

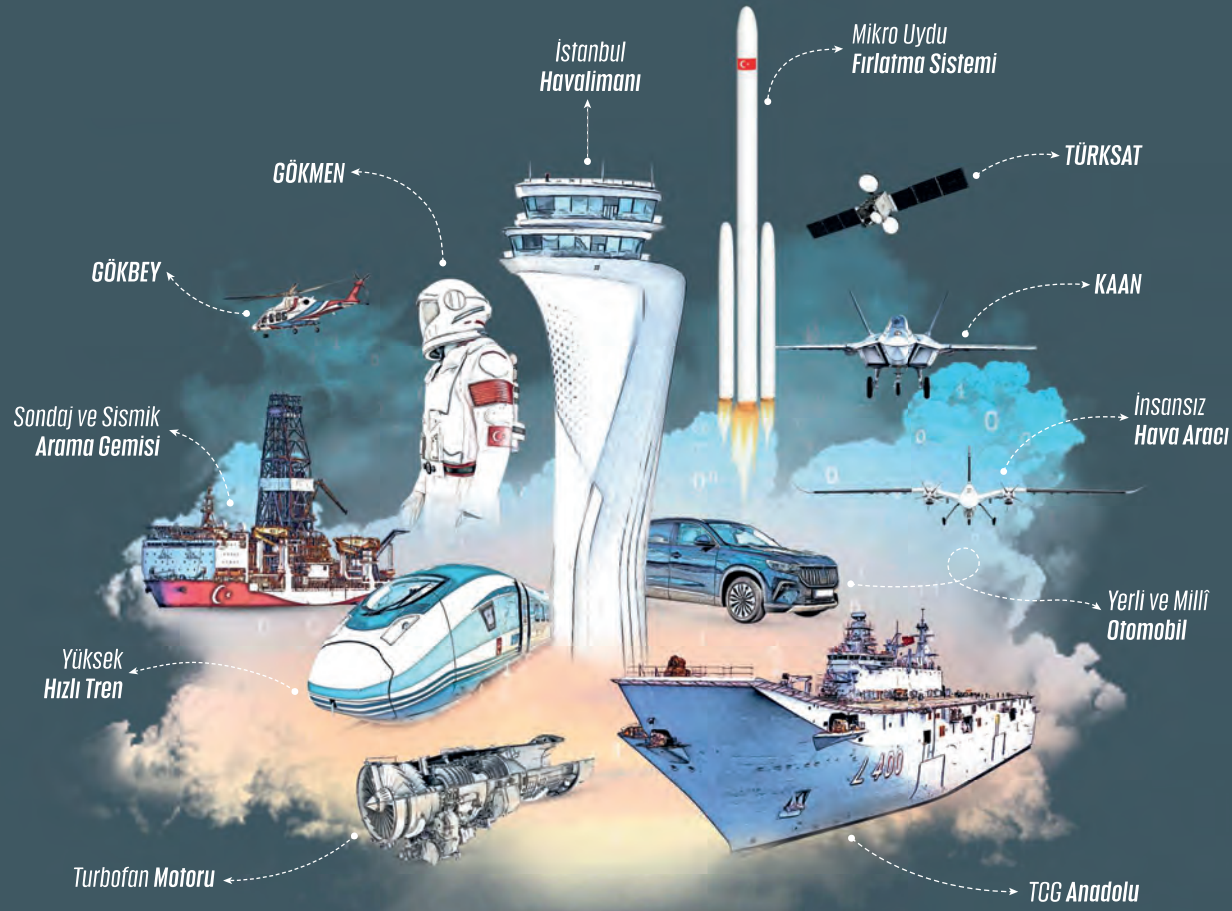
Bu kitaba sığmayan  
daha neler var!

**eba**  
www.eba.gov.tr



Karekodu okut, bu kitapla  
ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



**BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA  
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.  
PARA İLE SATILAMAZ.**

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin  
İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşımaları Zorunlu Değildir.

T.C. MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

ORTAÖĞRETİM

DERS KİTABI

# FİZİK

## 10. SINIF

ORTAÖĞRETİM

**FİZİK 10. SINIF**

Ders Kitabı



ORTAÖĞRETİM

# FİZİK

## 10. Sınıf Ders Kitabı

### Yazarlar

Dr. Gülbeden ÇAKMAK

Fatime DOĞAN ŞAHİN

Gülşen ŞEN

Latif ERKOÇ

Metin CANDEMİR

Nezir TORUL

Pınar YEŞİL

Seçil YILMAZ

Selda ELMAS

Yasemin ATMACA

Zühal AYDIN



DEVLET KİTAPLARI

Kitabın Basıldığı Matbaa Adı, 2025

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Kitabın metin, soru ve şekilleri  
kısmen de olsa hiç bir surette alınıp yayımlanamaz.

*Editörler*

*Prof. Dr. Eralp BAHÇİVAN*

*Doç. Dr. Ali ÇETİN*

*Doç. Dr. Haki PEŞMAN*

*Dil Uzmanı*

*Hanife YOLCU*

*Görsel Tasarımcılar*

*Gökhan OSKAY*

*İhsan Kubilay AVŞAR*

*Program Geliştirme Uzmanı*

*Tuğba DEMİR*

*Ölçme ve Değerlendirme Uzmanı*

*Elif AY EMANET*

*Rehberlik Uzmanı*

*Özlem TEKİN*

*Çoklu Ortam Tasarımcıları*

*Mehmet YÖNYÜL*

*Sadık TURAN*

*Baskı*

Baskı Matbaanın Adı ve

Ticaret Ünvanı

Tel: (0000) 000 00 00

ISBN 978-975-11-8918-9

Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 30.06.2025 gün ve  
135558975 sayılı yazısı ile eğitim aracı olarak kabul edilmiştir.



## İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;  
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.  
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;  
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!  
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?  
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.  
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!  
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.  
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,  
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.  
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,  
Medeniyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;  
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.  
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;  
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:  
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.  
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:  
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?  
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!  
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,  
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlahî, şudur ancak emeli:  
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.  
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-  
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,  
Her cerâhamdan İlahî, boşanıp kanlı yaşım,  
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'sım;  
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!  
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.  
Ebediyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;  
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;  
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

**Mehmet Âkif Ersoy**

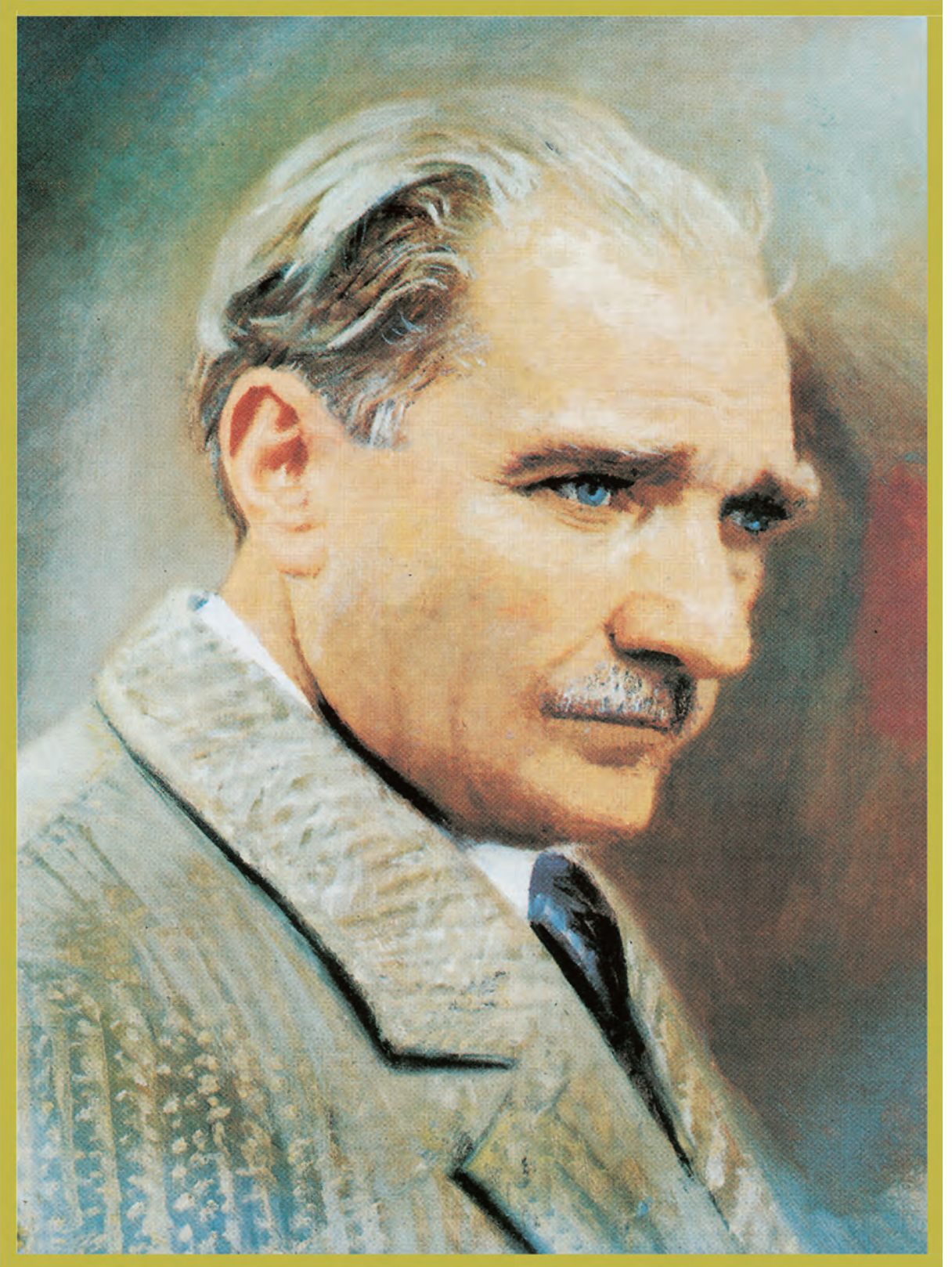
## GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK





Kitabın dijital kopyalarında yer alan “İçindekiler” sayfasında başlıklar ve alt başlıklar üzerine tıklayarak ilgili sayfalara, iç sayfalarda ise başlık isimleri üzerine tıklayarak “İçindekiler” sayfasına ulaşabilirsiniz.

# İçindekiler

Kitabın Tanıtımı .....	9
Laboratuvar Güvenlik ve Uyarı İşaretleri .....	11
Laboratuvar Kuralları .....	11
<b>1. Ünite Kuvvet ve Hareket</b> .....	<b>12</b>
1.1. Sabit Hızlı Hareket .....	16
1.2. Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket .....	33
A) İvme ve Hız Değişimi Arasındaki İlişki .....	33
B) Yatay Doğrultuda Sabit İvmeyle Hareket Eden Cisimlerin Hareketi .....	43
1.3. Serbest Düşme .....	60
A) Düşey Doğrultuda Cisimlerin Sahip Olduğu İvme .....	60
B) Serbest Düşme Hareketi .....	67
1.4. İki Boyutta Sabit İvmeli Hareket .....	78
1. Ünite Ölçme ve Değerlendirme .....	95
<b>2. Ünite Enerji</b> .....	<b>106</b>
2.1. İş, Enerji ve Güç .....	110
A) Kuvvet-Yer Değiştirme Grafiği Kullanılarak İş Kavramının Tanımlanması .....	110
B) İş, Enerji ve Güç Kavramları Arasındaki İlişki .....	127
2.2. Enerji Biçimleri .....	143
2.3. Mekanik Enerji .....	154
2.4. Enerji Kaynakları .....	171
2. Ünite Ölçme ve Değerlendirme .....	187
<b>3. Ünite Elektrik</b> .....	<b>196</b>
3.1. Basit Elektrik Devreleri .....	200
3.2. Elektrik Akımı .....	209
3.3. Ohm Yasası .....	215
3.4. Dirençlerin Bağlanması .....	223

3.5. Üreteçlerin Bağlanması .....	242
3.6. Elektrik Akımının Oluşturabileceği Tehlikelere Karşı Alınması	
Gereken Önlemler .....	250
3.7. Topraklamanın Önemi .....	254
3. Ünite Ölçme ve Değerlendirme .....	259
<b>4. Ünite Dalgalar</b> .....	<b>270</b>
4.1. Dalgaların Temel Kavramları .....	274
4.2. Dalgaların Sınıflandırılması .....	283
4.3. Dalgaların Yayılma Süratini Etkileyen Etmenler .....	291
4.4. Periyodik Hareketler .....	300
4.5. Su Dalgalarında Yansıma ve Kırılma .....	309
4.6. Rezonans ve Deprem .....	323
A) Rezonans ve Depremle İlgili Kavramlar .....	323
B) Depremle İlgili Bilimsel Model Oluşturabilme .....	332
4. Ünite Ölçme ve Değerlendirme .....	339
Sözlük .....	348
Cevap Anahtarları Karekodu .....	350
Kaynakça .....	350
Görsel, Genel Ağ ve E-İçerik Kaynakçası Karekodu .....	350
Türkiye'nin Mülki İdare Bölümleri ile Kara ve Deniz Komşuları	
Haritası .....	351
Türk Dünyası Haritası .....	352

# Kitabın Tanıtımı

Kitap ünitelerden oluşmaktadır. Her ünitenin başında ünite kapak sayfası yer almaktadır.

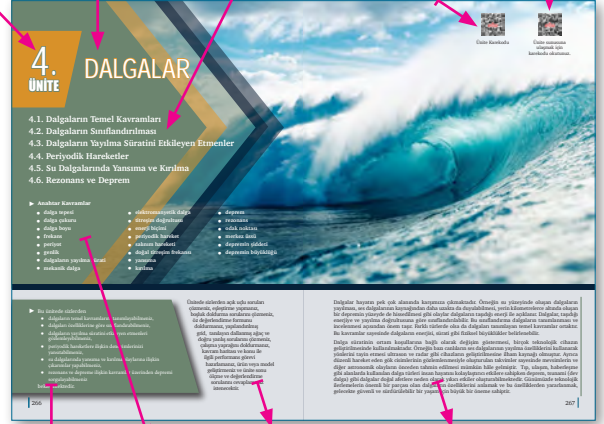
Ünite kapaklarında ünitenin adı, içerik çerçevesi, anahtar kavramlar, öğrenciden beklenen öğrenme kanıtları, ünite sonunda öğrenciden yapması beklenen görev ya da sorumluluklar hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca ünite ile ilgili sunum ve diğer e-içeriklere yönlendiren karekodlar bulunmaktadır.



Kitap genelinde kullanılan tüm karekodlar akıllı cihazlarla okutulurak ya da kitabın dijital kopyalarında karekod üzerine tıklanarak kitaba ait e-içeriklere ulaşılabilir.



Ünite numarası  
Ünite adı  
Ünite içerik çerçevesi  
Ünite karekodları ve sunusuna yönlendiren karekodlar

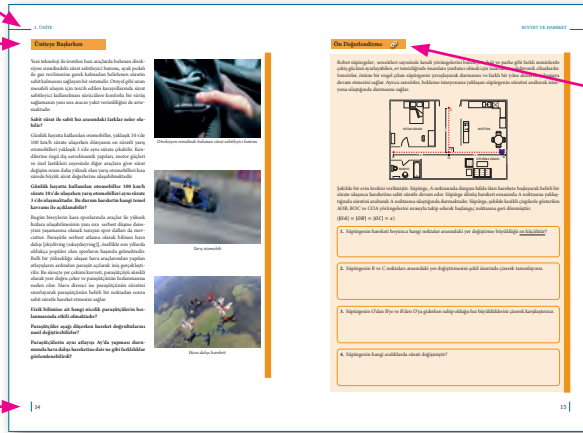


Anahtar kavramlar  
Ünitelerde öğrenciden beklenen görev ve sorumluluklar bilgisi  
Ünitelerde öğrenilmesi amaçlanan bilgi ve becerilere yönelik öğrenme kanıtları  
Üniteye giriş

Ünite numarası

Öğrencinin önceki öğrenmeleri ve gerçek yaşam deneyimleri ile ünite arasında köprü kurulan alan.

Sayfa numarası



Ünite adı

Öğrencinin önceki öğrenmelerini ve temel kabul-leri ölçmeye yarayan "Ön Değerlendirme" alanı

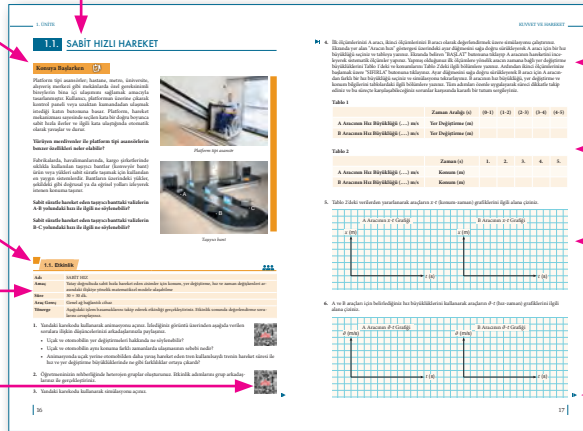
İçerik çerçevesine başlarken hazırlık ve ön değerlendirme yapılan "Konuya Başlarken" alanı

Desimal sistemle gösterilen ünite içerik çerçevesi başlığı

Etkinlik numarası ve etkinliğin adı

Etkinliğe yönelik "amaç, süre, yönerge" vb. bilgilerin bulunduğu alan

Etkinlikteki simülasyon/animasyonlara ait karekod



Etkinliğin işlem basamakları

Etkinliğin işlem basamaklarına ait tablo şeklindeki cevap alanı

Etkinliğin işlem basamaklarına ait kareli cevap alanı

Etkinliğin devam ettiğini gösteren sembol

# SEMBOLLERİN AÇIKLAMASI

İçeriğin başladığı yer



İçeriğin bittiği yer



Çalışmanın bittiği yer



Bireysel etkinlik



Grup etkinliği



Sonraki sayfada devam eden çalışma



Önceki sayfadan devam eden çalışma



Ders öncesi hazırlık gerektiren çalışma



"Ön Değerlendirme" alanı



"Konuya Başlarken" alanı



"Kontrol Noktası" alanı



Öğrencilere yol göstermek, ihtiyaç duyulan içerik çerçevesinde ek bilgiler vermek, önemli görülen kelime, kavram veya tanımları açıkla- mak amacıyla kullanı- lan metin alanlarıdır. Ok uçları, ilgili satırı işaret eder.

İçerik çerçevesine yö- nelik "Çalışma Yaprağı"

Çalışma yaprağı cevap alanı

İçerik çerçevesinde anlatılan şekilleri, gör- selleri ve grafikleri gösterir.



İçerik çerçevesine yönelik soru



İçerik çerçevesine yönelik cevap alanı



İçerik çerçevesine yönelik örnek



Örneğin çözümü



Üniteye ait ölçme ve değerlendirme



Etkinlik öncesinde yap- ılması gereken hazırlık veya yerine getirilmesi beklenen durumlar



Ünitelerde öğrenciler tarafından gerçek- leştirilmesi beklenen deneyler

Deney basamakları

Deney basamaklarına ait tablo şeklindeki ölçüm alanı

Ünitelerde öğrenciler tarafından gerçek- leştirilmesi beklenen performans görevleri

Performans görevine ait değerlendirme ölçeğine ulaşılabilecek karekod

İçerik çerçevesine yö- nelik bilgilerin özetlen- diği "Kontrol Noktası" alanı

## LABORATUVAR GÜVENLİK VE UYARI İŞARETLERİ

	<b>Eldiven Giy:</b> Isıya dayanıklı eldiven kullanılmalıdır.		<b>Elektrik Uyarısı:</b> Elektrik şehir hattından alınmalı, güç kaynağı kullanılırken iletken kısımlara dokunulmamalıdır.
	<b>Gözlük Kullan:</b> Koruyucu gözlük ve maske kullanılarak yüz ve gözler tehlikelere karşı korunmalıdır.		<b>Çevreye Zararlı Madde:</b> Kullanılan maddeler kimyasal atıkların tabi olduğu kurallara göre imha edilmelidir.
	<b>Koruyucu Elbise Giy:</b> Maddelerin aşındırıcı etkisinden korunmak için önlük veya tulum kullanılmalıdır.		<b>Aşındırıcı (Korozif) Madde:</b> Metalleri ve canlı dokuları aşındırabileceğinden canlı dokuların ve araç gerecin korunması için önlemler alınmalıdır.
	<b>Maske Kullan:</b> Kimyasal maddeler zararlı gazlar içerebileceğinden veya kimyasal tepkimeler sonucu zararlı gazlar oluşabileceğinden maske kullanılmalıdır.		<b>Zehirli (Toksik) Madde:</b> Ağız, burun ve deri yoluyla vücuda geçerek zehirli etki yapabilir. İnsan vücudu ile teması engellenmelidir. (Zehirlenme belirtileri görüldüğünde tıbbi yardım alınmalıdır.)
	<b>Kesici ve Delici Cisim Uyarısı:</b> Yaralanmalara yol açabileceğinden kesici ve delici araç gereç kullanılırken dikkatli olunmalıdır.		<b>Tahriş Edici Madde:</b> Alerjik deri reaksiyonlarına neden olabileceğinden vücut ve gözle teması engellenmelidir. Koruyucu giysi kullanılmalıdır.
	<b>Sıcak Cisim Uyarısı:</b> Isıtıcı kullanılırken ya da sıcak yüzeylerle çalışılırken el, ayak ve diğer organların yanmaması için önlem alınmalıdır.		<b>Yakıcı (Oksitleyici) Madde:</b> Yakıcı maddelerin yanıcı maddelerle teması önlenmelidir.
	<b>Kırılabilir Cam Uyarısı:</b> Kırılabilir cam malzemeler, aşırı ısıtmaya ve ani sıcaklık değişimlerine maruz bırakılmamalıdır.		<b>Yanıcı Madde:</b> Ateş; statik elektrik bölgeleri, kıvılcıklar ve ısı kaynaklarından uzak tutulmalıdır.
	<b>Yangın Uyarısı:</b> Yangın çıkması için gerekli önlemler alınmalıdır.		<b>Patlayıcı Madde:</b> Ateş, kıvılcım ve sıcaklıktan uzak tutulmalıdır.

## LABORATUVAR KURALLARI

- Öğretmenlerinizin uyarı ve önerilerini dikkate alınız.
- Laboratuvarların ciddi çalışma yapılan ortamlar olduğunu aklınızdan hiçbir zaman çıkarmayınız. Bu nedenle laboratuvarlarda düzeni bozacak veya tehlikeye yol açabilecek şekilde hareket etmeyiniz.
- Laboratuvarı izinsiz kullanmayınız ve terk etmeyiniz.
- Laboratuvarda çalışırken gerekli ise mutlaka kişisel koruyucu ekipman kullanınız. Bu konuda laboratuvar sorumlusunun bilgilendirmesini dikkate alınız.
- Yakınızdaki yapılmakta olan deneylerden haberdar olunuz.
- Deney düzeneklerini daima en uygun yere kurunuz.
- Laboratuvar malzemelerini üzerlerindeki etiketleri okumadan kullanmayınız.
- Uzun saçlar ve bol kıyafetler laboratuvar ortamında tehlikeye yol açabileceğinden uzun saçlarınızı arkadan toplayınız veya bone kullanınız.
- Deneysel çalışma bittikten sonra kullanılan malzemelerin, deney düzeneğinin ve deney masasının temizliği için gereken özeni gösteriniz. Laboratuvarda yiyecek ve içecek bulundurmuyunuz. Laboratuvar malzemelerini bu amaçla kullanmayınız.
- Özel eşyalarınızı laboratuvar tezgâhının üzerine koymayınız.
- Laboratuvarda kozmetik ürünler kullanmayınız.
- Kullandığınız madde ve malzemeleri çalışma bittiğinde yerlerine koymayı unutmayınız.
- Kullanımını tam olarak bilmediğiniz cihazları kesinlikle kullanmayınız.
- Laboratuvarı yönetenlerin izni olmadan hiçbir madde ve malzemeyi laboratuvardan dışarı çıkarmayınız.
- Elektrikli aletlerin elektrik bağlantısını yaparken ellerinizin tamamen kuru olmasına dikkat ediniz.

# 1. ÜNİTE

# KUVVET VE HAREKET

- 1.1. Sabit Hızlı Hareket
- 1.2. Bir Boyutta Sabit İvmeli Hareket
- 1.3. Serbest Düşme
- 1.4. İki Boyutta Sabit İvmeli Hareket

## ► Anahtar Kavramlar

- serbest düşme

## ► Bu ünite sizlerden

- yatay doğrultuda sabit hızlı ve sabit ivmeli hareketi açıklamanız,
- ivme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi yorumlayabilmeniz,
- yatay doğrultuda sabit ivmeli hareket grafiklerinden elde edilen matematiksel modelleri yorumlayabilmeniz,
- serbest düşmeye yönelik matematiksel hesaplamaları yapabilmemiz,
- matematiksel modelleri ve grafiksel dönüşümleri iki boyutta sabit ivmeli harekete yönelik problem durumlarına çözüm getirmek için kullanabilmemiz beklenmektedir.

Ünite sizlerden çalışma yaprağındaki soruları cevaplamamız, ivme ve hız değişimi ile ilgili çıkış kartını doldurmanız; poster, rapor ve bilgi görseli hazırlamamız, ünite sonundaki ölçme ve değerlendirme sorularını çözmeniz istenecektir.



Ünite Karekodu



Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.



Bilim insanları, evrende olup biteni anlamak için gözlemler yapmış, deneyler gerçekleştirmiş ve bunlardan hareketle bilimsel sonuçlara ulaşmıştır. Bu süreçte bazı olayların anlaşılması için konum, yer değiştirme, hız ve zaman değişkenlerinin tanımlanması ihtiyacı ortaya çıkmıştır.

Evrendeki nesnelerin hareket dinamiklerinin anlaşılmasında ivme ve hız arasındaki ilişkinin ortaya konulması önemli bir rol oynamıştır. Bu kavramlar, gezegenlerin yörüngelerindeki hareketleri ile serbest düşen cisimlerin hareketlerini analiz etmek, gök cisimlerinin gelecekteki konumlarını tahmin etmek, hareket eden sistemlerin dinamiklerini anlamak ve tanımlamak için temel oluşturmuştur. Konum, yer değiştirme, hız, ivme ve zaman değişkenleri ile ilgili fizik yasaları kullanılarak mühendislik, spor, savunma sanayisi, ulaştırma alanlarında; insansız hava araçları, dronlar, denizaltılar, elektrikli otomobiller gibi araçlar geliştirilmiştir.

## Üniteye Başlarken

Yeni teknoloji ile üretilen bazı araçlarda direksiyon simidinin üzerinde bulunan sürat sabitleyici butonu, ayak pedalı ile gaz verilmesine gerek kalmadan belirlenen süratin sabit kalmasını sağlayan bir sistemdir. Otoyol gibi uzun mesafeli ulaşım için tercih edilen karayollarında sürat sabitleyici kullanılması sürücülere konforlu bir sürüş sağlamanın yanı sıra aracın yakıt verimliliğini de artırmaktadır.

### Sabit sürat ile sabit hız arasındaki farklar neler olabilir?

Günlük hayatta kullanılan otomobiller, yaklaşık 10 s'de 100 km/h sürata ulaşırken dünyanın en süratli yarış otomobilleri yaklaşık 3 s'de aynı sürata çıkabilir. Kendilerine özgü dış aerodinamik yapıları, motor güçleri ve özel lastikleri sayesinde diğer araçlara göre sürat değişim oranı daha yüksek olan yarış otomobilleri kısa sürede büyük sürat değerlerine ulaşabilmektedir.

### Yarış otomobillerinin günlük hayatta kullanılan otomobillere göre aynı sürate daha kısa sürede ulaşabilmesi hareketin hangi temel kavramı ile açıklanabilir?

Bugün bireylerin kara sporlarında araçlar ile yüksek süratlere ulaşabilmesinin yanı sıra serbest düşme deneyimi yaşamasına olanak tanıyan spor dalları da mevcuttur. Paraşütle serbest atlama olarak bilinen hava dalışı [skydiving (sıkaydayving)], son yıllarda popüler olan sporlardandır. Bu sporda belli bir yüksekliğe ulaşan hava araçlarından yapılan atlayışların ardından paraşüt açılarak iniş gerçekleştirilir. Bu süreçte yer çekimi kuvveti, paraşütçüyü sürekli olarak yere doğru çeker ve paraşütçünün süratinin artmasına neden olur. Hava direnci ise paraşütçünün süratini sınırlayarak belirli bir noktadan sonra sabit süratle hareket etmesini sağlar.

### Fizik bilimine ait hangi nicelik paraşütçülerin hızlanmasında etkili olmaktadır?

### Paraşütçüler aşağı düşerken hareket doğrultularını nasıl değiştirebilirler?

### Paraşütçüler aynı atlayışı Ay'da yapsaydı hava dalışı hareketine dair ne gibi farklılıklar gözlemlenebilirdi?



*Direksiyon simidinde bulunan sürat sabitleyici butonu*



*Yarış otomobili*

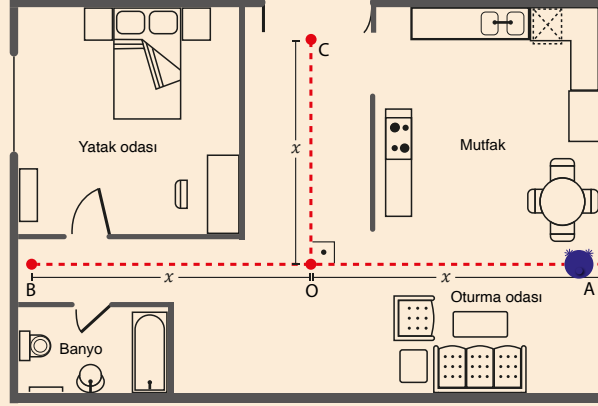


*Hava dalışı hareketi*

## Ön Değerlendirme



Robot süpürgeler; sensörleri sayesinde yörüngelerini belirleyen, halı ve parke gibi farklı zeminlerde çekiş gücünü ayarlayabilen, ev temizliğinde insanlara yardımcı olmak için tasarlanmış elektronik cihazlardır. Sensörler, önüne bir engel çıkan süpürgeyi yavaşlatarak durmasını ve farklı bir yöne dönmeye devam etmesini sağlar. Ayrıca sensörler, bekleme istasyonuna yaklaşan süpürgeyi hızını azaltarak istasyona ulaştığında durmasını sağlar.



Şekilde bir evin krokisi verilmiştir. Süpürge, A noktasında durmuş hâlde iken harekete başlayarak belirli bir süratle ulaşınca hareketine sabit süratle devam eder. Süpürge dönüş hareketi esnasında A noktasına yaklaştığında süratini azaltır ve A noktasına ulaştığında durur. Süpürge, şekilde kesikli çizgilerle gösterilen AOB, BOC ve COA yörüngelerini sırasıyla takip ederek başlangıç noktasına geri döner.

$$(|OA| = |OB| = |OC| = x)$$

1. Süpürgeyi hareketi boyunca hangi durumdaki yer değiştirme büyüklüğü en küçüktür?
2. Süpürgeyi B ve C noktaları arasındaki yer değiştirmesini açıklayarak şekil üzerinde çizerek gösteriniz.
3. Süpürgeyi O'dan B'ye ve B'den O'ya giderken sahip olduğu hız büyüklüklerini karşılaştırınız.
4. Süpürgeyi hareketinin hangi durumlarında süratini değiştirmiştir?

## 1.1. SABİT HIZLI HAREKET

### Konuya Başlarken



Platform tipi asansörler; hastane, metro, üniversite, alışveriş merkezi gibi mekânlarda özel gereksinimli bireylerin bina içi ulaşımını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Kullanıcı, platformun üzerine çıkarak kontrol paneli veya uzaktan kumandanadan ulaşmak istediği katın butonuna basar. Platform, hareket mekanizması sayesinde seçilen kata bir doğru boyunca sabit hızla ilerler ve ilgili kata ulaştığında otomatik olarak yavaşlar ve durur.

#### Yürüyen merdivenler ile platform tipi asansörlerin benzer özellikleri neler olabilir?

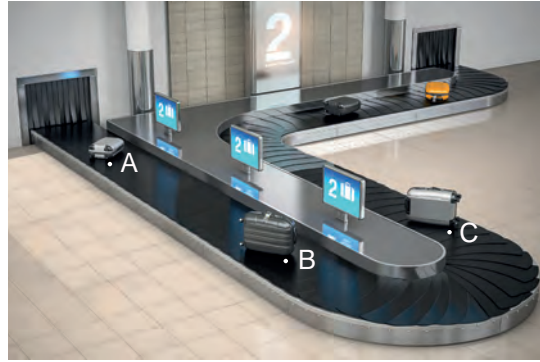
Fabrikalarda, havalimanlarında, kargo şirketlerinde sıklıkla kullanılan taşıyıcı bantlar (konveyör bant) ürün veya yükleri sabit süratle taşımak için kullanılan en yaygın sistemlerdir. Bantların üzerindeki yükler, şekildeki gibi doğrusal ya da eğrisel yolları izleyerek istenen konuma taşınır.

#### Sabit süratle hareket eden taşıyıcı banttaki valizlerin A-B yolundaki hızı ile ilgili ne söylenebilir?

#### Sabit süratle hareket eden taşıyıcı banttaki valizlerin B-C yolundaki hızı ile ilgili ne söylenebilir?



Platform tipi asansör



Taşıyıcı bant

### 1.1. Etkinlik



Adı	SABİT HIZ
Amaç	Yatay doğrultuda sabit hızla hareket eden cisimler için konum, yer değiştirme, hız ve zaman değişkenleri arasındaki ilişkiye yönelik matematiksel modele ulaşabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. İzlediğiniz görüntü üzerinden aşağıda verilen sorulara ilişkin düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
  - Uçak ve otomobilin yer değiştirmeleri hakkında ne söylenebilir?
  - Uçak ve otomobilin aynı konuma farklı zamanlarda ulaşmasının sebebi nedir?
  - Animasyonda uçak yerine yük treni kullanılsaydı trenin hareket süresi ile hız ve yer değiştirme büyüklüklerinde ne gibi farklılıklar ortaya çıkardı?
- Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz. Etkinlik adımlarını grup arkadaşlarınız ile gerçekleştiriniz.
- Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.



- 4. İlk ölçümlerinizi A aracı, ikinci ölçümlerinizi B aracı olarak değerlendirmek üzere simülasyonu çalıştırınız. Ekranda yer alan "Aracın hızı" göstergesi üzerindeki ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A aracı için bir hız büyüklüğü seçiniz ve tabloya yazınız. Ekranda beliren "BAŞLAT" butonuna tıklayıp A aracının hareketini inceleyerek sistematik ölçümler yapınız. Yapmış olduğunuz ilk ölçümlere yönelik aracın zamana bağlı yer değiştirme büyüklüklerini Tablo 1'deki ve konumlarını Tablo 2'deki ilgili bölümlere yazınız. Ardından ikinci ölçümlerinize başlamak üzere "SIFIRLA" butonuna tıklayınız. Ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek B aracı için A aracından farklı bir hız büyüklüğü seçiniz ve simülasyonu tekrarlayınız. B aracının hız büyüklüğü, yer değiştirme ve konum bilgilerini tablolardaki ilgili bölümlere yazınız. Tüm adımları özenle uygulayarak süreci dikkatle takip ediniz ve bu süreçte karşılaşılabileceğiniz sorunlar karşısında kararlı bir tutum sergileyiniz.

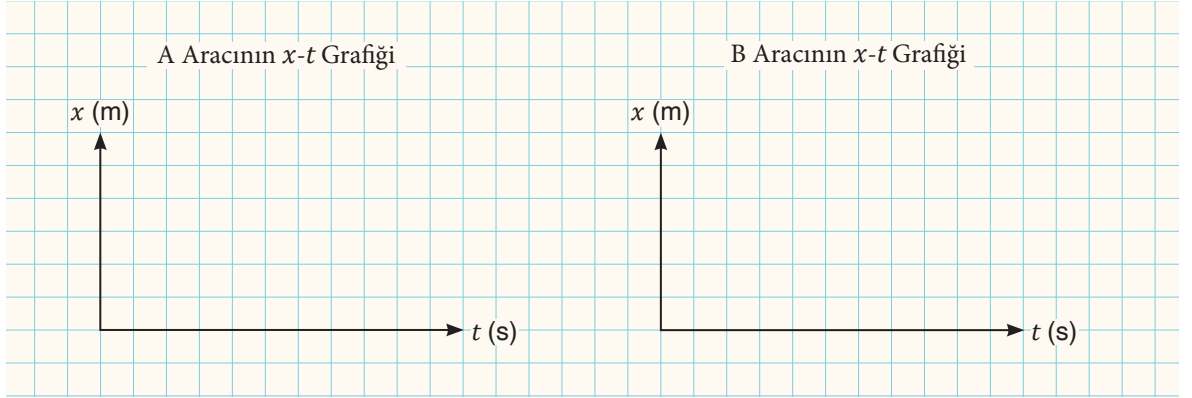
Tablo 1

	Zaman Aralığı (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)	(4-5)
A Aracının Hız Büyüklüğü (...) m/s	Yer Değiştirme (m)					
B Aracının Hız Büyüklüğü (...) m/s	Yer Değiştirme (m)					

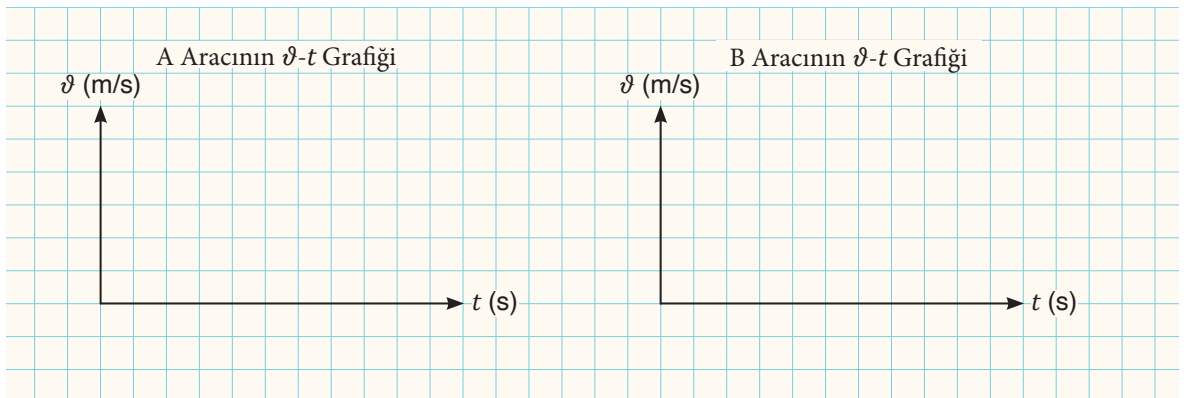
Tablo 2

	Zaman (s)	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracının Hız Büyüklüğü (...) m/s	Konum (m)					
B Aracının Hız Büyüklüğü (...) m/s	Konum (m)					

5. Tablo 2'deki verilerden yararlanarak araçların  $x-t$  (konum-zaman) grafiklerini ilgili alana çiziniz.



6. A ve B araçları için belirlediğiniz hız büyüklüklerini kullanarak araçların  $v-t$  (hız-zaman) grafiklerini ilgili alana çiziniz.



- 7. Grafiklerin eğim ya da alan bilgileri kullanılarak fizik bilimine ait farklı niceliklerin büyüklüklerine ulaşılabilir. Çizdiğiniz grafiklerle ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Araçların (3-5) s zaman aralığındaki yer değiştirme büyüklüklerini  $x-t$  grafiğinden bulunuz.

b)  $v-t$  grafiği ile yatay eksen arasında kalan alanın (3-5) s zaman aralığındaki değerini hesaplayınız.

c) A ve B araçlarının (3-5) s zaman aralığındaki yer değiştirme büyüklükleri ile  $v-t$  grafiğinde hesapladığınız alanlar arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.

ç) A ve B araçlarının  $x-t$  grafiklerinden elde ettiğiniz yer değiştirme büyüklükleri ile  $v-t$  grafiklerinden elde ettiğiniz alan büyüklüklerini karşılaştırınız ve yer değiştirmenin matematiksel modelini bularak yazınız.

d) Araçların 5 s boyunca yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğünü  $x-t$  grafiğinden bulunuz.

e)  $x-t$  grafiklerinin eğimlerini hesaplayınız.

f)  $x-t$  grafiğinde hesapladığınız eğim ile araçların hızı arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.



- 8. Yatay doğrultuda sabit hızla hareket eden cisimler için konum, yer değiştirme, hız ve zaman değişkenlerine ilişkin genellemeleri kendi cümlelerinizle ifade ediniz.

9. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız ve topun hareketini inceleyiniz.

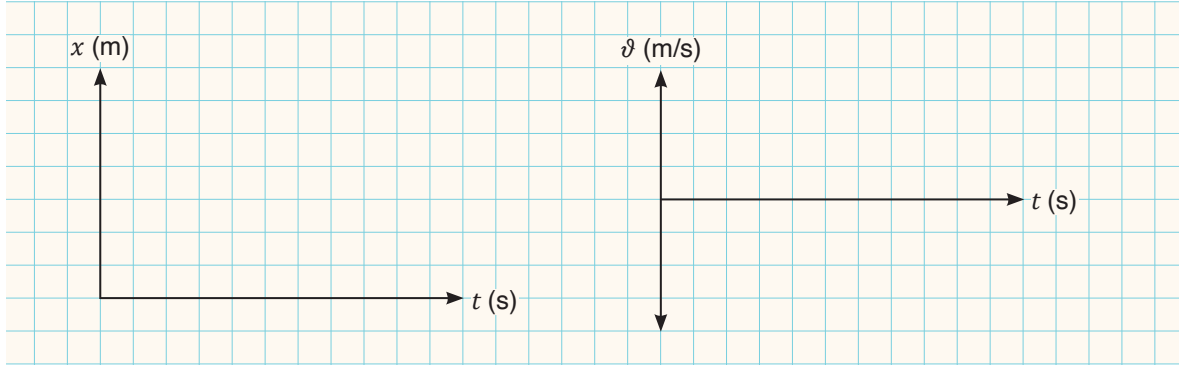
(Topun hareketi esnasında sürtünmeler ve enerji kayıpları ihmal edilmiştir.)



10. Topun (0-5) s zaman aralığında bulunduğu konumları tabloya yazınız.

Zaman (s)	1.	2.	3.	4.	5.
Konum (m)					

11. Tablodaki verileri kullanarak topun  $x-t$  ve  $v-t$  grafiklerini çiziniz. Her iki grafikten yararlanarak topun aldığı yolu ve yer değiştirme büyüklüğünü hesaplayınız. Bu değerleri kullanarak topun ortalama süratini ve ortalama hızının büyüklüğünü bulunuz.

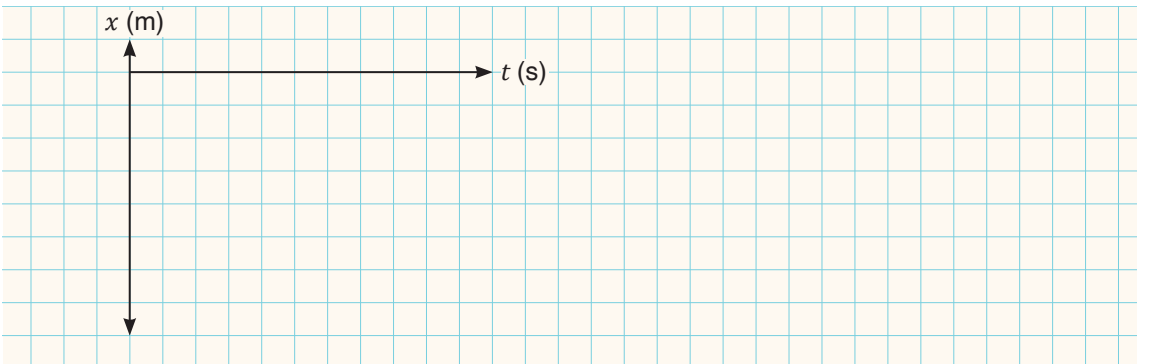


### Değerlendirme

1. a) 2. adımdaki simülasyonu açarak "Aracın hızı" ayar düğmesini sola doğru sürükleyiniz ve hızın büyüklüğünü  $-5$  m/s'ye getiriniz. "BAŞLAT" butonuna tıklayarak aracın zamana bağlı olarak değişen konumlarını aşağıdaki tabloya yazınız.

Zaman (s)	1.	2.	3.	4.	5.
Konum (m)					

- b) Tablodaki verilerden yararlanarak aracın  $x-t$  grafiğini çiziniz.



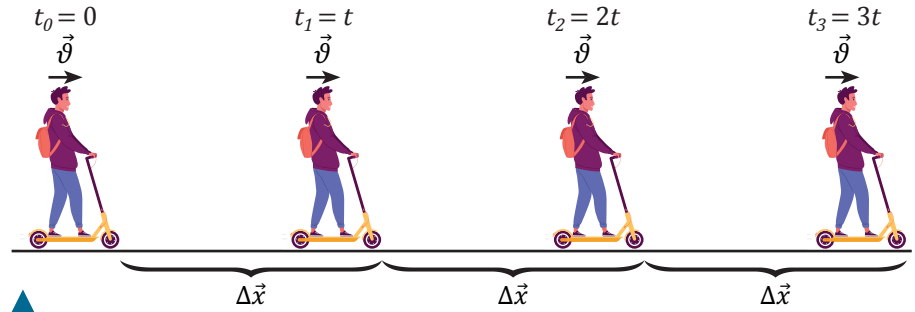
- c) Ulaştığınız matematiksel modeli kullanarak aracın (3-5) s zaman aralığındaki yer değiştirme büyüklüğünü hesaplayınız.

### Sabit Sürat

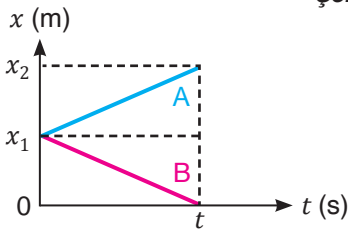
Sabit sürat, bir cismin eşit zaman aralıklarında eşit yollar alması durumudur. Sabit sürat sadece büyüklüğü ifade eden skaler bir nicelik değildir. Sabit hız ise hem büyüklüğü hem de yönü olan vektörel bir nicelik. Örneğin sabit süratle hareket eden bir cismin sabit hızı değişebilir.

**D**oğrusal yolda hareket eden bir araç eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmelere sahip ise aracın hareketine **sabit hızlı hareket**, sahip olduğu hıza **sabit hız** denir.

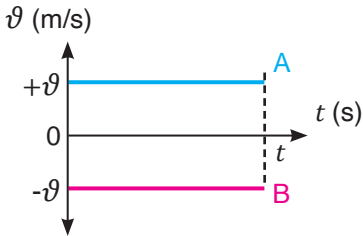
Şekil 1.1'de sabit hızlı hareket eden bir elektrikli scooter (skutır) gösterilmektedir. Yatay doğrultuda sabit hızlı hareket eden cismin hızının büyüklüğü ve doğrultusu değişmez. Bu durumda aracın hız büyüklüğünde değişim olmadığı için ivmesi sıfır olur.



Şekil 1.1: Yatay doğrultuda sabit hızlı hareket eden elektrikli scooter



Grafik 1.1: Zıt yönlerde sabit hızla hareket eden A ve B araçlarının  $x-t$  grafiği



Grafik 1.2: Zıt yönlerde sabit hızla hareket eden A ve B araçlarının  $v-t$  grafiği

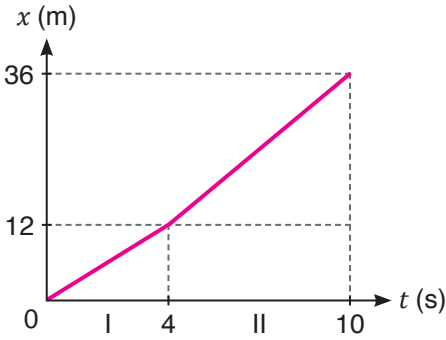
Grafik 1.1'de zıt yönlerde hareket eden araçların  $x-t$  grafiği gösterilmektedir. Bu grafikte araçlar yön değiştirmedikçe göre sabit hızla hareket etmeleri durumunda araçların yer değiştirmeleri zamana bağlı olarak artmaktadır. Grafikte mavi çizgi pozitif yönde ilerleyen A aracını, kırmızı çizgi ise negatif yönde ilerleyen B aracını göstermektedir.  $x-t$  grafiğinin eğiminden yararlanılarak araçların hız büyüklüğü bulunabilir. Şekildeki gibi A aracına ait grafiğin eğimi pozitif olduğundan aracın hızı pozitif değer alır ve yer değiştirmesi  $+x$  yönünde olur. B aracına ait grafiğin eğimi negatif olduğundan aracın hızı negatif değer alır ve yer değiştirmesi  $-x$  yönünde olur.

Grafik 1.2'de araçlara ait  $v-t$  grafiği gösterilmektedir. Araçların hızı zamanla değişmediğinden  $v-t$  grafiğinde grafik çizgisi yatay olur. Grafikte zaman ekseninin üzerinde kalan grafik çizgisi pozitif yöndeki hızı, zaman ekseninin altında kalan grafik çizgisi ise negatif yöndeki hızı gösterir.  $v-t$  grafiğinin yatay eksen ile arasında kalan alan hesaplanarak aracın yapmış olduğu yer değiştirme bulunabilir. Bu durumda araçların yer değiştirme büyüklüğü

$$\Delta x = v \cdot t$$

matematiksel modeli ile hesaplanır.

## Örnek



Bir fabrikada üretilen ürünler, yatay doğrultulu iki ayrı bantın üzerinde taşınmaktadır. Birinci bantın uzunluğu 12 m, ikinci bantın uzunluğu 24 m'dir. Ürün birinci bantta 4 s yol aldıktan sonra ikinci banda aktarılmakta ve 6 s de bu bant üzerinde yol aldıktan sonra ürünün üretim süreci tamamlanmaktadır.

Ürünün  $x-t$  grafiği şekildeki gibi olduğuna göre

- $x-t$  grafiğinde 4. s'de grafiğin doğrultusunun değişmesinin nedeni nedir?
- (0-4) s ve (4-10) s zaman aralığındaki hızlarının büyüklüğünü bulunuz.
- $v-t$  grafiğini çizerek hareket yönlerini yorumlayınız.
- (0-9) s arasındaki yer değiştirmesini bulunuz.
- Ortalama hızının büyüklüğünü ve ortalama süratini karşılaştırınız.

## Çözüm

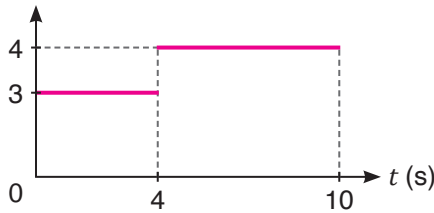
- $x-t$  grafiğinde 4. s'de ürünün hızının büyüklüğü değiştiğinden grafiğin doğrultusu değişmiştir.
- Birinci bantta ürünün  $x_0 = 0$  başlangıç konumundan  $x_1 = 12$  m konumuna ulaşması 4 s sürmüştür.  $x-t$  grafiğine göre ürün, eşit zaman aralıklarında eşit miktarda yer değiştirmiştir. Buna göre ürünün birinci banttaki hızının büyüklüğü

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12 - 0}{4 - 0} = 3 \text{ m/s olarak hesaplanır.}$$

İkinci bantta ürünün  $x_1 = 12$  m konumundan  $x_2 = 36$  m konumuna ulaşması 6 s sürmüştür. Ürünün bu hareketi sırasında yaptığı yer değiştirmesi 24 m'dir. Buna göre ürünün ikinci banttaki hızının büyüklüğü

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{36 - 12}{10 - 4} = 4 \text{ m/s olarak hesaplanır.}$$

- $v$  (m/s)



Ürünün hareketine ait  $v-t$  grafiği yandaki gibi olur. Buna göre ürünün  $v-t$  grafiği zaman ekseninin üzerinde olduğundan ürün pozitif yönde hareket etmiştir.

- Ürünün 9 s'deki yer değiştirmesi (0-4) s ve (4-9) s zaman aralıklarındaki yer değiştirmelerinin toplamına eşittir. Buna göre (0-4) s'de 12 m yer değiştiren ürünün ikinci banttaki yer değiştirmesinin büyüklüğü, hızı sabit ve hız büyüklüğü 4 m/s olduğundan  $9 - 4 = 5$  s'de 20 m olarak hesaplanır. Bu durumda ürünün toplam yer değiştirmesinin büyüklüğü  $12 + 20 = 32$  m olur.
- Ürün bir doğru boyunca hareket ederken yön değiştirmedeğinden ürünün ortalama hızının büyüklüğü ve ortalama süratini birbirine eşittir.

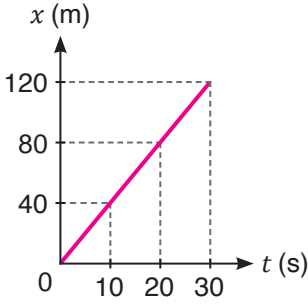
$$\text{Ortalama hız} = \frac{\text{Toplam yer değiştirme}}{\text{Hareket süresi}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12 + 24}{4 + 6} = \frac{36}{10} = 3,6 \text{ m/s ve}$$

$$\text{Ortalama sürat} = \frac{\text{Alınan yol}}{\text{Hareket süresi}} = \frac{x}{\Delta t} = \frac{12 + 24}{4 + 6} = \frac{36}{10} = 3,6 \text{ m/s bulunur.}$$



## 1.2. Soru

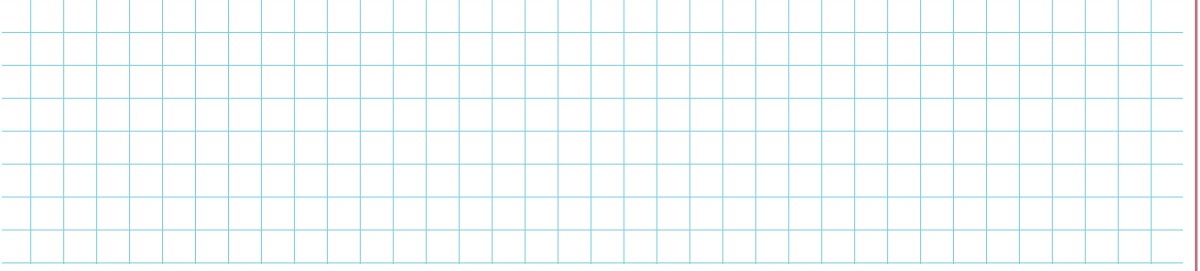
Antrenman yapan bir buz pateni sporcusu yatay doğrultuda hareket etmektedir.



Sporcuya ait  $x-t$  grafiği şekildeki gibi olduğuna göre

- Sporcunun (0-30) s ve (20-30) s zaman aralıklarındaki hareketi boyunca yapmış olduğu yer değiştirme büyüklüklerini bulunuz.
- Grafikten yararlanarak sporcunun ortalama hızının büyüklüğünü, ortalama süratini matematiksel modelden yararlanarak bulunuz.

## Cevap



## Örnek

Bir posta dağıtım aracı, dağıtım merkezine geri dönüşü sırasında 1500 m uzunluğunda doğrusal bir yolu sabit hız ile geçmektedir. Posta dağıtım aracının bu hareketi 125 s sürmektedir.

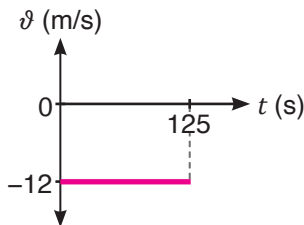
Buna göre verilen zaman aralığı için posta dağıtım aracının  $v-t$  grafiğini çiziniz.

## Çözüm

Posta dağıtım aracının hız büyüklüğü  $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$  matematiksel modeli kullanılarak  $v = \frac{1500}{125} = 12$  m/s bulunur.

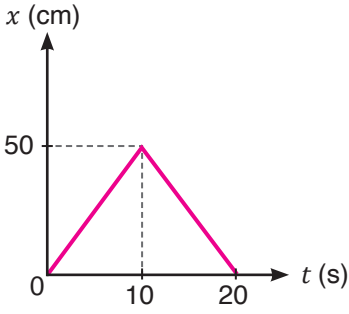
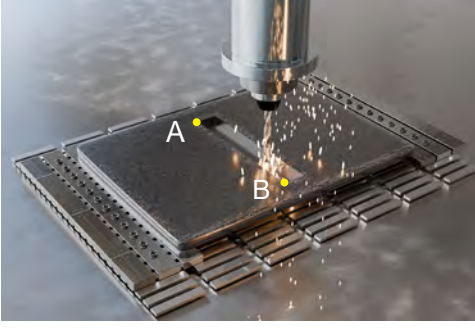
Posta dağıtım aracının gittiği yön pozitif kabul edilirse başlangıç noktasına dönerken yaptığı hızı negatif alınır.  $v-t$  grafiğinde grafik doğrusu yatay eksenin altında yer alır.

Buna göre posta dağıtım aracının  $v-t$  grafiği



şeklinde olur.

## 1.3. Soru



Günümüzde mobilya ve metal işleme gibi birçok endüstride kullanılan CNC [computer numerical control/kompüter numerik kontrol (bilgisayarlı sayısal kontrol)] makineleri; malzemeleri yüksek hassasiyetle kesmek, şekillendirmek ve işlemek için kullanılmaktadır.

Görseldeki gibi "I" harfini çizmek için CNC makinesi A noktasından B noktasına harekete başlayarak 5 cm/s sabit hız büyüklüğü ile çalışacak şekilde programlanmıştır. "I" harfi tamamlandığında kola ait  $x-t$  grafiği şekildeki gibi olmaktadır.

**Buna göre CNC kesim makinesinin**

- $x-t$  grafiğini yorumlayınız.
- 3 s sonra bulunduğu konumu I harfi üzerinde çizerek gösteriniz.
- Hareketi boyunca ortalama hızının büyüklüğünü ve ortalama süratini hesaplayınız.
- $x-t$  grafiğinden yararlanarak  $v-t$  grafiğini çiziniz.  
(CNC makinesinin düşey hareketlerini ihmal ediniz.)

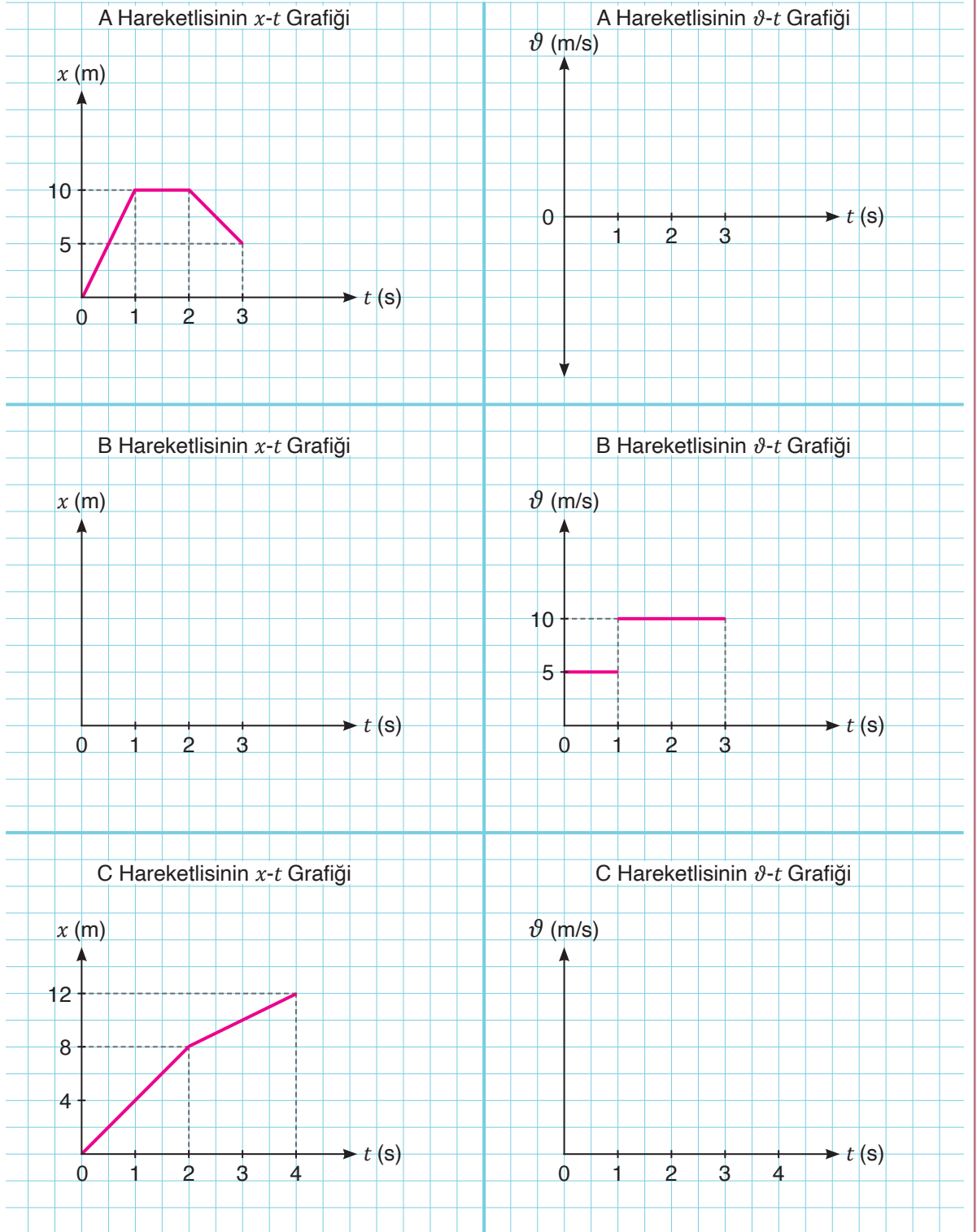
## Cevap





## 1.6. Soru

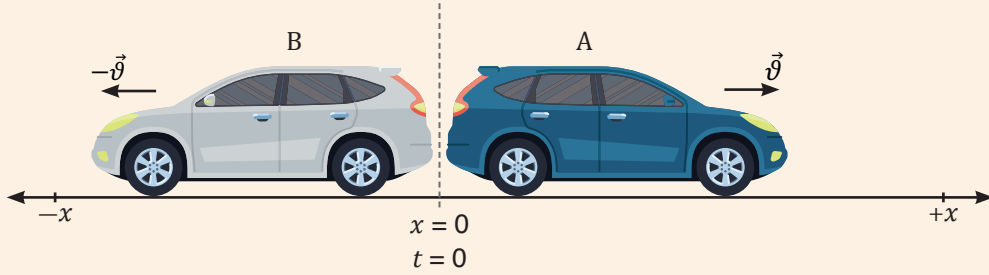
Aşağıdaki tabloda A, B, C hareketlilerinin  $x-t$  ve  $v-t$  grafikleri verilmiştir.  $x-t$  grafiğinden yararlanarak hareketliye ait  $v-t$  grafiğini,  $v-t$  grafiğinden yararlanarak  $x-t$  grafiğini yanında boş bırakılan grafik alanına çiziniz.



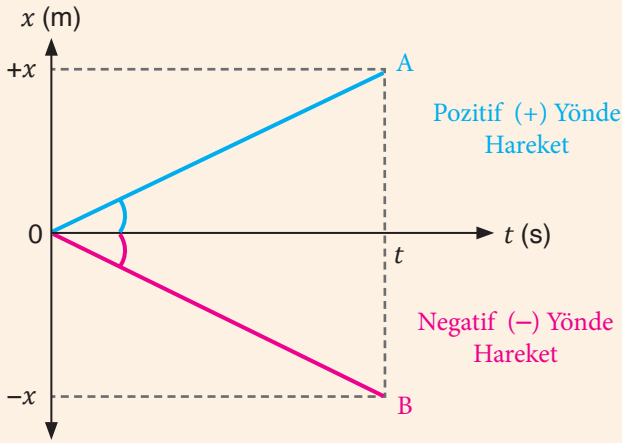
## Kontrol Noktası



Aşağıdaki şekilde yatay doğrultuda sabit hızlarla  $+x$  yönünde hareket eden A ve  $-x$  yönünde hareket eden B araçları gösterilmiştir:



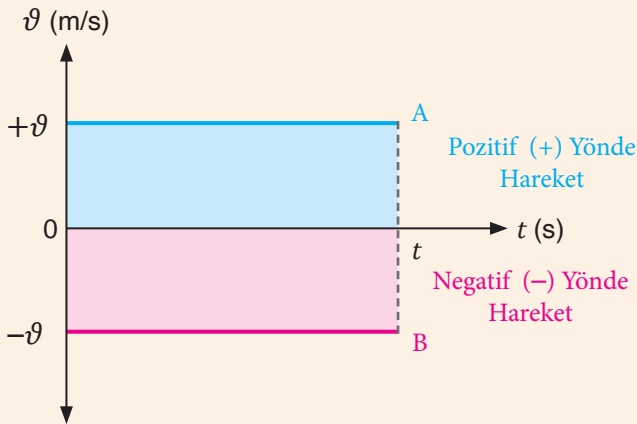
A ve B araçlarının  $x-t$  ve  $v-t$  grafikleri aşağıdaki gibi verilmiştir:



$x-t$  grafiklerinin eğimlerinden yararlanarak hız büyüklüğünün matematiksel modeline ulaşılır.

$$\text{A aracı için } \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x - 0}{t - 0} = \frac{x}{t} = v \text{ ve}$$

$$\text{B aracı için } \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{-x - 0}{t - 0} = \frac{-x}{t} = -v \text{ yazılır.}$$



$v-t$  grafiklerinin yatay eksen ile arasında kalan alandan yararlanarak yer değiştirme büyüklüğünün matematiksel modeline ulaşılır.

$$\text{A aracı için } \Delta x = v \cdot (t - 0) = v \cdot t \text{ ve}$$

$$\text{B aracı için } \Delta x = -v \cdot (t - 0) = -v \cdot t \text{ yazılır.}$$

Araçların yer değiştirmelerinin hesaplanması için kullanılan matematiksel model

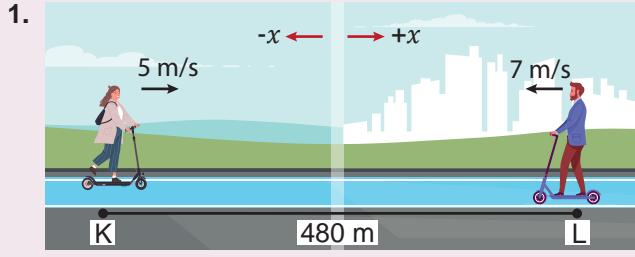
$$\Delta \vec{x} = \vec{v} \cdot \Delta t \text{ şeklindedir.}$$

Araçların hız büyüklüğünün hesaplanması için kullanılan matematiksel model

$$v = \frac{x_{son} - x_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \text{ şeklindedir.}$$

## Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız.

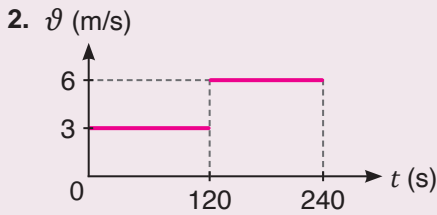
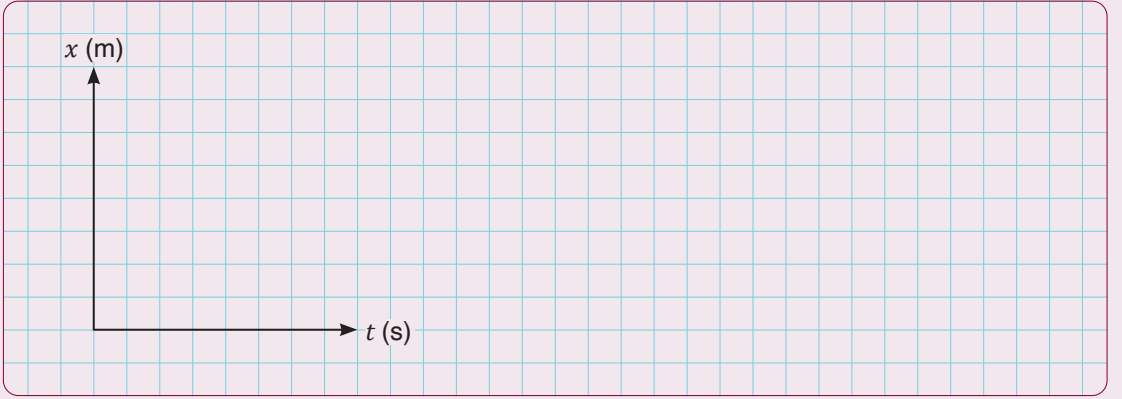


Ayla ve Burak scooterları ile yatay doğrultuda aynı anda birbirlerine doğru harekete başlamaktadır. K ve L noktaları arasındaki mesafe 480 m'dir. Ayla K noktasından 5 m/s hızla, Burak L noktasından 7 m/s hızla geçerek şekildeki gibi ters yönde ilerlemektedir.

