KİMYA

11. SINIF

YAZILIYA HAZIRLIK

1. DÖNEM - 1. ORTAK YAZILI · SENARYO 5 · 2. SÜRÜM

TYMM 2026-2027

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. Hobi atölyelerinde takı yapımında kullanılan sıvı epoksi reçine sertleştiriciyle karıştırılınca ikisi arasında kimyasal tepkime gerçekleşir ve karışım zamanla sert, saydam bir katıya dönüşür. Aynı atölyede mum yapımında kullanılan saf stearik asit ise eritilip kalıplara dökülür. Bir öğrenci, sıcaklığı 22 °C olan atölyede üç düzeneğin sıcaklığını belirli aralıklarla ölçmüştür.

Düzenek (sıcaklık, °C)	0. dk	10. dk	20. dk	30. dk	45. dk	60. dk
I. 100 g reçine-sertleştirici karışımı, plastik bir bardakta	22	27	41	58	46	35
II. Aynı türden 100 g karışım, geniş bir tepsiye 2 mm kalınlığında yayılmış	22	22	23	24	24	23
III. 100 g erimiş stearik asit, silikon bir kalıba dökülmüş	80	69	69	68	55	42

(Veriler kurgusaldır.)

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1.1. I. ve III. düzeneklerde gerçekleşen olayları fiziksel ya da kimyasal, endotermik ya da ekzotermik olarak sınıflandırınız. Her sınıflandırmanızın gerekçesini tablodan yararlanarak yazınız. (6 puan)

1.2. I. ve II. düzenekler, tek bir değişkenin karışımın sıcaklığına etkisini incelemek için birlikte kurulmuştur. Bu karşılaştırmanın bağımsız ve bağımlı değişkenlerini, sabit tutulan iki değişkenle birlikte yazınız. Karşılaştırmadan çıkardığınız sonucu açıklayınız. (6 puan)

1.3. I. düzenekteki karışımın sıcaklığının 30. dakikaya kadar artmasını ve daha sonra azalmasını açıklayınız. (4 puan)

1.4. Kullanılmış stearik asit mumları sıcak su banyosunda eritilip yeniden kalıba dökülebilir. Erimenin endotermik mi ekzotermik mi olduğunu ısının hangi yönde aktığını belirterek açıklayınız. Sertleşmiş epoksinin aynı yolla eritilip yeniden kullanılamamasının nedenini yazınız. (4 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. 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

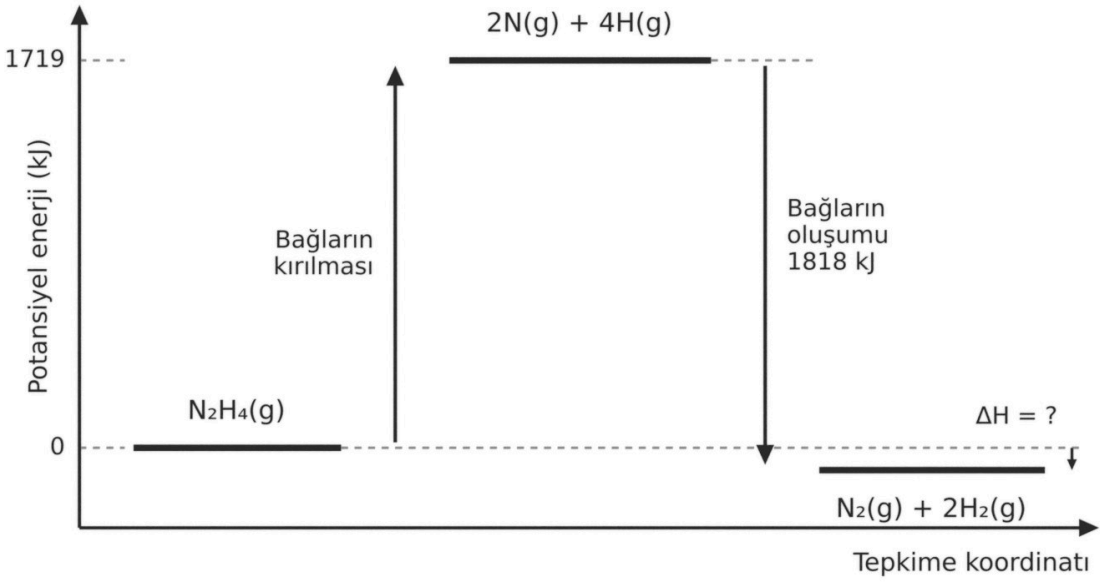
(Veriler kurgusaldır.)

