KİMYA

11. SINIF

YAZILIYA HAZIRLIK

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

TYMM 2026-2027

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. 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.

1.1. 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)

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

1.3. 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)

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.

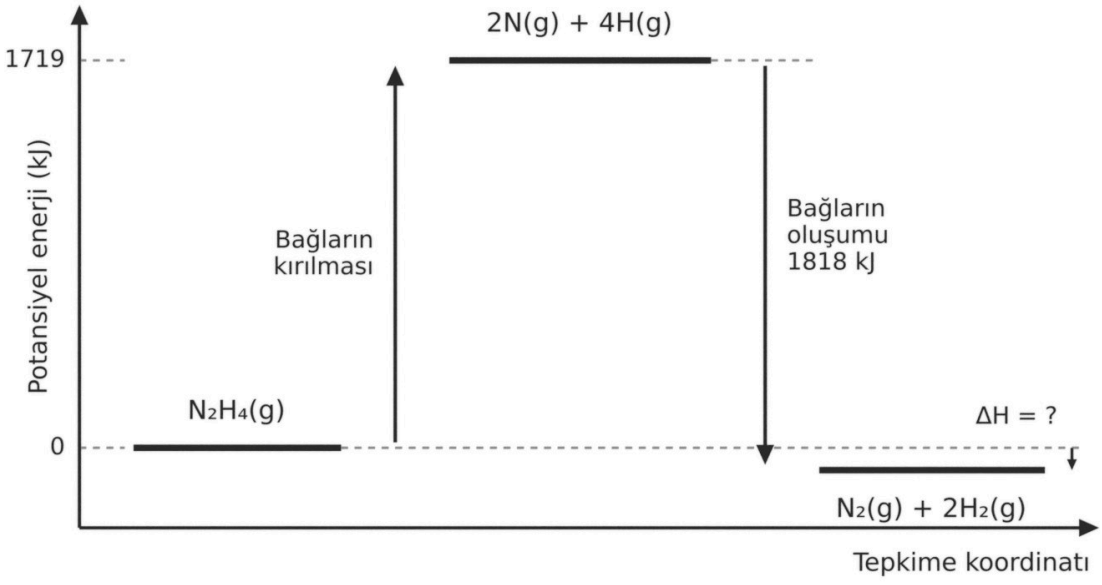
Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

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. 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.

3.1. 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)

3.2. 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. $2H_2O(g) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$

3.3. 3.1 ve 3.2'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)

4. 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)

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

4.2. 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)

4.3. 4.2'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)

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)

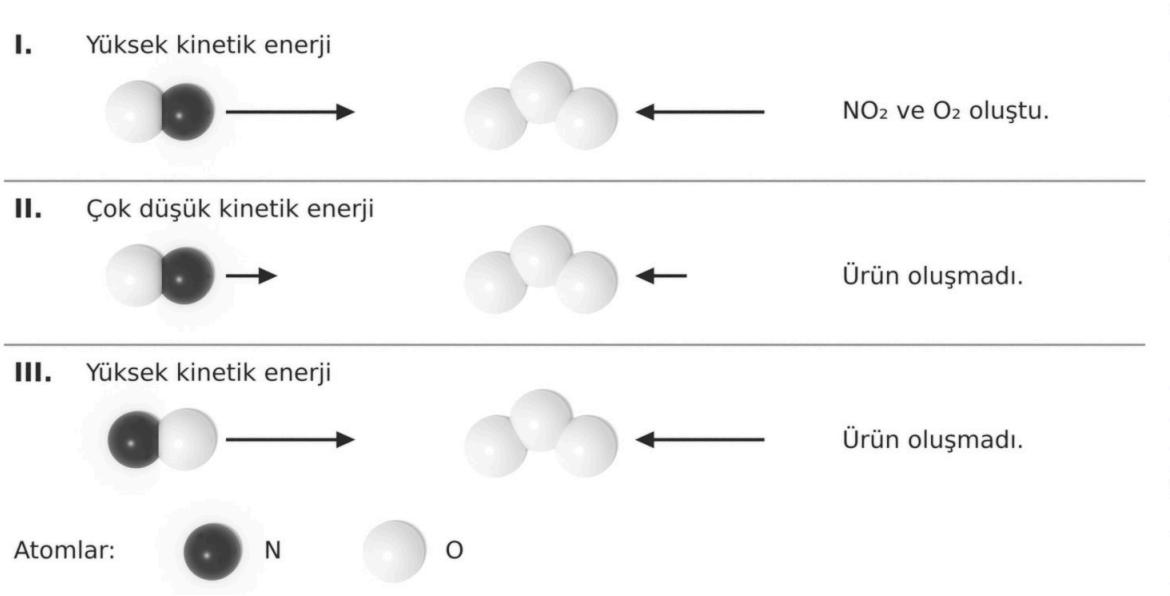
5.1. $2SO_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2SO_3(g)$ tepkimesinin standart tepkime entalpisini hesaplayınız. (5 puan)

