FİZİK

11. SINIF

YAZILIYA HAZIRLIK

1. DÖNEM - 1. ORTAK YAZILI · SENARYO 3

TYMM 2026-2027

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. Fizik kulübü öğrencileri, karanlık bir odada saniyede 10 kez çakan bir ışık kaynağının (stroboskop) önünde çelik bir bilyeyi ilk hızsız bırakmıştır. Fotoğraf makinesinin deklanşörü düşüş boyunca açık tutulduğu için bilyenin her 0,1 s'deki konumu tek bir fotoğrafa kaydedilmiştir. Fotoğraftaki cetvelden okunan ve bırakılma noktasından aşağı doğru ölçülen uzaklıklar tabloda verilmiştir. Deney aynı boyuttaki alüminyum bir bilyeyle tekrarlandığında tablodaki değerlerin ölçüm duyarlılığı içinde değişmediği görülmüştür. Hava direncinin etkisi ihmal edilebilecek kadar küçüktür.

Zaman (s)	**0**	**0,1**	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**0,5**
Bırakılma noktasından uzaklık (cm)	0	4,9	19,6	44,1	78,4	122,5

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

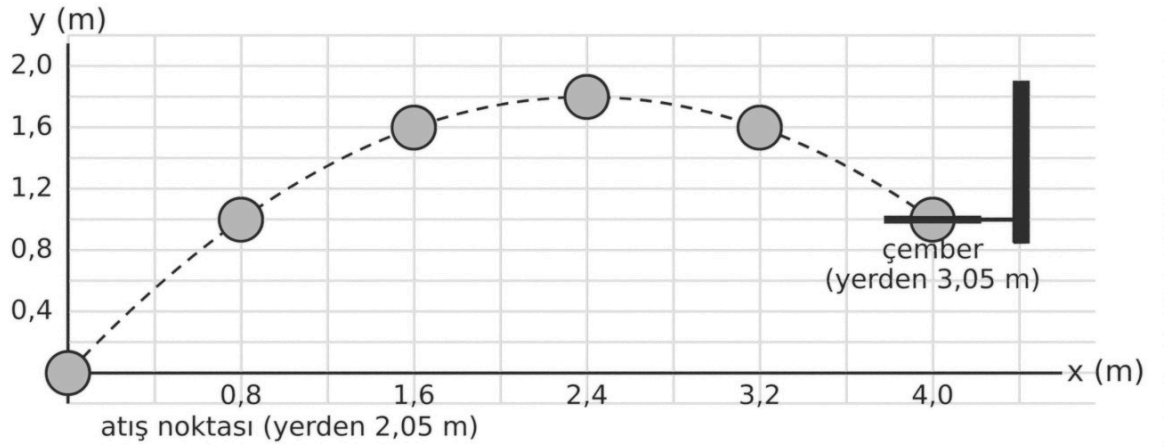
1.1. Bilyenin ardışık 0,1 s'lik zaman aralıklarında aldığı yolları hesaplayınız. Bu yollar arasındaki oranı ve ardışık iki yol arasındaki farkı belirleyiniz. (5 puan)

1.2. Her 0,1 s'lik aralıktaki ortalama hızı hesaplayarak bilyenin hızının eşit zaman aralıklarında nasıl değiştiğini belirleyiniz. Bilyenin ivmesini büyüklüğü ve yönüyle bulunuz. (6 puan)

1.3. Verilerden yararlanarak serbest düşme hareketi yapan cisimlerin ivmesine ilişkin bir genelleme yapınız. Bu genellemeyi kullanarak bilyenin 0,5 s ile 0,6 s arasında alacağı yolu tahmin ediniz. (5 puan)

2. Bir basketbol antrenmanında serbest atış kullanan oyuncunun elinden çıkan top, yerden 2,05 m yükseklikteki atış noktasından fırlatılmış ve yerden 3,05 m yükseklikteki çemberin tam ortasından geçmiştir. Antrenör, video kaydını analiz ederek topun atış noktasına göre yatay (x) ve düşey (y) konumlarını her 0,2 saniyede bir belirlemiştir. Konumlar 0,1 m duyarlılıkla yuvarlanarak tabloda ve şekilde verilmiştir. Yukarı yön pozitif (+) kabul edilmiştir. (Hava direncini ihmal ediniz.)

Zaman (s)	**0**	**0,2**	**0,4**	**0,6**	**0,8**	**1,0**
Yatay konum, x (m)	0	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0
Düşey konum, y (m)	0	1,0	1,6	1,8	1,6	1,0

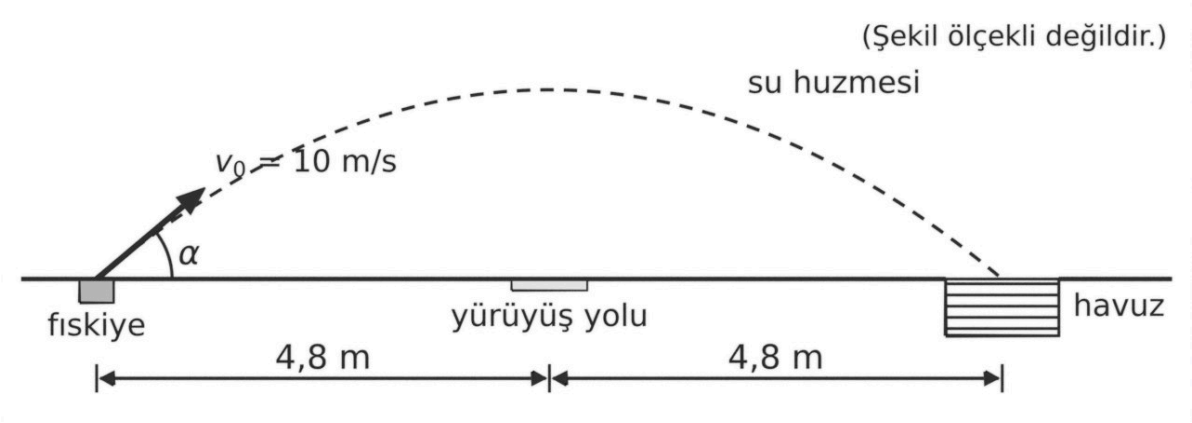


2.1. Topun yatay doğrultuda ardışık 0,2 s'lik zaman aralıklarındaki yer değiştirmelerini bulunuz. Topun yatay doğrultudaki hareketinin türünü belirleyerek hızının yatay bileşenini hesaplayınız. (4 puan)