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. Uyduların konum düzeltme motorlarının birçoğunda yakıt olarak hidrazin ($H_2N{-}NH_2$) kullanılır. Hidrazin, motordaki katalizörle temas edince ayrışır ve oluşan sıcak gazlar püskürtülür. Ayrışma ürünlerinde azot, hidrojen ve amonyak bulunur; bu soruda tepkime $N_2H_4(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2(g)$ olarak modellenmiştir. Bağların kırılması ve oluşumu aşağıdaki diyagramda gösterilmiştir.



Bağ	H−H	N−H	N−N	N≡N	O−H	O−O	O=O
Ortalama bağ enerjisi (kJ/mol)	436	389	163	946	464	142	498

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

4.1. Diyagramı kullanarak hidrazinin ayrışmasında kırılan bağların ve oluşan bağların toplam enerjilerini belirleyiniz. Tepkimenin entalpi değişimini (ΔH) hesaplayıp tepkimenin ısı alan mı ısı veren mi olduğunu bağ enerjileriyle açıklayınız. (5 puan)

4.2. Tablodaki bağ enerjilerinden yararlanarak gaz fazında gerçekleşen aşağıdaki ayrışma tepkimelerinin entalpi değişimlerini hesaplayınız. (6 puan)

I. $2NH_3(g) \rightarrow N_2(g) + 3H_2(g)$
II. $2H_2O_2(g) \rightarrow 2H_2O(g) + O_2(g)$ (Hidrojen peroksit: H−O−O−H)
III. $2H_2O(g) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

4.3. 4.1 ve 4.2'deki dört ayrışmayı tepkenlerdeki bağlar açısından karşılaştırıp ayrışmanın ısı alan ya da ısı veren olmasına ilişkin bir genelleme yapınız. Hidrojen peroksit çözeltisi zamanla su ve oksijene ayrıştığı için koyu renkli şişede ve serin yerde saklanır; amonyak ise ancak yaklaşık 400 °C'un üzerinde, katalizörle ve sürekli ısıtılarak ayrıştırılabilir. Bu bilgileri genellemenizle 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**
20	*15*	*10*	*15*	*10*	*15*	*15*	***100***