Buna göre

a) Ayla ve Burak kaç s sonra karşılaşır?

b) Ayla ve Burak'ın hareketinin  $x-t$  grafiğini karşılaşma anına kadar çiziniz.



Bir koşu bandında sabit 3 m/s hız büyüklüğü ile koşan sporcu 120 s sonra bandın hız büyüklüğünü 6 m/s'ye çıkararak 120 s daha koşmuştur. Koşu bandının hareketinin  $v-t$  grafiği şekilde verilmiştir.

(Sporcunun koşu bandında aynı konumda olduğunu kabul ediniz.)

Buna göre

a) Koşu bandı üzerindeki bir noktanın (0-240) s aralığında aldığı yol kaç m'dir?

b) Sporcunun (120-240) s aralığındaki yer değiştirmesinin büyüklüğü kaç m'dir?

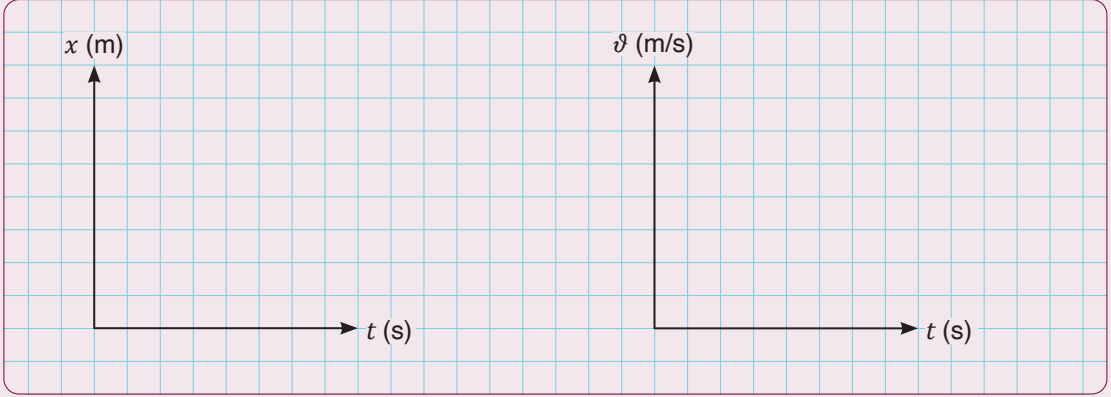


3. Yapılan bir çalışmada bir aracın yatay doğrultuda pozitif yöndeki  $x$  ve  $t$  değerleri aşağıda yer alan tablodaki gibi tespit edilmiştir.

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Konum (m)	10	20	30	40	50	60

Aracın başlangıç konumu 10 m olduğuna göre tablodaki verileri kullanarak

- a)  $x-t$  ve  $v-t$  grafiklerini çiziniz.



- b) (2-5) s zaman aralığında aldığı yol kaç m olur?

- c)  $x-t$  grafiğinde sabit hızla hareket eden bir aracın grafiği hangi özelliğe sahip olmalıdır?

- ç) Araç hareket durumunu değiştirmeden yoluna devam ettiğine göre aracın 6. s'deki konumunun kaç m olduğunu tahmin ediniz.



4. Her bir balık türünün hız büyüklüğünü etkileyen çeşitli parametreler bulunmaktadır. Örneğin kılıç balığının hızı; suyun sıcaklığı ve balığın beslenme durumu, yaşı, boyutu, vücut sıcaklığı gibi birçok faktöre bağlıdır. Bir grup bilim insanı suyun sıcaklığına bağlı olarak kılıç balıklarının hız büyüklüğünün nasıl değiştiğini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre ortalama büyüklükteki bir kılıç balığının suyun sıcaklığına bağlı tahminî hız aralığı tablodaki gibidir.

Suyun Sıcaklığı ( $^{\circ}\text{C}$ )	5-10	10-15	15-20	20-25
Tahminî Hız Aralığı (km/h)	50-70	70-90	90-110	110-120

Yatay doğrultuda hareket eden bir kılıç balığının zamana bağlı yer değiştirme verileri aşağıda verilmiştir.

Kılıç Balığının Hareket Süresi (s)	0	(0-3)	(3-5)	(5-9)	(9-12)	(12-14)
Kılıç Balığın Yer Değiştirmesi (m)	0	180	170	380	345	164

Buna göre

- a) Kılıç balığının (0-14) s aralığında yaptığı yer değiştirme büyüklüğünü ve aldığı yolu hesaplayınız.

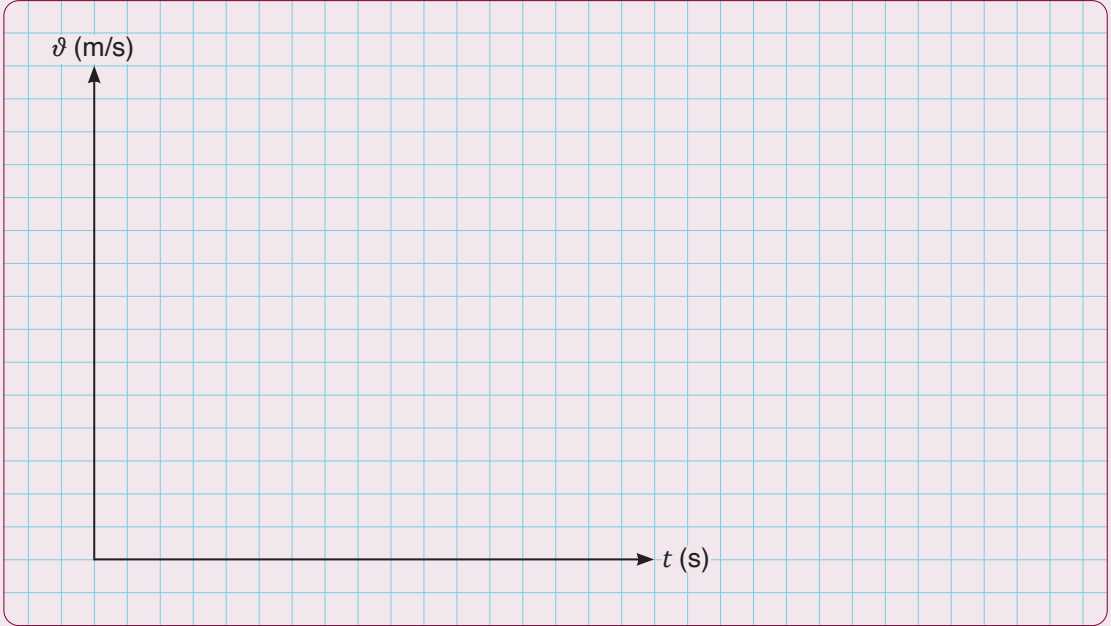
- b) Veri tablosundan yararlanarak kılıç balığının hareketine ait  $x-t$  grafiğini çiziniz.



- c) Kılıç balığının (0-14) s arasındaki ortalama hız büyüklüğünü ve ortalama süratini bulunuz.

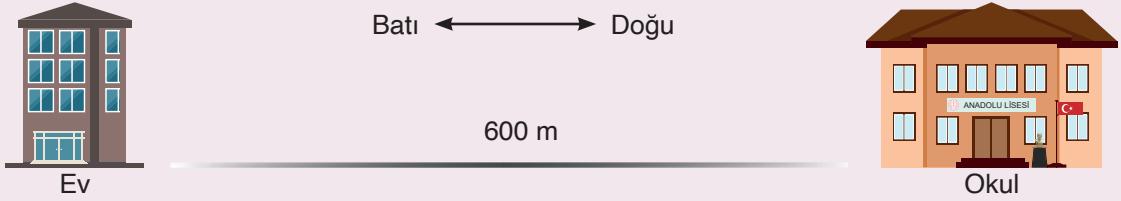


ç) Kılıç balığına ait çizdiğiniz  $x-t$  grafiğinden yararlanarak  $v-t$  grafiğini çizin.



d) Tabloda verilen zaman aralıklarına göre kılıç balığının hangi su sıcaklıklarında hareket ettiğini tahmin ediniz.

5.



Ali'nin doğrusal bir yol üzerinde bulunan evi ile okulunun arasındaki mesafe 600 m'dir. Ali'nin sabit hızla koşarak okula gitmesi 10 dk. ve okuldan eve sabit hızla yürüyerek dönmesi 20 dk. sürmektedir.

Buna göre

a) Ali'nin evden okula ve okuldan eve giderken sahip olduğu hızlarının büyüklüğünü m/s cinsinden bulunuz.

b) Ali okula giderken ilk 3 dakikada kaç m yer değiştirmiştir?

## 1.2. BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

### Konuya Başlarken



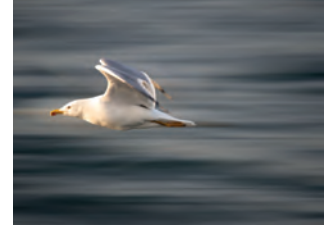
Kuşların uçuşu oldukça karmaşık ve dinamik bir süreçtir. Besin aramak, yırtıcılardan korunmak, göç etmek gibi hayati faaliyetlerini gerçekleştirmek için hareket eden kuşlar, hızlarını sürekli değiştirir. Örneğin besin kaynağı tespit eden bir kuş, hızını artırarak bu kaynağa doğru uçmaya başlar. Besine yaklaştıkça yavaşlar ve ulaştığında durur. Bu hız değişimleri, kuşların çevresel koşullara ve avlanma stratejilerine uyum sağlamaları için önemlidir.

#### Kuşların hangi durumlarda hızları değişir?

Sporcular, performanslarını artırmak için antrenman programlarında ivmelenme yeteneklerini geliştirmeye odaklanırlar. Örneğin bir kısa mesafe koşucusunun yarışlarda başarılı olabilmesi yarışın ilk adımlarında yüksek ivme kazanmasına bağlıdır. Ayrıca koşucu, parkurdaki değişikliklere uyum sağlayabilmek amacıyla hızını sürekli olarak ayarlamalıdır. Sakatlanan bir koşucuya rehabilitasyon süresince hasarlı bölgelerin güçlendirilmesi ve hareket kabiliyetinin geri kazandırılması için ivmeli hareketler içeren egzersizler yaptırılır.

Uzun mesafe ve kısa mesafe koşularının hangisinde hız değişimi daha belirgin şekilde öne çıkabilir?

Sporcuların hareket kabiliyetini geri kazanması için yapılan ve hızlanan veya yavaşlayan hareketler içeren egzersizlerin ortak özelliği hangi fiziksel nicikle açıklanabilir?



Uçan kuş



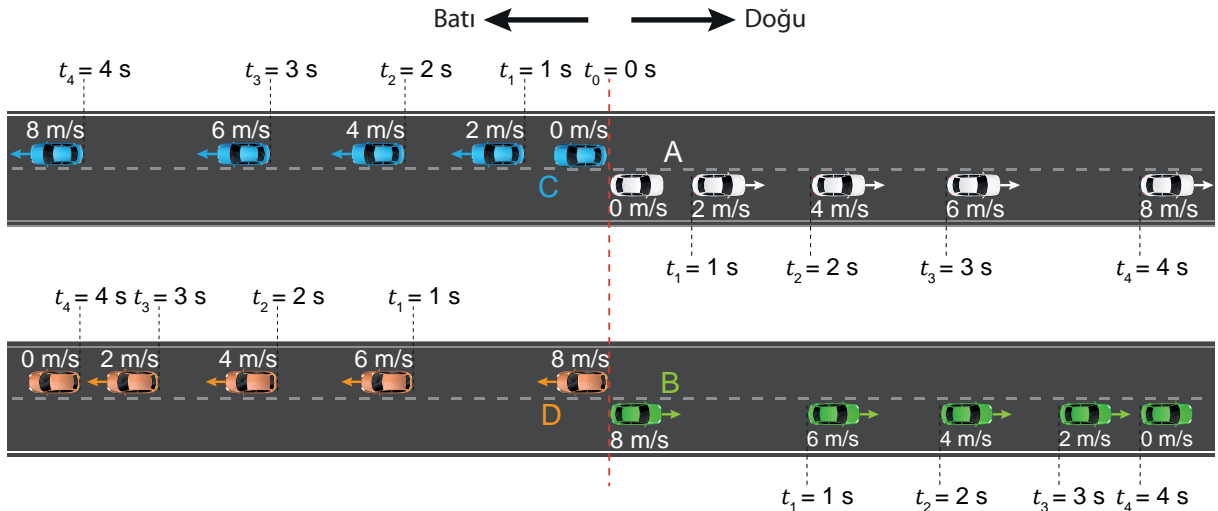
Kısa mesafe koşucusu

## A) İvme ve Hız Değişimi Arasındaki İlişki

### 1.2. Etkinlik

Adı	SABİT İVMELİ HAREKET
Amaç	İvme ile hız değişimi arasındaki ilişkiyi belirleyebilme
Süre	35 dk.
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- $t = 0$  anında  $x = 0$  konumundan harekete başlayan A ve C araçları ile  $t = 0$  anında  $x = 0$  konumundan belirli bir hız büyüklüğü ile geçen B ve D araçlarının 4s süre boyunca zamana bağlı hız büyüklükleri şekilde gösterilmektedir.



- Şekilde verilenlerden yararlanarak araçların hız büyüklüklerini tablodaki boşluklara yazınız.

Zaman (s)	$t_0 = 0.$	$t_1 = 1.$	$t_2 = 2.$	$t_3 = 3.$	$t_4 = 4.$
A Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					
B Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					
C Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					
D Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					

2. Tabloya yazdığınız verileri göz önünde bulundurarak A, B, C ve D araçlarının hız değişimlerini sınıf arkadaşlarınızla öğretmeninizin rehberliğinde tartışınız. Araçların hız değişimlerinin büyüklükleri ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri kısaca yazınız.

3. Tabloda verilen zaman aralıkları için A, B, C ve D araçlarının hız değişimi büyüklüklerini hesaplayarak aşağıda verilen tabloyu doldurunuz.

**Not:** Hız değişimi, cismin son hızı ile ilk hızı arasındaki farktır. Hareketlinin hız değişimi

$$\Delta \vec{v} = \vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk} \text{ matematiksel modeliyle hesaplanır.}$$

Zaman (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)
A Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				
B Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				
C Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				
D Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				

- 4. Elde ettiğiniz bilgilerden yararlanarak A, B, C ve D araçlarının (0-4) s aralığı için hareket durumunu (hızlanır ya da yavaşlar) tabloda "X" ile işaretleyerek belirtiniz. Araçların hız değişiminin büyüklüğünü (artar ya da azalır) ve yönünü (doğu ya da batı) tablodaki ilgili yerlere yazınız. Araçların (0-4) s ve birim zamandaki hız değişimlerini hesaplayınız ve tabloya yazınız.

	(0-4) s Zaman Aralığı İçin Araç		(0-4) s Zaman Aralığı İçin Hız Değişiminin		Birim Zamandaki Hız Değişimi (m/s)
	Hızlanır	Yavaşlar	Büyüklüğü	Yönü	
A					
B					
C					
D					

5. A ile C araçlarının hız değişimlerini karşılaştırarak ulaştığınız sonuçları aşağıdaki alana yazınız.

6. B ile D araçlarının hız değişimlerini karşılaştırarak ulaştığınız sonuçları aşağıdaki alana yazınız.

7. 4. basamaktaki tablodan yararlanarak ivme ve hız değişimi arasındaki ilişki için tahminlerde bulununuz. Arkadaşlarınızla tartışarak onların da fikirlerini alınınız. Kendi fikirlerinizi elde ettiğiniz veriye dayalı olarak destekleyip arkadaşlarınızın farklı görüşlerini saygı çerçevesinde çürütmeye çalışınız.

8. İvme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi genelleyiniz.

### Değerlendirme

1. Sürücü frene bastığında aracın ivmesinde meydana gelen değişimi aracın hızı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

2. Sürücü gaz pedalına bastığında aracın ivmesinin yönü ve büyüklüğü ne şekilde değişir? Açıklayınız.

3. Sabit ivme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi günlük hayattan bir örnek vererek kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Bir cisim üzerine uygulanan net kuvvet cismin hızlanmasına veya yavaşlamasına neden olur. Cismin hızında birim zamanda meydana gelen değişime **ivme** denir. İvme  $\vec{a}$  sembolü ile gösterilir. Vektörel bir büyüklüktür. İvmenin birimi SI'da [Système International d'Unités (Uluslararası Birimler Sistemi)]  $m/s^2$ 'dir. İvme

$$\vec{a} = \frac{\text{Hız değişimi}}{\text{Zaman aralığı}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$$

matematiksel modeli ile ifade edilir. Hız, eşit zaman aralıklarında aynı büyüklükte artıyor ya da azalıyorsa ivmenin büyüklüğü sabittir. Örneğin bir araç her 1 s'de 5 m/s hızlanıyorsa aracın ivmesinin büyüklüğü sabit ve  $5 m/s^2$  olur.

Cisme hareket yönüyle aynı doğrultuda kuvvet uygulandığında cismin hızı artar. Bu durumda cismin ivmesinin yönü de hareket yönüyle aynıdır ve pozitifdir. Bununla birlikte hareket yönüne ters yönde kuvvet uygulanan cismin hızı azalır. Bu durumda cismin ivmesinin yönü hareket yönüne zıttır ve negatifdir.

### Örnek

Bir şehirde yeni açılacak olan metro hattındaki araçların hız büyüklüklerinin her 1 s'deki değişimi analiz edilerek hızlanma süresi test edilmektedir. Başlangıçta durmakta olan bir aracın  $4 m/s^2$  büyüklüğündeki sabit ivme ile gerçekleştirdiği hız değişimi hesaplanacaktır.

**Buna göre metronun**

a) Verilen zamanlarda anlık hız değerini hız değişiminin büyüklüğünden yararlanarak tabloya yazınız.

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5	6
Hız Büyüklüğü (m/s)							

b) 6. s'deki hızının büyüklüğünü ivmenin matematiksel modelinden yararlanarak hesaplayınız.

### Çözüm

a) Metronun ivme büyüklüğünün  $4 m/s^2$  olması, her 1 s'de hızının  $4 m/s$  artacağı anlamına gelir. (0-6) s aralığında metronun hız büyüklüğü ve zaman bilgileri tablodaki gibi olur.

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5	6
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	4	8	12	16	20	24

b)  $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$  matematiksel modelinde bilinen değerler yerine yazılırsa

$$4 = \frac{v_{son} - 0}{6 - 0} \text{ bulunur. Buradan son hızın büyüklüğü } v_{son} = 24 m/s \text{ bulunur.}$$

## Örnek

Bir motosikletli teslimat görevlisi, gelen siparişi adrese teslim etmek amacıyla dağıtım merkezinden harekete başlar. Bir süre sonra önüne kasis çıktığı için yavaşlar.

**Teslimat görevlisine ait  $v-t$  tablosu aşağıdaki gibi olduğuna göre teslimat görevlisinin her 1 s aralığındaki ivmesini bularak ivmenin pozitif ve negatif olma durumlarını yorumlayınız.**

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	6	12	18	18	12

## Çözüm

Teslimat görevlisinin ivmesi  $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$  matematiksel modeliyle hesaplanır.

Buna göre teslimat görevlisinin ivme büyüklüğü

$$(0-1) \text{ s arasında } a = \frac{6 - 0}{1 - 0} = 6 \text{ m/s}^2,$$

$$(1-2) \text{ s arasında } a = \frac{12 - 6}{2 - 1} = 6 \text{ m/s}^2,$$

$$(2-3) \text{ s arasında } a = \frac{18 - 12}{3 - 2} = 6 \text{ m/s}^2,$$

$$(3-4) \text{ s arasında } a = \frac{18 - 18}{4 - 3} = 0 \text{ m/s}^2,$$

$$(4-5) \text{ s arasında } a = \frac{12 - 18}{5 - 4} = -6 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

Elde edilen hesaplamalar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Zaman Aralığı (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)	(4-5)
İvme Büyüklüğü (m/s <sup>2</sup> )	6	6	6	0	-6

Tablodaki verilerde görüldüğü gibi teslimat görevlisinin

(0-1) s zaman aralığında pozitif yönde hızlanarak hareket ettiği için ivmesi pozitif olur.

(1-2) s zaman aralığında pozitif yönde hızlanarak hareket ettiği için ivmesi pozitif olur.

(2-3) s zaman aralığında pozitif yönde hızlanarak hareket ettiği için ivmesi pozitif olur.

(3-4) s zaman aralığında hızı değişmediği için ivmesi sıfır olur.

(4-5) s zaman aralığında hızı pozitif yönde azaldığı için ivmesi negatif olur.

## 1.7. Soru



Kürek çekme, koşu gibi spor dallarında hız ve ivme, performansı belirleyen temel etmenlerdendir. Kürek çekme, sporcunun su direncine karşı kas gücünü kullandığı ve yüksek ivme kazanmayı hedeflediği bir dayanıklılık sporudur. Koşuda ise sporcunun hızını çok kısa sürede artırabilme kabiliyeti önemlidir.

Kürek sporcularının kürek tekniğini geliştirmesine ve hızlarını artırmasına, koşucuların ise maksimum hız performansı sağlamasına yardımcı olmak için yeni teknoloji ürünleri kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan takip sistemleri dış mekân çalışmalarında sporcuların konum, hız, ivme, rota gibi bilgilerini toplar. Toplanan bilgiler sporcuların kendi performansını değerlendirebilmesini sağlar.

Aşağıda Tablo 1 ve Tablo 2 de sırasıyla kürek takımı ve koşu yapan sporcunun performanslarının ilk zamana ilişkin ivme ve hız büyüklükleri verilmiştir.

Aşağıda Tablo 1 ve Tablo 2 de sırasıyla kürek takımı ve koşu yapan sporcunun performanslarının ilk zamana ilişkin ivme ve hız büyüklükleri verilmiştir.

**Tablolarda verilen bilgileri inceleyerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.**

**Tablo 1**

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kürek Çekme Sayısı	0	24	40	40	56	56	56	56	120	216	216	228
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	0,8	1,6	....	2,4	....	...	2,4	...	9,6	9,6	....
İvme Büyüklüğü (m/s <sup>2</sup> )	0	0,8	0,8	0	0,8	0	0	0	2,4	2,4	0	1,2

**Tablo 2**

Zaman (s)	0	2	2,80	3,80	4,2	5,4	6,3	7,1	7,9	8,7	9,58
Konum (m)	0	6	11,76	21,66	26,4	41,16	52,77	62,61	72,29	81,65	91,57
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	6	8,4	11,4	12,3	12,3	12,3	12,3	11,9	11,5	11,06
İvme Büyüklüğü (m/s <sup>2</sup> )	0	3	....	....	3	....	0	....	0,5	....	0,5

- a) Kürek takımının hız ve koşucunun ivme büyüklüklerini belirleyiniz. Kürek takımına ait verileri Tablo 1’de, koşucuya ait verileri Tablo 2’de uygun yerlere yazınız.
- b) Kürek takımının ve koşucunun hareketlerini, sabit hızlı ve sabit ivmeli hareket ile ilişkilendirin. Hız ve ivme değerlerini Tablo 1 ve Tablo 2’de yazarken bu değerleri seçme nedenlerinizi ve ilişkilendirdiğiniz hareket türlerini açıklayın.



## 1.9. Soru

Doğrusal bir yolda hareket eden K, L, M ve N araçlarının ilk hız ve ivme büyüklükleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Buna göre K, L, M ve N araçlarının

- a) 3. s'deki son hız büyüklüğünü ve (0-3) s zaman aralığındaki hız değişimlerinin büyüklüğünü tabloya yazınız.

Araç	İlk Hız Büyüklüğü (m/s)	Son Hız Büyüklüğü (m/s)	Hız Değişimi- nin Büyüklüğü (m/s)	İvme Büyüklüğü (m/s <sup>2</sup> )	Zaman Değişimi (s)
K	0			+2	3
L	10			-2	3
M	-10			+2	3
N	-10			-2	3

- b) Hız değişimleri ve ivme büyüklükleri arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

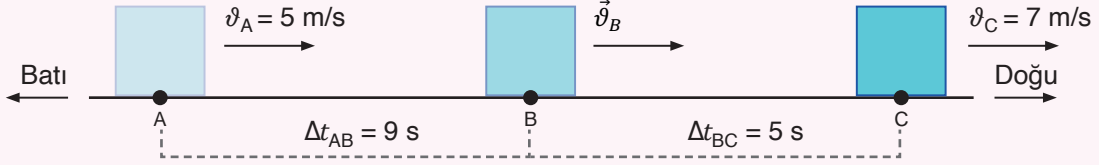
## Cevap

Handwritten answer area on a grid background.



**ÇIKIŞ KARTI**  
**SABİT İVMELİ HAREKET**

Şekilde yatay doğrultuda hareket eden cismin A, B ve C konumlarından geçtiği andaki hızlarının büyüklüğü ve bu konumlar arasındaki hareket süresi gösterilmiştir. Cismin hız büyüklüğü A ve C noktalarından geçerken sırasıyla 5 m/s ve 7 m/s olmaktadır. Şekli inceleyerek ivme ve ivme yönü hakkındaki mevcut bilgilerinizden hareketle aşağıdaki soruları cevaplayınız. a ve b maddelerine verdiğiniz cevapları aşağıdaki tabloya yazınız.



Konum	İlk Hız Büyüklüğü (m/s)	Son Hız Büyüklüğü (m/s)	Geçen Zaman (s)	Hızın Büyüklüğü		İvmenin Büyüklüğü (m/s <sup>2</sup> )	İvmenin Yönü	
				Artar.	Azalır.		Doğu	Batı
A-B	5 m/s		9 s			3 m/s <sup>2</sup>		
B-C		7 m/s	5 s					

- a) A konumundaki hızının büyüklüğü  $v_A = 5 \text{ m/s}$  olan cisim,  $3 \text{ m/s}^2$  olan ivme büyüklüğü ile 9 s boyunca düzgün hızlanmaktadır. Cismin B konumundaki  $v_B$  hızının büyüklüğünü hesaplayarak tabloya yazınız ve cismin ivmesinin yönünü tabloya işaretleyiniz.

- b) Cisim B ve C konumları arasında 5 s düzgün yavaşlamakta ve cismin hız büyüklüğü  $v_C = 7 \text{ m/s}$ 'ye düşmektedir. Cismin bu konumlar arasındaki ivmesinin büyüklüğünü ve yönünü tabloda yer alan ilgili bölüme yazınız.

- c) Sabit ivme ile hareket eden bir cismin hızı, ivmenin büyüklüğüne bağlı olarak ne şekilde değişebilir? İvme ile hız değişimi arasındaki ilişkiyi örneklerle açıklayınız.


►

**Aşağıda verilen ifadeleri konuyu anlama durumunuza göre işaretleyiniz.**

Konuyu anladım.	
Konuyu anlamam için zamana ve desteğe ihtiyacım var.	
<b>Sabit ivmeli hareket ile ilgili öğrendiklerim şunlardır:</b>	<b>Anlamadığım noktalar şunlardır:</b>
	<b>Konuyu pekiştirmek için yapabileceklerim şunlardır:</b>

Çıkış kartınız öğretmeniniz tarafından "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



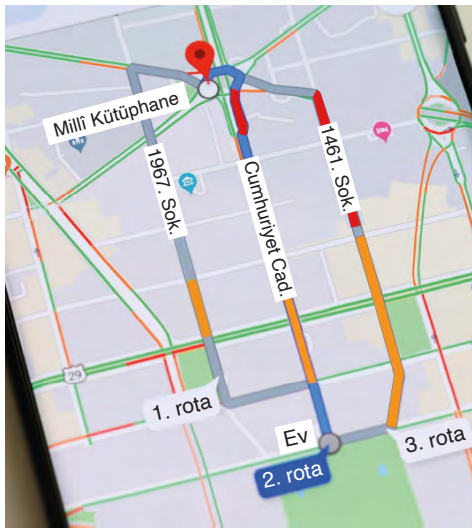
## B) Yatay Doğrultuda Sabit İvmeye Hareket Eden Cisimlerin Hareketi

Sürücüler araçlarının hızını şehir içinde seyir hâlindeyken trafik lambaları, yayalar, trafik yoğunluğu gibi sebeplerle sık sık değiştirmek zorunda kalır. Araçların sabit hız büyüklüğü ile hareket etmek yerine ivmeli hareket etmesi, motorun daha fazla enerji harcamasına ve daha fazla yakıt tüketmesine neden olur. Bunu önlemek amacıyla şehir içindeki ana arterlerde yeşil dalga sistemi uygulanmaktadır.

### İvmeli Hareket

Bir cismin ivmesi, hızındaki değişimin zamana oranıdır. Cismin hız vektörü ile ivme vektörü aynı yönlü ise cisim düzgün hızlanan, zıt yönlü ise cisim düzgün yavaşlayan hareket yapar.

## 1.11. Soru



Millî Kütüphaneye gitmek üzere arabasıyla yola çıkan Elif, GPS [global positioning system/globöl pozisyoning sistem (küresel konumlama sistemi)] uygulamasından farklı güzergâhları kontrol ederek hareket etmek istemektedir. Yandaki görselde Elif'in evi ile Millî Kütüphane arasındaki farklı yollar gösterilmiştir. Yollar üzerindeki gri renk alternatif rotaları, mavi renk seçilen rotayı; turuncu ve kırmızı ise sırasıyla artan trafik yoğunluğunu ifade eder.

**Buna göre**

- a) Elif en kısa sürede Millî Kütüphaneye ulaşabilmek için hangi güzergâhı tercih etmelidir? Nedenini arkadaşlarınızla tartışınız ve elde ettiğiniz sonuçları kısaca yazınız.
- b) Arkadaşlarınızla yakıt sarfiyatının sonuçlarını ve yakıt sarfiyatını önleme yollarını çevre kirliliği ve tasarruf bağlamında tartışınız. Ulaştığınız sonuçları listeleiniz.

**Cevap**

## 1.3. Etkinlik



Adı	SABİT İVMELİ HAREKET GRAFİKLERİ
Amaç	Bir boyutta sabit ivme ile hareket eden cisme ait konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafiklerini çizerek matematiksel modeller yardımıyla yorumlayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde gruplar oluşturunuz.
2. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız. Karşınıza çıkan ekranda "Hızlanan Hareket" butonuna tıklayınız.
3. Simülasyon ekranının üst bölümünde yer alan "A aracının ivme büyüklüğü" ve "B aracının ivme büyüklüğü" göstergelerinin ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A ve B araçlarının ivme büyüklüklerini belirleyiniz.

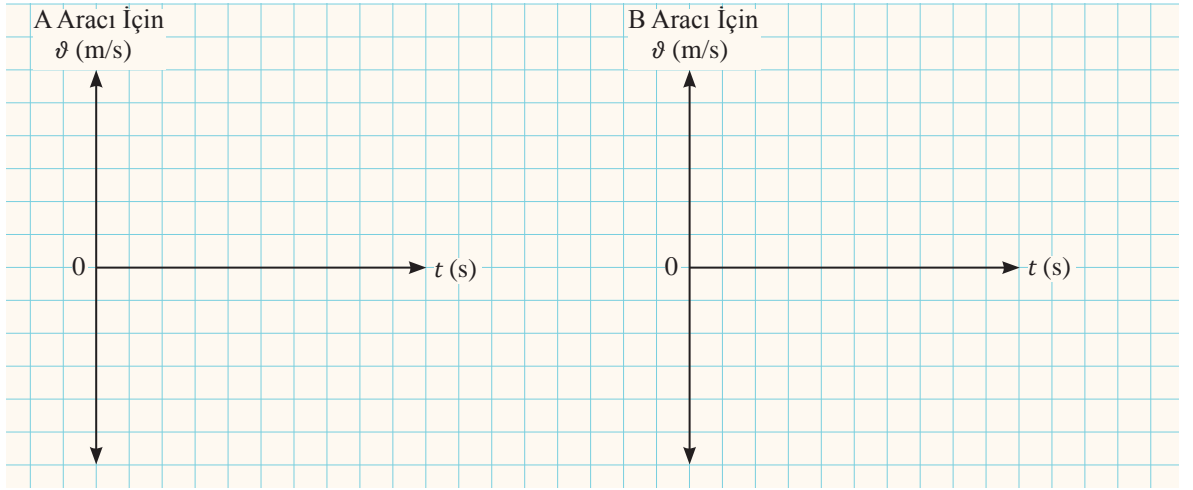


- 4. “BAŞLAT” butonuna tıklayarak araçların yatay doğrultudaki hareketini (pozitif ve negatif yönde hızlanan hareket) inceleyiniz. Aşağıdaki Tablo 1'e A ve B araçları için belirlediğiniz ivmelerin büyüklüklerini ve araçların tabloda belirtilen zamanlardaki hız büyüklüklerini yazınız.

**Tablo 1:** Hızlanan A ve B Araçlarının İvme ve Hız Büyüklükleri

	Zaman (s)	0	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü ..... m/s <sup>2</sup>	A Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)						
B Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü ..... m/s <sup>2</sup>	B Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)						

5. Tablo 1'deki değerlerden yararlanarak zıt yönlerde hızlanarak hareket eden A ve B araçlarına ait  $v-t$  grafiklerini ilgili alana çiziniz. Çizdiğiniz grafikleri karşılaştırınız ve karşılaştırmaya ilişkin yorumlarınızı verilen alana yazınız.



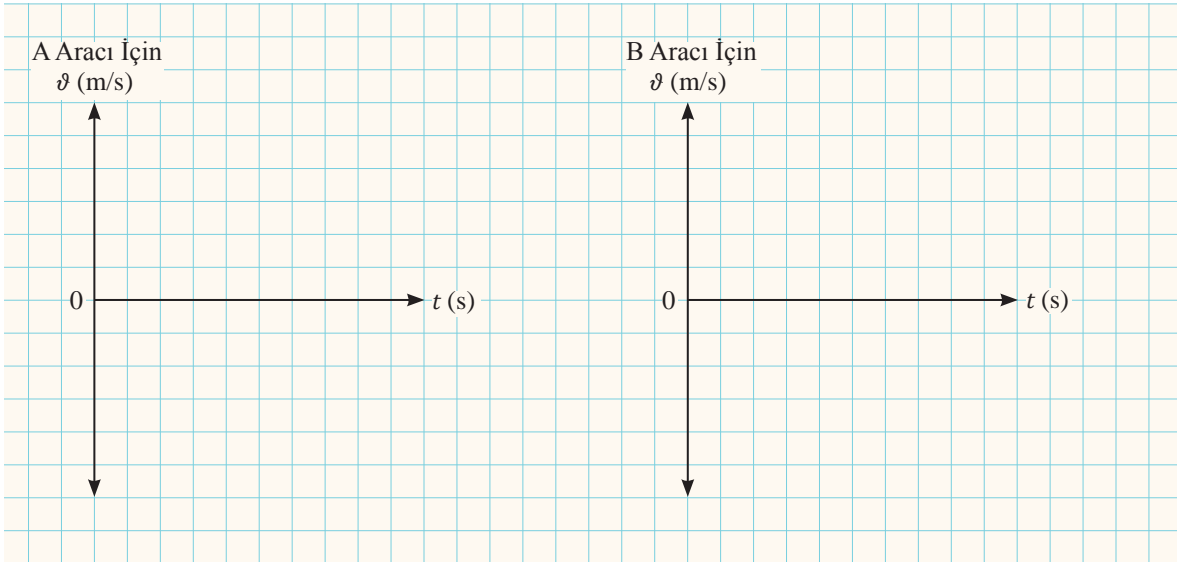
6.  $v-t$  grafiğinden yararlanarak hız ve konum arasındaki ilişkiyi ifade ediniz.

- 7. Simülasyon ekranındaki "SIFIRLA" butonuna basınız. Karşınıza çıkan ekranda "Yavaşlayan hareket" butonuna tıklayınız.
8. Simülasyon ekranının üst bölümünde yer alan "A aracının ivme değeri" ve "B aracının ivme değeri" göstergelerinin ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A ve B araçlarının ivme büyüklüklerini belirleyiniz.
9. "A aracının ilk hızı" ve "B aracının ilk hızı" göstergelerinin ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A ve B araçlarının ilk hızlarının büyüklüklerini belirleyiniz.
10. Ekranda beliren "Başlat" butonuna tıklayarak araçların yatay doğrultudaki hareketini inceleyiniz. Tablo 2'ye A ve B araçları için belirlediğiniz ivme büyüklüklerini ve araçların tabloda belirtilen zamanlardaki hız büyüklüklerini yazınız.

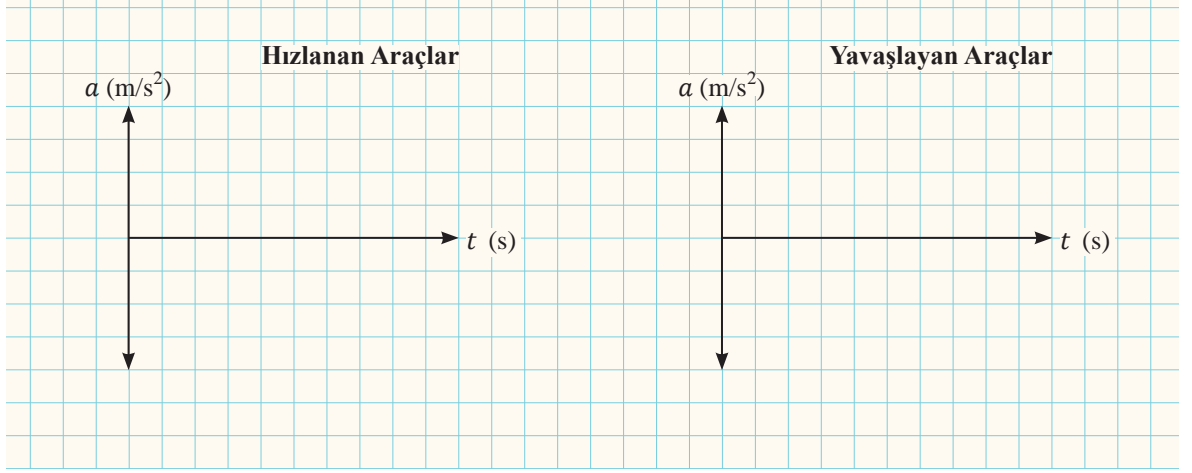
**Tablo 2:** Yavaşlayan A ve B Araçlarının İvme ve Hız Büyüklükleri

	Zaman (s)	0	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü ..... $m/s^2$	A Aracının Hızının Büyüklüğü (m/s)						
B Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü ..... $m/s^2$	B Aracının Hızının Büyüklüğü (m/s)						

11. Tablo 2'deki değerlerden yararlanarak ters yönlerde yavaşlayan A ve B araçlarına ait  $v-t$  grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak verilen alana yorumlarınızı yazınız.



- 12. Çizdiğiniz  $v-t$  grafiklerinden yararlanarak araçlara ait  $a-t$  grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak yorumlayınız. Çizdiğiniz grafiklerin üzerine hangi araca ait olduğunu yazınız.



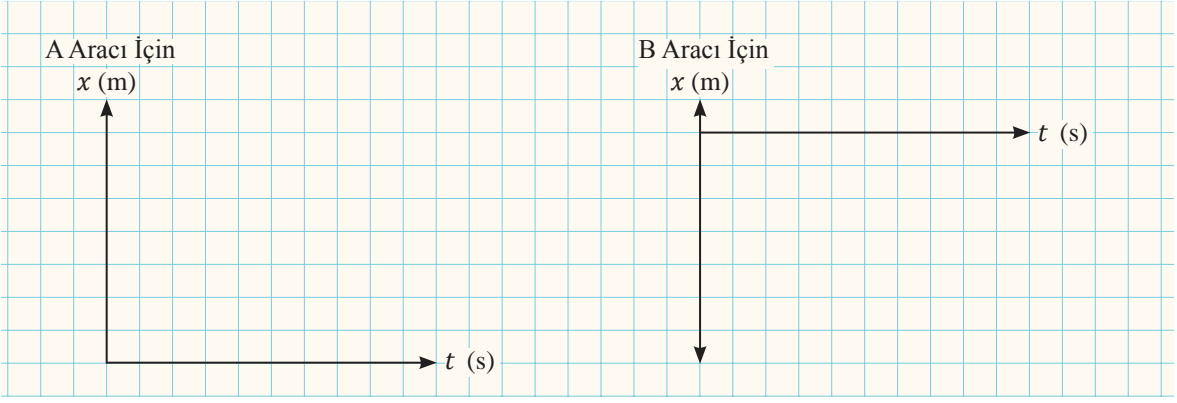
13.  $v-t$  grafiğinden yararlanarak yer değiştirme ve ivme büyüklüklerine ait matematiksel modelleri yazınız.

14. A ve B araçlarının hızlanma hareketi için çizdiğiniz grafiklerden yararlanarak araçların konumlarını Tablo 3'te ilgili yerlere yazınız.

**Tablo 3:** A ve B Araçlarının Konumları

Zaman (s)	0	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracının Konumu (m)						
B Aracının Konumu (m)						

- 15. Tablo 3'teki bilgilerden yararlanarak zıt yönlerde hareket eden A ve B araçlarına ait  $x-t$  grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak verilen alana yorumlarınızı yazınız.

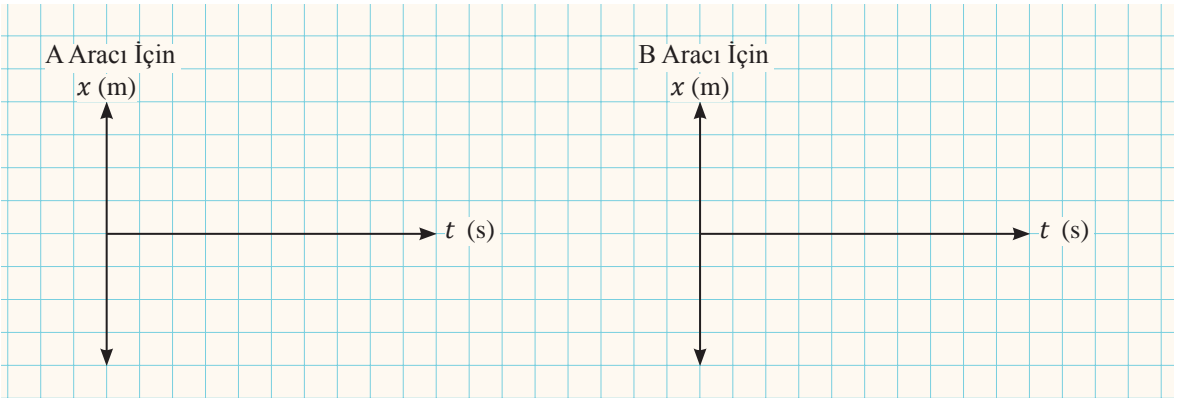


16. A ve B araçlarının yavaşlama hareketi için çizdiğiniz grafiklerden yararlanarak araçların konumlarını Tablo 4'te ilgili yerlere yazınız.

**Tablo 4:** A ve B Araçlarının Konumları

Zaman (s)	0	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracının Konumu (m)						
B Aracının Konumu (m)						

17. Tablo 4'teki bilgilerden yararlanarak zıt yönlerde hareket eden A ve B araçlarına ait  $x-t$  grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak verilen alana yorumlarınızı yazınız.

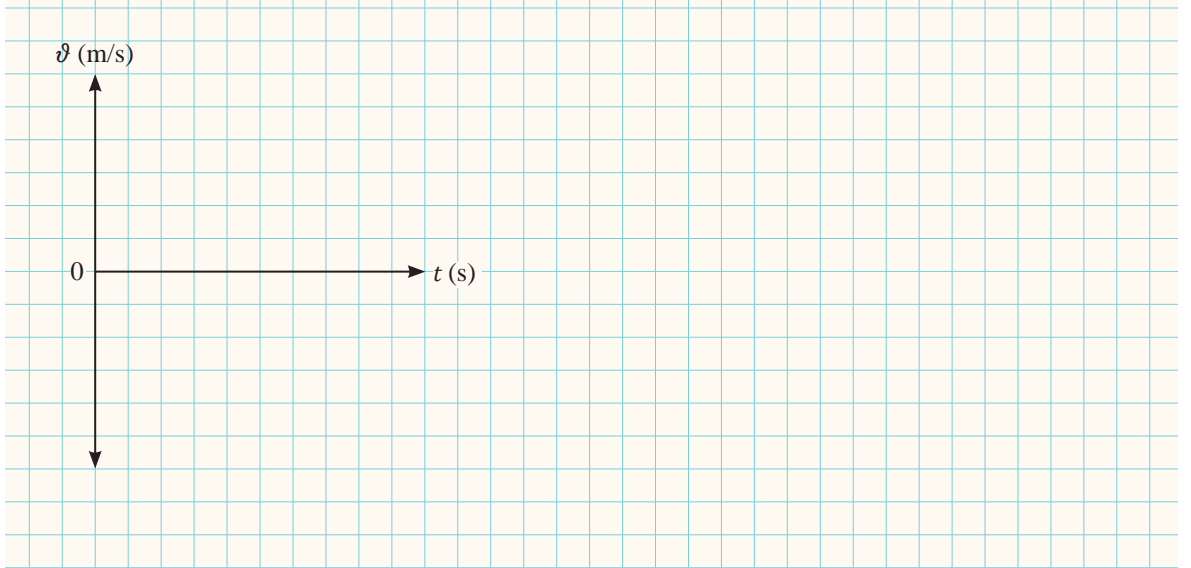


- 18. Yer değiştirme ve ivme için bulduğunuz matematiksel modelleri kullanarak yer değiştirme ve ivme arasındaki ilişkiyi gösteren bağintıyı ilgili alana yazınız.

19. Etkinlikteki işlem basamaklarında bulunan sorulara verdiğiniz cevaplardan yararlanarak çizdiğiniz grafik değerleri ve matematiksel modeller arasındaki ilişkiyi kendi cmleriniz ile ifade ediniz

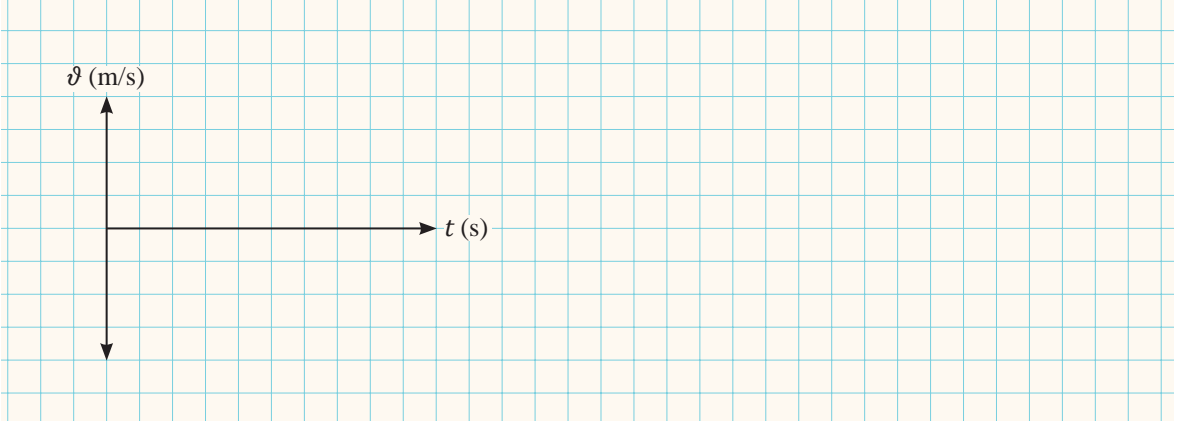
### Değerlendirme

1.  $t = 0$  anında hızının büyüklüğü 2 m/s olan bir araç,  $4 \text{ m/s}^2$ lik sabit ivmeyle hızlanmaktadır. Aracın  $v-t$  grafiğini çizerek hızının ve yer değiştirmesinin matematiksel modelini yazınız. Aracın 5. s'deki hızının ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü hesaplayınız.



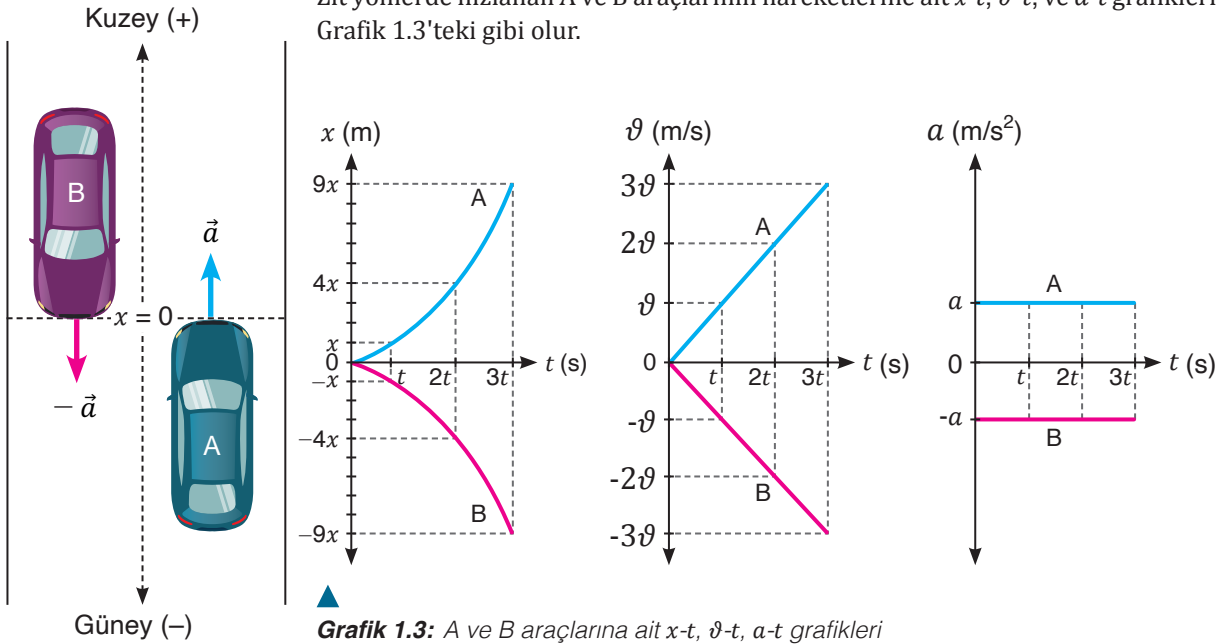
- 2. Doğrusal bir yolda A noktasından durgun hâlden harekete başlayan araç,  $2 \text{ m/s}^2$  ivme büyüklüğü ile  $10 \text{ s}$  düzgün hızlanarak B noktasına ulaşmıştır. Araç, B noktasında  $4 \text{ m/s}^2$  ivme büyüklüğü ile düzgün yavaşlayarak C noktasında durmuş ve C noktasından geri dönerek A noktasından  $10 \text{ m/s}$  hız büyüklüğü ile geçmiştir.

Buna göre aracın  $v-t$  grafiğini çiziniz. Grafikten yararlanarak aracın C noktasından A noktasına hareketi sırasındaki ivmesinin büyüklüğünü hesaplayarak yazınız.



Şekil 1.2'de doğrusal bir yolda  $x = 0$  konumundan durgun hâlden harekete başlayan A ve B araçları gösterilmektedir. A aracı kuzey yönünde, B aracı güney yönünde hızlanarak ilerlemektedir. Kuzey yönü pozitif yön kabul edilirse A aracına ait grafikler yatay eksenin üstünde, B aracına ait grafikler ise yatay eksenin altında yer alır.

Zıt yönlerde hızlanan A ve B araçlarının hareketlerine ait  $x-t$ ,  $v-t$ , ve  $a-t$  grafikleri Grafik 1.3'teki gibi olur.



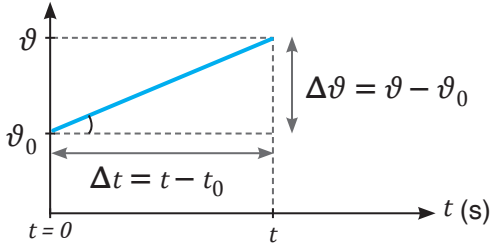
**Grafik 1.3:** A ve B araçlarına ait  $x-t$ ,  $v-t$ ,  $a-t$  grafikleri

► **Şekil 1.2:** Durgun hâlden zıt yönlerde sabit ivmeyle hızlanan A ve B araçları

Verilen  $x-t$  grafiğindeki parabolik eğrinin zaman ekseninin üstünde olması aracın pozitif yönde hızlandığını, altında olması negatif yönde hızlandığını gösterir.

Aracın hız değişimi ( $\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}$ ) pozitif olduğunda ivme pozitif, hız değişimi negatif olduğunda ivme negatif değer alır. Bu durumda A aracının ivmesi pozitif, B aracının ivmesi negatif olur.

$x = 0$  noktasından  $v_0$  ilk hız ile geçen ve pozitif yönde hızlanan bir aracın  $v-t$  grafiği Grafik 1.4'teki gibi olur. Grafiğin eğiminden yararlanarak cismin ivmesinin büyüklüğü hesaplanabilir.



**Grafik 1.4:**  $t = 0$  anında  $v_0$  hızıyla hızlanan hareket

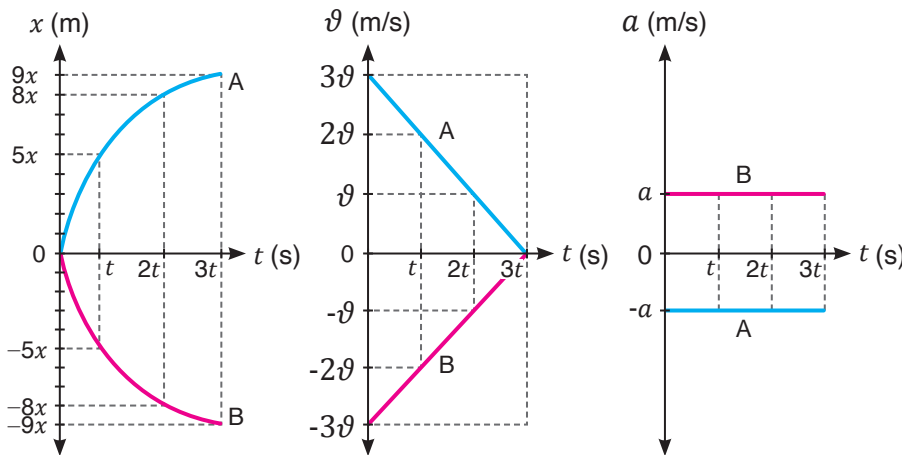
Grafikten yararlanarak  $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - 0} = a$  yazılır. İfade düzenlendiğinde

$v = v_0 + a \cdot t$  matematiksel modeli elde edilir. Grafik çizgisinin yatay eksen ile arasında kalan alanın hesaplanmasıyla cismin yatay doğrultuda aldığı mesafe bulunabilir.

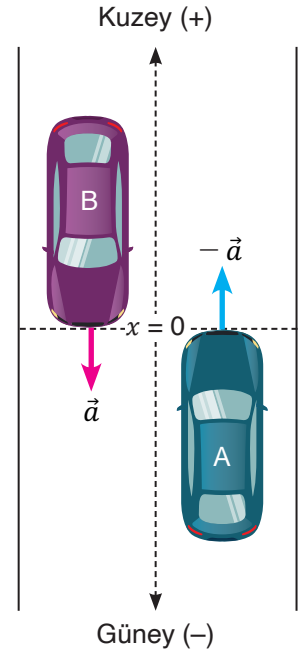
Bu durumda  $\Delta x = \frac{(v + v_0)}{2} \cdot t$  elde edilir. Bu denklemde  $v = v_0 + a \cdot t$  yerine yazıldığında yer değiştirme büyüklüğü için  $x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$  matematiksel denklemi elde edilir.

Şekil 1.3'te doğrusal bir yolda  $x = 0$  konumundan ilk hız ile geçen A ve B araçları gösterilmektedir. A aracı kuzey yönünde, B aracı güney yönünde yavaşlayarak ilerlemektedir. A aracının hız değişimi ( $\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}$ ) negatif olduğundan ivmesi negatif, B aracının hız değişimi pozitif olduğundan ivmesi pozitif olur.

Doğrusal bir yolda  $x = 0$  noktasından  $3v$  hızı ile geçen ve zıt yönlerde yavaşlayan A ve B araçlarının hareketlerine ait  $x-t$ ,  $v-t$ , ve  $a-t$  grafikleri Grafik 1.5'teki gösterilmektedir.

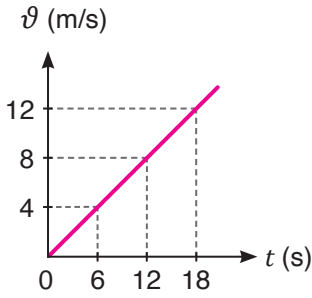


**Grafik 1.5:** A ve B araçlarına ait  $x-t$ ,  $v-t$ ,  $a-t$  grafikleri



**Şekil 1.3:** Zıt yönlerde sabit ivmeyle yavaşlayan A ve B araçları

## Örnek



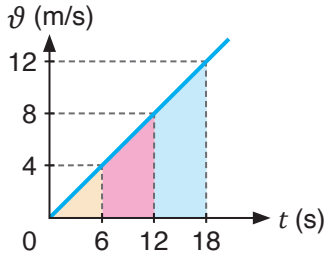
$t = 0$  anında  $x = 0$  konumundan koşmaya başlayan bir koşucunun hızının zamana bağlı değişim grafiği yanda verilmiştir.

**Buna göre koşucunun hareketine ait**

- $x-t$  grafiğini çiziniz.
- $a-t$  grafiğini çiziniz.

## Çözüm

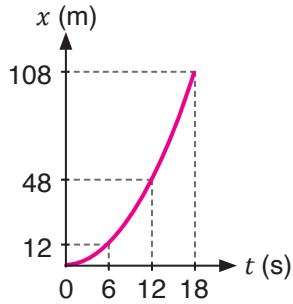
- a) Koşucunun  $x-t$  grafiğinin çizilebilmesi için  $v-t$  grafiğinden yararlanılır. Koşucunun  $v-t$  grafiğinde her bir zaman aralığındaki ortalama hız ile geçen süre çarpılarak o aralıktaki yer değiştirme büyüklüğü hesaplanır. Buna göre  $\Delta x = v_{\text{ort}} \cdot \Delta t$  matematiksel modelinden koşucunun yer değiştirme büyüklüğü



$$(0-6) \text{ s aralığında } \Delta x_1 = \frac{4}{2} \cdot 6 = 12 \text{ m,}$$

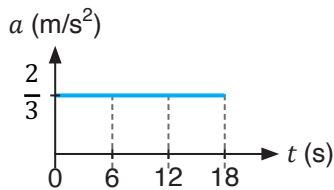
$$(6-12) \text{ s aralığında } \Delta x_2 = \frac{(8+4)}{2} \cdot 6 = 36 \text{ m,}$$

$$(12-18) \text{ s aralığında } \Delta x_2 = \frac{(8+12)}{2} \cdot 6 = 60 \text{ m olarak hesaplanır.}$$



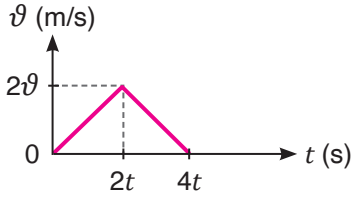
Elde edilen değerlere göre cismin  $x-t$  grafiği yandaki gibi olur.

- b) Koşucunun ivmesini hesaplamak için koşucuya ait  $v-t$  grafiğinden yararlanılarak verilen zaman aralıklarındaki hız değişimi bulunur. Grafiğe göre (0-6) s zaman aralığındaki hız değişimi  $4 - 0 = 4$  m/s, (6-12) s zaman aralığındaki hız değişimi  $8 - 4 = 4$  m/s ve benzer şekilde (12-18) s zaman aralığındaki hız değişimi  $12 - 8 = 4$  m/s'dir. Bu durumda koşucunun her 6 s'de hızının büyüklüğü 4 m/s arttığı için ivmesinin büyüklüğü  $\frac{2}{3}$  m/s<sup>2</sup> olur.



Koşucunun ivmesi sabit bir değer olduğundan koşucuya ait  $a-t$  grafiği yandaki gibi olur.

## Örnek



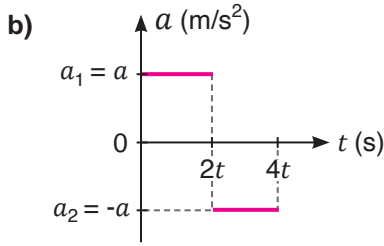
Türkiye Ralli Şampiyonası için yarış pistinde antrenman yapmakta olan sporcunun kullandığı aracın hareketine ait  $v-t$  grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre aracın

- $(0-4t)$  zaman aralığındaki hareketini yorumlayınız.
- $(0-2t)$  ve  $(2t-4t)$  zaman aralıklarındaki ivme büyüklüklerini  $a$  cinsinden bularak  $a-t$  grafiğini çiziniz.
- Yer değiştirme büyüklüklerini  $x$  cinsinden bularak  $x-t$  grafiğini çiziniz.

## Çözüm

- a) Araç  $t = 0$  anında durmakta iken  $2t$  anında  $2v$  hız büyüklüğüne ulaşmaktadır.  $(0-2t)$  zaman aralığında grafik yatay eksenin üstünde olduğundan araç bu aralıktaki pozitif yönde düzgün hızlanan hareket yapar.  $2t$  anında  $2v$  hız büyüklüğüne sahip aracın  $4t$  anındaki hızı sıfır olmaktadır. Bu durumda araç  $(2t-4t)$  zaman aralığında pozitif yönde düzgün yavaşlayan hareket yapar.

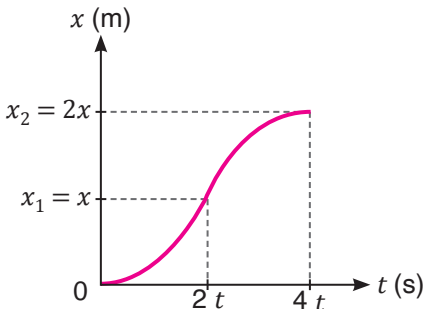


Aracın ivme büyüklüğü  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  matematiksel modeline göre bulunur. Buna göre  $(0-2t)$  aralığında aracın ivmesinin büyüklüğü  $a_1 = \frac{2v - 0}{2t - 0} = \frac{2v}{2t} = \frac{v}{t}$  hesaplanır. Bu değer  $a$  olarak kabul edilirse  $(2t-4t)$  aralığında aracın ivmesinin büyüklüğü  $a_2 = \frac{0 - 2v}{4t - 2t} = -\frac{2v}{2t} = -\frac{v}{t} = -a$  şeklinde bulunur.

- c) Aracın yer değiştirmesinin büyüklüğü  $v-t$  grafiğinden elde edilen  $x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$  matematiksel modeline göre hesaplanır.  $(0-2t)$  aralığında aracın yer değiştirmesinin büyüklüğü

$$x_1 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (2t - 0)^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 4t^2 \text{ bulunur. Bu değer } x \text{ olarak kabul edilirse } (2t-4t) \text{ aralığında aracın yer değiştirmesinin büyüklüğü}$$

$$x_2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (4t - 2t)^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 4t^2 = x \text{ olarak bulunur. Bu durumda aracın toplam yer değiştirmesi } 2x \text{ olur.}$$

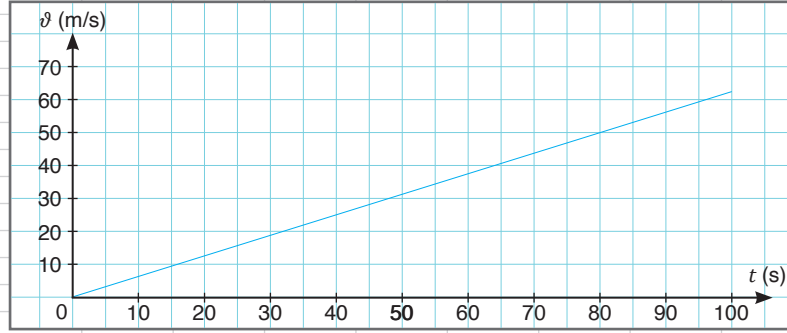


Araç  $(0-2t)$  zaman aralığında pozitif yönde hızlandığından ve  $(2t-4t)$  zaman aralığında pozitif yönde yavaşladığından aracın  $x-t$  grafiği şekildeki gibi olur.

## 1.12. Soru

İstanbul-Ankara arasında sefer yapan bir yüksek hızlı tren (YHT), Eskişehir İstasyonu'nda durup yolcu indirme ve bindirme işlemini tamamladıktan sonra tekrar harekete başlamaktadır. Tren, yatay doğrultuda belli bir mesafeyi  $0,62 \text{ m/s}^2$  lik sabit ivme ile gitmektedir. Bu harekete ait veriler kullanılarak trenin  $v-t$  grafiği bir bilgisayar programı yardımıyla şekildeki gibi çizilmiştir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	İvme Büyüklüğü		0,62 m/s <sup>2</sup>								
2											
3	Zaman (s)	Hız (m/s)									
4	0	0									
5	5	3,1									
6	10	6,2									
7	15	9,3									
8	20	12,4									
9	25	15,5									
10	30	18,6									
11	35	21,7									
12	40	24,8									
13	45	27,9									
14	50	31									
15	55	34,1									
16	60	37,2									
17	65	40,3									
18	70	43,4									
19	75	46,5									
20	80	49,6									
21	85	52,7									
22	90	55,8									
23	95	58,9									
24	100	62									



Buna göre yüksek hızlı trenin

- 100 s'de aldığı yol kaç m olur?
- Grafik doğrusu üzerindeki herhangi iki noktadan eğimi hesaplayınız ve elde ettiğiniz eğim değerini ivme değeri ile karşılaştırınız.
- (90-100) s zaman aralığında yapmış olduğu yer değiştirmeyi grafik üzerinde gösteriniz.
- Hareketi boyunca ortalama hızının büyüklüğünü hesaplayınız.

Cevap

A large grid area provided for the student to write the solution to the problem.



## 1.15. Soru

Kısa sürede yüksek hızlara ulaşan bir araç satın almak isteyen bir sürücü, otomobil ve motosiklet arasında seçim yapmakta zorlanmaktadır. Araç satış noktalarından birindeki satıcı, sürücüye tanıttığı otomobilin 30 m/s sürata ulaşabilmesi için sabit  $10 \text{ m/s}^2$  büyüklüğünde sabit ivmeyle hareket ettiğini, motosikletin ise 10 s'de 400 m yer değiştirdiğini ifade eder. Satıcı, sürücüye bu büyüklüklerin otomobil ve motosikletin doğrusal bir yol üzerinde durgun hâlden harekete geçerek düzgün hızlanması durumunda geçerli olduğunu belirtir. Tanıtılan araçlardan birinin diğerine kıyasla daha yüksek hıza ulaştığına karar veren sürücü, bu aracı satın alır.

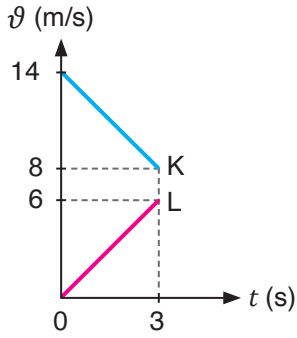
## Buna göre

- Otomobil ve motosiklet aynı konumdan aynı anda ve aynı yöne doğru durgun halden harekete geçerek düzgün hızlandığında araçların 1. s'de aralarındaki uzaklık kaç m olur?
- Otomobilin ve motosikletin 10 s'lik zaman dilimine ait hız-zaman grafiklerini çiziniz.
- Motosikletin ivmesinin büyüklüğü kaç  $\text{m/s}^2$  dir?
- Sürücünün hangi aracı tercih ettiğini düşünüyorsunuz? Gerekçenizi yazınız.

## Cevap

A large grid of graph paper with a light blue background and a grid of thin blue lines. The grid is 20 columns wide and 20 rows high. The grid is intended for drawing graphs and writing answers to the questions above.

## Örnek



Doğrusal bir yolda  $t = 0$  anında durmakta olan L aracı sabit ivme ile harekete başladığı anda K aracı 14 m/s hızla L aracının yanından geçerek düzgün yavaşlamaya başlamaktadır. L aracı hızını 3 s'de 6 m/s'ye çıkarırken K aracı hızını 14 m/s'den 8 m/s'ye düşürmüştür.