2.2. Topun düşey doğrultudaki ardışık yer değiştirmelerini ve bu aralıklardaki ortalama düşey hızları bulunuz. Düşey doğrultudaki hareketin türünü belirleyerek bu doğrultudaki ivmeyi ve hızın düşey bileşeninin t = 0 anındaki değerini bulunuz. (5 puan)

2.3. Bulgularınızdan yararlanarak iki boyutta sabit ivmeli hareketin bileşenlerine ilişkin bir genelleme yapınız. Topun ulaştığı en yüksek noktanın yerden yüksekliğini ve çemberden geçtiği andaki hızının yatay ve düşey bileşenlerini bulunuz. (5 puan)

3. Bir parkta yapılacak su gösterisi için tasarlanan fıskiye sisteminde fıskiye ağzı zemin hizasındadır ve su, fıskiye ağzından 10 m/s hızla çıkmaktadır. Tasarımcı, fıskiye ağzının yatayla yaptığı α açısını değiştirerek su huzmesinin izlediği yolu incelemektedir. α = 45° için elde ettiği değerler tabloda verilmiştir. Fıskiyeden 9,6 m uzakta küçük bir havuz (uzaklık havuzun ortasına kadar ölçülmüştür), fıskiye ile havuzun tam ortasında ise bir yürüyüş yolu bulunmaktadır. (Suyun hareketinde hava direncini ihmal ediniz. g = 10 m/s²; sin37° = cos53° = 0,6; cos37° = sin53° = 0,8)



Fıskiye açısı (α)	Hızın yatay bileşeni (m/s)	Hızın düşey bileşeni (m/s)	Havada kalma süresi (s)	En büyük yükseklik (m)	Yatay uzaklık (m)
37°					
45°	7,1	7,1	1,4	2,5	10,0
53°					

3.1. Tabloda α = 37° ve α = 53° için boş bırakılan yerleri hesaplayarak doldurunuz. (8 puan)

3.2. Tablodaki değerleri karşılaştırarak suyun havada kalma süresinin, en büyük yüksekliğin ve yatay uzaklığın hızın hangi bileşenlerine bağlı olduğunu belirleyiniz. 37° ve 53° için bulduğunuz yatay uzaklıkları karşılaştırarak iki boyutta sabit ivmeli hareketle ilgili bir genelleme yapınız. (5 puan)

3.3. Tasarımcı, su huzmesinin havuzun ortasına düşmesini; ayrıca yürüyüş yolundan geçen yetişkinlerin ıslanmaması için huzmenin yolun üzerinden yerden en az 2,5 m yükseklikte geçmesini istemektedir. Tablodaki açılardan hangisinin seçilmesi gerektiğini gerekçesiyle açıklayınız. (5 puan)

4. Bir otomobil üreticisinin test pistinde, düz ve yatay yolda 72 km/h (20 m/s) hızla giden bir otomobil farklı yük ve frenleme koşullarında durdurulmuştur. Her denemede frenleme süresince yolun otomobile hareket yönüne zıt yönde uyguladığı toplam kuvvet (frenleme kuvveti) sabit tutulmuş ve otomobilin frene basıldıktan sonra durana kadar geçen süre ölçülmüştür. Ölçümler tabloda verilmiştir. (Hava direncini ihmal ediniz.)

Deneme	Otomobilin yolcu ve yüküyle birlikte toplam kütlesi (kg)	Frenleme kuvveti (N)	Durma süresi (s)
1	1200	6000	4
2	1200	9600	2,5
3	1500	6000	5
4	1500	7500	4

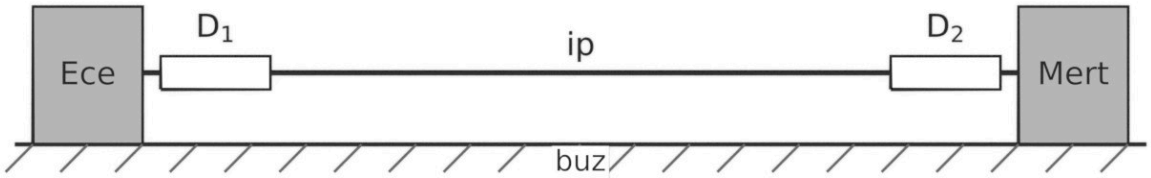
Bilgi: Kuru asfaltta ABS'li otomobillerin sert frenlemedeki yavaşlama ivmesi yaklaşık 8-9 m/s²'dir.

4.1. Her deneme için otomobilin ivmesinin büyüklüğünü hız değişimi ve durma süresinden hesaplayınız. Bulduğunuz değerleri frenleme kuvvetinin toplam kütleye oranıyla karşılaştırınız. (6 puan)

4.2. Uygun deneme çiftlerini karşılaştırarak ivmenin bileşke kuvvete ve kütleye nasıl bağlı olduğunu belirleyiniz ve Newton'ın II. Hareket Yasası'na yönelik bir genelleme yapınız. 1. ve 3. denemelerde otomobilin frenleme boyunca aldığı yolları hesaplayarak karşılaştırınız. (6 puan)

4.3. Frenleme sırasında arka koltuğa bırakılmış bir su şişesinin öne doğru savrulduğu görülmüştür. Bu olayı Newton'ın I. Hareket Yasası ile açıklayınız. 2. denemede emniyet kemeri takılı 60 kg kütleli bir yolcuyu otomobille birlikte yavaşlatan bileşke kuvvetin büyüklüğünü hesaplayınız ve emniyet kemerinin yolcuya uyguladığı kuvvetin tepki kuvvetini belirtiniz. (6 puan)

5. Buz pistinde paten yapan Ece ve Mert, aralarına iki kuvvetölçer (dinamometre) bağlanmış yatay bir ipin uçlarından tutmaktadır. Ece'nin tuttuğu dinamometre D_1, Mert'in tuttuğu dinamometre D_2'dir. Her denemenin başında ikisi de durgundur. Üç denemede ipi farklı biçimlerde çekmişler; dinamometrelerin gösterdiği değerleri ve ceplerindeki telefonların ivmeölçer uygulamasının ölçtüğü ivme büyüklüklerini kaydetmişlerdir. (Buz ile patenler arasındaki sürtünmeyi, hava direncini, ipin ve dinamometrelerin kütlelerini ihmal ediniz.)



