MATEMATİK

9. SINIF | **YAZILIYA HAZIRLIK** | **TYMM 2026-2027**

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

Hazırlayan: **Murat Altun**

Bu sorular Claude tarafından hazırlanmıştır.

1. Bir biyoloji laboratuvarında mikroskopla incelenen bazı yapıların yaklaşık büyüklükleri aşağıdaki tabloda metre cinsinden verilmiştir.

Tablo: Bazı Mikroskobik Yapıların Yaklaşık Büyüklükleri

Yapı	Yaklaşık büyüklük (m)
Alyuvarın (kırmızı kan hücresinin) çapı	$7{,}5 \cdot 10^{-6}$
Grip virüsünün çapı	$1 \cdot 10^{-7}$
Bir saç telinin kalınlığı	$7 \cdot 10^{-5}$
E. coli bakterisinin boyu	$2 \cdot 10^{-6}$

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

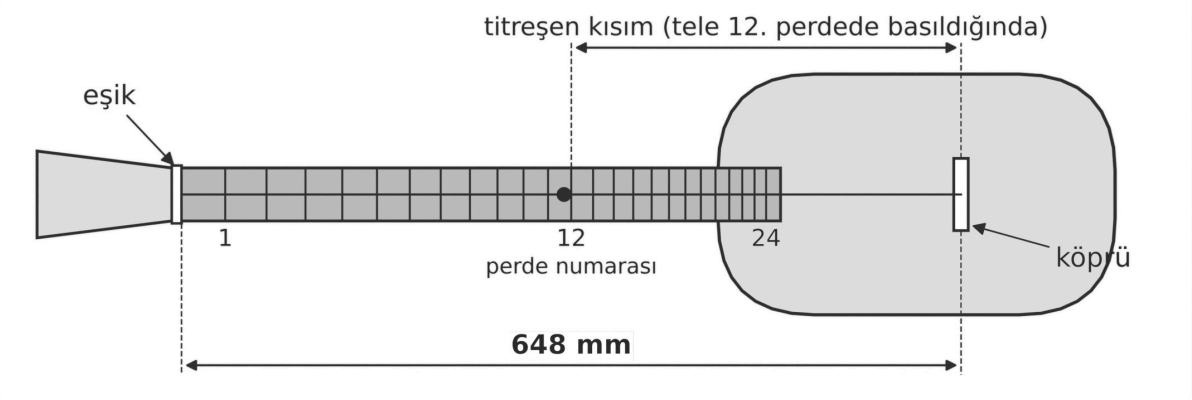
1.1. Tablodaki yapıları büyüklüklerine göre küçükten büyüğe doğru sıralayınız. Bir öğrenci, 10^{-7} ifadesindeki üssün 10^{-5} ifadesindekinden büyük olduğunu düşünerek "Grip virüsü saç telinden daha büyüktür." demiştir. Öğrencinin yanıldığını negatif üslü gösterimin anlamından yararlanarak açıklayınız. (5 puan)

1.2. Büyük olan bir yapının küçük olanın kaç katı olduğunun nasıl bulunacağını bir önerme olarak yazınız. Önermenizi kullanarak alyuvarın çapının grip virüsünün çapının kaç katı olduğunu ve saç telinin kalınlığının E. coli bakterisinin boyunun kaç katı olduğunu üslü gösterimlerle işlem yaparak bulunuz. (5 puan)

1.3. Sağlıklı bir yetişkinin kanının 1 mm³'ünde yaklaşık $5 \cdot 10^6$ alyuvar bulunur; vücudunda ise yaklaşık 5 L ($5 \cdot 10^6$ mm³) kan vardır. Bu kişinin kanındaki toplam alyuvar sayısını ve bu alyuvarlar yan yana dizilseydi oluşacak sıranın uzunluğunu kilometre cinsinden bulunuz. Bu sıranın, uzunluğu yaklaşık $4 \cdot 10^4$ km olan ekvatoru kaç kez tam olarak dolanabileceğini bulup sonucu yorumlayınız. (5 puan)

1.4. Bir öğrenci "Tablodaki saç telinin kalınlığı boyunca yan yana en fazla 100 grip virüsü dizilebilir." demiştir. $100 = 10^2$ olduğunu kullanarak öğrencinin ifadesini üslü gösterimlerle işlem yaparak değerlendiriniz. (5 puan)

2. Gitarın telleri, sapın başındaki eşik ile gövdedeki köprü arasında gerilidir. Bir tele perdelerden birinin hemen gerisinden basıldığında telin yalnızca o perde ile köprü arasındaki kısmı titreşir. Titreşen kısmın uzunluğu yarıya indiğinde tel, frekansı 2 katı olan bir ses çıkarır. Perdeler, art arda gelen her perdede titreşen uzunluk bir önceki perdedekinin aynı sabit katı olacak biçimde yerleştirilmiştir. 12. perdeye basıldığında titreşen uzunluk, telin eşik ile köprü arasındaki uzunluğunun yarısıdır.



Şekildeki elektro gitarda eşik ile köprü arasındaki uzunluk 648 mm'dir. Bu gitarın 5. teli, hiçbir perdeye basılmadan çalındığında 110 Hz frekanslı bir ses çıkarır.

Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

2.1. 12. ve 24. perdelere basıldığında titreşen uzunluğun, telin eşik ile köprü arasındaki uzunluğunun kaç katı olduğunu 2'nin kuvveti olarak yazınız. 24. perdeye basıldığında titreşen uzunluğu milimetre cinsinden bulunuz. 5. tele 24. perdeden basılarak çıkarılan sesin frekansını üslü gösterimlerle işlem yaparak hesaplayınız. (5 puan)

2.2. Eşikten 6. perdeye geçerken ve 6. perdeden 12. perdeye geçerken titreşen uzunluk aynı sayıyla (k ile) çarpılarak kısalır. Bu bilgiden yararlanarak k sayısını bulmanızı sağlayacak eşitliği yazınız. k sayısını köklü gösterimle bulup paydasını rasyonel sayı yapınız. (5 puan)

2.3. Eşikten 4. perdeye, 4. perdeden 8. perdeye ve 8. perdeden 12. perdeye geçerken titreşen uzunluk aynı sayıyla (m ile) çarpılarak kısalır. m sayısını köklü gösterimle bulup paydasını rasyonel sayı yapınız. $\sqrt[3]{4} \approx 1{,}587$ olduğuna göre 4. perdeye basıldığında titreşen uzunluğu ve 4. perdenin eşiğe uzaklığını milimetre cinsinden bulunuz. (5 puan)

2.4. 18 = 12 + 6 olduğunu ve 2.2'deki sonucu kullanarak 18. perdeye basıldığında titreşen uzunluğun, telin eşik ile köprü arasındaki uzunluğunun kaç katı olduğunu bulunuz. $\sqrt{2} \approx 1{,}414$ olduğuna göre 18. perdenin eşiğe uzaklığını milimetre cinsinden hesaplayınız. Bir gitar yapım atölyesinin ölçü tablosunda, eşik ile köprü arası 648 mm olan gitarlar için 18. perdenin eşiğe uzaklığı 418,9 mm olarak verilmiştir. Bulduğunuz değeri onda birler basamağına yuvarlayarak bu değerle karşılaştırınız. (5 puan)

3. Bir madde, erime sıcaklığı ile kaynama sıcaklığı arasındaki sıcaklıklarda sıvı hâlde bulunabilir. Termometrelerde kullanılan sıvının, ölçülecek sıcaklıklarda sıvı hâlde kalması gerekir. Aşağıdaki tabloda deniz seviyesindeki hava basıncında suyun, etil alkolün ve cıvanın erime ve kaynama sıcaklıkları yaklaşık olarak verilmiştir. Erime ve kaynama sıcaklıklarında da madde sıvı hâlde bulunabilir.

