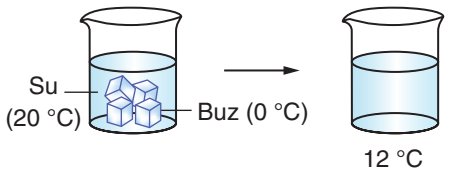
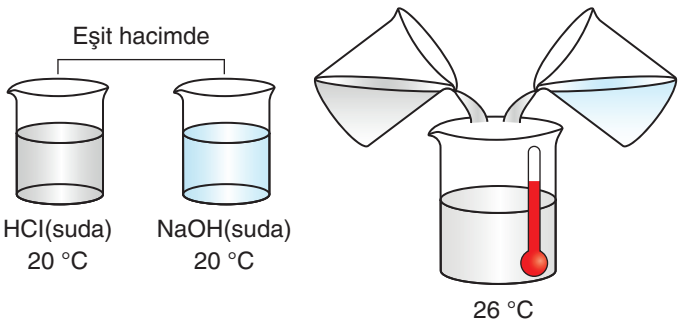
1. Günlük yaşamda erime, çözünme ve yeni madde oluşumu gibi değişimlere sıcaklık değişimleri eşlik edebilir. Bu değişimlerin türü ile enerji aktarımının yönünü ilişkilendirebilmek için maddenin yapısında ve sıcaklığında meydana gelen değişimlerin birlikte incelenmesi gerekir.

Bu ilişkiyi incelemek amacıyla oda koşullarında gerçekleştirilen iki uygulamaya ait işlemler ve gözlem sonuçları aşağıdaki tabloda verilmiştir. Uygulamalar sırasında dış ortamla ısı alışverişi olmadığı kabul edilmiştir.

Tablo: Fiziksel ve kimyasal olaylara ilişkin işlemler ve gözlemler

Uygulama	Yapılan İşlem	Gözlem
A	20 °C sıcaklıktaki suya 0 °C sıcaklıktaki buz ekleniyor. 	Buz tamamen eriyor ve karışımın son sıcaklığı 12 °C oluyor.
B	Başlangıç sıcaklığı 20 °C olan eşit hacimdeki HCl ve NaOH sulu çözeltileri karıştırılıyor. 	Çözeltinin son sıcaklığı 26 °C oluyor. Tepkimede tuz ve su oluşuyor.

Buna göre 1.1 ve 1.2'de yer alan soruları cevaplayınız.

1.1. A uygulamasındaki buzun erimesi sırasında gerçekleşen enerji aktarımının sıcaklık ölçümleriyle incelendiği deney sürecini tasarlayınız. Deney planınızı aşağıdaki tabloya yazınız.

Tablo: Deney tasarım planı

Deney Süreci	Cevabınız
Kullanılacak araç ve maddeler	
Deneyin işlem basamakları	
Sıcaklığın ölçüleceği aşamalar	
Ortamla ısı alışverişini azaltmak için alınacak önlem	
Beklenen sıcaklık değişimi ve enerji alışverişiyle ilişkisi	

1.2. A ve B uygulamalarından elde ettiğiniz sonuçlardan yararlanarak içine buz atılan bir içeceğin neden soğuduğunu aşağıdaki özellikleri dikkate alarak açıklayınız.

Buz atılan içecek

a) Gerçekleşen değişimin türü (fiziksel/kimyasal)

b) Sürecin ısıl özelliği (endotermik/ekzotermik)

c) Isı aktarımının yönü

2.1. Standart şartlarda bazı yakıtların 1'er gramının tam yanması sonucu açığa çıkan ısı miktarları ve oluşan ürünler aşağıdaki tabloda verilmiştir. (*Isı kayıpları ihmal edilmiş, ortak ürünlerin aynı fiziksel hâlde olduğu kabul edilmiştir.*)

Tablo: Yakıtların tam yanmasında birim kütle başına açığa çıkan ısı miktarları

Yakıt	Yanma Isısı (kJ/g)	Tam Yanma Ürünleri
Hidrojen (H_2)	142,9	Su (H_2O)
Metan (CH_4)	55,6	Karbon dioksit (CO_2) ve su (H_2O)
Karbon ($C_{(grafit)}$)	32,8	Karbon dioksit (CO_2)

Buna göre 2.1.1 ve 2.1.2'de yer alan soruları cevaplayınız.

2.1.1. Tablodaki verileri dikkate alarak maddelerin yanma özellikleri ile birer enerji kaynağı olarak kullanılabilme potansiyelleri arasındaki ilişkiye yönelik araştırılabilir bir problem cümlesi yazınız.

(Problem cümleniz; yakıt türü, birim kütle başına açığa çıkan enerji/ısı miktarı, enerji kaynağı olma potansiyeli ve tam yanma koşullarını içermelidir.)

2.1.2. Bir ısıtma sisteminde karbon yerine eşit kütlede hidrojenin tamamen yakılması, açığa çıkan ısı miktarını nasıl etkiler? Gerekçesiyle açıklayınız.

2.2. Besinlerin enerji potansiyeli, eşit kütledeki örneklerin yanması sırasında açığa çıkan ısının karşılaştırılmasıyla incelenebilir. "P ve R besinlerinin birim kütlede açığa çıkardığı enerji eşittir." önermesini sınamak amacıyla özdeş düzeneklerde P ve R kuru besin örneklerinin ayrı ayrı 1,0 gramı yakılarak 100 gram su ısıtılıyor. Suların başlangıç sıcaklıkları, kapların cinsi ve besin örneği ile kap arasındaki uzaklık aynı tutuluyor. Örneklerin tamamen yandığı ve iki düzeneğin ısı aktarım veriminin eşit olduğu kabul ediliyor. Deneylerde ölçülen su sıcaklıkları aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo: Besin örneklerinin yakılmasıyla ısıtılan suyun başlangıç ve son sıcaklıkları

Besin Örneği	Başlangıç Sıcaklığı (°C)	Son Sıcaklık (°C)
P	20	32
R	20	40

Buna göre 2.2.1, 2.2.2 ve 2.2.3'te yer alan soruları cevaplayınız.

2.2.1. Besin türünün açığa çıkan enerjiye etkisini araştıran bu deneyde bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini yazınız.

Bağımlı değişken:

Bağımsız değişken:

Kontrol değişkenleri:

2.2.2. P ve R besinlerinin yanmasıyla suya aktarılan ısının karşılaştırıldığı deney sürecini tasarlayınız. Deney planınızı aşağıdaki tabloya yazınız.

Tablo: Besinlerin enerji potansiyellerini karşılaştırmaya yönelik deney uygulama planı

Deney Süreci	Cevabınız
Deney öncesinde yapılacak hazırlıklar	
Deneyde sabit tutulacak koşullar	
İşlem süreci	
Hesaplanacak değer ve sonuçların karşılaştırılma yöntemi	

2.2.3. Deney öncesindeki "P ve R'nin birim kütlede açığa çıkardığı enerji eşittir." önermesini sonuçlara göre geliştiriniz. Yeni önermenizi sayısal deney verileriyle gerekçelendiriniz.

3. X ve Y sıvı yakıtlarının enerji kaynağı olarak karşılaştırılması amaçlanıyor. Aynı koşullarda yapılan deneylerde yakıt örnekleri yeterli oksijenle tamamen yakılıyor. (Isı kayıpları ihmal ediliyor.)