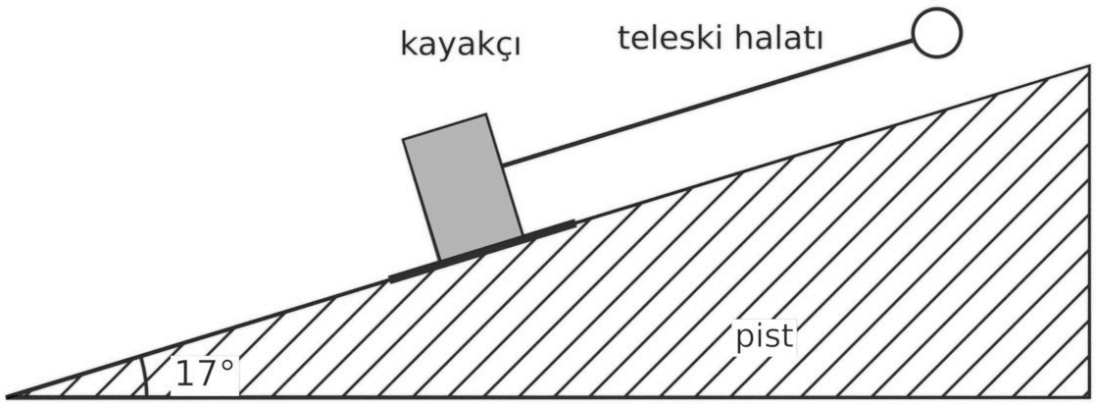
Deneme	İpi çeken	D_1'in gösterdiği değer (N)	D_2'nin gösterdiği değer (N)	Ece'nin ivmesi (m/s^2)	Mert'in ivmesi (m/s^2)
1	Yalnız Ece	60	60	1,2	0,8
2	Yalnız Mert	90	90	1,8	1,2
3	İkisi birlikte	120	120	2,4	1,6

5.1. Ece ve Mert'in ip aracılığıyla birbirine uyguladığı kuvvetlerin büyüklüklerini ve yönlerini her deneme için karşılaştırınız. "İpi kim çekerse onun uyguladığı kuvvet daha büyüktür." görüşünü tablodaki verilere dayanarak değerlendiriniz ve Newton'ın III. Hareket Yasası'na yönelik bir genelleme yapınız. (5 puan)

5.2. Her deneme için Ece ve Mert'e etki eden kuvvetin ivmeye oranını hesaplayınız. Bu oranların neyi gösterdiğini belirleyerek kuvvet, kütle ve ivme arasındaki ilişkiyi genelleyiniz. (5 puan)

5.3. 3. denemede çekme 0,5 s sürmüş, ardından ikisi de ipi bırakmıştır. İpi bıraktıkları andaki hızlarını hesaplayarak hızlarının oranını kütlelerinin oranıyla karşılaştırınız. İpi bıraktıktan sonra Mert'in hareketini Newton'ın I. Hareket Yasası ile açıklayınız. (6 puan)

6. Bir kayak merkezinde, yatayla 17° açı yapan düz bir pistin kenarında teleski (kayakçıları pist boyunca yukarı çeken halatlı tesis) bulunmaktadır. Kayak donanımıyla birlikte kütlesi 70 kg olan bir kayakçı, halata tutunarak pist boyunca yukarı doğru sabit hızla çekilmektedir (I. durum). Halat pist yüzeyine paraleldir. Pistin üst ucunda halatı bırakan kayakçı daha sonra durgun hâlden pist boyunca aşağı doğru kaymaya başlamaktadır (II. durum). (Kar ile kayaklar arasındaki sürtünmeyi ve hava direncini ihmal ediniz. g = 10 m/s²; sin17° ≈ 0,3; cos17° ≈ 0,95)



6.1. Kayakçıya etki eden kuvvetleri ve bu kuvvetleri uygulayan cisimleri I. ve II. durum için belirleyiniz. Her iki durum için kayakçının serbest cisim diyagramını çiziniz. (6 puan)

6.2. I. durumdaki serbest cisim diyagramını kullanarak halatın kayakçıya uyguladığı kuvvetin ve pistin kayakçıya uyguladığı normal kuvvetin büyüklüklerini hesaplayınız. Bu durumu Newton'ın I. Hareket Yasası ile açıklayınız. (6 puan)

6.3. II. durumdaki serbest cisim diyagramını kullanarak kayakçıya etki eden bileşke kuvveti ve kayakçının ivmesini hesaplayınız. Donanımıyla birlikte kütlesi 35 kg olan bir çocuğun aynı pistte durgun hâlden kayarken ivmesinin ne olacağını Newton'ın II. Hareket Yasası'na dayanarak açıklayınız. (6 puan)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE BECERİLER

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	FİZ.11.1.1. Serbest düşme hareketi yapan cisimlerin ivmesine yönelik tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.14. Yorumlama
2	FİZ.11.1.3. İki boyutta sabit ivmeli hareket ile ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.14. Yorumlama
3	FİZ.11.1.3. İki boyutta sabit ivmeli hareket ile ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.14. Yorumlama
4	FİZ.11.1.4. Newton'ın Hareket Yasaları ile ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.7. Karşılaştırma
5	FİZ.11.1.4. Newton'ın Hareket Yasaları ile ilgili tümevarımsal akıl yürütebilme	FBAB10. Tümevarımsal Akıl Yürütme, KB2.7. Karşılaştırma
6	FİZ.11.1.5. Newton'ın Hareket Yasalarını serbest cisim diyagramını kullanarak yorumlayabilme	KB2.14. Yorumlama

PUANLAMA TABLOSU						
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**TOPLAM**
16	*14*	*18*	*18*	*16*	*18*	***100***

Bu sınav, 2026-2027 eğitim öğretim yılı 1. dönem konu-soru dağılım tablosundaki 1. ortak yazılı **Senaryo 3** dağılımına göre, Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli 11. sınıf öğretim programı esas alınarak hazırlanmıştır. Hazırlayan: Murat Altun. Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır. Millî Eğitim Bakanlığının resmî yayını değildir; görseller Blender ile oluşturulmuştur.