Tablo: Bazı Maddelerin Yaklaşık Erime ve Kaynama Sıcaklıkları

Madde	Erime sıcaklığı (°C)	Kaynama sıcaklığı (°C)
Su	0	100
Etil alkol	−114	78
Cıva	−39	357

Bilgi: Cıva zehirli bir madde olduğundan cıvalı termometrelerin kullanımı günümüzde birçok ülkede sınırlandırılmıştır.

Suyun, etil alkolün ve cıvanın sıvı hâlde bulunabildiği sıcaklıklardan (°C) oluşan kümeler sırasıyla S, E ve C olsun. Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

3.1. S, E ve C kümelerini aralık olarak yazınız. Bu üç aralığı, alt alta çizeceğiniz üç ayrı sayı doğrusu üzerinde gösteriniz. (5 puan)

3.2. Alkollü termometreler, cıvalı termometrelerin ölçüm yapamadığı bazı sıcaklıklarda da kullanılabilir. Etil alkolün sıvı hâlde bulunabildiği ancak cıvanın sıvı hâlde bulunamadığı sıcaklıkların kümesini E ve C kümelerini kullanarak küme sembolleriyle yazınız. Bu kümeyi aralık gösterimiyle ve ortak özellik yöntemiyle ifade edip sayı doğrusu üzerinde gösteriniz. (5 puan)

3.3. Tablodaki maddelerin hepsinin birlikte sıvı hâlde bulunabildiği sıcaklıklar ile bu maddelerden en az birinin sıvı hâlde bulunabildiği sıcaklıklar hangi küme işlemleriyle bulunur? Bu işlemleri S, E ve C sembolleriyle yazıp sonuçları aralık olarak veriniz. Antarktika'nın iç kesimlerinde hava sıcaklığının −60 °C olduğu bir günde bu maddelerden hangilerinin sıvı hâlde bulunabileceğini küme sembolleriyle açıklayınız. (5 puan)

4. Bir robotik kodlama atölyesinde kullanılan çizim robotu, kenar uzunluğu 1 cm olan karelerden oluşan kareli bir kâğıt üzerinde çalışmaktadır. Robot, kalemi kâğıttan kaldırmadan, her adımda bir karenin bir köşesinden karşı köşesine gider; yani yalnızca karelerin köşegenleri boyunca ilerler. Bir karenin köşegen uzunluğu $\sqrt{2}$ cm olduğundan robotun k adımda çizdiği çizginin uzunluğu $k\sqrt{2}$ cm olur. Kâğıdın büyüklüğü göz ardı edildiğinde robotun en az bir adım atarak çizebileceği çizgi uzunluklarının (cm) kümesi

$A = \{x \mid x = k\sqrt{2}, k \in \mathbb{Z}^+\}$

biçiminde ifade edilmektedir. (Bu metin soru için hazırlanmıştır.)

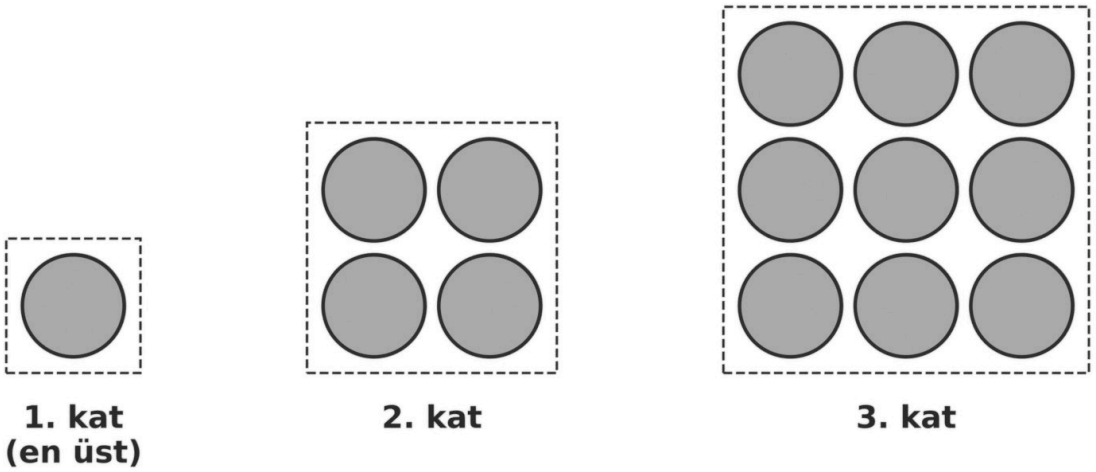
Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

4.1. A kümesinin rasyonel sayılar ($\mathbb{Q}$), irrasyonel sayılar ($\mathbb{Q}'$) ve gerçek sayılar ($\mathbb{R}$) kümelerinden hangilerinin alt kümesi olduğunu, hangilerinin alt kümesi olmadığını sembollerle yazınız. $\mathbb{Q}'$ kümesinin A kümesinin alt kümesi olup olmadığını da belirleyiniz. Her yargınızı bir gerekçe ya da karşıt örnekle destekleyiniz. (5 puan)

4.2. Robot 3 adımda $3\sqrt{2}$ cm, 4 adımda $4\sqrt{2}$ cm uzunluğunda çizgi çizer. Bir öğrenci "Robot, uzunluğu $3\sqrt{2}$ cm ile $4\sqrt{2}$ cm arasında olan 5 cm'lik bir çizgi de çizebilir." demiştir. A kümesinin sıralı olup olmadığını ve arada olma özelliğine sahip olup olmadığını inceleyip gerçek sayılar kümesiyle karşılaştırarak öğrencinin ifadesinin doğru olup olmadığına karar veriniz. (5 puan)

4.3. A kümesinin iki elemanı toplandığında ya da çarpıldığında sonucun yine A kümesinde olup olmadığını inceleyiniz. A kümesinin kapalı olduğu işlemi genel bir cebirsel gösterimle, kapalı olmadığı işlemi bir karşıt örnekle gösteriniz. Bu sonuca göre robotun art arda çizdiği iki çizginin toplam uzunluğunun, robotun tek seferde çizebileceği bir uzunluk olup olmadığını açıklayınız. (5 puan)

5. Bir manav, portakalları tezgâhında kare tabanlı bir piramit biçiminde dizmektedir. Piramidin en üst katında 1 portakal vardır. Her kattaki portakallar kare biçiminde dizilmiştir ve her katın bir kenarındaki portakal sayısı, hemen üstündeki katın bir kenarındaki portakal sayısından 1 fazladır. Aşağıdaki şekilde piramidin yukarıdan ilk üç katı ayrı ayrı, üstten görünümüyle verilmiştir. (Bu metin soru için hazırlanmıştır.)



Buna göre aşağıdaki soruları cevaplayınız.