Tablo: Yakıtların tam yanmasıyla açığa çıkan ısı

Yakıt	Yakılan kütle (g)	Açığa çıkan ısı (kJ)
X	0,70	21,0
Y	0,50	21,0

(Veriler soru amacıyla oluşturulmuştur. X ve Y belirli bir ticari yakıtı temsil etmez.)

Buna göre 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 ve 3.5'te yer alan soruları cevaplayınız.

3.1. X ve Y yakıtlarının özelliklerini karşılaştırmaya yönelik bir problem cümlesi yazınız.

3.2. "Aynı miktarda ısı elde etmek için Y yakıtından X yakıtına göre daha az kütlede yakılması gerekir." hipotezini tablodaki verilere göre değerlendiriniz. Yakıt türü ile aynı miktarda ısı elde etmek için gereken yakıt kütlesi arasındaki neden-sonuç ilişkisini açıklayınız.

3.3. X ve Y yakıtlarından 0,5'er gram alınarak açığa çıkan ısıyı karşılaştırmak için yapılan deneydeki bağımlı, bağımsız ve kontrol değişkenlerini yazınız.

3.4. X ve Y yakıtlarının eşit kütlelerinin (örneğin 0,50'şer gram) tam yanmasıyla açığa çıkan ısı miktarlarını karşılaştırmaya yönelik bir deney tasarlayınız. Deney planınızı aşağıdaki tabloya yazınız.

Tablo: X ve Y yakıtlarının enerji potansiyellerini karşılaştırmaya yönelik deney uygulama planı

Deney Süreci	Cevabınız
Deney öncesinde yapılacak hazırlıklar	
Sabit tutulacak koşullar	
İşlem ve ölçümlerin sırası	
Hesaplanacak değer ve sonuçların karşılaştırılma yöntemi	

3.5. Deney öncesinde "X ve Y yakıtlarının eşit kütleleri tamamen yandığında eşit miktarda ısı açığa çıkar." önermesi öne sürülmüştür.

Tablodaki verilerden hareketle bu önermeyi geliştiriniz. Yeni önermenizi, X ve Y yakıtlarının eşit kütlelerinin yanmasıyla açığa çıkacak ısı miktarlarını hesaplayarak destekleyiniz.

4. Gaz fazındaki farklı tepkimelerdeki bağların kırılması için gereken toplam enerji (K), bağların oluşmasıyla açığa çıkan toplam enerji (O) ve tepkime entalpisi (ΔH) aşağıdaki tabloda verilmiştir. Değerler, tepkime denklemlerindeki mol miktarları dikkate alınarak ortalama bağ enerjilerinden hesaplanmış ve kJ cinsinden verilmiştir.

Tepkime	Toplam Kırılan Bağ Enerjisi K (kJ)	Toplam Oluşan Bağ Enerjisi O (kJ)	Tepkime Entalpisi ΔH (kJ)
I. $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$	679	862	-183
II. $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g)$	1443	1262	+181
III. $H_2(g) + Br_2(g) \rightarrow 2HBr(g)$	629	732	-103
IV. $H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g)$	587	598	-11

Buna göre 4.1 ve 4.2'de yer alan soruları cevaplayınız.

4.1.

a) I, II ve III. tepkimelerde kırılan bağlar için gereken toplam enerji (K), oluşan bağlarla açığa çıkan toplam enerji (O) ve tepkime entalpisi (ΔH) arasındaki sayısal ilişkiyi tablodaki her satır için işlem yaparak gösteriniz.

b) Keşfettiğiniz ortak örüntüyü K ve O sembollerini kullanarak matematiksel bir model olarak yazınız.

4.2. Oluşturduğunuz matematiksel modelden yararlanarak bağların kırılması ve oluşması sırasındaki enerji değişimlerini karşılaştırınız. Tepkimelerin endotermik veya ekzotermik olmalarına ilişkin genellemelerinizi tablodan birer tepkime örneğiyle açıklayınız.

5. Alevsiz ısıtma kitleri; askerler, dağcılar, kampçılar tarafından ateş yakmanın tehlikeli veya yasak olduğu zorlu saha koşullarında hazır yiyecek paketlerini sıcak tüketebilmek amacıyla geliştirilmiş özel iklimlendirme ve beslenme sistemleridir. Bu kitler, ateş veya harici bir ısı kaynağına ihtiyaç duymadan bünyelerinde barındırdıkları ekzotermik (ısı salan) kimyasal tepkimeler sayesinde yüksek miktarda ısı enerjisi üretirler.

Sistemin ana bileşeni, gözenekli özel bir bez torba içine doldurulmuş ince toz hâlindeki reaktif kimyasal karışımdır. Toz karışım kuru hâldeyken kararlı ve güvenlidir, sızdırmaz. Isıtma işlevi başlatılmak istendiğinde, kit ambalajına az miktarda su ilave edilir. Su ile temas eden toz karışım anında etkinleşerek ekzotermik tepkimeyi başlatır. Tepkime sonucunda açığa çıkan yüksek ısı ve su buharı, yiyecek paketini kısa sürede ideal tüketim sıcaklığına ulaştırır. Alevsiz ısıtma kitlerinde kullanılabilecek iki farklı kimyasal tepkime aşağıda verilmiştir:

- **A Tepkimesi (1. Isıtma Kiti)**: $Mg(k) + 2H_2O(s) \longrightarrow Mg(OH)_2(k) + H_2(g)$
- **B Tepkimesi (2. Isıtma Kiti)**: $3CaO(k) + P_2O_5(k) \xrightarrow{H_2O} Ca_3(PO_4)_2(k)$

Tepkimelerde açığa çıkan ısının tamamının yiyecek kabına aktarıldığı kabul edilmektedir. Tepkimelerde yer alan maddelerin standart molar oluşum entalpileri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo: Bazı Maddelerin Standart Molar Oluşum Entalpileri (ΔH_f°)

Tepkimeler	Madde/Bileşik	Standart Molar Oluşum Entalpisi (kJ/mol)
A Tepkimesi	$Mg(k)$	0
	$H_2O(s)$	–285,8
	$Mg(OH)_2(k)$	–924,7
	$H_2(g)$	0
B Tepkimesi	$CaO(k)$	–635,1
	$P_2O_5(k)$	–1505,5
	$Ca_3(PO_4)_2(k)$	–4120,8

Buna göre 5.1, 5.2, 5.3 ve 5.4'te yer alan soruları cevaplayınız.

5.1. A tepkimesinin denklemini ve tablodaki standart molar oluşum entalpilerini inceleyiniz. Tepkimenin standart entalpi değişiminin bu verilerden nasıl hesaplanabileceğine ilişkin bir önerme oluşturunuz. Önermenizi B tepkimesine ait matematiksel bağıntıyla destekleyiniz.