ÇÖZÜMLER

1. Doğru cevap:

- 1.1 **(5 puan)**: Ardışık aralıklarda alınan yolları 4,9 cm; 14,7 cm; 24,5 cm; 34,3 cm; 44,1 cm olarak hesaplama (2 puan; en az üçü doğruysa 1 puan). Yolların oranını 1 : 3 : 5 : 7 : 9 olarak belirleme **(2 puan)**. Ardışık iki yol arasındaki farkın her seferinde 9,8 cm (sabit) olduğunu belirleme **(1 puan)**.
- 1.2 **(6 puan)**: Ortalama hızları $v = \Delta x \div \Delta t$ ile 0,49 m/s; 1,47 m/s; 2,45 m/s; 3,43 m/s; 4,41 m/s olarak hesaplama (2 puan; en az üçü doğruysa 1 puan). Ortalama hızın her 0,1 s'de 0,98 m/s arttığını, yani hızın eşit zaman aralıklarında eşit miktarda değiştiğini belirleme **(2 puan)**. İvmeyi $a = \Delta v \div \Delta t = 0{,}98 \div 0{,}1 = 9{,}8$ m/s² olarak bulma ve yönünün aşağı doğru olduğunu belirtme (2 puan; büyüklük doğru, yön yoksa 1 puan).
- 1.3 **(5 puan)**: Hava direncinin ihmal edildiği ortamda serbest düşen cisimlerin ivmesinin sabit olduğunu, cismin kütlesine (çelik ya da alüminyum) bağlı olmadığını ve yaklaşık 9,8 m/s² olan yer çekimi ivmesine eşit olduğunu genelleme (3 puan; genellemenin iki unsuru yazılırsa 2, bir unsuru yazılırsa 1 puan). 0,5 s ile 0,6 s arasında alınacak yolu 44,1 + 9,8 = 53,9 cm (ya da 11 · 4,9 = 53,9 cm) olarak tahmin etme **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

1.1. Aralıklarda alınan yollar: 4,9 − 0 = 4,9 cm; 19,6 − 4,9 = 14,7 cm; 44,1 − 19,6 = 24,5 cm; 78,4 − 44,1 = 34,3 cm; 122,5 − 78,4 = 44,1 cm. Bu yollar 4,9 cm'nin 1, 3, 5, 7 ve 9 katıdır; oranları 1 : 3 : 5 : 7 : 9'dur. Ardışık iki yol arasındaki fark her seferinde 9,8 cm'dir.

1.2. Ortalama hızlar sırasıyla 0,049 ÷ 0,1 = 0,49 m/s; 0,147 ÷ 0,1 = 1,47 m/s; 2,45 m/s; 3,43 m/s ve 4,41 m/s'dir. Ortalama hız her 0,1 s'de 0,98 m/s artmaktadır; bilyenin hızı eşit zaman aralıklarında eşit miktarda değişmektedir. Sabit ivmeli harekette bir aralıktaki ortalama hız, aralığın ortasındaki anlık hıza eşit olduğundan bilyenin ivmesi $a = \Delta v \div \Delta t = 0{,}98 \div 0{,}1 = 9{,}8$ m/s²'dir; ivme aşağı yönlüdür.

1.3. Bilyenin hızı her 0,1 s'de aynı miktarda arttığı için ivmesi düşüş boyunca sabittir. Alüminyum bilye aynı konumlardan geçtiğine göre ivme cismin kütlesine bağlı değildir. Buna göre hava direncinin ihmal edildiği ortamda serbest düşen tüm cisimler, değeri yaklaşık 9,8 m/s² olan aynı sabit ivmeyle (yer çekimi ivmesiyle) düşer; ilk hızsız bırakılan bir cismin eşit zaman aralıklarında aldığı yollar ardışık tek sayılarla (1, 3, 5, 7 ...) orantılıdır. Bu örüntüye göre 0,5 s ile 0,6 s arasında alınacak yol 11 · 4,9 = 53,9 cm'dir (44,1 cm + 9,8 cm). Bilye t = 0,6 s'de bırakılma noktasından 122,5 + 53,9 = 176,4 cm uzakta olur.

Yanlış cevap: "Bilye her 0,1 s'de eşit yol aldığı için sabit hızla düşer." Yolları konumlarla karıştırarak oranı 1 : 4 : 9 : 16 : 25 olarak yazıp hız değişimini bu değerlerle hesaplama; ivmeyi 122,5 ÷ 0,5 gibi konumu zamana bölerek bulma; "Çelik bilye ağır olduğu için alüminyum bilyeden daha büyük ivmeyle düşer." ya da "Bilye hızlandıkça ivmesi de artar." gibi cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

2. Doğru cevap:

- 2.1 **(4 puan)**: Yatay yer değiştirmelerin her aralıkta 0,8 m olduğunu bulma **(1 puan)**. Eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirme olduğu için yatay doğrultudaki hareketin sabit hızlı hareket olduğunu belirtme **(1 puan)**. Hızın yatay bileşenini $v_x = \Delta x \div \Delta t = 0{,}8 \div 0{,}2 = 4$ m/s olarak hesaplama **(2 puan)**.
- 2.2 **(5 puan)**: Düşey yer değiştirmeleri +1,0 m; +0,6 m; +0,2 m; −0,2 m; −0,6 m ve ortalama düşey hızları +5 m/s; +3 m/s; +1 m/s; −1 m/s; −3 m/s olarak bulma (2 puan; yalnız yer değiştirmeler doğruysa 1 puan). Ortalama düşey hızın her 0,2 s'de 2 m/s azaldığını belirterek düşey doğrultudaki hareketin sabit ivmeli hareket (serbest düşme) olduğunu ve ivmenin $a = -2 \div 0{,}2 = -10$ m/s² (aşağı yönlü) olduğunu bulma **(2 puan)**. Hızın düşey bileşeninin t = 0 anındaki değerini 6 m/s olarak bulma (ilk aralığın ortasındaki t = 0,1 s anında 5 m/s olan hızdan $v_{0y} = 5 + 10 \cdot 0{,}1 = 6$ m/s ya da $y = v_{0y} \cdot t - 5 \cdot t^2$ modelinden) **(1 puan)**.
- 2.3 **(5 puan)**: Genelleme: Yalnızca yer çekimi etkisinde iki boyutta hareket eden bir cismin hareketi birbirinden bağımsız iki bileşen olarak incelenebilir; yatay bileşen sabit hızlı harekettir ($a_x = 0$, v_x sabit), düşey bileşen ivmesi g olan sabit ivmeli harekettir (serbest düşme) ve bu iki hareketin birleşimi eğrisel (parabol biçiminde) bir yörünge oluşturur (2 puan; bileşenlerden yalnızca biri doğru ifade edilirse 1 puan). En yüksek noktayı $v_y = 0$ olan t = 0,6 s anında, atış noktasından 1,8 m yukarıda, yerden 2,05 + 1,8 = 3,85 m yükseklikte bulma **(1 puan)**. Çemberden geçtiği t = 1,0 s anında hızın yatay bileşenini 4 m/s, düşey bileşenini $v_y = 6 - 10 \cdot 1{,}0 = -4$ m/s (aşağı yönlü) olarak bulma **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

2.1. Yatay yer değiştirmeler 0,8 − 0 = 1,6 − 0,8 = 2,4 − 1,6 = 3,2 − 2,4 = 4,0 − 3,2 = 0,8 m'dir. Top yatay doğrultuda eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirme yaptığı için bu doğrultuda sabit hızlı hareket yapar. Hızın yatay bileşeni $v_x = 0{,}8 \div 0{,}2 = 4$ m/s'dir.