5.1. Piramitte yukarıdan aşağıya doğru 1. kattan 2. kata, 2. kattan 3. kata ve 3. kattan 4. kata inildikçe portakal sayısının ne kadar arttığını hesaplayınız. $n \in \mathbb{Z}^+$ olmak üzere yukarıdan n. katın bir kenarındaki ve bu kattaki toplam portakal sayısını n'ye bağlı olarak yazınız. Ardından n. kat ile hemen altındaki (n + 1). kat arasındaki portakal sayısı farkını iki tam kare sayının farkı olarak gösteriniz. (4 puan)

5.2. Manavın yanında çalışan bir öğrenci şu genellemeyi yapmıştır: "Ardışık iki kattaki portakal sayılarının farkı, bu iki katın birer kenarındaki portakal sayılarının toplamına eşittir." Bu genellemeyi uygun niceleyiciyi kullanarak sembolik dille yazınız. Genellemenin her pozitif tam sayı için doğru olduğunu bir özdeşlik kullanarak ispatlayınız. (4 puan)

5.3. Manav, piramidin ardışık iki katından alttakinde üsttekinden 30 portakal fazla olduğunu söylemiştir. 5.2'de ispatladığınız sonuca dayanarak böyle iki katın bulunup bulunamayacağını gerekçesiyle açıklayınız. (2 puan)

6. Bir iş merkezindeki asansör, giriş katının 30 m yukarısındaki bir kattan harekete geçmiştir. Asansör hiç durmadan her saniyede 2 m alçalarak 18 saniye sonra giriş katının 6 m altındaki otopark katına ulaşmıştır. Asansörün harekete geçmesinden x saniye sonra giriş katına göre yüksekliği (m), [0, 18] aralığında tanımlı h doğrusal fonksiyonuyla modellenmiştir. Bu modelde giriş katının altındaki konumlar negatif sayılarla gösterilmekte, asansörün hızlanma ve yavaşlama süreleri göz ardı edilmektedir. (Bu metin soru için hazırlanmıştır.)

f: $\mathbb{R} \to \mathbb{R}$, f(x) = x şeklinde tanımlı f doğrusal referans fonksiyonu olmak üzere aşağıdaki soruları cevaplayınız.

6.1. Asansörün yüksekliğini zamana bağlı olarak veren h fonksiyonunun kuralını yazınız. Bu kuralı f fonksiyonuyla ilişkilendirerek h fonksiyonunun grafiğinin f fonksiyonunun grafiğinden hangi dönüşümlerle, hangi sırayla elde edildiğini adım adım açıklayınız. (5 puan)

6.2. Asansörün hareketini gösteren h fonksiyonunun grafiğini dik koordinat sisteminde çiziniz. Asansörün bu hareket boyunca bulunduğu yüksekliklerin kümesini, yani h fonksiyonunun görüntü kümesini aralık olarak yazınız. h fonksiyonunun maksimum ve minimum değerlerini belirleyip her birinin asansörün hangi anına ve hangi konumuna karşılık geldiğini açıklayınız. (5 puan)

6.3. Asansörün giriş katı hizasından geçtiği anı, h fonksiyonunun sıfırını bularak belirleyiniz. h fonksiyonunun işaretini bir tabloda gösterip asansörün giriş katının altında olduğu anların kümesini aralık gösterimiyle yazınız. (5 puan)

6.4. Bir öğrenci "Asansör bu hareketi sırasında iki farklı anda aynı yükseklikte bulunmuş olabilir." demiştir. Öğrencinin ifadesini h fonksiyonunun artanlık-azalanlık ve bire birlik özelliklerine göre değerlendiriniz. Ertesi gün asansör, giriş katının 36 m yukarısındaki bir kattan harekete geçip aynı biçimde her saniyede 2 m alçalmıştır. Bu harekette asansörün giriş katı hizasına kaçıncı saniyede geldiğini hesaplayınız. İki günün hareketlerini modelleyen fonksiyonların grafiklerini karşılaştırarak aralarındaki ilişkiyi bir dönüşümle açıklayınız. (5 puan)

ÖĞRENME ÇIKTILARI VE BECERİLER

SORU NO	ÖĞRENME ÇIKTISI	BECERİLER
1	9.1.1. Gerçek sayıların üslü ve köklü gösterimleriyle yapılan işlemlere dair muhakeme yapabilme	KB2.7. Karşılaştırma; MAB2. Matematiksel Problem Çözme
2	9.1.1. Gerçek sayıların üslü ve köklü gösterimleriyle yapılan işlemlere dair muhakeme yapabilme	MAB1. Matematiksel Muhakeme (KB2.10. Çıkarım Yapma); MAB2. Matematiksel Problem Çözme
3	9.1.2. Gerçek sayı aralıklarının gösteriminde ve aralıklarla ilgili işlemlerde küme sembol ve işlemlerinden yararlanabilme	KB2.16.3. Analojik Akıl Yürütme; MAB3. Matematiksel Temsil (MAB3.1. Matematiksel Temsillerden Yararlanma)
4	9.1.3. Farklı sayı kümelerinin özellikleri hakkında muhakeme yapabilme	KB2.7. Karşılaştırma; MAB1. Matematiksel Muhakeme (KB2.10. Çıkarım Yapma)
5	9.1.4. Gerçek sayıların işlem özelliklerini cebirsel olarak ifade etmede analojik akıl yürütebilme	KB2.16.3. Analojik Akıl Yürütme; MAB1. Matematiksel Muhakeme (MAB1.1. Matematiksel Doğrulama veya İspat Yapma)
6	9.2.1. Gerçek sayılarda $f(x) = x$ şeklinde tanımlı doğrusal referans fonksiyonun nitel özellikleri ile bu fonksiyondan türetilen $g(x) = a \cdot f(x \pm r) \pm k$, $(a, r, k \in \mathbb{R}, a \neq 0)$ doğrusal fonksiyonların nitel özelliklerine ilişkin matematiksel muhakeme yapabilme	MAB1. Matematiksel Muhakeme (MAB1.3. Çıkarım Yapma); MAB2. Matematiksel Problem Çözme

PUANLAMA TABLOSU						
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**TOPLAM**
20	*20*	*15*	*15*	*10*	*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 9. 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. **(5 puan)**

- Yapıları $1 \cdot 10^{-7} < 2 \cdot 10^{-6} < 7{,}5 \cdot 10^{-6} < 7 \cdot 10^{-5}$ biçiminde, yani grip virüsü, E. coli bakterisi, alyuvar, saç teli sırasıyla doğru sıralama (3 puan; yalnızca iki yapının yeri yanlışsa 1 puan)
- $10^{-7} = 1/10^{7}$ ve $10^{-5} = 1/10^{5}$ olduğunu, payları eşit olan kesirlerden paydası büyük olanın daha küçük olduğunu, bu nedenle $10^{-7} < 10^{-5}$ olduğunu açıklama ($-7 < -5$ olduğunu belirterek ya da sayıları ondalık gösterimle 0,0000001 < 0,00007 biçiminde karşılaştırarak açıklayan öğrenci de puan alır) **(2 puan)**

1.2. **(5 puan)**

- "Kat sayısı = Büyük yapının büyüklüğü ÷ Küçük yapının büyüklüğü" önermesini yazma **(1 puan)**
- Alyuvar için $(7{,}5 \cdot 10^{-6}) \div (1 \cdot 10^{-7}) = 7{,}5 \cdot 10^{-6-(-7)} = 7{,}5 \cdot 10^{1} = 75$ kat bulma **(2 puan)**
- Saç teli için $(7 \cdot 10^{-5}) \div (2 \cdot 10^{-6}) = 3{,}5 \cdot 10^{-5-(-6)} = 3{,}5 \cdot 10^{1} = 35$ kat bulma **(2 puan)**

1.3. **(5 puan)**

- Toplam alyuvar sayısını $(5 \cdot 10^{6}) \cdot (5 \cdot 10^{6}) = 25 \cdot 10^{12} = 2{,}5 \cdot 10^{13}$ bulma **(2 puan)**
- Sıranın uzunluğunu $(2{,}5 \cdot 10^{13}) \cdot (7{,}5 \cdot 10^{-6}) = 18{,}75 \cdot 10^{7}$ m $= 1{,}875 \cdot 10^{8}$ m $= 1{,}875 \cdot 10^{5}$ km bulma **(1 puan)**
- $(1{,}875 \cdot 10^{5}) \div (4 \cdot 10^{4}) \approx 4{,}7$ olduğundan sıranın ekvatoru 4 kez tam dolanabileceğini (5. turu tamamlayamayacağını) bulma ve tek bir alyuvar gözle görülemeyecek kadar küçük olsa da alyuvar sayısı çok büyük olduğu için ($10^{13} \cdot 10^{-6} = 10^{7}$) sıranın çok uzun olduğunu yorumlama **(2 puan)**

(Sıranın ekvatoru 4 kez tam dolanabileceğini bulup yorum yapmayan öğrenci bu ölçütten 1 puan alır.)