5.2. Tablodaki verileri inceleyen iki öğrenci aşağıdaki çıkarımlarda bulunmuştur:

1. Öğrenci: "*Tablodaki tüm saf maddelerin standart molar oluşum entalpisi sıfırdır, yalnızca bileşiklerin oluşum entalpisi negatif değer alır.*"

2. Öğrenci: "*Standart şartlarda elementlerin en kararlı hâllerinin molar oluşum entalpisi sıfır kabul edilirken bileşikler elementlerinden oluşurken enerji değişimi gerçekleştiği için oluşum entalpileri sıfırdan farklıdır.*"

Öğrencilerin ifadelerini tablodaki verileri dikkate alarak veriye dayalı olan ve veriye dayalı olmayan yönleri açısından karşılaştırınız. Hangi öğrencinin ifadesinin bilimsel olarak geçerli olduğunu gerekçesiyle açıklayınız.

5.3. Tabloda verilen standart molar oluşum entalpisi verilerinden yararlanarak A ve B tepkimelerinin standart tepkime entalpilerini (ΔH°) hesaplayınız.

5.4. Alevsiz ısıtıcı kiti üreten bir firma, farklı kimyasal maddelerin kullanıldığı iki alternatif tasarım (Tasarım 1 ve Tasarım 2) için standart tepkime entalpi hesaplamalarını tamamlamış ve aşağıdaki sonuçları elde etmiştir:

- Tasarım 1: $X(k) + 1/2O_2(g) \rightarrow XO(k)$ $\Delta H_1^o = -242{,}0$ kJ
- Tasarım 2: $Y(k) + O_2(g) \rightarrow YO_2(k)$ $\Delta H_2^o = -484{,}0$ kJ

Firma mühendisi bu hesaplama sonuçlarına dayanarak şu iddiayı öne sürmüştür:

"*Eşit mol sayısında katı tepken (X ve Y) tüketildiğinde Tasarım 2 tepkimesi, ortama Tasarım 1'e göre iki kat daha fazla ısı yayar; bu nedenle Tasarım 2 ile hazırlanan kit yiyecekleri ısıtmak için daha yüksek bir enerji kapasitesine sahiptir.*"

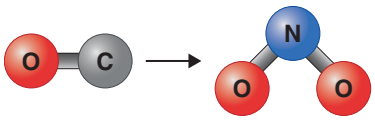
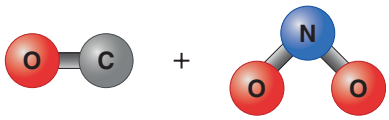
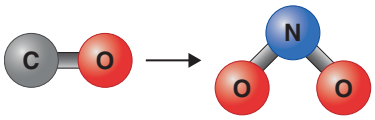
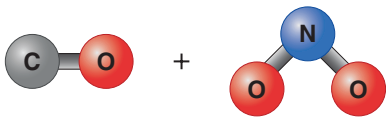
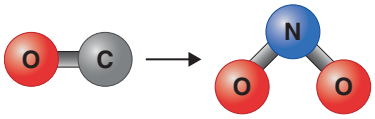
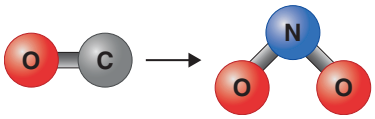
Hesaplama sonuçlarını dikkate alarak mühendisin iddiasının geçerliliğini sorgulayınız ve gerekçenizi açıklayınız.

6. Otomobil egzozlarından çıkan zehirli gazların arıtılmasında ve atmosfer kimyasında önemli bir yere sahip olan karbon monoksit (CO) ile azot dioksit (NO_2) gazları arasındaki tepkime, kapalı ve sabit hacimli bir kapta gerçekleşmektedir.

$CO(g) + NO_2(g) \rightarrow CO_2(g) + NO(g)$

Tepkimenin gerçekleşebilmesi için gereken eşik enerjisi E_a =134 kJ/mol'dür. Kimya araştırmacıları, alt mikro (tanecik) seviyede gerçekleşen moleküler çarpışmaları bilgisayar destekli bir moleküler dinamik simülasyonu ile inceleyerek 4 farklı çarpışma anına ait tanecik yönelimlerini, taneciklerin sahip olduğu toplam enerjileri ve çarpışma sonrasındaki gözlemleri aşağıdaki veri tablosuna kaydetmiştir.

Tablo: CO ve NO_2 Moleküllerinin Çarpışma Koşulları ve Simülasyon Gözlem Sonuçlar

Durum	Çarpışma enerjisi kJ/mol	Çarpışma öncesi	Çarpışma sonrası
1	100		
2	160		
3	160		
4	200		

Oklar, CO molekülünün yaklaşma yönünü gösterir. Çarpışma enerjileri örnek olarak seçilmiştir.

Buna göre 6.1, 6.2 ve 6.3'te yer alan soruları cevaplayınız.

6.1. Simülasyon veri tablosunu inceleyerek bir çarpışmanın kimyasal tepkimeyle sonuçlanabilmesi için gerekli ölçütleri oluşturunuz. Ardından oluşturduğunuz ölçütlerin 1, 2 ve 4 numaralı denemelerde sağlanıp sağlanmadığını kontrol tablosunda "+" ve "–" işaretleriyle gösteriniz ve tepkimenin gerçekleşip gerçekleşmediğini belirtiniz.

Tablo: Ölçüt Değerlendirme Tablosu

Çarpışma Denemesi	1. Ölçüt:	2. Ölçüt:	Tepkime Gerçekleşti mi?
1			
2			
4			

6.2. Tablodaki alt mikro modelleri karşılaştırarak

- **1 ve 4 numaralı denemeleri,**
- **2 ve 3 numaralı denemeleri birbiriyle kıyaslayınız. Bu kıyaslamalardan hareketle kimyasal bağların kopup yeni maddelerin oluşabilmesi sürecine dair tanecik düzeyinde keşfettiğiniz iki temel örüntüyü yazınız.**

6.3. Bir kimya öğrencisi şu iddiayı öne sürmüştür: "*Gaz fazındaki moleküllerin kinetik enerjileri eşik enerjisinden ne kadar yüksek olursa olsun, moleküller uygun doğrultuda çarpışmadığı sürece kimyasal tepkime gerçekleşmez*."

Bu iddianın geçerliliğini tablodaki sayısal veriler ve gözlem sonuçlarından kanıtlar kullanarak değerlendiriniz. Açıklamanızı çarpışma teorisi ve verilen tepkime denklemini sembolik model olarak kullanarak gerekçelendiriniz.

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	KİM.11.1.1. Fiziksel ve kimyasal olaylardaki enerji değişimine ilişkin deney yapabilme	FBAB7. Deney Yapma Becerisi
2	KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme	FBAB6. Hipotez Oluşturma Becerisi
3	KİM.11.1.2. Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyeline ilişkin hipotezler oluşturabilme	FBAB6. Hipotez Oluşturma Becerisi
4	KİM.11.1.3. Bağ enerjileri temelinde tepkimelerin entalpi değişimine ilişkin tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme Becerisi
5	KİM.11.1.4. Kimyasal tepkimelerin standart tepkime entalpilerini standart oluşum entalpi verilerini kullanarak tahmin edebilme	KB2.11. Gözleme Dayalı Tahmin Etme Becerisi
6	KİM.11.1.5. Kimyasal tepkimelerin gerçekleşme şartlarını açıklamak için kanıt kullanabilme	FBAB12. Kanıt Kullanma Becerisi

PUANLAMA TABLOSU											
1		2					3				
		2.1.		2.2.							
1.1.	1.2.	2.1.1.	2.1.2.	2.2.1.	2.2.2.	2.2.3.	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.
9	*7*	*4*	*3*	*5*	*4*	*3*	*3*	*4*	*5*	*6*	*4*

