −241,8 + 910,0 = +668,2 kJ bulmak); 1 kg'ı mole çevirmeden 1000 · 117,5 hesabı yapmak; "Oluşum entalpisi en negatif olan oksit en kolay indirgenir." demek. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.