1.4. **(5 puan)**

- Yan yana dizilen 100 grip virüsünün oluşturduğu uzunluğu $10^{2} \cdot (1 \cdot 10^{-7}) = 1 \cdot 10^{-5}$ m bulma ya da saç telinin kalınlığı boyunca dizilebilecek virüs sayısını $(7 \cdot 10^{-5}) \div (1 \cdot 10^{-7}) = 7 \cdot 10^{2} = 700$ bulma **(3 puan)**
- $1 \cdot 10^{-5} < 7 \cdot 10^{-5}$ olduğundan 100 virüsün saç telinin kalınlığının yalnızca yedide birini kapladığını (ya da 700 > 100 olduğunu) belirterek öğrencinin ifadesinin yanlış olduğunu açıklama **(2 puan)**

Örnek doğru cevap: 1.1. Üsler negatif olduğunda 10'un kuvvetleri karşılaştırılırken üslerin işaretleri dikkate alınır. $-7 < -6 < -5$ olduğundan $10^{-7} < 10^{-6} < 10^{-5}$ olur. $2 \cdot 10^{-6}$ ile $7{,}5 \cdot 10^{-6}$ sayılarında 10'un kuvvetleri eşit olduğundan önlerindeki sayılar karşılaştırılır. Sıralama $1 \cdot 10^{-7} < 2 \cdot 10^{-6} < 7{,}5 \cdot 10^{-6} < 7 \cdot 10^{-5}$, yani grip virüsü < E. coli bakterisi < alyuvar < saç teli olur. $10^{-7} = 1/10^{7}$ ve $10^{-5} = 1/10^{5}$ sayılarının payları eşittir, paydası büyük olan $1/10^{7}$ daha küçüktür. Öğrenci üslerin negatif olduğunu dikkate almadığı için yanılmıştır. 1.2. Bir yapının diğerinin kaç katı olduğu, büyük yapının büyüklüğü küçük yapının büyüklüğüne bölünerek bulunur. Alyuvar için $(7{,}5 \cdot 10^{-6}) \div (1 \cdot 10^{-7}) = 7{,}5 \cdot 10^{1} = 75$ kattır. Saç teli için $(7 \cdot 10^{-5}) \div (2 \cdot 10^{-6}) = 3{,}5 \cdot 10^{1} = 35$ kattır. 1.3. Toplam alyuvar sayısı $(5 \cdot 10^{6}) \cdot (5 \cdot 10^{6}) = 25 \cdot 10^{12} = 2{,}5 \cdot 10^{13}$ olur. Sıranın uzunluğu $(2{,}5 \cdot 10^{13}) \cdot (7{,}5 \cdot 10^{-6}) = 18{,}75 \cdot 10^{7}$ m $= 1{,}875 \cdot 10^{8}$ m $= 1{,}875 \cdot 10^{5}$ km'dir. $(1{,}875 \cdot 10^{5}) \div (4 \cdot 10^{4}) \approx 4{,}7$ olduğundan sıra ekvatoru 4 kez tam dolanır. Tek bir alyuvar çok küçüktür ancak sayıları çok büyük olduğundan sıra çok uzun olur. 1.4. 100 grip virüsü yan yana dizilirse $10^{2} \cdot 10^{-7} = 10^{-5}$ m uzunluğunda bir sıra oluşur. $1 \cdot 10^{-5} < 7 \cdot 10^{-5}$ olduğundan bu sıra saç telinin kalınlığının yalnızca yedide biri kadardır. Saç telinin kalınlığı boyunca $(7 \cdot 10^{-5}) \div 10^{-7} = 7 \cdot 10^{2} = 700$ virüs dizilebilir. Öğrencinin ifadesi yanlıştır.

Yanlış cevap: Sıralamayı üslerin işaretini dikkate almadan yapan (saç teli, E. coli bakterisi, alyuvar, grip virüsü) öğrenci, bu sıralamada yalnızca iki yapının yeri yanlış olduğundan sıralama ölçütünden 1 puan alır, açıklama ölçütünden puan alamaz. Bölme işleminde üsleri çıkarmak yerine toplayan (ör. alyuvar için $7{,}5 \cdot 10^{-13}$ bulan) ya da üslerin işaretini karıştırarak $7{,}5 \cdot 10^{-1}$ bulan; toplam alyuvar sayısını $25 \cdot 10^{36}$ ya da $10 \cdot 10^{6}$ bulan; uzunluğu metreden kilometreye çevirirken 10^{3} ile çarpan; ekvatoru 5 kez dolanacağını söyleyen; $10^{2} \cdot 10^{-7}$ çarpımını 10^{-14} ya da 10^{-9} bulan ya da en fazla 100 virüs sığacağına karar veren cevaplar ilgili ölçütlerden puan alamaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

2. Doğru cevap:

2.1. **(5 puan)**

- Titreşen uzunluk her 12 perdede yarıya indiğinden 12. perdede bu uzunluğun 2^{-1} katı, 24. perdede $2^{-1} \cdot 2^{-1} = 2^{-2}$ katı olduğunu bulma **(2 puan)**
- 24. perdede titreşen uzunluğu $648 \cdot 2^{-2} = 648 \div 4 = 162$ mm bulma **(1 puan)**
- Titreşen uzunluk iki kez yarıya indiği için frekansın iki kez 2 katına çıktığını belirterek frekansı $110 \cdot 2 \cdot 2 = 110 \cdot 2^{2} = 440$ Hz bulma **(2 puan)**

2.2. **(5 puan)**

- Titreşen uzunluğun önce k, sonra yine k ile çarpılarak 12. perdede yarıya indiğini belirterek $k \cdot k = 1/2$, yani $k^{2} = 2^{-1}$ eşitliğini yazma **(2 puan)**
- k pozitif olduğundan $k = \sqrt{(1/2)} = 1/\sqrt{2}$ bulma **(2 puan)**
- Paydayı rasyonel sayı yaparak $k = (1 \cdot \sqrt{2})/(\sqrt{2} \cdot \sqrt{2}) = \sqrt{2}/2$ yazma **(1 puan)**

2.3. **(5 puan)**

- Titreşen uzunluğun üç kez m ile çarpılarak yarıya indiğini belirterek $m^{3} = 1/2$ ve $m = \sqrt[3]{(1/2)} = 1/\sqrt[3]{2}$ bulma **(2 puan)**
- Paydayı rasyonel sayı yaparak $m = (1 \cdot \sqrt[3]{4})/(\sqrt[3]{2} \cdot \sqrt[3]{4}) = \sqrt[3]{4}/\sqrt[3]{8} = \sqrt[3]{4}/2$ yazma **(1 puan)**
- 4. perdede titreşen uzunluğu $648 \cdot \sqrt[3]{4}/2 = 324\sqrt[3]{4} \approx 324 \cdot 1{,}587 \approx 514{,}2$ mm bulma **(1 puan)**
- 4. perdenin eşiğe uzaklığını $648 - 514{,}2 = 133{,}8$ mm bulma **(1 puan)**

2.4. **(5 puan)**

- 18. perdede titreşen uzunluğun $2^{-1} \cdot (\sqrt{2}/2) = \sqrt{2}/4 = 2^{-2} \cdot \sqrt{2}$ katı olduğunu bulma (sonucu $1/(2\sqrt{2})$ biçiminde yazan öğrenci de bu ölçütten tam puan alır) **(2 puan)**
- 18. perdede titreşen uzunluğu $648 \cdot \sqrt{2}/4 = 162\sqrt{2} \approx 162 \cdot 1{,}414 \approx 229{,}1$ mm ve 18. perdenin eşiğe uzaklığını $648 - 229{,}1 = 418{,}9$ mm bulma **(2 puan)**
- Bulunan 418,9 mm değerinin tablodaki değerle aynı olduğunu belirtme **(1 puan)**

(Öğretmen için not: 440 Hz frekanslı La sesi, çalgıların akort edilmesinde uluslararası referans ses olarak kullanılır. Gitar yapımcılarının kullandığı perde hesaplama tabloları da eşik ile köprü arası 648 mm olan bir gitarda 18. perdenin yerini 418,9 mm olarak verir.)