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. Ozon tabakası, Güneş'ten gelen zararlı morötesi ışınların büyük bölümünü soğurur. Azotlu gübre kullanılan topraklardan atmosfere karışan diazot monoksitin (N_2O) bir kısmı stratosferde azot monoksite (NO) dönüşür. NO, ozonu $NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$ tepkimesiyle tüketir. Aşağıdaki modelde NO ve O_3 molekülleri arasındaki üç çarpışma ve sonuçları verilmiştir.



Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

6.1. Bir çarpışmanın ürünle sonuçlanması için hangi şartların sağlanması gerektiğini modeldeki kanıtlara dayanarak açıklayınız. Bu şartlardan her birinin, modeldeki hangi iki çarpışma karşılaştırılınca ortaya çıktığını yazınız. (6 puan)

6.2. Tepkimenin ΔH değeri yaklaşık −200 kJ, ileri aktivasyon enerjisi (E_{ai}) yaklaşık 12 kJ'dür. Geri aktivasyon enerjisini (E_{ag}) bulunuz ve bu değerleri çizeceğiniz potansiyel enerji-tepkime koordinatı grafiğinde gösteriniz. (6 puan)

6.3. Bu tepkime, sıcaklığın yaklaşık −50 °C olduğu stratosfer katmanlarında da hızla gerçekleşir. Bu durumu eşik değeri (eşik enerjisi) kavramıyla açıklayınız. Bir öğrenci "Tepkime bu kadar soğuk bir ortamda bile hızla gerçekleştiğine göre NO ve O_3 molekülleri arasındaki her çarpışma ürün oluşturur." demiştir. Modeli kullanarak bu iddianın doğru olup olmadığını tartışınız. (8 puan)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE BECERİLER

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme	FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB3.3. Eleştirel Düşünme
2	KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme	FBAB6. Hipotez Oluşturma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB3.3. Eleştirel Düşünme
3	KİM.11.1.3. Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.4. Çözümleme
4	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
5	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	FBAB4. Bilimsel Veriye Dayalı Tahmin, KB2.4. Çözümleme, KB3.2. Problem Çözme
6	KİM.11.1.5. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilme	FBAB12. Kanıt Kullanma, FBAB8. Bilimsel Çıkarım Yapma, KB2.14. Yorumlama

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

Bu sınav, 2026-2027 eğitim öğretim yılı 1. dönem konu-soru dağılım tablosundaki 1. ortak yazılı **Senaryo 2** dağılımına göre, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli 11. sınıf öğretim programı esas alınarak hazırlanmıştır. 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)**: 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)**.
- 1.2 **(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.
- 1.3 **(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:

1.1. 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.

1.2. 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.

1.3. 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.

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)**: 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)**.
- 3.2 **(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)**
- 3.3 **(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:

3.1. 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).

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

3.3. 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.

4. Doğru cevap:

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

4.1. $\Delta H^\circ = (+52{,}3 + 0) - (-84{,}7) = +137{,}0$ 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.

4.2. 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.

4.3. 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.

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.

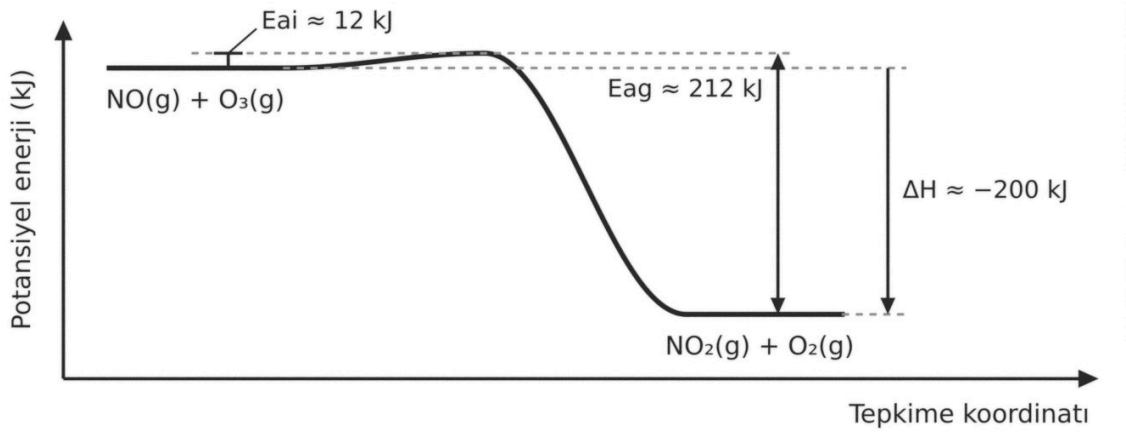
6. Doğru cevap:

- 6.1 **(6 puan)**: Ürünle sonuçlanan (etkin) bir çarpışma için iki şartın birlikte gerektiğini belirtme: Tanecikler uygun yönelişle (geometride) çarpışmalı ve kinetik enerjileri eşik değerine eşit ya da ondan büyük olmalıdır **(2 puan)**. I ve II. çarpışmaların (geometri aynı, kinetik enerji farklı) yeterli kinetik enerji şartını gösterdiğini belirtme **(2 puan)**. I ve III. çarpışmaların (kinetik enerji aynı, geometri farklı) uygun geometri şartını gösterdiğini belirtme **(2 puan)**.
- 6.2 **(6 puan)**: $\Delta H = E_{ai} - E_{ag} \rightarrow -200 = 12 - E_{ag} \rightarrow E_{ag} = 212$ kJ **(2 puan)**. Grafikte tepkenlerin ürünlerden yüksek çizilmesi **(1 puan)**; E_{ai} **(1 puan)**, E_{ag} **(1 puan)** ve ΔH'nin **(1 puan)** doğru gösterilmesi. Ölçekli çizim şart değildir.
- 6.3 **(8 puan)**: Tepkimenin eşik değerinin (aktivasyon enerjisinin) yaklaşık 12 kJ ile çok küçük olduğunu; bu nedenle düşük sıcaklıkta bile eşik değerine ulaşan molekül sayısının, aktivasyon enerjisi büyük tepkimelere göre çok fazla olduğunu açıklama **(4 puan)**. Soğukta eşik değerini aşan tanecik sayısının azaldığını ama tepkimenin yine hızlı kaldığını ekleyen cevap da kabul edilir. İddianın yanlış olduğunu belirtme **(1 puan)**. II. çarpışmanın (kinetik enerji çok düşük) ve III. çarpışmanın (uygun olmayan geometri) ürün oluşturmadığını, iki şartın birlikte gerektiğini ve aktivasyon enerjisinin küçük olsa da sıfır olmadığını açıklama **(3 puan)**.

Örnek doğru cevap:

6.1. Çarpışmanın ürünle sonuçlanması için tanecikler doğru yönelişle çarpışmalı ve kinetik enerjileri eşik değerine ulaşmalıdır. I ve II. çarpışmalarda geometri aynıdır, yalnızca kinetik enerjisi yüksek olan I. çarpışmada ürün oluşmuştur (yeterli enerji şartı). I ve III. çarpışmalarda kinetik enerji yüksektir, yalnızca azot atomunun ozona yöneldiği I. çarpışmada ürün oluşmuştur (uygun geometri şartı).

6.2. $-200 = 12 - E_{ag}$ olduğundan $E_{ag} = 212$ kJ'dür.



6.3. Eşik değeri yaklaşık 12 kJ ile çok küçüktür; soğuk stratosferde bile bu eşiği aşan molekül sayısı, aktivasyon enerjisi büyük tepkimelere göre çok fazladır. İddia yanlıştır: II. çarpışmada kinetik enerji çok düşük, III. çarpışmada geometri uygun olmadığı için ürün oluşmamıştır. Aktivasyon enerjisi küçüktür ama sıfır değildir.

Bilgi: −50 °C'ta çarpışmaların ancak binde biri eşiği aşar; tepkime hızı 25 °C'takinin yaklaşık beşte biridir.

Yanlış cevap: Aşağıdaki hatalar yalnızca ilgili ölçütün puanını kaybettirir: her çarpışmada ürün oluşacağını söylemek; şartları karıştırmak; E_{ag}'yi 188 kJ ya da −212 kJ bulmak; ürünleri tepkenlerden yüksek çizmek; soğukta gerçekleşmeyi "aktivasyon enerjisi yok" diye açıklamak; iddiayı doğru kabul etmek. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.