4		5				6			TOPLAM
4.1.	4.2.	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.	6.1.	6.2.	6.3.	
9	*4*	*3*	*3*	*4*	*4*	*6*	*4*	*6*	***100***

ÇÖZÜMLER

1.1. TAM PUAN (9 PUAN)

Deney Süreci	Cevabınız
Kullanılacak araç ve maddeler	Isı yalıtımlı kap, termometre, su, buz ve miktarları belirlemek için terazi veya ölçülü kap.
Deneyin işlem basamakları	Kaba belirli miktarda su konur. Başlangıç sıcaklığı ölçülür. Tamamen eriyebilecek miktarda buz eklenir ve nazikçe karıştırılır. Buzun erimesi izlenerek son sıcaklık ölçülür.
Sıcaklığın ölçüleceği aşamalar	Buz eklenmeden önce ve buz tamamen eridikten sonra sıcaklık ölçülür.
Ortamla ısı alışverişini azaltmak için alınacak önlem	Isı yalıtımlı kap kullanılır, ölçüm sırasında kap mümkün olduğunca kapalı tutulur.
Beklenen sıcaklık değişimi ve enerji alışverişiyle ilişkisi	Suyun sıcaklığının düşmesi beklenir. Isı, daha sıcak sudan buza aktarılır; buz erirken ısı alır.

KISMİ PUAN (2/2/2/1/2 PUAN)

Deney Süreci	Cevabınız
Kullanılacak araç ve maddeler	Isı yalıtımlı kap, termometre, su, buz ve miktarları belirlemek için terazi veya ölçülü kap. **(2 puan)**
Deneyin işlem basamakları	Kaba belirli miktarda su konur. Başlangıç sıcaklığı ölçülür. Tamamen eriyebilecek miktarda buz eklenir ve nazikçe karıştırılır. Buzun erimesi izlenerek son sıcaklık ölçülür. **(2 puan)**
Sıcaklığın ölçüleceği aşamalar	Buz eklenmeden önce ve buz eridikten sonra sıcaklık ölçülür. **(2 puan)**
Ortamla ısı alışverişini azaltmak için alınacak önlem	Isı yalıtımlı kap kullanılır, ölçüm sırasında kap mümkün olduğunca kapalı tutulur. **(1 puan)**
Beklenen sıcaklık değişimi ve enerji alışverişiyle ilişkisi	Suyun sıcaklığının düşmesi beklenir. Isı, daha sıcak sudan buza aktarılır; buz erirken ısı alır. **(2 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

1.2. TAM PUAN (7 PUAN)
Öğrencinin soru kökündeki a, b ve c maddelerini bağlamdaki uygulamalarla (A ve B) ilişkilendirerek eksiksiz açıklaması gerekir.

Buz atılan içecek:

a) **Gerçekleşen değişimin türü (fiziksel/kimyasal)**: Maddenin kimlik özelliği değişmediği için fiziksel bir değişimdir (A uygulamasındaki buzun erimesi gibi).

b) **Sürecin ısıl özelliği (endotermik/ekzotermik)**: Buz erirken çevreden ısı aldığı için endotermik bir süreçtir.

c) **Isı Aktarımının Yönü**: Isı aktarımı yüksek sıcaklıktaki içecekten (çevre) düşük sıcaklıktaki buza (sistem) doğrudur, içecek ısı kaybettiği için sıcaklığı düşer.

KISMİ PUAN (2/2/3 PUAN)
Öğrenci cevabındaki doğru adımlarına göre puanlanır.

Buz atılan içecek:

Olayı "fiziksel" olarak doğru sınıflandırma **(2 puan)**.

Olayı "endotermik" olarak doğru tanımlama **(2 puan)**.

Isı aktarım yönünü (daha sıcak olan içecekten buza doğru olduğunu ve içeceğin bu nedenle soğuduğunu) doğru açıklama **(3 puan)**.

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

2.1.1. TAM PUAN (4 PUAN)
Öğrencinin kurduğu problem cümlesinde; yakıt türü (bağımsız değişken), birim kütle başına açığa çıkan ısı/enerji miktarı temelinde enerji kaynağı olma potansiyeli/yakıt verimliliği (bağımlı değişken) ile tam yanma ve eşit kütle koşullarının (kontrol değişkenleri) açıkça yer alması gerekir.

- **Örnek 1**: "*Standart şartlarda eşit kütlelerde H_2, CH_4 ve C tamamen yakıldığında açığa çıkan ısı miktarları arasındaki farklılık maddelerin enerji kaynağı olma potansiyelleri hakkında ne gösterir?*"
- **Örnek 2**: "*Eşit kütledeki farklı yakıt türlerinin tam yanması sonucu açığa çıkan ısı miktarları, maddelerin enerji kaynağı olarak tercih edilme potansiyelini nasıl belirler?*"

KISMİ PUAN (1/2/1 PUAN)
Öğrencinin kurduğu tek cümle üzerinden aşağıdaki ölçütler bağımsız olarak değerlendirilir.

- Maddelerin enerji kaynağı olma potansiyelinin/verimliliğinin (bağımlı değişken) açığa çıkan ısıyla ilişkilendirilerek sorgulanması **(1 puan)**
- Yakıt türünün (bağımsız değişken) araştırma odağı olarak cümlede yer alması **(2 puan)**
- Tam yanma ve/veya eşit kütle (kontrol değişkenleri) koşullarının açıkça belirtilmesi **(1 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

2.1.2. TAM PUAN (3 PUAN)
Açığa çıkan ısı miktarı artar çünkü hidrojenin birim kütlesinin tam yanmasında açığa çıkan ısı, karbonunkinden fazladır; aynı kütlede hidrojen kullanılması daha fazla ısı açığa çıkmasını sağlar.

KISMİ PUAN (1/2 PUAN)
Açığa çıkan ısı miktarı artar. **(1 puan)**

Çünkü hidrojenin birim kütlesinin tam yanmasında açığa çıkan ısı, karbonunkinden fazladır; aynı kütlede hidrojen kullanılması daha fazla ısı açığa çıkmasını sağlar. **(2 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

2.2.1. TAM PUAN (5 PUAN)
Aşağıdaki üç bileşenin de eksiksiz ve doğru yazılması tam puan

Bağımsız Değişken: Besin türü/cinsi (P ve R besinleri)

Bağımlı Değişken: Suyun sıcaklık değişimi (ΔT)/suyun son sıcaklığı veya açığa çıkan enerji (ısı) miktarı

Kontrol Değişkenleri: Besin kütlesi, su kütlesi, suyun başlangıç sıcaklığı, kap cinsi, besin-kap mesafesi, ısı aktarım verimi.