Örnek doğru cevap: 2.1. 12. perdede titreşen uzunluk telin uzunluğunun yarısı, yani 2^{-1} katıdır. 12. perdeden 24. perdeye geçerken uzunluk bir kez daha yarıya iner. 24. perdede titreşen uzunluk $2^{-1} \cdot 2^{-1} = 2^{-2}$ katıdır. Bu uzunluk $648 \cdot 2^{-2} = 162$ mm'dir. Uzunluk iki kez yarıya indiğinden frekans iki kez 2 katına çıkar. Sesin frekansı $110 \cdot 2^{2} = 440$ Hz olur. 2.2. Eşikten 12. perdeye kadar titreşen uzunluk iki kez k ile çarpılır ve yarıya iner. Bu nedenle $k \cdot k = 1/2$ olur. $k > 0$ olduğundan $k = 1/\sqrt{2}$ bulunur. Paydayı rasyonel yapmak için pay ve payda $\sqrt{2}$ ile çarpılırsa $k = \sqrt{2}/2$ olur. 2.3. Uzunluk üç kez m ile çarpılarak yarıya

indiğinden $m^3 = 1/2$ ve $m = 1/\sqrt[3]{2}$ olur. Pay ve payda $\sqrt[3]{4}$ ile çarpılırsa $m = \sqrt[3]{4}/\sqrt[3]{8} = \sqrt[3]{4}/2$ bulunur. 4. perdede titreşen uzunluk $648 \cdot \sqrt[3]{4}/2 = 324\sqrt[3]{4} \approx 324 \cdot 1{,}587 \approx 514{,}2$ mm'dir. 4. perde eşikten $648 - 514{,}2 = 133{,}8$ mm uzaktadır. 2.4. 12. perdeye kadar uzunluk 2^{-1} ile, sonraki 6 perdede $\sqrt{2}/2$ ile çarpılır. 18. perdede titreşen uzunluk $2^{-1} \cdot \sqrt{2}/2 = \sqrt{2}/4$ katıdır. Bu uzunluk $648 \cdot \sqrt{2}/4 = 162\sqrt{2} \approx 229{,}1$ mm'dir. 18. perde eşikten $648 - 229{,}1 = 418{,}9$ mm uzaktadır. Bulduğum değer tablodaki 418,9 mm ile aynıdır.

Yanlış cevap: 24. perdede titreşen uzunluğu 2^{-2} yerine 2^{-24} katı ya da $648 \div 24 = 27$ mm bulan; frekansın da yarıya indiğini düşünerek 27,5 Hz bulan ya da frekansı $110 \cdot 24$ Hz bulan; k sayısını 1/12 ya da 1/4 alan; $k^2 = 1/2$ eşitliğinden $k = 1/4$ bulan; $1/\sqrt{2}$ ifadesinde paydayı rasyonel yaptığını düşünerek 1/2 yazan; $m = 1/\sqrt[3]{2}$ ifadesinde pay ve paydayı $\sqrt[3]{2}$ ile genişletip paydayı rasyonel yaptığını düşünen; 4. perdenin eşiğe uzaklığı yerine yalnızca titreşen uzunluğu veren; 18. perdede titreşen uzunluğu 2^{-18} katı alan cevaplar ilgili ölçütlerden puan alamaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

3. Doğru cevap:

3.1. **(5 puan)**

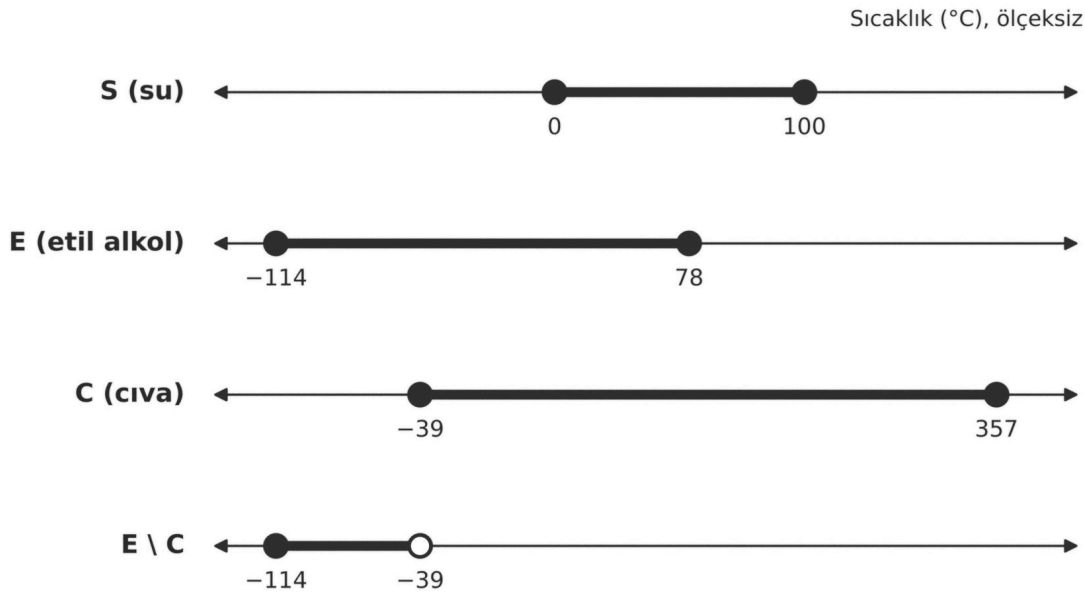
- $S = [0, 100]$, $E = [-114, 78]$ ve $C = [-39, 357]$ kapalı aralıklarını yazma (3 puan; her aralık 1 puan)
- Her aralığı sayı doğrusunda uç noktaları içi dolu daire ile işaretleyerek gösterme (2 puan; yalnızca bir veya iki aralık doğru gösterildiyse 1 puan)

3.2. **(5 puan)**

- Etil alkolün sıvı olduğu ancak cıvanın sıvı olmadığı sıcaklıkların kümesini $E \setminus C$ (ya da $E \cap C'$) biçiminde ifade etme **(1 puan)**
- $E \setminus C = [-114, -39)$ bulma **(2 puan)**
- Ortak özellik yöntemiyle $\{x \mid -114 \le x < -39, x \in \mathbb{R}\}$ biçiminde yazma **(1 puan)**
- Sayı doğrusunda -114 noktasını içi dolu, -39 noktasını içi boş daire ile işaretleyerek gösterme **(1 puan)**

3.3. **(5 puan)**

- Üç maddenin de sıvı olduğu sıcaklıkların kümesini $S \cap E \cap C = [0, 78]$ bulma (2 puan; yalnızca sembolle ifade edilip aralık yanlış bulunduysa 1 puan)
- En az birinin sıvı olduğu sıcaklıkların kümesini $S \cup E \cup C = [-114, 357]$ bulma (2 puan; yalnızca sembolle ifade edilip aralık yanlış bulunduysa 1 puan)
- $-60 \in E$, $-60 \notin S$ ve $-60 \notin C$ olduğundan -60 °C'ta bu maddelerden yalnızca etil alkolün sıvı hâlde bulunabileceğini açıklama ($-60 \in E \setminus C$ ya da $-60 \notin S \cup C$ yazılarak yapılan açıklama da kabul edilir) **(1 puan)**