2.2. Düşey yer değiştirmeler +1,0; +0,6; +0,2; −0,2; −0,6 m'dir. Ortalama düşey hızlar bu değerlerin 0,2 s'ye bölünmesiyle +5, +3, +1, −1, −3 m/s bulunur. Ortalama düşey hız her 0,2 s'de 2 m/s azaldığı için top düşey doğrultuda sabit ivmeli hareket yapar; ivme $a = \Delta v \div \Delta t = -2 \div 0{,}2 = -10$ m/s²'dir, yani yer çekimi ivmesine eşittir. Sabit ivmeli harekette ortalama hız aralığın ortasındaki anlık hıza eşit olduğundan t = 0,1 s'de $v_y = 5$ m/s'dir; buradan t = 0'da $v_{0y} = 5 + 10 \cdot 0{,}1 = 6$ m/s bulunur.

2.3. Top yatay doğrultuda sabit hızlı, düşey doğrultuda ivmesi g olan sabit ivmeli hareket yapmaktadır; yatay hız düşey hareketten etkilenmemiş, düşey hareket de yatay hızdan bağımsız olarak serbest düşme gibi gerçekleşmiştir. Buna göre yalnızca yer çekimi etkisinde iki boyutta hareket eden cisimlerin hareketi, yatayda sabit hızlı ve düşeyde sabit ivmeli iki bağımsız hareketin birleşimidir. Top, düşey hızının sıfır olduğu t = 0,6 s anında en yüksek noktadadır; bu nokta atış noktasından 1,8 m, yerden 2,05 + 1,8 = 3,85 m yüksektedir. Çemberden geçtiği t = 1,0 s anında hızın yatay bileşeni 4 m/s, düşey bileşeni 6 − 10 · 1,0 = −4 m/s'dir; top çembere aşağı doğru inerken girer.

Yanlış cevap: "Top yatay doğrultuda da yavaşlar." Yatay hızı 4,0 ÷ 0,2 = 20 m/s gibi konumu zaman aralığına bölerek bulma; düşey yer değiştirmelerin farklı olmasından "düşey hareket düzensizdir" sonucunu çıkarma; en yüksek noktadaki hızın sıfır olduğunu söyleme (yatay bileşen 4 m/s'dir); en yüksek noktanın yerden yüksekliğini 1,8 m olarak yazma gibi cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

3. Doğru cevap:

- 3.1 **(8 puan)**: Hızın bileşenlerini 37° için $v_x = 10 \cdot 0{,}8 = 8$ m/s, $v_{0y} = 10 \cdot 0{,}6 = 6$ m/s; 53° için $v_x = 6$ m/s, $v_{0y} = 8$ m/s olarak bulma **(2 puan)**. Havada kalma süresini $t = 2 \cdot v_{0y} \div g$ ile 37° için 1,2 s, 53° için 1,6 s bulma **(2 puan)**. En büyük yüksekliği $h = v_{0y}^2 \div (2 \cdot g)$ ile 37° için 1,8 m, 53° için 3,2 m bulma **(2 puan)**. Yatay uzaklığı $x = v_x \cdot t$ ile 37° için $8 \cdot 1{,}2 = 9{,}6$ m, 53° için $6 \cdot 1{,}6 = 9{,}6$ m bulma **(2 puan)**. Her ölçütte değerlerden yalnızca biri doğruysa 1 puan verilir.
- 3.2 **(5 puan)**: Havada kalma süresinin ve en büyük yüksekliğin yalnızca hızın düşey bileşenine bağlı olduğunu, düşey bileşen büyüdükçe arttığını belirtme **(2 puan)**. Yatay uzaklığın hızın yatay bileşeni ile havada kalma süresinin çarpımına ($x = v_x \cdot t$), dolayısıyla iki bileşene birlikte bağlı olduğunu belirtme **(1 puan)**. 37° ve 53° açılarında yatay uzaklıkların eşit (9,6 m) olduğunu belirterek aynı hızla ve toplamı 90° olan açılarla fırlatılan cisimlerin aynı yatay uzaklığa düştüğünü, aynı hız için en büyük yatay uzaklığa 45°'de ulaşıldığını genelleme **(2 puan)**.
- 3.3 **(5 puan)**: 45°'nin seçilemeyeceğini, çünkü suyun 10 m uzağa düşerek havuzun ortasını (9,6 m) aştığını belirtme **(1 puan)**. Hem 37° hem 53° için suyun havuzun ortasına düştüğünü belirtme **(1 puan)**. Yürüyüş yolunun fıskiye ile havuzun tam ortasında (4,8 m) olduğunu, simetrik yörüngede bu noktanın en yüksek noktaya karşılık geldiğini ve yolun üzerindeki yüksekliğin 37° için 1,8 m, 53° için 3,2 m olduğunu belirleme **(2 puan)**. 2,5 m koşulunu yalnızca 53°'nin sağladığını belirterek 53°'yi seçme **(1 puan)**.

Örnek doğru cevap:

3.1.

Fıskiye açısı (α)	Yatay bileşen (m/s)	Düşey bileşen (m/s)	Havada kalma süresi (s)	En büyük yükseklik (m)	Yatay uzaklık (m)
37°	8	6	1,2	1,8	9,6
53°	6	8	1,6	3,2	9,6

İşlemler (37° için): $v_x = 10 \cdot \cos 37° = 8$ m/s; $v_{0y} = 10 \cdot \sin 37° = 6$ m/s; en yüksek noktaya çıkış süresi $6 \div 10 = 0{,}6$ s, havada kalma süresi 1,2 s; $h = 6^2 \div 20 = 1{,}8$ m; $x = 8 \cdot 1{,}2 = 9{,}6$ m. 53° için aynı işlemlerle 6 m/s, 8 m/s, 1,6 s, 3,2 m ve 9,6 m bulunur.

3.2. Düşey bileşen 6 m/s'den 7,1 m/s'ye ve 8 m/s'ye çıktıkça havada kalma süresi (1,2 s → 1,4 s → 1,6 s) ve en büyük yükseklik (1,8 m → 2,5 m → 3,2 m) artmaktadır; bu nicelikler yalnızca düşey bileşene bağlıdır, çünkü düşey hareket yatay hızdan bağımsız bir serbest düşmedir. Yatay uzaklık ise yatay hız ile havada kalma süresinin çarpımıdır, bu nedenle iki bileşene de bağlıdır. 37° ve 53° için yatay uzaklıklar eşittir (9,6 m): 37°'de yatay hız büyük, süre kısa; 53°'de yatay hız küçük, süre uzundur. Buna göre aynı büyüklükteki hızla ve toplamı 90° olan iki açıyla fırlatılan cisimler aynı yatay uzaklığa düşer; aynı hız için en büyük yatay uzaklık 45°'de elde edilir.