KISMİ PUAN (1/1/3 PUAN)
Bağımsız değişken: "Besin türü" veya "P ve R besini" yazılması **(1 puan)**

Bağımlı değişken: "Suyun sıcaklık değişimi." "Suyun son sıcaklığı." veya "Açığa çıkan ısı/enerji miktarı." yazılması **(1 puan)**

Kontrol Değişkenleri: 6 değişkenden 3 tanesinin yazılması yeterlidir. **(Toplam 3 puan)**

Besin kütlesi **(1 puan)**

Su kütlesi **(1 puan)**

Suyun başlangıç sıcaklığı **(1 puan)**

Kap cinsi **(1 puan)**

Besin-kap mesafesi **(1 puan)**

Isı aktarım verimi **(1 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

2.2.2. TAM PUAN (4 PUAN)

Deney Süreci	Cevabınız
Deney öncesinde yapılacak hazırlıklar	Özdeş düzeneklerde eşit kütlede su ve besin örnekleri hazırlanır.
Deneyde sabit tutulacak koşullar	Kap cinsi, suyun başlangıç sıcaklığı ve besin örneği ile kap arasındaki uzaklık aynı tutulur.
İşlem süreci	Her düzenekte suyun başlangıç sıcaklığı ölçülür. P ve R örnekleri ayrı düzeneklerde tamamen yakılarak su ısıtılır ve suyun son sıcaklığı kaydedilir.
Hesaplanacak değer ve sonuçların karşılaştırılma yöntemi	Her düzenek için sıcaklık artışı hesaplanır. Su kütleleri ve ısı aktarım verimleri eşit olduğundan sıcaklık artışı daha fazla olan düzenekte suya daha fazla ısı aktarılmıştır.

KISMİ PUAN (1/1/1/1 PUAN)

Deney Süreci	Cevabınız
Deney öncesinde yapılacak hazırlıklar	Özdeş düzeneklerde eşit kütlede su ve besin örnekleri hazırlanır. **(1 puan)**
Deneyde sabit tutulacak koşullar	Kap cinsi, suyun başlangıç sıcaklığı ve besin örneği ile kap arasındaki uzaklık aynı tutulur. **(1 puan)**
İşlem süreci	Her düzenekte suyun başlangıç sıcaklığı ölçülür. P ve R örnekleri ayrı düzeneklerde tamamen yakılarak su ısıtılır ve suyun son sıcaklığı kaydedilir. **(1 puan)**
Hesaplanacak değer ve sonuçların karşılaştırılma yöntemi	Her düzenek için sıcaklık artışı hesaplanır. Su kütleleri ve ısı aktarım verimleri eşit olduğundan sıcaklık artışı daha fazla olan düzenekte suya daha fazla ısı aktarılmıştır. **(1 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

2.2.3. TAM PUAN (3 PUAN)
Geliştirilmiş önerme: “Bu deney koşullarında R, P’den birim kütlede daha fazla enerji açığa çıkarır.”

Eşit kütledeki örneklerle eşit miktarda su ısıtıldığında R’nin 20 °C, P’nin 12 °C sıcaklık artışı sağlaması önermeyi destekler.

KISMİ PUAN (1/2 PUAN)
Geliştirilmiş önerme: “Bu deney koşullarında R, P’den birim kütlede daha fazla enerji açığa çıkarır.” **(1 puan)**

Eşit kütledeki örneklerle eşit miktarda su ısıtıldığında R’nin 20 °C, P’nin 12 °C sıcaklık artışı sağlaması önermeyi destekler. **(2 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

3.1. TAM PUAN (3 PUAN)
Örnek 1: “X ve Y yakıtlarının eşit kütleleri yakıldığında açığa çıkan ısı miktarı değişir mi?”

Örnek 2: “Aynı miktarda ısı elde etmek için X ve Y yakıtlarından gereken kütleler farklı mıdır?”

KISMİ PUAN (1/1/1 PUAN)
Aşağıdaki örnekler alternatif cevaplardır, birbirine eklenmez.

“X ve Y yakıtlarında yakılan kütle ile açığa çıkan ısı arasındaki ilişki farklı mıdır?” **(2 puan)** Yakıt türü, kütle ve ısı ilişkilendirilmiş, karşılaştırmada eşit tutulacak büyüklük belirtilmemiştir.

"Yakılan yakıt kütlesi ile açığa çıkan ısı arasında nasıl bir ilişki vardır?" **(1 puan)** Kütle ile ısı ilişkilendirilmiş, yakıt türleri karşılaştırılmamıştır.

"X ve Y yakıtlarının enerji kaynağı olma potansiyelleri farklı mıdır?" **(1 puan)** Yakıtlar karşılaştırılmış, kütle ve ısı ilişkisi kurulmamıştır.

Eşdeğer cevaplarda puan dağılımı:

Yakıt türü ile ısıyı ilişkilendirme **(1 puan)**

Kütle ile ısıyı ilişkilendirme **(1 puan)**

Eşit kütle veya eşit ısı koşulunu belirtme **(1 puan)**

Koşul puanı, araştırılabilir ilişki kurulmuşsa verilir.

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

3.2. TAM PUAN (4 PUAN)
Hipotezin Değerlendirilmesi: Hipotez doğrudur.

Tablo Verisiyle Kanıtlama: Her iki yakıttan da eşit miktarda (21,0 kJ) ısı elde edilmiştir ancak bu ısıyı elde etmek için 0,70 g X yakılırken, daha az miktarda (0,50 g) Y yakılması yeterli olmuştur.

Neden-Sonuç İlişkisinin Açıklanması: Farklı türdeki yakıtların birim kütlelerinin enerji potansiyelleri (ısıl değerleri/birim kütleden açığa çıkan ısı miktarları) birbirinden farklıdır. Y yakıtının birim kütlesi X yakıtına göre daha fazla ısı açığa çıkardığı için aynı miktarda ısı enerjisi elde etmek için tüketilmesi gereken Y yakıtı kütlesi daha az olmaktadır.

KISMİ PUAN (2/2 PUAN)
Öğrenci hipotezi doğru değerlendirir ancak açıklamayı eksik bırakır:

"Hipotez doğrudur çünkü eşit ısı elde etmek için Y'den 0,50 g, X'ten ise 0,70 g yakılmıştır." diyerek tablodaki kütle farkını belirten fakat yakıt türlerinin birim kütle enerjilerinin (ısıl değerlerinin) farklı oluşunu neden olarak belirtmeyen cevaplar. **(3 puan)**

"Hipotez doğrudur. Farklı yakıtların birim kütlelerinin verdiği ısı enerjileri farklı olduğu için Y'den daha az yakılmıştır." diyerek birim kütle enerjisi farkını gerekçe gösteren ancak tablodaki sayısal verilerle (21,0 kJ için 0,50 g Y ve 0,70 g X) açıkça ilişkilendirmeyen cevaplar. **(3 puan)**

Öğrenci yalnızca tek bir tespitte bulunur:

Sadece "Hipotez doğrudur." yazıp hiçbir sayısal veri, tablo kanıtı veya neden-sonuç gerekçesi sunmayan cevaplar. **(2 puan)**

Hipotezin doğruluğunu belirtmeksizin yalnızca "Aynı ısı için Y yakıtından daha az kütle yakılmıştır." veya "Y yakıtının enerjisi daha fazladır." şeklinde tekil ve eksik tespitte bulunan cevaplar. **(2 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

3.3. TAM PUAN (5 PUAN)
Bağımlı Değişken: Açığa çıkan ısı/enerji miktarı

Bağımsız Değişken: Yakıt türü/cinsi (X ve Y yakıtları)

Kontrol Değişkenleri: Yakılan yakıt kütlesi (0,5 g), ortam koşulları (basınç/sıcaklık), kullanılan oksijen miktarı (yeterli oksijen), kalorimetre düzeneği/ısı yalıtımı.