Örnek doğru cevap: 3.1. S = [0, 100], E = [−114, 78], C = [−39, 357] olur. Erime ve kaynama sıcaklıkları kümelere dâhil olduğundan uç noktalar sayı doğrusunda içi dolu daire ile gösterilir (şekil). 3.2. Etil alkolün sıvı olduğu ancak cıvanın sıvı olmadığı sıcaklıklar E kümesinde olup C kümesinde olmayan sıcaklıklardır. Bu küme E \ C ile gösterilir ve E \ C = [−114, −39) olur. Ortak özellik yöntemiyle E \ C = {x | −114 ≤ x < −39, x ∈ ℝ} yazılır. −39 °C'ta cıva sıvı hâlde bulunabildiğinden −39 kümeye dâhil değildir; sayı doğrusunda içi boş daire ile gösterilir. 3.3. Üç maddenin de sıvı olduğu sıcaklıklar S ∩ E ∩ C = [0, 78] kümesindedir. En az birinin sıvı olduğu sıcaklıklar S ∪ E ∪ C = [−114, 357] kümesindedir. −60 ∈ E ancak −60 ∉ S ve −60 ∉ C olduğundan −60 °C'ta yalnızca etil alkol sıvı hâlde bulunabilir. Bu nedenle Antarktika'da alkollü termometre kullanılabilir.

Yanlış cevap: Aralıkları açık aralık olarak yazan ya da uç noktaları içi boş daire ile gösteren; negatif uç noktaları pozitif yazan (ör. E = [114, 78]); istenen kümeyi C \ E ya da E ∩ C biçiminde ifade eden; E \ C kümesini [−114, −39] ya da (−114, −39) bulan; −60 °C'ta cıvanın da sıvı olduğunu söyleyen cevaplar ilgili ölçütlerden puan alamaz. Kesişim ve birleşim kümelerinin aralıklarını karıştırarak S ∩ E ∩ C = [−114, 357] ve S ∪ E ∪ C = [0, 78] yazan öğrenci, işlemleri sembolle doğru ifade ettiği için bu iki ölçütün her birinden yalnızca 1 puan alır. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

4. Doğru cevap:

4.1. **(5 puan)**

- A ⊂ ℚ′ olduğunu, k√2 sayısı rasyonel olsaydı √2 = (k√2) ÷ k sayısının da iki rasyonel sayının bölümü olarak rasyonel olacağı, oysa √2'nin irrasyonel olduğu gerekçesiyle belirtme ("Sıfırdan farklı bir rasyonel sayı ile bir irrasyonel sayının çarpımı irrasyoneldir." gerekçesi de kabul edilir) (2 puan; gerekçesiz yalnızca ilişki yazıldıysa 1 puan)
- A ⊂ ℝ olduğunu, A'nın her elemanı bir irrasyonel sayı ve ℚ′ ⊂ ℝ olduğu gerekçesiyle belirtme **(1 puan)**
- A ⊄ ℚ olduğunu karşıt örnekle gösterme (ör. √2 ∈ A ancak √2 ∉ ℚ) **(1 puan)**
- ℚ′ ⊄ A olduğunu karşıt örnekle gösterme (ör. −√2 ∈ ℚ′ ancak −√2 ∉ A; π ∈ ℚ′ ancak π ∉ A gibi başka doğru örnekler de kabul edilir) **(1 puan)**

4.2. **(5 puan)**

- A kümesinin sıralı olduğunu, elemanlarının birbiriyle karşılaştırılabildiğini belirtme (ör. $3\sqrt{2} < 4\sqrt{2}$) **(1 puan)**
- A kümesinde arada olma özelliğinin olmadığını gösterme: 3 ile 4 arasında pozitif tam sayı bulunmadığından $3\sqrt{2}$ ile $4\sqrt{2}$ arasında A kümesinin hiçbir elemanı yoktur **(2 puan)**
- Gerçek sayılar kümesinde arada olma özelliği olduğunu, 5 sayısının $3\sqrt{2}$ ile $4\sqrt{2}$ arasında bir gerçek sayı olduğunu ($3\sqrt{2} = \sqrt{18} < \sqrt{25} = 5 < \sqrt{32} = 4\sqrt{2}$) ancak $5 = k\sqrt{2}$ eşitliğini sağlayan bir pozitif tam sayı bulunmadığından $5 \notin A$ olduğunu belirterek öğrencinin ifadesinin yanlış olduğunu açıklama **(2 puan)**

4.3. **(5 puan)**

- A kümesinin toplama işlemine göre kapalı olduğunu cebirsel olarak gösterme: $k, m \in \mathbb{Z}^+$ için $k\sqrt{2} + m\sqrt{2} = (k + m)\sqrt{2}$ ve $k + m \in \mathbb{Z}^+$ olduğundan sonuç A kümesinin elemanıdır **(2 puan)**
- A kümesinin çarpma işlemine göre kapalı olmadığını karşıt örnekle gösterme: $\sqrt{2} \in A$ olduğu hâlde $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2$ rasyonel bir sayıdır ve $2 \notin A$ ($3\sqrt{2} \cdot 3\sqrt{2} = 18$ gibi başka doğru karşıt örnekler de kabul edilir) **(2 puan)**
- A toplama işlemine göre kapalı olduğundan art arda çizilen $k\sqrt{2}$ cm ve $m\sqrt{2}$ cm'lik iki çizginin toplam uzunluğunun $(k + m)\sqrt{2}$ cm olduğunu, bunun da robotun tek seferde $k + m$ adımda çizebileceği bir uzunluk olduğunu açıklama **(1 puan)**

Örnek doğru cevap: 4.1. k pozitif bir tam sayı olmak üzere $k\sqrt{2}$ rasyonel olsaydı $\sqrt{2} = (k\sqrt{2}) \div k$ sayısı da rasyonel olurdu. $\sqrt{2}$ irrasyonel olduğundan $k\sqrt{2}$ de irrasyoneldir. Bu nedenle $A \subset \mathbb{Q}'$ olur. $\mathbb{Q}' \subset \mathbb{R}$ olduğundan $A \subset \mathbb{R}$ olur. $\sqrt{2} \in A$ ancak $\sqrt{2} \notin \mathbb{Q}$ olduğundan $A \not\subset \mathbb{Q}$ olur. $-\sqrt{2} \in \mathbb{Q}'$ ancak k pozitif olduğundan $-\sqrt{2} \notin A$'dır; bu nedenle $\mathbb{Q}' \not\subset A$ olur. 4.2. A kümesinin elemanları birbiriyle karşılaştırılabildiğinden A sıralı bir kümedir; örneğin $3\sqrt{2} < 4\sqrt{2}$ olur. 3 ile 4 arasında pozitif tam sayı olmadığından $3\sqrt{2}$ ile $4\sqrt{2}$ arasında A'nın elemanı yoktur. A kümesinde arada olma özelliği yoktur. Gerçek sayılar kümesinde ise arada olma özelliği vardır. $3\sqrt{2} = \sqrt{18}$ ve $4\sqrt{2} = \sqrt{32}$ olduğundan $\sqrt{18} < \sqrt{25} < \sqrt{32}$, yani $3\sqrt{2} < 5 < 4\sqrt{2}$ olur. Ancak $5 = k\sqrt{2}$ ise $k = 5/\sqrt{2}$ olur ve bu sayı tam sayı değildir; $5 \notin A$'dır. Robot 5 cm'lik çizgi çizemez, öğrencinin ifadesi yanlıştır. 4.3. $k, m \in \mathbb{Z}^+$ olmak üzere $k\sqrt{2} + m\sqrt{2} = (k + m)\sqrt{2}$ olur. $k + m$ pozitif tam sayı olduğundan toplam A'nın elemanıdır; A toplama işlemine göre kapalıdır. $\sqrt{2} \in A$ olduğu hâlde $\sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = 2$ sayısı rasyoneldir ve A'nın elemanı değildir. A çarpma işlemine göre kapalı değildir. A toplama işlemine göre kapalı olduğundan robotun art arda çizdiği iki çizginin toplam uzunluğu da robotun tek seferde çizebileceği bir uzunluktur.