3.3. 45°'de su 10 m uzağa düştüğü için 9,6 m uzaklıktaki havuzun ortasını aşar. 37° ve 53°'de su havuzun ortasına düşer. Yörünge simetrik olduğundan su, yatay uzaklığın yarısında (4,8 m), yani yürüyüş yolunun üzerinde en yüksek noktasındadır. Bu yükseklik 37° için 1,8 m'dir ve 2,5 m'den küçük olduğu için yetişkinler ıslanır. 53° için 3,2 m'dir ve koşulu sağlar. Bu nedenle fıskiye açısı 53° seçilmelidir.

Yanlış cevap: Hızın bileşenlerini sin ve cos değerlerini karıştırarak bulma (ör. 37° için $v_x = 6$ m/s); havada kalma süresini en yüksek noktaya çıkış süresi (0,6 s) olarak yazma; "Açı büyüdükçe yatay uzaklık her zaman artar." "Yatay uzaklık yalnızca yatay bileşene bağlıdır." genellemeleri; "En yüksek fışkırma 45°'de olduğu için 45° seçilmelidir." gibi cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

4. Doğru cevap:

- 4.1 **(6 puan)**: a = Δv ÷ Δt modeliyle ivmelerin büyüklüklerini 1. denemede 20 ÷ 4 = 5 m/s², 2. denemede 20 ÷ 2,5 = 8 m/s², 3. denemede 20 ÷ 5 = 4 m/s², 4. denemede 20 ÷ 4 = 5 m/s² bulma (her biri 1 puan, 4 puan). F ÷ m oranlarını 6000 ÷ 1200 = 5; 9600 ÷ 1200 = 8; 6000 ÷ 1500 = 4; 7500 ÷ 1500 = 5 (N/kg) bulup her denemede ivmeye eşit olduğunu belirtme **(2 puan)**.
- 4.2 **(6 puan)**: 1. ve 2. denemeleri karşılaştırarak kütle sabitken kuvvet 1,6 katına çıktığında ivmenin de 1,6 katına çıktığını, yani ivmenin bileşke kuvvetle doğru orantılı olduğunu belirtme **(1 puan)**. 1. ve 3. denemeleri karşılaştırarak kuvvet sabitken kütle 1,25 katına çıktığında ivmenin 1,25 kat azaldığını, yani ivmenin kütleyle ters orantılı olduğunu belirtme **(1 puan)**. Genellemeyi "Bir cismin ivmesi ona etki eden bileşke kuvvetle doğru, kütlesiyle ters orantılıdır; F_{net} = m · a" biçiminde ifade etme **(2 puan)**. Frenleme yollarını x = v_0^2 ÷ (2 · a) ya da x = ortalama hız · süre ile 1. deneme için 40 m, 3. deneme için 50 m bulma ve yüklü otomobilin aynı frenleme kuvvetiyle daha uzun yolda durduğunu belirtme (2 puan; yalnız biri doğruysa 1 puan).
- 4.3 **(6 puan)**: Şişeye onu otomobille birlikte yavaşlatacak (hareket yönüne zıt) yeterli bir kuvvet etki etmediği için şişenin eylemsizliği nedeniyle sahip olduğu hızla hareketini sürdürme eğiliminde olduğunu, otomobil yavaşlarken şişenin otomobile göre öne doğru savrulduğunu açıklama **(2 puan)**. Yolcuyu yavaşlatan bileşke kuvveti F = m · a = 60 · 8 = 480 N bulma **(2 puan)**. Emniyet kemerinin yolcuya geriye doğru uyguladığı kuvvetin tepkisinin, yolcunun emniyet kemerine öne doğru uyguladığı aynı büyüklükteki (yaklaşık 480 N) kuvvet olduğunu belirtme (2 puan; yalnızca "yolcunun kemere uyguladığı kuvvet" yazılıp yön ve büyüklük belirtilmezse 1 puan).

Örnek doğru cevap:

4.1. Otomobilin hızı her denemede 20 m/s'den 0'a düşmektedir. İvmelerin büyüklükleri: 1. deneme 20 ÷ 4 = 5 m/s², 2. deneme 20 ÷ 2,5 = 8 m/s², 3. deneme 20 ÷ 5 = 4 m/s², 4. deneme 20 ÷ 4 = 5 m/s². Frenleme kuvvetinin kütleye oranları 6000 ÷ 1200 = 5 N/kg, 9600 ÷ 1200 = 8 N/kg, 6000 ÷ 1500 = 4 N/kg, 7500 ÷ 1500 = 5 N/kg'dır. Her denemede ivme, kuvvetin kütleye oranına eşittir.

4.2. 1. ve 2. denemelerde kütle aynıdır; kuvvet 6000 N'dan 9600 N'a (1,6 katına) çıkınca ivme 5 m/s²'den 8 m/s²'ye (1,6 katına) çıkmıştır: ivme kuvvetle doğru orantılıdır. 1. ve 3. denemelerde kuvvet aynıdır; kütle 1200 kg'dan 1500 kg'a (1,25 katına) çıkınca ivme 5 m/s²'den 4 m/s²'ye düşmüştür: ivme kütleyle ters orantılıdır. 4. denemede kuvvet ve kütle aynı oranda arttığı için ivme değişmemiştir. Buna göre bir cismin ivmesi ona etki eden bileşke kuvvetle doğru, kütlesiyle ters orantılıdır ve ivme bileşke kuvvetle aynı yönlüdür: F_{net} = m · a. Frenleme yolları x = v_0^2 ÷ (2 · a) ile 1. denemede 400 ÷ 10 = 40 m, 3. denemede 400 ÷ 8 = 50 m'dir. Yüklü otomobil aynı frenleme kuvvetiyle daha küçük ivmeyle yavaşladığı için 10 m daha uzun yolda durur; bu nedenle yüklü araçlarda takip mesafesi artırılmalıdır.