KISMİ PUAN (1/1/3 PUAN)
Bağımlı değişken: "Açığa çıkan ısı.", "Açığa çıkan enerji." veya "Sıcaklık değişimi." yazılması **(1 puan)**

Bağımsız değişken: "Yakıt türü." veya "X ve Y yakıtları." yazılması **(1 puan)**

Kontrol değişkenleri (Toplam 3 Puan) 3 tanesinin yazılması yeterlidir.

Yakılan yakıt kütlesi (0,5 g) **(1 puan)**

Deney koşulları (aynı koşullar/ortam sıcaklığı ve basıncı) **(1 puan)**

Oksijen miktarı (yeterli oksijen) **(1 puan)**

Kalorimetre düzeneği/ısı kayıplarının ihmal edilmesi **(1 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

3.4. TAM PUAN (6 PUAN)

Deney Süreci	Cevabınız
Deney öncesinde yapılacak hazırlıklar	Isı yalıtımlı özdeş iki kalorimetre kabına eşit kütlede ve aynı sıcaklıkta su konur. X ve Y yakıtlarından hassas terazi kullanılarak eşit kütlede (örneğin 0,50'şer g) örnekler tartılır.
Sabit tutulacak koşullar	Yakılan yakıt kütleleri, kalorimetre kaplarındaki suyun kütlesi, suların başlangıç sıcaklığı ve ortam şartları.
İşlem ve ölçümlerin sırası	Kalorimetredeki suyun ilk sıcaklığı ölçülür. Hazırlanan yakıt örnekleri ayrı ayrı kapalı sistemde yeterli oksijenle tamamen yakılır. Suyun ulaştığı en yüksek (son) sıcaklık kaydedilir.
Hesaplanacak değer ve sonuçların karşılaştırılma yöntemi	Her iki düzenek için sıcaklık artışı ($\Delta T = T_{son} - T_{ilk}$) belirlenir. Eşit kütledeki yakıtlardan hangisi suda daha büyük sıcaklık artışı (daha fazla ısı aktarımı) sağlamışsa, o yakıtın birim kütledeki enerji potansiyelinin daha yüksek olduğu sonucuna varılır.

KISMİ PUAN (1/1/1/1/1/1 PUAN)

Deney Süreci	Cevabınız
Deney öncesinde yapılacak hazırlıklar	Isı yalıtımlı özdeş iki kalorimetre kabına eşit kütlede ve aynı sıcaklıkta su konur. X ve Y yakıtlarından hassas terazi kullanılarak eşit kütlede (örneğin 0,50'şer g) örnekler tartılır. **(1 puan)**
Sabit tutulacak koşullar	Yakılan yakıt kütleleri, kalorimetre kaplarındaki suyun kütlesi **(1 puan)**, suların başlangıç sıcaklığı ve ortam şartları **(1 puan)**
İşlem ve ölçümlerin sırası	Kalorimetredeki suyun ilk sıcaklığı ölçülür. Hazırlanan yakıt örnekleri ayrı ayrı kapalı sistemde yeterli oksijenle tamamen yakılır. Suyun ulaştığı en yüksek (son) sıcaklık kaydedilir. **(1 puan)**
Hesaplanacak değer ve sonuçların karşılaştırılma yöntemi	Her iki düzenek için sıcaklık artışı ($\Delta T = T_{son} - T_{ilk}$) belirlenir. **(1 puan)** Eşit kütledeki yakıtlardan hangisi suda daha büyük sıcaklık artışı (daha fazla ısı aktarımı) sağlamışsa, o yakıtın birim kütledeki enerji potansiyelinin daha yüksek olduğu sonucuna varılır. **(1 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

3.5. TAM PUAN (4 PUAN)

Öne sürülen görüş yanlıştır; farklı türdeki yakıtların birim kütlelerinin enerji potansiyelleri (ısıl değerleri) birbirinden farklıdır, bu nedenle eşit kütleleri yandığında eşit miktarda ısı açığa çıkmaz. Yeni önerme: "Bu koşullarda X ve Y yakıtlarının eşit kütleleri farklı miktarda ısı açığa çıkarır."

Tablodaki verilere göre 1,0 gramları (veya 0,5 / 0,7 gramları) üzerinden hesaplama yapıldığında

- X yakıtı için: 0,70 g yandığında 21,0 kJ ısı veriyorsa, 1,0 g yandığında 21,0 / 0,70 = 30 kJ ısı açığa çıkar.
- Y yakıtı için: 0,50 g yandığında 21,0 kJ ısı veriyorsa, 1,0 g yandığında 21,0 / 0,50 = 42 kJ ısı açığa çıkar.

Eşit kütlede (1,0 g) yakıldıklarında Y yakıtı (42 kJ), X yakıtından (30 kJ) daha fazla ısı açığa çıkarmaktadır; dolayısıyla açığa çıkan ısılar eşit değildir.

KISMİ PUAN (2/2 PUAN)
Görüşü Düzeltme ve Yeni Önerme (2 Puan):

- Görüşün yanlış olduğunu belirterek yakıt türü değiştikçe eşit kütlelerden elde edilen ısının farklı olacağını ifade eden yeni önermeyi doğru yazma **(2 puan)**
- Sadece "görüş yanlıştır" deyip yeni ve düzeltilmiş bir önerme kuramayan eksik yanıtlara **(1 puan)**

Hesaplama ile Destekleme (2 Puan):

- Tablodaki verileri kullanarak seçilen herhangi bir eşit kütle için (örneğin 1,0 g, 0,5 g veya 3,5 g) her iki yakıtın vereceği ısıyı orantı/bölme yoluyla doğru hesaplayıp Y'nin daha fazla ısı verdiğini gösterme **(2 puan)**
- Hesaplama adımlarını kurup işlem hatası yapan veya yalnızca tek bir yakıtın birim kütle ısısını hesaplayıp karşılaştırmayı eksik bırakan yanıtlara **(1 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

4.1. TAM PUAN (9 PUAN)

a) I: 679 – 862 = –183 kJ

II: 1443 – 1262 = +181 kJ

III: 629 – 732 = –103 kJ

b) $\Delta H = K - O$

KISMİ PUAN (2/2/2/3 PUAN)

a) I: 679 – 862 = –183 kJ **(2 puan)**

II: 1443 – 1262 = +181 kJ **(2 puan)**

III: 629 – 732 = –103 kJ **(2 puan)**

b) $\Delta H = K - O$ **(3 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

4.2. TAM PUAN (4 PUAN)

Bağların kırılması için gereken enerji, bağların oluşması sırasında açığa çıkan enerjiden fazlaysa $\Delta H > 0$ ve tepkime endotermiktir. Tablodaki II. tepkime bu duruma örnektir.

veya

Bağların oluşması sırasında açığa çıkan enerji, bağların kırılması için gereken enerjiden fazlaysa $\Delta H < 0$ ve tepkime ekzotermiktir. Tablodaki I, III ve IV. tepkime bu duruma örnektir. (Tepkimelerden birini belirtmesi yeterli.)