Bu sınav, 2026-2027 eğitim öğretim yılı 1. dönem konu-soru dağılım tablosundaki 1. ortak yazılı **Senaryo 5** 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 **(6 puan)**: I. düzenekte reçine ile sertleştiricinin tepkimeye girip yeni bir katı oluşturduğunu, olayın kimyasal olduğunu belirtme **(2 puan)**; sıcaklık 22 °C'tan 58 °C'a yükseldiği, karışım çevreye ısı verdiği için olayın ekzotermik olduğunu belirtme **(1 puan)**. III. düzenekte sıvı stearik asidin katılaştığını (donduğunu), bunun bir hâl değişimi olduğunu, yeni madde oluşmadığı için olayın fiziksel olduğunu belirtme **(2 puan)**; katılaşmanın ekzotermik olduğunu, çevreye ısı veren stearik asidin sıcaklığının 10-30. dakikalarda yaklaşık 69 °C'ta sabit kalmasının bunu gösterdiğini belirtme **(1 puan)**. Donmanın ısı veren bir hâl değişimi olduğu bilgisine dayanan gerekçe de kabul edilir.
- 1.2 **(6 puan)**: Bağımsız değişken: karışımın kalınlığı (kabın biçimi ya da karışımın çevreyle temas eden yüzey alanı) **(1 puan)**. Bağımlı değişken: karışımın sıcaklığı **(1 puan)**. Sabit tutulan değişkenler: karışımın kütlesi (100 g), reçine ve sertleştiricinin türü ve karıştırma oranı, ortam sıcaklığı (22 °C), ölçüm zamanları ve kullanılan termometre gibi değişkenlerden ikisi (2 puan; her biri 1 puan). Sonuç: Bardaktaki kalın karışımda açığa çıkan ısı çevreye yavaş aktarıldığı için birikir ve sıcaklık çok yükselir; tepsideki ince tabakada ise ısı geniş yüzeyden çevreye hızla aktarıldığı için sıcaklık çok az değişir **(2 puan)**.
- 1.3 **(4 puan)**: İlk 30 dakikada tepkime sürerken açığa çıkan ısının, karışımın çevreye verdiği ısıdan fazla olduğu için sıcaklığın arttığını açıklama **(2 puan)**. Sıcaklık arttıkça tepkimenin hızlandığını ekleyen cevap da kabul edilir. Tepkime yavaşlayıp sona erdikçe açığa çıkan ısının azaldığını; karışımın daha soğuk çevreye ısı vermeyi sürdürdüğü için soğuyup ortam sıcaklığına yaklaştığını açıklama **(2 puan)**.
- 1.4 **(4 puan)**: Erimenin endotermik olduğunu; ısının sıcak sudan (çevre) stearik aside (sistem) aktığını ve stearik asidin bu ısıyı alarak eridiğini açıklama **(2 puan)**. Epoksinin sertleşmesinin kimyasal değişim olduğunu; oluşan yeni katının ısıtılınca erimeyip çok yüksek sıcaklıkta bozunduğunu, bu değişimin ısıtmakla geri döndürülemediğini açıklama **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

1.1. I. düzenekte yeni bir katı oluştuğu için olay kimyasaldır; sıcaklık 22 °C'tan 58 °C'a çıktığı için ekzotermiktir. III. düzenekte sıvı stearik asit katılaşır; bu hâl değişimi fizikseldir. Stearik asit çevreye ısı verdiği hâlde sıcaklığı bir süre 69 °C'ta sabit kalmıştır; katılaşma ısı açığa çıkarır, olay ekzotermiktir.

1.2. Bağımsız değişken karışımın kalınlığı, bağımlı değişken karışımın sıcaklığıdır. Karışımın kütlesi ve ortam sıcaklığı sabit tutulmuştur. Kalın karışımda açığa çıkan ısı çevreye yavaş aktarıldığı için birikir ve sıcaklık çok yükselir; ince tabakada ısı geniş yüzeyden hızla çevreye verilir.

1.3. İlk 30 dakikada açığa çıkan ısı, karışımın çevreye verdiği ısıdan fazla olduğu için sıcaklık artmıştır. Tepkime yavaşlayıp sona erdikçe açığa çıkan ısı azalmış, karışım çevreye ısı vermeyi sürdürdüğü için soğumuştur.