**K ve L araçlarının yanda verilen  $v-t$  grafiğine göre**

- Hareketlerini tanımlayarak hız değişimlerini karşılaştırınız ve  $a-t$  grafiklerini çiziniz.
- (0-3) s arasındaki yer değiştirmelerini bulunuz.
- Aralarındaki mesafe 3 s sonra kaç m olur? Hesaplayınız.

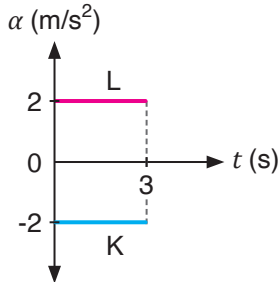
## Çözüm

- K ve L araçlarının  $v-t$  grafiği yatay eksenin üzerinde olduğundan her iki araç da pozitif yönde hareket etmektedir. Hız büyüklüğü zamanla azaldığından K aracı düzgün yavaşlayan hareket, hız büyüklüğü zamanla arttığından L aracı düzgün hızlanan hareket yapmaktadır.

Araçların ivme büyüklükleri  $v-t$  grafiğinden yararlanarak  $a = \frac{v_{son} - v_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$  matematiksel modelinden hesaplanır.

Buna göre

$$a_K = \frac{8 - 14}{3 - 0} = \frac{-6}{3} = -2 \text{ m/s}^2 \text{ ve } a_L = \frac{6 - 0}{3 - 0} = \frac{6}{3} = 2 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$



Bu durumda araçların eşit zaman aralıklarında ivme büyüklükleri aynı olduğundan hız değişimleri eşit olur. K ve L araçlarının  $a-t$  grafiği yandaki gibi olur.

- Araçların yer değiştirmeleri  $v-t$  grafiğinden yararlanılarak bulunan matematiksel modellerle hesaplanır.

K aracı belli bir ilk hızla başladığı ve yavaşlayan hareket yaptığı için yer değiştirmesi

$$x = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \text{ matematiksel modeli ile } x_K = 14 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 42 - 9 = 33 \text{ m}$$

bulunur.

L aracı ilk hızı sıfır olarak başladığı ve hızlanan hareket yaptığı için yer değiştirmesi

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \text{ matematiksel modeli ile}$$

$$x_L = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 9 \text{ m bulunur.}$$

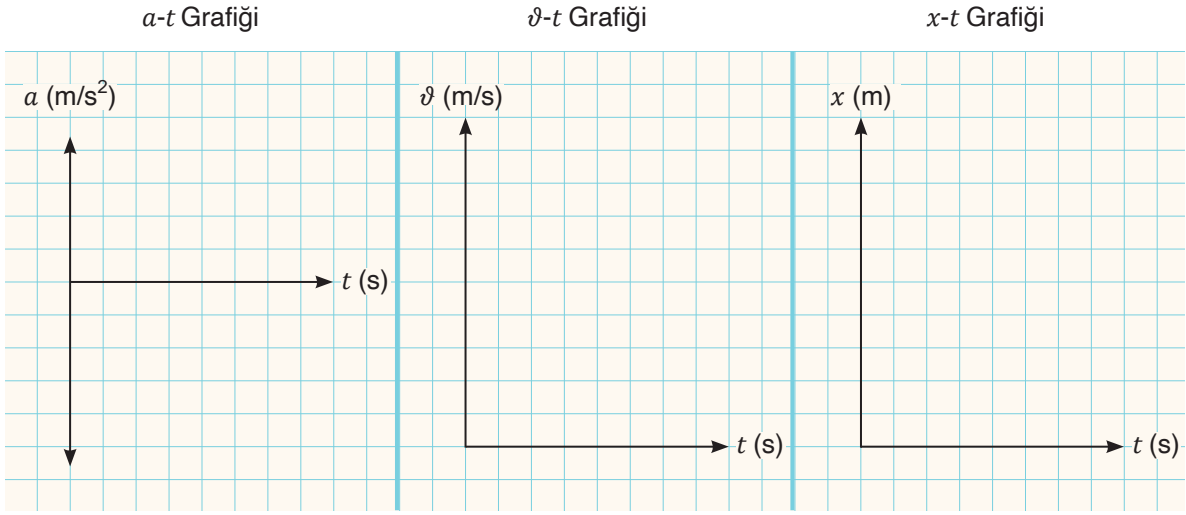
- 3 s sonra K'nin yer değiştirmesi 33 m, L'nin yer değiştirmesi 9 m'dir.

Araçların arasındaki mesafe  $33 - 9 = 24$  m olur.

## 1.16. Soru

Pozitif yönde hareket eden bir cismin ilk hızının büyüklüğü 5 m/s'dir. Cisim  $t = 0$  anında  $4 \text{ m/s}^2$  büyüklüğündeki ivme ile düzgün hızlanarak 5 s,  $2 \text{ m/s}^2$  büyüklüğündeki ivme ile düzgün yavaşlayarak 5 s ilerlemiştir. Cismin (0-10) s aralığındaki hareketine ait  $a-t$ ,  $v-t$  ve  $x-t$  grafiklerini aşağıdaki grafik alanına çiziniz.

## Cevap



## Performans Görevi



Adı	SABİT İVMELİ HAREKET
Beklenen Performans	Sabit ivmeli hareket ile ilgili bilgi görseli hazırlama ve sunma
Süre	30 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Günlük hayatta karşılaştığınız sabit ivmeli bir hareketi analiz ediniz. Belirlediğiniz hareketin hareket grafiklerinden birini çiziniz. Çizdiğiniz grafiği diğer hareket grafiklerine dönüştürerek grafikten değer bulma ve matematiksel hesaplamalar ile ilgili bir bilgi görseli hazırlayınız. Çalışmanızı günlük hayattan örneklerle destekleyiniz. Hazırladığınız bilgi görsellerini arkadaşlarınıza sununuz.

## Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Konuya ilişkin kavramlar arasındaki bağlantıların bilimsel açıdan uygunluğuna dikkat ediniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.
- Sunumunuzu görseller ve çizimlerle destekleyiniz.
- Grafik çizimlerinde eksenlere, birimlere ve ölçeklendirmeye dikkat ediniz.

## Değerlendirme

Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



## Kontrol Noktası



Bir boyutta sabit ivme ile hareket eden aracın yer değiştirme hız ve ivme bilgileri aşağıda özetlenmiştir. Doğu yönü + yön ve batı yönü – yön olarak kabul edilmektedir.

Hareket	Yer Değiştirme	Hız	İvme
Doğu Yönünde Sabit Hızlı	pozitif (+)	pozitif (+)	sıfır
Batı Yönünde Sabit Hızlı	negatif (-)	negatif (-)	sıfır
Doğu Yönünde Düzgün Hızlanan	pozitif (+)	pozitif (+)	pozitif (+)
Doğu Yönünde Düzgün Yavaşlayan	pozitif (+)	pozitif (+)	negatif (-)
Batı Yönünde Düzgün Hızlanan	negatif (-)	negatif (-)	negatif (-)
Batı Yönünde Düzgün Yavaşlayan	negatif (-)	negatif (-)	pozitif (+)

Aşağıdaki tabloda doğrusal bir yolda durgun hâlden harekete geçen ve sabit ivmeli hareket eden aracın  $x-t$ ,  $\vartheta-t$  ve  $a-t$  grafikleri gösterilmiştir:

	<p>Araç, konum-zaman grafiğinde <math>2t</math> anında yön değiştirmiştir. Buna göre araç</p> <p>(<math>0-t</math>) s aralığında doğu yönünde düzgün hızlanan,  <math>(t-2t)</math> s aralığında doğu yönünde düzgün yavaşlayan,  <math>(2t-3t)</math> s aralığında batı yönünde düzgün hızlanan,  <math>(3t-4t)</math> s aralığında batı yönünde düzgün yavaşlayan hareket yapmaktadır.</p>
	<p>Araç, hız-zaman grafiği yatay eksenden uzaklaşıyorsa hızlanan, yatay eksene yaklaşıyorsa yavaşlayan hareket yapar.</p> <p>Araç <math>2t</math> ve <math>4t</math> anında grafiğin yatay eksenini kestiği noktalarda yön değiştirmiştir.</p>
	<p>Araç, (<math>0-t</math>) s ve (<math>3t-4t</math>) s aralığlarında pozitif ivmeyle ve (<math>t-3t</math>) s aralığında negatif ivme ile hareket etmektedir.</p>

## Sabit İvmeli Hareket İçin Matematiksel Modeller

Düzgün Hızlanan Hareket

$$x = \vartheta_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\vartheta = \vartheta_0 + a \cdot t$$

$$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot a \cdot x$$

Düzgün Yavaşlayan Hareket

$$x = \vartheta_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\vartheta = \vartheta_0 - a \cdot t$$

$$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 - 2 \cdot a \cdot x$$

## 1.3. SERBEST DÜŞME

### Konuya Başlarken



Soğuk havalarda bulutların içindeki su damlacıkları donar ve dolu tanelerine dönüşür. Bu dolu taneleri güçlü rüzgârlar tarafından tekrar tekrar yukarı kaldırılır. Bu süreçte dolu taneleri, bulutun içindeki soğutulmuş su damlacıklarıyla birleşerek büyür. Dolu taneleri her yükseliş ve düşüşünde daha da büyür. Dolu tanelerinin büyüklüğü, bulut içindeki bu hareketlerin süresi ve bulutun yüksekliğiyle orantılı olarak artar. Küçük dolu taneleri bezelye boyutunda kalabilirken büyük dolu taneleri ceviz veya daha büyük boyutlara ulaşabilir. Büyüdükçe kütlesi artan dolu taneleri, sonunda yer çekimi etkisiyle tamamen aşağı çekilir ve yere doğru düşmeye başlar. Dolu tanelerinin büyüklüğüne bağlı olarak çevreye vereceği zarar da değişir. Özellikle büyük boyutlara ulaşanlar; araçların camlarını kırabilir, binaların çatılarına zarar verebilir, bitkileri tahrip edebilir.



Dolu taneleri

Farklı yüksekliklerde oluşan dolu tanelerinin yere düşerken yaptığı hareketlerindeki farklılıklar neler olabilir?

Dolu tanelerinin hareketi ile belli bir yükseklikten bırakılan bir topun hareketinin benzerlikleri neler olabilir?

## A) Düşey Doğrultuda Cisimlerin Sahip Olduğu İvme

### 1.4. Etkinlik



Adı	SERBEST DÜŞME
Amaç	Serbest düşen farklı kütleli cisimlerin hareketini gözlemleyerek ivmelerini yorumlayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Pinpon topu, basketbol topu, kronometre, metre, genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz.
- Pinpon ve basketbol toplarını aynı yükseklikten ilk hızları sıfır olacak şekilde üç kez bırakarak topların yere düşme sürelerini ölçünüz. Elde ettiğiniz değerlerle topların ortalama yere düşme sürelerini hesaplayarak tablodaki ilgili yerlere yazınız.

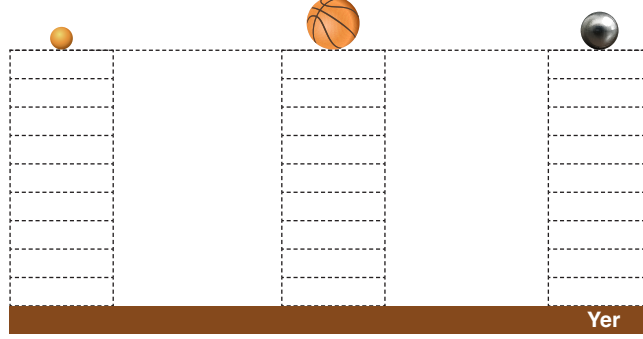
	$t_1$	$t_2$	$t_3$	Ortalama Süre
Pinpon Topu				
Basketbol Topu				

- Pinpon ve basketbol toplarının ortalama yere düşme sürelerini karşılaştırınız ve elde ettiğiniz sonuçları yorumlayarak kısaca yazınız ve süreler arasındaki farklılık veya benzerliklerin nedenlerini saygı çerçevesinde grup arkadaşlarınızla tartışarak yazınız.

- 4. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. “BAŞLAT” butonuna tıklayarak farklı kütlelerdeki pinpon topu, basketbol topu ve demir bilyenin hava direnci ihmal edilen bir ortamda aynı yükseklikten ilk hızı sıfır olarak gerçekleştireceği serbest düşme hareketini gözlemleyiniz.



5. Animasyondaki pinpon topu, basketbol topu ve demir bilyenin eşit zaman aralıklarında bulunduğu konumları ve o konumlardan geçerken sahip olduğu hız büyüklüklerini şekildeki topların altındaki boş bırakılan alanlara yazınız. (Şekildeki çizgiler arası mesafeler eşittir.)



6. Serbest bırakılan cisimlerin ivmelerini, kütle ve boyutları ile ilişkilendirerek düşüncelerinizi arkadaşlarınızla sınıf ortamında eleştirel bir bakış açısıyla tartışınız. Tartışma sırasında kendi fikirlerinizi ve bu fikirlerin destekleyicilerini açıkça belirtiniz, varsa karşıt fikirlere yönelik ifadelerinizi gerçekleriyle söyleyiniz. Tartışma sonucunda oluşan fikirlerinizi aşağıya yazınız.

7. Yer çekimi ivmesi ile cisimlerin hız değişimi arasındaki ilişkiyi arkadaşlarınızla değerlendirerek vardığınız ortak fikri aşağıya yazınız.

8. Serbest düşme hareketi yapan cisimlerin ivmesi nelere bağlıdır? Açıklayınız.

### Değerlendirme

1. Düşeyde serbest düşen cisimlerin hareketini açıklayınız.

- 2. Verilen animasyondaki olay ile sınıfta gerçekleştirdiğiniz deney arasındaki farklılıkları belirtiniz. Bu farklılıkların sebeplerini açıklayınız.

3. Bir ağacın dallarında bulunan ve yerden yükseklikleri 3 m ve 6 m olan özdeş elmaların yere düşme süreleri hakkında neler söyleyebilirsiniz?



▲ **Görsel 1.1:** Güneş ve gezegenlerin birbirine göre temsili konumları

**Tablo 1.1:** Güneş Sisteminde Bulunan Gezegenlerin Ortalama Çekim İvmeleri

Gezegen	Ortalama Çekim İvmesi (m/s <sup>2</sup> )
Merkür	3,7
Venüs	8,87
Dünya	9,807
Mars	3,71
Jüpiter	24,79
Satürn	10,44
Uranüs	8,87
Neptün	11,15

Dünya'nın dönme hareketinden ve şeklinin tam bir küre olmamasından kaynaklanır. Örneğin Dünya'daki yer çekimi ivmesi, Ekvator'da yaklaşık 9,78 m/s<sup>2</sup> iken kutuplarda yaklaşık 9,83 m/s<sup>2</sup>'dir. Dünya'nın yer çekimi ivmesinin ortalama 9,81 m/s<sup>2</sup> olduğu kabul edilir. Görsel 1.1'de Güneş sisteminde bulunan gezegenler gösterilmektedir. Bir gezegenin çekim ivmesi, o gezegenin kütlesine ve boyutlarına bağlı olarak farklı değerler alabilir. Örneğin Ay'daki çekim ivmesi Dünya'daki çekim ivmesinin altıda birine karşılık gelen yaklaşık 1,62 m/s<sup>2</sup>'dir. Hava sürtünmesinin ihmal edildiği bir ortamda Dünya ve Ay'da aynı yüksekliklerden bırakılan özdeş cisimler Ay'da Dünya'ya göre daha yavaş bir şekilde yere düşer. Tablo 1.1'de farklı gezegenlerin ortalama çekim ivmeleri listelenmiştir.

Hava ile teması olan her cisim, hareket ederken hava sürtünmesi ile karşılaşır. Hava sürtünmesi, bir cismin hava ile etkileşimi sürecinde karşılaştığı direnç kuvvetidir. Bazı durumlarda fiziksel olayların analizini kolaylaştırmak adına sürtünme kuvveti ihmal edilir. Dünya'da tamamen sürtünmesiz bir ortam bulunmamasına rağmen uzayda hareket eden cisimler sürtünme kuvvetiyle karşılaşmamaktadır. Benzer şekilde özel laboratuvar koşullarında oluşturulan vakum odalarında da hava sürtünmesi yok sayılır. Sürtünmenin ihmal edilmesi temel fizik yasalarının anlaşılmasında, matematiksel modellerin basitleştirilerek incelenmesinde, mühendislik uygulamalarında ve uzay araştırmalarında bilim insanlarının daha doğru sonuçlara ulaşmasını sağlamaktadır.

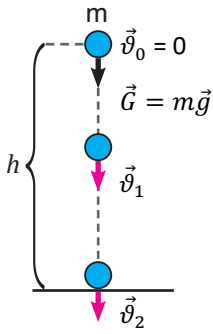
**B**elirli bir yükseklikten bırakılan cisimler, yer çekimi kuvveti etkisiyle yere düşer. Yer çekimi kuvvetinin yönü daima Dünya'nın merkezine doğrudur. Dünya ve cisimler arasındaki çekim kuvveti, cisimler üzerinde bir çekim ivmesine neden olur. Bu çekim ivmesine **Dünya'nın çekim ivmesi** veya **yer çekimi ivmesi** denir. Bir binanın tepesinden aşağıya düşen ya da yukarıya atılan bir cismin hızında meydana gelecek olan değişim, yer çekimi ivmesinden kaynaklanır. Yer çekimi ivmesi vektörel bir büyüklük olup  $\vec{g}$  sembolü ile gösterilir. Yer çekimi ivmesinin SI'da birimi m/s<sup>2</sup>'dir.

Yer çekimi ivmesi, bir cismin Dünya üzerindeki konumuna göre farklı değerler alabilir. Bu farklılık,

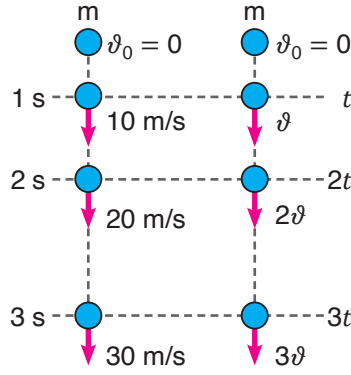
Yukarı doğru veya aşağı doğru atılan veya durgun hâlden bırakılan cisimlerin hepsi yer çekimi etkisi ile hareket eder. Bu harekete **serbest düşme hareketi** denir. Kısacası serbest düşme hareketi, yalnızca yer çekimi kuvvetinin etkisindeki tüm hareketlerin ortak adıdır.

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda serbest düşme hareketi yapan cisimler bulunduğu ortamın yer çekimi ivmesi ile hareket eder. Yeryüzüne yakın yerlerde yer çekimi ivmesi sabit kabul edildiğinden cisimlerin hızları birim zamanda ivme değeri kadar artış gösterir. Aynı yükseklikten ilk hızı sıfır olarak bırakılan tenis topu ve basketbol topu, eşit büyüklükteki yer çekimi ivmesi ile hızlanıp aynı anda ve aynı hızda yere düşer.

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda serbest düşen bir cisme etki eden net kuvvet cismin ağırlığına eşit olan yer çekimi kuvvetidir. Cisim, Şekil 1.4'te gösterildiği gibi belirli bir yükseklikten ( $h$ ) ilk hızı sıfır olacak şekilde serbest bırakıldığında yer çekimi ivmesinin ( $\vec{a} = \vec{g}$ ) etkisiyle düzgün hızlanan doğrusal hareket yapar. Bu durumda cisim düşerken hızı sürekli artar. Cismin hızı yere çarptığı anda maksimum değere ulaşır.



**Şekil 1.4:** Sürtünmenin ihmal edildiği ortamda serbest bırakılan  $m$  kütleli cismin hareketi



**Şekil 1.5:** Sürtünmenin ihmal edildiği ortamda ilk hızı sıfır olarak bırakılan cismin hızı

Sürtünmesiz bir ortamda  $m$  kütleli bir cisim, ilk hızı sıfır olarak serbest düşmeye bırakıldığında  $\vec{g}$  ivmesiyle hızlanır. Hareketin  $t$ ,  $2t$ ,  $3t$  sürelerindeki hız büyüklükleri sırasıyla  $v$ ,  $2v$ ,  $3v$  olur. Örneğin yer çekimi ivmesinin  $10 \text{ m/s}^2$  olarak alındığı sürtünmesiz ortamda  $m$  kütleli cismin 1, 2 ve 3. s'lerde sahip olacağı hız değerleri sırasıyla  $10 \text{ m/s}$ ,  $20 \text{ m/s}$ ,  $30 \text{ m/s}$  olur (Şekil 1.5).

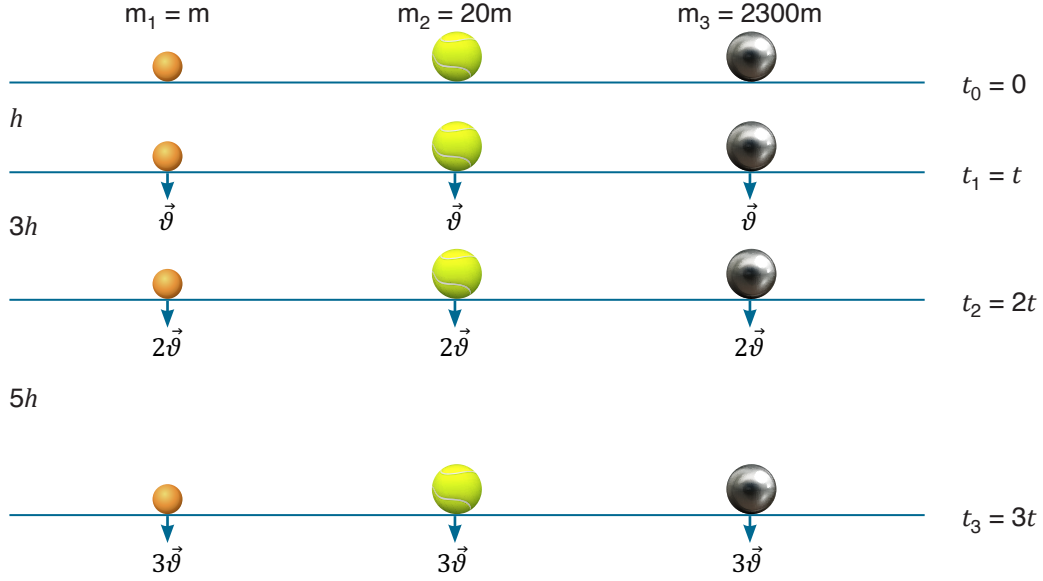
Düzgün hızlanan doğrusal hareketin matematiksel modellerinde  $\vec{a}$  ivmesi yerine  $\vec{g}$  yer çekimi ivmesi ve  $x$  yer değiştirmesi yerine  $h$  kullanılarak serbest düşmeye ait matematiksel modeller Tablo 1.2'de verildiği gibi elde edilir.

**Tablo 1.2:** İlk Hızı Sıfır Olarak Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket ve Serbest Düşme Hareketi İçin Hareket Denklemleri

İlk Hızı Sıfır Olarak Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket Denklemleri	Serbest Düşme Hareketi Denklemleri
$v = a \cdot t$	$v = g \cdot t$
$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$v^2 = 2 \cdot a \cdot x$	$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$

## Örnek

Bir bilim merkezinde öğrencilerin serbest düşme hareketi ve bu hareketin bağlı olduğu değişkenleri gözlemlemesi amacıyla bir bilim gösterisi yapılır. Gösteriyi yapan eğitmen, havası boşaltılmış ortamda güvenli bir alan oluşturur. Eğitmen; aynı yükseklikten  $m_1$  kütleli bir pinpon topunu,  $m_2$  kütleli bir tenis topunu ve  $m_3$  kütleli bir demir bilyeyi aynı anda robotik bir cihaz ile serbest bırakır. Pinpon topu, tenis topu ve demir bilyenin bırakıldığı andan yere düşene kadar hızlarında meydana gelen değişimler, düşey konumları ve aldığı yollar gözlemlenmektedir. Bu cisimler, aşağıda gösterilen yolları izleyerek yere çarpmaktadır.



Buna göre tabloyu  $h$  ve  $g$  cinsinden doldurarak cisimlere etki eden yer çekimi ivmesini ve cisimlerin hızlarının büyüklüğü arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

	Yer Değiştirme		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
(0-t)			
(t-2t)			
(2t-3t)			

	Hız		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
0			
t			
2t			
3t			

## Çözüm

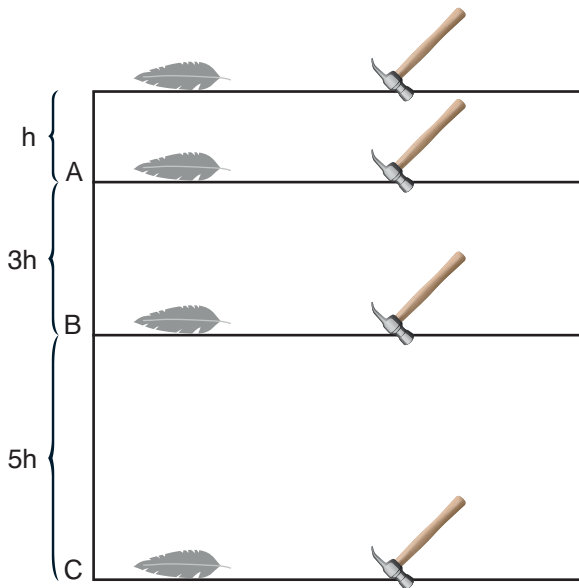
Şekil incelenerek cisimlerin eşit zaman aralıklarında yaptığı yer değiştirme  $h$  cinsinden ve bu zamanlarda bulunduğu konumdaki hızlarının büyüklüğü  $v$  cinsinden tespit edilir ve verilen tablo aşağıdaki gibi doldurulur.

	Yer Değişirme		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
(0-t)	$h$	$h$	$h$
(t-2t)	$3h$	$3h$	$3h$
(2t-3t)	$5h$	$5h$	$5h$

	Hız		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
0	0	0	0
t	$v$	$v$	$v$
2t	$2v$	$2v$	$2v$
3t	$3v$	$3v$	$3v$

Tabloya göre farklı kütlelerdeki cisimler, hava sürtünmesinin ihmal edildiği ortamda serbest bırakıldığında eşit zaman aralıklarında eşit hıza sahip olur. Bu zaman aralıklarında cisimlerin düşeyde aldığı yollar da eşit miktardadır. Sonuç olarak aynı ortamda bulunan cisimlere etki eden yer çekimi ivmesi, kütleden bağımsız olduğundan cisimler aynı oranda hız kazanır.

## 1.17. Soru



Ay ve Dünya'nın atmosferleri karşılaştırıldığında Ay'ın atmosferinin serbest düşen cisimlere hava direnci oluşturacak kadar yoğun olmadığı görülmür. Astronot David Scott (Deyvit Skat) tarafından 2 Ağustos 1971 tarihinde Ay'da yapılan deneyin temsili şekli yanda verilmiştir. Belirli bir yükseklikten aynı anda serbest bırakılan tüy ve çekiç, eşit zaman aralıklarında eşit yollar alarak Ay'ın yüzeyine düşmektedir.

**Buna göre tüy ve çekiğin**

- Şekilde verilen doğrultudaki hareketini sağlayan etki nedir?
- Sahip olduğu ivmelerin büyüklüğünü karşılaştırınız.
- A, B ve C noktalarındaki hızlarını karşılaştırınız.

## Cevap

## 1.18. Soru



Elif su kuyusunun içini merak eder ve kuyunun içine bakar. Bu esnada Elif'in eli kuyunun kenarındaki taşta çarpar ve taş ilk hızsız serbest düşme hareketi yapar. 2,3 s sonra taşın suya çarpma sesini duyar.

**Buna göre**

**a) Kuyunun derinliğini hesaplayınız.**

**b) Taşın suya çarptığı andaki hızının büyüklüğünü hesaplayınız.**

*(Su sesinin kulağa ulaşma süresini ve hava sürtünmesini ihmal ediniz.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)*



## Cevap

## Performans Görevi



Adı	SERBEST DÜŞME
Beklenen Performans	Serbest düşme hareketi ile ilgili poster hazırlama
Süre	30 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Dünya ve Mars için verilen çekim ivmesinin büyüklüklerini kullanarak iki farklı gezegende serbest düşme hareketi yapan cisimlerin 5 s'de yaptığı hareketleri A4 kâğıdına hazırlayacağınız poster ile karşılaştırınız. (Dünya ve Mars'ın çekim ivmeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

Dünya		$9,807 \text{ m/s}^2 \cong 10 \text{ m/s}^2$
Mars		$3,71 \text{ m/s}^2 \cong 4 \text{ m/s}^2$

## Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Poster çiziminde zamanlara karşılık gelen cisimlerin hızlarını ve yer değiştirmelerini doğru yerde belirtiniz.
- Posterinizi görsel çizimlerle destekleyiniz.
- Çizim yaparken kâğıdınızı estetik açıdan orantılı kullanmaya dikkat ediniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.

## Değerlendirme

Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



## B) Serbest Düşme Hareketi

MÖ 322'de Aristo (Aristo) çevresindeki olayları inceleyerek ağır cisimlerin hafif cisimlere göre yere daha hızlı düşeceğini ifade etmiştir. Aristo hava sürtünmesini veya hava direncini ihmal eden deneyler yapmadığı için bu sonuca ulaşmıştır. Serbest düşme kavramı konusunda hava sürtünmesinin etkisi aralarında az olan cisimler için denemeler yapan Galileo (Galileyo) tüm cisimlerin yer çekimi altında aynı hızla yere düştüğünü savunmuştur.

Newton (Nivtin), yaptığı çalışmalarla evrensel kütle çekim yasasını formüleştirerek serbest düşme hareketini klasik fizik çerçevesinde matematiksel olarak açıklamıştır.

## 1.5. Etkinlik



Adı	SERBEST DÜŞME HAREKETİ
Amaç	Cisimlerin yerin merkezine doğru hareket etmesini sağlayan bir çekim kuvveti olduğunu gözlemleyebilme ve açıklayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

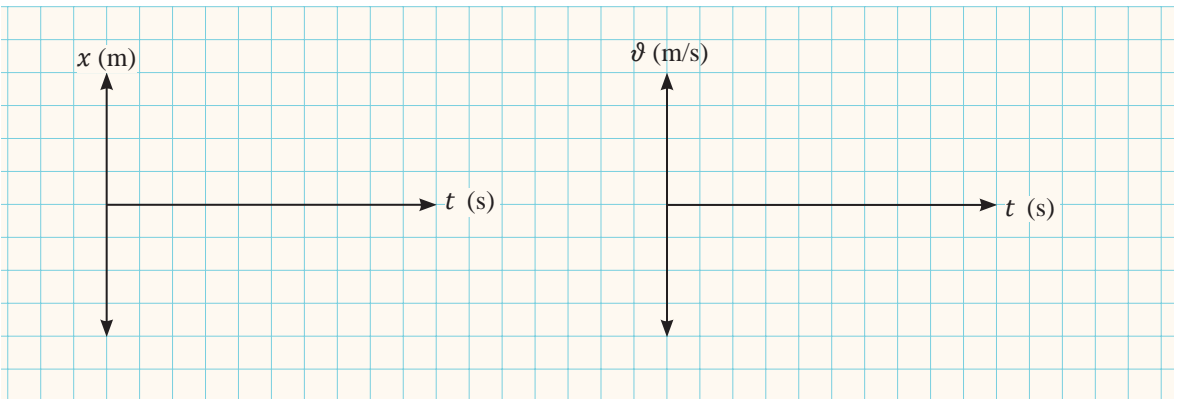
1. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.
2. “BAŞLAT” butonuna tıklayarak cismin ilk hızı sıfır olduğundaki hareketini inceleyiniz. Cismin belirlenen zamanlar için hızının ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü Tablo 1’e yazınız.
3. Sayfanın solundaki “SIFIRLA” butonuna basarak simülasyonu sıfırlayınız.
4. Sayfanın solunda yer alan hız butonu ile 10, 20 ve 30 m/s ilk hız değerlerini ayarlayarak simülasyonu tekrarlayınız. Tablo 1’de belirtilen zamanlar için cismin hızının ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü ilgili yerlere yazınız.



Tablo 1

	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)
0. s	0	0	10	0	20	0	30	0
1. s								
2. s								
3. s								
4. s								
5. s								

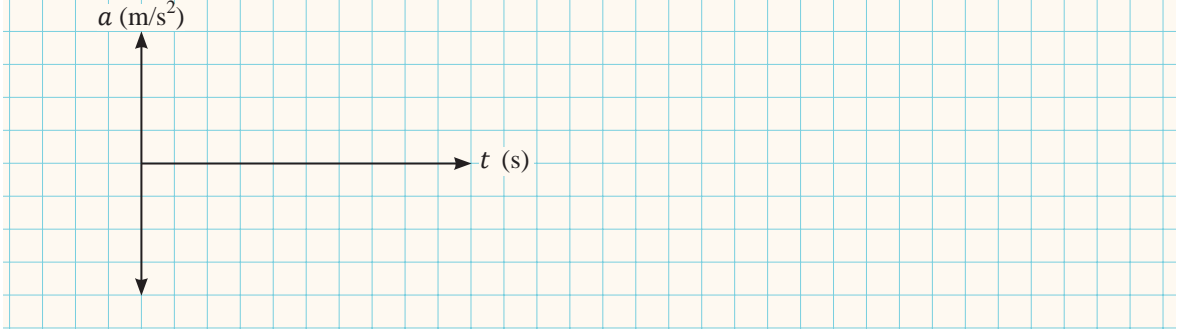
5. Tablodaki değerlerden yararlanarak ilk hızı sıfır olan cisim için  $x-t$  ve  $v-t$  grafiklerini aşağıdaki alana çiziniz.



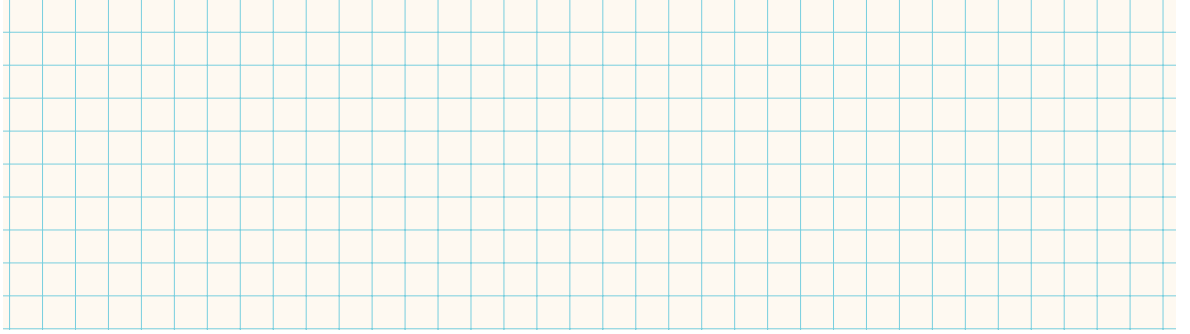
- 6. Çizdiğiniz  $\vartheta-t$  grafiğinden yararlanarak cismin her bir zaman aralığındaki ivmesinin büyüklüğünü bulunuz. Cisme ait bulduğunuz ivme büyüklüğünü Tablo 2'ye yazınız ve grafik alanına  $a-t$  grafiğini çizip yorumlayınız.

Tablo 2

Zaman (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)	(4-5)
İvme Büyüklüğü ( $m/s^2$ )					



7. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. Animasyondaki ilk hızı sıfırdan farklı olan cismin hareketini inceleyiniz. Cisme ait verileri toplayarak cisim için  $x-t$ ,  $\vartheta-t$  ve  $a-t$  grafiklerini aşağıdaki alana çiziniz.



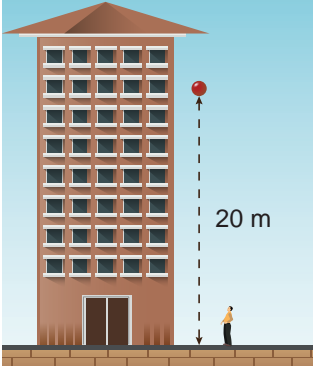
8. Bulduğunuz ivme büyüklüğü ile yer çekimi ivmesinin büyüklüğünü karşılaştırınız. ( $g = 10 m/s^2$  alınız.)

9. Elde ettiğiniz grafiklerden ve verilerden yararlanarak serbest düşme hareketini açıklayınız.

### Değerlendirme

1. Serbest düşme hareketine günlük hayattan örnekler veriniz.

► 2.

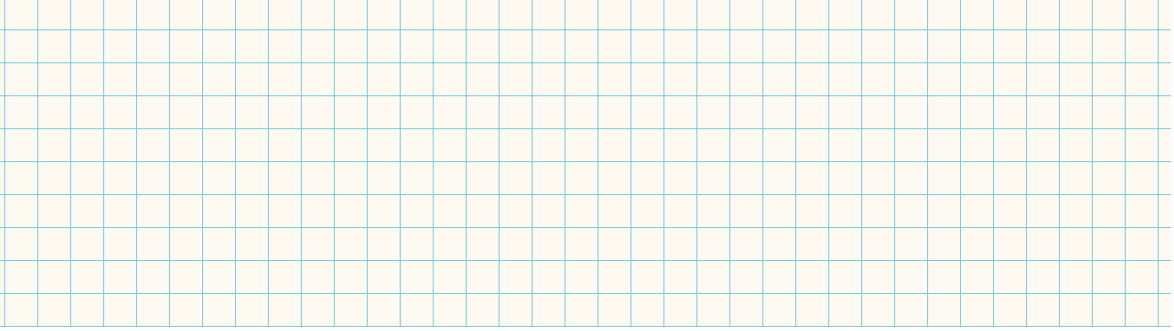


Topunu evde unutan Ali, arkadaşı Feryal'e seslenerek onun topunu ödünç ister. Yerden 20 m yükseklikteki katta oturan Feryal, elindeki topu ilk hızı sıfır olacak şekilde serbest bırakır.

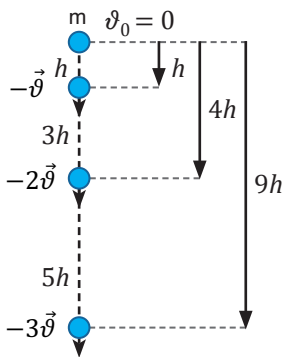
Buna göre

- Top kaç s'de yere çarpar?
- Topun yere çarpma hızı nedir?
- Topun  $x-t$ ,  $\vartheta-t$  ve  $a-t$  grafiklerini çiziniz.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)



**Görsel 1.2:** Sürtünmesiz ortamda farklı cisimlerin serbest düşme hareketi



**Şekil 1.6:** İlk hızı sıfır olarak serbest bırakılan cisim

**H**ava sürtünmesinin olmadığı ortamlarda Görsel 1.2'de gösterildiği gibi farklı kütlelere ve hacimlere sahip iki cisim aynı yükseklikten serbest bırakıldığında veya aynı hız büyüklükleri ile atıldığında aynı anda yere düşer. Bu durumda cisimlerin yere çarpma hızları eşit olur.

Serbest düşme hareketi cismin şekline ve kütesine bağlı değildir ancak günlük hayatta hava sürtünmesi etkili olduğundan bu cisimlerin yere düşme süreleri farklılık gösterir.

Cismin atıldığı nokta referans noktası olmak üzere bu noktanın yukarı yönü pozitif (+) ve aşağı yönü negatif (-) kabul edilmektedir. Buna göre belirli bir yükseklikten ilk hızı sıfır olan cismin serbest düşme hareketine ait grafikler,  $-x$  yönünde düzgün hızlanan hareket grafikleri ile aynı özelliklere sahiptir. Serbest düşme hareketinde hareket yönünün yukarıdan aşağıya olduğu durumda grafikler, yatay eksenin altına çizilir. Hava sürtünmesi ihmal edildiğinde cismin ivmesi, yer çekimi ivmesine eşit olur ( $\vec{a} = \vec{g}$ ).

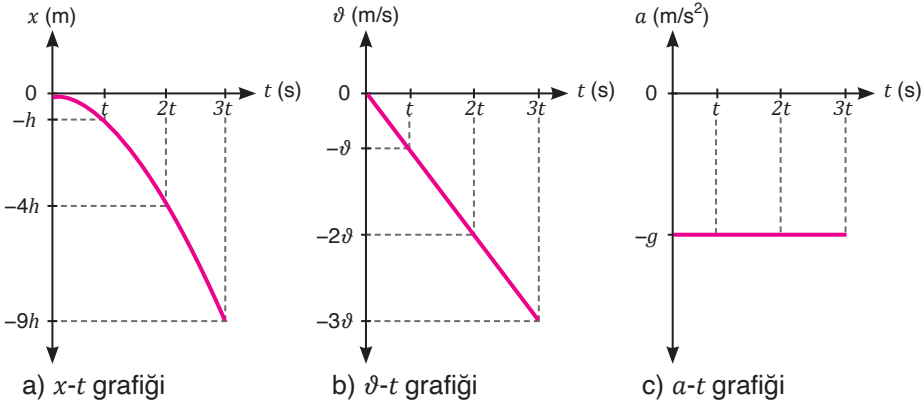
Serbest düşme hareketi yapan Şekil 1.6'daki gibi bir cismin ilk hızı sıfır

( $\vartheta_0 = 0$ ) olduğunda zamana bağlı yer değiştirmesinin büyüklüğü ( $h$ ) ve hızının büyüklüğü ( $\vartheta$ )

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2, \vartheta = g \cdot t \text{ ve } \vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır.

İlk hızı sıfır olarak serbest düşme hareketi yapan cisme ait grafikler Grafik 1.6'da gösterilmiştir.

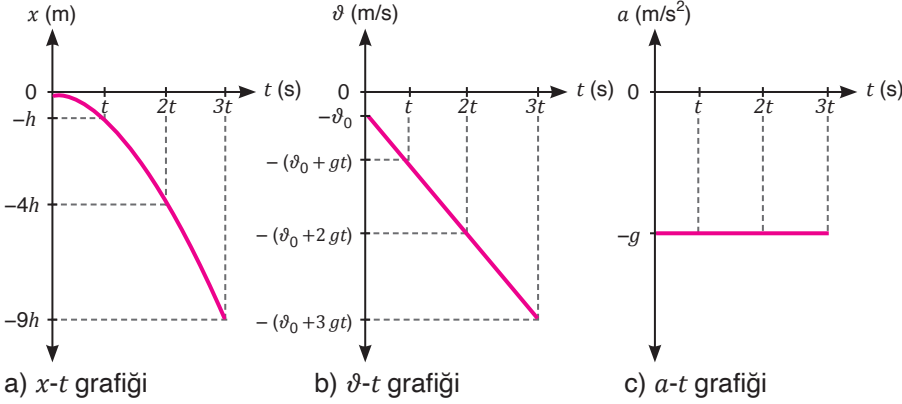


**Grafik 1.6:** İlk hızı sıfır olarak serbest düşme hareketi yapan cismin hareket grafikleri

Serbest düşme hareketi yapan Şekil 1.7'deki gibi bir cismin ilk hızı sıfırdan farklı olduğunda ( $v_0 \neq 0$ ) zamana bağlı yer değişiminin büyüklüğü ( $h$ ) ve hızının büyüklüğü ( $v$ ) grafiklerden yararlanılarak bulunan

$$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2, v = v_0 + g \cdot t \text{ ve } v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır. İlk hızı sıfırdan farklı olarak serbest düşme hareketi yapan cisme ait grafikler Grafik 1.7'de gösterilmiştir.



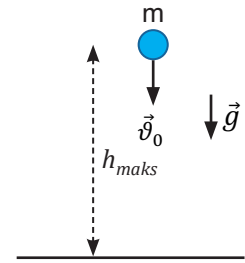
**Grafik 1.7:** İlk hızı sıfırdan farklı olarak serbest düşme hareketi yapan cismin hareket grafikleri

Şekil 1.8'deki gibi yerden yukarı doğru  $v_0$  ilk hızı ile atılan cisim serbest düşme hareketi yapar. Cisim yer çekimi ivmesi ile düzgün yavaşlayarak maksimum yüksekliğe çıktığı anda cismin hızı sıfır olur. Cisim bu noktadan, ilk hızı sıfır olarak serbest düşme hareketi yapar ve aynı yer çekimi ivmesi ile düzgün hızlanarak yere çarpar. Cismin maksimum yüksekliğe çıkış ve maksimum yükseklikten iniş süreleri ile yerden aynı yükseklikteki noktalarda hız büyüklükleri birbirine eşit olur.

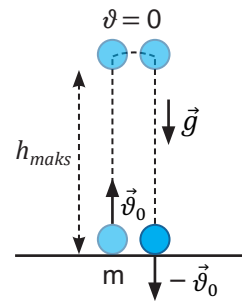
Aşağıdan yukarıya doğru atılan cismin zamana bağlı yer değişimi ( $h$ ) ve hız ( $v$ ) büyüklükleri grafiklerden yararlanılarak bulunan

$$h = v_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2, v = v_0 - g \cdot t \text{ ve } v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır.

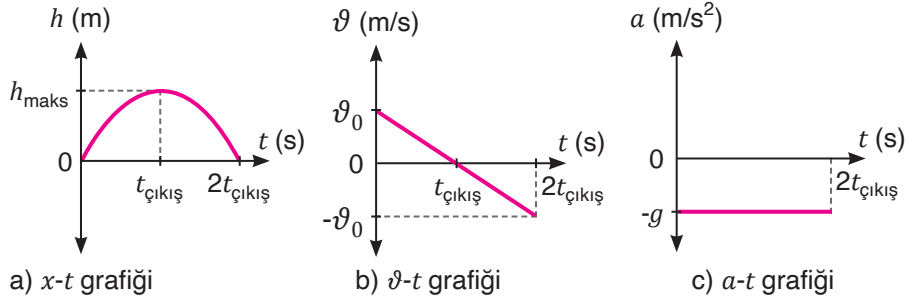


**Şekil 1.7:** İlk hızı sıfırdan farklı olarak serbest düşme hareketi yapan cisim



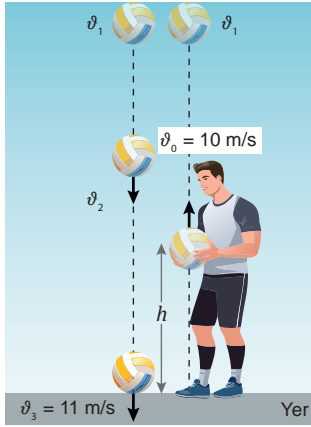
**Şekil 1.8:** İlk hızı sıfırdan farklı olarak aşağıdan yukarıya serbest düşme hareketi

Aşağıdan yukarıya atılarak serbest düşme hareketi yapan cisme ait grafikler Grafik 1.8'de gösterilmiştir.



**Grafik 1.8:** Aşağıdan yukarıya serbest düşme hareketi yapan cismin hareket grafikleri

### Örnek



İstop oyununda oyuncular bir daire oluşturur. Ebe seçilen oyuncu, diğer oyuncuların birinin adını söyleyerek topu havaya atar. Adı söylenen oyuncu topu yere çarpmadan yakalarsa tekrar yukarı doğru fırlatarak başka bir isim söyler. İsmi söylenen oyuncu topu yere çarpmadan yakalayamazsa topu eline aldığı anda "İstop!" der. Kaçıran oyuncular o anda oldukları yerde hareketsiz kalırlar. Ebe, oyuncuların birini topla vurur ve vurulan oyuncu ebe olur. Üç kere vurulan, oyundan çıkar. Son kalan oyuncu bu oyunu kazanmış olur.

Güvenlik önlemleri alınmış bir oyun parkında arkadaşlarıyla istop oynayan Mete, elindeki topu "Ahmet!" diye seslendiği anda şekildeki gibi  $h$  yüksekliğinden  $10 \text{ m/s}$  hızla düşey doğrultuda yukarıya doğru atıp kaçır. Ahmet topu yakalayamaz ve top  $11 \text{ m/s}$  hızla yere çarpar.

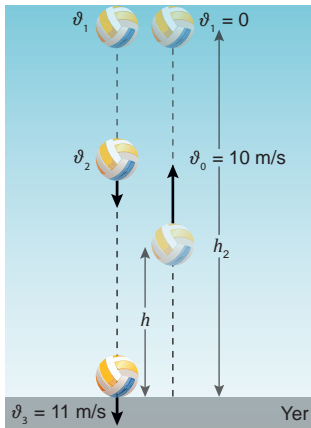
**Buna göre topun atıldığı  $h$  yüksekliği kaç m olur?**

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

### Çözüm

Sorunun çözümü için 3 farklı yöntem kullanılabilir:

#### 1. Yöntem



Top, yukarıya atıldığı andan itibaren sabit yer çekimi ivmesi ile düzgün yavaşlayan hareket yapar.

$v = v_0 - g \cdot t_1$  matematiksel modeline göre

$$0 = 10 - 10 \cdot t_1$$

$t_1 = 1 \text{ s}$  süre sonra top çıkabileceği en yüksek noktaya ulaşır ve topun hızı sıfır olur.

Top,  $11 \text{ m/s}$  hızla yere düştüğüne göre

$v = g \cdot t_2$  matematiksel modelinden yararlanılarak topun yere çarpma süresi

$$11 = 10 \cdot t_2$$

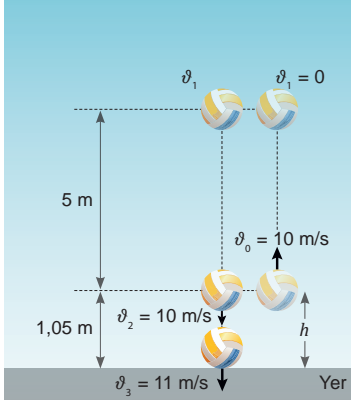
$$t_2 = 1,1 \text{ s} \text{ bulunur.}$$

Topun atıldığı yükseklik ise  $h = h_2 - h_1$  yükseklikleri farkından

$$h_2 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2 = 6,05 \text{ m} \text{ ve } h_1 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_1^2 = 5 \text{ m} \text{ bulunur.}$$

Buradan yükseklik  $h = 1,05 \text{ m}$  hesaplanır.

## 2. Yöntem



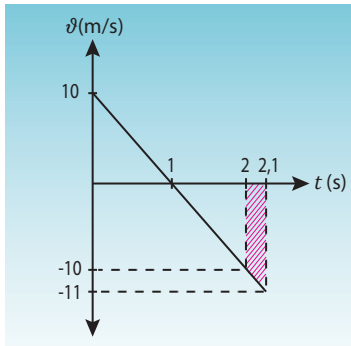
Topun yukarı yönde atılması durumunda takip ettiği yol boyunca hızı ve konumu şekilde gösterilmiştir. Top atıldığı yükseklikten maksimum konuma 1 s'de çıkar. Maksimum yükseklikten 1,1 s sonra yere çarpar. Bu durumda  $\Delta t = 1,1 - 1 = 0,1$  olduğundan  $h$  yüksekliği

$$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h = 10 \cdot 0,1 + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (0,1)^2$$

$$h = 1,05 \text{ m bulunur.}$$

## 3. Yöntem

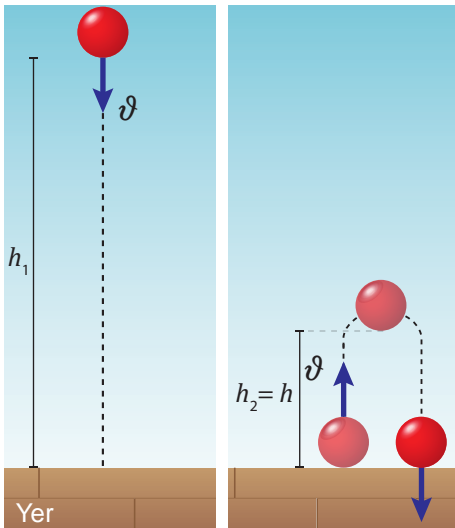


Top, 10 m/s hızla yukarı yönde atıldığında 1 s'de en üst noktaya ulaşır ve hızı sıfır olduktan sonra 1. s'de atıldığı noktaya geri gelir (toplam 2 s). Bu noktadan itibaren 0,1 s sonra yere çarpar. Buna göre topun hız-zaman grafiği şekildeki gibi olur.

Topun yerden yüksekliği, (2-2,1) s zaman aralığında aldığı yola eşittir. Buna göre (2-2,1) s zaman aralığında grafiğin yatay eksenle arasında kalan alan hesaplanarak

$$h = \frac{(10 + 11) \cdot 0,1}{2} = 1,05 \text{ m bulunur.}$$

## 1.19. Soru



Şekil 1

Şekil 2

Öykü ile Berra özdeş su balonlarıyla oynamaktadır. Öykü, balonunu Şekil 1'deki gibi  $h_1$  yüksekliğinden  $v$  hız büyüklüğü ile düşey aşağı doğru attığı anda Berra da balonunu Şekil 2'deki gibi  $v$  ilk hız büyüklüğü ile düşey yukarı doğru fırlatarak balonun  $h$  kadar yüksekliğe çıkmasını sağlamaktadır. Her iki balon da  $2t$  süre sonra yere çarpmaktadır.

**Buna göre**

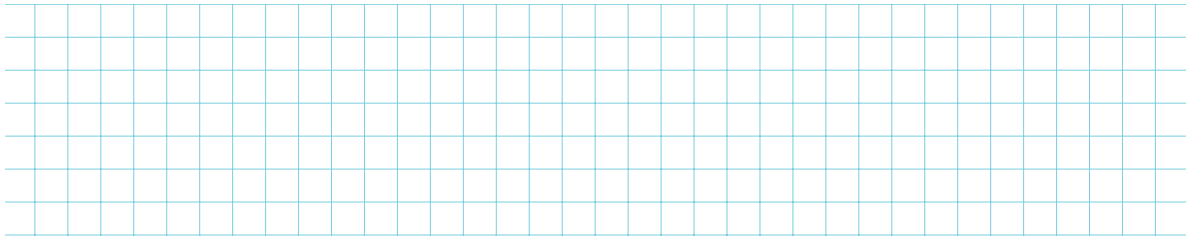
a) Su balonlarının hız büyüklüklerini hesaplayarak tabloyu doldurunuz.

Zaman	1. Balonun Hız Büyüklüğü	2. Balonun Hız Büyüklüğü
0		
$t$		
$2t$		

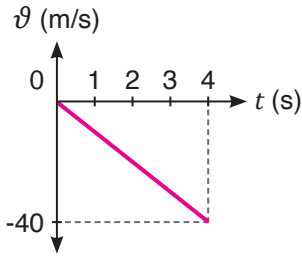
b) Öykü'nün su balonunu bıraktığı yüksekliği  $h$  cinsinden bulunuz.

c) Balonların yere çarptığında patladığı kabul edilirse hangi balon daha fazla su sıçratır? Açıklayınız. (Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

## Cevap



## Örnek



Havada sabit duran bir helikopterden kendini ilk hızı sıfır olarak serbest bırakan paraşütçünün paraşütü açılmadan önceki inişine ait  $v-t$  grafiği şekilde gösterilmiştir.

Buna göre paraşütçünün

- İvmesini hesaplayınız.
- $x-t$  grafiğini tablo oluşturarak çiziniz. Çizdiğiniz grafikten yararlanarak 3. s'deki yer değiştirme büyüklüğü ile 3 s'deki yer değiştirme büyüklüğünü bulup karşılaştırınız.
- Paraşütünü 1 s geç açması durumunda kaç m daha düşmüş olacağını bulunuz.
- Paraşütünün açılmadığını varsayarak 7. s'deki hız büyüklüğünü hesaplayınız.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

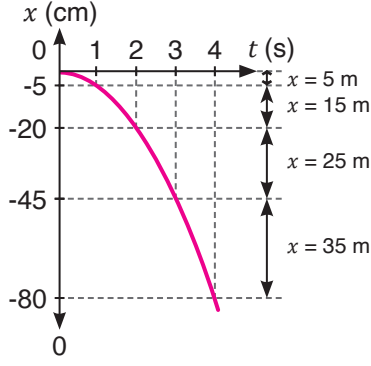
## Çözüm

- $v-t$  grafiğindeki veriler kullanılarak ivme büyüklüğü  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$  matematiksel modeli ile

$$a = \frac{(-40) - 0}{4 - 0} = -10 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

- Paraşütçünün zamana bağlı hız büyüklüğü  $v = g \cdot t$  ve yer değiştirme büyüklüğü  $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  matematiksel modelleri ile bulunur. Hesaplanan veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Zaman (s)	Hız Büyüklüğü (m/s) $v = g \cdot t$	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m) $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$t$		
0	0	0
1	10	5
2	20	20
3	30	45
4	40	80



Paraşütçünün 3. s'deki yer değiştirmesini bulabilmek için 3 s'deki yer değiştirmesi ile 2 s'deki yer değiştirmesi hesaplanarak çıkan sonuçların farkı alınır.

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \text{ matematiksel modelinden}$$

$$h = \left( \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2 \right) - \left( \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 \right) = 45 - 20 = 25 \text{ m bulunur.}$$

3 s'deki yer değiştirmesi ise

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2 = 5 \cdot 3^2 = 45 \text{ m bulunur.}$$

- c) Paraşütçü, paraşütünü 1 s daha geç açarsa 5. s'deki yer değiştirme büyüklüğü

$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  matematiksel modelinden  $h = \left( \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 5^2 \right) - \left( \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4^2 \right) = 45 \text{ m}$  bulunur. Bu durumda paraşütçü, 45 m daha fazla yol almış olurdu.

- ç) 7. s' de hızının büyüklüğü  $v = g \cdot t$  matematiksel modelinden

$$v = 10 \cdot 7 = 70 \text{ m/s olarak hesaplanır.}$$

### 1.20. Soru

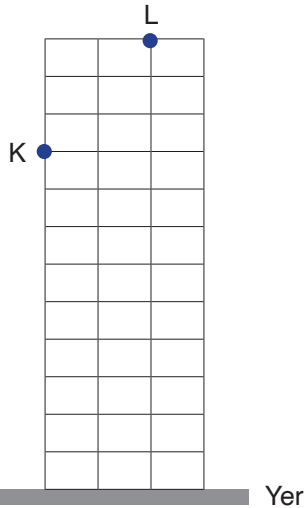
Fizik öğretmeni Sezgin Bey, sınıftaki öğrencileri iki gruba ayırarak onlardan havası alınmış ortam içinde serbest düşme hareketi yapan cisimlerle ilgili bir deney yapmalarını ister. Öğretmen tarafından iki gruba ayrılan öğrencilere kütleleri farklı K ve L cisimleri verilmiştir.

( $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

**Buna göre**

- a) K ve L cisimleri farklı yüksekliklerden atıldığında grupların deney sonuçlarına göre K ve L cisimlerinin düşey doğrultuda 1, 2 ve 3. s'deki konumlarını verilen şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

(Birim karelerin kenar uzunlukları 5 m'dir.)



- b) Aşağıda grupların ölçümlerinden elde ettiği sonuçlardan bazıları verilmiştir. Boş bırakılan alanlara grupların çizimlerini ve sonuçlarını dikkate alarak K cisminin hız ve yer değiştirme, L cisminin hız ve zaman bilgileri hakkında elde edilebilecek sonuçları yazınız.

**1. Grubun Elde Ettiği Sonuçlar**

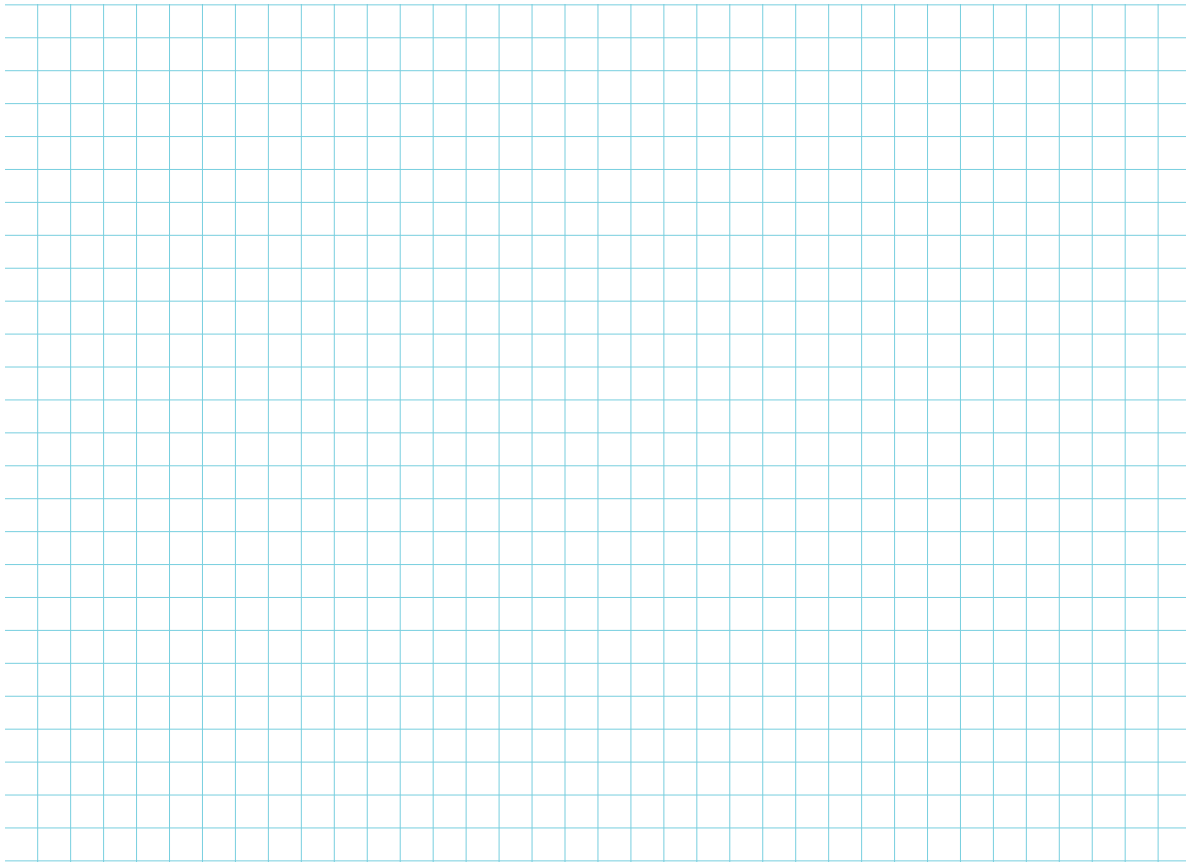
1. K cisminin havada kalma süresi 3 s'dir.
2. ....
3. ....

**2. Grubun Elde Ettiği Sonuçlar**

1. L cismi hareketinin 2. s'inde yatay düzlemden 40 m yüksektedir.
2. ....
3. ....

- c) 2. grup başka bir değişiklik yapmadan yalnızca yer çekimi ivmesinin büyüklüğünü  $3,6 \text{ m/s}^2$  kabul etseydi L cisminin 3. s'deki yer değiştirmesinin büyüklüğünü kaç m olarak ölçmesi gerekirdi? Açıklayınız.

**Cevap**



## Performans Görevi

Adı	SERBEST DÜŞME
Beklenen Performans	İki farklı hıza sahip cisimlerin serbest düşme hareketine ait rapor hazırlama
Süre	35 + 40 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Aynı çekim ivmesine sahip bir ortamda bulunan K ve L cisimlerinden ilk hızı sıfır olan K cismi  $h_1$  yüksekliğinden aşağı doğru, ilk hızı sıfırdan farklı olan L cismi  $h_2$  yüksekliğinden serbest bırakılmaktadır. L cisminin ilk hızını 10 m/s olarak cisimlerin

- atıldığı yükseklikleri göstereceğiniz,
- yere çarpma hızlarını belirleyeceğiniz,
- $x-t$ ,  $\vartheta-t$  ve  $a-t$  grafiklerini çizerek açıklayacağınız kısa bir rapor hazırlayınız.

## Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Raporunuzda cisimlerin zamanlara karşılık gelen hız ve yer değiştirme büyüklüklerini doğru yerde belirtiniz.
- Sınıf içerisinde hazırlayacağınız raporunuzu çizimlerle destekleyiniz.
- Çizim yaparken kâğıdınızı estetik açıdan orantılı kullanmaya dikkat ediniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.

## Değerlendirme

Yapmış olduğunuz performans görevi öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

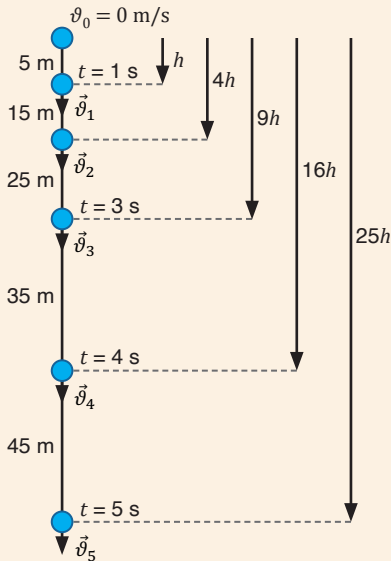
Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



## Kontrol Noktası



Bir cisim belirli bir yükseklikten serbest bırakıldığında  $\vec{g}$  yer çekimi ivmesi ile hızlanır. Cismin her bir zaman aralığındaki hız artışı eşit olur.

Serbest Düşme Hareketi İçin Matematiksel Modeller ( $\vec{a} = \vec{g}$ )

$\vartheta_0 = 0$ ise	$\vartheta_0 \neq 0$ ise	Zamana Bağlı Olmayan
$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	$h = \vartheta_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	$\vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$
$\vartheta = g \cdot t$	$\vartheta = \vartheta_0 + g \cdot t$	$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$

## 1.4. İKİ BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

### Konuya Başlarken

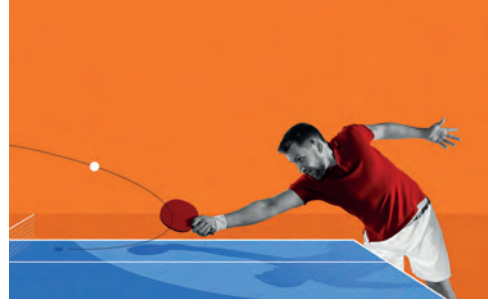


Masa tenisinde rakibe yatay eksen boyunca doğrusal olarak atılan top, fileye takılır ve rakibin yarı sahasına geçemez. Topun, rakibin yarı sahasına ulaşabilmesi için sadece ileriye doğru değil aynı zamanda yukarı doğru bir hareket bileşeninin de olması gerekir. Bu durumda topun rakibin yarı sahasına ulaşabilmesi için hem hız hem de yön önemlidir.

**Sporcu pinpon topuna rakibinin yarı sahasına geçecek şekilde vurduğu andan itibaren topun hızının yatay ve düşey bileşenlerinde zamanla bir değişim meydana gelir mi?**

**Masa tenisinde olduğu gibi futbol veya basketbol maçlarında da sporcuların topa vurma veya topu atma şekli topların gideceği mesafeyi etkiler mi?**

**Aynı yatay hız büyüklüğü ile denize taş atan farklı boylardaki iki arkadaşın attıkları taşların yatay doğrultuda gideceği mesafe için ne söylenebilir?**



Masa tenisi oynayan sporcu

### 1.6. Etkinlik



Adı	İKİ BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET
Amaç	Sabit hızlı ve sabit ivmeli hareket arasındaki ilişkiyi yorumlayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz. Her bir grup için bir temsilci seçiniz.
- Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. “1. HAREKET” butonuna tıklayınız.
- “BAŞLAT” butonuna tıklayarak yerden belirli bir yükseklikte bulunan ve ilk hızı sıfırdan farklı olarak atılan futbol topunun hareketini gözlemleyiniz. Topun yere düşünceye kadar geçen süre için yatay ve düşey doğrultularda sahip olduğu hız büyüklüklerini Tablo 1’e, yer değiştirme büyüklüklerini Tablo 2’ye yazınız.



Tablo 1

Zaman	Yatay Doğrultudaki Hız Büyüklüğü	Düşey Doğrultudaki Hız Büyüklüğü
$t_0 = 0$		
$t_1 = t$		
$t_2 = 2t$		
$t_3 = 3t$		

► Tablo 2

Zaman	Yatay Doğrultudaki Yer Değişirmesi	Düşey Doğrultudaki Yer Değişirmesi
$t_0 = 0$		
$t_1 = t$		
$t_2 = 2t$		
$t_3 = 3t$		

4. Birinci animasyonda belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda  $\vec{v}_0$  ilk hızı ile atılan topun yere çarpıncaya kadar geçen süre için yatay ve düşey doğrultularda sahip olduğu hız büyüklüklerinin değişimini grup arkadaşlarınızla tartışarak karşılaştırınız.

5. Birinci animasyonda belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda  $\vec{v}_0$  ilk hızı ile atılan topun yere çarpıncaya kadar geçen süre için yatay ve düşey doğrultularda yaptığı yer değiştirme büyüklüklerini Tablo 2'den yararlanarak ve grup arkadaşlarınızla tartışarak karşılaştırınız.

6. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız ve “2. HAREKET” butonuna tıklayınız.
7. “BAŞLAT” butonuna tıklayınız. Yatay eksenle belirli bir açı yapılarak ve ilk hızı sıfırdan farklı olarak atılan topun hareketini gözlemleyiniz. Topun yere düşünceye kadar geçen süre için topun yatay ve düşey doğrultularda sahip olduğu hız büyüklüklerini Tablo 3'te, yaptığı yer değiştirmeyi ise Tablo 4'te ilgili alana yazınız. Tablo 3 ve Tablo 4'teki ilgili bölümleri bu tabloların içinde verilen örneklerden yararlanarak doldurunuz.



Tablo 3

Zaman	Yatay Doğrultudaki Hız Büyüklüğü	Düşey Doğrultudaki Hız Büyüklüğü	Topun Bileşke Hız Büyüklüğü
$t_0 = 0$	$v_x = v \cdot \cos \alpha$	$v_y = v \cdot \sin \alpha$	$v^2 = v_x^2 + v_y^2$
$t_1 = t$			
$t_2 = 2t$			
$t_3 = 3t$			
$t_4 = 4t$			

Tablo 4

Zaman	Yatay Doğrultuda Atıldığı Noktaya Uzaklığı (birim)	Yatay Doğrultudaki Yer Değişirmesinin Matematiksel Modeli	Düşey Doğrultuda Atıldığı Noktaya Uzaklığı (birim)
$t_0 = 0$	0	0	0
$t_1 = t$	4	$v_x \cdot t = x$	6
$t_2 = 2t$			
$t_3 = 3t$			
$t_4 = 4t$			

- 8. İkinci animasyondaki topun yatay ve düşey doğrultularda aynı sürede sahip olduğu hız büyüklüklerinin değişimini Tablo 3'ten yararlanarak karşılaştırınız.

9. İkinci animasyondaki topun aynı zamanda bulunduğu konumları Tablo 4'ten yararlanarak karşılaştırınız.

10. Her iki animasyondaki topun yatay ve düşey doğrultulardaki hareketini açıklayınız.

11. Her iki animasyon için yer çekimi ivmesi ile topların düşey ve yatay doğrultularda ulaştığı hız büyüklüklerindeki değişim arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

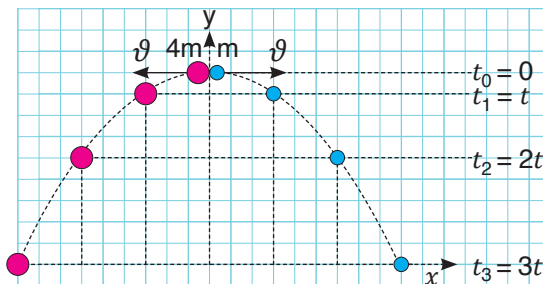
12. Grup olarak topun iki boyutta sabit ivmeli hareketine yönelik iddialarınızı ve iddialarınızın gerekçesini ifade ediniz. Fikirlerinizi grup temsilcisi aracılığıyla sınıfa sunarak varsa diğer grupların karşıt iddialarına yönelik çürütücü fikirlerinizi açıklayınız.

13. İki boyutta sabit ivmeli hareket yapan topların hareketi ile ilgili tartışma sonucunda ulaştığınız genellemeleri yazınız.

### Değerlendirme

1. Kütleleri farklı iki cisim, hava direncinin ihmal edildiği bir ortamda şekilde gösterildiği gibi herhangi bir yükseklikten aynı hız büyüklükleri ile atılmaktadır. Şekli inceleyerek verilen tabloları doldurunuz. Cisimlerin ivme büyüklüklerinin kütleleri ile ilişkisi üzerine çıkarım yapınız. (Şekilde kareler eşit bölmelendirilmiştir.)

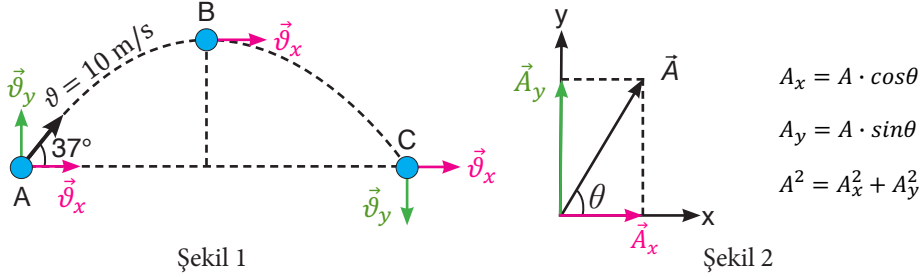
Zaman Aralığı	Düşey Doğrultudaki Yer Değişirme (birim)
	Kütle = 4m
(0-t)	
(t-2t)	
(2t-3t)	



Zaman Aralığı	Yatay Doğrultudaki Yer Değişirme (birim)	
	Kütle = 4m	Kütle = m
(0-t)		
(t-2t)		
(2t-3t)		

Zaman Aralığı	Düşey Doğrultudaki Yer Değişirme (birim)
	Kütle = m
(0-t)	
(t-2t)	
(2t-3t)	

- 2. Şekil 2, A vektörünün yatay eksenle yaptığı açıya göre vektörün bileşenlerinin matematiksel ifadelerini göstermektedir.

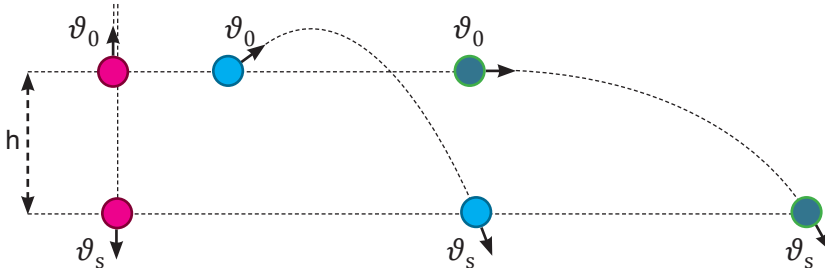


Şekil 2'deki gibi A vektörü yatay eksenle yaptığı açıya bağlı olarak bileşenlerine ayrıldığına göre Şekil 1'de gösterilen topun A, B ve C noktalarındaki yatay ve dikey hız bileşenlerinin büyüklüğü ile bu noktalarındaki bileşke hızın büyüklüğünü bularak aşağıdaki tabloyu doldurunuz. ( $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,6$ ;  $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$  alınız.)

Hız	Yatay Hız	Düsey Hız	Bileşke Hız
A			
B			
C			

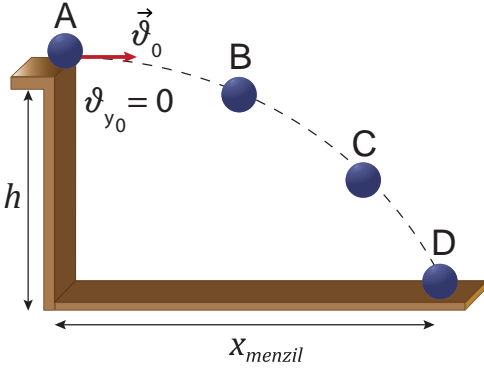
3. Boya topu [paintball (peintbol)] oyunu sırasında bir oyuncu, aynı mesafede bulunan iki rakip oyuncuya sırayla atış yapar ancak sadece birini vurabilir. Oyuncunun diğer rakibini vuramama sebebini iki boyutta sabit ivmeli hareket bağlamında açıklayınız. (Oyuncuların boylarını eşit kabul ediniz.)

**H**ava sürtünmesinin ihmal edildiği bir ortamda yerden yatay eksenle açı yapacak şekilde veya belli bir yükseklikten yatay doğrultuda atılan cisim, atıldığı andan itibaren yalnızca yer çekimi ivmesinin etkisi altında hareket eder. Cisim, bu etki ile dikey doğrultuda sabit ivmeli hareket yapar. Yatay doğrultuda ise cisme etki edecek bir kuvvet olmadığından cismin sahip olduğu hız büyüklüğü değişmez. Cisimler iki boyutlu harekette aynı anda hem yatay hem de dikey doğrultularda yol alır. Örneğin Şekil 1.9'da pembe top sadece dikey doğrultuda yol aldığından topun yaptığı hareket bir boyutta **serbest düşme hareketi**dir. Mavi ve yeşil toplar, aynı anda hem yatay hem de dikey doğrultularda yol alarak serbest düşme hareketi yapar.



▲ Şekil 1.9: Aynı yükseklikten farklı doğrultularda atılan toplar

Aynı anda hem yatay hem dikey doğrultularda hareket eden cisimlerin hareketine **iki boyutta sabit ivmeli hareket** adı verilir.



▲ **Şekil 1.10:** Cismin iki boyutta serbest düşme hareketi

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda  $h$  yüksekliğindeki A noktasından  $\vec{v}_0$  ilk hızı ile Şekil 1.10'da görüldüğü gibi atılan cisim, atıldığı andan itibaren yer çekimi etkisi ile düşey doğrultuda hızlanarak hareket eder. Cisim, hareketi süresince  $\vec{v}_0$  yatay hızıyla B ve C noktalarından geçip D noktasında yere çarpar. Şekildeki gibi düşey ilk hızı sıfır olarak atılan cismin yere düşme süresi

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

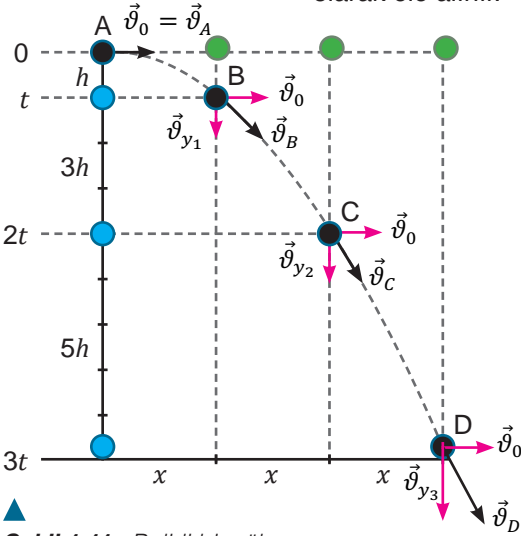
matematiksel modelinden hesaplanır. Cismin yere düşme süresi, atıldığı yüksekliğe bağlıdır.

Cismin atıldığı noktadan itibaren yatay doğrultuda gittiği en uzak mesafe olan menzil

$$x_{\text{menzil}} = v_0 \cdot t$$

matematiksel modelinden hesaplanır. Cismin menzili, atıldığı noktadan itibaren yatay  $\vec{v}_0$  hızı ile yere düşüncüye kadar geçen süreye bağlıdır.

Serbest düşme hareketinde  $\vec{v}_0$  yatay hızıyla atılan cisim iki boyutta hareket ettiğinden yatay ve düşey eksenler üzerindeki hareketleri birbirinden bağımsız olarak ele alınır.



▲ **Şekil 1.11:** Belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda ilk hız ile atılan cismin hareketi

Sürtünmesi ihmal edilen bir ortamda Şekil 1.11'deki gibi serbest düşme hareketi yapan bir cismin yatay doğrultudaki hareketini cismin yatay hızı belirler.  $t = 0$  anında  $\vec{v}_0$  hızı ile atılan cismin yatay hızının büyüklüğü ( $v_x$ ), cisme yatay doğrultuda etki eden bir kuvvet olmadığından hareketi süresince değişmez.

Bu durumda  $v_x = v_0$  olur.

Cismin her bir birim zamanda yatay doğrultudaki yer değiştirmeleri eşittir (Şekil 1.11'deki yeşil noktalar). Bu durumda cisim, sabit hızlı hareket yapar.

Cisim, düşey doğrultuda yer çekimi ivmesi ile hareket ettiğinden cismin düşey doğrultudaki yer değiştirmesi yer çekimi ivmesine bağlı olarak zamanla artar

(Şekil 1.11'deki mavi noktalar). Bu durumda cisim düşey doğrultuda ilk hızı sıfır olan serbest düşme hareketi yapar.

Cismin düşey doğrultuda sahip olduğu hız büyüklüğü

$$v = g \cdot t$$

matematiksel modeliyle hesaplanır.  $v = g \cdot t$  ifadesinden  $t$  çekilirse  $t = \frac{v}{g}$  yazılır. Bu ifade  $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  matematiksel modelinde yerine yazıldığında zaman niceliğinin olmadığı  $v^2 = 2 \cdot g \cdot h$  elde edilir.

Cismin herhangi bir noktadaki bileşke hızın büyüklüğü ise

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2$$

matematiksel modelinden bulunur. Tablo 1.3, belirli bir yükseklikten yatay  $v_0$  ilk hızı ile atılan cismin zamana bağlı değişen hız büyüklüklerini göstermektedir.

**Tablo 1.3:**  $v_0$  İlk Hızı İle Atılan Cismin Hız Büyüklükleri

Zaman	Yatay Hız	Düşey Hız	Bileşke Hız
0	$v_0$	0	$v_A = v_0$
$t$	$v_0$	$v_{y_1} = g \cdot t$	$v_B = \sqrt{v_0^2 + v_{y_1}^2}$
$2t$	$v_0$	$v_{y_2} = g \cdot 2t$	$v_C = \sqrt{v_0^2 + v_{y_2}^2}$
$3t$	$v_0$	$v_{y_3} = g \cdot 3t$	$v_D = \sqrt{v_0^2 + v_{y_3}^2}$

Cismin yatay doğrultuda aldığı yol  $x = v_0 \cdot t$ ,

düşey doğrultuda aldığı yol  $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

matematiksel modelinden hesaplanır.

Tablo 1.4, belirli bir yükseklikten yatay  $v_0$  ilk hızı ile atılan cismin yatay ve düşey eksenlerdeki zamana bağlı yer değiştirmesinin büyüklüğünü göstermektedir.

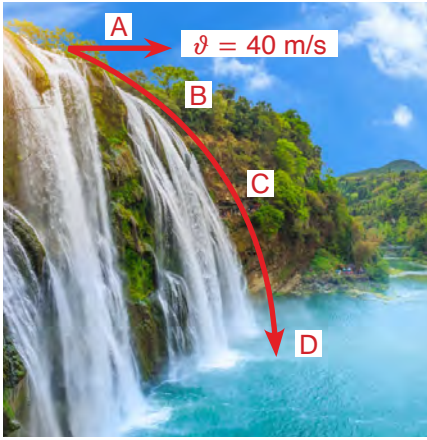
**Tablo 1.4:**  $v_0$  İlk Hızı İle Atılan Cismin Yatay ve Düşey Eksenlerdeki Yer Değiştirmesi

Zaman	Yatay Eksenlerdeki Yer Değiştirmesi	Düşey Eksenlerdeki Yer Değiştirmesi
0	0	0
$t$	$v_0 \cdot t = x$	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$2t$	$v_0 \cdot 2t = 2x$	$4h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (2t)^2$
$3t$	$v_0 \cdot 3t = 3x$	$9h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (3t)^2$



Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

## Örnek



Yandaki görselde bir şelalenin dikey kesiti gösterilmektedir. Şelale tabanından 45 m yüksekte bulunan A noktasından yatay doğrultuda 40 m/s hızla akan su kütlesi, sırasıyla 1 ve 2. s'de B ve C noktalarından geçerek D noktasında şelale tabanına ulaşmaktadır.

**Buna göre su kütlesinin**

- B ve C noktalarında şelale tabanından yüksekliklerini hesaplayınız.
- B, C ve D noktalarında yatay, düşey ve bileşke hız büyüklüklerini bulunuz.
- Yatay doğrultudaki yer değiştirmesinin büyüklüğünü hesaplayınız.

## Çözüm

(Sürtünmeleri ihmal ediniz.  $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

- a) Su kütlesinin B ve C noktalarında şelale tabanından yüksekliklerini bulmak için

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \text{ matematiksel modeli kullanılır.}$$

Su kütlesinin A noktasından B noktasına gelene kadar düşey doğrultuda yapmış olduğu yer değiştirmesinin büyüklüğü

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1^2 = 5 \text{ m bulunur.}$$

B noktasının şelale tabanından yüksekliği ise  $45 - 5 = 40 \text{ m}$  hesaplanır.

Su kütlesinin A noktasından C noktasına gelene kadar düşey doğrultuda yapmış olduğu yer değiştirmesinin büyüklüğü

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = 20 \text{ m bulunur.}$$

C noktasının şelale tabanından yüksekliği ise  $45 - 20 = 25 \text{ m}$  bulunur.

- b) Suyun D noktasına ulaşma süresi  $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$  matematiksel modelinden 3 s olarak hesaplanır.

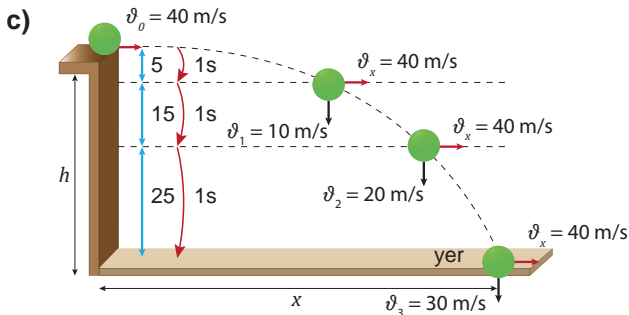
Buna göre su kütlesinin B, C ve D noktalarında sahip olduğu hız büyüklükleri

$$v^2 = v_x^2 + v_y^2 \text{ matematiksel modelinden bulunur. Su kütlesinin}$$

$$\text{B noktasındaki hız büyüklüğü } v_B = \sqrt{40^2 + 10^2} = 10\sqrt{17} \text{ m/s,}$$

$$\text{C noktasındaki hız büyüklüğü } v_C = \sqrt{40^2 + 20^2} = 20\sqrt{5} \text{ m/s,}$$

$$\text{D noktasındaki hız büyüklüğü } v_D = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50 \text{ m/s olarak hesaplanır.}$$



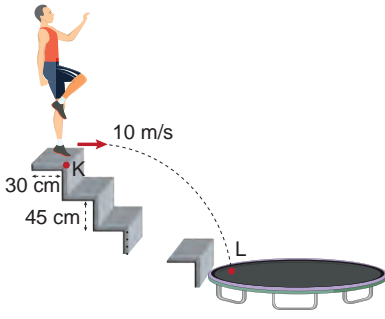
Şekildeki yeşil renkli topların hareketi ile su kütlesinin hareketi arasında bir analogi kurulduğunda su kütlesinin yatay doğrultudaki yer değiştirmesinin büyüklüğü

$$x = v_0 \cdot t = 40 \cdot 3 = 120 \text{ m bulunur.}$$

Hesaplanan veriler yandaki gibi gösterilebilir.



## 1.22. Soru



Bir sirk gösterisinde akrobatın gösteri yapması için şekildeki gibi merdiven şeklinde bir platform kurulmuştur. Akrobat merdivenin en üst basamağından 10 m/s hızla atlayarak L noktasına gelmekte, L noktasına yerleştirilmiş esnek cisim sayesinde zıplayarak yere takla atarak inmektedir.

**Merdivenin basamak genişliği 30 cm ve yüksekliği 45 cm olduğuna göre L noktası kaçınıcı basamaktadır? Hesaplayınız.**

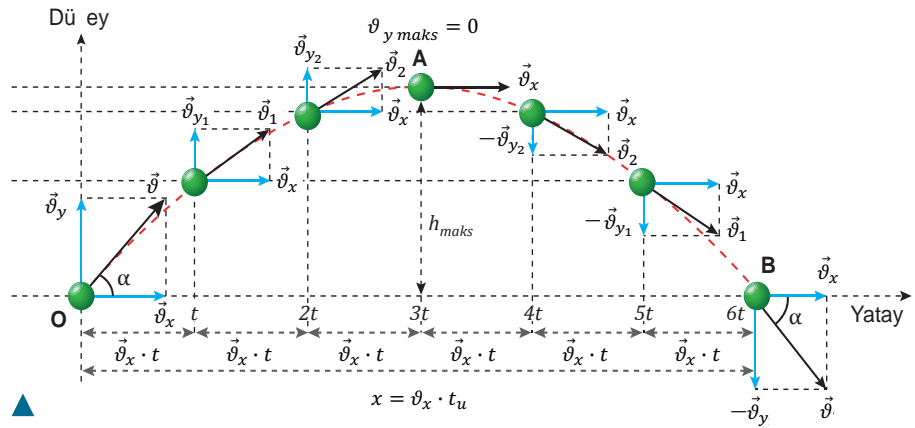
( $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız. Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

## Cevap

## Hızın Bileşenleri

Cismin başlangıçtaki atılma hızı  $\vec{v}$ 'nin yatay bileşeni  $v_x = v \cdot \cos \alpha$  ve düşey bileşeni  $v_y = v \cdot \sin \alpha$  matematiksel modelinden hesaplanır.

Şekil 1.12, sürtünmenin ihmal edildiği ve yer çekimi ivmesinin  $g$  büyüklüğünde olduğu bir ortamda O noktasından yatay eksenle  $\alpha$  açısı yapacak şekilde  $\vec{v}$  hızı ile atılan bir cismin hareketini göstermektedir.



Şekil 1.12: Cismin iki boyutta sabit ivmeli hareketi

Cisim, aynı anda yatay ve düşey doğrultularda (iki boyutta) yol izleyerek B noktasında  $6t$  süre sonra yere çarpmaktadır.

Cisim maksimum yüksekliğe çıkıncaya kadar geçen süreye  $t_{\text{çıkış}}$  ve buradan yere ininceye kadar geçen süreye  $t_{\text{iniş}}$  süresi denir. Cismin çıkış ve iniş süreleri birbirine eşittir ( $t_{\text{çıkış}} = t_{\text{iniş}}$ ). Cismin havada kalma süresi için

$$t_{\text{uçuş}} = t_{\text{çıkış}} + t_{\text{iniş}} = 2 t_{\text{çıkış}} = 2 t_{\text{iniş}}$$

yazılabilir. Cismin düşey doğrultudaki hız büyüklüğü  $v_s = v_0 - g \cdot t$  matematiksel modelinden hesaplanır.

Cisim maksimum yüksekliğe ulaştığında son hızı sıfır olur. Bu durumda modelde  $v_y$  yerine 0,  $t$  yerine  $t_{çıkış}$  yazıldığında  $t_{çıkış} = \frac{v_y}{g}$  elde edilir.  $t_{uçuş}$  için ise  $t_{uçuş} = \frac{2 \cdot v_y}{g}$  matematiksel modeli yazılır.

Cisim Şekil 1.12'deki gibi O noktasından atıldıktan sonra yatay doğrultuda sabit  $\vec{v}_x$  hızı ile düzgün doğrusal hareket eder. Cismin yatay hız bileşeninin hareketi, Şekil 1.13'te gösterildiği gibi olur.

Hız-zaman grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alan cismin menzilin verir. Menzil

$$x_{menzil} = v_x \cdot t_{uçuş}$$

matematiksel modeli ile hesaplanır.

Cismin başlangıçta sahip olduğu  $v_y$  hız büyüklüğü, yer çekimi etkisiyle düşey doğrultuda her bir zaman aralığında azalır. Cismin düşey doğrultuda  $t_1$  ve  $t_2$  anlarındaki hız büyüklükleri

$$v_{y1} = v_y - g \cdot t_1 \quad \text{ve} \quad v_{y2} = v_y - g \cdot t_2$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır.

Cismin düşey doğrultudaki hız büyüklüğü sıfır olduğunda çıkabileceği en yüksek noktaya **maksimum yükseklik** ( $h_{maks}$ ) denir.  $v-t$  grafiğinden yararlanarak A noktasının yerden yüksekliği

$$h_{maks} = \frac{v_y \cdot t_{çıkış}}{2} = \frac{v_y^2}{2g}$$

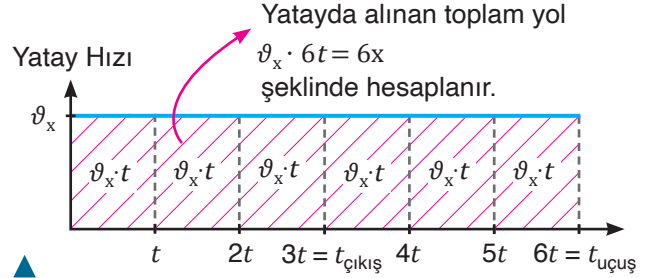
matematiksel modeli ile hesaplanır.

Şekil 1.12'deki cismin düşey hız bileşeninin zamana bağlı grafiği Şekil 1.14'te gösterilmiştir.

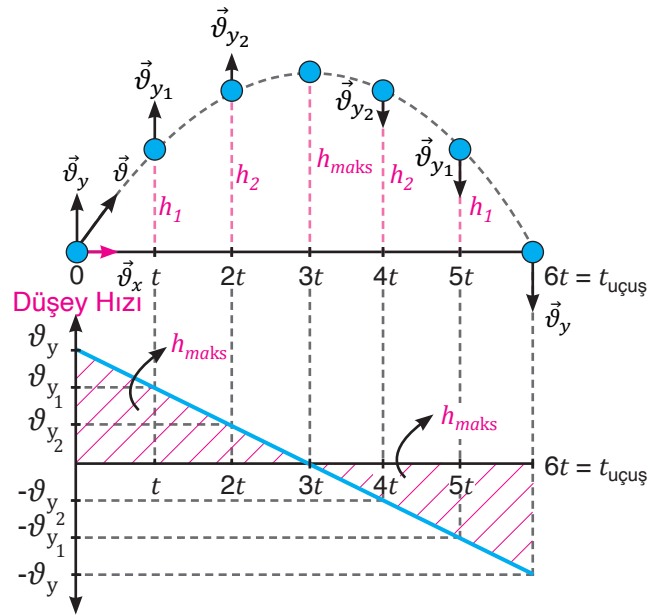
$\vec{v}$  hızıyla atılan bir cismin iki boyutta yapmış olduğu serbest düşme hareketinin düşey bileşenine ait matematiksel modeller Tablo 1.5'te verilmiştir.

**Tablo 1.5:** İki Boyutta Serbest Düşme Hareketinin Düşey Bileşenine Ait Matematiksel Modeller

Düşey Yukarı Hareket	İlk Hızsız Düşey Aşağı Hareket
$h = v_y \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$v_{y1} = v_y - g \cdot t$	$v = g \cdot t$
$v^2 = v_y^2 - 2 \cdot g \cdot h$	$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$

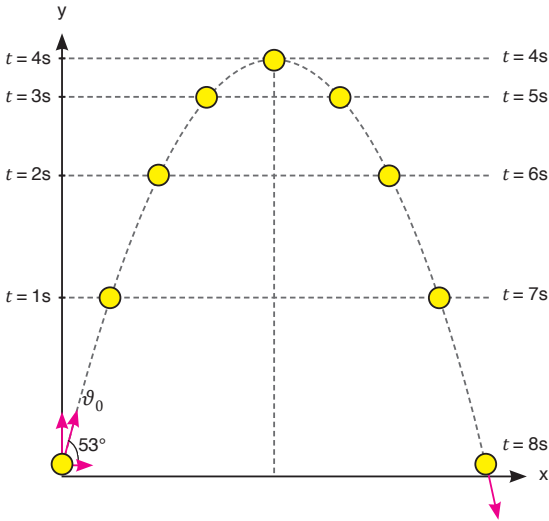


**Şekil 1.13:** Cismin yatay hız bileşeninin hız-zaman grafiği



**Şekil 1.14:** Cismin düşey hız bileşeninin hız-zaman grafiği

## Örnek



Bir tenis topu, top atma makinesi ile yatay doğrultuyla  $53^\circ$  açı yapacak şekilde  $v_0$  hızı ile atılmaktadır. Top 8 s sonra yanda modellenen yörüngeyi izleyerek yere çarpmaktadır.

**Buna göre topun**

- Yatay ve düşey hız bileşenlerinin büyüklüklerini,
6. s'de yerden yüksekliğini,
- Her 1 s'de düşey doğrultudaki yer değişirme büyüklüklerini hesaplayarak şekil üzerinde gösteriniz.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz ve  $\sin 53^\circ = 0,8$ ;  $\cos 53^\circ = 0,6$ ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

## Çözüm

- a) Topun hareket süresi 8 s olduğundan top 4 s'de maksimum yüksekliğe çıkar ve bu noktaya ulaştıktan 4 s sonra yere çarpar. Topun düşey hızı 4. s'de sıfırlandığına göre ilk hızının düşey bileşeninin büyüklüğü 40 m/s olmalıdır. Topun ilk hızının düşey bileşeninin büyüklüğü farklı bir yöntemle

$$\frac{v_{0y}}{g} = t_{çıkış} \text{ matematiksel modelinden } \frac{v_{0y}}{10} = 4, \quad v_{0y} = 40 \text{ m/s bulunur.}$$

Topun başlangıçtaki düşey hız bileşeninin büyüklüğü ve yatay eksenle yaptığı açı bilindiğinden topun atılma hızı  $v_{0y} = v_0 \cdot \sin \alpha$  bağıntısından  $40 = v_0 \cdot 0,8$   $v_0 = 50 \text{ m/s}$  bulunur.

Topun yatay hız bileşeninin büyüklüğü ise  $v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$  bağıntısından  $v_{0x} = 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ m/s}$  olarak hesaplanır.

Topun yukarı doğru düşey hız bileşeninin büyüklüğü  $v = v_0 - gt$ ,

aşağı doğru düşey hız bileşeninin büyüklüğü  $v = v_0 + gt$  matematiksel modelinden yararlanılarak hesaplanır. Elde edilen veriler aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir.

Zaman (s)	Düşey Hız Bileşeninin Büyüklüğü (m/s)	Yatay Hız Bileşeninin Büyüklüğü (m/s)
	$v_y = v_{0y} - g \cdot t$ $v_{0y} = 40 \text{ m/s}$	$v_{0x} = v_0 \cdot \cos \alpha$ $v_{0x} = 30 \text{ m/s}$
0.	40	30
1.	30	30
2.	20	30
3.	10	30
4.	0	30
	$v_y = v_{0y} + g \cdot t$	$v_{0x} = 30 \text{ m/s}$
5.	10	30
6.	20	30
7.	30	30
8.	40	30

- b) Topun 6. s'deki yüksekliği, maksimum noktaya ulaştıktan 2 s sonraki konumudur. Maksimum yüksekliğe 4 s'de ulaşan topun, tepe noktasından düşey doğrultuda hareket ederken 2. s'deki yer değiştirmesi maksimum yükseklikten çıkarılırsa 6. s'deki yerden yüksekliği bulunur. Bu durumda  $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_1^2$ ,  $h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4^2 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = 60$  m bulunur.

Farklı bir yöntem olarak topun 6 ve 8. s'deki hız büyüklükleri ele alınır. Zamansız hız matematiksel modeli kullanılırsa

$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$  matematiksel modelinde 6. s'de düşey hızı  $v_0 = 20$  m/s ile 8. s'de düşey hızı  $v = 40$  m/s yazılırsa topun yerden yüksekliği

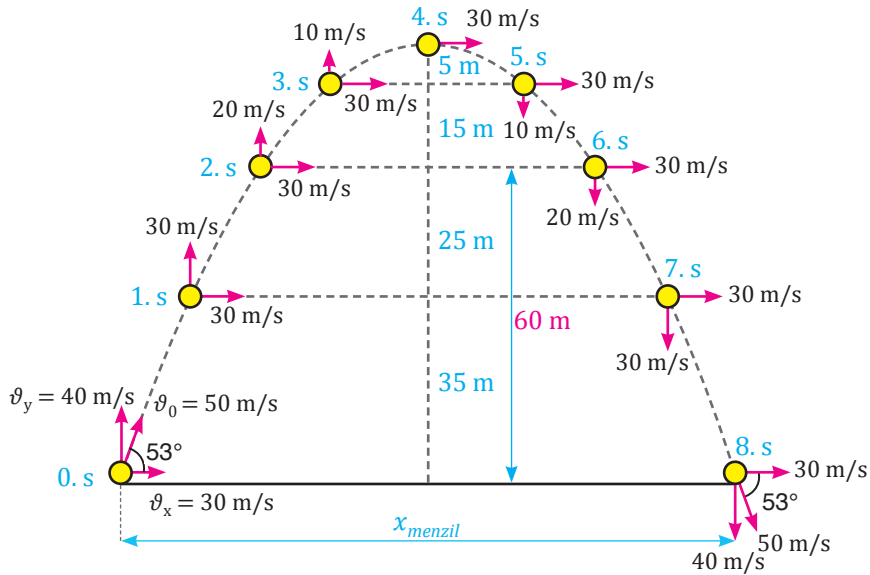
$$40^2 = 20^2 + 2 \cdot 10 \cdot h$$

$h = 60$  m bulunur.

- c) Topun yukarı çıkarken düşey doğrultudaki yer değiştirmesinin büyüklüğü  $v^2 = v_0^2 - 2 \cdot g \cdot h$  ve aşağı inerken düşey doğrultudaki yer değiştirmesinin büyüklüğü  $v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$  matematiksel modelleri ile hesaplanır. Buna göre her bir zaman aralığında hesaplanan topa ait yer değiştirme büyüklükleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Zaman Aralığı (s)	Düşey Doğrultudaki/Eksendeki Yer Değiştirmesi (m)	Zaman Aralığı (s)
(0-1)	35	(7-8)
(1-2)	25	(6-7)
(2-3)	15	(5-6)
(3-4)	5	(4-5)

Top için hesaplanan değerler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir:





## Örnek



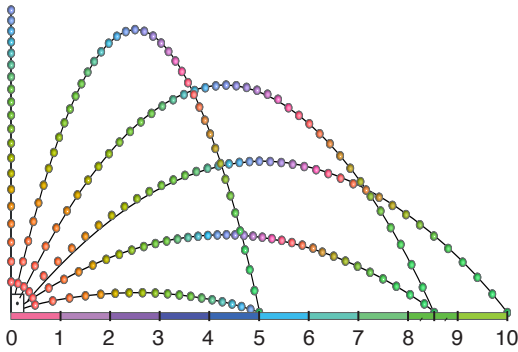
TÜBİTAK Bilim Şenlikleri kapsamında Uzay ve Havacılık Kulübü öğrencileri tarafından açık alanda tüm güvenlik önlemleri alınarak su roketi yarışması düzenlenmiştir. Yarışmanın amacı, su roketinin en uzağa gitmesini sağlamaktır. Yandaki görsel, yarışmada tasarımcısına birinciliği kazandıran plastik su roketini göstermektedir.

**Buna göre bir öğrenci su roketini hava sürtünmesinin ihmal edildiği ortamda hangi değişkenleri dikkate alarak tasarlamalıdır?**

## Çözüm

Hava sürtünmesi önemsenmediğinde roketin şeklinin, kanat sayısının ve içindeki su miktarının bir önemi olmaz. Bu durumda fırlatma hızı ve fırlatma açısına dikkat edilerek tasarlanan roket yarışmayı kazanacaktır.

## 1.24. Soru



Bir futbolcu tarafından kaleye farklı açılarla altı ayrı şut çekilmiştir. Futbolcu şut çekimlerinde topa aynı büyüklükteki hızla ve aynı yerden vurmaktadır. Topların kalenin önündeki zemine düştüğü noktalar şekilde gösterilmiştir.

**Buna göre**

- a) Futbolcunun her bir atışı arasındaki açının eşit olduğunu göz önünde bulundurarak şekildeki verilerle tabloyu doldurunuz.

Yatay Doğrultu ile Yapılan Aç	Yatay Doğrultudaki Yer Değiştirmesi

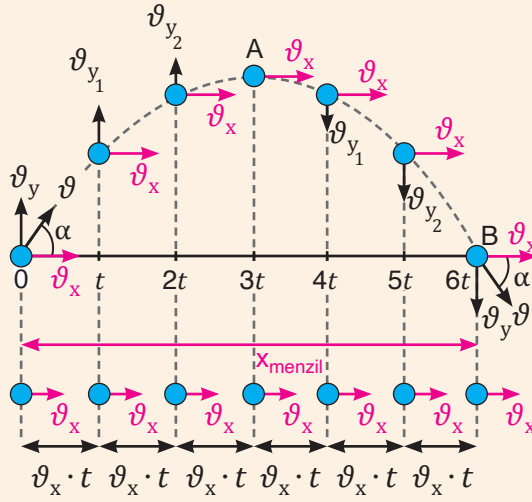




## Kontrol Noktası

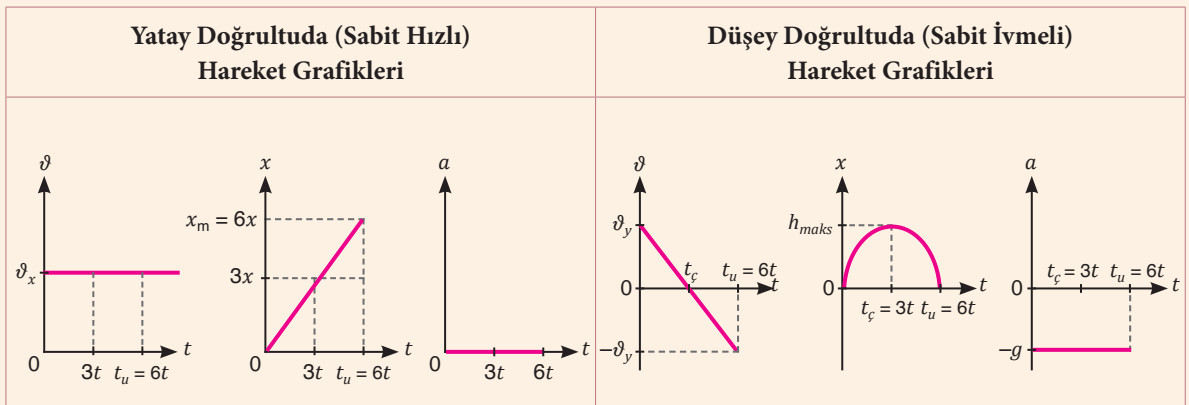


Bir cisim yatayla  $\alpha$  açısı yapacak şekilde atıldığı andan itibaren  $6t$  süre sonunda yere çarptığına göre cismin iki boyutta serbest düşme hareketine ait şekil aşağıdaki gibi olur:



Tabloda iki boyutta sabit ivmeli hareket yapan cismin yatay ve düşey doğrultulardaki hareketine ait matematiksel modeller ile ilgili grafikler verilmiştir:

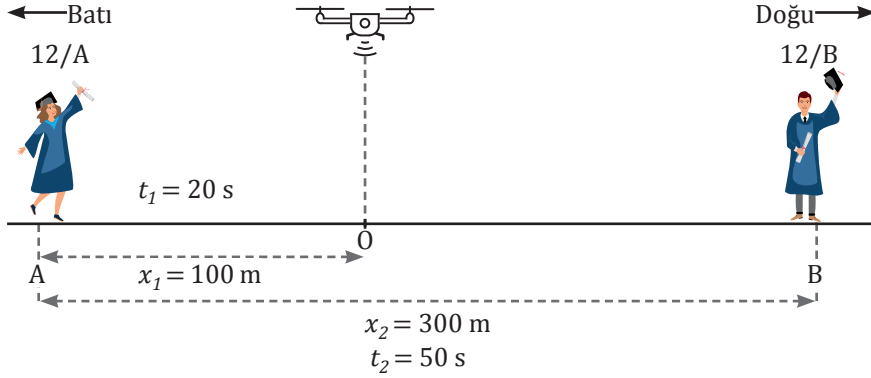
Yatay Doğrultuda Hareket (Sabit Hızlı Hareket)		Düşey Doğrultuda Hareket (Sabit İvmeli Hareket)	
(0-3t) Zaman Aralığı	(3t-6t) Zaman Aralığı	(0-3t) Zaman Aralığı (İlk hızı sıfırdan farklı olarak yukarı yönlü serbest düşme)	(3t-6t) Zaman Aralığı (İlk hızı sıfır olan aşağı yönlü serbest düşme)
$x = v_x \cdot t$ $x_{\text{menzil}} = v_x \cdot t_{\text{uçuş}}$		$h = v_y \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ $v_{y1} = v_y - g \cdot t$ $v^2 = v_y^2 - 2 \cdot g \cdot h$	
		$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ $v = g \cdot t$ $v^2 = 2 \cdot g \cdot h$	



# 1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda üniteye ilişkin bilgi ve becerileri yoklayan bağlama dayalı toplam 9 soru verilmiştir. Soruların cevaplarını verilen alanlara yazınız.

1. Bir mezuniyet töreninde sabit süratle hareket eden bir dron ile video ve fotoğraf çekilmektedir. Dron şekildeki gibi O noktası hizasından batı yönünde 20 s'de 100 m hareket ettirilerek A noktasında bulunan öğrencinin görüntüsünü 30 s boyunca çeker. Dron A noktasından başka bir öğrencinin görüntüsünü çekmek için doğu yönüne 50 s'de 300 m yol aldırılarak B noktasına getirilir.



Buna göre

- a) Dronun hareketi süresince hesapladığınız konum ve alınan yol büyüklüklerini Tablo 1'e, yer değiştirme ve hız büyüklüklerini Tablo 2'ye yazınız.

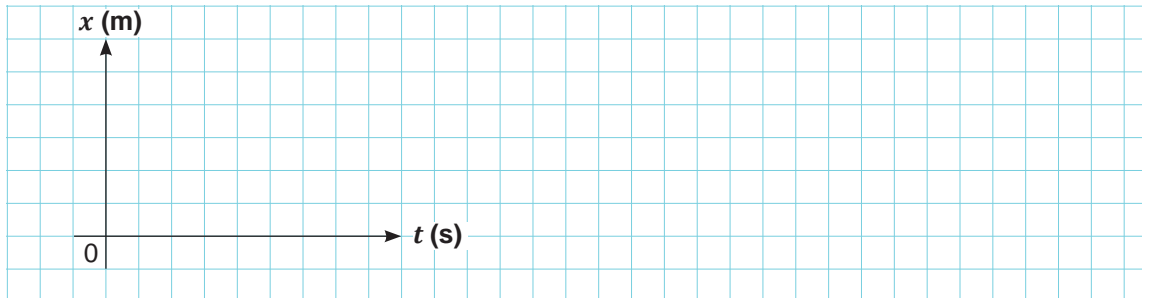
Tablo 1

Zaman	Konum	Alınan Yol
0. s		
20. s		
50. s		
100. s		

Tablo 2

Zaman Aralığı	Yer Değiştirme	Hız
(0-20) s		
(20-50) s		
(50-100) s		

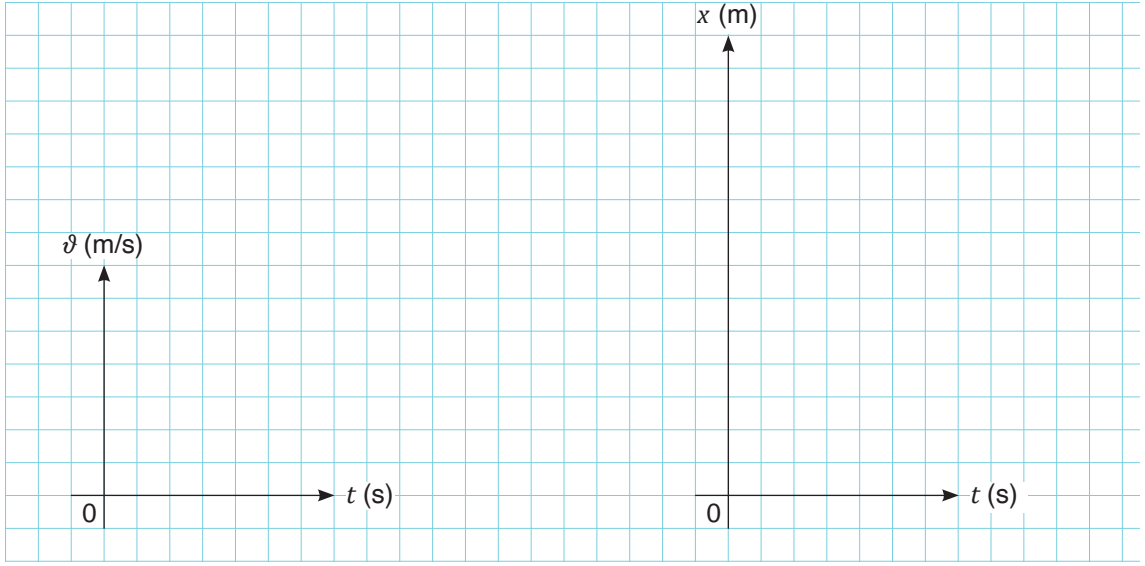
- b) Dronun hareketine ilişkin  $x-t$  grafiğini eksenleri verilen aşağıdaki grafik üzerinde çizerek yer değiştirmesinin, ortalama hızının ve ortalama süratinin matematiksel modelini yazınız.





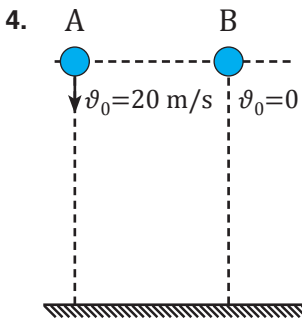


- b) A sporcusunun hareket grafiklerinden yararlanarak B sporcusuna ait  $a-t$  grafiğini  $v-t$  ve  $x-t$  grafiğine dönüştürünüz.



- c) A ve B sporcularının hareket grafiklerini doğrulayan hız, yer değiştirme ve ivme kavramlarına yönelik matematiksel modelleri yazınız.

- ç) Yatay doğrultuda sabit ivmeli harekete ait grafikler ve matematiksel modeller arasındaki ilişkiyi kendi cümlelerinizle ifade ediniz.



Nilay öğretmen, öğrencilerine hava direncinin ihmal edildiği bir ortamda kütleleri sırasıyla  $m$  ve  $2m$  olan iki cismin serbest düşme hareketini yavaş çekimde gösteren videoları izletir. Bu videolarda şekildeki gibi ilk hızının büyüklüğü  $20 \text{ m/s}$  olan A cisminin ve ilk hızı sıfır olan B cisminin belirli bir yükseklikten serbest bırakıldığı gözlemlenir. Öğrenciler videoları inceler ve her  $1 \text{ s}$  sonunda cisimlerin hız ve yer değiştirme büyüklüklerini kaydederek aşağıdaki tabloyu doldururlar.

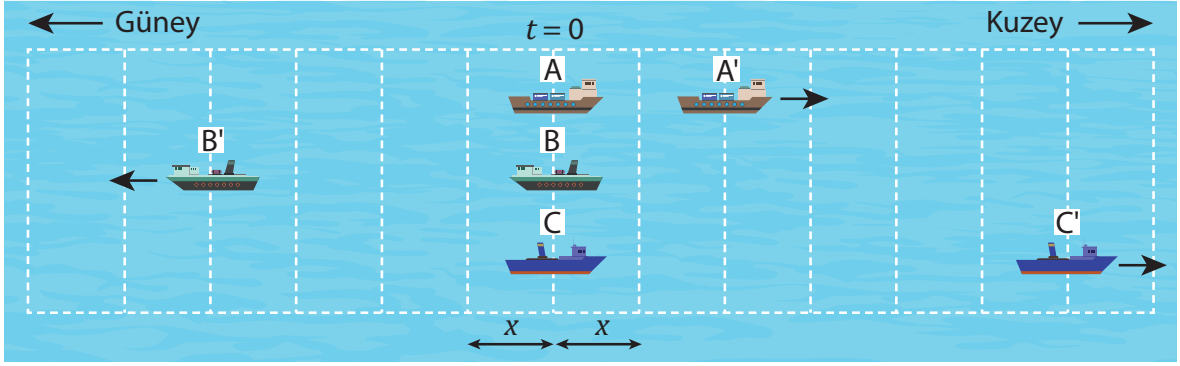
Zaman	A Cisminin Hız Büyüklüğü (m/s)	A Cisminin Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	B Cisminin Hız Büyüklüğü (m/s)	B Cisminin Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)
$t = 0$	20	0	0	0
$t = 1. \text{ s}$	30	25	10	5
$t = 2. \text{ s}$	40	60	20	20
$t = 3. \text{ s}$	50	105	30	45
$t = 4. \text{ s}$	60	160	40	80







7. Çanakkale Boğazı'ndaki gemi trafiğinin her iki yönde de açık olduğu bir zaman diliminde A, B ve C gemilerinin başlangıç konumları şekilde gösterilmektedir.



Gemiler başlangıçta durmakta iken  $t = 0$  anında harekete başlamıştır. A ve C gemileri kuzey yönüne, B gemisi ise güney yönüne hareket etmektedir. Şekildeki her bir aralığın eşit uzunlukta olduğu kabul edilmiş ve A, B ve C gemilerinin  $t$  süre sonra geldiği konumlar sırasıyla A', B' ve C' olarak belirtilmiştir.

**Kuzey pozitif yön, güney ise negatif yön olarak kabul edildiğine göre**

- a) A, B ve C gemilerinin  $t$  süre sonra  $v_a$ ,  $v_b$  ve  $v_c$  hız büyüklüklerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.


- b) A gemisinin ivme büyüklüğünün a olduğunu kabul ederek B ve C gemilerinin ivmelerini a cinsinden ifade ediniz.


- c) **Gemilerin hareketlerine ilişkin**

- I. C gemisi  $t$  süre sonra en büyük hıza sahiptir.  
 II. A ve C gemileri pozitif, B gemisi negatif ivmeye sahiptir.  
 III. Gemilerin eşit zaman aralıklarındaki yer değiştirmeleri eşittir.  
 IV. B gemisi  $t$  süre sonra en küçük hıza sahiptir.

**genellemelerinden hangileri doğrudur?**

- A) I ve II      B) I ve IV      C) I, II ve III      D) II, III ve IV      E) I, II, III ve IV



- d) Dört araç için çizdiğiniz  $a-t$  ve  $x-t$  grafikleri ile harekete ait matematiksel modeller arasındaki ilişkiyi kendi cümleleriniz ile yazınız.


- 9.
- Bir taş uçurumun kenarından yukarıya doğru 20 m/s hız büyüklüğü ile fırlatılmaktadır. Taş 5 s sonra uçurumun tabanına çarpmaktadır. Yandaki şekil, taşın her 1 s'lik aralıklarla bulunduğu konumları göstermektedir.
- (Havanın sürtünme kuvvetini ihmal ediniz.)

**Buna göre**

- a) Taşın hareketi ile ilişkili aşağıdaki durumların her birinde ivmenin yönünü yukarı, aşağı veya sıfır olup olmasına göre belirtiniz.

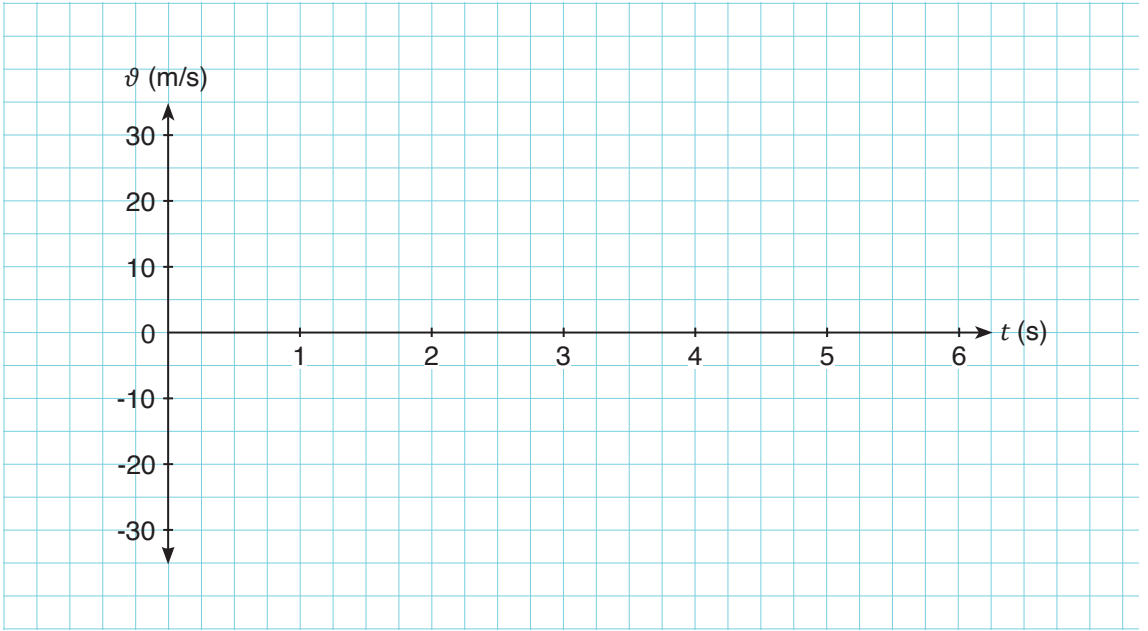
Taş yukarı doğru çıkarken ivmenin yönü ..... olur.

Taş aşağı doğru inerken ivmenin yönü ..... olur.

Taş en üst noktada iken ivmenin yönü ..... olur.

- b) Taşın şekilde verilen 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralı noktadaki hızının yönünü ve büyüklüklerini aşağıda bulunan boş alana şekli yeniden çizerek şekil üzerinde gösteriniz.


- c) Taşın hareketine ait  $v-t$  grafiğini çiziniz. Serbest düşme hareketi bağlamında taşın yukarı ve aşağı yönünü temsil eden bölgelerini ve hareketin en üst noktasını grafik üzerinde belirtiniz.



- ç) Çizdiğiniz grafiğin eğimi fizik bilimine ait hangi kavramı ifade eder?

- d) Uçurumun yüksekliğini ( $h$ ) verilere göre hesaplayınız. Farklı kütleyle sahip olan bir cismin farklı hızla atılması durumunda uçurumun yüksekliğini alma süresi nasıl değişir? Açıklayınız.

Ünite ile ilgili daha fazla soru çözmek için karekodu kullanınız.



# 2. ÜNİTE

# ENERJİ

- 2.1. İş, Enerji ve Güç
- 2.2. Enerji Biçimleri
- 2.3. Mekanik Enerji
- 2.4. Enerji Kaynakları

## ► Anahtar Kavramlar

- iş
- enerji
- güç
- mekanik enerji
- mekanik enerjinin korunumu
- yenilenebilir enerji
- yenilenemeyen enerji



## ► Bu ünite sizlerden

- yapılan işin büyüklüğünü hesaplayabilmeniz,
- iş, enerji ve güç arasındaki ilişkiye yönelik çıkarım yapabilmemiz,
- güç hesapları yapabilmemiz,
- enerji biçimlerini karşılaştırabilmeniz,
- mekanik enerji ile ilgili hesaplamalar yapabilmemiz,
- yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarını karşılaştırabilmeniz

beklenmektedir.

Ünite sizlerden kavram haritası ve bilgi görseli hazırlamanız, çalışma yaprağındaki soruları çözeniz, enerji biçimleri hakkında bir performans görevi hazırlamanız, öz değerlendirme formları ile öğrenme günlüğünü doldurmanız ve ünite sonundaki ölçme ve değerlendirme sorularını çözeniz istenecektir.



Ünite Karekodu



Ünite sunusuna  
ulaşmak için  
karekodu okutunuz.



Geçmişten günümüze ağır yüklerin taşınması veya tarımsal işlerin yapılması gibi yer değıştirme gerektiren işler için insan ve hayvan kuvvetinden yararlanılmıştır. Enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte işler makineler tarafından yapılmaya başlanmıştır. Bu sebeple insanlığın temel amaçlarından biri, makinelerin çalıştırılması için gereken enerjiye en uygun yoldan ulaşmak ve onu etkin şekilde kullanmak olmuştur.

Giderek artan enerji ihtiyacı, birtakım sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu sorunlardan biri fosil yakıtların tüketilmesi sonucunda küresel ısınmanın artmasıdır. Küresel ısınmanın önüne geçebilmek için yenilenemeyen enerji kaynakları yerine hidrolik enerji, güneş ve rüzgâr enerjileri gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanılmalıdır.

## Üniteye Başlarken

Enerji, evrendeki tüm fiziksel olayları açıklamada kullanılan temel kavramlardan biridir. Bir sistemin iş yapma kapasitesi olarak tanımlanabilen enerji, farklı biçimlerde bulunabilir ve bu biçimler arasında dönüşüm sağlanabilir. Enerjinin bir biçimden diğerine dönüştürülebilmesi enerjinin korunumunu ifade eder. Bu temel prensip fizik, kimya ve diğer birçok bilim dalında yapılan çalışmalarda önemli bir rol oynar ve teknolojik gelişmelerin temelini oluşturur. Örneğin vücut sıcaklığından faydalanarak elektrik enerjisi üretebilen termoelektrik giysiler, hareket enerjisinden yararlanarak elektrik enerjisi üreten piezoelektrik malzemeler enerjinin daha verimli kullanılmasını sağlayarak çevresel etkileri azaltmaktadır.

### Sürdürülebilir enerji kullanımını artırmak için teknolojik çözümler neler olabilir?

Fosil yakıt kaynaklarının sınırlı olması ve fosil yakıtların kullanımıyla açığa çıkan gazların ciddi çevre sorunlarına yol açması yenilenebilir enerji kaynaklarından elektrik enerjisi üretmeye yönelik araştırmaların yaygınlaşmasında önemli rol oynamıştır. Dünyada son yıllarda elektrik elde edilen yenilenebilir enerji kaynakları arasında rüzgâr, güneş ve biyokütle enerjileri önemli bir yer tutmaktadır. Elektrik enerjisi teknoloji ilerledikçe çok farklı şekillerde elde edilmeye başlanmıştır. Örneğin rüzgâr ve güneş enerjisini elektrik enerjisine çevirerek çalışan sokak lambaları, reklam panoları gibi sistemler kullanılmaktadır.

Yenilenebilir enerji teknolojilerinin günlük hayatta kullanılabilir hâle gelmesi, insanlara çevre dostu ve sürdürülebilir çözümler sağlamaktadır. Örneğin montlara entegre edilen sistemler ile giysilerin güneş enerjisinden elektrik enerjisi elde edilmesi sağlanmıştır. Buna benzer bir uygulama ise yürüyüş sırasında zemine yerleştirilen malzemelerin üzerine basılmasıyla hareket enerjisinden elektrik enerjisi elde edilebilmesidir.

### Günümüzde yenilenebilir enerji kaynaklarının yenilenemeyen enerji kaynaklarından daha fazla tercih edilmesinin sebepleri nelerdir?

### Giyilebilir teknolojiler enerji tasarrufu açısından ne şekilde fayda sağlayabilir?



*Sürdürülebilir enerji*



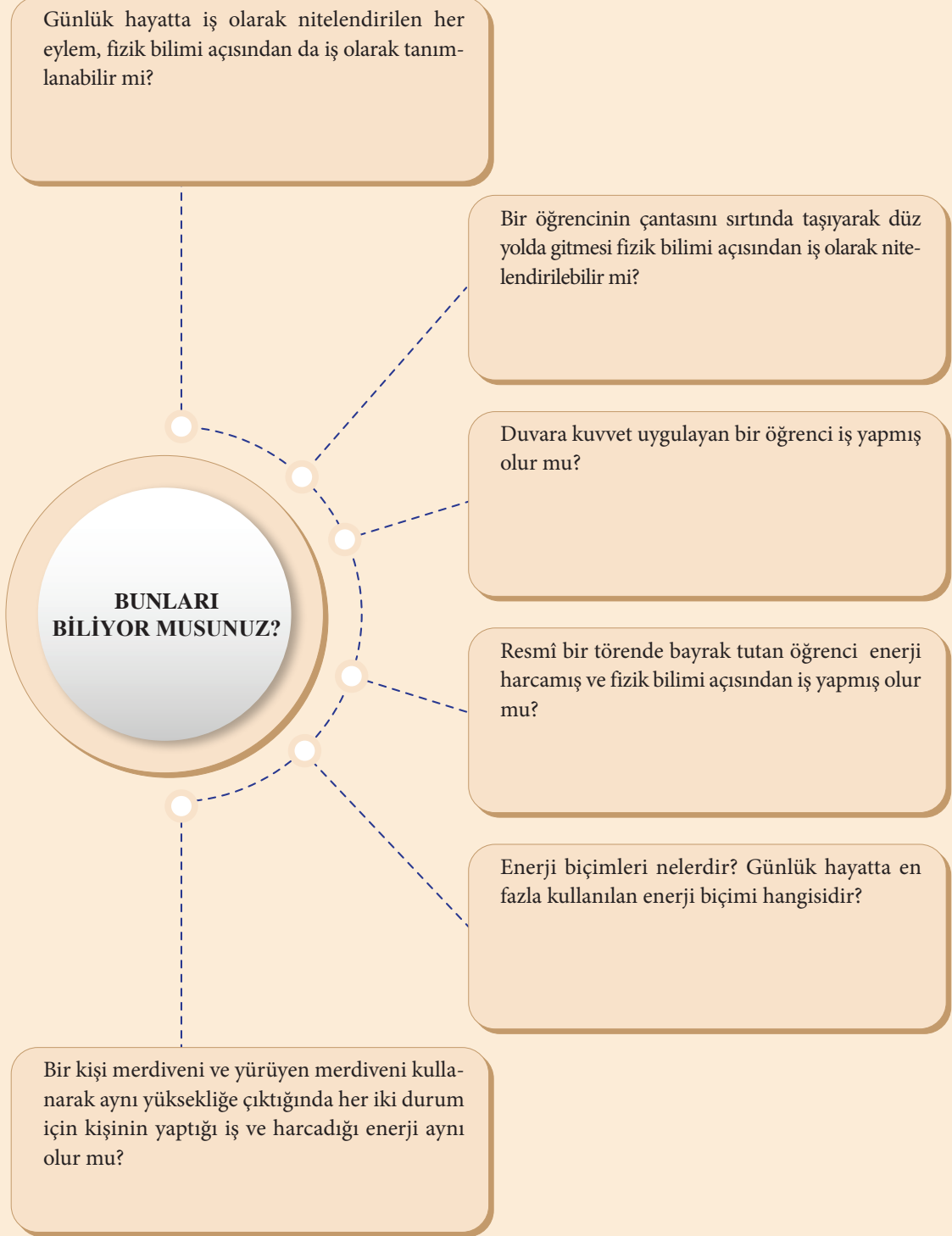
*Rüzgâr ve güneş enerjisi ile elektrik enerjisi elde edilmesi*



*Güneş pilleri ile kaplı mont*

## Ön Değerlendirme

Aşağıdaki şemada verilen iş ve enerji kavramlarına ilişkin soruların cevaplarını ön bilgilerinizden yararlanarak altındaki boşluklara yazınız. Cevaplarınızı arkadaşlarınızın cevaplarıyla karşılaştırarak doğruluğunu değerlendiriniz.



## 2.1. İŞ, ENERJİ VE GÜÇ

### Konuya Başlarken



Eşyaların bulunduğu kattan daha üst katlara taşınmasında merdivenlerin kullanılması veya sabit makara sisteminden yararlanılması gibi yöntemlere başvurulabilir. Her iki yöntemle de eşya aynı yüksekliğe taşınır ancak sabit makara sisteminin tercih edilmesi, işin daha kısa sürede tamamlanmasını sağlar. İşin yapılma süresi kısaldığından aynı zaman diliminde daha fazla eşya taşınabilir. Benzer şekilde çeşitli binalarda farklı tipte asansörler bulunmaktadır. Bu asansörler, aynı yüksekliklere çıkmalarına rağmen işlevlerine bağlı olarak aynı yüksekliğe çıkma sürelerinde farklılıklar gösterir. Örneğin insanların kullandığı asansörler ile eşyaların taşındığı asansörler yapı ve hız olarak birbirinden oldukça farklıdır.

**Eşyaların taşınmasında kullanılan her iki yöntemde de yapılan iş hakkında ne söylenebilir?**

**Yükü taşımak için siz başka hangi yöntemleri kullanırdınız?**

**Yükü taşımak için kullanılan yöntemlerin avantaj ve dezavantajları neler olabilir?**



Bir yükün farklı yollarla taşınması

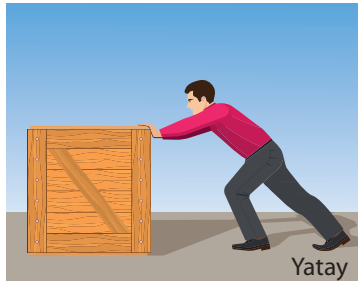
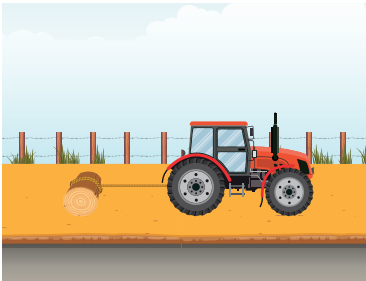
## A) Kuvvet-Yer Değiştirme Grafiği Kullanılarak İş Kavramının Tanımlanması

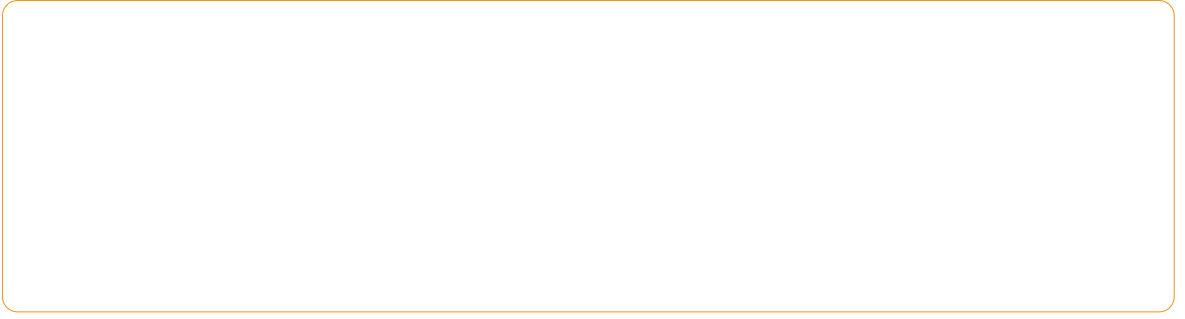
### 2.1. Etkinlik



Adı	KUVVET VE YER DEĞİŞTİRME İLİŞKİSİ
Amaç	Kuvvet-yer değiştirme grafiğini kullanarak iş kavramına yönelik çıkarım yapabilmek
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız ve "Öz Değerlendirme Formu"nu doldurunuz.

- Aşağıda verilen günlük hayat örneklerini inceleyerek yüke uygulanan kuvvetin yer değiştirmeye olan etkisi hakkındaki tahminlerinizi boş bırakılan alana yazınız.

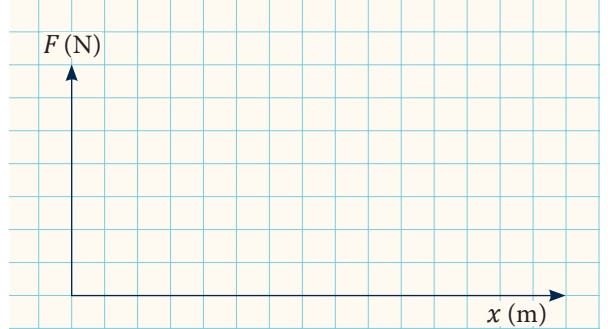




2. Tahminlerinizi test etmek için yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.
3. Sürtünmesi ihmal edilen yatay bir zeminde durmakta olan 2 kg kütleli cisme uygulanacak kuvvet değerini 10 N olarak seçip “BAŞLAT” butonuna tıklayarak simülasyonu başlatınız.
4. Cismin her 1 s aralığında yaptığı yer değiştirmeyi tabloda ilgili alana yazınız. Tablodaki verilerden yararlanarak cisme ait  $F-x$  (kuvvet-yer değiştirme) grafiğini ilgili alana çiziniz.

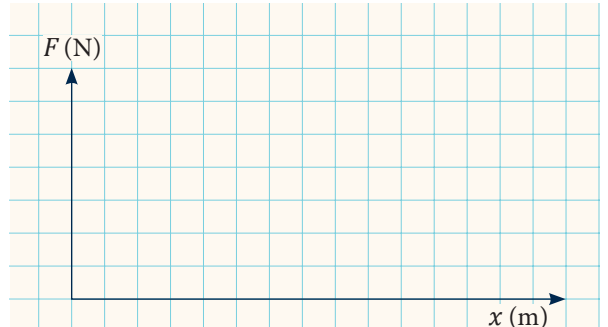


Zaman (s)	Kuvvet (N)	Yer Değişirme (m)
1	10	
2	10	
3	10	
4	10	
5	10	

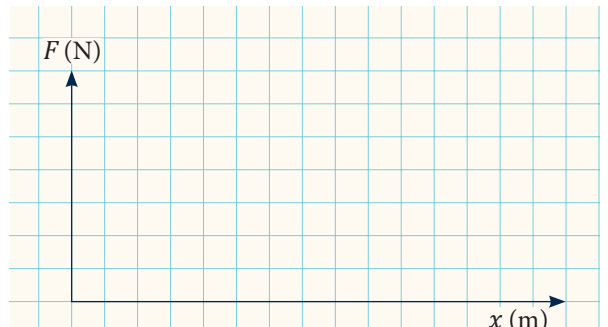


5. Cisme uygulanacak kuvvet değerini sırasıyla 20 N ve 30 N seçerek simülasyonu tekrarlayınız. Aşağıdaki tabloları doldurarak  $F-x$  grafiklerini çiziniz.