4.3. Frenleme başladığında otomobil yavaşlar; şişeye ise onu otomobille birlikte yavaşlatacak yeterli bir kuvvet etki etmez. Newton'ın I. Hareket Yasası'na göre şişe eylemsizliği nedeniyle 20 m/s'lik hızıyla hareketini sürdürme eğilimindedir; bu yüzden yavaşlayan otomobile göre öne doğru savrulur. Emniyet kemeri takılı yolcu otomobille birlikte 8 m/s²'lik ivmeyle yavaşlar; yolcuya etki eden bileşke kuvvet F = m · a = 60 · 8 = 480 N'dur ve hareket yönüne zıttır. Bu kuvveti büyük ölçüde emniyet kemeri uygular. Kemerin yolcuya geriye doğru uyguladığı kuvvetin tepkisi, yolcunun kemere öne doğru uyguladığı aynı büyüklükteki kuvvettir.

Yanlış cevap: İvmeyi 6000 ÷ 4 gibi kuvveti süreye bölerek bulma; "Kütle arttıkça ivme artar." "Yüklü otomobil ağır olduğu için daha kısa yolda durur." "Şişeyi öne doğru iten bir kuvvet vardır." "Kemerin yolcuya uyguladığı kuvvetin tepkisi yolcunun ağırlığıdır." gibi cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

5. Doğru cevap:

- 5.1 **(5 puan)**: Her denemede D_1 ve D_2'nin aynı değeri gösterdiğini, Ece'nin Mert'e ve Mert'in Ece'ye uyguladığı kuvvetlerin büyüklüklerinin eşit, yönlerinin zıt olduğunu belirtme **(2 puan)**. Görüşün yanlış olduğunu; ipi yalnız Ece, yalnız Mert ya da ikisi birlikte çekse de iki kuvvetin her zaman eşit olduğunu verilere dayanarak açıklama **(1 puan)**. Genelleme: Bir cisim ikinci bir cisme kuvvet uyguladığında ikinci cisim de birinciye aynı büyüklükte ve zıt yönde bir kuvvet uygular; bu kuvvetler farklı cisimlere etki eder ve kuvveti kimin başlattığından bağımsızdır **(2 puan)**.
- 5.2 **(5 puan)**: Ece için oranı her denemede 60 ÷ 1,2 = 90 ÷ 1,8 = 120 ÷ 2,4 = 50 kg **(1 puan)**, Mert için 60 ÷ 0,8 = 90 ÷ 1,2 = 120 ÷ 1,6 = 75 kg bulma **(1 puan)**. Oranların sabit olduğunu ve kişilerin kütlelerini verdiğini belirtme **(1 puan)**. Aynı kişide kuvvet arttıkça ivmenin aynı oranda arttığını ($a \propto F$), aynı kuvvet etkisinde kütlesi büyük olan Mert'in ivmesinin küçük olduğunu ($a \propto 1/m$; ivmelerin oranı 1,5 = 75 ÷ 50) belirterek $F_{net} = m \cdot a$ genellemesini yapma **(2 puan)**.
- 5.3 **(6 puan)**: Ece'nin hızını $v = a \cdot t = 2{,}4 \cdot 0{,}5 = 1{,}2$ m/s **(1 puan)**, Mert'in hızını $1{,}6 \cdot 0{,}5 = 0{,}8$ m/s bulma ve hızların birbirine doğru (zıt yönlü) olduğunu belirtme **(1 puan)**. Hızların oranını 1,2 ÷ 0,8 = 1,5 bulup kütlelerin oranının tersine (75 ÷ 50 = 1,5) eşit olduğunu belirtme **(2 puan)**. İpi bıraktıktan sonra Mert'e yatay doğrultuda bileşke kuvvet etki etmediği için (ağırlığı ile buzun uyguladığı normal kuvvet dengelendiği için) Mert'in 0,8 m/s hızla aynı doğrultuda sabit hızlı hareketini sürdüreceğini açıklama **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

5.1. Her denemede D_1 ve D_2 aynı değeri göstermektedir (60 N, 90 N, 120 N). Ece ip aracılığıyla Mert'i kendine doğru, Mert de Ece'yi kendine doğru aynı büyüklükte kuvvetle çekmektedir; kuvvetlerin büyüklükleri eşit, yönleri zıttır. İpi yalnız Ece çektiğinde de yalnız Mert çektiğinde de iki dinamometre aynı değeri gösterdiği için "İpi kim çekerse onun kuvveti daha büyüktür." görüşü yanlıştır. Buna göre iki cisim etkileştiğinde birbirlerine uyguladıkları kuvvetler her zaman eşit büyüklükte ve zıt yönlüdür; bu etki-tepki kuvvetleri farklı cisimlere etki eder.

5.2. Ece için F ÷ a = 60 ÷ 1,2 = 90 ÷ 1,8 = 120 ÷ 2,4 = 50 kg, Mert için F ÷ a = 60 ÷ 0,8 = 90 ÷ 1,2 = 120 ÷ 1,6 = 75 kg'dır. Oranlar her kişi için sabittir ve o kişinin kütlesini verir. Aynı kişiye etki eden kuvvet 2 katına çıkınca (60 N → 120 N) ivme de 2 katına çıkmıştır; ivme kuvvetle doğru orantılıdır. Aynı büyüklükteki kuvvet etkisinde kütlesi 1,5 kat büyük olan Mert'in ivmesi 1,5 kat küçüktür; ivme kütleyle ters orantılıdır. Buna göre $F_{net} = m \cdot a$'dır.

5.3. Ece'nin hızı $2{,}4 \cdot 0{,}5 = 1{,}2$ m/s, Mert'in hızı $1{,}6 \cdot 0{,}5 = 0{,}8$ m/s'dir; ikisi birbirine doğru hareket eder. Hızların oranı 1,2 ÷ 0,8 = 1,5'tir ve kütlelerin oranının tersine (75 ÷ 50 = 1,5) eşittir: Eşit büyüklükteki kuvvetler eşit sürede etki ettiği için kütlesi küçük olan Ece daha hızlı hareket eder. İpi bıraktıktan sonra Mert'e yatay doğrultuda bir kuvvet etki etmez; ağırlığı ile buzun uyguladığı normal kuvvet de birbirini dengelediğinden bileşke kuvvet sıfırdır. Newton'ın I. Hareket Yasası'na göre Mert 0,8 m/s hızla, aynı doğrultuda sabit hızlı hareketini sürdürür.