Yanlış cevap: $A \subset \mathbb{Q}$ ya da $\mathbb{Q}' \subset A$ yazan; "A kümesinin elemanları gerçek sayı olduğu için arada olma özelliği vardır." diyen; 5 cm'lik çizginin çizilebileceğini söyleyen; çarpma işleminin kapalı olmadığını göstermek için A kümesinde olmayan sayılarla (ör. $2 \cdot 3$) örnek veren; toplama işleminin kapalılığını yalnızca tek bir örnekle (ör. $\sqrt{2} + 2\sqrt{2} = 3\sqrt{2}$) gösterip genelleme yapan cevaplar ilgili ölçütlerden puan alamaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

5. Doğru cevap:

5.1. **(4 puan)**

- Portakal sayısındaki artışları $2^2 - 1^2 = 3$, $3^2 - 2^2 = 5$ ve $4^2 - 3^2 = 7$ olarak bulma **(1 puan)**
- Yukarıdan n. katın bir kenarında n portakal, bu katta $n \cdot n = n^2$ portakal bulunduğunu yazma **(1 puan)**
- n. kat ile (n + 1). kat arasındaki portakal sayısı farkını, bir kenarında n + 1 portakal bulunan alttaki kattaki portakal sayısından bir kenarında n portakal bulunan üstteki kattaki portakal sayısını çıkararak $(n + 1)^2 - n^2$ biçiminde ifade etme **(2 puan)**

5.2. **(4 puan)**

- Önermeyi $\forall n \in \mathbb{Z}^+$ için $(n + 1)^2 - n^2 = (n + 1) + n$ biçiminde sembolik dille yazma **(1 puan)**
- İki terimin karelerinin farkı özdeşliğiyle $(n + 1)^2 - n^2 = [(n + 1) - n] \cdot [(n + 1) + n] = 1 \cdot [(n + 1) + n]$ bulma ya da iki terimin toplamının karesi özdeşliğiyle $(n^2 + 2n + 1) - n^2 = 2n + 1$ bulma **(2 puan)**
- $1 \cdot [(n + 1) + n] = (n + 1) + n$ (ya da $2n + 1 = (n + 1) + n$) olduğunu belirterek farkın iki katın kenarlarındaki portakal sayılarının toplamına eşit olduğunu göstererek ispatı tamamlama **(1 puan)**

5.3. **(2 puan)**

- Farkın $(n + 1) + n = 2n + 1$ olduğunu, $2n + 1 = 30$ eşitliğinden $n = 14{,}5$ bulunduğunu ve n pozitif tam sayı olmadığından (ya da ardışık iki pozitif tam sayının toplamının tek sayı, 30'un ise çift sayı olduğundan) ardışık iki kat arasındaki farkın 30 olamayacağını belirterek manavın ifadesinin yanlış olduğunu açıklama (2 puan; farkın her zaman tek sayı olduğunu belirtip manavın ifadesi hakkında yargıya varmayan cevap 1 puan). (14. kattan 15. kata geçişte farkın 29, 15. kattan 16. kata geçişte 31 olduğunu belirterek açıklayan öğrenci de tam puan alır.)

Örnek doğru cevap: 5.1. 1. kattan 2. kata geçerken $4 - 1 = 3$, 2. kattan 3. kata geçerken $9 - 4 = 5$, 3. kattan 4. kata geçerken $16 - 9 = 7$ portakal artar. Yukarıdan n. katın bir kenarında n portakal, bu katta n^2 portakal vardır. n. kat ile (n + 1). kat arasındaki fark $(n + 1)^2 - n^2$ olur. 5.2. Önerme: $\forall n \in \mathbb{Z}^+$ için $(n + 1)^2 - n^2 = (n + 1) + n$'dir. Hipotez: n pozitif tam sayıdır. Hüküm: Ardışık iki kattaki portakal sayılarının farkı, bu katların kenarlarındaki portakal sayılarının toplamına eşittir. İspat: $a^2 - b^2 = (a - b) \cdot (a + b)$ özdeşliğinde $a = n + 1$ ve $b = n$ alınırsa $(n + 1)^2 - n^2 = [(n + 1) - n] \cdot [(n + 1) + n] = 1 \cdot [(n + 1) + n] = (n + 1) + n$ olur. Önerme doğrudur. 5.3. Ardışık iki kat arasındaki fark $(n + 1) + n = 2n + 1$'dir. $2n + 1 = 30$ ise $n = 14{,}5$ olur. n tam sayı olmadığından fark 30 olamaz. 14. kattan 15. kata geçişte fark 29, 15. kattan 16. kata geçişte fark 31'dir. Manavın ifadesi yanlıştır.

Yanlış cevap: Portakal sayısındaki artışları 1, 2, 3 ya da 4, 9, 16 olarak bulan; n. kattaki portakal sayısını 2n ya da n + 1 olarak yazan; farkı $(n + 1)^2$ ya da $(n + 1) - n$ biçiminde yazan; önermeyi yalnızca ilk birkaç kat için doğrulayıp genel ispat yapmayan; $(n + 1)^2$ ifadesinin açılımını $n^2 + 1$ biçiminde yapan; farkın 30 olabileceğini söyleyen cevaplar ilgili ölçütlerden puan alamaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.

6. Doğru cevap:

6.1. **(5 puan)**

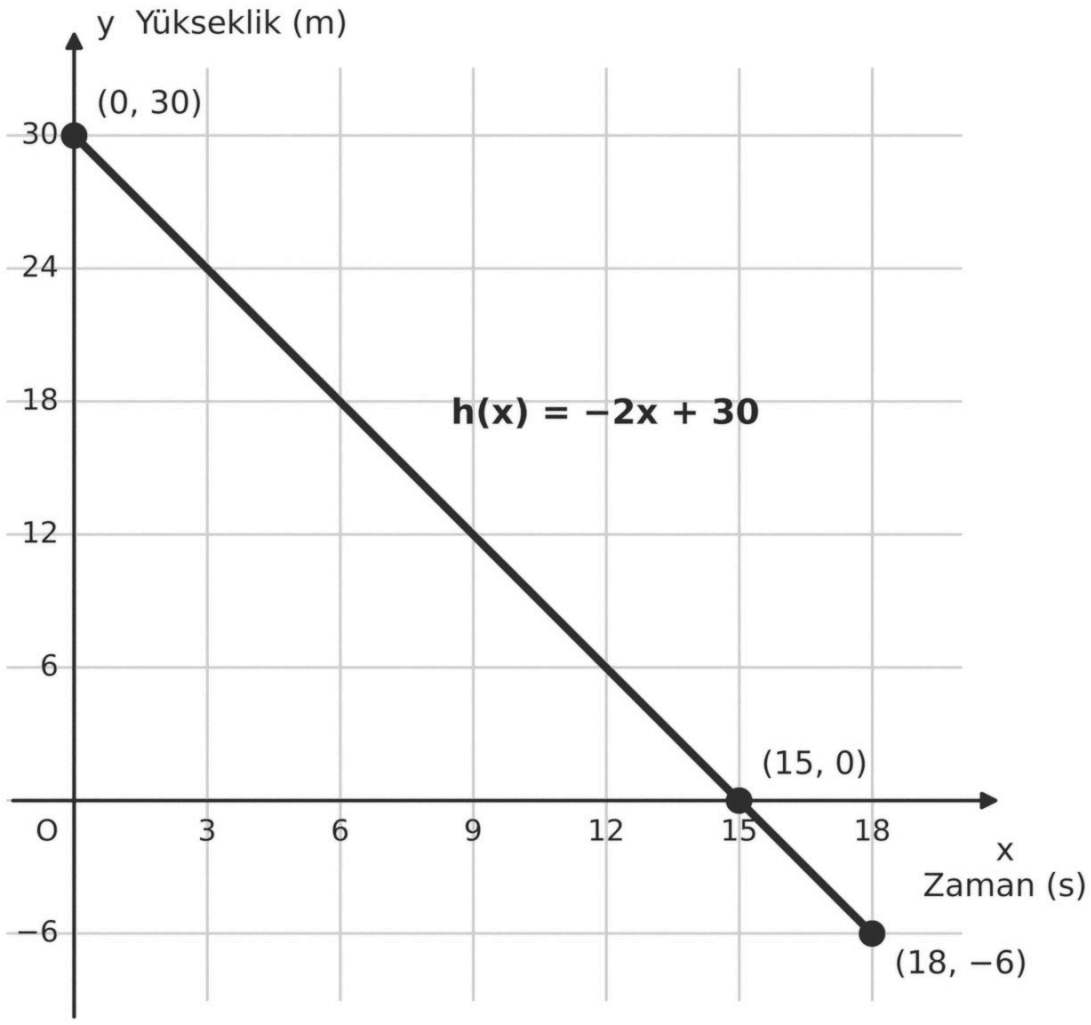
- $h: [0, 18] \to \mathbb{R}$, $h(x) = -2x + 30$ cebirsel temsilini yazma **(2 puan)**
- f fonksiyonunun tanım aralığındaki her elemanın −2 katı ile eşlenmesiyle $m(x) = -2x$ fonksiyonunun grafiğinin elde edildiğini (doğrunun eğimi 1'den −2'ye değişir, doğru azalan olur ve y eksenine daha yakın olur) açıklama **(2 puan)**