Zaman (s)	Kuvvet (N)	Yer Değişirme (m)
1	20	
2	20	
3	20	
4	20	
5	20	



Zaman (s)	Kuvvet (N)	Yer Değişirme (m)
1	30	
2	30	
3	30	
4	30	
5	30	

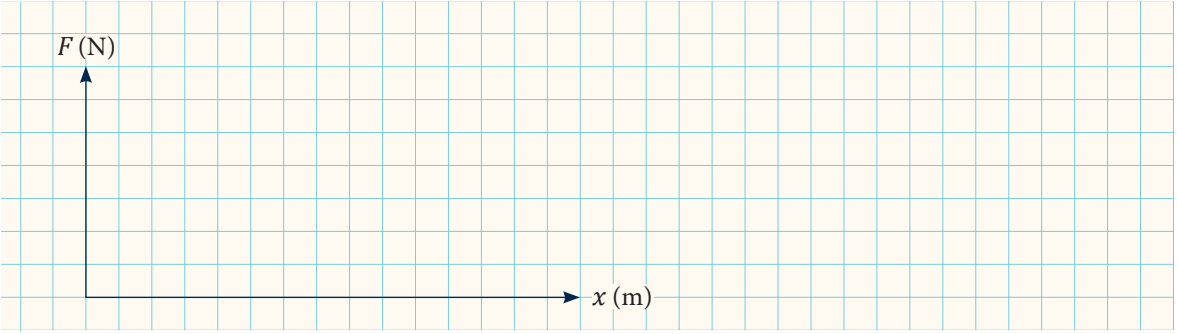


- 6. Hareket boyunca uygulanan kuvvetin ortalaması ile yer değiştirmenin çarpımı işi verir. Değişimi sabit olan kuvvet için ortalama kuvvetin büyüklüğü  $F_{ortalama} = \frac{F_{ilk} + F_{son}}{2}$  eşitliği ile bulunur. Bu ifadeden ve grafiklerden yararlanarak işin matematiksel modelini aşağıdaki ilgili alana yazınız.

7. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız. Ekranda görülen "Başlat" butonuna tıklayarak simülasyonu gözlemleyiniz. Gözlemlediğiniz verileri tabloya yazarak  $F-x$  grafiğini çiziniz. Çizdiğiniz grafikten yararlanarak yapılan işi hesaplayınız.



Zaman (s)	Kuvvet (N)	Yer Değişirme (m)
1		
2		
3		
4		
5		

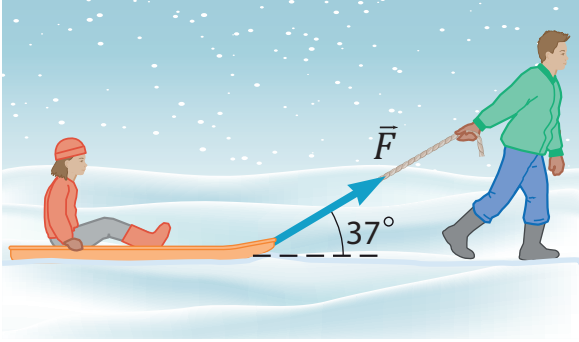


8. Çizdiğiniz grafikleri inceleyerek kuvvet ve yer değiştirme arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

9. Çizdiğiniz  $F-x$  grafikleri yardımıyla iş kavramına ilişkin genellemelerinizi yazınız.

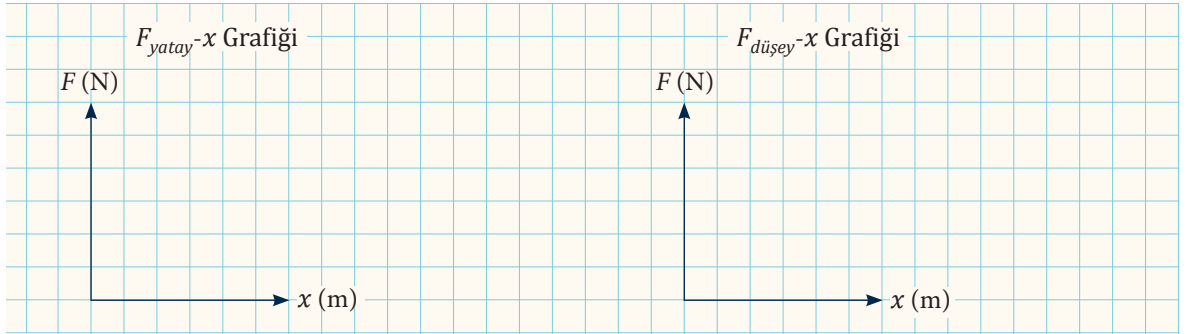
## ► Değerlendirme

1.

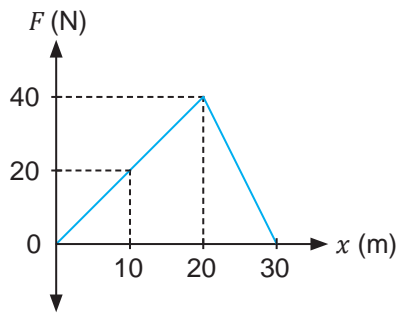


Burak, şekildeki gibi yatay eksenle  $37^\circ$  açı yapan 1N büyüklüğündeki kuvvet ile kızak üzerinde oturan Ela'yı çekmektedir. Ela yatay doğrultuda 15 m yer değiştirdiğine göre kuvvetin yatay ve düşey bileşenlerinin yer değiştirmeye bağlı grafiğini çiziniz. Uygulanan kuvvetin yönünün yer değiştirmeye etkisini grafiklerle ilişkilendirerek yorumlayınız.

(Sürtünme kuvvetini ihmal ediniz ve  $\sin 37^\circ = 0,6$ ;  $\cos 37^\circ = 0,8$  alınız.)



2.



Sürtünmesiz yatay düzlemde duran bir cisme etki eden kuvvetin cismin yer değiştirmesine bağlı grafiği şekildeki gibidir. Grafikten yararlanarak aşağıdaki genellemelerde boş bırakılan yerleri verilen uygun ifadelerle doldurunuz.

kuvvet

yer değiştirme

iş

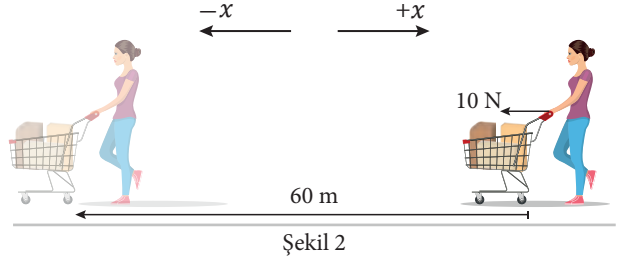
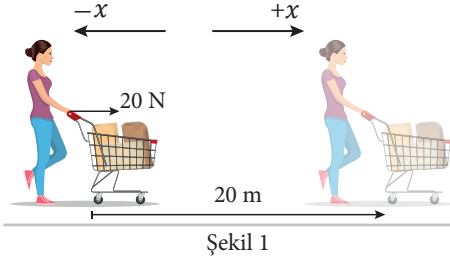
100 J

100 N

200 J

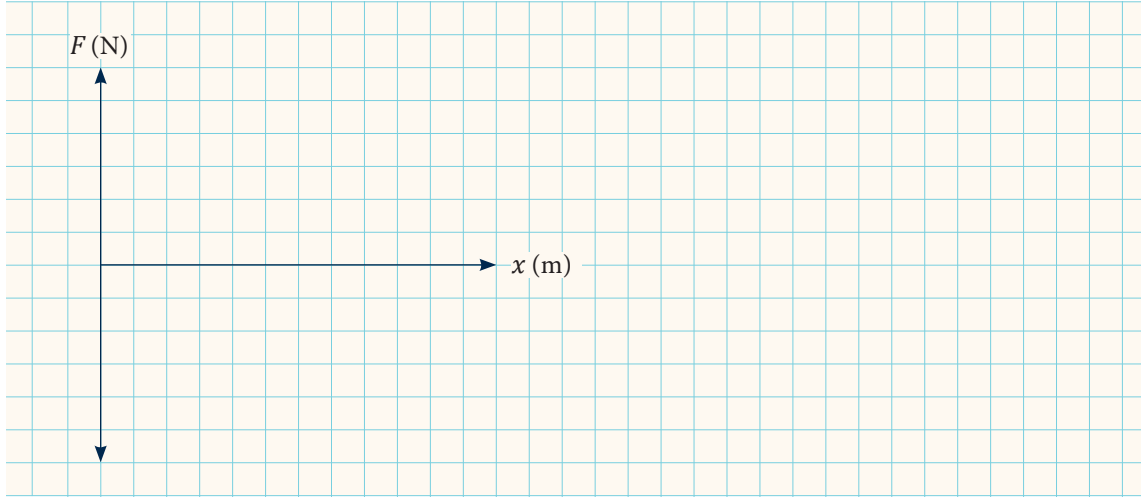
- a) Kuvvetin artması ile ..... artar. Dolayısıyla cisim üzerinde yapılan ..... artar.
- b) 20-30 m arasında cisme uygulanan kuvvet cisim üzerinde ..... kadar iş yapar.
- c) Cisme uygulanan kuvvet 20 N'a ulaştığında cisim üzerinde yapılan iş ..... olur.

- 3. Bir markette alışveriş yapan Derya, durmakta olan alışveriş arabasına yatay düzleme paralel olarak Şekil 1'deki gibi 20 N büyüklüğünde kuvvet uygulayarak arabayı  $+x$  yönünde 20 m hareket ettirmektedir. Derya, istediği bölüme ulaştığında bulunduğu konumdan 60 m geride olan başka bir bölümden farklı bir ihtiyacını daha almak ister. Bu durumda Şekil 2'deki gibi  $-x$  yönünde 10 N büyüklüğünde kuvvet uygulayarak alışveriş arabasını ilgili rafın bulunduğu konuma getirir.



Sürtünmeler ihmal edildiğine göre

- a) Alışveriş arabasının hareketine ait  $F-x$  grafiğini çiziniz.



- b) Derya'nın yapmış olduğu yer değiştirme kaç m olur?

- c) Derya'nın yaptığı iş kaç J olur?

## ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Öğrencinin		Tarih:
Adı Soyadı		
Numarası		
Sınıfı		

Bu form kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Aşağıdaki maddeleri okuyunuz ve cevaplarınızı ilgili boşluklara yazınız.

1. Bu etkinlikte neler öğrendim?

.....

.....

.....

2. Etkinliği uygulama sürecinde beni zorlayan adımlar nelerdir?

.....

.....

.....

3.  $F-x$  grafiğini çizerken dikkat ettiğim önemli noktalar nelerdir?

.....

.....

.....

4. Grafikten yararlanarak iş kavramının matematiksel modelini oluşturma hakkındaki değerlendirmelerim nelerdir?

.....

.....

.....

5. Etkinliği tekrar yapsaydım hangi konulara dikkat ederdim?

.....

.....

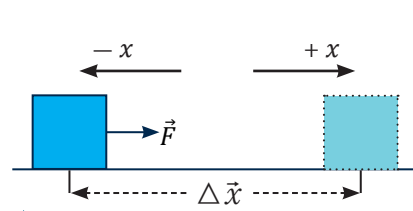
.....

**İ**ş, bir cisme uygulanan kuvvet etkisinde cismin yer değiştirmesidir. Kuvvet ve yer değiştirme vektörel büyüklüklere sahiptir. Bu nedenle fiziksel anlamda iş yapılabilmesi için kuvvetin uygulama yönü ile yer değiştirmenin yönü birbirine paralel olmalıdır (Şekil 2.1).

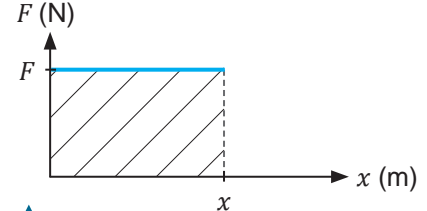
**İş**, bir cisme uygulanan kuvvet ( $\vec{F}$ ) ile cismin kuvvet doğrultusundaki yer değiştirme büyüklüğünün ( $\Delta x$ ) çarpımı olarak ifade edilir. İşin büyüklüğü

$$W = F_{\text{net}} \cdot \Delta x$$

matematiksel modeli ile hesaplanır. Grafik 2.1'de cismin hareketine ait  $F$ - $x$  grafiği görülmektedir.



**Şekil 2.1:** Kuvvet etkisi altında cismin yer değiştirmesi



**Grafik 2.1:**  $F$  kuvveti ile cismin yer değiştirmesini gösteren  $F$ - $x$  grafiği

İş skaler bir büyüklük olup  $W$  ile gösterilir. SI'ya göre işin birimi newton · metredir ( $N \cdot m$ ). Bu birim **joule** (jul) olarak adlandırılır ve birim sembolü **J** olarak gösterilir. 1 N büyüklüğünde bir kuvvetin etkisiyle cisim 1 m yer değiştirdiğinde cisim üzerinde 1 N · m iş yapılır. Bu durumda 1 N · m = 1 J eşitliği yazılır.

Sürtünmesi ihmal edilen bir ortamda duran bir cisme ya da hareket eden bir cisme hareketi yönünde sabit net kuvvet uygulanarak iş yapıldığında cisim hızlanır. Bu durumda pozitif iş yapılmış olur. Ancak cisme hareket yönüne zıt yönde bir kuvvet uygulandığında yapılan iş negatif olur ve cisim yavaşlar.

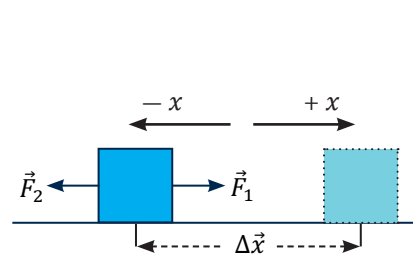
Şekil 2.2, sürtünmesi ihmal edilen ortamda yatay bir doğrultuda  $\vec{F}_1$  ve  $\vec{F}_2$  kuvvetlerinin etkisinde  $+x$  yönünde hareket eden bir cismi göstermektedir. Cisme hareket yönünde etki eden  $\vec{F}_1$  kuvveti pozitif, cismin hareketine ters yönde etki eden  $\vec{F}_2$  kuvveti ise negatif iş yapar.

$F_1 > F_2$  ise cisim hızlanır.

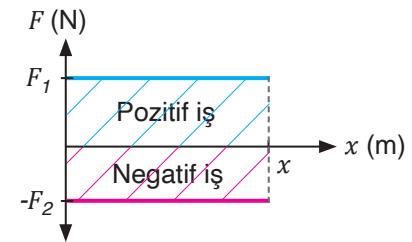
$F_2 > F_1$  ise cisim yavaşlar.

$F_1 = F_2$  ise cisim var olan hareket durumunu korur.

Cisme etki eden kuvvetlerin yer değiştirmeye bağlı grafiği, Grafik 2.2'de verilmektedir.



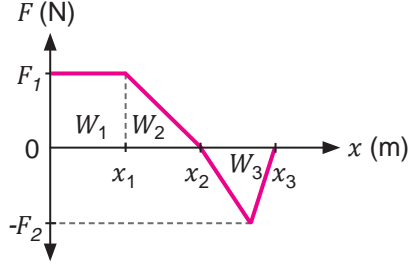
**Şekil 2.2:** Cisme uygulanan  $\vec{F}_1$  ve  $\vec{F}_2$  kuvvetleri



**Grafik 2.2:**  $\vec{F}_1$  ve  $\vec{F}_2$  kuvvetleri ile cismin yer değiştirmesini gösteren  $F$ - $x$  grafiği

$F$ - $x$  grafiğinde cisim üzerinde pozitif iş yapan kuvvet yatay eksenin üstünde, negatif iş yapan kuvvet yatay eksenin altında olur. Net kuvvet tarafından yapılan iş cismin **enerjisindeki değişime** eşit olur.

Cisme etki eden kuvvet etki ettiği süre boyunca sabit ya da değişken olabilir. Hareket boyunca yapılan iş, her iki durumda  $F$ - $x$  grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alanın hesaplanmasıyla da bulunabilir. Grafik 2.3'te  $x$  ekseninin üstünde kalan  $W_1$  ve  $W_2$  pozitif işi,  $x$  ekseninin altında kalan  $W_3$  ise negatif işi gösterir.



**Grafik 2.3:** Yapılan işlerin  $F$ - $x$  grafiği üzerinde gösterimi

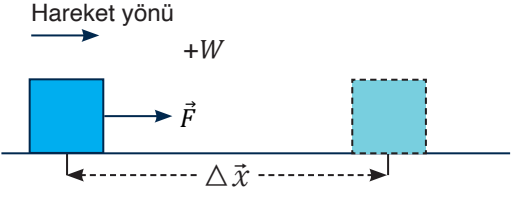
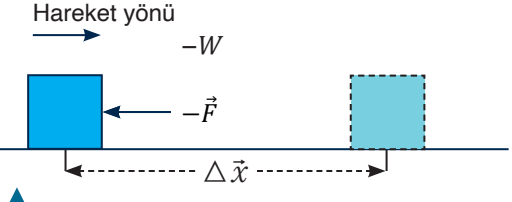
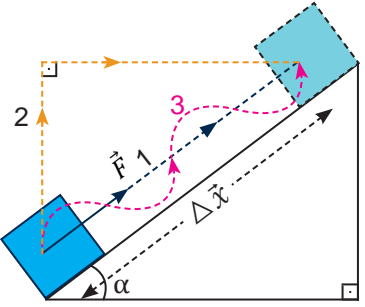
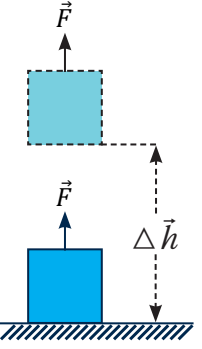
Bu durumda cisim üzerinde yapılan net iş  $W_1$  ve  $W_2$  pozitif bölgede,  $W_3$  negatif bölgede olduğundan

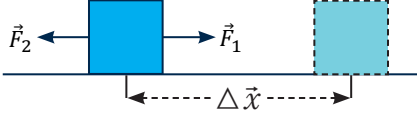
$W_{\text{net}} = W_1 + W_2 - W_3$  eşitliğiyle hesaplanır.

Sürtünmenin var olduğu durumlarda sürtünme kuvveti, cismin hareketine genellikle ters yönde etki eder. Bu durumda sürtünme kuvvetinin yaptığı iş, negatif işe örnek olarak verilebilir.

Kuvvetin iş yaptığı farklı durumlar aşağıda gösterilmiştir:

<p><b>Şekil 2.3:</b> Cisim <math>\vec{F}</math> kuvveti etkisiyle yaptığı yer değiştirme</p>	<p>Şekil 2.3'te cisim üzerine etki eden sabit büyüklükteki kuvvetin etkisi ile kuvvet yönünde cismin yaptığı yer değiştirme gösterilmektedir. Cismin yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğü <math>\Delta x</math> ve cisme uygulanan kuvvetin büyüklüğü <math>F</math> olduğuna göre iş <math>W = F \cdot \Delta x</math> matematiksel modeli ile bulunur.</p>
<p><b>Şekil 2.4:</b> Cisme etki eden kuvvetin bileşenleri ve yer değiştirmesi</p>	<p>Şekil 2.4'te cisim üzerine yatay eksenle <math>\alpha</math> açısı yapacak şekilde etki eden kuvvetin etkisi ile cismin yapmış olduğu yer değiştirme gösterilmektedir. Cisim üzerinde iş yapan kuvvet, yer değiştirme yönündeki kuvvet bileşenidir. Bu durumda yapılan iş <math>W = F_x \cdot \Delta x</math> matematiksel modeli ile bulunur. Cismin yer değiştirme vektörüne dik olan <math>\vec{F}_y</math> kuvveti iş yapmaz.</p>

 <p>Hareket yönü → +W</p> <p><math>\vec{F}</math></p> <p><math>\Delta \vec{x}</math></p> <p>▲ <b>Şekil 2.5:</b> Cismin yer değiştirmesiyle aynı yönde etki eden kuvvet</p>	<p>Cismın yer değıştirmesi ile aynı yönde etki eden kuvvetin yaptığı iş pozitifdir (Şekil 2.5).</p> $W = F \cdot \Delta x$ <p>Bu durumda cisim hızlanır.</p>
 <p>Hareket yönü → -W</p> <p><math>-\vec{F}</math></p> <p><math>\Delta \vec{x}</math></p> <p>▲ <b>Şekil 2.6:</b> Cismın yer değıştirmesine ters yönde etki eden kuvvet</p>	<p>Cismın yer değıştirmesine ters yönde etki eden kuvvetin yaptığı iş negatiftir (Şekil 2.6).</p> $W = -F \cdot \Delta x$ <p>Bu durumda cisim yavaşlar.</p>
 <p>2</p> <p>3</p> <p><math>\vec{F}</math> 1</p> <p><math>\Delta \vec{x}</math></p> <p><math>\alpha</math></p> <p>▲ <b>Şekil 2.7:</b> Cismın üzerine farklı yollarda etki eden kuvvet</p>	<p>Kuvvetin yaptığı iş yolun şeklinden bağımsızdır (Şekil 2.7). Cismın yaptığı iş şekilde gösterilen her üç durumda birbirine eşit olur.</p> $W_1 = W_2 = W_3$ <p>Cisim üzerine eğik düzlem yüzeyi ile aynı yönde etki eden <math>F</math> büyüklüğündeki kuvvetin eğik düzlem boyunca yaptığı iş</p> $W = F \cdot \Delta x$ <p>matematıksel modeli ile bulunur.</p>
 <p><math>\vec{F}</math></p> <p><math>\vec{F}</math></p> <p><math>\Delta \vec{h}</math></p> <p>▲ <b>Şekil 2.8:</b> <math>\vec{F}</math> kuvvetinin etkisinde cismın düşeyde yaptığı yer değıştirme</p>	<p>Cisim, <math>F</math> büyüklüğündeki kuvvet ile düşey doğrultuda <math>\Delta h</math> kadar yükselirse (Şekil 2.8) etki eden kuvvet ile yer değıştirme aynı doğrultuda olduğundan kuvvetin yaptığı iş</p> $W = F \cdot \Delta h$ <p>matematıksel modeli ile bulunur.</p>



**Şekil 2.9:** Net kuvvetin etkisinde hareket eden cisim

Sabit büyüklükteki  $F_1$  ve  $F_2$  kuvvetlerinin bileşkesi (net kuvvet) etkisinde ( $F_1 > F_2$ )  $\Delta x$  büyüklüğünde yer değiştiren cisim (Şekil 2.9) üzerinde yapılan net iş

$$W_{net} = (F_1 - F_2) \cdot \Delta x$$

matematiksel modeli ile bulunur.

### Örnek

Kuvvet (N)	Yer Değişirme (m)
0	0
10	2
20	4
30	6
40	8
50	10

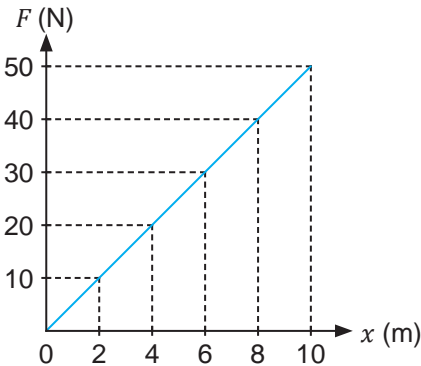
Bir inşaat teknisyeni yerde duran bir koliye uyguladığı kuvvetin büyüklüğünü 0'dan 50 N'a kadar artırarak kolinin yatayda 10 m yer değiştirmesini sağlamıştır. Yandaki tabloda inşaat teknisyeninin koliye yatay olarak uyguladığı kuvvet ve kolinin yer değiştirme büyüklükleri verilmiştir.

**Buna göre tablodaki değerlerden yararlanarak koliye ait  $F-x$  grafiğini çiziniz ve kuvvetin yaptığı işi hesaplayınız.**

(Sürtünmeler ihmal edilmiştir.)

### Çözüm

Koliye ait  $F-x$  grafiği aşağıdaki gibi olur.



Grafikteki gibi kuvvetin sabit olmadığı durumlarda ortalama kuvvet bulunarak iş hesabı yapılır. Buna göre ortalama kuvvet ve yer değiştirme büyüklükleri kullanılarak yapılan iş

$W = F_{ort} \cdot \Delta x$  matematiksel modeli ile hesaplanır.

10 m sonunda kuvvetin yaptığı iş

$$\frac{(0 + 50)}{2} \cdot 10 = 250 \text{ J olur.}$$

$F-x$  grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alan yardımıyla da kuvvetin yaptığı iş bulunabilir.

Buna göre

$$\frac{F \cdot x}{2} = \frac{50 \cdot 10}{2} = 250 \text{ J bulunur.}$$

## Örnek

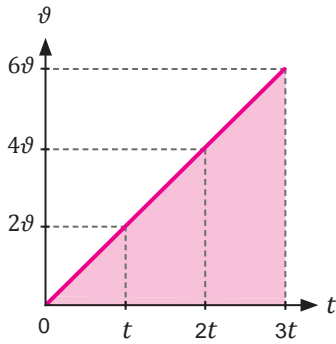


Yolda kalmış bir araba, başka bir arabaya görseldeki gibi halat yardımıyla bağlanarak yatay zemine paralel şekilde sabit  $\vec{F}$  kuvveti ile çekilmektedir. Çekilen arabanın zamana bağlı olarak değişen hız büyüklükleri tabloda verilmiştir.

Zaman	0	$t$	$2t$	$3t$
Hız	0	$2\vartheta$	$4\vartheta$	$6\vartheta$

Buna göre arabanın  $F-x$  grafiğini çiziniz. Grafikten faydalanarak araba üzerinde yapılan işin matematiksel modelini yazınız ve yapılan toplam işi hesaplayınız. (Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

## Çözüm



Arabanın  $F-x$  grafiğinin çizilmesi için önce  $v-t$  grafiği çizilerek arabanın yapmış olduğu yer değiştirmeler bulunur.

Arabanın hareketine ait  $v-t$  grafiği tabloda verilen değerlerden hareketle yandaki gibi çizilir. Arabanın yer değiştirmesinin büyüklüğü  $\Delta x = v_{ort} \cdot t$  matematiksel modeli bulunur.

(0-t) zaman aralığı için yer değiştirme büyüklüğü  $\Delta x$  kabul edilirse

$$\Delta x_1 = v_{ort} \cdot t = \frac{(2\vartheta + 0)}{2} \cdot t = \Delta x,$$

(t-2t) zaman aralığı için

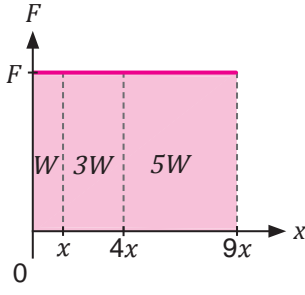
$$\Delta x_2 = \frac{(4\vartheta + 2\vartheta)}{2} \cdot t = 3 \cdot \vartheta \cdot t = 3\Delta x,$$

(2t-3t) zaman aralığı için

$$\Delta x_3 = \frac{(6\vartheta + 4\vartheta)}{2} \cdot t = 5 \cdot \vartheta \cdot t = 5\Delta x \text{ bulunur.}$$

Bulunan bu değerler ile aşağıdaki tablo oluşturulur:

Zaman Aralığı	0-t	t-2t	2t-3t
Yer Değiştirme	$\Delta x$	$3\Delta x$	$5\Delta x$



Tablodaki veriler kullanılarak çizilen  $F$ - $x$  grafiği yandaki gibi olur.

$F$ - $x$  grafiğinden yararlanılarak yapılan işin büyüklüğü

$$W_1 = F \cdot x = W \text{ kabul edilirse}$$

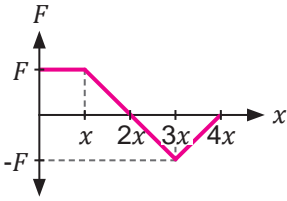
$$W_2 = F \cdot 3x = 3W \text{ ve}$$

$$W_3 = F \cdot 5x = 5W \text{ olarak hesaplanır. Toplam işin büyüklüğü}$$

$$W_T = W_1 + W_2 + W_3 = 9W \text{ bulunur.}$$

$F$ - $x$  grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alan yardımıyla da yapılan toplam iş bulunabilir. Bu durumda grafikten  $\text{Alan} = F \cdot 9x = 9W$  hesaplanır.

### 2.1. Soru



Bir cisme uygulanan kuvvetin cismin yaptığı yer değiştirmeye bağlı grafiği şekilde verilmiştir.

Buna göre

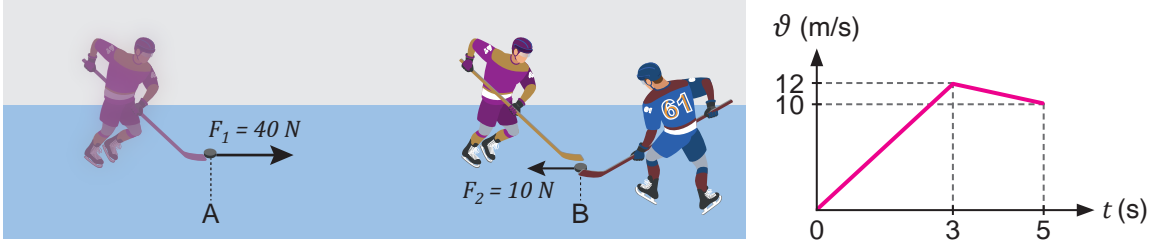
- Cismin hareketini grafikten yararlanarak yorumlayınız.
- $4x$  yolun sonunda cisim üzerinde yapılan net işin kaç  $F \cdot x$  olduğunu hesaplayınız.

### Cevap

Grid area for the answer.

## Örnek

Bir buz hokeyi oyuncusu şekildeki diski (hokey topu) yatay zemine paralel ve büyüklüğü 40 N olan sabit  $F_1$  kuvvetiyle A noktasından B noktasına 3 s'de sürüklemektedir. Rakip oyuncu ise  $F_1$  kuvvetine zıt yönde ve büyüklüğü 10 N olan  $F_2$  kuvvetini 2 s boyunca diske uygulamaktadır. Sürtünmeler ihmal edilerek çizilen diskin hareketine ait  $v-t$  grafiği şekildeki gibidir.

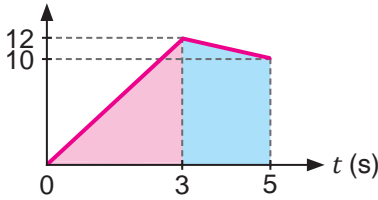


Buna göre

- Disk 5 s sonra A noktasından kaç m uzakta olur?
- Diske ait  $F-x$  grafiğini çiziniz. Grafiği analiz ederek yol sonunda disk üzerinde yapılan iş hakkında genelleme yapınız.

## Çözüm

a)  $v$  (m/s)



$\Delta x = v_{\text{ort}} \cdot \Delta t$  matematiksel modeli ve grafikten yararlanılarak diskin yer değiştirme büyüklükleri zaman aralıkları için hesaplanır. Buna göre

(0-3) s arasındaki yer değiştirme için

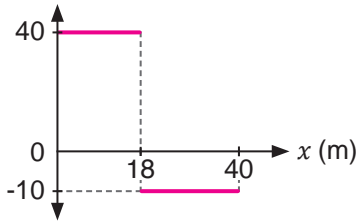
$$\Delta x_1 = \frac{(12 + 0)}{2} \cdot 3 = 18 \text{ m,}$$

(3-5) s arasındaki yer değiştirme için

$$\Delta x_2 = \frac{(12 + 10)}{2} \cdot 2 = 22 \text{ m bulunur.}$$

Disk 5 s sonra A'dan  $22 \text{ m} + 18 \text{ m} = 40 \text{ m}$  uzakta olur. Diskin yer değiştirmesi,  $v-t$  grafiğinin yatay eksen ile arasında kalan alan hesaplanarak da bulunabilir.

b)  $F$  (N)



Diske ait  $F-x$  grafiği şekildeki gibi çizilir. 40 N büyüklüğündeki kuvvet diskin 18 m yer değiştirmesini sağlayarak disk üzerinde pozitif iş yapar. Buna göre

$$W_1 = F \cdot \Delta x = 40 \cdot 18 = 720 \text{ J bulunur.}$$

10 N büyüklüğündeki kuvvet, diskin hareket yönüne zıt yönde uygulandığından diski yavaşlatarak negatif iş yapar. Buna göre

$$W_2 = -10 \cdot 22 = -220 \text{ J bulunur. Disk üzerinde yapılan net iş}$$

$$W_{\text{net}} = 720 - 220 = 500 \text{ J olarak hesaplanır.}$$

Sonucun pozitif olması, diskin üzerinde pozitif iş yapıldığını böylece diske enerji aktarıldığını ve diskin ilk durumuna göre enerjisinin arttığını gösterir. Yapılan net iş  $F-x$  grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alanların hesaplanmasıyla da bulunabilir.

## 2.2. Soru

Uzay araştırmalarında kullanılan bir roket, üzerine etki eden net kuvvetin ( $F$ ) etkisiyle uzay boşluğuna doğru hareket eder. Roket, uzay boşluğunda  $t$  süre yol aldıktan sonra roketin motorları kapatılır ve roketin üzerine herhangi bir dış kuvvet etki etmez. Bu andan itibaren roket, yatay doğruğultuda sabit bir hızla hareket etmeye devam eder.

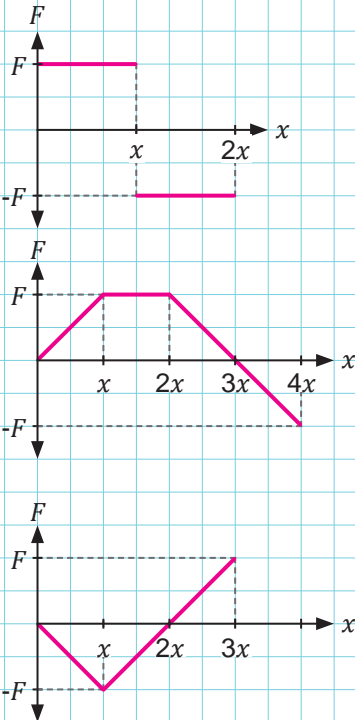
**Roketin hareketi  $3t$  süre boyunca incelendiğine göre**

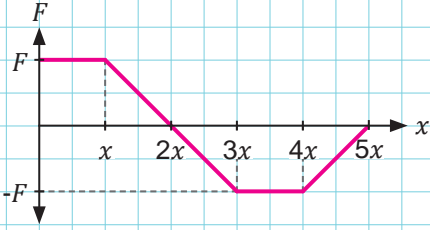
- $F$ - $x$  grafiğini çiziniz.
- $\vartheta$ - $t$  grafiğini çizerek hareketi yorumlayınız. (Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

## Cevap

## 2.3. Soru

Aşağıda verilen  $F$ - $x$  grafiklerini analiz ederek grafiklerin yanında verilen alanlara iş kavramına ilişkin hikâye oluşturun.

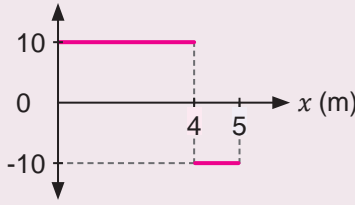




### Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız. (Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

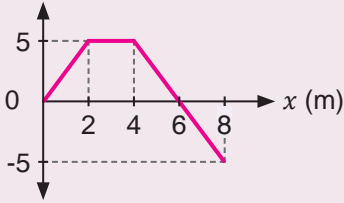
1.  $F$  (N)



Yüksek bir noktadan yuvarlanan bir cisim büyüklüğü 10 N olan net kuvvetin etkisiyle hızlanmaktadır. Cisim 4 m yer değiştirdikten sonra bir kişi tarafından fark edilmiştir. Cisim hareketine zıt yönde ve 1 m boyunca uygulanan 10 N büyüklüğündeki kuvvet ile yavaşlatılmaktadır.

**Buna göre 5 m'lik yolun sonunda cisim üzerinde yapılan net işi grafikten yararlanarak bulunuz.**

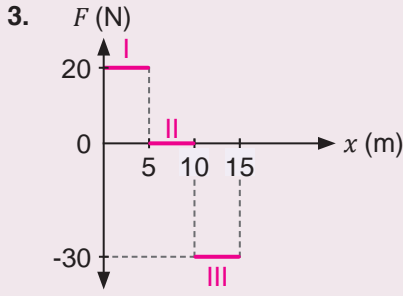
2.  $F$  (N)



Sürtünmesi önemsenmeyen yatay bir düzlemde ilk hızı 4 m/s olan 2 kg kütleli cismin  $F$ - $x$  grafiği şekildeki gibidir.

**Buna göre**

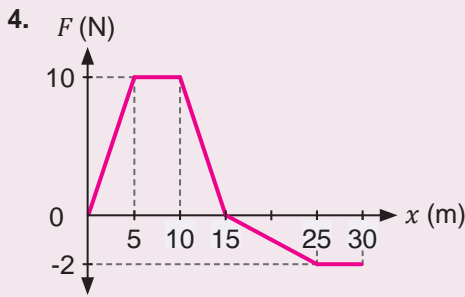
- 8 m'lik yer değiştirme sonunda cisim üzerinde  $\vec{F}$  kuvvetinin yaptığı net iş kaç J olur?
- Hareket boyunca 2 m'lik aralıklarla cisim üzerinde yapılan iş ve cismin hızındaki değişimi yorumlayınız.



Grafikteki I, II ve III. bölgeler bir teknenin üç ayrı kuvvet etkisindeki yer değiştirmesini göstermektedir. Bu teknenin hareketi süresince hareket doğrultusu ile aynı doğrultuda uygulanan kuvvetin yer değiştirmeye bağlı grafiği yandaki gibidir.

**Tekne sahile yanaşıp durduğuna göre her 5 m yer değiştirme aralığı için**

- Grafikten yararlanarak teknenin hareketini hızı ile ilişkilendirerek yorumlayınız.
- Tekneye uygulanan kuvvetlerin tekne üzerinde yaptığı işleri hesaplayarak karşılaştırınız.



Tekerlekli bir valize 30 m boyunca yatay doğrultuda uygulanan kuvvetin yola bağlı değişim grafiği yandaki şekilde verilmiştir.

**Buna göre valiz üzerinde yapılan işin sıfır olabilmesi için valizin hareketine zıt yönde uygulanan sabit büyüklükteki 2 N'lık kuvvet kaç m daha uygulanmalıdır?**

(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

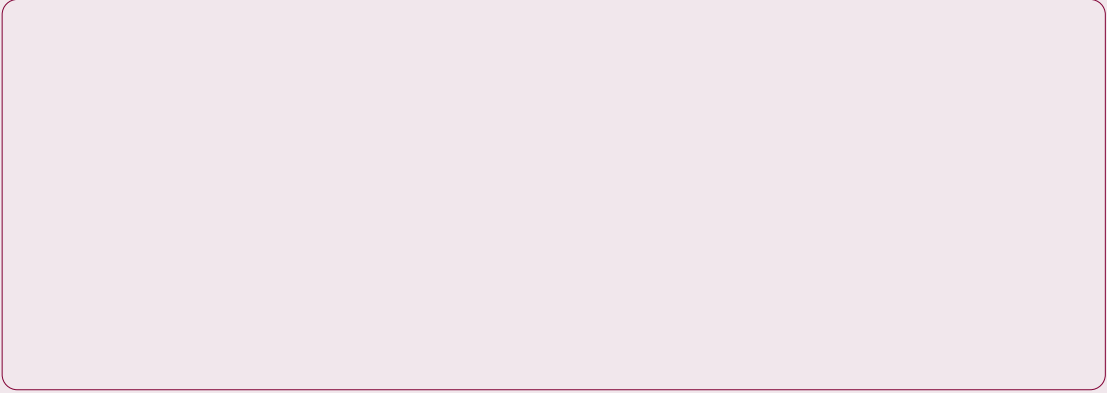
5. İki kişilik bir uçağa havadaki hareketi boyunca sabit 3000 N büyüklüğünde net kuvvet etki etmektedir.

**Uçağın bu kuvvet etkisindeki yer değiştirmesi 20 km olduğuna göre**

- Uçağın bu yerdeğiştirme sırasındaki  $F$ - $x$  grafiğini çiziniz.



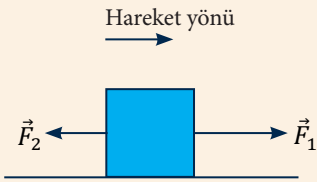
b) Bu yer değiştirme sırasında uçak üzerinde yapılan iş kaç J olur?



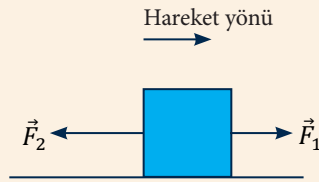
### Kontrol Noktası



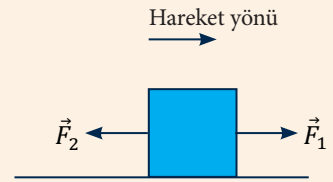
Yapılan iş ile kuvvet arasındaki ilişki aşağıda verilmiştir:



Cisme etki eden net kuvvet cismin hareket yönünde ise net iş pozitif olur ve cisim hızlanır ( $F_1 > F_2$ ).

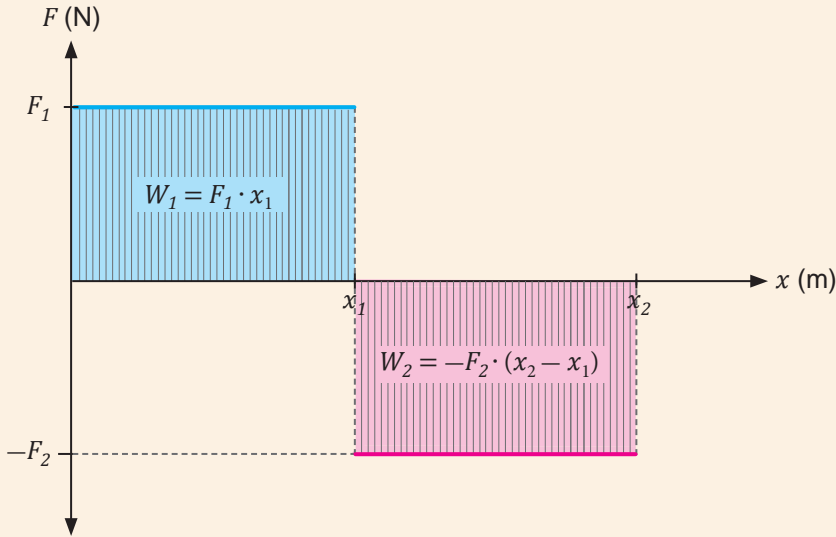


Cisme etki eden net kuvvet cismin hareket yönüne ters ise net iş negatif olur ve cisim yavaşlar ( $F_2 > F_1$ ).



Cisme etki eden net kuvvet sıfır ise cisim iş yapmaz ve cismin hızı değişmez ( $F_1 = F_2$ ).

Cisme uygulanan kuvvet, cismin yaptığı yer değiştirme ve iş arasındaki ilişki  $W = F_{net} \cdot \Delta x$  matematiksel modeli ile hesaplanır. Bu model yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi  $F-x$  grafiğinde grafiğin yatay eksen ile arasında kalan alan yardımıyla da bulunabilir. Yapılan işin pozitif olması durumunda  $F-x$  grafiği  $x$  ekseninin üstünde, negatif olması durumunda  $x$  ekseninin altında yer alır.



Cisim üzerinde yapılan net iş  $W_{net} = W_1 - W_2$  ile hesaplanır.

## B) İş, Enerji ve Güç Kavramları Arasındaki İlişki

1963'ten beri her yıl Türkiye'nin farklı şehirlerinde düzenlenen Cumhurbaşkanlığı Türkiye Bisiklet Turu, yüzlerce yerli ve yabancı sporcunun dayanıklılığını test eden bir mücadeledir (Görsel 2.1). Bu mücadele, bir yandan bisiklet sporuna olan ilgiyi artırırken diğer yandan da Türkiye'nin doğal güzelliklerinin, tarihî ve turistik mekânlarının tanıtılmasını sağlar. Bisikletçiler, yarış boyunca kas enerjilerini kullanarak pedallara kuvvet uygular. Pedallara uygulanan kuvvet bisikletin ivmeli hareket yapmasını ve durgun hâlden harekete başlayan sporcuların bitiş çizgisine ulaşmasını sağlar. Bu durumda bisikletçiler durgun hâlden başlayarak bitiş çizgisine doğru ilerler ve pedal çevirerek belirli bir mesafe kateder.



**Görsel 2.1:** 59. Cumhurbaşkanlığı Türkiye Bisiklet Turu'ndan bir görüntü

**Parkuru tamamlayabilen sporcuların yaptıkları işler hakkında neler söylenebilir?**

**Sporcuların pedala uyguladıkları kuvvetleri, turun bitiş çizgisine ilk ve son gelme durumlarına göre karşılaştırınız.**

**Bisiklete uygulanan net kuvvetin sıfır olması durumunda bisiklette enerji değişimi nasıldır?**

### 2.2. Etkinlik

<b>Adı</b>	İŞ, ENERJİ VE GÜÇ
<b>Amaç</b>	İş, enerji ve güç kavramlarına ilişkin çıkarım yapabilme
<b>Süre</b>	30 dk.
<b>Araç Gereç</b>	Genel ağ bağlantılı cihaz
<b>Yönerge</b>	Etkinlik başlangıcında aşağıdaki tablosunun "Ne Biliyorum?" ve "Ne Bilmek İstiyorum?" sütunlarını doldurunuz. Sonrasında işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda tabloyu tamamlayarak "Öz Değerlendirme Formu"nu doldurunuz.

	Ne Biliyorum?	Ne Bilmek İstiyorum?	Ne Öğrendim?
İş	İş, enerji ve güç ile ilgili mevcut bilgi veya tahminleriniz	İş, enerji ve güç kavramları arasındaki ilişki ile ilgili öğrenmek istedikleriniz	Etkinlik sonunda öğrendikleriniz
Enerji			
Güç			

- 1. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. Karşınıza çıkan animasyonu inceleyerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.



- a) Vinçlerin kütleleri taşıma süresi bitinceye kadar yaptığı işleri karşılaştırınız.

- b) Vinçlerin yüksek yere çıkardığı kütlelerin kazandığı enerji ve bulunduğu konum niceliklerinden hangileri eşittir? Açıklayınız.

- c) Vinçlerin aynı anda çalıştırıldığı bilinmektedir. Buna rağmen vinçlerin kütleleri farklı zamanlarda aynı yüksekliğe çıkarması fizik bilimine ait hangi kavramla açıklanabilir?

- ç) Verdiğiniz cevaplardan yararlanarak iş, enerji ve güç kavramlarının bağlı olduğu değişkenleri belirleyerek yazınız.



- 2. İş, güç ve enerji kavramlarının tanımlarına ve bu kavramların birbirleri ile ilişkisine yönelik aşağıdaki tabloyu doldurunuz. Etkinlikte yapmış olduğunuz tahminlerdeki eksikliklerinizi gözden geçiriniz.

Kavram	Tanımı	Diğer Kavramlarla İlişkisi	Birimi
İş			
Enerji			
Güç			

### Değerlendirme

1. Kerem ile İrem merdiven çıkma yarışı yapmak için anlaşmıştır. Kütleleri aynı olan iki arkadaşın yaptığı merdiven çıkma yarışını en üst basamağa ulaşarak ilk tamamlayan Kerem olmuştur.



Buna göre

- a) Eşit kütlelere sahip olmalarına rağmen yarışı kazanan kişinin Kerem olmasının sebepleri neler olabilir?

- b) Yarış sonunda Kerem ile İrem'in yaptıkları işleri karşılaştırınız.

- c) Kerem ile İrem'in birim zamanda yaptıkları işleri karşılaştırınız.

- ç) Yapılan işin aynı fakat birim zamanda yapılan işin farklı olmasının fizik bilimine ait hangi kavrama karşılık geldiğini yazınız.



### ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

Öğrencinin		Tarih :
Adı Soyadı	:	
Numarası	:	
Sınıfı	:	

Bu form etkinlik süreci sonunda kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı en doğru yansıtan seçeneği "X" ile işaretleyiniz. Nadiren ve hiçbir zaman derecelerine ait işaretlemeleriniz için etkinlikteki öğrenme eksikliklerinizi gideriniz.

Davranışlar	Dereceler				
	Her Zaman (5)	Sık Sık (4)	Bazen (3)	Nadiren (2)	Hiçbir Zaman (1)
1. Etkinlik adımlarını sırayla uyguladım.					
2. İş ve enerji kavramları arasındaki ilişkiyi etkileyen faktörleri öğrendim.					
3. İş, enerji ve güç kavramlarını ilişkilendirebildim.					
4. İş, enerji ve güç kavramları ile ilgili çıkarım yapabildim.					
5. Etkinliği zamanında tamamlayabildim.					
6. Konunun günlük hayattaki kullanımını öğrendim.					
7. Etkinlikte öğrendiklerimi günlük hayata aktarabilirim.					
TOPLAM PUAN					

Etkinliği tekrar yapma şansım olsaydı değiştireceğim noktalar neler olurdu?

.....

.....

.....

Etkinliğin beni en çok etkileyen yönleri neler oldu?

.....

.....

Etkinlikte en çok zorlandığım kısımlar neler oldu?

.....

.....

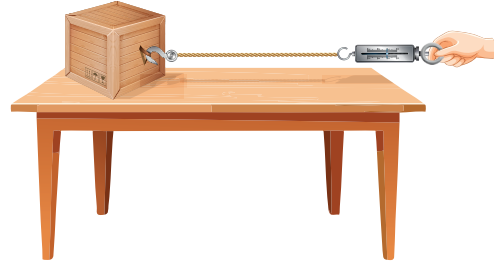
## 2.1. Deney



<b>Adı</b>	İŞ, ENERJİ VE GÜÇ ARASINDAKİ İLİŞKİ
<b>Amaç</b>	İş, enerji ve güç kavramları arasındaki ilişkiyi gözlemleyebilme ve bu ilişkiye yönelik bir önermede bulunarak önermeyi matematiksel olarak modelleyebilme
<b>Süre</b>	40 dk.
<b>Araç Gereç</b>	Sabit makara, 2 m uzunluğunda ip, 0,5 kg ve 1kg'lık kütleler, dinamometre, kronometre, cetvel, kâğıt, kalem, destek çubuğu
<b>Yönerge</b>	Aşağıdaki deney adımlarını sırasıyla uygulayınız. Deney sonunda çalışmalarınız öğretmenin tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

## Deneyin Yapılışı

1. Öğretmenin rehberliğinde gruplar oluşturunuz.
2. Şekil 1'deki gibi ipi 0,5 kg'lık kütleyle bağlayıp kütle için diğer ucuna dinamometreyi takınız.
3. Kütle masanın üzerinde ip masaya olabildiğince yatay kalacak şekilde dinamometre ile 1 m çekiniz.
4. Geçen süreyi ve dinamometrenin gösterdiği değeri Tablo 1'e yazınız. 1 kg'lık kütle için deneyi tekrarlayınız.
5. Gruptaki iki arkadaşınızdan 4. adımdaki işlemi farklı hızlarla tekrarlamasını isteyiniz. Dinamometrenin gösterdiği değeri ve kütle hareketi boyunca geçen süreyi Tablo 1'e yazınız. (Süreyi kronometre ile ölçünüz.)



Şekil 1

Tablo 1

Ölçümler	0,5 kg		1 kg	
	Dinamometre	Süre	Dinamometre	Süre
1. Ölçüm				
2. Ölçüm				
3. Ölçüm				

6. Destek çubuğunun bir kısmını dışarıda bırakıp Şekil 2'deki gibi masanın üzerine yerleştirerek tutunuz. Çubuğun dışarıda kalan kısmına makarayı kancasından şekildeki gibi asınız.
7. İpi makaranın oluğuna düzgün bir şekilde yerleştiriniz. İpin bir ucuna dinamometreyi, diğer ucuna da 0,5 kg'lık kütleyle asarak kütle zeminde kalmasını sağlayınız.
8. Masa ile zemin arasındaki yüksekliği cetvelle ölçerek aşağıdaki ilgili yere yazınız.

Masanın yerden yüksekliği:  cm

9. Dinamometreyi Şekil 2'deki gibi aşağı doğru çekerek cismin yerden makara seviyesine kadar gelmesini sağlayınız. Kütle hareketi boyunca geçen süreyi (kronometre ile ölçerek) ve dinamometrenin gösterdiği değeri Tablo 2'deki 1. ölçüm satırında ilgili alana yazınız.



Şekil 2

- 10. Gruptaki iki arkadaşınızdan 9. basamaktaki işlemi farklı hızlarla tekrarlamasını isteyiniz. Dinamometrenin gösterdiği değerleri ve geçen süreleri Tablo 2'ye yazınız.

11. Aynı işlemleri 1 kg kütleli cisim ile tekrarlayarak Tablo 2'yi doldurunuz.

Tablo 2

Ölçümler	0,5 kg		1 kg	
	Dinamometre	Süre	Dinamometre	Süre
1. Ölçüm				
2. Ölçüm				
3. Ölçüm				

12. 1 kg'lık kütle için yapılan işi ve cismin kazandığı enerjiyi  $m \cdot g \cdot h$  matematiksel modeli ile hesaplayınız ve elde ettiğiniz sonuçları aşağıdaki tabloya yazınız. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

	1. Tekrar	2. Tekrar	3. Tekrar
Yapılan İş (J)			
Cismin Kazandığı Enerji (J)			

13. İş ve güç kavramları arasındaki ilişkiden yararlanarak güç kavramının matematiksel modelini yazınız.

14. Cisimlerin kazandığı enerji ile cisimler üzerinde yapılan işler arasındaki ilişkiyi değerlendiriniz.

### Sorular

1. Deney sonuçlarından yararlanarak aşağıdaki genellemelerde boş bırakılan yerleri verilen uygun kelimeler ile doldurunuz.

kuvvet

ters

doğru

enerji

iş

a) Yapılan iş, ..... ve yer değiştirme değişmedikçe aynı kalır.

b) Güç; yapılan iş ile ....., işin yapılma süresi ile ..... orantılıdır.



- 2. Bir cisim üzerinde yapılan işlerin aynı fakat yapılma sürelerinin farklı olması neyi ifade eder?

3. Bahçe düzenleme, inşaat işleri, taşımacılık gibi günlük hayat örnekleri üzerinden iş, enerji ve güç kavramlarına ilişkin çıkarımlarınızı poster hâline getirerek bülten panosunda sergileyiniz.

Deney performansınız, öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



**B**ir cisme hareket doğrultusunda bir kuvvet uygulandığında cismin hareket etmesi ile iş yapılır. Böylece cismin enerjisinde değişim meydana getirilir. Pozitif iş cismin kazandığı enerjiyi, negatif iş ise cismin kaybettiği enerjiyi ifade eder. Örneğin bir inşaat vinci ucuna bağlanan kütleyi belirli bir yüksekliğe çıkarmak için enerji harcadığında kütle iş yapabilme yeteneği kazanır. Bu sayede vinçten ayrılan kütle hızlanarak yere düşmeye başlar ve iş yapılmış olur. Fizik biliminde kullanılan iş ve enerji kavramları ile ilişkili önemli kavramlardan biri de güçtür. Günlük hayatta güç, kuvvet ve enerji kavramları birbirinin yerine kullanılmasına rağmen bu kavramların fizik bilimindeki anlamları birbirinden farklıdır.

#### İş-Kinetik Enerji Teoremi

Cisim üzerine etki eden net kuvvetin yaptığı iş, cismin enerji değişimine eşittir:

Net kuvvetin yaptığı iş  
 $W_{NET} = \Delta E = E_{Son} - E_{İlk}$   
 matematiksel modeli ile ifade edilir.

Güç, bir işin ne kadar kısa sürede yapıldığının bir ölçüsüdür. Otomobillerde motorun ürettiği güç, aracın ne kadar hızlı hızlanabileceğini ve ulaşabileceği maksimum hızı belirler. Motor, yakıtı (benzin, dizel veya elektrik) enerjiye dönüştürür ve bu enerji, aracın hareket etmesini sağlar. Güçlü motora sahip bir otomobil birim zamanda daha fazla iş yapabilir ve bu durumda daha kısa sürede daha fazla mesafe katedebilir.

**Güç**, birim zamanda yapılan iş miktarı ya da aktarılan enerjidir. Başka bir ifade ile güç, iş yapma hızı olarak tanımlanabilir. Buradan

$$\text{Güç} = \frac{\text{Yapılan iş}}{\text{Geçen zaman}} = \frac{\text{Aktarılan enerji}}{\text{Geçen zaman}}$$
 şeklinde yazılır.

Skaler nicelik olan güç P sembolü ile gösterilir ve

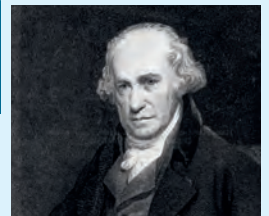
$$P = \frac{W}{t}$$

matematiksel modeli ile hesaplanır.

SI birim sisteminde iş ya da enerji birimi J, zaman birimi s olduğundan güç birimi J/s = watt olarak kullanılır. Birimin isimlendirilmesi James Watt'a (Ceymis Vat) ithafen yapılmıştır. Günlük hayatta kullanılan elektrikli cihazların gücü watt (W) ya da kilovat (kW) ile ifade edilir (1000 W = 1 kW). Elektrik faturalarındaki harcanan elektrik enerjisi miktarı da kilovatsaat (kWh) cinsinden belirtilir.

#### James Watt

1736 İskoçya doğumlu bir mucit ve mühendis olan James Watt, buhar makinelerinin geliştirilmesi üzerine çalışmıştır. Üretilen buhar makinelerinin sahip olduğu gücün alıcılar tarafından anlaşılması amacıyla beygir gücü (BG) birimini kullanmıştır. Bir atın 75 kg'lık yükü 1 s'de yaklaşık 1 m taşıdığını hesaplamıştır. Buna göre 1 BG = 746 W'a karşılık gelmektedir.



James Watt (Temsili)

## Örnek

(Y.1) VERİLDİĞİ İL/İLÇE <b>KOCAELİ</b>		
(A) PLAKA .....	(B) İLK TESCİL TARİHİ <b>22-02-2023</b>	
(Y.2) TESCİL SIRA NO <b>02222288833369</b>	(1) TESCİL TARİHİ <b>22-02-2023</b>	
(D.1) MARKASI .....	(D.2) TİPİ <b>UB</b>	
(D.3) TİCARİ ADI .....	(D.4) MODEL YILI <b>2023</b>	(J) ARA, SINIFI <b>M1</b>
(D.5) CİNSİ OTOMOBİL (Çok amaçlı)	(R) RENGİ <b>BEYAZ</b>	
(P.5) MOTOR NO <b>G4LRTY846217</b>		
(E) ŞASE NO <b>TYJP257ML3278541</b>		
(G.1) NET AĞIRLIĞI <b>1152</b> kg	(F.1) AZAMI YÜKLÜ AĞIRLIĞI <b>1652</b> kg	
(G) KATAR AĞIRLIĞI ..... kg	(G.2) RÖMORK AZAMI YÜKLÜ AĞIRLIĞI ..... kg	
(S.1) KOLTUK SAYISI (Sür.dahil) <b>5</b>	(S.2) AYAKTA YOLCU SAYISI <b>0</b>	
(P.1) SILİNDİR HACMİ <b>1298</b> cm <sup>3</sup>	(P.2) MOTOR GÜCÜ <b>62,5</b> kW	
(P.3) YAKIT CİNSİ <b>BENZİNLİ</b>	(Q) GÜÇ AĞIRLIK ORANI (Motosiklet) <b>0</b> kW/kg	
(Y.3) KULLANIM AMACI <b>Yolcu Nakli - HUSUSİ</b>	(K) TİP ONAY NO <b>235968742321489203</b>	

Aracın performansı üzerinde duran sürücüler için iki kavram önemlidir: tork ve beygir gücü. Bunlar birbirini tamamlayan farklı kavramlardır. Araçlarda tork, çekiş gücünü ifade eder ve devir göstergesiyle kontrol edilir. Beygir gücü sürat göstergesiyle kontrol edilir. Motorların gücü geçmişte beygir gücü ile hesaplanırken günümüzde kW cinsinden hesaplanmaktadır.

Yandaki araç ruhsatında motor gücü bilgisi 62,5 kW olarak verilmiştir.

**Buna göre motorun 1 s'de harcadığı enerji kaç J olur?**

## Çözüm

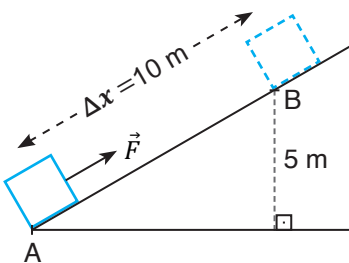
Güç  $P = \frac{W}{t}$  matematiksel modelinden hesaplanır. Burada  $W$ , enerji veya yapılan iş;  $t$  ise geçen zamandır.

Buna göre

$$W = P \cdot t = 62,5 \cdot 1000 \cdot 1$$

$$W = 62.500 \text{ J olur.}$$

## Örnek

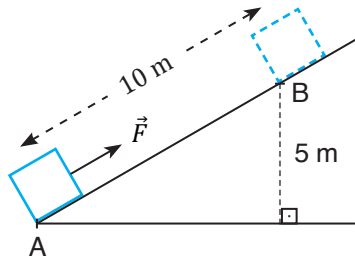


Kaan, m kütleli bir yükü 5 m yükseklikteki bir noktaya taşımak istemektedir. Bu işi kolaylıkla yapabilmek için bir kalas kullanarak eğik düzlem oluşturur. Kaan yükü A noktasından B noktasına eğik düzleme paralel bir  $F$  büyüklüğünde kuvvet uygulayarak 1 dakikada getirir. Kaan bu işi yaparken 120 W güç harcamaktadır.

**A ve B noktası arasındaki mesafe 10 m olduğuna göre Kaan'ın cisme uyguladığı kuvvetin büyüklüğü kaç N olur?**

(Düzlemin sürtünmesi ihmal edilmiştir.)

## Çözüm



$P = \frac{W}{t}$  matematiksel modelinde soruda verilen güç ve zaman değerleri yerine yazılır.  $t = 1$  dk. = 60 s olduğundan

$120 = \frac{W}{60}$  olur. Bu durumda Kaan'ın yaptığı iş  $W = 7200$  J bulunur.

$W = F \cdot \Delta x$  matematiksel modelinde hesaplanan iş ve eğik düzlemin uzunluk değerleri yerine yazıldığında Kaan'ın cisme uyguladığı kuvvetin büyüklüğü

$$7200 = F \cdot 10$$

$F = 720$  N bulunur.

## 2.4. Soru



Yapı marketlerde insan gücüyle taşınması zor olan ağır yüklerin üst raflara kaldırılması ya da üst raflardan indirilmesi için çatal kaldıraç (fork-lift) adlı araçlar kullanılır.

**Buna göre 5 tonluk bir yükü 3 m yüksekliğe 20 s'de kaldıracı bir çatal kaldıraç gücü kaç kW olur?**

(Sürtünmeleri ihmal ediniz ve  $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

## Cevap

A large grid of blue lines for writing the answer to the question.



## Çözüm

a) 14 N'lık kuvvetin 2 m boyunca yaptığı iş

$$W_F = F \cdot \Delta x$$

$$W_F = 14 \cdot 2 = 28 \text{ J bulunur.}$$

b) 6 N'lık sürtünme kuvvetinin yaptığı iş

$$W_s = -F_s \cdot \Delta x$$

$$W_s = -6 \cdot 2 = -12 \text{ J bulunur.}$$

c) Cisme etki eden net kuvvetin yaptığı iş

$$W_{net} = F_{net} \cdot \Delta x$$

$$W_{net} = (14 - 6) \cdot 2 = 16 \text{ J bulunur.}$$

ç) Koliye uygulanan net kuvvetin dolayısıyla koli üzerinde yapılan işin artması gerekir.

Bilinçli bir tüketici olarak enerjiyi israf etmeden kullanmak aile bütçesine, ülke ekonomisine ve çevrenin korunmasına katkı sağlar. Bilinçli tüketici olmak satın alınacak ürünlerde isteklere değil ihtiyaçlara öncelik vermeyi, fiyat araştırması yapmayı, aynı nitelikteki ürünler arasından sürdürülebilirliğe katkısı olan yerli ürünleri tercih etmeyi, ürünle ilgili sorun yaşandığında başvurulabilecek mercileri bilmeyi ve ilgili kurumlara müracaat etmeyi gerektirir. Elektrikli aletlerin enerji etiketlerine dikkat etmek, evlerin ısı yalıtımını yaptırmak, aydınlatma için verimli LED [light emitting diode/layt emitting dayod (ışık yayan diyot)] lambalar kullanmak enerji israfına karşı alınabilecek tedbirlerdendir.

Bir elektrikli cihazın tükettiği elektrik miktarını kWh cinsinden hesaplayarak bu cihazın harcadığı enerjinin elektrik faturasına ne kadarlık bir bedel yansıttığı bulunabilir. Bunun için üç faktörü göz önünde bulundurmak gerekir: tüketimi hesaplanmak istenen cihazın W cinsinden güç kapasitesi, cihazın günlük kullanım süresi ve elektriğin 1 kWh'lik birim fiyatı.




Elektrikli aletlerin harcadığı güç miktarları, cihazların iç ya da dış yüzeylerindeki etiketlerde belirtilir. Görsel 2.2, bir bulaşık makinesinin kapağının iç kısmına yapıştırılan etikette makinenin 1800-2100 W güç aralığında çalıştığını göstermektedir. Bu bulaşık makinesinin 2100 W güç harcadığı düşünülürse cihazın bir ayda harcadığı elektrik enerjisinin fatura bedeli şu şekilde hesaplanır:

Bulaşık makinesi günde ortalama 1 saat çalışırsa 30 günde 30 saat çalışmış olur. Makinenin 1 saatte harcadığı güç 2100 W (2,1 kW) olur.

$P = \frac{W}{t}$  matematiksel modelinden makinenin bir ayda tükettiği enerji miktarı

$$W = P \cdot t = 2,1 \cdot 30 = 63 \text{ kWh bulunur.}$$

Harcanan 1 kWh enerji ortalama 1,5 TL ise bulaşık makinesinin bir ayda harcadığı elektrik enerjisinin bedeli  $1,5 \cdot 63 = 94,5$  TL olur.

1800-2100 W	
220-240 V	50 Hz
 10 A	 90/30 W
	
Tip: art10 Sınıf: 1	



**Görsel 2.2:** Bulaşık makinesine ait güç etiketi

## Örnek

Sibel ve Birsen, okulda güç etiketleri ile ilgili öğrendiklerinden sonra enerji sınıfları farklı ancak günlük kullanım süreleri aynı olan elektronik aletlerin elektrik faturasında oluşturduğu değişikliği hesaplamak isterler. Bunun için kendi evlerinde kullandıkları eşyaların güç etiketlerini okuyarak ve bir günlük kullanım sürelerini belirleyerek aşağıdaki tabloları hazırlarlar.

Sibel'in Evindeki A Sınıfı Aletler	Güç (Watt)	Bir Günlük Çalışma Süresi (saat)	Birsen'in Evindeki B Sınıfı Aletler	Güç (Watt)	Bir Günlük Çalışma Süresi (saat)
Buzdolabı	500	24	Buzdolabı	1700	24
Çamaşır makinesi	800	1	Çamaşır makinesi	1000	1
Bulaşık makinesi	840	1	Bulaşık makinesi	900	1
Fırın	2500	0,5	Fırın	3000	0,5
Televizyon	380	4	Televizyon	480	4
2 adet LED lamba	7	5	2 adet akkor ampul	60	5

**Tablolara göre Sibel ve Birsen'in ailelerinin bir ayda harcadığı elektrik enerjisini hesaplayarak elektrik tüketim bedelleri arasındaki farkı değerlendiriniz.**

(1 kWh elektriğin enerji bedelini 1,5 TL olarak alınız.)