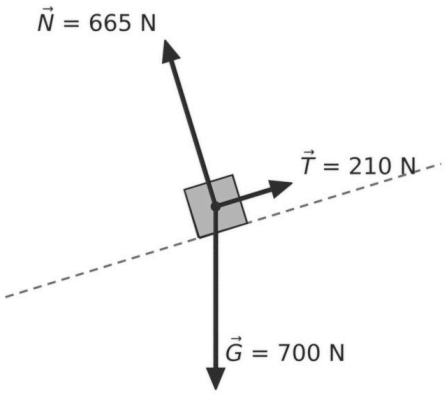
Yanlış cevap: "1. denemede Ece daha büyük kuvvet uygular, çünkü ipi o çeker." "Mert'in kütlesi büyük olduğu için ipe daha büyük kuvvet uygular." "Ece ile Mert'in ipe uyguladığı kuvvetler etki-tepki çiftidir." (ikisi de ipe etki eder) Kütleyi a ÷ F biçiminde hesaplama; "İpi bırakınca Mert yavaşlayarak durur." gibi cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

6. Doğru cevap:

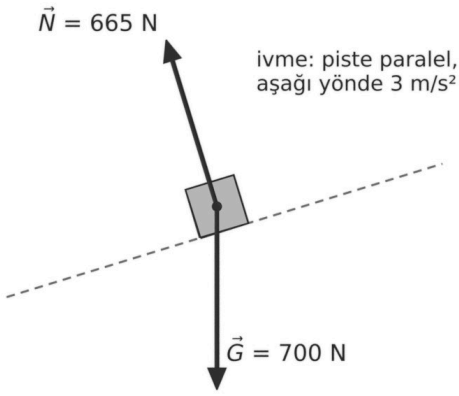
- 6.1 **(6 puan)**: I. durumda kuvvetleri Dünya'nın uyguladığı $\vec{G}$ ağırlık kuvveti (düşey aşağı), pistin uyguladığı $\vec{N}$ normal kuvveti (pist yüzeyine dik) ve halatın uyguladığı $\vec{T}$ çekme kuvveti (piste paralel, yukarı yönde) olarak belirleme **(2 puan)**. II. durumda kuvvetleri yalnızca $\vec{G}$ ve $\vec{N}$ olarak belirleme **(1 puan)**. Serbest cisim diyagramlarını kuvvetler cismin üzerinde, doğru doğrultu ve yönlerle gösterilecek biçimde çizme (I. durum 2 puan, II. durum 1 puan). Diyagrama "hareket kuvveti" gibi var olmayan bir kuvvet eklenirse ilgili diyagramdan puan verilmez.
- 6.2 **(6 puan)**: Ağırlığı piste paralel ($m \cdot g \cdot \sin 17° = 700 \cdot 0{,}3 = 210$ N) ve piste dik ($m \cdot g \cdot \cos 17° = 700 \cdot 0{,}95 = 665$ N) bileşenlere ayırma **(2 puan)**. Sabit hızla hareket edildiği için bileşke kuvvetin sıfır olduğunu belirterek halatın uyguladığı kuvveti T = 210 N bulma **(1 puan)** ve normal kuvveti N = 665 N bulma **(1 puan)**. Bileşke kuvvet sıfır olduğu için kayakçının Newton'ın I. Hareket Yasası'na göre hızını değiştirmeden hareketini sürdürdüğünü; sabit hızla yukarı çıkmak için halat kuvvetinin ağırlığın piste paralel bileşenini dengelemesinin yeterli olduğunu açıklama **(2 puan)**.
- 6.3 **(6 puan)**: II. durumda piste dik doğrultuda N ile $m \cdot g \cdot \cos 17°$ bileşeninin dengelendiğini, bileşke kuvvetin ağırlığın piste paralel bileşeni olan 210 N olduğunu ve pist boyunca aşağı yönlü olduğunu belirtme **(2 puan)**. İvmeyi $a = F_{net} \div m = 210 \div 70 = 3$ m/s² (pist boyunca aşağı yönde) bulma **(2 puan)**. Çocuk için bileşke kuvvetin $35 \cdot 10 \cdot 0{,}3 = 105$ N, ivmenin $105 \div 35 = 3$ m/s² olduğunu; kütle hem bileşke kuvvette hem de $m \cdot a$'da yer aldığı için ivmenin ($a = g \cdot \sin 17°$) kütleden bağımsız olduğunu açıklama **(2 puan)**.

Örnek doğru cevap:

6.1. I. durumda kayakçıya üç kuvvet etki eder: Dünya'nın uyguladığı ağırlık $\vec{G}$ (G = 700 N, düşey aşağı), pistin uyguladığı normal kuvvet $\vec{N}$ (pist yüzeyine dik) ve halatın uyguladığı çekme kuvveti $\vec{T}$ (piste paralel, yukarı). II. durumda halat bırakıldığı için yalnızca $\vec{G}$ ve $\vec{N}$ etki eder:



I. durum: Teleskiyle sabit hızla çekilirken



II. durum: Pistten aşağı kayarken

6.2. Ağırlığın piste paralel bileşeni $m \cdot g \cdot \sin 17° = 70 \cdot 10 \cdot 0{,}3 = 210$ N, piste dik bileşeni $m \cdot g \cdot \cos 17° = 70 \cdot 10 \cdot 0{,}95 = 665$ N'dur. Kayakçı sabit hızla hareket ettiği için bileşke kuvvet sıfırdır. Piste paralel doğrultuda $T - 210 = 0 \rightarrow T = 210$ N; piste dik doğrultuda $N - 665 = 0 \rightarrow N = 665$ N. Newton'ın I. Hareket Yasası'na göre bileşke kuvveti sıfır olan cisim hızını korur. Halat, ağırlığın piste paralel bileşenini dengelediği için kayakçı yukarı doğru sabit hızla çekilir; hareketi sürdürmek için halat kuvvetinin bu bileşenden büyük olması gerekmez.

6.3. II. durumda piste dik doğrultudaki kuvvetler dengelenir (N = 665 N). Bileşke kuvvet ağırlığın piste paralel bileşenidir: F_{net} = 210 N, pist boyunca aşağı yönde. Newton'ın II. Hareket Yasası'na göre $a = F_{net} \div m = 210 \div 70 = 3$ m/s²'dir. Çocuk için bileşke kuvvet $35 \cdot 10 \cdot 0{,}3 = 105$ N, ivme $105 \div 35 = 3$

m/s²'dir. Kütle yarıya inince bileşke kuvvet de yarıya indiği için ivme değişmez; sürtünmesiz eğik düzlemde kayan bir cismin ivmesi a = g · sin17° olup kütleden bağımsızdır.

Yanlış cevap: Serbest cisim diyagramında normal kuvveti düşey yukarı ya da ağırlığı piste dik çizme; II. durumda "aşağı doğru hareket kuvveti" ekleme; halat kuvvetini 700 N ya da normal kuvveti 700 N olarak bulma; "Sabit hızla yukarı çıkması için halat kuvveti 210 N'dan büyük olmalıdır." "Ağır kayakçı daha büyük ivmeyle kayar." gibi cevaplar puan almaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.