KISMİ PUAN (2/2 PUAN)
Bağların kırılması için gereken enerji, bağların oluşması sırasında açığa çıkan enerjiden fazlaysa ΔH > 0 ve tepkime endotermiktir. Tablodaki II. tepkime bu duruma örnektir. **(2 puan)**

Bağların oluşması sırasında açığa çıkan enerji, bağların kırılması için gereken enerjiden fazlaysa ΔH < 0 ve tepkime ekzotermiktir. Tablodaki I, III ve IV. tepkime bu duruma örnektir. **(2 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

5.1. TAM PUAN (3 PUAN)
Bir kimyasal tepkimenin entalpi değişimi, ürünlerin toplam oluşum entalpileri ile tepkenlerin toplam oluşum entalpileri farkıdır.

$$\Delta H^{o}_{Tepkime} = \Delta H^{o}_{f}(Ca_3(PO_4)_2) - \left[3 \cdot \Delta H^{o}_{f}(CaO) + \Delta H^{o}_{f}(P_2O_5)\right]$$

KISMİ PUAN (2/1 PUAN)
Bir kimyasal tepkimenin entalpi değişimi, ürünlerin toplam oluşum entalpileri ile tepkenlerin toplam oluşum entalpileri farkıdır. **(2 puan)**

Önermenin B tepkimesi için matematiksel modeli:

$$\Delta H^{o}_{Tepkime} = \Delta H^{o}_{f}(Ca_3(PO_4)_2) - \left[3 \cdot \Delta H^{o}_{f}(CaO) + \Delta H^{o}_{f}(P_2O_5)\right]$$ **(1 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

5.2. TAM PUAN (3 PUAN)
Öğrenci İfadelerinin Karşılaştırılması ve Bilimsel Geçerlilik: 2. öğrencinin ifadesi bilimsel olarak geçerlidir.

Veriye Dayalı Olan ve Olmayan

1. öğrencinin ifadesi tablo verileriyle çelişir (veriye dayalı değildir). Tabloda yer alan $H_2O(s)$ da saf bir madde olmasına rağmen entalpisi sıfır değildir. Ayrıca bileşiklerin oluşum entalpilerinin yalnızca negatif olacağı genellemesi de bilimsel olarak hatalıdır.

2. öğrencinin ifadesi hem tablo verileriyle Mg(k) ve $H_2(g)$ elementlerinin 0 kJ/mol, bileşiklerin ise sıfırdan farklı oluşuyla doğrudan uyumludur (veriye dayalıdır) hem de elementlerin referans kabul edilmesi ve bileşik oluşumunda enerji alışverişi gerçekleşmesi gerekçesine dayanır.

KISMİ PUAN (1/1/1 PUAN)
Öğrenci İfadelerinin Karşılaştırılması ve Bilimsel Geçerlilik: 2. öğrencinin ifadesi bilimsel olarak geçerlidir. **(1 puan)**

Veriye Dayalı ve Dayalı Olmayan Yönlerin Açıklanması:

1. öğrencinin ifadesi tablo verileriyle çelişir (veriye dayalı değildir). Tabloda yer alan $H_2O(s)$ da saf bir madde olmasına rağmen entalpisi sıfır değildir. Ayrıca bileşiklerin oluşum entalpilerinin yalnızca negatif olacağı genellemesi de bilimsel olarak hatalıdır. **(1 puan)**

2. öğrencinin ifadesi hem tablo verileriyle Mg(k) ve $H_2(g)$ elementlerinin 0 kJ/mol, bileşiklerin ise sıfırdan farklı oluşuyla doğrudan uyumludur (veriye dayalıdır) hem de elementlerin referans kabul edilmesi ve bileşik oluşumunda enerji alışverişi gerçekleşmesi gerekçesine dayanır. **(1 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

5.3. TAM PUAN (4 PUAN)

A Tepkimesi İçin Hesaplama:

$$\Delta H^{o}_{A} = \left[\Delta H^{o}_{f}(Mg(OH)_2) + \Delta H^{o}_{f}(H_2)\right] - \left[\Delta H^{o}_{f}(Mg) + 2 \cdot \Delta H^{o}_{f}(H_2O(s))\right]$$

$$\Delta H^{o}_{A} = \left[(-924,7) + 0\right] - \left[0 + 2 \cdot (-285,8)\right]$$

$$\Delta H^{o}_{A} = -924,7 - (-571,6) = -353,1 \text{ kJ}$$

B Tepkimesi İçin Hesaplama:

$$\Delta H^{o}_{B} = \left[\Delta H^{o}_{f}(Ca_3(PO_4)_2)\right] - \left[3 \cdot \Delta H^{o}_{f}(CaO) + \Delta H^{o}_{f}(P_2O_5)\right]$$

$$\Delta H^{o}_{B} = \left[-4120,8\right] - \left[3 \cdot (-635,1) + (-1505,5)\right]$$

$$\Delta H^{o}_{B} = -4120,8 - (-3410,8) = -710,0 \text{ kJ}$$

KISMİ PUAN (1/1/1/1 PUAN)

A Tepkimesi İçin Hesaplama (1/1 Puan):

$$\Delta H^{o}_{A} = \left[\Delta H^{o}_{f}(Mg(OH)_2) + \Delta H^{o}_{f}(H_2)\right] - \left[\Delta H^{o}_{f}(Mg) + 2 \cdot \Delta H^{o}_{f}(H_2O(s))\right]$$ **(1 puan)**

$$\Delta H^{o}_{A} = \left[(-924,7) + 0\right] - \left[0 + 2 \cdot (-285,8)\right]$$

$$\Delta H^{o}_{A} = -924,7 - (-571,6) = -353,1 \text{ kJ}$$ **(1 puan)**

B Tepkimesi İçin Hesaplama (1/1 Puan):

$$\Delta H^{o}_{B} = \left[\Delta H^{o}_{f}(Ca_3(PO_4)_2)\right] - \left[3 \cdot \Delta H^{o}_{f}(CaO) + \Delta H^{o}_{f}(P_2O_5)\right]$$ **(1 puan)**

$$\Delta H^{o}_{B} = \left[-4120,8\right] - \left[3 \cdot (-635,1) + (-1505,5)\right]$$

$$\Delta H^{o}_{B} = -4120,8 - (-3410,8) = -710,0 \text{ kJ}$$ **(1 puan)**

SIFIR PUAN

Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

5.4. TAM PUAN (4 PUAN)

İddianın Geçerliliği: Mühendisin iddiası geçerlidir (doğrudur).

Hesaplama Sonuçlarıyla Sorgulama ve Gerekçelendirme:

- Her iki tepkimenin de entalpi değişimi negatiftir ($\Delta H^{o} < 0$), bu durum tepkimelerin ekzotermik olduğunu ve ortama ısı verdiğini gösterir.
- Açığa çıkan ısı miktarları oranlandığında 484,0/242,0 = 2 kat olduğu görülür.
- Denklemlere göre 1 mol X harcandığında 242,0 kJ, 1 mol Y harcandığında 484,0 kJ ısı açığa çıkar; dolayısıyla eşit mol sayısında katı tepken (X ve Y) harcandığında Tasarım 2'den açığa çıkan ısı, Tasarım 1'in tam iki katıdır ve mühendisin iddiası hesaplama sonuçlarıyla bilimsel olarak doğrulanmaktadır.