## Çözüm

Yapılan iş, enerji değişimine eşit olduğundan her bir elektrikli aracın bir günde harcadığı enerji  $W = P \cdot t$  matematiksel modelinden bulunur. Bir aylık fatura hesabı için elektrikli araçların güç değerleri kW'a çevrilerek hesap yapılır.

Cihazlar	Sibel'in Ailesi İçin Bir Günde Harcanan Enerji (kWh)	Birsen'in Ailesi İçin Bir Günde Harcanan Enerji (kWh)
Buzdolabı	$0,5 \cdot 24 = 12$	$1,7 \cdot 24 = 40,8$
Çamaşır Makinesi	$0,8 \cdot 1 = 0,8$	$1 \cdot 1 = 1$
Bulaşık Makinesi	$0,84 \cdot 1 = 0,84$	$0,9 \cdot 1 = 0,9$
Fırın	$2,5 \cdot 0,5 = 1,25$	$3 \cdot 0,5 = 1,5$
Televizyon	$0,38 \cdot 4 = 1,52$	$0,48 \cdot 4 = 1,92$
Lambalar	$2 \cdot 0,007 \cdot 5 = 0,07$	$2 \cdot 0,06 \cdot 5 = 0,6$
<b>Toplam Enerji</b>	<b>16,48 kWh</b>	<b>46,72 kWh</b>
<b>Bir Ay İçin Elektrik Tüketim Bedeli</b>	<b><math>16,48 \cdot 30 \cdot 1,5 = 741,6</math> TL</b>	<b><math>46,72 \cdot 30 \cdot 1,5 = 2102,4</math> TL</b>

Sibel ve Birsen'in ailelerinin aylık elektrik fatura bedelleri arasındaki fark  $2102,4 - 741,6 = 1360,8$  TL'dir. İki fatura arasındaki büyük fark, elektrikli aletlerin güç etiketlerinde yer alan enerji tüketim değerlerine dikkat edilerek alınmasının tasarruf açısından önemli olduğunu göstermektedir.





## Çalışma Yaprağı

Aşağıdaki soruların cevaplarını verilen alana yazınız. (Soruları cevaplarken sürtünmeleri ihmal ediniz.)

1. Bir su pompası 200 J enerji harcayarak 10 s'de suyu belirli bir yükseklikteki musluğa çıkarmaktadır.

**Buna göre pompanın gücü kaç W olur?**

2. Günde 5 saat çalışan bir iklimleme cihazı (klima), 30 günde bedeli 90 TL'ye karşılık gelen elektrik enerjisi tüketmektedir.

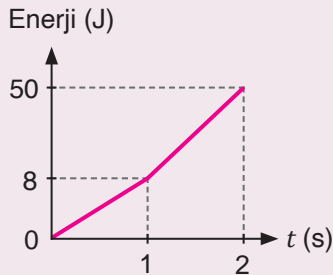
**Elektrik enerjisinin 1 kWh'i 1,5 TL olduğuna göre iklimleme cihazının gücü kaç kW olur?**

3. Bir AVM'de (alışveriş merkezi) yan yana iki asansör bulunmaktadır. Birinci asansör sadece AVM'nin içindeki katlar arasında hizmet vermekte olup 8 saniyede zemin kattan 3. kata çıkmaktadır. İkinci asansör ise AVM'nin üstündeki konutlara hizmet vermekte olup 40 saniyede zemin kattan 24. kata ulaşmaktadır.

**Buna göre sabit süratle hareket eden özdeş asansörlerin güçlerini karşılaştırınız.**

(Katlar arası mesafe 4 m'dir.)

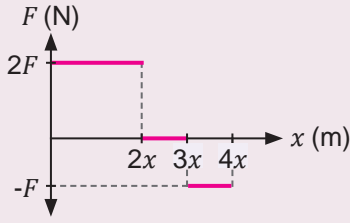
4. Yatay düzlemde duran m kütleli cisim, kuvvet etkisi ile hareket ettirilmektedir. Cismin hareketine ait enerji-zaman grafiği aşağıdaki gibidir. (0-1) s aralığında harcanan güç  $P_1$ , (1-2) s aralığında harcanan güç  $P_2$ dir.



**Buna göre güçlerin oranı  $\frac{P_1}{P_2}$  kaçtır?**



5.



Yatay düzlemde durgun hâlde bulunan cismin  $F$ - $x$  grafiği yandaki gibidir. Cisim başlangıçtan itibaren  $2x$  yer değiştirdiğinde cisim üzerinde yapılan iş  $40$  J'dür.

**Cisim  $4x$  yer değiştirmeyi  $10$  s'de tamamladığına göre bu süre sonunda cisim üzerinde harcanan güç kaç  $W$  olur?**

### Kontrol Noktası



Aşağıdaki tabloda iş, enerji ve güç kavramlarına ait bilgiler verilmiştir:

	İŞ	ENERJİ	GÜÇ
<b>Tanımı</b>	Bir kuvvetin bir cisme etki ederek onu kuvvet doğrultusunda hareket ettirmesi durumunda yaptığı fiziksel niceliktir.	Enerji, iş yapabilme yeteneğidir.	Birim zamanda yapılan iş ya da birim zamanda harcanan enerjidir.
<b>Birimi</b>	joule	joule	watt
<b>Simgesi</b>	$W$	$E$	$P$
<b>Matematiksel Modeli</b>	$W = F \cdot \Delta x$	$\Delta E = W = F \cdot \Delta x$	$P = \frac{W}{t}$

- İş-Güç-Enerji**

  - Cisme hareketi doğrultusunda etki eden kuvvetin büyüklüğü ve cismin yer değiştirmesi işi etkiler.
  - İnsanların güçlü olması fizik bilimi açısından güçlü olması anlamına gelmez.
  - Cisme uygulanan net kuvvet cismin hareket yönünde ise cismin hızı artar.
  - Bir cismin üzerinde yapılan iş cismin enerji değişimine eşittir.
  - Sabit hızlı hareket eden cisim iş yapmaz.
  - Uzun süre ayakta bekleyen kişinin yorulması fizik bilimi açısından iş yapıldığını göstermez.



**Ders Öncesi Hazırlık:** 2.3. Etkinlik'te kullanmak üzere mekanik, kimyasal ve nükleer enerji ile ısı, ışık, ses ve elektrik enerjisi biçimlerini araştırarak elde ettiğiniz bilgileri bir kâğıda not ediniz.

## 2.2. ENERJİ BİÇİMLERİ

### Konuya Başlarken



Enerji biçimleri ihtiyaç doğrultusunda birbirine dönüştürülebilir. Bu sayede çeşitli teknolojik ürünleri çalıştırmak için dönüştürülen enerjilerden yararlanılır.

Günlük hayatta kullanılan teknolojik ürünlere her geçen gün bir yenisi eklenmekte ve işler çok daha kolay bir şekilde yapılabilmektedir. Evlerde kullanılan teknolojik ürünlerin birçoğu elektrik ile çalıştırılmasına rağmen bu aletler ile elde edilen enerji biçimlerinin farklılık gösterdiği görülür. Örneğin saç kurutma makinesi elektrik enerjisini ısı ve mekanik enerjiye dönüştürür.

**Evlerde kullanılan elektrikli ev aletleri, elektrik enerjisini hangi farklı enerji biçimlerine dönüştürebilir?**



Elektrikli ev aletleri

### 2.3. Etkinlik



Adı	ENERJİ BİÇİMLERİ
Amaç	Mekanik, kimyasal ve nükleer enerji ile ısı, ışık, ses ve elektrik enerjisi biçimlerinin özelliklerini belirleyebilme
Süre	30 + 30 dk.
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını sırayla takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik, öğretmeniniz tarafından "Grup Değerlendirme Formu" ile değerlendirilecektir.

1. Etkinlikte asıl ve uzman gruplar olmak üzere farklı zamanlarda grup kurma süreci gerçekleşecektir. Öncelikle öğretmeninizin rehberliğinde en az yedişer kişilik "asıl gruplar" oluşturunuz.
2. Etkinlik öncesinde enerji biçimleri hakkında yapmış olduğunuz araştırma sonuçlarınızı grup olarak saygı çerçevesinde tartışınız. Tartışma sonucunda enerji biçimlerinin özellikleri ile ilgili ulaştığınız sonuçları aşağıdaki alana kısaca yazınız.

**Mekanik Enerji:** .....

**Kimyasal Enerji:** .....

**Nükleer Enerji:** .....

**Isı:** .....

**Işık:** .....

**Ses:** .....

**Elektrik Enerjisi:** .....

- 3. Asıl grubunuz içinde her biriniz öğretmenin rehberliğinde uzmanlaşmak istediğiniz farklı bir enerji biçimini seçiniz. Aynı enerji biçimini seçen diğer öğrenciler ile bir araya gelerek “uzman grupları”nı oluşturunuz.
4. Seçtiğiniz enerji biçimini, bu enerji biçiminin nasıl oluştuğunu ve günlük hayatta nerelerde görüldüğünü uzman grubunuzla müzakere ediniz. Bu enerji biçiminin diğer enerji biçimleri ile benzerlik ve farklılıklarını sebepleri ile aşağıdaki tabloya kısaca yazınız. Tabloyu doldururken ihtiyaç duyan grup arkadaşlarınıza destek veriniz.

Enerji Biçimi: .....	
Benzerlikler	Farklılıklar

5. Asıl grubunuza geri dönünüz ve enerji biçimlerinin özelliklerini, benzerliklerini ve farklılıklarını arkadaşlarınızla paylaşınız. Paylaşılan bilgiler doğrultusunda aşağıdaki tabloyu örnekteki gibi doldurunuz.

Enerji Biçimi	Enerji Biçiminin Özelliği	Benzer Olduğu Enerji Biçimi	Farklı Olduğu Enerji Biçimi
Mekanik Enerji	Cismin konum ve hareketi ile ilgilidir.	Ses	Işık
Kimyasal Enerji			
Nükleer Enerji			
Isı			
Işık			
Ses			
Elektrik Enerjisi			

### Değerlendirme

1. Bir körfezin iki yakasında oturan iki arkadaş olan Melih ve Ahmet, telefon görüşmesi yaparken düşen yıldırım aynı anda görürler. Melih, yıldırımın sesini duyduğunda Ahmet henüz bir ses duymadığını söyler. Bir süre sonra Ahmet de yıldırımın sesini duyduğunu ifade eder.

Buna göre

- a) Yukarıdaki örnek olayda hangi enerji biçimlerinden bahsedilmektedir?

- b) Melih ile Ahmet'in yıldırımını aynı anda görüp yıldırımın sesini farklı zamanlarda duymalarının sebebi nedir? Açıklayınız.

- 2. Vantilatör, bulunduğu ortamdaki havayı hareket ettirmek için kullanılan ve elektrik enerjisi ile çalışan bir cihazdır. Buna göre
- a) Vantilatörün çalışma sürecindeki enerji dönüşümlerini sırasıyla yazınız.

- b) Vantilatörün uzun bir süre çalışması nedeniyle oluşan enerji kaybı hangi enerji biçimlerine dönüşür?

- c) Vantilatörün çalışma sürecindeki enerji biçimlerinin benzerlik ve farklılıklarını kısaca yazınız.

Yandaki karekodu kullanarak “Grup Değerlendirme Formu”na ulaşabilirsiniz.



**Mekanik Enerji:** Bir cismin sahip olduğu mekanik enerji, o cismin hareketi ile kazandığı kinetik enerji ve bulunduğu konum dolayısıyla sahip olduğu potansiyel enerjinin toplamıdır. Örneğin hidroelektrik santrallerde ve barajlarda biriken suyun sahip olduğu potansiyel enerji suyun hareketi ile kinetik enerjiye dönüşür. Bu durum akarsu üzerine bir sistem kurulmasıyla da elde edilebilir. Bu sayede suyun mekanik enerjisi, türbinlerle elektrik enerjisine dönüştürülür. Görsel 2.3'teki gibi kayak yapan sporcunun mekanik enerjisi, hızı dolayısıyla sahip olduğu kinetik enerjisi ve konumu dolayısıyla sahip olduğu potansiyel enerjisinin toplamına eşittir. Çeşitli şekillerde elde edilen mekanik enerji ile iş yapılabilir ya da elektrik enerjisi üretilebilir.



▲ **Görsel 2.3:** Kayak yapan sporcu



**Görsel 2.4:** Akü



**Görsel 2.5:** Nükleer santral

### Mutlak Sıcaklık

Mutlak sıcaklık (mutlak sıfır), teorik olarak mümkün olan en düşük sıcaklıktır ve  $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$  (derece celsius) olarak tanımlanır. Termodinamiğin temel kavramlarından biri olan mutlak sıfır,  $K$  (Kelvin) ölçeğinde  $0\text{ K}$  değerine karşılık gelir. Bu sıcaklık değerinde moleküllerin termal hareketlerinin olmadığı ve kinetik enerjilerinin sıfır olduğu kabul edilir.

Bir malzemenin sıcaklığının mutlak sıfıra düşürülmesi imkânsız olsa da gelişmiş yöntemler kullanılarak laboratuvar ortamında mutlak sıfıra çok yakın sıcaklıklara ulaşılabilmektedir.

**Isı:** Sıcaklıkları farklı olan maddeler bir araya geldiklerinde ya da birbirlerine temas ettiklerinde aralarında enerji alışverişi olur. Bu alışveriş esnasında alınan ya da verilen enerjiye **ısı** denir. Isı sistemin moleküllerinin, atomlarının ve elektronlarının hareketleri sonucu ortaya çıkar. Cisimleri oluşturan moleküllerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına **iç enerji** denir. Mutlak sıcaklığın üzerinde bir sıcaklığa sahip olan her sistemin iç enerjisi vardır.

Bir enerji biçimi olan ısının SI'da birimi jouledür (J). Günlük hayatta ısı için sıklıkla "kalori" birimi de kullanılır. Görsel 2.6'da bir evin farklı bölümlerindeki sıcaklık dağılımının kızılötesi termal kamera görüntüsü verilmiştir.



**Görsel 2.6:** Kızılötesi termal kamera görüntüsü

**Kimyasal Enerji:** Moleküllerin kimyasal bağlarında depolanmış enerji bulunur. Bu enerjinin kimyasal tepkime sonucunda açığa çıkmasıyla kimyasal enerji elde edilir. Pil ve akülere depolanan enerji kimyasal enerjidir. Günlük hayatta yaygın olarak kullanılan pil ve aküler (Görsel 2.4) kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren düzeneklerdir. Kimyasal enerji; ısı, ışık veya mekanik enerjiye dönüştürülebilir. Örneğin pildeki kimyasal enerji elektrik enerjisine dönüşerek uzaktan kumandalı oyuncak arabayı çalıştırabilir veya el fenerindeki kimyasal enerji ışık enerjisine dönüşerek karanlık bir yeri aydınlatılabilir.

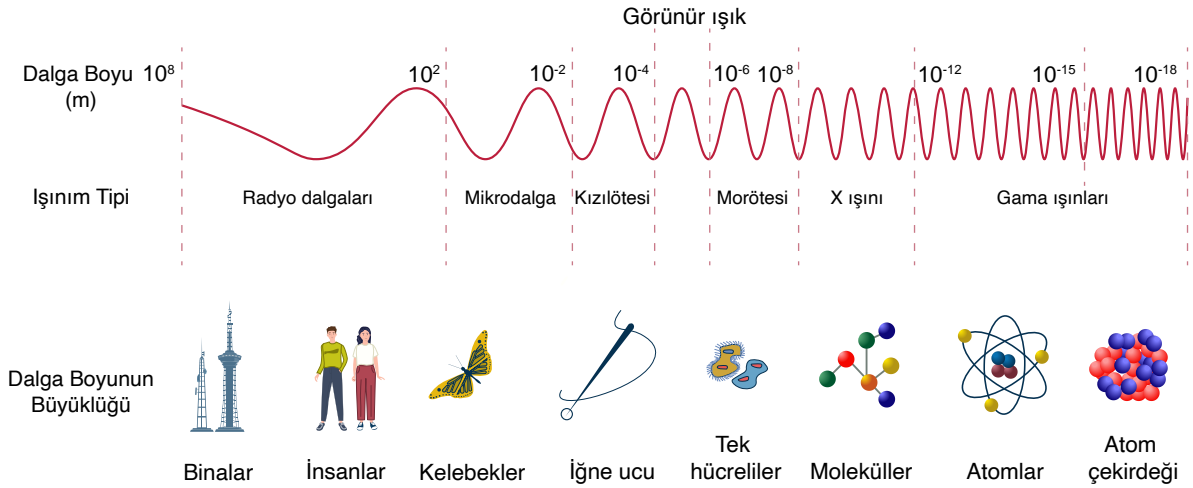
**Nükleer Enerji:** Nükleer enerji atom çekirdeğinden elde edilir. Güneş gibi yıldızlarda helyum, hidrojen, lityum vb. hafif çekirdeklerin birleşmesi veya nükleer santrallerde (Görsel 2.5) uranyum, plütonyum gibi ağır atom çekirdeklerinin bölünmesi sonucunda nükleer enerji oluşur. Bu durum her bölgenin yer altı ve yer üstü kaynaklarına göre de farklı enerji kaynaklarına sahip olmasını sağlar. sonucunda nükleer reaktörde çok yüksek bir ısı açığa çıkar. Bu ısı sayesinde su kaynatılarak yüksek basınçlı buhar elde edilir. Elde edilen yüksek basınçlı buhar sayesinde türbinler döndürülerek kinetik enerji oluşturulur. Oluşturulan kinetik enerji elektrik enerjisine dönüştürülerek kullanılır. Nükleer enerji elektrik üretimi dışında tıp, endüstri, uzay çalışmaları, savunma sanayisi gibi birçok alanda kullanılır.

**Işık:** Belli bir kaynaktan çıkan, dalgalar hâlinde yayılan bir enerji biçimidir. Işık yayarak görülebilen cisimlere **ışık kaynağı** denir. Güneş ve diğer yıldızlar doğal, lambalar ise yapay ışık kaynaklarına örnektir. Güneş'te gerçekleşen nükleer tepkimeler ile hidrojen atomları, helyum atomlarına dönüşürken elektromanyetik radyasyon olarak çok büyük bir enerji açığa çıkar. Açığa çıkan bu enerji foton adı verilen parçacıklar ile taşınır. Güneş, elektromanyetik spektrumun düşük enerjili radyo dalgalarından yüksek enerjili gama ışınlarına kadar bütün dalga boylarında (Şekil 2.10) her saniye ışık yayar. Elektromanyetik spektrumda 300-700 nanometre aralığında yer alan dalgalar insan gözü ile algılanabilir.

Işık, günlük hayatta ve teknolojide geniş bir kullanım alanına sahiptir. Işık fotosentez sürecinde bitkiler tarafından kullanılarak kimyasal enerjiye dönüştürülür ve ekosistemin temel enerji kaynağını oluşturur. Ayrıca ışık, güneş panelleri aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülerek yenilenebilir enerji üretiminde kullanılır. Lazer teknolojilerinde, tıpta ve haberleşme sistemlerinde de ışıktan faydalanılmaktadır.

### Elektromanyetik Spektrum

Elektromanyetik spektrum (tayf) **elektromanyetik dalgalar** olan ışınım türlerinin dalga boyu veya frekansına göre sınıflandırıldığı bir ölçektir. Bu ölçek radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınım, görünür ışık, morötesi ışınım, x ışınları ve gama ışınları olmak üzere yedi ana bölgeye ayrılır.



▲ **Şekil 2.10:** Elektromanyetik spektrum

**Ses:** Ses katı, sıvı ve gaz ortamındaki moleküllerin titreşmesi sonucunda meydana gelir ve dalgalar hâlinde yayılır. Ses, iletimi için maddesel bir ortama ihtiyaç duyduğundan boşlukta yayılmaz. Sesin iletilmesi sırasında ortamdaki moleküllerin yeri değişmezken enerji bir molekülden diğerine aktarılır. Sesin oluşabilmesi için bir ses kaynağına ihtiyaç vardır. Ses iletimi sırasında enerjinin bir kısmı ortamdaki taneciklerin birbiriyle çarpışması sonucu çoğunlukla ısıya dönüşür.

Bazı opera sanatçılarının sesleri ile ince yapılı bardakları titreştirebilmesi, tıpta kullanılan yüksek frekanslı ses dalgaları (ultrason) ile böbrek taşlarının kırılması gibi olaylar sesin bir enerji olduğunu gösterir. Ses, başka enerji biçimlerine dönüştürülebilir. Yüksek ses kaynağının etrafındaki cisimlerin titreşmesi, sesin kinetik enerjiye dönüşmesine örnektir. Mikrofonların yapısında bulunan piezoelektrik malzemeler ses dalgalarına maruz kaldığında bu malzemeler elektrikle yüklenir. Bu olay sesin elektrik enerjisine dönüşebildiğini gösterir.

**Çöpten Elektrığe**

Bursa Büyükşehir Belediyesi tarafından Bursa'nın 17 ilçesinden toplanan evsel katı atıklar, ham madde olarak kullanılarak ekonomiye kazandırılmaktadır. Toplanan katı atıkların açığa çıkardığı metan gazından elektrik elde edilmektedir. Yapılan bu çalışmalar ile 2022 yılında 67 milyon 337 bin 616 kWh elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. Türkiye'nin birçok şehrinde bu yöntemle elektrik üretilmektedir.

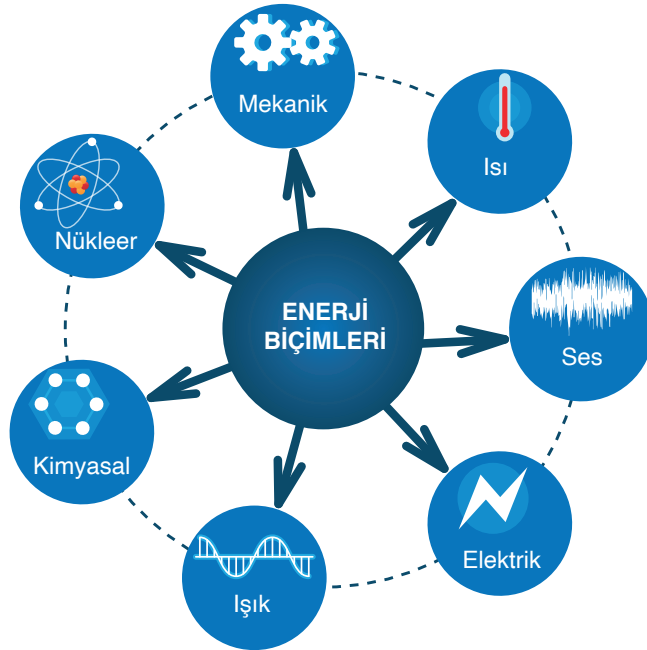
**Elektrik Enerjisi:** Elektrik enerjisi, iletken telin uçları arasına uygulanan potansiyel fark dolayısıyla serbest elektronların ve iyonların hareketi sonucunda açığa çıkan enerjidir. Elektrik enerjisi, amaca uygun olarak başka enerji biçimlerine dönüştürülebilmesi özelliği ile günlük hayatta en çok kullanılan enerji biçimidir. Evlerde, iş yerlerinde ve endüstriyel tesislerde kullanılan elektrik; aydınlatma, ısıtma, soğutma gibi amaçlar için kullanılır. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle elektrik enerjisi otomobillerde de kullanılmaya başlanmıştır.

Elektrik enerjisi; termik, nükleer ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıyla elde edilen ikincil bir enerjidir. Elektriğin depolanarak istenen zamanda kullanılabilmesi enerji verimliliğini artırır.

Enerji dönüşümlerinden yararlanılarak fizik, elektronik, kimya, malzeme, mekanik ve tıp alanlarının kapsamına giren çalışmalarla giyilebilir birçok elektronik cihaz geliştirilmiştir. Bunlardan biri olan ısıtma cihazı mikrofonu, sesin enerjisini kullanarak elektrik sinyali üretir ve bu sinyali yükselterek ısıtma cihazı kullanıcısının kulağına gönderir.

Isıtma cihazı mikrofonu örneğinde olduğu gibi bir kaynaktan elde edilen enerji biçimleri, diğer enerji biçimlerine dönüştürülerek kullanılır. Gıdalardaki kimyasal enerji metabolizma yoluyla termal enerjiye daha sonra hareket enerjisine dönüştürülür. Işık; fotosentez ile kimyasal enerjiye, güneş panelleri ile ısı ve elektrik enerjisine dönüştürülür. Bu dönüşüm sırasında sistemdeki bir enerji biçimi azalırken başka bir enerji biçimi artar.

Enerji biçimleri taşınma ve depolanma yöntemleri, kaynaklarının uygulama alanları bakımından birbirinden ayrılır. Enerji biçimlerinin ortak özellikleri ise oluşabilmesi için bir kaynağa ihtiyaç duyması, çevreye etkilerinin olması, birimlerinin joule olması, birbirlerine dönüşebilmesi ve dönüşümleri sırasında enerji kaybı ortaya çıkmasıdır. Görsel 2.7, enerji biçimlerini göstermektedir.

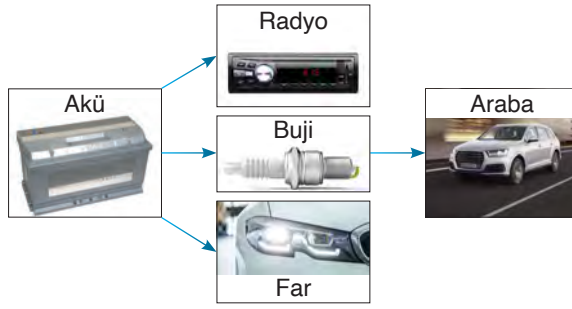


**Görsel 2.7:** Enerji biçimleri



Konu ile ilgili etkinlik için karekodu kullanabilirsiniz.

## Örnek



Yandaki görsellerde bir otomobilin aküsündeki kimyasal enerjinin farklı enerji biçimlerine dönüşümü verilmiştir.

**Akünün çalışması esnasında dönüşen enerji biçimlerini belirleyerek bunların benzerlik ve farklılıklarını yazınız.**

## Çözüm

Görselde radyo ses, far ışık, buji elektrik enerjisini; akü kimyasal, araba ise mekanik enerjiyi temsil etmektedir.

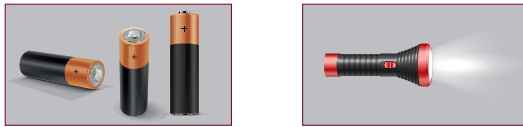
Kimyasal enerji; ses, ışık ve elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Akü kullanımıyla kimyasal enerji elektrik enerjisine çevrilmektedir. Bu enerji aracın elektronik sistemlerini ve motoru çalıştırmak için kullanılmaktadır. Motorun çalışmasıyla yakıttaki kimyasal enerji mekanik enerjiye dönüşmekte ve araç hareket etmektedir. Bu dönüşümler sırasında sürtünmelerden dolayı ısı açığa çıkmaktadır.

Akünün çalışması sırasında dönüşen enerji biçimleri, aynı kaynaktan elde edilme ve birbirine dönüşme konusunda benzerlik gösterirken taşınma ve uygulama alanları konusunda farklılık gösterir.

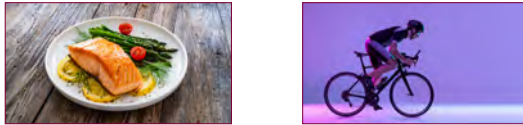
## 2.9. Soru

Aşağıdaki görsellerde enerji biçimlerinin dönüşümleri ok ile gösterilmektedir. Buna göre görsellerin altında bulunan boşluklara ilgili enerji biçimini yazınız.

## Cevap



→



→



→



→



→



→



→



→



→



## Çalışma Yaprağı

Aşağıdaki soruların cevaplarını verilen alana yazınız.

1. Birinci sütunda enerji özellikleri, ikinci sütunda ise enerji biçimleri verilmiştir. Birinci ve ikinci sütunlarda verilenleri eşleştirerek doğru harfi yay ayrıç içine yazınız.

Enerji Özellikleri	Enerji Biçimleri
1. (...) Moleküllerin kimyasal bağlarında depolanmış enerjinin kimyasal tepkime sonucunda açığa çıkmasıyla elde edilen enerjidir.	a) Nükleer enerji
2. (...) Atom çekirdeğinin bölünmesinden elde edilen enerjidir.	b) Güneş enerjisi
3. (...) Hidrolik santrallerde yüksekten akan suyun türbinleri döndürmesi ile oluşabilir.	c) Ses
4. (...) İletimi için maddesel bir ortama ihtiyaç olduğundan boşlukta yayılmaz.	ç) Kimyasal enerji
5. (...) Cihazları çalıştırmak, ışık sağlamak, ısıtmak, soğutmak gibi amaçlar için kullanılır.	d) Potansiyel enerji
6. (...) Sıcaklıkları farklı maddeler arasında enerji alışverişi olması sonucu oluşur.	e) Elektrik enerjisi
7. (...) Belli bir kaynaktan çıkan, dalgalar hâlinde yayılan ve ısı yayan bir enerjidir.	f) Işık
	g) Isı

2. Enerji biçimleri ile ilgili verilen cümlelerdeki boşlukları aşağıdaki sözcüklerden uygun olanları ile tamamlayınız.

nükleer	kimyasal	mekanik	iç enerji	ışık	elektrik	ses	ısı	titreşim	dalga
---------	----------	---------	-----------	------	----------	-----	-----	----------	-------

- a) Havaya atılan topun sahip olduğu ..... enerji, topun hareketi nedeniyle kazandığı kinetik enerji ve bulunduğu konum dolayısıyla sahip olduğu potansiyel enerjinin toplamıdır.
- b) Pil, akü gibi üreteçlerde elektrik enerjisi ..... yöntemlerle depolanır.
- c) Elektrik üretimi dışında tıp, endüstri, uzay çalışmaları, savunma sanayisi gibi birçok farklı alanda ..... enerji kullanılır.
- ç) Pozitif ve negatif yüklü iki küre arasına bağlanan iletken bir telin üzerindeki elektronların hareketi sonucu ..... enerjisi oluşur.
- d) Sismik aletler, ultrason cihazı, radar, sonar, hoparlör, kulaklık gibi cihazların çalışmasında ..... enerjisinden yararlanır.
- e) Çay bardağındaki sıcak içeceği oluşturan moleküllerin kinetik ve potansiyel enerjilerinin toplamına ..... denir.
- f) Belli bir kaynaktan yayılan ..... elektromanyetik bir dalgadır.



3. Zeynep yaşadığı şehirde düzenlenen bilim fuarına gider ve yapılan projeleri incelemeye başlar. Zeynep ilk olarak güneş panelleri sayesinde çalışan otomobillerin yarısını seyreder. Ardından başka bir proje dikkatini çeker. Bu projede üç farklı düzenek vardır. Birincisi, yanına yerleştirilen rüzgârgülünün dönmesiyle lambaları yanan bir ev düzeneğidir. İkinci düzenek, pedallara bağlı lambaların pedalların çevrilmesiyle yanması esasına dayanır. Üçüncüsü ise kaynayan suyun üzerine yerleştirilen bir çarkın döndüğü düzeneştir.

**Metinde geçen enerji biçimlerini ve enerji biçimlerinin birbirine dönüşümlerini yazınız.**

4.



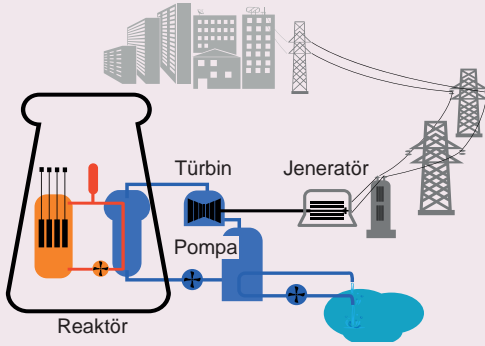
Normal şartlar altında ısı, sıcaklığı büyük olan cisimden küçük olan cisme doğru akar. Bu durumu tersine çevirebilmek, diğer bir deyişle soğuk cisimden sıcak cisme ısı aktarabilmek için sisteme dışarıdan müdahale etmek gerekir. İklimleme cihazları buna örnek verilebilir. Soğuk hava üflemesi için ayarlanan iklimleme cihazları, elektrik enerjisi yardımı ile normal ısı akış yönünü tersine çevirerek ısı enerjisini soğuk ortamdaki sıcak ortama aktarır.

**Buna göre**

- a) Metinde geçen enerji türlerinin özelliklerini yazınız.  
b) Bu enerji biçimlerinin benzerlik ve farklılıklarını açıklayınız.



## 5. Nükleer Enerji Santrali



Radyoaktif bir elementin bozunumuyla elektrik elde edilmesinde nükleer reaktörler kullanılmaktadır. Yandaki şekilde bir nükleer reaktör şematik olarak verilmiştir.

**Buna göre şemadan yararlanarak**

- Reaktör, türbin ve jeneratör bölümlerindeki enerji biçimlerini yazınız.
- Nükleer reaktörlerin enerji üretim süreçlerini kısaca açıklayınız.

6. Aşağıdaki metinde verilen numaralandırılmış makinelerde elektrik enerjisinin hangi enerji biçimlerine dönüştüğünü yazınız. Enerji biçimlerinin ortak özelliğine günlük hayattan bir örnek veriniz.

Osman ve Zehra evlerine gelecek olan konuklar için annelerine yardım etmek isterler. Anneleri bu isteklerini kabul eder ve çocuklarına bir iş bölümü yapmalarını söyler. Anneleri hamur yoğurma makinesinde (I) börek hamuru hazırlarken Osman en sevdiği keki yapmak için buzdolabından (II) yumurtayı alıp çırpıcıda (III) şeker ile karıştırır. Zehra ise annesinin hazırladığı poğaçaların üzerine yumurta sürüp tepsiyi fırına yerleştirerek fırının (IV) derecesini ayarlar. Mutfaktaki işleri bittikten sonra Osman elektrikli süpürge ile evi süpürür. Zehra ise bulaşıkları makineye yerleştirip bulaşık makinesini (V) çalıştırır. Anne, çocuklarının yardımlarından çok hoşnut olur ve kahve makinesinde (VI) kendisi ve çocukları için bir yorgunluk kahvesi hazırlar.

## Kontrol Noktası



**Mekanik enerji**, cismin hareketi sonucunda oluşan kinetik enerji ve bulunduğu konum dolayısıyla sahip olduğu potansiyel enerjinin toplamıdır.

**Elektrik enerjisi**, iletken telin uçları arasına uygulanan potansiyel fark sebebiyle serbest elektronların hareketiyle ortaya çıkar.

**Kimyasal enerji**, maddelerin kimyasal bağları içerisinde depolanan bir enerji türüdür.

### ENERJİ BİÇİMLERİ

**Ses**; katı, sıvı ve gaz ortamlarındaki moleküllerin titreşmesi sonucunda ortaya çıkar.

**Nükleer enerji**; nükleer santrallerde uranyum, plütonyum gibi ağır atomların bölünmesi sonucunda açığa çıkar.

**Isı**; sistemin molekül, atom ve elektronlarının hareketleri sonucunda ortaya çıkar.

**Işık**; belli bir kaynaktan çıkan, dalgalar hâlinde yayılan bir enerji biçimidir.

## 2.3. MEKANİK ENERJİ

### Konuya Başlarken



İnsanlık tarih boyunca hayatı kolaylaştırma ve verimliliği artırma çabası içinde olmuştur. Tekerleğin icadıyla başlayan bu serüven, Cezeri gibi bilim insanlarının katkılarıyla otomasyona uzanan bir yolculuğa dönüşmüştür. Cezeri; cisimlerin hızından ve bulunduğu konumdan yararlanarak su saatleri, otomatik müzik aletleri, robotlar başta olmak üzere birçok karmaşık sistem tasarlamıştır. Bu cihazlardan biri olan “Su Hilesi” adlı robot, belli aralıklarla terazinin ucundaki kovalardan birinin dolmasıyla diğerinin boşalmasını sağlıyordu. Böylelikle ardışık zamanlı sıra ile her iki taraftaki kova da eşit aralıklarla suyu alabiliyordu. Otomasyon bugün Cezeri’nin çalışmalarını sayesinde sibernetik ve robotik teknolojilerinin temelini oluşturmuştur.

**Cezeri cihazların çalışmasında cisimlerin konumundan ne şekilde yararlanmış olabilir?**



Cezeri'nin “Su Hilesi” adlı robotu

## 2.4. Etkinlik



Adı	MEKANİK ENERJİ BİLEŞENLERİ
Amaç	Mekanik enerjinin bileşenlerini belirleyebilme
Süre	15 dk.
Araç Gereç	Plastik top
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde sınıftan bir arkadaşınızı temsilci olarak seçiniz.
2. Temsilci tarafından farklı yüksekliklerden yere serbest bırakılan topun hareketini gözlemleyiniz.
3. Topun yerden belirli bir yükseklikte iken sahip olduğu enerji türünü yazınız.

4. Topun yere yaklaştıkça hızındaki değişimi açıklayınız.

5. Farklı yüksekliklerden serbest bırakılan topun yere çarptıktan sonra farklı yüksekliklere çıkmasının nedeni nedir?

## Değerlendirme

1. Bir elmanın ağaçtan serbest düşmesi sırasında hangi enerji dönüşümü gerçekleşir ve bu dönüşümün nedeni nedir?

2. Bir ağacın dalında duran kuş ile aynı seviyede uçan başka bir kuşun sahip olduğu enerjiler nelerdir?

## 2.5. Etkinlik



<b>Adı</b>	MEKANİK ENERJİ
<b>Amaç</b>	Mekanik enerjiyi çözümleyebilme
<b>Süre</b>	30 + 30 dk.
<b>Araç Gereç</b>	Genel ağ bağlantılı cihaz
<b>Yönerge</b>	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda hazırlayacağınız bilgi görseli "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

1. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.
2. Simülasyonda "Kütle" yazan butona tıklayıp sürükleyerek sporcunun kütesini 60 kg olarak ayarlayınız.
3. Parkurun üzerindeki noktayı tıklayıp sürükleyerek parkurun sağında ya da solunda belirlenen en üst noktasına getiriniz.
4. "Ölçüm aleti" butonuna tıklayınız. Karşınıza çıkan yuvarlak imleci sporcunun bulunduğu konuma getirerek bu konumda sporcunun sahip olduğu değerleri (yükseklik, potansiyel enerji, kinetik enerji, mekanik enerji) Tablo 1'de ilk satıra yazınız.



**Tablo 1:** Kütesi 60 kg Olan Sporcu İçin Yükseklik ve Enerji Değerleri

Yükseklik (m)	Kinetik Enerji (J)	Potansiyel Enerji (J)	Mekanik Enerji (J)

5. "BAŞLAT" butonuna tıklayarak simülasyonu başlatınız. "DURDUR" butonunu kullanarak parkur üzerindeki sporcunun hareketini farklı üç konumda durdurunuz ve imleci bu konumlara getiriniz. Sporcunun durma sonrasında hareketinin devamı için "BAŞLAT" butonuna tıklayınız. Bu noktadaki yükseklik, potansiyel enerji, kinetik enerji, mekanik enerji değerlerini Tablo 1'e yazınız.
6. "SIFIRLA" butonuna tıklayınız. Sporcunun kütesini 80 kg olarak ayarlayarak simülasyonu tekrarlayınız. Parkur üzerindeki noktalara karşılık gelen değerleri Tablo 2'ye yazınız.

**Tablo 2:** Kütesi 80 kg Olan Sporcu İçin Yükseklik ve Enerji Değerleri

Yükseklik (m)	Kinetik Enerji (J)	Potansiyel Enerji (J)	Mekanik Enerji (J)	Toplam Enerji (J)

7. "Grafik" butonuna tıklayınız. Sporcuyu parkurdaki maksimum yükseklikten serbest bırakarak kinetik, potansiyel ve mekanik enerjilerindeki değişimi grafik üzerinden gözlemleyiniz.



- 8. Sporçunun parkurda maksimum yükseklikten minimum yüksekliğe doğru yaptığı harekette kinetik, potansiyel ve mekanik enerjileri ile hızındaki değişimleri açıklayınız.

9. Sporçunun kütlesi artırıldığında potansiyel ve kinetik enerjilerinde ne gibi değişiklikler olmuştur?

10. Simülasyondaki enerji değişimleri ile ilgili çıkarımlarınızdan yararlanarak kinetik ve potansiyel enerji değişimleri ile mekanik enerjinin korunumuna yönelik matematiksel ilişkiyi belirleyiniz.

### Değerlendirme

1. Parkurun sürtünmeli olduğu durumda sporçunun hareketini, mekanik ve toplam enerjisini arkadaşlarınızla tartışarak yorumlayınız. Ortak fikrinizi yazınız.

2. Günlük hayattan bir örnek seçerek mekanik enerji ile ilgili kavramları ve bu kavramlar arasındaki ilişkiyi gösteren bir bilgi görseli hazırlayınız.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



## Mekanik Enerji Bileşenleri

Mekanik enerji bir sistemin ya da cismin sahip olduğu potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamıdır. Bir cisim ya da sistem, potansiyel ve kinetik enerjilerin her ikisine sahip olabileceği gibi tek bir tanesine de sahip olabilir. Uçan bir helikopter, potansiyel ve kinetik enerjileri dolayısıyla mekanik enerjiye sahiptir. Ağacın dalındaki bir elmada potansiyel enerji, yerde yuvarlanan bir miskette ise kinetik enerji vardır. Bu durumda her iki cismin de mekanik enerjisi vardır.

Mekanik enerji, bir sistemdeki potansiyel ve kinetik enerjilerin toplamıdır. Potansiyel enerji  $E_p$ , kinetik enerji  $E_K$  olmak üzere mekanik enerji

$$E_M = E_K + E_p \text{ matematiksel modeli ile ifade edilir.}$$

### Yüksekteki Enerji

Kargalar bir cevizin kabuğunu kırıp içini yiyebilme amacıyla yükseğe uçarak cevizi yere bırakır. Cevizin kabuğu kırılmadığı takdirde cevizi daha da yüksekte bırakır. Kargalar, ceviz kırılana dek bu işlemi tekrar eder.

### Potansiyel Enerji

Birbirine kuvvet uygulayan iki veya daha fazla cisimden oluşan sistemdeki parçacıkların konumlarından dolayı sahip olduğu enerjiye **potansiyel enerji** denir. Örneğin gerilen ya da sıkıştırılan yaylarda veya yerden belirli bir yükseklikte bulunan cisimlerde potansiyel enerji depolanır. Depolanan bu enerji ile iş yapılabilir.

### Yer Çekimi Potansiyel Enerjisi

Cismin bulunduğu konumundan dolayı sahip olduğu enerji, **yer çekimi potansiyel enerjisi** olarak adlandırılır. Bir cismin potansiyel enerjisi, yer çekimi ivmesi ile o cismin yüksekliğine ve kütlesine bağlıdır.

Bir cisme Şekil 2.11'deki gibi bir  $\vec{F}$  kuvveti uygulandığında cisim yukarı doğru sabit hızla hareket eder ve yere göre  $h$  kadar yer değiştirir. Bu hareket ile yer çekimine karşı iş yapılmış olur ve o cisimde potansiyel enerji depolanır.

Net kuvvetin sıfır olması nedeniyle cisim sabit hızla hareket eder. Bu durumda yukarı yönlü kuvvet yer çekimi kuvvetine eşittir. Diğer bir deyişle uygulanan kuvvet  $m \cdot g$  büyüklüğünde olup cismin ağırlığına eşittir. Bu durumda kuvvetin yaptığı iş

$$W = F \cdot h \text{ olduğundan}$$

$$W = m \cdot g \cdot h \text{ şeklinde yazılabilir.}$$

Yapılan iş, cisim üzerinde potansiyel enerji olarak depolandığından yer çekimi potansiyel enerjisi

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

matematiksel modeli ile ifade edilir.

Potansiyel enerji bulunurken yükseklik belirli bir referans noktasına göre belirlenir. Şekil 2.12'deki gibi cismin A referans noktasına göre potansiyel enerjisi

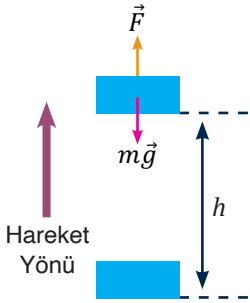
$$E_A = -m \cdot g \cdot h_1$$

B referans noktasına göre potansiyel enerjisi

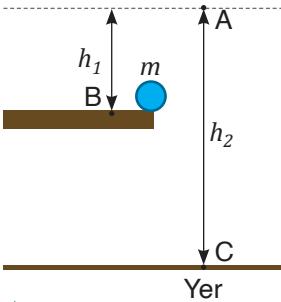
$$E_B = 0$$

C referans noktasına göre potansiyel enerjisi

$$E_C = m \cdot g \cdot h_2 \text{ olur.}$$



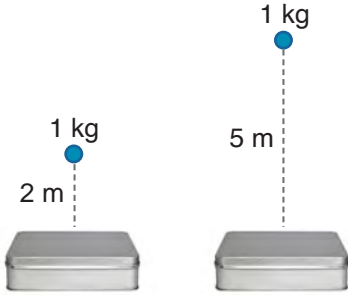
Şekil 2.11:  $\vec{F}$  kuvvetiyle  $h$  kadar yükselen  $m$  kütleli cisim



Şekil 2.12:  $m$  kütleli cismin konumunun gösterilmesi



## 2.12. Soru



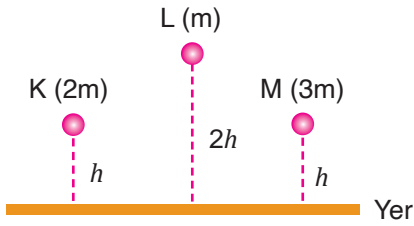
Sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda özdeş teneke kutular üzerine 1 kg kütleli cisim, 2 m ve 5 m yüksekliklerden şekildeki gibi serbest bırakılmıştır.

**5 m yükseklikten bırakılan cismin, teneke kutunun şeklini daha fazla değiştirmesinin nedenini açıklayınız.**

( $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

## Cevap

## 2.13. Soru



Aynı apartmanda oturan Engin, Ezgi ve Arda; aynı malzemeden yapılmış ve kütleleri farklı olan K, L, M toplarını belirli bir yükseklikten aynı anda serbest bırakarak topların yere çarptıktan sonra ne kadar zıplayacağını gözlemlemek isterler. K, L ve M toplarının kütleleri sırasıyla 2m, m ve 3m; yerden yükseklikleri ise  $h$ ,  $2h$  ve  $h$ 'dir.

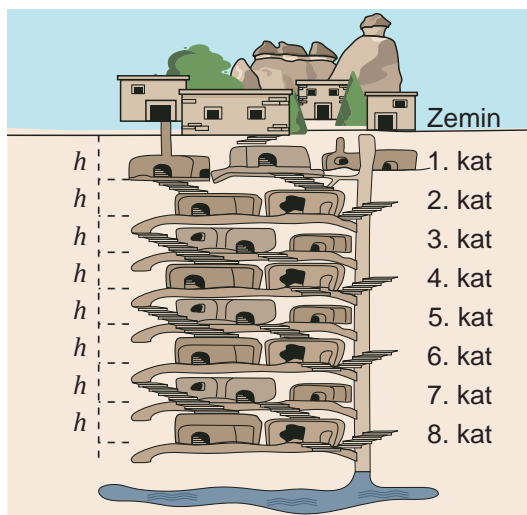
Buna göre topların

- Potansiyel enerjilerini  $mgh$  cinsinden hesaplayınız.
- Yere çarptıktan sonraki yerden yükselme miktarlarını karşılaştırınız.

(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

## Cevap

## 2.14. Soru

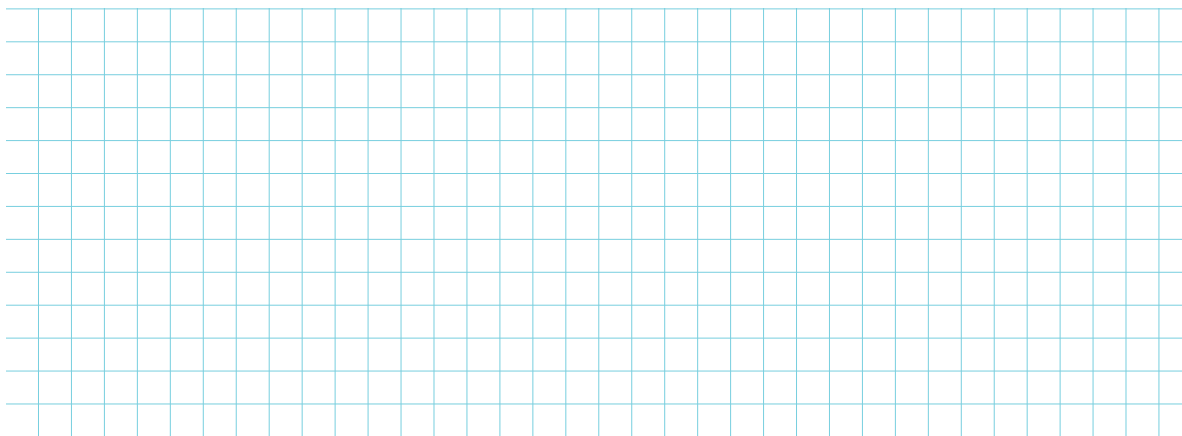


Nevşehir’de bulunan Derinkuyu Yer Altı Şehri, Kapadokya’nın jeolojik oluşumu sayesinde inşa edilmiştir. Sekiz kattan oluşan yer altı şehri, büyük bir topluluğu içinde barındıracak ve onların ihtiyaçlarını karşılayacak mekânlardan oluşmaktadır.  $m$  kütleli turistler, yandaki temsili şekilde gösterilen yer altı şehrini gezmektedir. Her bir katın yüksekliğinin eşit ve  $h$  kadar olduğu kabul edilmektedir. 4. katta bulunan iki turistten biri 2. kata çıkmakta diğeri 7. kata inmektedir.

**Buna göre**

- Turistlerin 2 ve 7. kata gitmeleri durumunda potansiyel enerjilerindeki değişimi  $mgh$  cinsinden hesaplayınız.
- Yer çekimine karşı hangi turist iş yapmıştır?

## Cevap



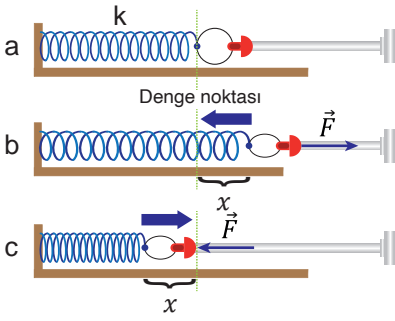
## Esneklik Potansiyel Enerjisi

Kuvvet uygulandığında şekli değişen ancak kuvvet ortadan kalktığına tekrar eski hâline dönebilen cisimlere **esnek cisim** denir. Yay, lastik ve Görsel 2.8’de gösterilen trampolin gibi nesnelere esnek cisimlere örnek verilebilir. Esnek cisimler motorlu taşıtların amortisör ve süspansiyon sistemlerinde de kullanılabilir.

Esnek cisimlerin yapıldığı malzemeye bağlı olarak farklı esneklik sınırları vardır. Bu sınır aşıldığında cisimler eski hâline dönemez ve cisimlerde şekil değişiklikleri meydana gelir. Esneklik sınırını belirleyen temel büyüklüklerden biri yay sabiti ( $k$ ) değeridir. Yay sabiti, birim uzunluk başına düşen kuvveti ifade eder ve yay sertliğine bağlıdır. Yay sabiti aynı zamanda yayın sertliğinin bir ölçüsünü gösteren esneklik katsayısı olarak da bilinir.



▲ **Görsel 2.8:** Trampolin



Şekil 2.13: Yaya kuvvet uygulanması

Bir yayda herhangi bir sıkışma ve gerilme olmadığında yayın serbest ucunun bulunduğu noktaya **denge noktası** denir. Yay, Şekil 2.13.a'da denge noktasında bulunmaktadır. Şekil 2.13.b'de bir kuvvetin etkisi ile gerilerek, Şekil 2.13.c'de ise sıkıştırılarak denge noktasından  $x$  kadar uzaklaştırılmıştır.

Yay, sıkıştırılarak veya gerilerek denge konumundan uzaklaştırıldığında tekrar eski konumuna dönme eğilimindedir. Yayın denge konumuna dönmesini sağlayan etkiye **geri çağırıcı kuvvet** denir. Bu kuvvetin yönü, daima denge noktasına doğrudur. Kuvvetin büyüklüğü, esnek yaydaki denge noktasından uzaklaşma miktarı ( $x$ ) ve esneklik katsayısıyla ( $k$ ) doğru orantılıdır.

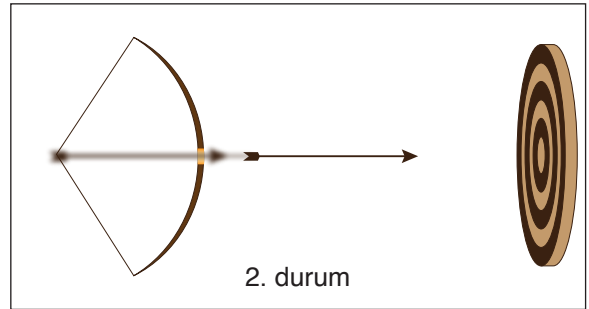
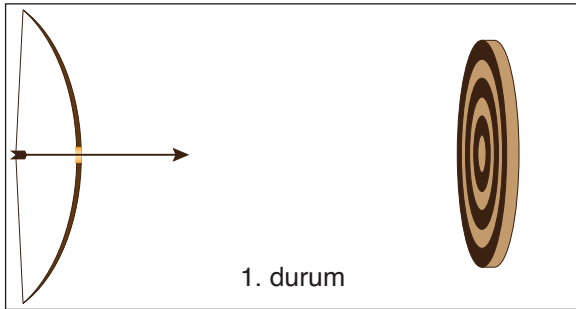


Görsel 2.9: Gerilmiş yay

Yayın denge noktasından uzaklaştırılması ile yayın üzerinde enerji depolanmış olur. Depolanan bu enerji ile iş yapılabilir. Örneğin okçuluk sporunda yay gerilir ve Görsel 2.9'daki gibi okun uzaktaki bir hedefe atılması sağlanır.

### Örnek

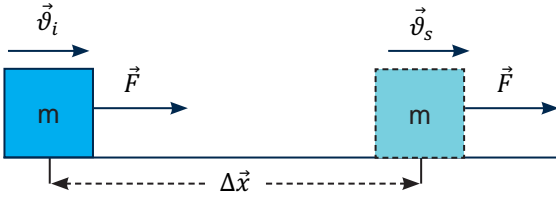
Hilal okçuluk sporuna başladığı günlerde 1. durumdaki gibi dengede olan yayı disiplinli çalışma sonrası 2. durumdaki gibi gerebilmiştir. Daha sonra oku serbest bırakarak hedef tahtasına doğru fırlatmayı başarmıştır.



Buna göre Hilal'in, oku

- Yay ile gerip atması süresince sistemin 1 ve 2. durumlarında yayın sahip olduğu enerji biçimlerini yazınız.
- Daha uzaktaki bir hedef tahtasına konumunu değiştirmeden ulaştırması için ne yapması gerekir? Açıklayınız.





**Şekil 2.14:** Cismin hareket yönüyle aynı yönde uygulanan kuvvet etkisiyle hızı değişen cisim

Şekil 2.14'teki gibi sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda ilk hızının büyüklüğü  $v_i$  olan  $m$  kütleli bir cisme hareketi yönünde büyüklüğü  $F$  olan bir kuvvet uygulandığında cisim hızlanır. Bu durum cismin  $\Delta x$  yer değiştirme sonunda ulaştığı son hızın ilk hızından büyük olmasını ve kinetik enerjisinin artmasını sağlar. Böylece cismin sahip olduğu kinetik enerjide bir değişim meydana gelir ve bu değişim iş-kinetik enerji teoremiyle açıklanır. "Cisim üzerine etki eden net kuvvetin yaptığı iş, cismin kinetik enerjisindeki değişime eşittir." şeklinde tanımlanan bu teorem cisme uygulanan kuvvetin, yer değiştirmenin, cismin ilk ve son hızının büyüklüğü kullanılarak

$$W_{net} = F \cdot \Delta x = \Delta E_K = E_{K(son)} - E_{K(ilk)}$$

$$W_{net} = \Delta E_K = E_{K(son)} - E_{K(ilk)} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_s^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_i^2$$

şeklinde yazılır.

İş-kinetik enerji teoreminde cisim üzerinde iş yapan tüm kuvvetler, hesaplamalarda dikkate alınmalıdır.

### Örnek



19 Mayıs Atatürk'ü Anma Gençlik ve Spor Bayramı'nda gösteri yapacak bir paraşütçü, uçaktan atladıktan bir süre sonra 4 m/s hız büyüklüğüne ulaştığı anda paraşütçünün kinetik enerjisi 560 J olmaktadır.

**Buna göre paraşütçünün kütlesi kaç kg'dır?**

### Çözüm

Paraşütçünün kinetik enerjisi

$$E_K = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \text{ matematiksel modeli ile hesaplanır.}$$

Paraşütçünün enerji ve hız bilgileri modelde yerine yazıldığında paraşütçünün kütlesi

$$560 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot 4^2$$

$$m = \frac{560 \cdot 2}{16}$$

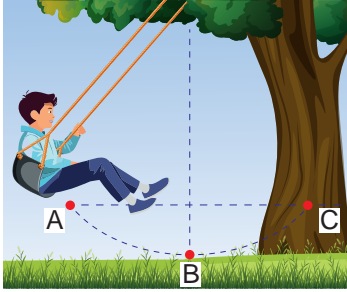
$$m = 70 \text{ kg bulunur.}$$



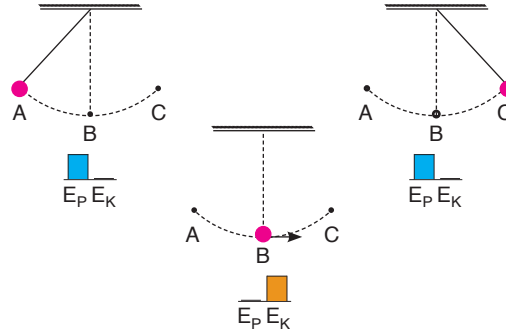


## Mekanik Enerjinin Korunumu

Sürtünme gibi enerji kayıplarının olmadığı ideal bir sistemde mekanik enerji korunur. Bu durumda kinetik ve potansiyel enerjiler birbirine dönüşür. Örneğin Görsel 2.10.a'daki gibi salıncakta sallanan bir kişinin potansiyel ve kinetik enerjisi; A, B ve C noktaları arasında değişiklik gösterir. B noktası referans olarak kabul edildiğinde kişinin A noktasından B noktasına giderken kinetik enerjisi artar, potansiyel enerjisi azalır; B noktasından C noktasına giderken ise potansiyel enerjisi artar, kinetik enerjisi azalır. Sürtünmelerin ihmal edildiği bu süreçte mekanik enerji korunur. Sallanan kişinin kinetik ve potansiyel enerjisindeki değişim Görsel 2.10.b'de gösterilmiştir.



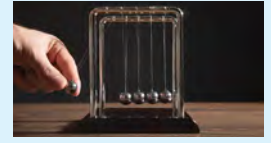
a) Salıncakta sallanan bir kişi



b) Enerji dönüşümlerinin gösterimi

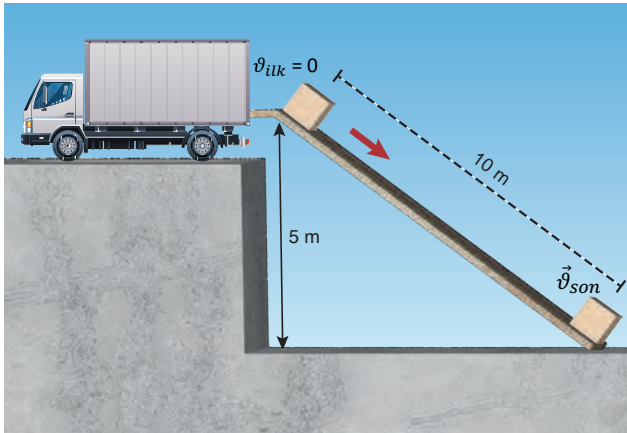
### Newton Sarkacı

Düzenekteki ilk metal bilye geriye doğru çekildiğinde bilyenin potansiyel enerjisi artar. Metal bilye serbest bırakıldığında bu potansiyel enerji, kinetik enerjiye dönüşür. Bilyelerin çarpışması ile kinetik enerji sırayla bir bilyeden diğerine aktarılır. Son bilyeye aktarılan kinetik enerji, bilyeyi hareket ettirerek son bilyenin yükselmesini sağlar. Bu şekilde potansiyel ve kinetik enerjinin birbirine dönüşümü ile sürtünmesiz ortamda mekanik enerji korunur.



**Görsel 2.10:** Mekanik enerji korunumunun gösterimi

### Örnek



Arkadaşına yardım etmek isteyen Ali, kolilerin arabadan taşınması işini üstlenir. Arabanın kasası ile yüklerin taşınması gereken yatay zeminin arasındaki düşey uzaklık 5 m'dir. Ali, 4 kg kütleli kolileri arabanın kasasından indirmek için şekildeki gibi kasaya 10 m uzunluğunda bir kalas yerleştirir. Bu sayede kolilerin yukarıdan aşağıya kaymasını sağlayarak taşıma işini kolaylaştırır.

Buna göre

- Sürtünmeler önemsenmediğinde mekanik enerjinin korunumundan yararlanılarak 5 m yükseklikten serbest bırakılan kutuların yatay zemine ulaştığı andaki hızının büyüklüğünü hesaplayınız.
- Kalasin üzerindeki hareketi boyunca kutulara sabit 15 N'lık sürtünme kuvveti etki ettiğinde kutuların yatay zemine ulaştığı andaki hızının büyüklüğünü hesaplayınız. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)

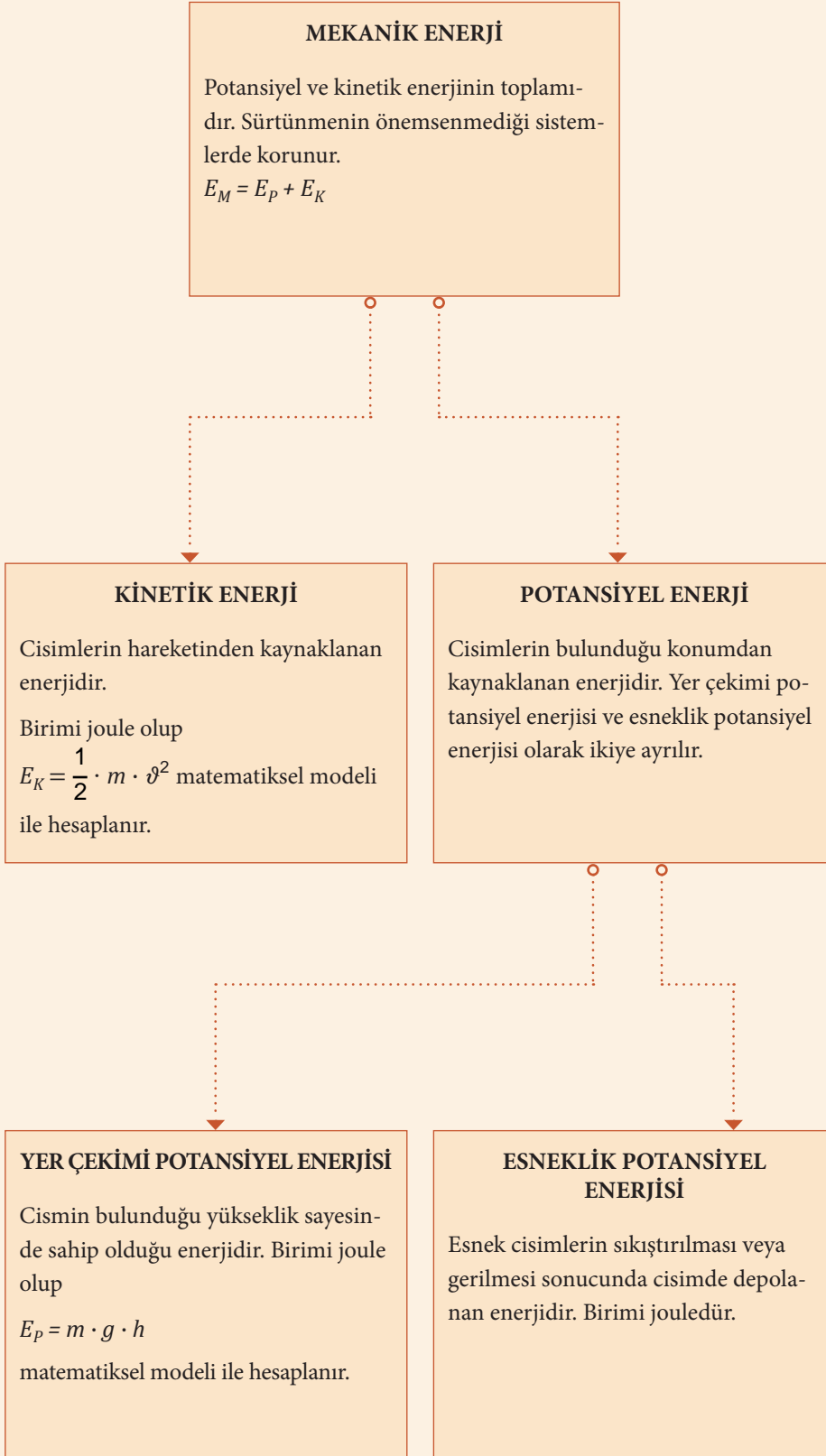




## Kontrol Noktası



Mekanik enerjinin bileşenleri aşağıda verilmiştir:



## 2.4. ENERJİ KAYNAKLARI

### Konuya Başlarken

Enerji kullanımına yönelik en önemli teknolojik dönüşümler su ve rüzgâr gücünden yararlanılmasıyla başlamıştır. XII. yüzyılda Cezeri, su ve rüzgâr enerjisiyle çalışan çeşitli makineler tasarlayarak enerjinin daha verimli kullanılmasına öncülük etmiştir. Bu makineler, tarımsal üretimde sulama sistemlerini geliştirmiş ve günlük yaşamın kolaylaştırılmasında önemli bir rol oynamıştır. Bu yeni buluşlar ve icatlar insan hayatını kolaylaştırırken aynı zamanda enerji gereksinimini de artırmıştır.

Enerji kaynakları ilk dönemlerde ihtiyaç, sonraki dönemlerde ekonomik zenginlik, günümüzde ise kalkınmanın ölçütlerinden biri hâline gelmiştir. Toplumların kişi başına düşen enerji üretim ve tüketim miktarı sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma noktasında önemli bir göstergedir. Dünyada en hızlı gelişme gösteren enerji biçimi elektrik enerjisidir. Bu bakımdan enerji kaynakları daha çok elektrik üretiminde kullanılmaktadır.



Sürdürülebilir enerji

**Bilim insanları neden yeni enerji kaynakları arayışına girmiş olabilirler?**

**Gelecekte enerji ihtiyacının karşılanması için hangi alternatif çözümler geliştirilebilir?**

### 2.6. Etkinlik

Adı	DÜŞÜN-EŞLEŞ-PAYLAŞ
Amaç	Yenilenebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının özelliklerini belirleyebilme
Süre	30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Yandaki karekodu kullanarak konu ile ilgili videoyu izleyiniz.
2. Düşün-eşleş-paylaş tekniğini kullanmak amacıyla “Yenilenebilir ve yenilenebilir enerji kaynaklarının özellikleri nelerdir?” sorusunun cevabı üzerine bireysel olarak düşünmek için öğretmeninizin rehberliğinde 5 dk. süre tutunuz.
3. Öğretmeninizin rehberliğinde ikişerli heterojen gruplar oluşturunuz. Her biriniz bulduğunuz cevabı grup arkadaşınız ile saygı çerçevesinde 5 dk. süreyle tartışınız.
4. Tartışma sonucunda belirlediğiniz özellikleri aşağıdaki tabloya yazınız. Bu özellikleri avantaj/dezavantaj olup olmadığını "X" işareti ile belirleyiniz. Sınıf ortamında cevaplarınızı paylaşarak eksik kalan özellikleri tamamlayınız.



Yenilenebilir Enerji Kaynakları		
Özellikleri	Avantaj	Dezavantaj

Yenilenebilir Enerji Kaynakları		
Özellikleri	Avantaj	Dezavantaj

### ► Değerlendirme

1. Enerji kaynaklarının özelliklerini sürdürülebilirlik açısından değerlendiriniz. Günlük hayattan örnekler vererek düşüncenizi destekleyiniz.

2. Biri kömür diğeri güneş enerjisiyle ısınan iki konut için bu enerji kaynaklarının özelliklerini ekonomiye katkısı ve çevreye etkisi bakımından karşılaştırınız.