- m fonksiyonunun grafiğinin y ekseni boyunca pozitif yönde 30 birim ötelendiğini ve grafiğin [0, 18] aralığıyla sınırlandığını belirtme **(1 puan)**

(h(x) = −2 · f(x − 15) yazarak f fonksiyonunun grafiğinin x ekseni boyunca pozitif yönde 15 birim ötelendiğini ve ardından her elemanın −2 katı ile eşlendiğini açıklayan öğrenci de tam puan alır.)

6.2. **(5 puan)**

- Grafiği (0, 30) ve (18, −6) noktaları arasındaki doğru parçası olarak çizme; (15, 0) noktasını gösterme **(2 puan)**
- Görüntü kümesini [−6, 30] bulma **(1 puan)**
- Maksimum değeri 30 (x = 0), minimum değeri −6 (x = 18) bulma **(1 puan)**
- Asansörün en yüksekte olduğu anın harekete geçtiği an (giriş katının 30 m yukarısı), en alçakta olduğu anın otopark katına ulaştığı an (giriş katının 6 m altı) olduğunu açıklama **(1 puan)**



6.3. **(5 puan)**

- −2x + 30 = 0 denkleminden h fonksiyonunun sıfırını x = 15 bulma **(2 puan)**
- İşaret tablosunu x ∈ [0, 15) için h(x) > 0, x = 15 için h(x) = 0, x ∈ (15, 18] için h(x) < 0 biçiminde oluşturma **(2 puan)**
- Asansörün giriş katının altında bulunduğu zaman aralığını (15, 18] bulma **(1 puan)**

6.4. **(5 puan)**

- $a = -2 < 0$ olduğundan h fonksiyonunun azalan olduğunu ($x_1 < x_2$ ise $h(x_1) > h(x_2)$), azalan doğrusal fonksiyon bire bir olduğu için farklı anlarda yüksekliklerin farklı olduğunu belirterek öğrencinin ifadesinin yanlış olduğunu açıklama **(2 puan)**
- Yeni hareket için fonksiyonu $g(x) = -2x + 36$ yazıp $-2x + 36 = 0$ denkleminden $x = 18$ saniye bulma **(2 puan)**
- $g(x) = h(x) + 6$ olduğunu, g fonksiyonunun grafiğinin h fonksiyonunun grafiğinin y ekseni boyunca pozitif yönde 6 birim ötelenmesiyle elde edildiğini (doğruların eğimleri eşit, −2) ve asansörün giriş katına 3 saniye daha geç ulaştığını açıklama **(1 puan)**

(Doğruların denklemlerinden $g(x) = h(x - 3)$ ilişkisini yazıp grafiğin x ekseni boyunca pozitif yönde 3 birim ötelendiğini açıklayan öğrenci de bu ölçütten tam puan alır; eğimleri eşit iki doğru için iki öteleme aynı doğruyu verir.)

Örnek doğru cevap: 6.1. Asansör harekete geçtiğinde giriş katının 30 m yukarısındadır ve her saniyede 2 m alçalır. Bu nedenle $h: [0, 18] \to \mathbb{R}$, $h(x) = -2x + 30$ olur. f fonksiyonunun tanım aralığındaki her eleman −2 katı ile eşlenirse $m(x) = -2x$ fonksiyonu elde edilir; eğim 1'den −2'ye değişir ve doğru azalan olur. m fonksiyonunun grafiği y ekseni boyunca pozitif yönde 30 birim ötelenip [0, 18] aralığıyla sınırlandırılırsa h fonksiyonunun grafiği elde edilir. 6.2. Grafik, (0, 30) noktasından (18, −6) noktasına uzanan ve x eksenini (15, 0) noktasında kesen doğru parçasıdır. Görüntü kümesi [−6, 30] aralığıdır. Maksimum değer 30'dur; asansör harekete geçtiği anda en yüksektedir. Minimum değer −6'dır; asansör otopark katına ulaştığında en alçaktadır. 6.3. $-2x + 30 = 0$ ise $x = 15$ olur; h fonksiyonunun sıfırı 15'tir. $x \in [0, 15)$ için $h(x)$ pozitif, $x \in (15, 18]$ için $h(x)$ negatiftir. Asansör (15, 18] aralığındaki anlarda giriş katının altındadır. 6.4. $h(x) = -2x + 30$ fonksiyonunda x'in katsayısı negatif olduğundan h azalandır. Zaman ilerledikçe yükseklik sürekli azalır; farklı iki anda yükseklikler farklıdır, h bire birdir. Öğrencinin ifadesi yanlıştır. Ertesi günkü hareket için $g(x) = -2x + 36$ olur. $-2x + 36 = 0$ ise $x = 18$ bulunur; asansör giriş katına 18. saniyede ulaşır. $g(x) = h(x) + 6$ olduğundan g fonksiyonunun grafiği h fonksiyonunun grafiğinin y ekseni boyunca pozitif yönde 6 birim ötelenmiş hâlidir. Eğimler eşit olduğundan doğrular paraleldir ve giriş katına ulaşma anı 15. saniyeden 18. saniyeye kaymıştır.

Yanlış cevap: Fonksiyonu $h(x) = 2x + 30$, $h(x) = -2x - 30$ ya da $h(x) = 30x - 2$ biçiminde yazan; dönüşümleri "grafik 30 birim sağa ötelenir" biçiminde açıklayan; grafiği tanım aralığı dışına uzatarak doğru olarak çizen; görüntü kümesini [0, 30] ya da $\mathbb{R}$ olarak yazan; maksimum ve minimum değerleri yer değiştirerek yazan; sıfırı $x = -15$ ya da $x = 30$ bulan; işaret tablosunda işaretleri ters yazan; asansörün giriş katının altında olduğu anları [0, 15) olarak yazan; yeni harekette giriş katına ulaşma anının değişmediğini ya da grafiğin x ekseni boyunca 6 birim ötelendiğini söyleyen cevaplar ilgili ölçütlerden puan alamaz. Cevap verilmemesi durumunda 0 puan verilir.