KISMİ PUAN (1/1/2 PUAN)

İddianın Geçerliliği: Mühendisin iddiası geçerlidir (doğrudur). **(1 puan)**

Hesaplama Sonuçlarıyla Sorgulama ve Gerekçelendirme:

- Her iki tepkimenin de entalpi değişimi negatiftir ($\Delta H^{o}<0$), bu durum tepkimelerin ekzotermik olduğunu ve ortama ısı verdiğini gösterir. **(1 puan)**
- Açığa çıkan ısı miktarları oranlandığında 484,0/242,0 = 2 kat olduğu görülür.
- Denklemlere göre 1 mol X harcandığında 242,0 kJ, 1 mol Y harcandığında 484,0 kJ ısı açığa çıkar; dolayısıyla eşit mol sayısında katı tepken (X ve Y) harcandığında Tasarım 2'den açığa çıkan ısı, Tasarım 1'in tam iki katıdır ve mühendisin iddiası hesaplama sonuçlarıyla bilimsel olarak doğrulanmaktadır. **(2 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

6.1. TAM PUAN (6 PUAN)
İki temel ölçüt doğru tanımlanır:

1. Ölçüt: Çarpışan taneciklerin uygun geometride/doğrultuda çarpışması.
2. Ölçüt: Taneciklerin eşik enerjisine (E_a) eşit veya eşik enerjisinden daha büyük kinetik enerjiye (E_k) sahip olması ($E_k \geq E_a$).

Tablo doğru doldurulur:

- Deneme 1: Uygun Doğrultu (+), Yeterli Kinetik Enerji (-), Tepkime: Gerçekleşmedi.
- Deneme 2: Uygun Doğrultu (-), Yeterli Kinetik Enerji (+), Tepkime: Gerçekleşmedi.
- Deneme 4: Uygun Doğrultu (+), Yeterli Kinetik Enerji (+), Tepkime: Gerçekleşti.

KISMİ PUAN (1/1/1/1/2 PUAN)
İki temel ölçüt doğru tanımlanır:

1. Ölçüt: Çarpışan taneciklerin uygun geometride/doğrultuda çarpışması. **(1 puan)**
2. Ölçüt: Taneciklerin eşik enerjisine (E_a) eşit veya eşik enerjisinden daha büyük kinetik enerjiye sahip olması ($E_k \geq E_a$). **(1 puan)**

Tablo doğru doldurulur:

- Deneme 1: Uygun Doğrultu (+), Yeterli Kinetik Enerji (-), Tepkime: Gerçekleşmedi. **(1 puan)**
- Deneme 2: Uygun Doğrultu (-), Yeterli Kinetik Enerji (+), Tepkime: Gerçekleşmedi. **(1 puan)**
- Deneme 4: Uygun Doğrultu (+), Yeterli Kinetik Enerji (+), Tepkime: Gerçekleşti. **(2 puan)**

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

6.2. TAM PUAN (4 PUAN)

- **1 ve 4. Denemelerin Kıyaslama Örüntüsü**: İki denemede de çarpışma doğrultusu uygundur ancak 1. denemede kinetik enerji eşik enerjisinin altında (100 < 134 kJ/mol) kaldığı için bağlar kopamamış, 4. denemede ise enerji eşik enerjisini aştığı (200 > 134 kJ/mol) için tepkime gerçekleşmiştir.
- **Örüntü**: Uygun doğrultu tek başına yeterli değildir, taneciklerin kinetik enerjisi mutlaka $E_k \geq E_a$ şartını sağlamalıdır.
- **2 ve 3. Denemelerin Kıyaslama Örüntüsü**: Her iki denemede de taneciklerin kinetik enerjisi eşik enerjisinden büyüktür (160 kJ/mol > 134 kJ/mol). Ancak 2. denemede tanecikler uygun doğrultuda çarpışmadığı için ürün oluşmamış, 3. denemede hem doğrultu hem enerji sağlandığı için ürün oluşmuştur.
- **Örüntü**: Yeterli kinetik enerjiye sahip olmak tek başına yeterli değildir, çarpışma anındaki molekül yönelimi bağ yapmaya uygun olmalıdır.

KISMİ PUAN (2/2 PUAN)

- **1 ve 4. Denemelerin Kıyaslama Örüntüsü**: Her iki denemede de çarpışma doğrultusu uygundur ancak 1. denemede kinetik enerji eşik enerjisinin altında (100 < 134 kJ/mol) kaldığı için bağlar kopamamış, 4. denemede ise enerji eşik enerjisini aştığı (200 > 134 kJ/mol) için tepkime gerçekleşmiştir.
- **Örüntü**: Uygun doğrultu tek başına yeterli değildir, taneciklerin kinetik enerjisi mutlaka Ek ≥ Ea şartını sağlamalıdır **(2 puan)**.
- **2 ve 3. Denemelerin Kıyaslama Örüntüsü**: Her iki denemede de taneciklerin kinetik enerjisi eşik enerjisinden büyüktür (160 kJ/mol > 134 kJ/mol). Ancak 2. denemede tanecikler uygun doğrultuda çarpışmadığı için ürün oluşmamış, 3. denemede hem doğrultu hem enerji sağlandığı için ürün oluşmuştur.

- **Örüntü**: Yeterli kinetik enerjiye sahip olmak tek başına yeterli değildir, çarpışma anındaki molekül yönelimi bağ yapmaya uygun olmalıdır **(2 puan)**.

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.

6.3. TAM PUAN (6 PUAN)

- **Veriye Dayalı Kanıt**: İddia geçerlidir/doğrudur. Simülasyon tablosundaki 2. denemede taneciklerin kinetik enerjisi 160 kJ/mol olup tepkimenin eşik enerjisinden (134 kJ/mol) oldukça yüksektir. Buna rağmen çarpışma doğrultusu uygun olmadığı için (O atomu ile O atomu karşılaştığı için) kimyasal tepkime gerçekleşmemiş, ortamda ürün (CO_2 ve NO) oluşmamıştır.
- **Çarpışma Teorisi Temelinde Açıklama**: Çarpışma teorisine göre bir kimyasal tepkimenin gerçekleşebilmesi için eski bağların zayıfladığı ve yeni bağların oluşmaya başladığı yüksek enerjili, kararsız bir ara durum olan "aktifleşmiş kompleks" meydana gelmelidir. 2. denemede CO'deki C atomu ile NO_2'deki O atomu doğrudan etkileşemediğinden yeni C–O bağı kurulamaz. Bu nedenle eşik enerjisi aşılsa bile uygun yönelim olmadan aktifleşmiş kompleks ve ürün oluşamaz.

KISMİ PUAN (3/3 PUAN)

- İddianın doğruluğunu çarpışma teorisi (aktifleşmiş kompleks, bağların kopması/oluşması) üzerinden tam açıklamış ancak tablodaki 2. denemeye ait sayısal kanıtı belirtmemişse **(3 puan)**.
- Tablodaki 2. deneme sayısal verilerini kanıt olarak kullanmış ancak çarpışma teorisindeki mikro açıklamayı (aktifleşmiş kompleks veya bağ etkileşimi) eksik bırakmışsa **(3 puan)**.
- Yalnızca iddianın doğru olduğunu belirtip gerekçelendirmeyi yüzeysel veya kısmi yapmışsa **(2 puan)**.

SIFIR PUAN
Yetersiz, yanlış, belirsiz cevaplar veya sorunun boş bırakılması sıfır puandır.