**Sürdürülebilir Enerji**  
Doğanın dengesini koruyan, çevreye zarar vermeyen, yenilenebilen kaynaklardan elde edilen enerjidir.

**E**nerji, hayatın her alanı için vazgeçilmez bir ihtiyaçtır. Bu ihtiyaç, yenilenebilen ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile sağlanır. **Yenilenemeyen enerji kaynakları**, tükenme hızı oluşum hızına göre çok fazla olan ancak sürdürülebilirliği olmayan fosil (mineral) yakıtlar ve nükleer enerjidir.

Sürekli devam eden doğal süreçlerdeki enerji akışından elde edilen, yenilenemeyen kaynaklara göre daha az kirlenici madde salınımına neden olan enerji kaynaklarına **yenilenebilen enerji kaynakları** denir. Bu kaynaklar güneş, rüzgâr, hidrojen, dalga ve biyokütle enerjileri ile hidrolik ve jeotermal enerjilerdir.

Yenilenebilen enerji kaynakları; yerli kaynak kullanımı ile enerjide dışa bağımlılığı azaltan, ülke ekonomisini güçlendiren ve ülkenin enerji ihtiyacını karşılamaya yönelik enerji kaynaklarıdır.

## Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

Yenilenemeyen enerji kaynakları nükleer enerji ve yer altı zenginlikleri olan fosil yakıtlardır. Bu kaynaklar endüstri için önemli enerji kaynakları olarak görülse de gerekli tedbirler alınmadığında çevreye zarar verebilir.

### Fosil Yakıtlar

Fosil yakıtlar, organik maddelerin yer altında basınç ve sıcaklığa maruz kalmasıyla oluşur. Doğada oluşan fosil yakıtlar katı, sıvı ya da gaz hâlinde bulunabilir. Karbon içerikleri yoğun olan ve yer altından çıkarılan fosil yakıtlar termik santrallerde yakılarak açığa çıkan kimyasal enerji ısıya dönüştürülür. Bu ısı ile oluşan yüksek basınçlı buharın türbinleri döndürmesi ile jeneratörlerden elektrik enerjisi elde edilir.

Fosil yakıtlar yakıldığında atmosfere karbondioksit salınır. Bunun sonucunda ortaya çıkan sülfat, nitrojen gibi tehlikeli atıkların su yollarına karışması durumunda çevre kirlenir. Bu durum ekolojik dengenin bozulmasına, canlıların solunum zorluğu yaşayarak sağlıklarının olumsuz yönde etkilenmesine ve yaşam alanlarının zarar görmesine yol açar.

Bu etkilerin oluşmasına neden olan fosil yakıtlar kolaylıkla depolanıp gerektiğinde enerji üretmek için kullanılabilir. Bu özellikleri nedeniyle dünya genelinde en fazla kullanılan enerji kaynaklarıdır.

İklim kriziyle mücadele devam ederken bir yandan da yer altındaki fosil yakıt rezervlerini keşfetme ve kullanma çalışmaları sürdürülmektedir. Bu çerçevede Türkiye'nin enerji alanındaki en önemli girişimlerinden biri, Fatih sondaj gemisi (Görsel 2.11) ile yürütülen petrol ve doğal gaz arama faaliyetleridir. Türkiye'nin ilk derin deniz sondaj gemisi olan Fatih, enerji bağımsızlığına katkı sağlamayı ve ülke ekonomisini güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %57,7'si fosil yakıtlardan sağlanmaktadır.



▲ **Görsel 2.11:** Fatih sondaj gemisi

**Kömür,** fosil yakıtlar içinde en yüksek karbon seviyesine sahip enerji kaynağıdır. Elektrik santrallerinde yanmasının kolaylığı nedeniyle sıkça tercih edilir. Kömür, ısının etkisiyle kok kömürü hâline getirilerek özellikle demir çelik sanayisinde birçok metalin üretiminde kullanılır.

**Petrol,** atmosferik basınç ve sıcaklık koşullarında sıvı hâlde bulunan hidrokarbon karışımıdır. Rafine edilmemiş sıvı hâldeki ham petrol işlenerek benzin, mazot, yağ yakıt (fuel-oil), LPG [liquefied petroleum gas/liküifayd petroliyim gas (sıvılaştırılmış petrol gazı)], gaz yağı, asfalt, katran, plastik gibi petrokimyasal ürünler elde edilir. Petrol, dünyadaki toplam enerji tüketiminde en yüksek paya sahiptir. Elektrik üretiminden taşımacılığa kadar petrolün oldukça yaygın bir kullanım alanı vardır. Türkiye'de sondaj gemileri, petrol kaynaklarına ulaşım sağlayarak ülke ekonomisine büyük oranda katkı sunar.

**Doğal gaz;** yanıcı, havadan hafif, renksiz ve kokusuzdur. Metan, etan, propan gibi hidrokarbonlar ile karbondioksit, azot, helyum ve hidrojen sülfürden oluşur. Doğal gaz, yer altında bağımsız olarak veya petrol kaynakları ile aynı alanda bulunabilir. Fosil yakıtlar arasında en temiz olup sanayi tesislerinde, hizmet sektöründe ve konutlarda kullanılır. Doğada belirli bir miktarda bulunur. Doğal gaz, doğanın yeniden oluşturabileceğinden daha hızlı tükendiği için yenilenemeyen bir enerji kaynağı olarak nitelendirilir.

## Nükleer Enerji

Ağır atom çekirdeklerinin parçalanarak hafif atom çekirdeklerine dönüşmesi sırasında ortaya çıkan enerjiye **nükleer enerji** denir. Nükleer enerji genellikle uranyum çekirdeğinin baryum ve kripton çekirdeklerine bölünmesiyle elde edilir. Nükleer enerjinin kontrollü bir şekilde açığa çıkarılması 1942'de Enrico Fermi (Enriko Fermi) öncülüğünde kurulan reaktörde gerçekleştirilmiştir.

Çekirdek bölünmesi sonucunda madde, kütesinin çok küçük bir kısmını kaybeder. Kayıp kütle, ısı ve yüksek enerjili elektromanyetik ışınım olarak enerjiye dönüşür. Nükleer santrallerde bu enerji ile elde edilen su buharı türbinleri döndürerek elektrik üretir.

### Enrico Fermi

Enrico Fermi 1901-1954 yılları arasında yaşamış, İtalyan, deneysel ve teorik fizikçidir. İlk nükleer reaktörün geliştirilmesi, Kuantum Teorisi, nükleer ve parçacık fiziği alanlarında çalışmalar yapmıştır. Çalışmaları ile 1938 yılında Nobel Fizik Ödülü'nü almıştır.



**Görsel 2.12:** Nükleer enerji santrali

1970'li yılların başındaki petrol krizi, toplum ve sanayideki yüksek enerji talebi, enerji kaynaklarının rezerv ve verimleri; yüksek teknoloji gerektiren nükleer santrallerin kurulmasını hızlandırmıştır. 1 kg kömürden 3 kWh, 1 kg petrolden 4,5 kWh elektrik elde edilmekte iken 1 kg uranyumdan 50.000 kWh elektrik enerjisi elde edilebilmesi de nükleer enerjiye yönelimde çok önemli bir etkidir.

Görsel 2.12'de bir örneği görülen nükleer santraller, işletimleri sırasında hiçbir sera gazı emisyonuna neden olmadıklarından havayı en az kirleten santrallerdir. Bu yönüyle iklim krizi ile mücadelede yararlı olacakları düşünülmektedir. Nükleer santrallerin radyoaktif atıklarının

denetim altında tutulup doğru şekilde saklanması da çevre açısından oldukça önemlidir. Artan enerji ihtiyacını karşılamak için Türkiye'nin Mersin ilinde Akkuyu Nükleer Santrali'nin inşasına başlanmıştır. Bu santralin Türkiye'nin enerji ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayacağı ve enerji güvenliğini artıracığı öngörülmektedir.

Nükleer santrallerin birim elektrik üretimi başına kurulum alanı, diğer tüm santrallere göre oldukça küçüktür. Bu yönüyle nükleer santrallerin doğal hayat, tarım ve yerleşime etkisi diğer santrallere göre daha azdır. Üretimin meteorolojik şartlardan etkilenmemesi, nükleer yakıt maliyetinin toplam maliyet içinde çok düşük olması ve yüksek istihdam imkânları sunması nükleer santrallerin avantajları arasındadır. Bugün dünyadaki elektrik arzının yaklaşık %10'u nükleer santraller tarafından karşılanır.

Temmuz 2023 itibarıyla 31 ülkede toplam 410 nükleer santral bulunmaktadır. 2030 yılına kadar aralarında petrol zengini olanların da bulunduğu birçok ülkede 164 yeni nükleer santral kurulması planlanmaktadır.

## Yenilenebilir Enerji Kaynakları

İnsan ömrüne göre kısa sürede yerine konulabilen enerjilere yenilenebilir enerji, bunların elde edildiği kaynaklara da yenilenebilir enerji kaynakları denir. Fosil yakıtların aksine, yenilenebilir enerji kaynakları çevreye daha az zarar verir ve sürdürülebilir bir gelecek için önemli bir alternatif sunar.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının önem kazanmasında kaynak kullanımını sağlayan ilgili teknolojilerin çevre dostu, enerji kaynaklarının sınırsız olması ve Kyoto (Kiyoto) Protokolü gibi uluslararası çevre sözleşmeleri etkili olmuştur. Yenilenebilir enerji kaynaklarının teknolojik sorunlarının çözülerek maliyetlerinin düşürülmesi durumunda yüzyılın en önemli enerji kaynakları olacağı düşünülmektedir. Bu kaynakların başlıcaları güneş, rüzgâr, biyokütle, dalga ve hidrojen enerjileri ile jeotermal ve hidrolik enerjilerdir.

### **Kyoto Protokolü**

1997 yılında Japonya'nın Kyoto şehrinde imzalanarak 2005 yılında yürürlüğe giren Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin bir parçası olarak kabul edilen uluslararası bir anlaşmadır. Bu protokolün temel hedefi, küresel ısınmayı sınırlamak ve iklim değişikliğiyle mücadele etmek için sera gazı emisyonlarını azaltmaktır.

## Hidrolik Enerji

Hidrolik enerji, akan suyun potansiyel ve kinetik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilen yenilenebilir enerji kaynağıdır.

Barajlar, enerji üretimi için önemli bir kaynaktır. Barajlarda biriktirilen suyun sahip olduğu enerji, türbinleri döndürmek için kullanılır. Dönen türbinler, bağlı olduğu jeneratörlerle mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Türkiye'de birçok baraj bulunmaktadır.

Barajlar doğal çevre ve sosyoekonomik yapı üzerinde önemli etkilere sahiptir. Barajlar tarım arazilerinin su altında kalması, ekosistemlerin değişmesi, yerleşim yerlerinin taşınması gibi etkilerin yanı sıra enerji üretimi, su temini ve taşkın kontrolü gibi ekonomik faydalar da sağlar.

Elektrik enerjisinin doğrudan depolanması zor olduğundan üretim sürekli olarak tüketim talebine göre ayarlanmak zorundadır.

Hidrolik enerji kaynakları, Türkiye'deki yenilenebilir enerji kaynakları arasında önemli bir yere sahiptir.

Hidroelektrik santrallerinin (HES) kuruluş maliyetlerinin yüksek ancak işletme maliyetlerinin düşük olması, teknik ömürlerinin çok uzun olması ve dışa bağımlılığı azaltması en büyük avantajlarıdır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %19,6'sı hidrolik enerjiden sağlanır. Bu enerji kaynağının önemli örneklerinden biri, 275 metre yüksekliğiyle Türkiye'nin en yüksek barajı olan ve Artvin ilinin Yusufeli ilçesinde yer alan Yusufeli Barajı'dır (Görsel 2.13).



▲ **Görsel 2.13:** Yusufeli Barajı

## Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi, rüzgârın kinetik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilir. Rüzgâr türbinleri ile rüzgârın kinetik enerjisi önce dönme kinetik enerjisine daha sonra elektrik enerjisine dönüştürülür. Rüzgârdan elde edilen enerji, rüzgârın o anki hızına ve etki süresine bağlıdır.

Rüzgârdan elektrik üretim uygulamalarının ilk yatırım maliyeti, bugün güç santralleriyle rekabet edebilecek düzeydedir. Ayrıca bakım ve işletme maliyetlerinin düşük olması, tercih edilmesinde önemli bir etmendir. Rüzgâr; çevre dostu, sürekli yenilenebilir, yerel elektrik üretimi için kullanılabilen, temiz bir enerji kaynağıdır.

Rüzgâr türbinlerinin dezavantajları arasında çok fazla yer işgal etmesi, kuş ölümlerine yol açması, çevredeki elektromanyetik dalgayı etkilemesi ve gürültü kirliliğine yol açması sayılabilir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %10,4'ü rüzgâr enerjisinden sağlanmaktadır. Görsel 2.14'te gösterilen İzmir'in Aliağa ilçesindeki rüzgâr türbinleri, bu enerji kaynağının kullanımına örnek olarak verilebilir.



▲ **Görsel 2.14:** İzmir Aliağa'da yer alan rüzgâr türbinleri

## Güneş Enerjisi

Güneş enerjisi, güneş ışınlarının taşıdığı enerjinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilir. Güneş panelleri, bu dönüşümü gerçekleştirmek için kullanılan temel teknolojidir.



**Görsel 2.15:** Çatı güneş panelleri

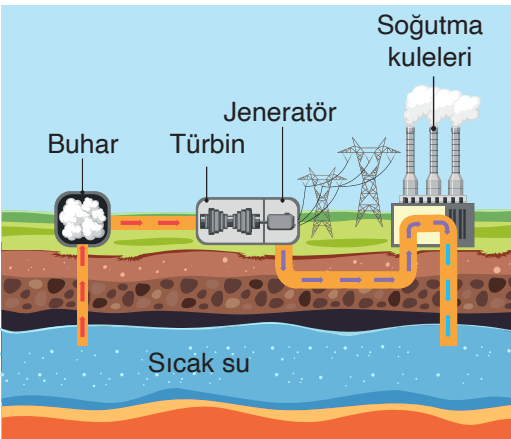
Güneş, sürekli ve çok büyük miktarda enerji yayar. Güneş enerjisi ısı, ışık ve elektriğe dönüştürülerek kullanılır. Güneş ışığından elektrik elde etmek için fotovoltaik sistem adı verilen ve Görsel 2.15'te örneği verilen güneş panellerinden yararlanır. Bu sistemler çok yer kaplar ancak çevreyi kirletmez. Ayrıca güneş panelleri, ulaşılması güç bölgeler için enerji sorununa karşı bir çözümdür.

Dünyada yaşanan petrol krizi, fosil yakıtların tükeneceği endişesi ve çevreyi korumanın gerekliliği; güneş enerjisine verilen önemi artırmıştır. Bugün bilim insanları nanoteknoloji ile ince, katlanabilen ve maliyeti düşük güneş panelleri üzerine çalışmalar yapmaktadır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %5,7'si güneş enerjisinden sağlanmaktadır.

## Jeotermal Enerji

Jeotermal enerji, yer altının derinliklerinde bulunan yüksek sıcaklığın oluşturduğu ısının elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilir. Jeotermal enerji; maliyeti düşük, hava koşullarından bağımsız ve bölgesel olan, dışa bağımlılığı azaltan ve doğru kullanıldığında çevre dostu bir kaynaktır. Bununla birlikte termal suyun aşındırıcı etkisi ile yıpranan boru ve pompa gibi donanımların sık sık yenilenmesi gerekir.



**Şekil 2.15:** Jeotermal enerji santrali şeması

Yer altında bulunan yüksek sıcaklık ile ısınan yer altı suları, yer kabuğunun çatlaklarından ilerleyerek jeotermal saha adı verilen alanlardan su ve buhar olarak yeryüzüne çıkar. Jeotermal enerji ile Şekil 2.15'te şeması verilen jeotermal enerji santrallerinde elektrik üretilir. Ayrıca tarım, kurutma, ısıtma, turizm, balıkçılık gibi alanlarda jeotermal enerjiden yararlanır. Örneğin dünyada çevre kirliliğinin en az olduğu ülkelerin başında gelen İzlanda'da binaların %95'i jeotermal enerji ile ısıtılır.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye'de elektrik üretiminin %3,4'ü jeotermal enerjiden sağlanmaktadır.

## Biyokütle Enerjisi

Biyokütle enerjisi, hayvansal ve bitkisel yağ atıkları, gıda ve yem değeri olmayan tarımsal atıklar, endüstriyel odun dışındaki orman ürünleri gibi organik maddelerden elde edilir. Bu atıklar ve maddeler bir döngü içerisinde olduklarından sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynağı olarak kabul edilir.

Biyokütle enerjisi, birçok bölgede yerel olarak üretilebildiğinden enerjide dışa bağımlılığı azaltır. Biyokütle enerjisi üretmek için biyokütle tarımı adı altında mısır, şeker kamışı, kavak gibi kısa sürede yetişen bitkiler tercih edilir ve üretim biyogaz tesislerinde yapılır (*Görsel 2.16*). Bu tesislerde atıkların oksijensiz ortamda karbondioksit ve metan gazına dönüştürülmesi sonucu biyogaz elde edilir. Isı, elektrik ve kimyasal madde üretimi gibi alanlarda kullanılan biyogaz, üretimi esnasında tarımsal ve ormansal atıkların değerlendirilmesi bakımından atık yönetimine katkı sağlar. Bununla birlikte biyokütle enerjisi üretiminin artması, arazi kullanımı ve doğal yaşam alanları üzerinde baskı oluşturabilir. Doğru şekilde kullanılmadığında sera gazı salımını ve hava kirliliğini artırabilir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının açıkladığı 2023 verilerine göre Türkiye’de elektrik üretiminin %2,14’ü biyokütle enerjisinden sağlanmaktadır.

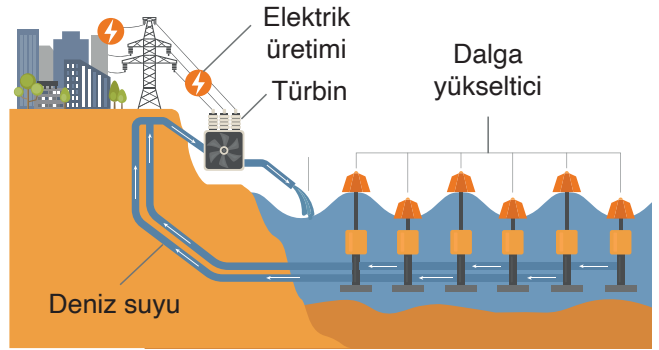


▲ **Görsel 2.16:** Biyogaz tesisi

## Dalga Enerjisi

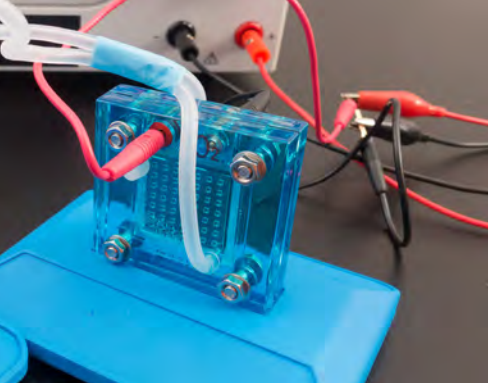
Dalga enerjisi, okyanus ya da deniz dalgalarının kinetik enerjisinin elektrik enerjisine dönüştürülmesi ile elde edilir. Dünya yüzeyinin 2/3’ünü kaplayan okyanuslarda bulunan akıntı, gelgit, dalga gibi zengin kaynaklar yenilenebilir özelliktedir. Bu kaynaklardan çevre kirliliğine neden olmadan Şekil 2.16’da çeşitlerinden biri verilen türbinler yardımıyla elektrik elde edilebilir. Dalga enerjisi toplu konutlar, tatil köyleri ve endüstri kuruluşlarına düşük maliyetli enerji sağlamak amacıyla kullanılır.

Önce Avrupa’da, sonra da Asya ülkelerinde yaygın olarak kullanılmaya başlanan ve Türkiye için de temiz enerji seçeneklerinden biri olan dalga enerjisi; yatırım ve bakım giderlerinden başka masrafı olmayan, verimli, çevreci ve büyük potansiyele sahip bir enerji kaynağıdır. Deniz ekosistemine zarar verebilecek ve deniz trafiğini engelleyebilecek nitelikte olması dalga santrallerinin dezavantajları arasındadır.



▲ **Şekil 2.16:** Türbinler yardımıyla dalga enerjisinden elektrik elde edilmesini gösteren şema

## Hidrojen Enerjisi



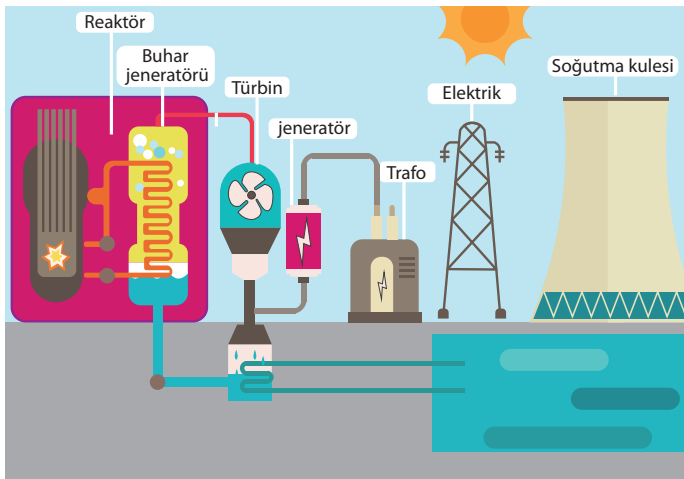
**Görsel 2.17:** Hidrojen yakıt hücresi

Hidrojen enerjisi, hidrojenin kimyasal enerjisinin elektrik veya ısıya dönüştürülmesi ile edilir.

Üretiminin zorluğu nedeni ile henüz çok yaygın olmayan fakat sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer alan bir enerji türüdür. Sadece hidrojen yakıt hücreleri sayesinde kimyasal tepkimeler ile elektrik üretir. Görsel 2.17’de bir örneği görülen hidrojen yakıt hücreleri, nanoparçacıklar yardımıyla havayı temizlerken yakıt üreten ve gücünü ışıktan alan bir jeneratördür. Bu enerjinin yaygınlaşması için hidrojenin yüksek yoğunlukta ve güvenli bir şekilde depolanması gerekir. Bu da birçok açıdan zor ve maliyetli bir iştir.

Yakıt olarak çeşitli kullanım alanları olan hidrojen enerjisi, çevreye fosil yakıtlarınki kadar zararlı madde salımı yapmamaktadır. Teknolojinin ilerlemesi ile kullanımının yaygınlaşacağı düşünülen, potansiyeli yüksek, temiz bir enerji kaynağıdır.

### Örnek



Şekilde bir nükleer santralin basit şeması verilmiştir. Atom çekirdeklerinin bölünmesiyle ortaya çıkan enerji, nükleer santrallerde elektrik elde etmek için kullanılır. Bütün nükleer santrallerde genel olarak reaktör, buhar jeneratörü ve türbin vardır. Reaktör, nükleer tepkimenin gerçekleştiği ekipmandır. Buradaki çekirdek tepkimelerinin hızı, bir dizi işlemle kontrol altında tutulur. Buhar jeneratörü reaktörden aldığı ısıyı bir su kaynağına aktarır. Su, yüksek basınçlı buhara dönüştürülür ve jeneratör ile elektrik enerjisi elde edilir.

**Metinden ve görselden yararlanarak nükleer enerjinin özelliklerini yazınız.**

### Çözüm

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin bölünmesi ile ortaya çıkan enerjidir. Bu enerji, ısı olarak açığa çıkar ve nükleer santrallerde kontrol altında tutularak elektrik enerjisine dönüştürülür. Nükleer santrallerin genellikle su kaynaklarının kenarlarına kurulmasının nedeni görselden anlaşıldığı gibi ısınan suyun tekrar soğutulmasına ihtiyaç duyulmasıdır. Su kaynakları, ısınan suyu soğutma görevini üstlenir.

## Örnek

Aşağıda enerji kaynakları ile ilgili numaralandırılmış görseller verilmiştir.



Görsel 1



Görsel 2


**Görselleri inceleyerek görsellerin yenilenebilir ya da yenilenemeyen enerji kaynaklarından hangisiyle ilişkili olduğunu belirleyiniz. Bu kaynakların özelliklerini görsellerin altında boş bırakılan yerlere yazınız.**

## Çözüm

Görsel 1, yenilenemeyen enerji kaynaklarından petrole çalışan arabanın yakıt almasını göstermektedir. Petrol, ülkelerin yer altı zenginliklerindedir ancak tükenen, çevreyi kirleten, çıkarılması için madencilik işlemleri gerektiren bir kaynaktır.

Görsel 2, yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan güneş enerjisi ile çalışan panelleri göstermektedir. Güneş; enerjisi tükenmeyen, çevre dostu olan, enerjide dışa bağımlılığı azaltan ancak hava şartlarına göre enerji üretiminde değişiklikler gösteren bir kaynaktır.

## 2.22. Soru

Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları ile ilgili bazı özellikler tabloda verilmiştir.

**Bu özelliklerin hangi enerji kaynağına ait olduğunu tabloda "X" işareti ile belirtiniz.**

	Yenilenebilir Enerji Kaynakları	Yenilenemeyen Enerji Kaynakları
1. Oluşmasına göre tüketilmesi çok daha hızlı gerçekleşir.		
2. Çevreyi kirletmez ve atmosferde büyük ölçüde sera etkisi oluşturmaz.		
3. Kullanılan kaynak sürdürülebilir bir enerji kaynağıdır.		
4. Kolayca depolanıp gerektiğinde kullanılabilir.		
5. Dışa bağımlılığı azaltır.		
6. Hava koşullarından etkilenmez.		



## 2.7. Etkinlik



<b>Adı</b>	ENERJİ KAYNAKLARININ AVANTAJ VE DEZAVANTAJLARI
<b>Amaç</b>	Enerji kaynaklarının avantaj ve dezavantajlarını çevresel temizlik ve sürdürülebilirlik konularında değerlendirebilme
<b>Süre</b>	30 dk.
<b>Yönerge</b>	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda "Öğrenme Günlüğü"nü doldurunuz. Etkinlik, öğretmeniniz tarafından "Grup Değerlendirme Formu" ile değerlendirilecektir.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde A ve B olmak üzere iki grup oluşturunuz.
2. Enerji kaynaklarının çevresel temizlik ve sürdürülebilirlik açısından avantaj ve dezavantajlarını belirleyiniz. Bu avantaj ve dezavantajları küresel ısınma bağlamında kendi grubunuzda tartışınız.
3. A grubu olarak konu ile ilgili sorulacak soruları, B grubu olarak soruların olası cevaplarını hazırlayınız.
4. Süre sonunda A grubu olarak hazırladığınız soruları B grubuna yönelterek soru-cevap etkinliğini gerçekleştiriniz.
5. Soru ve cevap grupları olarak kendi aranızda yer değiştirerek etkinliği tekrar gerçekleştiriniz.
6. Etkinlik süresince grup arkadaşlarınızın sözünü kesmeyiniz. Tartışırken nezaket kurallarına uyunuz ve arkadaşlarınıza destek olunuz.

## Değerlendirme

1. Türkiye'nin enerji kaynaklarını kullanımı, enerji üretimi ve enerji kaynaklarının çevreye etkilerine yönelik çalışmaları hakkındaki düşüncelerinizi yazınız.

2. Yaşadığınız bölge için en uygun enerji kaynağı ne olabilir? Bu enerji kaynağını çevresel temizlik ve sürdürülebilirlik bağlamında değerlendiriniz.

3. Siz dünyanın geleceği için hangi enerji kaynağını tercih ederdiniz? Açıklayınız.

Yandaki karekodu kullanarak "Grup Değerlendirme Formu"na ulaşabilirsiniz.





ÖĞRENME GÜNLÜĞÜ	
Adı:	Tarih:
Soyadı:	
Numarası:	
Etkinlikte Öğrendiklerim ve Düşündüklerim	
Etkinlikte Beni Meraklandıran Detaylar	
Etkinlikte Karşılaştığım Zorluklar ve Bu Zorluklarla Başa Çıkmak İçin Yaptıklarım	

### Yeşil Enerji

*Enerji tüketimini belirli bir ölçüt üzerinden sınıflandırarak tüketiciyi ürünlerin çevresel etkileri hakkında bilgilendiren etiketleme sistemidir. Koşu yeşil renk, ilgili ürünün daha az enerji harcadığını gösterir. Bu etiketler; enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı, karbon ayak izi gibi faktörlere göre ürünleri derecelendirir.*



Ülkeler, enerji kaynakları konusunda farklı zenginliklere sahiptir. Bu durum, ülkeler arasında enerji nakil hatlarının kurulmasına neden olur. Bu da çevresel ve toplumsal bazı sorunları beraberinde getirir. Güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrolik gibi yenilenebilir temiz enerji kaynakları bir ülkenin yerli kaynaklarıdır. Bu doğal kaynaklar, bulunulan coğrafyanın özelliklerinden doğrudan etkilenir. Enerjide dışa bağımlılığı azaltan yeşil enerji etiketine sahip temiz enerji kaynaklarını bilinçli ve tasarruflu kullanmak, ülke ekonomisine önemli katkılar sağlar.

Türkiye’de Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığınca temiz enerji projeleri hayata geçirilmektedir. Projelerle Türkiye’de güneş ve rüzgâr enerjisi alanlarında yerli enerji teknolojilerinin geliştirilmesi, temiz enerji sektöründe nitelikli eleman yetiştirilmesi, iklim değişikliği ile mücadele edilmesi ve enerjide dışa bağımlılığı azaltılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanı (YEKA) Modeli Yönetmeliği 2016 yılında yürürlüğe girmiştir. YEKA yenilenebilir enerji projeleri, devlet desteği ve özel sektör yatırımıyla gerçekleştirilen yenilenebilir enerji projeleridir. Bu sayede güneş enerji santralleri (GES) ve rüzgâr enerji santrallerinin (RES) kurulması sağlanmaktadır.

Enerji kaynaklarının sınırlı olması ve küresel ısınma gibi çevresel problemler göz önüne alındığında enerji tasarrufu kritik önem taşır. Bu nedenle yaşam alanlarında uygulanabilecek bazı önlemler mevcuttur. Bu önlemler ile enerji tüketimini önemli ölçüde azaltmak ve daha sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunmak mümkündür. Bunlardan biri yeşil enerji etiketine sahip ürünleri kullanmaktır. Enerji tasarrufu için alınabilecek önlemlerden bazıları şunlardır:

#### a) Cihazların Kullanımı

Evlerde ve iş yerlerinde bekleme konumunda tutulan cihazlar, sızıntı hâlinde de olsa enerji harcar. Bu cihazlar “vampir cihaz” olarak adlandırılır. Televizyonların kumandadan kapatılmaları, bilgisayarların uyku modunda bırakılmaları, açık kalan modemler, şarjı dolmuş ama fişten çekilmemiş cihazlar vampir cihazlara örnek gösterilebilir. Toplam çalışma saatleri ve sayıları dikkate alındığında vampir cihazların hem aile bütçesine hem de ülke ekonomisine zararı vardır. Bu zararı en aza indirmek için cihazlar şarj olduğunda fişlerini prizden çekmek ve cihaz satın alırken güç etiketlerine dikkat etmek, sorumlu vatandaş davranışlarındandır.

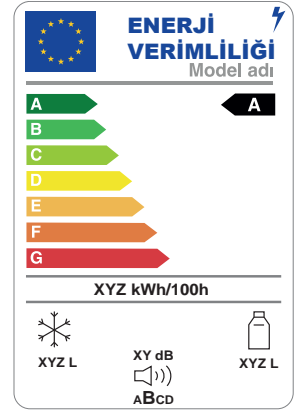
## b) Enerji Etiketleri

Elektrikli ürün satın alırken enerji sınıfına dikkat etmek, tasarruf etmenin etkili yöntemlerinden biridir. Enerji sınıfı etiketleri, bir ürünün enerji verimliliği konusunda tüketiciye bilgi verir. Enerji sınıfları Görsel 2.18'de görülen enerji etiketinde olduğu gibi harflerle ifade edilir. En yüksek verim A harfi ile gösterilir. A harfinden G harfine doğru gidildikçe enerji verimliliği azalırken enerji tüketimi artar. Etiketlerde çamaşır, kurutma ve bulaşık makineleri için 100 çalışma döngüsünde; buzdolabı için 100 günde ve televizyonlar için 1000 saatte tüketilen enerji gösterilir. Bulaşık ve çamaşır makinelerinde enerji etiketleri elektrik tüketiminin yanı sıra su tüketimi açısından da alıcılara fikir verir.

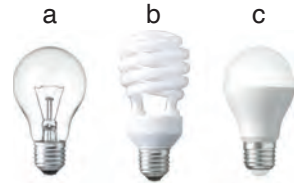
## c) Enerji Verimli Lambalar

Görsel 2.19'da aydınlatma için kullanılan lamba çeşitleri gösterilmektedir. Kullanılan lambaların seçiminde bilinçli olmak enerji tasarrufu açısından oldukça önemlidir. Akkor ampuller, elektrik akımının çoğunu ısı olarak kaybettiğinden verimsizdir. Tasarruflu lamba (CFL) olarak bilinen floresan lambalar cıva buharı, argon gibi gazlarla ışık üretir. LED lambalar yarı iletkenler kullanılarak hemen ışık yayacak şekilde tasarlanmıştır. Aynı parlaklığı sağlamak için 50 W'lık akkor ampul yerine 6 W'lık LED lamba kullanılması arasında önemli farklılıklar vardır. LED lambalar; düşük enerji harcamasının yanı sıra uzun kullanım süresi, düşük karbon emisyonu, ısı kaybının az olması, cıva ve diğer toksik maddeleri içermemesi ile diğer lambalardan üstündür.

Enerjiyi israf etmemek ve bilinçli kullanmak, vatandaşlık görevlerindedir. Bu amaçla geliştirilen tasarruf tekniklerini uygulamak, sürdürülebilir bir çevre için göz ardı edilemeyecek kadar önemlidir.



▲ **Görsel 2.18:** Enerji etiketi



▲ **Görsel 2.19:** Lamba çeşitleri a) Akkor b) Tasarruflu c) LED

## Örnek



Su buharı, karbondioksit, metan gibi gazlar başlıca sera gazlarıdır. Bu gazların miktarı arttıkça yeryüzü daha fazla ısınmaktadır. Isınma, aydınlatma, ulaşım, endüstriyel süreçler gibi insan faaliyetleri doğrudan ya da dolaylı olarak sera gazı salımına neden olmaktadır. Bir kişinin, ülkenin veya kuruluşun sürdürdüğü faaliyetler sonucu atmosfere saldırdığı sera gazlarının karbondioksit cinsinden karşılığına "karbon ayak izi" denir.

**Buna göre bir ülkenin karbon ayak izini azaltmak için hangi önlemler alınabilir? Açıklayınız.**

## Çözüm

Karbon ayak izini azaltmak için öncelikle toplumda tasarruf bilinci geliştirilmelidir. Bunun için ülkenin vatandaşları ulaşımda bisiklet veya toplu taşıma araçlarını kullanmak, ürün seçiminde enerji sarfiyatı az olanları tercih etmek, geri dönüşüme ve çevre temizliğine dikkat etmek gibi konular üzerinde duyarlılık kazanmalıdır. Bir ülke, çevre dostu olup temiz enerji kaynaklarına yatırım yaparsa karbon ayak izini azaltabilir.



## Performans Görevi

Adı	ENERJİ SINIFI ETİKETİ
Beklenen Performans	Milli servet bilinci, sürdürülebilirlik, küresel ısınma ve tasarruf konularında broşür, poster, afiş vb. hazırlama ve sunma
Süre	1 hafta
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Küresel ısınmaya bağlı iklim değişikliklerinin etkileri arttıkça başta elektrik tüketimi olmak üzere birçok konuda düzenleyici çalışmalar yapılmaktadır. Enerji sınıfı etiketleri de bu çevre dostu çalışmalar kapsamında yer almaktadır. Ürünlerin çevreye etkisinin yanı sıra etiketlerine dikkat etmek, ekonomik anlamda da tasarruf yapmayı mümkün kılar. Sizler de elektrikli cihaz alınırken dikkat edilmesi gereken hususlar ile ilgili broşür, poster, afiş vb. hazırlayarak çalışmalarınızı sınıf arkadaşlarınıza ve ailenize sununuz.

## Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- En az beş adet elektrikli cihaz için enerji sınıfı etiketlerini araştırınız.
- Cihazların günlük ortalama tüketim maliyetlerini hesaplayınız.
- Araştırmada milli servet bilinci, sürdürülebilirlik, küresel ısınma ve tasarruf konularına yer veriniz.
- Performans görevinizi yaparken yararlandığınız kaynakları kaynakçaya ekleyiniz.
- Hazırlayacağınız poster, broşür ve afişi dikkat çekici görsel öğelerle zenginleştiriniz. Kullanacağınız görsellerin içerikle uyumlu olmasına dikkat ediniz.

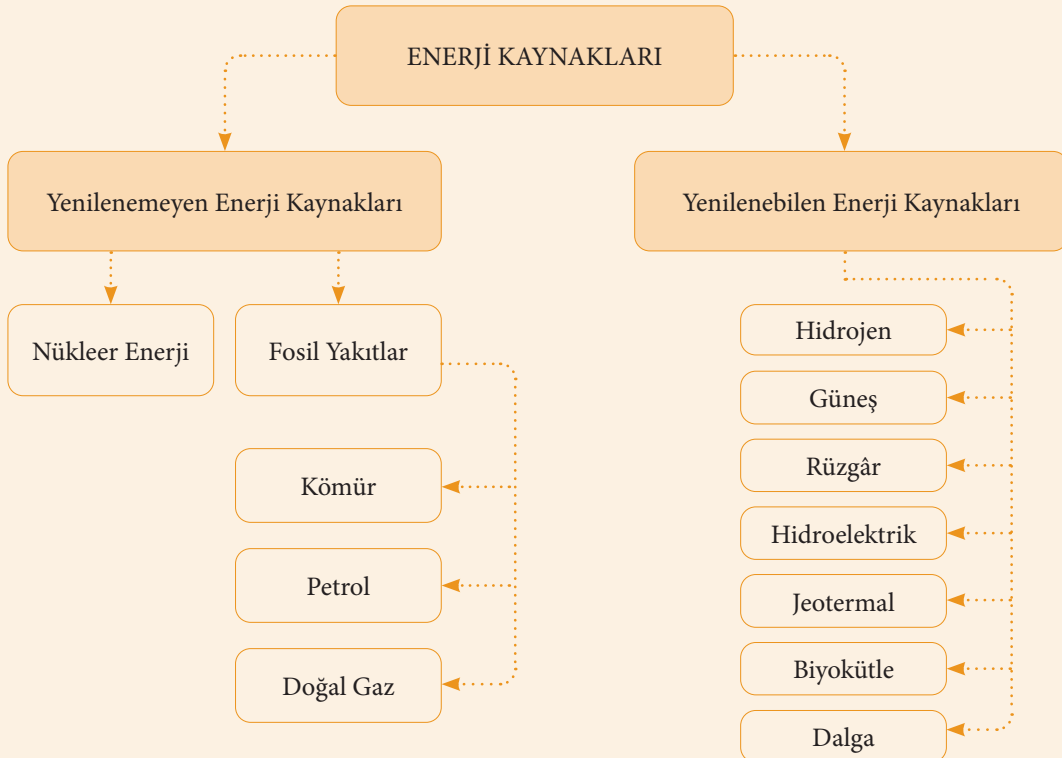


Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir. Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

## Kontrol Noktası



Yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji kaynakları ile bu kaynakların özellikleri aşağıda verilmiştir:



## Yenilenemeyen Enerji Kaynakları

**Avantajları**

- Doğada, işletilmeye ve kullanılmaya hazır hâldedir.
- Fosil yakıtlardan üretilen elektriğin maliyeti düşüktür.
- Nükleer enerjinin sera gazı etkisi yoktur.
- Nükleer enerjide az miktarda ham madde ile çok fazla elektrik üretilir.

**Dezavantajları**

- Çevre ve hava kirliliğine neden olur.
- Küresel ısınmaya olumsuz etkileri vardır.
- Rezervleri sınırlıdır, sürdürülebilir değildir.
- Çıkarılmaları için gereken madencilik faaliyetleri sağlıksız ve tehlikelidir.
- Radyoaktif atıklar tehlikelidir.
- Nükleer güç santrallerinin kurulması ve güvenliği, yüksek teknoloji ve maliyet gerektirir.
- Nükleer güç santrallerinde meydana gelebilecek bir kaza sonrası yayılan radyasyon, uzun yıllar boyunca canlıları olumsuz etkiler.

## Yenilenebilir Enerji Kaynakları

**Avantajları**

- Çevre dostudur.
- Güvenli ve sürdürülebilir enerji kaynaklarıdır.
- İstihdamı artırır.
- Yerli kaynaklardır, dışa bağımlılığı azaltır.
- Küresel enerji fiyatlarında istikrar sağlar.
- Tesisleri az bakım ister.

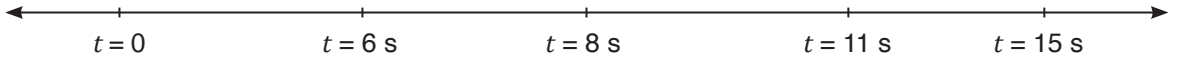
**Dezavantajları**

- Elektrik üretim kapasiteleri yeterince yüksek değildir.
- Konumları ve hava şartları üretimini etkiler.
- Yatırım maliyetleri yüksektir.
- Verimleri düşüktür.

## 2. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda üniteye ilişkin bilgi ve becerileri yoklayan bağlama dayalı toplam 11 soru verilmiştir. Soruların cevaplarını verilen alanlara yazınız.

1. Bisiklet parkurunda antrenman yapan Özgür, 15 s sonunda başlangıç noktası  $t = 0$  anına göre 59 m yer değiştirmiştir.

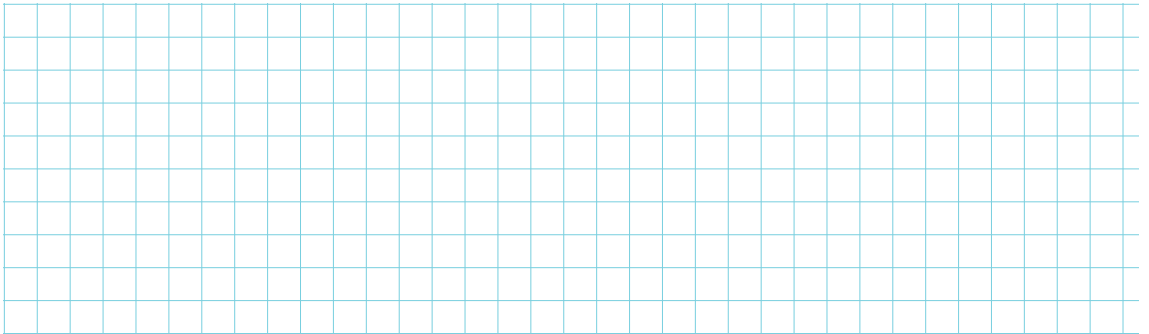


Özgür'ün antrenmanı süresince bisikletin ilerlemesini sağlayan kuvvet, yavaşlamasını sağlayan fren kuvveti ve zaman aralıklarında alınan yol değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

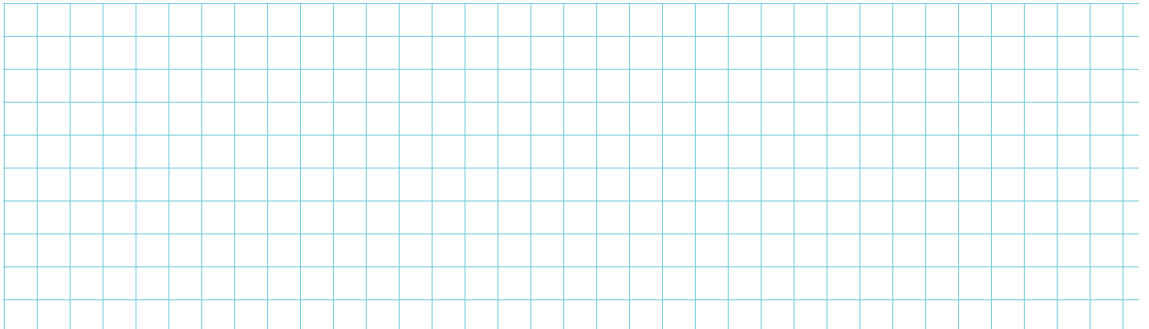
Zaman Aralıkları (s)	Alınan Yol (m)	Uygulanan Kuvvet (N)	Fren Kuvveti (N)
0-6	18	60	...
6-8	15	90	...
8-11	18	...	-120
11-15	8	...	-30

Buna göre

- a) Özgür'ün bisiklet antrenmanına ait  $F-x$  grafiğini çiziniz.



- b) Çizdiğiniz grafikten yararlanarak bisikletin yapmış olduğu iş için matematiksel model çıkarınız.

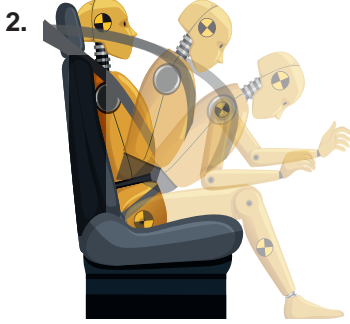


## c) Fizik bilimine göre iş ile ilgili

- I. Cisme bir kuvvet uygulandığında cisim, uygulanan bu kuvvet doğrultusunda yer değiştirmiş ise kuvvet, cisim üzerinde bir iş yapmaz.
- II. Kuvvetin cisim üzerinde yaptığı iş, uygulanan kuvvetin ve cismin yaptığı yer değiştirmenin büyüklüğü ile doğru orantılıdır.
- III.  $F-x$  grafiğinden yararlanarak cismin yaptığı iş bulunur.

**yargılarından hangilerine ulaşılabilir?**

- A) Yalnız I                  B) Yalnız II                  C) I ve II                  D) I ve III                  E) II ve III



Emniyet kemerinin görevi, ani frenleme veya kaza anında yolcuların vücutlarını koltuklarına sabitleyerek araçla aynı anda yavaşlamalarını ve durmalarını sağlamaktır. Araçlardaki emniyet kemerlerinin esneme miktarları, sürücüler üzerindeki ortalama darbe kuvvetini değiştirebilmektedir. Emniyet kemeri kontrol testlerinde hareket hâlindeki test aracını durduran bir çarpışma, yolcunun tüm kinetik enerjisini alır. Emniyet kemerinin iş-kinetik enerji ilkesi gereği, durma mesafesini uzatarak cansız manken üzerindeki darbe kuvvetini dört beş kat azalttığı ölçülmüştür.

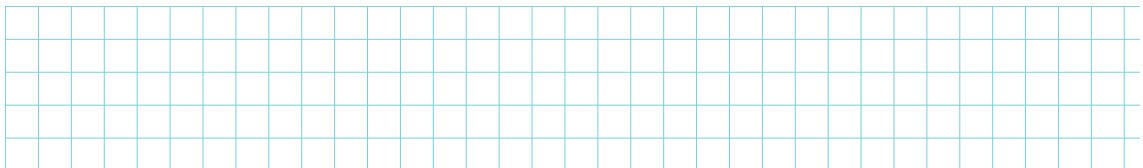
Enerjinin değişim süresi, çarpışmanın gücünde etkili olacaktır. Aniden duran bir aracın içindeki sürücü; emniyet kemeri takmadığında direksiyon kolu, ön cam vb. ile güçlü bir çarpışmaya maruz kalır. Emniyet kemerini takmamak, daima daha kısa durma mesafesi ve daha büyük bir darbe kuvveti ile daha güçlü bir çarpışma anlamına gelmektedir.

**Buna göre**

- a) İş, enerji ve güç kavramlarını metin ile ilişkilendirerek bu kavramlar hakkında hipotezler kurunuz ve kurduğunuz hipotezleri gerekçeleriyle aşağıdaki tabloya yazınız.

İş, Enerji ve Güç Kavramları Hakkındaki Hipoteziniz	Hipotezinizin Gereçesi

- b) İş, enerji ve güç kavramları arasındaki ilişkileri metinden örnekler vererek belirleyiniz.





4. Teleferik, havada gerili çelik halatlar üzerinde kayarak hareket etmek suretiyle birbirinden uzak ve ulaşımı zor yerler arasında sabit hızla insan ve yük taşıyan araçtır. Türkiye'nin en uzun teleferiği 1963 yılında yapılan 9 km uzunluğundaki Bursa Uludağ teleferiğidir.

Bursa'ya kar tatiline giden Yeşim ve ailesi, Uludağ'a çıkmak için Bursa'nın Yıldırım ilçesinden teleferiğe binerek 1634 m yüksekteki Uludağ Sarıalan Yaylası'ndaki kayak pistlerine ulaşmaktadır.

(Sürtünmeleri ihmal ediniz.)

**Buna göre Yeşim'in**

- a) Teleferik ile ilerlerken sahip olduğu mekanik enerji bileşenleri nelerdir?

- b) En tepeye varmasıyla potansiyel enerjisinde meydana gelen değişimi yorumlayınız.

- c) Teleferiğe bindiği an ile en tepede teleferikten indiği an arasındaki mekanik enerji değişimini matematiksel olarak ifade ediniz.



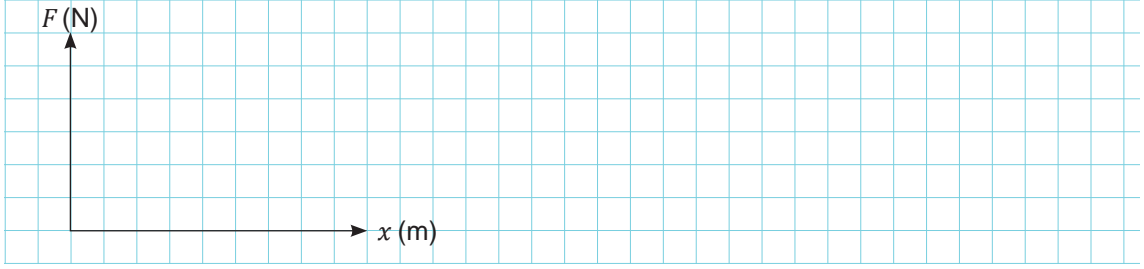
6.



Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda Aysun ve Melisa arkadaşını iterek kızıağı hareket ettirmektedir. Bu durumda kızıağa Aysun yatayla paralel 40 N Melisa ise 50 N büyüklüğünde kuvvet uygulamaktadır. Kızak bu kuvvetlerin etkisiyle 80 m yol aldıktan sonra Aysun itmeyi bırakmış ve Melisa tek başına kızıağı 20 m daha itmiştir. Daha sonra kızıağa hiçbir kuvvet etki etmemiş ve kızak 20 m daha ilerlemiştir.

Buna göre

a) Kızıağa ait  $F$ - $x$  grafiğini çiziniz.



b) Çizdiğiniz grafikten yararlanarak yapılan toplam işi hesaplayınız.

c) Aysun'un kızıağı itmeye devam etmesi durumunda yapılan toplam işi hesaplayınız. Kuvvet ile yer değiştirme arasındaki ilişkiyi dikkate alarak yapılan işin değişimi açıklayınız.

7. Bir gökdelende bulunun özdeş iki asansör tarafından taşınan yükler, yüklerin çıkarıldığı kat ve yüklerin bu katlara çıkarılma süreleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Asansörler	Taşınan Yük (kg)	Yüklerin Çıkarıldığı Kat	Yüklerin Çıkarılma Süresi (s)
1. asansör	300	20. kat	60
2. asansör	300	60. kat	40

Buna göre

a) Hangi asansörün daha güçlü olduğunu tablodaki verilerden yararlanarak tahmin ediniz.







# 3. ÜNİTE

# ELEKTRİK

## 3.1. Basit Elektrik Devreleri

## 3.2. Elektrik Akımı

## 3.3. Ohm Yasası

## 3.4. Dirençlerin Bağlanması

## 3.5. Üreteçlerin Bağlanması

## 3.6. Elektrik Akımının Oluşturabileceği Tehlikelere Karşı Alınması Gereken Önlemler

## 3.7. Topraklamanın Önemi

### ► Anahtar Kavramlar

- elektrik akımı
- potansiyel fark
- direnç
- Ohm Yasası
- kısa devre
- eşdeğer direnç
- topraklama

### ► Bu ünite de sizlerden

- basit elektrik devresinde potansiyel fark, elektrik akımı ve direnç kavramlarını tanımlayabilmeniz ve elektrik akımı kavramını çözümleyebilmeniz,
- potansiyel fark, direnç ve elektrik akımını ölçebilmeniz ve bu kavramlar arasındaki ilişkiyi analiz edebilmeniz,
- eşdeğer direncin büyüklüğünü hesaplayabilmeniz,
- üreteçlerin bağlanma türüne göre devreye sağladığı potansiyel farka ilişkin çıkarım yapabilemeniz,
- elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemlerle ilgili bilgi toplayabilmeniz ve topraklama olayının önemini sorgulayabilmeniz

beklenmektedir.

Ünite de sizlerden çalışma yaprağındaki soruları çözmeniz; kavram haritası, poster, bilgi görseli, sunum hazırlamanız; deney tasarlamamız; açık uçlu soruları ve ünite sonundaki ölçme ve değerlendirme sorularını cevaplamanız istenecektir.



Ünite Karekodu



Ünite sunusuna ulaşmak için karekodu okutunuz.



Thomas Edison'ın (Tamis Edisın) akkor lambaları kullanılabilir hâle getirmesi ile elektrik enerjisi aydınlatma amacıyla kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonraları akkor lambalar geliştirilmiş ve bu lambalar ısıtma, iletişim gibi insanın temel günlük ihtiyaçlarının giderilmesi için kullanılmıştır. İletken tel, üreteç, direnç gibi temel bileşenlerden oluşan basit elektrik devreleri; zamanla daha karmaşık sistemlerin geliştirilmesine zemin hazırlamış ve modern elektrik devrelerinin temelini oluşturmuştur.

Bugün elektrik devrelerinin işlevselliği ve karmaşıklığı önemli ölçüde artmıştır. Elektriğin akıllı ev sistemleri, elektrikli araçlar, iletişim cihazları gibi gelişmiş teknolojilerde geniş bir kullanım alanı bulunmaktadır. Özellikle radyo, televizyon, bilgisayar gibi elektronik cihazların icadı ile devrelerde kullanılan bileşenlerin sayısı ve çeşitliliği artış göstermiştir.

Devre elemanlarının bağlanma türleri, cihazların çalışma şekillerini ve performanslarını belirleyerek elektrik devrelerinin tasarımında ve güvenliğinde kritik rol oynar. Günlük hayatta kullanılan lambalardan birinin arızalı olmasına rağmen diğer lambaları etkilememesi, sigortaların devreyi ve kullanıcıyı koruması devre elemanlarının bağlantı türleriyle ilişkilidir.

## Üniteye Başlarken

Arkeolojik araştırmalar ile ortaya çıkarılan Bağdat pili'nin tarihte pil olarak işlev görmüş olabileceği düşünülmektedir. Çömlek görünümündeki Bağdat pili 13,5 cm boyunda olup sarı parlak kilden yapılmıştır. Çömleğin içerisinde bakırdan yapılmış bir silindir bulunmaktadır. Bakır silindirin iç kısmına demir bir çubuk yerleştirilmiş ve bakır silindirin içi asfalt ile doldurulmuştur. Yapılan incelemelerde çömleğin içinde ise sirke gibi asitli bir sıvının olduğu anlaşılmıştır.

Eski çağlardan beri varlığı bilinen piller hakkındaki en net ve uygulanabilir bilgilerin ortaya koyulması, XVIII. yüzyılın sonlarına doğru gerçekleşmiştir. Galvani (Galvani), 1791 yılında yaptığı deneylerin sonuçlarını yayınlamış ve Volta'ya (Volta) öncülük etmiştir. Volta, 1795'te iki farklı metal ve nemli bir sıvıyla elektrik akımı oluşturulabileceğini göstermiştir. Volta'nın bu buluşu, modern pil teknolojisinin temelini oluşturur ve Volta pili olarak adlandırılır.

1902 yılında Thomas Edison, demir-nikel pilini geliştirmiştir. Gilbert Newton Lewis (Gilbert Nüvttın Luvis), lityum iyon pili icat etmiştir. Bu teknoloji, ancak 1990'larda ticari olarak uygulanabilir hâle gelmiştir. Lityum iyon piller, günümüz pil teknolojisinin temelini oluşturmaktadır. Hızlı şarj edilebilen bu piller; çevre dostu ve uzun ömürlü olmaları sebebiyle bilgisayarlar, cep telefonları ve elektrikli araçlarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

**Pillerin ham maddelerinin gelecekte tükenme riskinin olduğu düşünüldüğünde hangi özelliklere sahip piller kullanılabilir?**

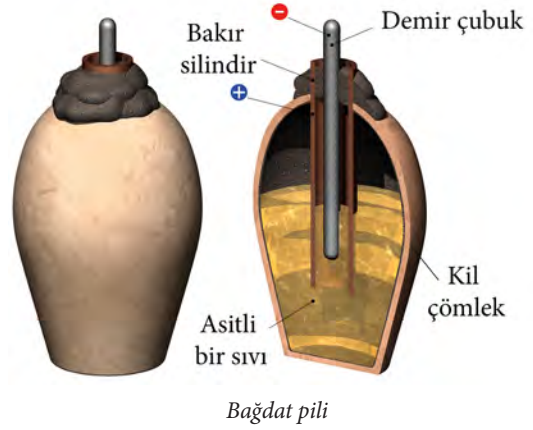
**Elektrikli otomobillerin çevreye zararlı etkileri neler olabilir?**

Evlerde kullanılan lambalar, bağlanma şekilleri sayesinde bağımsız olarak çalışabilmektedir. Örneğin bir lamba kapalıyken diğerleri açık kalabilir ancak dijital panolarda kullanılan şerit LED ışıklandırmasında ise bir lamba söndüğünde diğer lambalar da söner.

**Evlerde kullanılan lambalar ile şerit LED lambaların bağlanma şekillerindeki farklılıklar neler olabilir?**

Dijital panolarda kullanılan üreteçlerden birinin arızalanması durumunda diğer üreteçlerin çalışmaya devam etmesi ile panoların kesintisiz ve güvenli bir şekilde çalışması sağlanır. Bu sayede enerji sürekliliği sağlanarak panodaki aydınlatmaların ya da dijital ekranların kesintisiz bir şekilde çalışması mümkün olmaktadır.

**Reklam panolarındaki üreteçlerin bağlanma şeklinin avantajları nelerdir?**



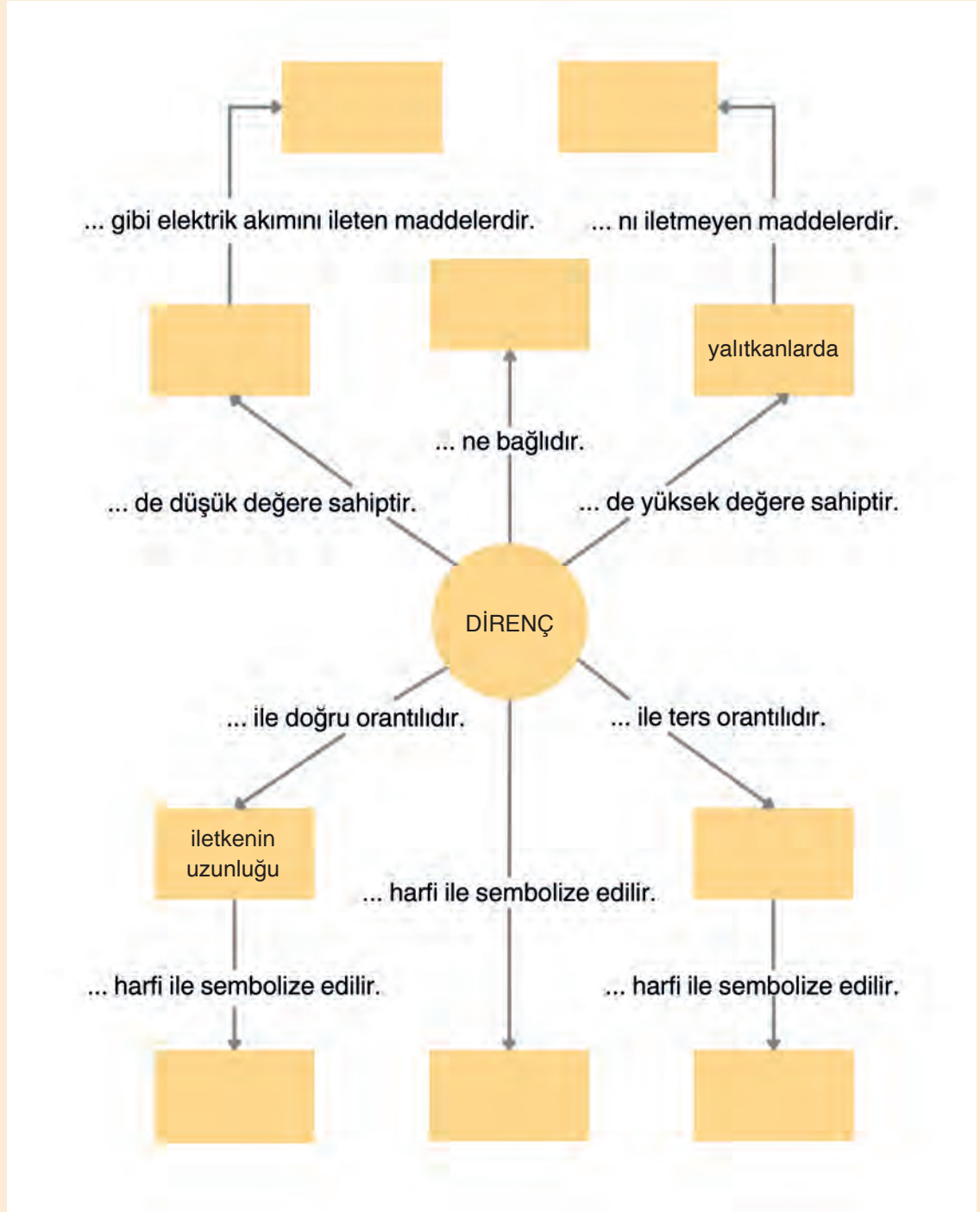
Şarj edilen elektrikli otomobil



Dijital pano

## Ön Değerlendirme

Aşağıda direnç ile ilgili bir kavram haritası verilmiştir. Kavram haritasındaki boşlukları anlamlı bir cümle oluşturacak şekilde doldurunuz.



## 3.1. BASİT ELEKTRİK DEVRELERİ

### Konuya Başlarken



Günlük hayatı kolaylaştıracak şekilde tasarlanan elektrik devreleri, bugün kullanılan pek çok teknolojinin temelini oluşturur. Örneğin basit elektrik devreleri ile bir el feneri çalıştırılabilir, karmaşık elektrik devreleriyle bir telefon şarj edilebilir veya bir televizyonun görüntü vermesi sağlanabilir. Karmaşık elektrik devreleri veya elektronik devrelerin anlaşılabilmesi için öncelikle basit elektrik devrelerinin yapısının iyi bilinmesi gerekir.

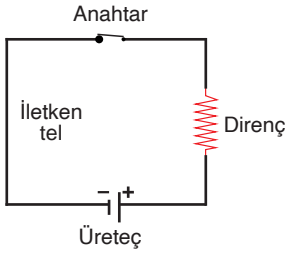
**Bir su ısıtıcısında basit elektrik devresi elemanlarından hangileri olabilir?**

**Elektrik devresi elemanlarından herhangi birinin eksik olmasının devreye etkileri neler olabilir?**

**Basit bir elektrik devresinde kullanılan lambanın ışık vermemesi durumunda öncelikle hangi devre elemanı kontrol edilmelidir?**



*Karmaşık elektrik devresine sahip cep telefonu*

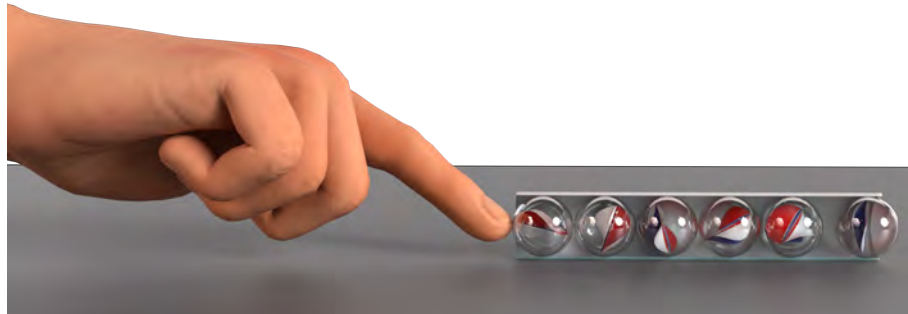


**▲** *Şekil 3.1: Basit elektrik devresi*

**B**asit bir elektrik devresi bir direnç, iletken tel, anahtar ve üreteçten oluşur (Şekil 3.1). Elektronlar, bu devrede üreteç tarafından sağlanan potansiyel fark sayesinde iletkenin içerisinde sürüklenerek hareket eder. Bununla birlikte elektronların sürüklenme hızı oldukça düşüktür. Örneğin 10 A elektrik akımı taşıyan bir bakır telde elektronların sürüklenme hızı milimetre/saniye (mm/s) seviyesindedir.

Elektronların hareketi oldukça yavaştır. Bununla birlikte bir devredeki anahtar kapatıldığı anda elektrik akımının iletken boyunca hızla yayılması, elektronların çarpışmalı iletimi devredeki elektromanyetik dalgaların yayılması ile olur. Elektronlar birbirine çarparak enerjiyi ilettiği için elektrik akımı bir noktada başlayarak tüm devre boyunca anında etkili olabilir.

Bu durum Görsel 3.1'de gösterilen bilye zincirine benzetilebilir. Borunun sol ucundaki bilyeye kuvvet uygulandığında bilyeler arasındaki temas sayesinde enerji anında diğer uca iletilir ve sağ uçtaki bilye hemen hareket eder. Elektronlar da benzer şekilde birbirleriyle etkileşerek enerjiyi devre boyunca hızla aktarır.

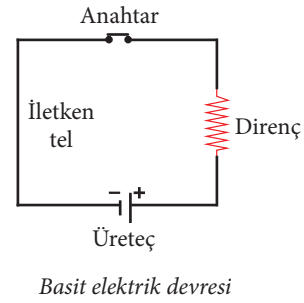
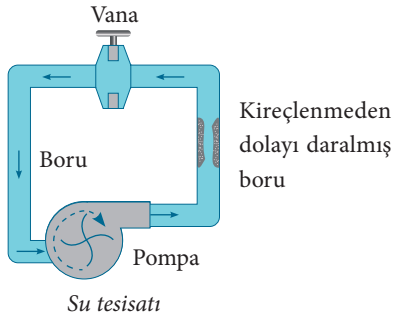


**▲** *Görsel 3.1: Boru içinde birbirine temas hâlinde bulunan bilyelerin hareketi*

## 3.1. Etkinlik

<b>Adı</b>	SU TESİSATI İLE BASİT ELEKTRİK DEVRESİNİ KEŞFET
<b>Amaç</b>	Basit elektrik devresine yönelik potansiyel fark, elektrik akımı ve direnç kavramlarının tanımına ilişkin analogik (benzeşimsel) akıl yürütebilme
<b>Süre</b>	35 dk.
<b>Yönerge</b>	Aşağıdaki işlem basamaklarını sırasıyla takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Yandaki karekodu kullanarak su borusu sistemi ve basit bir elektrik devresini karşılaştıran videoyu izleyiniz. Su tesisatı ve basit elektrik devresindeki görsellerden ve izlediğiniz videodan yararlanarak vananın açılması ve anahtarın kapatılması durumunda su tesisatı ve elektrik devresindeki gözlemlerinizi yazınız.



2. Kireçlenmeden dolayı su tesisatındaki boruda meydana gelen daralmanın suyun akışını nasıl etkileyeceğine yönelik açıklamalar yapınız.

3. Anahtar açık konumdan kapalı konuma getirildiğinde basit elektrik devresinde hangi durumun gerçekleşeceğini yazınız.

4. Su tesisatı ve elektrik devresi modellerindeki elemanları eşleştiriniz. Eşleşme sonucunda bu elemanların elektrik devresindeki rollerine ilişkin tahminlerinizi ve su tesisatı ile elektrik devresi elemanlarının benzer ve farklı yönlerini aşağıdaki tabloya yazınız.