1.4. Erime endotermiktir; ısı sıcak sudan stearik aside akar. Epoksinin sertleşmesi kimyasal bir değişimdir; oluşan yeni katı ısıtılınca erimez, çok yüksek sıcaklıkta bozunur.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: epoksinin sertleşmesini fiziksel, stearik asidin katılaşmasını kimyasal olay saymak; III. düzenekteki katılaşmayı sıcaklık azaldığı için endotermik saymak; bağımsız değişken olarak "zaman" ya da "sıcaklık" yazmak; II. düzenekte ısınmanın az olmasını "tepkimenin hiç gerçekleşmemesi" ile açıklamak; eriyen stearik asidin çevreye ısı verdiğini yazmak; epoksinin "ısısı bittiği için" yeniden kullanılamadığını söylemek. 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 **(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 **(5 puan)**: Kırılan bağların (1 mol N−N ve 4 mol N−H) toplam enerjisinin 1719 kJ, oluşan bağların (1 mol N≡N ve 2 mol H−H) toplam enerjisinin 1818 kJ olduğunu belirtme **(1 puan)**. ΔH = ΣKırılan bağ enerjisi − ΣOluşan bağ enerjisi = 1719 − 1818 = −99 kJ **(2 puan)**. Oluşan bağların toplam enerjisi kırılanlarınkinden büyük olduğu için tepkimenin ekzotermik olduğunu, aradaki fark kadar (99 kJ) ısının çevreye verildiğini açıklama **(2 puan)**.
- 4.2 **(6 puan)**:
  - I: ΔH = 6 · 389 − (946 + 3 · 436) = 2334 − 2254 = +80 kJ **(2 puan)**
  - II: ΔH = 2 · (2 · 464 + 142) − (4 · 464 + 498) = 2140 − 2354 = −214 kJ **(2 puan)**
  - III: ΔH = 4 · 464 − (2 · 436 + 498) = 1856 − 1370 = +486 kJ **(2 puan)**
- 4.3 **(4 puan)**: Genelleme: Molekülünde aynı tür atomlar arasında zayıf tekli bağ (N−N: 163 kJ/mol, O−O: 142 kJ/mol) bulunan hidrazin ve hidrojen peroksit, güçlü bağlar (N≡N, O=O, O−H) içeren ürünlere ayrışırken ısı verir (ΔH < 0); böyle zayıf bir bağ içermeyen, yalnızca güçlü N−H ya da O−H bağlarından oluşan amonyak ve suyun ayrışması ise ısı alır (ΔH > 0) **(2 puan)**. Verilerle tutarlı başka genellemeler de kabul edilir (ör. "Ayrışmada oluşan bağların toplam enerjisi kırılanlarınkinden büyükse tepkime ekzotermiktir; zayıf bağ içeren moleküllerde bu durum gerçekleşir."). Açıklama: Hidrojen peroksitteki zayıf O−O bağı ışık ya da ısıyla kolayca kırılır ve ayrışma ısı vererek ilerler; ayrışmayı yavaşlatmak için çözelti ışıktan ve sıcaktan korunur. Amonyağın ayrışması endotermik olduğundan tepkimenin sürmesi için dışarıdan sürekli ısı verilmesi gerekir **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

4.1. Diyagrama göre 1 mol N−N ve 4 mol N−H bağını kırmak için 1719 kJ enerji gerekir; 1 mol N≡N ve 2 mol H−H bağı oluşurken 1818 kJ enerji açığa çıkar. ΔH = 1719 − 1818 = −99 kJ'dür. Oluşan bağların enerjisi kırılan bağlarınkinden büyük olduğu için tepkime ısı verir (ekzotermiktir).

4.2. I: 2334 − 2254 = +80 kJ. II: 2140 − 2354 = −214 kJ. III: 1856 − 1370 = +486 kJ.

4.3. Hidrazinde zayıf N−N, hidrojen peroksitte zayıf O−O bağı vardır. Bu maddeler, güçlü N≡N, O=O ve O−H bağları içeren ürünlere ayrışırken ısı verir. Amonyak ve su yalnızca güçlü N−H ve O−H bağları içerir; bunların ayrışması ısı alır. Hidrojen peroksidin zayıf O−O bağı ışık ve ısıyla kolayca kırıldığı için çözelti koyu renkli şişede ve serin yerde saklanır. Amonyağın ayrışması ise ısı aldığı için ancak sürekli ısıtılarak sürdürülebilir.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: ΔH'yi "oluşan − kırılan" şeklinde hesaplayıp +99 kJ bulmak ve tepkimeyi endotermik saymak; hidrazindeki N−N bağını hesaba katmamak; I'de N−H bağı sayısını 6 yerine 3 almak; II'de O−O bağını unutmak (ör. 1856 − 2354 = −498 kJ bulmak); "Bağ enerjisi büyük olan molekül kolay ayrışır." demek; hidrojen peroksidin saklanma koşullarını yalnızca "uçucu olduğu için" diye 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.