Su Tesisatındaki Elemanlar	Elektrik Devresinde Eşleştirdiğiniz Eleman	Elektrik Devresindeki Tahminî Görevi	Benzer Yönleri	Farklı Yönleri
Pompa				
Boru				
Vana				
Kireçlenme sebebiyle daralmış boru				
Borudan akan su				

- 5. Doldurduğunuz tabloyu sıra sıra arkadaşlarınızın tablolarıyla karşılaştırarak varsa farklılıkların nedenleri üzerine tartışınız. Çıkarımlarınızı paylaşırken farklı görüşlere duyarlı olmaya ve nazik bir üslupla konuşmaya özen gösteriniz. Elde ettiğiniz çıkarımlarınızı sınıf arkadaşlarınız ile paylaşınız. Çıkarımlarınızı paylaşırken zamanı verimli ve adil kullanmaya özen gösteriniz.

6. Suyun akışı ile elektrik akımı arasındaki ilişkiye yönelik çıkarımınızı yazınız.

7. Pompanın uyguladığı basıncın değişmesi durumunda suyun akış hızında meydana gelen değişimi yorumlayınız. Değişimin basit elektrik devresindeki karşılığı ne olabilir? Açıklayınız.

8. Borunun kesit alanının, uzunluğunun ve yapıldığı maddenin cinsinin basit elektrik devresindeki hangi devre elemanı ile ilişkilendirilebileceğine yönelik çıkarım yapınız.

9. İzlediğiniz videodan yararlanarak basit elektrik devresindeki elektrik akımı, potansiyel fark ve direncin tanımı ile ilgili çıkarım yapınız. Yaptığınız çıkarımları aşağıdaki boşluklara yazınız.

**Elektrik Akımı:** .....

.....

.....

**Potansiyel Fark:** .....

.....

.....

**Direnç:** .....

.....

.....

### Değerlendirme

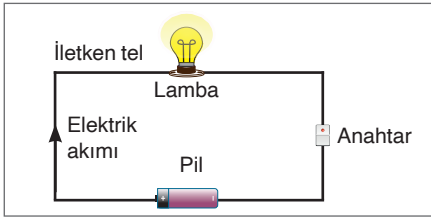
1. Üreteç, direnç, iletken tel ve anahtardan oluşan basit bir elektrik devresinde üreticinin potansiyel farkının artmasının elektrik akımına ve dirence etkisini açıklayınız.



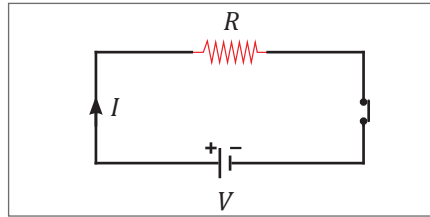
- 2. Günlük hayattan basit elektrik devresini karşılayan farklı bir analogi belirleyerek bu tespitinizi yorumlayınız.

Su tesisatı ve basit elektrik devresi, farklı maddeleri ve enerji türlerini kullanmasına rağmen temelde aynı prensiplere göre çalışır. Her ikisi de bir enerji kaynağı, bir akış yolu ve bir kontrol mekanizması içerir. Bu benzerlik, basit elektrik devrelerini anlamak için bir model sunar. Su tesisatlarındaki suyun borularda hareket etmesini sağlayan pompa, basit elektrik devrelerinde üretece (pil ve jeneratör) karşılık gelen enerji kaynağıdır. Bununla birlikte elektronların devredeki hareketi, suyun su borusundaki hareketinden farklı bir davranış sergiler. Su pompa yardımıyla borunun bir ucundan diğer ucuna ilerleyerek akışı gerçekleştirirken elektronlar iletken tel içinde bu şekilde hareket etmez. Devreye uygulanan potansiyel fark, elektronların iletken tel içinde titreşmesine ve küçük mesafelerde yol almasına neden olur. Bu titreşimler sırasında elektronlar birbirlerine enerji aktarır yavaşça sürüklenerek elektrik akımını oluşturur. Su tesisatındaki akışı kontrol eden elemanlardan biri olan vana, elektrik devresindeki anahtar ile aynı işleve sahiptir.

Şekil 3.2’de bir üreteç, bir lamba, bir anahtar ve iletken telden oluşan basit elektrik devresi ve Şekil 3.3’te basit bir elektrik devresinin şematik gösterimi verilmiştir.



▲ **Şekil 3.2:** Basit elektrik devresi



▲ **Şekil 3.3:** Basit elektrik devresinin şeması

**Üreteç**, bir elektrik devresinde elektrik akımının oluşabilmesi için gerekli enerjiyi sağlayan elemandır ve elektrik devresinde üreticinin şematik gösterimi  $\text{—}| \text{—}$  şeklindedir. Üreteçler, potansiyel fark oluşturarak devredeki elektronların hareket etmesini sağlar. Birim yükün devreyi dolaşabilmesi için gereken enerjiye **potansiyel fark** denir. Potansiyel fark  $V$  ile gösterilir ve SI’da birimi volt (V). Elektronlar, potansiyel farkın yüksek olduğu noktadan düşük olduğu noktaya doğru sürüklenir. Farklı elektrik devrelerinde üreteç olarak pil, akü, jeneratör, güneş paneli, yakıt hücresi gibi enerji kaynakları kullanılabilir.

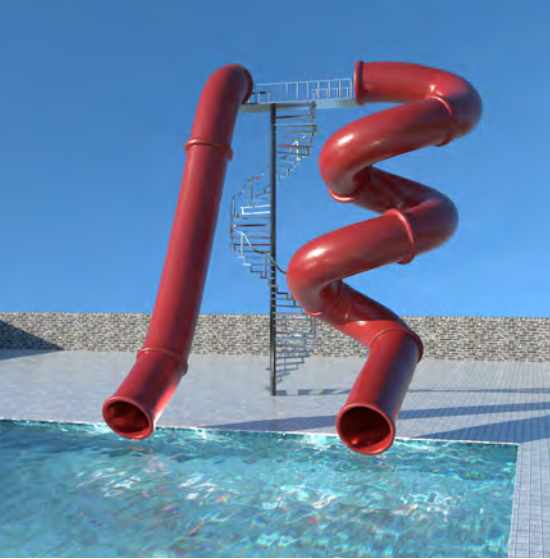
Kullanım ömrünü tamamlamış veya fiziksel olarak hasar görmüş üreteçler, zararlı kimyasallar nedeniyle toprak, su ve hava kaynaklarını kirleterek doğaya zarar verebilir. Örneğin küçük bir kalem pil, içindeki ağır metaller dolayısıyla yaklaşık 4 m<sup>2</sup>’lik bir toprağı kirleterek bu alanda bitki yetişmesini engelleyebilir ve yer altı sularına zarar verebilir. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı atık pil toplama noktaları oluşturarak bu ürünlerin güvenli bir şekilde toplanmasını sağlamaktadır.

**Direnç**, bir iletkenin içinden geçen elektrik akımına karşı gösterdiği zorluk olarak tanımlanır ve elektrik devresinde direncin şematik gösterimi  $\text{---}\text{---}\text{---}$  şeklindedir. Direncin büyüklüğü, basit elektrik devrelerinde kullanılan iletken telin uzunluğuna, kesit alanına ve cinsine bağlı olarak değişir.  $R$  ile gösterilen direncin SI'da birimi ohmdur ( $\Omega$ ). Dirençlerin kullanım alanları birbirinden farklıdır. Örneğin dirençler; lambada aydınlatma, ütüde ısıtma görevini üstlenir. Dirençler, karmaşık elektrik devrelerinde hassas devre elemanlarının üzerinden yüksek akım geçmesini engellemek ve akımı bölmek için kullanılır.

**İletken tel**, elektrik devresinde devre elemanlarını birbirine bağlayan ve elektrik enerjisinin iletimini sağlayan kablodur.

**Anahtar**, devreyi açıp kapatmaya yarayan devre elemanıdır ve elektrik devresindeki anahtarın şematik gösterimi  $\text{---}\text{---}\text{---}$  şeklindedir. Devrenin anahtarı açık ise devreden elektrik akımı geçmez ve devre çalışmaz. Devrenin çalışabilmesi için anahtarın kapalı olması gerekir.

### Örnek



İki arkadaşı, yükseklikleri eşit ve biri kıvrımlı diğeri düz olan iki su kaydıracağından aynı anda kaymaya başlar. Düz olan kaydırağın kayan kişinin havuza daha kısa sürede ulaştığı gözlemlenmiştir.

**Buna göre su kaydıracağı, basit elektrik devresi ile ilişkilendirildiğinde**

- Kaydırağlardan kayan kişiler elektrik devresinde fizik bilimine ait hangi kavrama karşılık gelir?
- Kıvrımlı olan kaydırağın kayan kişinin havuza daha geç ulaşmasını sağlayan unsur elektrik devresindeki hangi devre elemanına karşılık gelir?
- Kaydırağların yüksekliği, kayan kişilerin hızlarını etkilediğine göre yükseklik elektrik devresinde hangi devre elemanına karşılık gelir?

### Çözüm

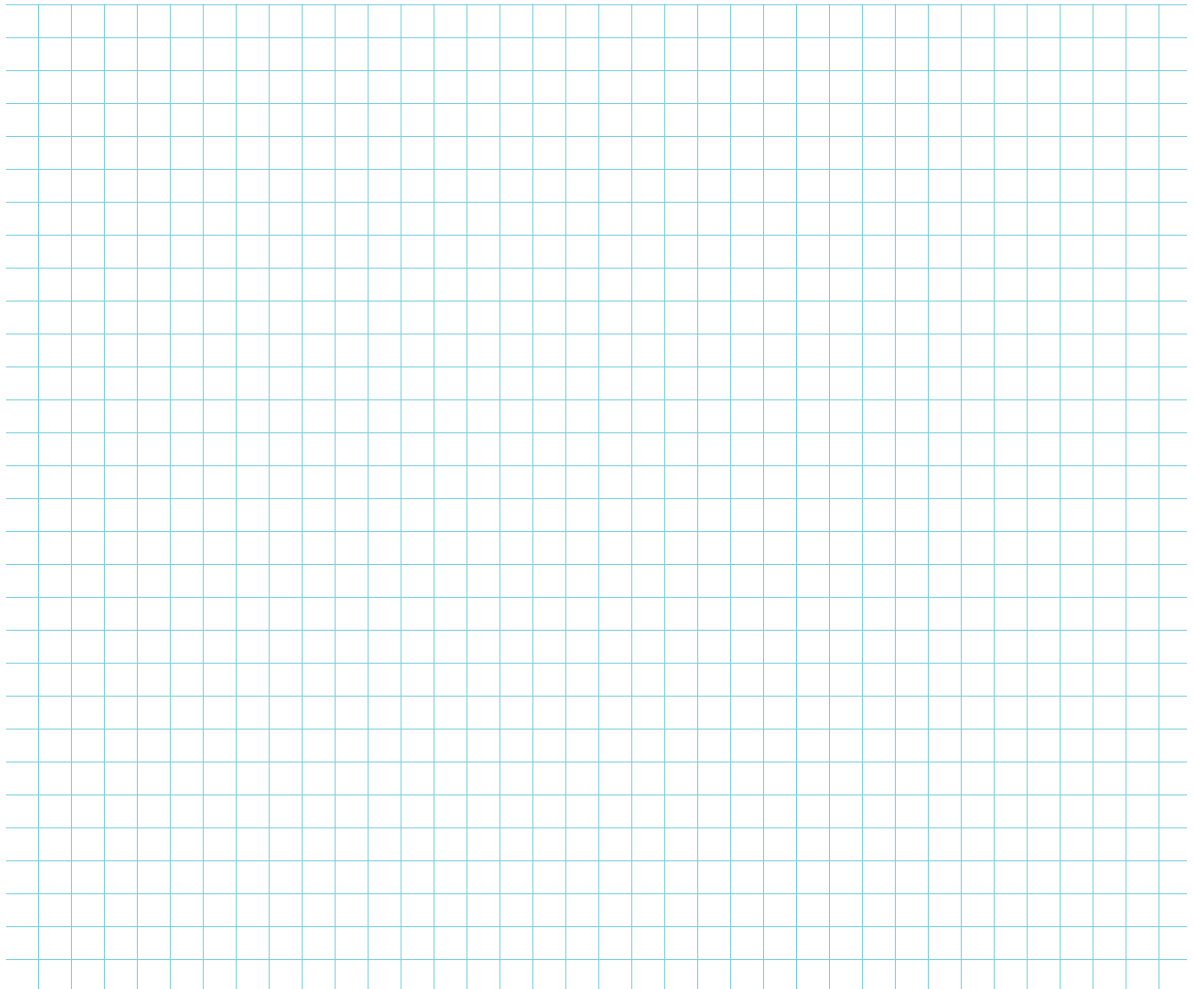
- Su kaydırağları, elektrik devresindeki elektrik akımını ileten teller ile benzerlik gösterir. Bu sebeple kaydırağın kayan kişiler, devreden geçen elektrik akımına karşılık gelir.
- Kaydıracağın şekli, basit elektrik devresindeki elemanlardan dirence karşılık gelir. Kıvrımlı kaydırağın kaymak zorlaştığı için bu kaydırağın kayan kişi, havuza daha geç ulaşır.
- Elektrik akımı yüksek potansiyelden düşük potansiyele doğru olduğundan kaydıracağın yüksekliği, devredeki potansiyel farka karşılık gelir.

## 3.1. Soru

Elektrik devreleri, üzerinden geçen akımın hareketi bakımından bir otoyola benzetilebilir. Elektrik akımı, araçlar gibi bir yol üzerinde hareket eder. Yolculuk sırasında araçlara yakıt konarak araçların enerji ihtiyaçları karşılanır. Araçlar kırmızı ışık yandığında durur ve yeşil ışık yandığında harekete geçer. Araçların hızı trafik yoğunluğuna ve yolun yapısına göre değişebilir. Araçların otoyoldaki yolculuğu, elektrikle çalışan tüm cihazların işleyişinin temelini oluşturan bir analogiye sahiptir.

**Buna göre**

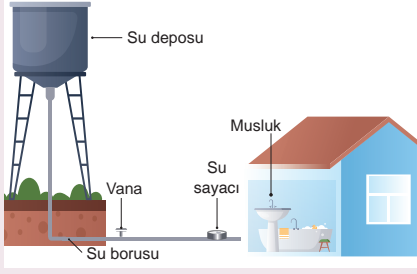
- a) Otoyollarda araçların hareket etmesi için gerekli öge yakıt ise elektrik devrelerinde elektrik akımını sağlamak için ihtiyaç duyulan enerji kaynağı nedir?
- b) Otoyollarda araçların hareket ettiği yol, elektrik devrelerindeki hangi eleman ile ilişkilendirilebilir?
- c) Otoyolun genişliği ve düzlüğü trafiği olumlu yönde etkilemektedir. Bu durumda bir iletkenin uzunluğunun, kalınlığının ve cinsinin elektrik akımına etkisi nedir?
- ç) Otoyollardaki bariyerli girişler, elektrik devrelerindeki hangi eleman ile ilişkilendirilebilir?

**Cevap**

## Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız.

1.



Şekildeki gibi yüksek noktalara yerleştirilen su depoları sayesinde suyun potansiyel enerji kazanması sağlanır. Depoya bağlı vana açıldığında su, borular yardımıyla eve ulaşır. Vana, eve gelen suyu açıp kapatmaya; su sayacı, kullanılan suyun miktarını ölçmeye yarar. Evlerdeki musluklar, suyun istenen zamanda kullanılmasını sağlar.

Su tesisatları ve elektrik devreleri, işleyişleri bakımından benzerlik gösterdiğine göre

a) Su deposu, basit bir elektrik devresindeki hangi eleman ile ilişkilendirilebilir? Açıklayınız.

b) Su deposunun yüksek bir noktaya yerleştirilmesinin sebebi nedir? Bu durum, elektrik devresinin hangi özelliği ile ilişkilendirilebilir?

c) Şekildeki su tesisatı için verilen elemanlardan hangisi elektrik devresindeki anahtar ile ilişkilendirilebilir?

ç) Su sayacı, elektrik devresindeki hangi eleman ile ilişkilendirilebilir?





## 2. Aşağıdaki metne göre soruları cevaplayınız.

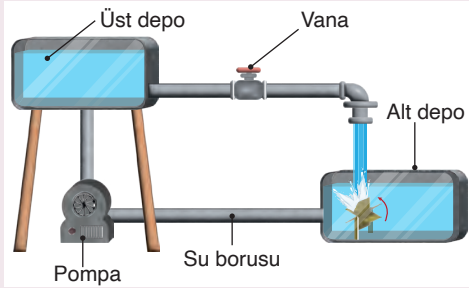
“(I) Yük trenini hareket ettirmek için kömür, dizel veya elektrik gibi bir enerji kaynağına ihtiyaç duyulur. Bu enerji, lokomotifteki motora güç sağlar. (II) Tren raylar üzerinde hareket ettirilerek yük taşınır. (III) Tırmanış, viraj, frenleme gibi çeşitli engeller; yol boyunca trenin hareketine etki eder. Bu engeller, trenin hızını ve enerji tüketimini değiştirir. (IV) Trenin yönü, hızı ve hareketi makinist tarafından kontrol edilir.”

**Buna göre**

### a) Numaralandırılmış cümlelerdeki ifadeleri basit elektrik devresinin elemanlarıyla eşleştiriniz.

### b) Tespit ettiğiniz basit elektrik devresi elemanlarından oluşan bir devre şeması çizin.

## 3.



Şekilde seviyeleri birbirinden farklı iki su deposu, bir pompa, bir vana ve borulardan oluşan bir görsel verilmiştir.

Alt depodaki su, pompa yardımıyla üst depoya taşınmakta, tekrar alt depoya inmekte ve deponun içindeki çarkı döndürmektedir. Su akışı, vana yardımıyla kontrol edilebilmektedir. Su tesisatının parçaları, görevleri yönüyle basit bir elektrik devresinin elemanları ile benzerlik göstermektedir.

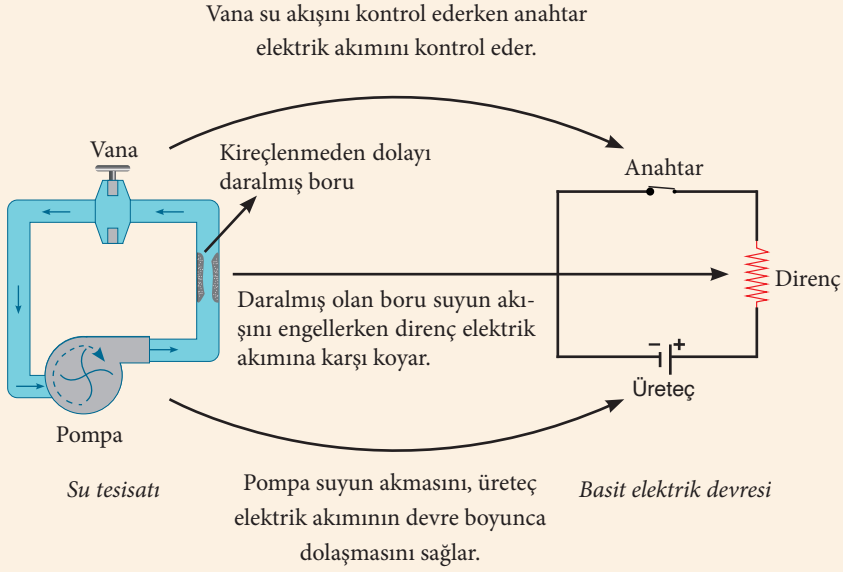
**Buna göre aşağıdaki tabloda verilen su tesisatı parçaları ile elektrik devresi elemanlarını eşleştiriniz.**

1. (.....) Pompa	a) İletken tel
2. (.....) Su boruları	b) Üreteç
3. (.....) Vana	c) Direnç
4. (.....) Borudan akan su	ç) Elektrik akımı
5. (.....) Boruların özellikleri	d) Lamba
	e) Öz direnç
	f) Anahtar

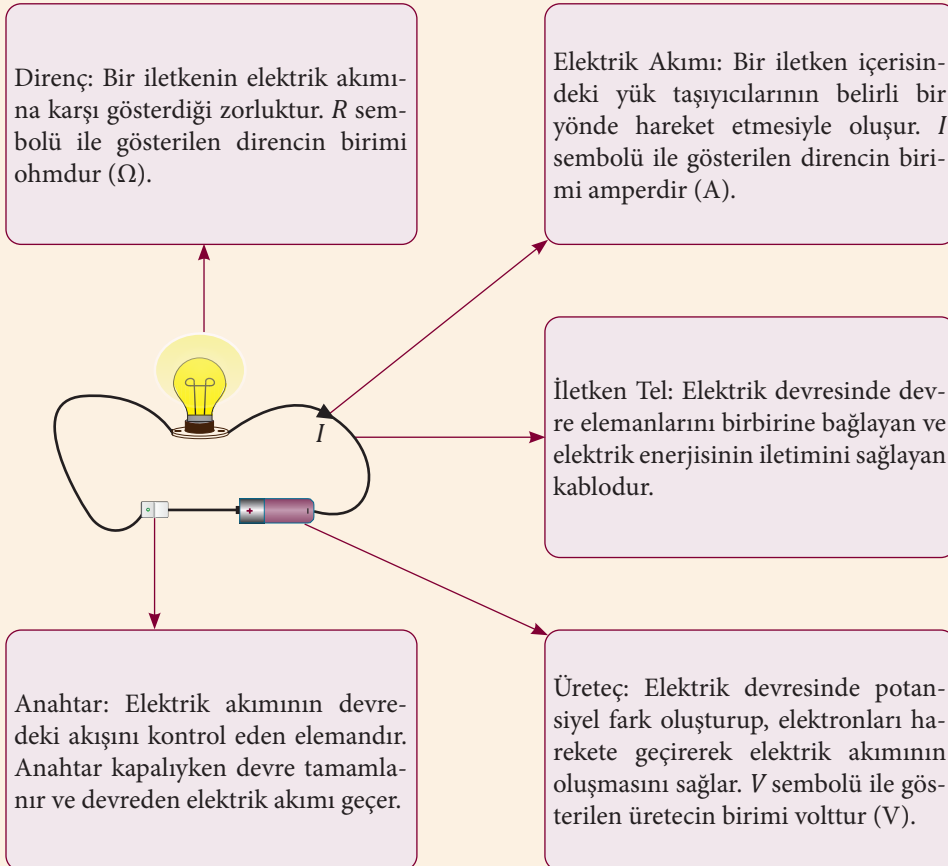
## Kontrol Noktası



Su tesisatı ile basit elektrik devresi arasındaki analogi aşağıda verildiği gibidir:



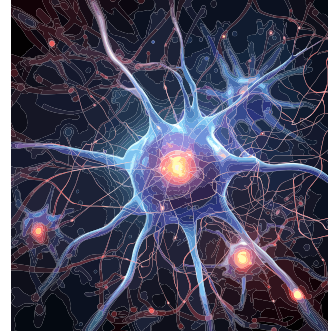
Elektrik devresi; elektrik enerjisinin üretildiği, iletildiği ve tüketildiği bir sistemdir. Bu sistem; bir enerji kaynağı olan üreteç, bir kontrol elemanı olan anahtar, bir direnc, elektrik akımı ve bir iletken telden oluşmaktadır.



## 3.2. ELEKTRİK AKIMI

### Konuya Başlarken

Sinir sistemi, karmaşık bir elektriksel iletişim ağıdır. Beyinden parmak uçlarına kadar uzanan sinir hücreleri, elektriksel sinyaller aracılığıyla birbiriyle iletişim kurar. Sinir sistemindeki elektriksel sinyaller ile elektrik devresindeki elektrik akımı yüklü parçacıkların hareketi ile ilişkilidir. Yüklerin hareketi, elektrik devresinde elektrik akımını, sinir sisteminde ise elektriksel sinyalleri oluşturur. Elektrik devreleri enerji taşır, sinir sistemi bilgi taşır. Bu sayede sinir sistemi, vücut fonksiyonlarını düzenler.



Sinir hücresi

**Sinir hücrelerindeki elektrik akımının kesintiye uğraması sonucunda vücutta ne tür etkiler gözlemlenebilir?**

**Kişinin eline bir diken batmasıyla bundan duyulan acının aynı anda hissedilmesini sağlayan etken ne olabilir?**

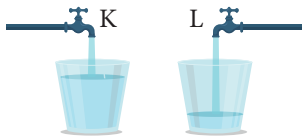
**Taşınan yükün fazlalığı, insan vücudunu ne şekilde etkileyebilir?**

### 3.2. Etkinlik

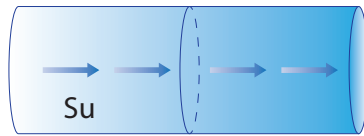


Adı	ELEKTRİK AKIMI
Amaç	Elektrik akımının bağlı olduğu değişkenler arasındaki ilişkiyi belirleyebilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda hazırlayacağınız kavram haritası öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

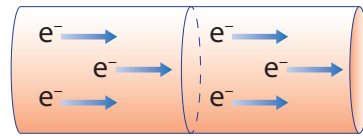
1. Öğretmeninizin rehberliğinde gruplar oluşturunuz.

2.  Su borusundan birim zamanda geçen su miktarına **debi** denir. Yandaki görselde aynı anda açılıp kapatılıncaya kadar geçen zaman içinde K ve L musluklarından boş ve özdeş kaplara akan su miktarı gösterilmiştir. Buna göre K ve L musluklarından akan suyun debilerini karşılaştırınız.

3. Şekil 1'deki borudan akan suyun ve Şekil 2'deki iletken telden sürüklenen yüklerin hareketini inceleyerek verilen soruları cevaplayınız.



Şekil 1: Su borusundan akan su



Şekil 2: İletken telden geçen yükler

a) Suyun boru kesitinden sabit debide akışı elektrik devresindeki hangi kavrama karşılık gelir?

b) Su miktarının birim zamanda borunun kesitinden az ya da çok geçmesi, elektrik akımı ile nasıl ilişkilendirilebilir?

- c) Kaplarda biriken su miktarları elektrik devresinde hangi kavrama karşılık gelir?

- ç) Elektrik akımının bağlı olduğu değişkenleri ve değişkenler arasındaki ilişkiyi diğer gruplar ile tartışarak belirleyiniz.

### Değerlendirme

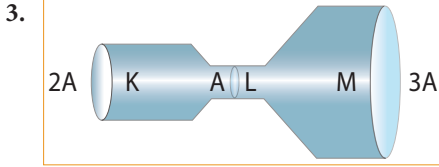
1. Basit elektrik devresindeki elektrik akımı, yük ve zaman kavramları su analogisinde hangi unsurlara karşılık gelmektedir?

**Elektrik Akımı:**

**Yük:**

**Zaman:**

2. Su analogisiyle elektrik akımı, yük ve zaman arasındaki ilişkiyi kendi cümleleriniz ile kısaca açıklayınız.



İletken bir telin kesitleri şekildeki gibi sırasıyla K, L, M ve kesit alanları ise  $2A$ ,  $A$ ,  $3A$  olarak verilmiştir.

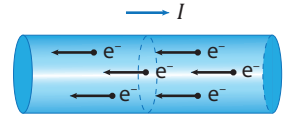
Buna göre tel boyunca kesitlerden geçen toplam yük miktarlarını su analogisi ile karşılaştırarak yazınız.

4. Bir iletkendeki elektrik akımı ile ilgili değişkenlere ve bu değişkenler arasındaki ilişkilere yönelik kavram haritasını aşağıdaki alanda hazırlayınız.

“Dereceli Puanlama Anahtarı”na ulaşmak için yandaki karekodu kullanınız.



Elektrik akımı, yüklü parçacıkların hareketi sonucunda oluşur. Elektrik yüklerinin kaynağı, atomun yapısında bulunan elektron ve protonlardır. Bir elektronun yükü  $q_e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C'dur [coulomb (kulom)]. Protonun yük miktarı, elektronun yük miktarına eşittir.



▲ **Şekil 3.4:** Bir iletkendeki elektronların ve elektrik akımının yönü

Bir iletkenin dik kesitinden yüklerin cinsine bakılmaksızın birim zamanda geçen toplam yük miktarına **elektrik akımı** denir.  $I$  sembolü ile gösterilen akımın SI'da birimi amperdir (A). Şekil 3.4'te bir iletkende elektronların ve elektrik akımının yönü gösterilmektedir. Elektrik akımının yönü elektronların hareket yönüne zıt yöndedir.

Bir iletkende birim zamanda geçen yük miktarı ile elektrik akımı doğru orantılıdır. Bir iletkenin dik kesitinden geçen toplam yük miktarı  $q$ , yükün kesitten geçme süresi  $t$  ve elektrik akımı  $I$  olarak alındığında elektrik akımının büyüklüğü

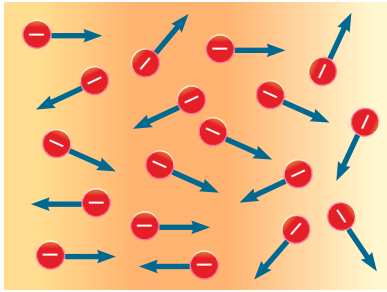
$$I = \frac{q}{t} \text{ matematiksel modeliyle bulunur.}$$

Katı iletkenlerde elektrik akımı, serbest elektronların hareketiyle gerçekleşir. Metallerin atomlarının dış yörüngelerinde bulunan serbest elektronlar, iletken içinde serbestçe hareket eder. Bu serbest elektronlar, uygulanan potansiyel fark ile yavaşça pozitif kutba doğru sürüklenir. Elektrik akımının oluşumu, bu sürüklenme hareketi sonucunda meydana gelir. Metallerin kristal yapıları içinde serbest elektronların sayıca fazla olmasından dolayı metaller yüksek elektriksel iletkenlik özelliği gösterir.

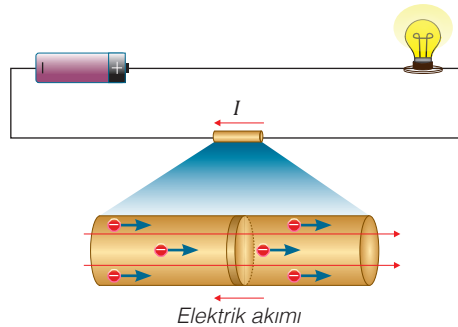


Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Şekil 3.5.a'da serbest elektronların düzensiz hareketleri gösterilmektedir. Şekil 3.5.b'de gösterildiği gibi iletkene gerilim kaynağı bağlandığında serbest elektronlar belirli bir yönde ve kapalı devre boyunca hareket eder.



a) İletkendeki serbest elektronlar

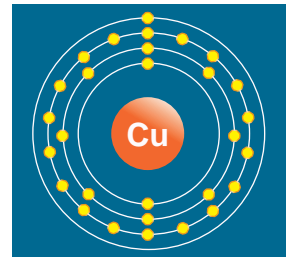


b) Potansiyel fark altında hareket eden elektronlar

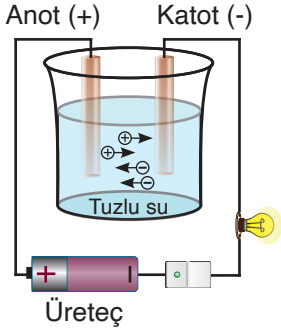
▲ **Şekil 3.5:** Bir iletkendeki serbest ve potansiyel fark altındaki elektronların hareketi

Elektrik devresindeki elektrik akımı, üreticinin pozitif (+) kutbundan negatif (-) kutbuna doğrudur. Bu sırada elektronlar, negatif kutuptan pozitif kutba doğru hareket eder.

Atomlar katı bir cisim oluşturmak için bir araya geldiğinde atomların dış yörüngelerinde bulunan elektronlar, o katı cismin iletkenliğini belirler. Metaller, oda sıcaklığında elektrik akımını iyi ileten katı maddelerdir. Şekil 3.6'da örneği verilen bakır atomunun son yörüngesinde bulunan serbest elektron, bakıra iletkenlik özelliği kazandırır. Yalıtkan maddeler, iletkenlerin aksine serbest elektrona sahip olmadığından elektriği iletmez.



▲ **Şekil 3.6:** Bakır atomunun yapısı

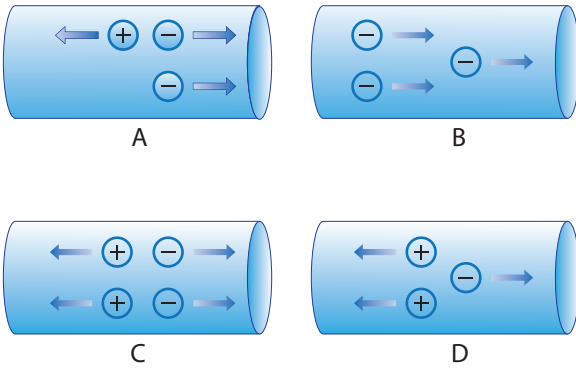


Şekil 3.7: Tuzlu suyun iyonlarına ayrılması

Sıvılarda elektrik akımı, sıvı içindeki iyonlar aracılığıyla gerçekleşir. Şekil 3.7’de tuz ile sudan oluşan bir çözelti gösterilmektedir. Bu çözelti anot ve katot elektrotlar aracılığı ile üretece bağlandığında tuz, pozitif yüklü sodyum ( $\text{Na}^+$ ) iyonları ile negatif elektrik yüklü klor ( $\text{Cl}^-$ ) iyonlarına ayrılır. Pozitif yüklü iyonların (katyonlar) negatif kutba (katot), negatif yüklü iyonların (anyonlar) pozitif kutba (anot) doğru hareket etmesiyle elektrik akımı oluşur.

Normal koşullarda gazlar, elektriği iletmez ancak düşük basınç ve yüksek sıcaklık altında iletken hâle gelebilir. Bunun temel nedeni, gaz atomlarının veya moleküllerinin birbirinden uzakta olması ve serbest elektronlarının bulunmamasıdır. Bununla birlikte düşük basınç ve yüksek sıcaklık altında gaz atomlarındaki elektronlar koparak serbest hâle geçebilir. Bu serbest elektronlar veya iyonlar, gazın elektrik akımını iletmesini sağlar. Bu durum, neon ve floresan lambalar gibi aydınlatma araçları ile plazma televizyonlarında gözlemlenir.

### Örnek



Bir laboratuvar ortamında çözelti içerisindeki elektrik akımının nasıl oluştuğunu belirlemek amacıyla tasarlanan deneyde içlerinde farklı iletken çözeltiler bulunan A, B, C ve D tüpleri kullanılmaktadır. Bu tüplerden aynı zamanda geçen pozitif ve negatif yüklü iyonlar yandaki şekilde gösterilmektedir.

**Buna göre tüplerde oluşan  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$  ve  $I_D$  elektrik akımlarını hesaplayarak karşılaştırınız.**

### Çözüm

Elektrik akımı, yük ve zaman arasındaki ilişkiyi veren  $I = \frac{q}{t}$  matematiksel modeli kullanılarak A, B, C ve D tüplerindeki tüm yükler işaretlerine bakılmaksızın toplanır.

Bu durumda

A tüpünde 1 pozitif ve 2 negatif iyon hareket ettiğinden toplam iyon 3 birim,

B tüpünde 3 negatif iyon hareket ettiğinden toplam iyon 3 birim,

C tüpünde 2 pozitif ve 2 negatif iyon hareket ettiğinden toplam iyon 4 birim,

D tüpünde 2 pozitif ve 1 negatif iyon hareket ettiğinden toplam iyon 3 birim olur.

Elektrik akımı birim zamanda iletkenin kesitinden geçen elektrik yükü miktarıyla doğru orantılı olduğundan tüplerden geçen elektrik akımları arasındaki ilişki,

$$I_C > I_A = I_B = I_D \text{ şeklindedir.}$$





## 3.3. OHM YASASI

### Konuya Başlarken



Mühendisler ve elektrik teknisyenleri tarafından devre tasarımı yapılırken elektrik akımı, potansiyel fark ve direnç arasındaki ilişki kullanılır. Bu ilişki, cihazların doğru şekilde çalışması için gerekli olan bileşenlerin (direnç, üreteç vb.) nasıl kullanılacağına belirlenmesini sağlar. Cihazlar, doğru potansiyel fark ve direnç değerlerinde çalıştırılmadığında aşırı ısınarak zarar görebilir hatta yangın çıkmasına neden olabilir. Bunun gibi tehlikeleri önleyebilmek adına elektrik akımı, potansiyel fark ve direnç arasındaki ilişkinin bilinmesi gerekir. Bu ilişkinin bilinmesi, cihazların verimli çalıştırılabilmesini de sağlar.

**Cihazların güvenli şekilde çalışmasında yararlanılan ölçüm aletlerinin faydaları neler olabilir?**

### 3.3. Etkinlik



Adı	BASİT ELEKTRİK DEVRESİNİN BİLEŞENLERİ
Amaç	Basit elektrik devresinde potansiyel fark, elektrik akımı ve direnç arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Devre tahtası [breadboard (bredbord)], direnç, voltmetre, ampermetre, güç kaynağı, bağlantı kabloları
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Hazırlayacağınız poster, etkinliğin sonunda öğretmenin tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

1. Aşağıda verilen metni okuyarak soruları cevaplayınız.

Elektrik devreleri analiz edilirken direncin uçları arasındaki potansiyel fark ve direnç bilindiğinde direncin içinden geçen elektrik akımı hesaplanabilir. Aynı şekilde bir devre elemanının direnci ve direncin içinden geçen elektrik akımı bilindiğinde devrenin uçları arasındaki potansiyel fark hesaplanabilir.

Çamaşır makinesinin düzgün çalışmadığını ve kablosunun ısındığını fark eden teknisyen, ölçüm aletlerini kullanarak sistemi kontrol etmek ister.

a) Makinenin direnç değerinin sabit kalması durumunda kablonun ısınmasını elektrik akımı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

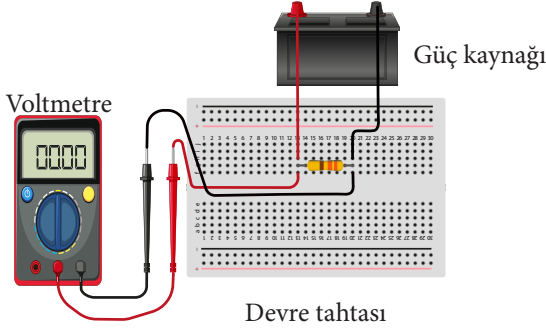
b) Şebekeden gelen potansiyel fark değerinin düşük olması durumunda elektrik akımındaki değişimin makinenin çalışmasına etkisi ne olur?

c) Potansiyel farkın sabit kalması durumunda (şebeke gerilimi) devrede kullanılan direncin değeri artırılırsa elektrik akımında nasıl bir değişim olur?

2. Potansiyel fark, elektrik akımı ve direnç arasındaki ilişkiye yönelik görüşlerinizi belirterek hipotez kurunuz.

- 3. Öğretmeninizin rehberliğinde benzer hipotez kurduğunuz arkadaşlarınızla grup oluşturunuz.
4. Grubunuz ile seçtiğiniz bir direnç için basit elektrik devresi tasarlayınız. Deneyden önce sağlığınıza olumsuz etkileyebilecek elektrik çarpması gibi risk faktörlerine karşı gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.
5. Bir devre elemanının uçları arasındaki potansiyel farkı ve devrenin üzerinden geçen elektrik akımını ölçme yöntemleri ile ilgili aşağıda bir bilgi metni verilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda ölçümleri yapınız.

**Potansiyel Fark Ölçümü:** Devre tahtası üzerine şekildeki gibi bir direnç yerleştirilir. Direncin uçları arasına bir güç kaynağı bağlanarak direncin uçları arasına bir potansiyel fark uygulanır. Voltmetrenin artı ve eksi uçları, direncin uçlarının takıldığı noktalara gelecek şekilde devre tahtasına yerleştirilir (Voltmetrenin uçlarının direncin hangi ucuna takıldığı önemsizdir.). Direncin uçları arasındaki potansiyel farkın ölçümü yapılarak kaydedilir.

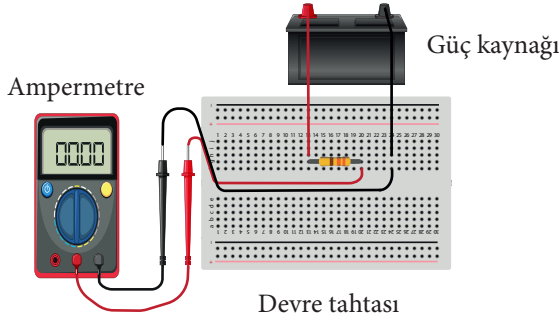


Direnç değeri:

Kaynağın potansiyel fark değeri:

Voltmetrede okunan değer:

**Akım Ölçümü:** Şekildeki gibi gerilim kaynağının direnç ile olan bağlantısı devre tahtasından ayrılarak devre tahtasının üzerindeki başka bir noktaya yerleştirilir. Ampermetrenin artı ucu direncin boşta kalan ayağının olduğu yere, eksi ucu gerilim kaynağının eksi ucunun devre tahtası üzerinde takıldığı yere yerleştirilir. Kaynaktan devreye bir önceki deneyde uygulanan potansiyel fark değeri verilerek direncin üzerinden geçen akım ölçülür ve kaydedilir.



Direnç değeri:

Kaynağın potansiyel fark değeri:

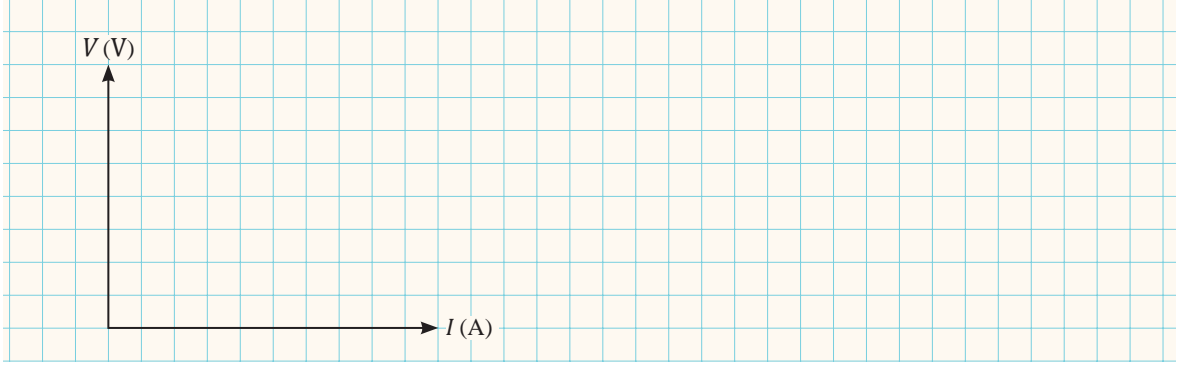
Voltmetrede okunan değer:

6. Dirence 1-12 V aralığında üç farklı potansiyel fark değeri uygulayınız. Her bir potansiyel fark değeri için direncin uçları arasındaki potansiyel farkı ve direnç üzerinden geçen akımı ölçüm aletleri ile okuyarak tabloya yazınız.

Direnç değeri:.....  $\Omega$

Güç Kaynağının Potansiyel Fark Değeri (V)	Voltmetrede Okunan Potansiyel Fark (V)	Ampermetrede Okunan Elektrik Akımı (mA)

- 7. Tablodaki potansiyel fark ( $V$ ) ve elektrik akımı ( $I$ ) değerlerini kullanarak  $V$ - $I$  grafiğini çiziniz ve analiz ediniz.



8. Grafiğin eğimini hesaplayınız ve bulduğunuz değeri kullandığınız direnç değeri ile karşılaştırınız.

9. Direnç sabit olduğuna göre uygulanan potansiyel fark ile elektrik akımı arasındaki ilişkiyi analiz ederek yazınız.

10. Yapılan analizden yararlanarak elektrik akımı, direnç ve potansiyel fark arasında matematiksel model oluşturunuz. Kavramlar arasındaki ilişkiyi gösteren bir genelleme cümlesi yazınız.

11. Basit elektrik devresinde bulunan reosta aracılığıyla direnç değeri iki katına çıkarıldığında ve başka bir basit elektrik devresindeki direncin kesit alanı iki katına çıkarıldığında elektrik akımında meydana gelecek değişimleri yorumlayınız.

### Değerlendirme

1. Trafik yoğunluğunu azaltmak için yapılabilecek çalışmaları potansiyel fark, direnç ve elektrik akımı kavramları ile ilişkilendirerek açıklayınız.

2. Elektrik akımı, direnç ve potansiyel fark arasındaki ilişkilerin gözlemlenebileceği bir deney tasarlayınız ve bu tasarımınızı A4 kâğıdına çizerek poster şeklinde sınıf arkadaşlarınıza sununuz.



Yandaki karekodu kullanarak “Dereceli Puanlama Anahtarı”na ulaşabilirsiniz.

**George Simon Ohm**

16 Mart 1789'da Almanya'nın Erlangen (Erlangen) şehrinde doğmuş ve 6 Temmuz 1854'te Münih'te (Münih) vefat etmiş bir fizikçi ve matematikçidir. George Simon; elektrik devrelerindeki potansiyel fark, akım ve direnç arasındaki ilişkinin tanımlandığı Ohm Yasası ile tanınır. Ohm Yasası, elektrik ve elektronik alanlarında temel bir ilkedir. Ohm birimi, onun adına ithafen verilmiştir.

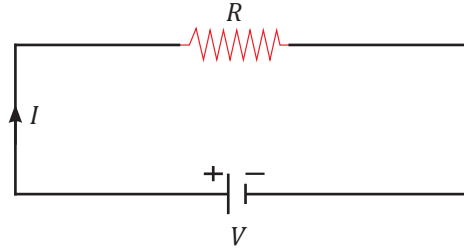


Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

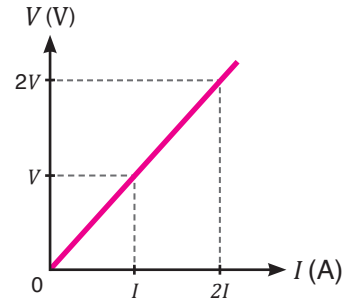
Basit bir elektrik devresinde serbest elektronların hareketi, devreye uygulanan potansiyel fark ile ilişkilidir. Alman fizikçi George Simon Ohm (Corç Zaymın Ohm) bu ilişkiyi şu şekilde açıklamıştır: "Sabit sıcaklıkta bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkın bu iletkeni geçen elektrik akımına oranı sabittir ve bu sabit değer, iletkenin direncine eşittir." Bu ilişki **Ohm Yasası** olarak adlandırılır.

Şekil 3.8'de basit bir elektrik devresinin şematik gösterimi verilmiştir. Ohm Yasası'na göre devredeki direncin uçları arasındaki potansiyel fark arttıkça devreden geçen akımın şiddeti de potansiyel farkla doğru orantılı olarak artar. Buna göre  $V$ - $I$  grafiği Grafik 3.1'deki gibi olur.  $V$ - $I$  grafiğinin eğimini veren

$\frac{\text{Potansiyel fark}}{\text{Elektrik akımı}}$  oranı sabittir ve bu sabit değer, iletkenin direncine eşittir.



▲ **Şekil 3.8:** Basit elektrik devresinin şematik gösterimi



▲ **Grafik 3.1:**  $V$ - $I$  grafiği


Ohm Yasası'na göre bir iletkenin direncinin ( $R$ ), iletkenin uçları arasındaki potansiyel fark ( $V$ ) ve iletkeni geçen elektrik akımı ( $I$ ) ile ilişkisi,

$\text{Direnç} = \frac{\text{Potansiyel fark}}{\text{Elektrik akımı}}$  matematiksel modeli ile veya sembolik olarak

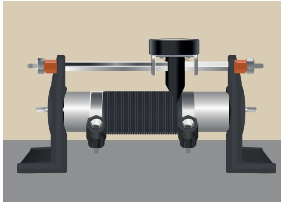
$$R = \frac{V}{I} \text{ şeklinde gösterilir.}$$

Potansiyel farkın birimi volt, elektrik akımının birimi amper olduğunda direncin birimi ohm olur ve  $\Omega$  sembolüyle gösterilir. Buna göre

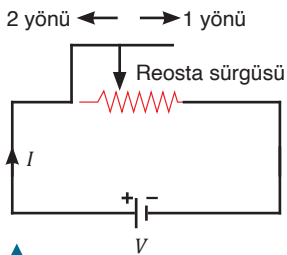
$$\text{Ohm} = \frac{\text{Volt}}{\text{Amper}} \text{ veya birim olarak } \Omega = \frac{V}{A} \text{ şeklinde gösterilebilir.}$$

Sabit potansiyel fark altındaki bir devreden geçen akımın büyüklüğünün değiştirilmesi için devredeki iletkenin direnç değeri değiştirilmelidir. Bir iletkenin direnci; iletkenin boyutlarını değiştirmek, farklı maddeden yapılmış bir iletken tercih etmek, ayarlanabilir bir direnç olan reosta (Görsel 3.2) kullanmak gibi yöntemlerle ayarlanabilir. Reostanın elektrik devrelerindeki şematik gösterimi  şeklindedir.

Şekil 3.9'da reosta kullanılan basit bir devre şeması gösterilmiştir. Şekildeki reosta sürgüsü 1 yönünde çekilirse direncin değeri azalır ve buna bağlı olarak devredeki elektrik akımı artar. Reosta sürgüsü 2 yönünde çekilirse direnç değeri artar ve buna bağlı olarak devredeki elektrik akımı azalır. Bu devre yapısı; ütü, fırın, saç kurutma makinesi gibi sıcaklığın ayarlanabildiği cihazlarda kullanılmaktadır.



▲ **Görsel 3.2:** Reosta

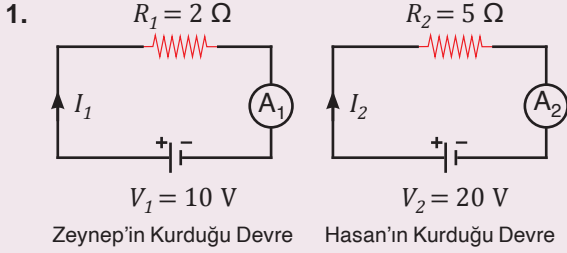


▲ **Şekil 3.9:** Reostalı basit devre şeması



## Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız. Çalışma yaprağı öğretmeniniz tarafından "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.



Zeynep ve Hasan; basit bir elektrik devresindeki ana kol elektrik akımını ölçmeyi öğrenmek amacıyla laboratuvarında ampermetre, iletken kablolar, üreteç ve direnç kullanarak iki farklı basit elektrik devresi oluşturmuşlardır. Zeynep, şekildeki gibi  $2 \Omega$ 'luk bir direnç ve  $10 \text{ V}$ 'luk üreteç; Hasan ise  $5 \Omega$ 'luk bir direnç ve  $20 \text{ V}$ 'luk üreteç kullanarak kendi devrelerini kurmuşlardır.

(Üreteçlerin iç direncini ihmal ediniz.)

Buna göre

a) Zeynep'in  $A_1$  ampermetresinde okuduğu değer kaç A olur?

b) Hasan'ın  $A_2$  ampermetresinde okuduğu değer kaç A olur?

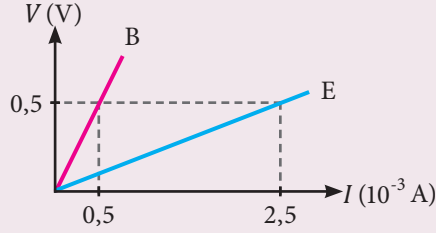
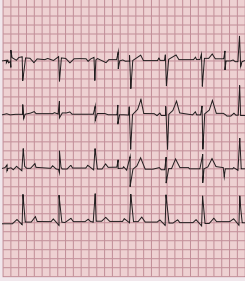
c) Zeynep kendi üretecini ve Hasan'ın direncini kullanırsa  $A_1$  ampermetresinde okunan değer kaç A olur?

ç) Hasan kendi üretecini ve Zeynep'in direncini kullanırsa  $A_2$  ampermetresinde okunan değer kaç A olur?

d)  $R_1$  ve  $R_2$  dirençlerinin uçları arasındaki potansiyel farkı ölçmek için voltmetrenin devreye bağlanma şeklini çizerek gösteriniz.



2. Bir EKG (elektrokardiyogram) cihazı, kalbin elektriksel aktivitelerini ölçerken vücuttaki elektrik sinyallerini de algılar. Bu sinyallerin gücü, vücudun direnci ve kalbin ürettiği potansiyel fark ile ilişkilidir. Ohm Yasası'na göre bu ilişki şu matematiksel model ile ifade edilir:  $I = \frac{V}{R}$



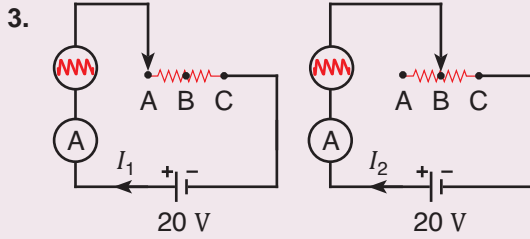
$I$ : Elektrik akımı (A)

$V$ : Potansiyel fark (V)

$R$ : Direnç ( $\Omega$ )

Bir EKG cihazı, kalbin elektriksel etkinliğini 0,5 V olarak ölçmektedir. Burak ve Erdinç'in EKG ölçüm sonuçlarına göre  $V$ - $I$  grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre Burak ve Erdinç'in terli vücut dirençleri sırasıyla  $R_B$  ve  $R_E$  ise  $\frac{R_B}{R_E}$  oranı kaçtır? Hesaplayınız.



Dimmer bir devredeki lambanın parlaklığını ayarlayabilen kontrol mekanizmasıdır. Dimmerin devre şemasının bir bölümü şekildeki gibidir. Devrede kullanılan reostanın direnç değeri  $10 \Omega$  ve üretcin değeri  $20 \text{ V}$ 'tur. Reostanın A-C noktaları arası eşit bir şekilde bölünmüştür.

Reosta sürgüsü A noktasındayken ampermetrenin gösterdiği elektrik akımı  $I_1$ , B noktasındayken  $I_2$  olduğuna göre  $\frac{I_1}{I_2}$  oranı kaçtır? (Üretcin iç direncini ihmal ediniz.)

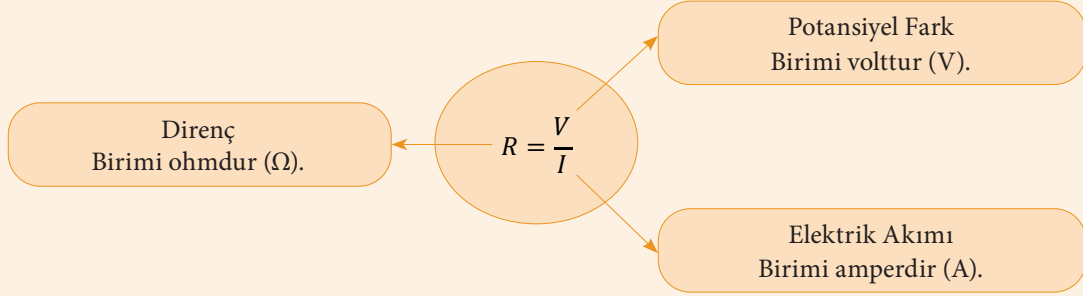
Yandaki karekodu kullanarak "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



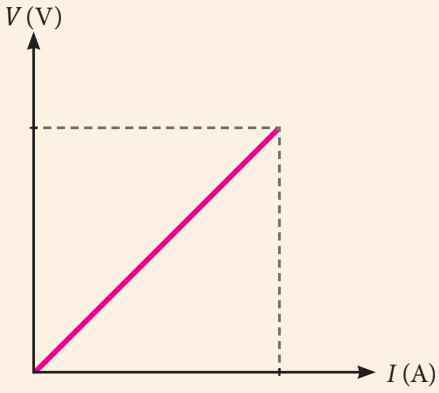
## Kontrol Noktası



Ohm Yasası'na göre devredeki direncin uçları arasındaki potansiyel fark arttıkça devreden geçen elektrik akımı da potansiyel farkla doğru orantılı artar.



Ohm Yasası'na göre  $V$ - $I$  grafiği şekildeki gibi olur:



Tabloda devre elemanları ile devre elemanlarının sembolleri gösterilmektedir:

Devre Elemanının Adı	Devre Elemanının Şematik Gösterimi
Üreteç	
İletken tel	
Anahtar	
Direnç	

Devre Elemanının Adı	Devre Elemanının Şematik Gösterimi
Lamba	
Reosta	
Ampermetre	
Voltmetre	

## 3.4. DİRENÇLERİN BAĞLANMASI

### Konuya Başlarken



Günlük hayatta kullanılan buzdolabı, çamaşır makinesi, ütü, bilgisayar, aydınlatma lambası gibi cihazlar birden fazla devre elemanı içerdiğinden oldukça karmaşık elektrik devrelerine sahiptir. Elektrik devrelerinin önemli bir elemanı olan direnç; elektrik akımını sınırlamak, düzenlemek ya da akımın yönünü ve miktarını kontrol etmek amacıyla kullanılır. Örneğin ramazan ayında minareler arasına asılan mahya lambaları, parlaklıkları ve yanma sıralarının değişmesiyle görsel bir şölen oluşturur.



Cami minarelerindeki mahya görüntüsü

**Mahya lambalarının birbirine bağlanmasında nelere dikkat edilmiş olabilir?**

**Mahyalardaki lambaların birkaçı patlarsa bile diğer lambaların ışık vermeye devam etmesinin nedeni ne olabilir?**

**Evlerde bulunan sigortalardan biri attığında bazı cihazlar çalışırken bazılarının çalışmama nedeni ne olabilir?**

### 3.1. Deney



Adı	DİRENÇLERİN BAĞLANMASI
Amaç	Dirençlerin seri, paralel ve birleşik bağlanmasının nedenlerine yönelik çıkarım yapabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Bağlantı kabloları, üreteç, ampermetre, voltmetre, ohmmetre, farklı değerlerde dirençler
Yönerge	Aşağıdaki deney adımlarını sırasıyla gerçekleştiriniz. Deney sonunda "Öz Değerlendirme Formu"nu doldurunuz.

Öğrenme sürecinize rehberlik etmesi amacıyla hazırlanan aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

Ne Bilmek İstiyorum? Dirençlerin bağlanma türleri ile ilgili öğrenmek istedikleriniz	Ne Bilmek İstiyorum? Dirençlerin bağlanma türleri ile ilgili öğrenmek istedikleriniz	Ne Öğrendim? Deney sonunda öğrendikleriniz

### Deneyin Yapılışı

1. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen çalışma grupları oluşturunuz. Grup çalışmasında adil bir iş dağılımı yaparak size verilen görevleri eksiksiz biçimde yerine getiriniz. Çalışmalarda aktif rol alarak birbirinize destek olunuz.

- 2. Dört direncin kaç farklı şekilde bağlanabileceğini gruptaki arkadaşlarınızla tartışınız.
3. Dirençlerin farklı bağlandığı devreleri aşağıdaki boş alana şematik olarak çiziniz.

4. Dirençlerle oluşturduğunuz bağlanma türlerini seri, paralel ya da birleşik olarak tanımlayınız.

5. Basit elektrik devresindeki bir dirence başka bir direncin seri bağlanması durumunda devrenin eşdeğer direncinin ne olabileceğini ana kol akımı ile ilişkilendirerek tahmin ediniz. Tahminlerinizi yazınız.

6. Basit elektrik devresindeki bir dirence başka bir direncin paralel bağlanması durumunda eşdeğer direnç değerinin ne olabileceğini ana kol akımı ile ilişkilendirerek tahmin ediniz. Tahminlerinizi yazınız.

7. İki direncin seri bağlı olduğu bir elektrik devresinde dirençlerden birine başka bir direncin paralel bağlanması durumunda devrenin eşdeğer direncinin ne olabileceğini ana kol akımı ile ilişkilendirerek tahmin ediniz.

8. Tahminleriniz doğrultusunda grup arkadaşlarınızla eşdeğer direnç ve ana koldaki akımın büyüklüğü ile ilgili kendi hipotezinizi kurunuz.

9. Üç direnç, bağlantı kabloları, üreteç, voltmetre, ampermetre, ohmmetre ile seri, paralel ve birleşik bağlanma türlerine yönelik bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyi aşağıda ilgili alana çiziniz.

(Deneyinizde üreticinin potansiyel fark değerini sabit tutunuz.)

Seri Bağlı Devre	Paralel Bağlı Devre	Birleşik Bağlı Devre

- 10. Ohmmetrenin uçlarını direncin uçlarına gelecek şekilde devre tahtası üzerine yerleştiriniz. Ölçtüğünüz direnç değerlerini ilgili alana yazınız.

$$R_1 = \dots\dots\dots \Omega \quad R_2 = \dots\dots\dots \Omega \quad R_3 = \dots\dots\dots \Omega$$

11. Ampermetre ve voltmetre ile kurduğunuz devreler üzerinde ölçüm yaparak tabloyu doldurunuz. Hipotezinizi test ediniz.

	Seri Bağlı Devre	Paralel Bağlı Devre	Birleşik Bağlı Devre
Eşdeğer Direnç Değeri ( $\Omega$ )			
Ana Kol Akımı (A)			
Üretcin Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)			
$R_1$ Direncinin Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)			
$R_2$ Direncinin Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)			
$R_3$ Direncinin Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)			

12. Deney sonuçlarından yararlanarak dirençler üzerindeki potansiyel farklar ile üretcin üzerindeki potansiyel fark arasındaki ilişkiyi yazınız.

13. Ohm Yasası'nı kullanarak dirençler üzerinden geçen akımları hesaplayınız. Bu akım değerlerini ana kol akımı ile ilişkilendiriniz.

14. Deneydeki gözlemlerinizden çıkardığınız sonuçlara dayanarak voltmetrenin ve ampermetrenin devredeki bağlanma şekillerini yazınız.

15. Ana kol akımını ve Ohm Yasası'nı kullanarak eşdeğer direncin büyüklüğüne yönelik çıkarımlarınızı yazınız.

16. Elde ettiğiniz ana kol akımını ve üretcin potansiyel fark değerlerini kullanarak eşdeğer direncin büyüklüğünü Ohm Yasası ile test ediniz.

17. Bir elektrik devresine iletken bir telin paralel bağlanması durumunda devre üzerinde ne gibi etkiler meydana gelir? Açıklayınız.

► Sorular

1. Seri, paralel ve birleşik bağlanma türlerini kendi cümlelerinizle tanımlayınız.

2. Seri, paralel ve birleşik bağlı dirençlerde eşdeğer direnç nasıl hesaplanır? Açıklayınız.

3. Dirençlerin farklı bağlanma türlerinde her bir direncin üzerinden geçen akım ile ana kol akımı arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

4. Dirençlerin farklı bağlanma türlerinde her bir direncin uçları arasındaki potansiyel fark ile üreticinin uçları arasındaki potansiyel fark arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

5. Deneyde dirençlerin seri, paralel ve birleşik bağlantıları konusunda öğrendiklerinizin özeti niteliğinde grup arkadaşlarınızla özverili bir çalışma yaparak bilgi görseli hazırlayınız. Hazırladığınız bilgi görselini sınıfta arkadaşlarınıza sununuz. Hazırladığınız bilgi görseli, öğretmeniniz tarafından “Dereceli Puanlama Anahtarı” ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak “Dereceli Puanlama Anahtarı”na ulaşabilirsiniz.



## ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU (GRUP ÇALIŞMASINA YÖNELİK)

Bu form grup çalışmasının bir üyesi olarak kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Çalışmalarınızı en doğru yansıtan seçeneği "X" ile işaretleyiniz.

Öğrencinin Adı Soyadı:

	Her Zaman (3)	Bazen (2)	Hiçbir Zaman (1)
1. Görev dağılımına uygun çalıştım.			
2. Grup arkadaşlarımla fikir alışverişinde bulundum.			
3. Grup arkadaşlarımla saygı çerçevesinde iletişim kurdum.			
4. Grup çalışmasında aktif görev aldım.			
5. Grup arkadaşlarımla yardımlaştım.			
6. Konu ile ilgili çeşitli kaynaklardan yararlandım.			
7. Elde ettiğim bilgileri doğru şekilde kaydettim.			
8. Zamanı etkili kullandım.			
<b>TOPLAM PUAN</b>			

Deneyi tekrar yapma şansım olsaydı şunları değiştirdim:

.....

.....

.....

.....

Çalışmanın beni en çok etkileyen yönleri şunlardı:

.....

.....

.....

.....

Çalışmada en çok zorlandığım kısımlar şunlardı:

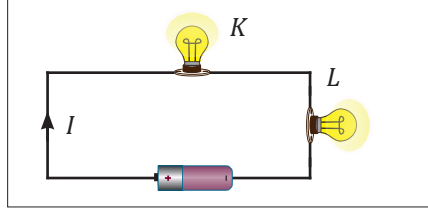
.....

.....

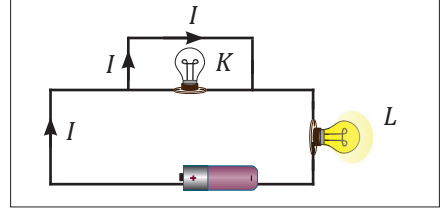
.....

.....

Basit elektrik devresinde (Şekil 3.10.a) dirençli bir devre elemanının iki ucu arasına direnci ihmal edilecek kadar küçük iletken bir telin bağlanması durumunda Şekil 3.10.b'deki gibi akımın tamamına yakını bu tel üzerinden geçer. Bu durumda devre elemanından ihmal edilecek kadar az akım geçtiğinden devre elemanı çalışmaz. Buna **kısa devre** denir. K lambası kısa devre sebebiyle ışık vermez.



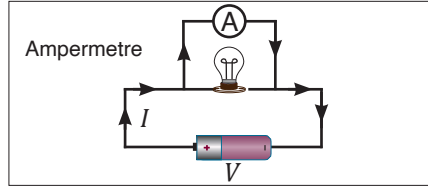
a) Lambaların ışık vermesi



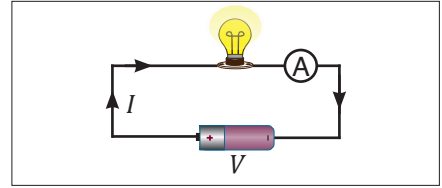
b) Kısa devre durumunda lambanın ışık vermemesi

▲  
**Şekil 3.10:** Basit elektrik devresi ve kısa devrenin gösterimi

Elektrik devrelerinde elektrik akımını ölçmek için kullanılan devre elemanına **ampermetre** denir. Ampermetrenin devredeki şematik gösterimi  $\text{—}(\text{A})\text{—}$  şeklindedir. Ampermetrenin direnci çok küçük olduğundan ihmal edilir. Ampermetrenin bir devre elemanına paralel bağlanması durumunda kısa devre oluşur ve devre elemanı çalışmaz (Şekil 3.11.a). Bu nedenle ampermetre, akımın ölçüleceği devre elemanına Şekil 3.11.b'deki gibi seri bağlanmalıdır.



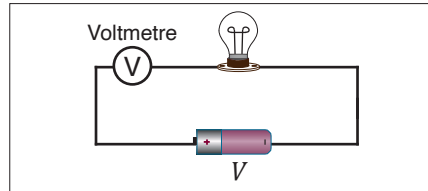
a) Ampermetre lambaya paralel bağlandığında lambanın ışık vermemesi



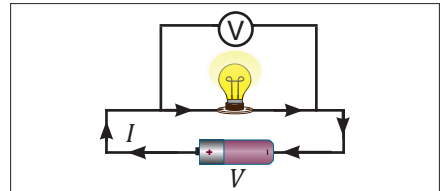
b) Ampermetre lambaya seri bağlandığında lambanın ışık vermesi

▲  
**Şekil 3.11:** Ampermetrenin lambaya bağlanması

Elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkı ölçmeye yarayan voltmetrenin iç direnci çok büyüktür. Voltmetrenin devredeki şematik gösterimi  $\text{—}(\text{V})\text{—}$  şeklindedir. Voltmetrenin devreye seri bağlanması durumunda devrenin eşdeğer direnci çok büyük olacağından devreden ihmal edilecek kadar az akım geçer (Şekil 3.12.a). Bu durumda voltmetreye seri bağlı devre elemanı ışık vermez. Bu nedenle voltmetre devre elemanına Şekil 3.12.b'deki gibi paralel bağlanmalıdır.



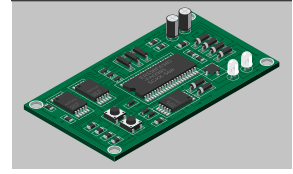
a) Voltmetre lambaya seri bağlandığında lambanın ışık vermemesi



b) Voltmetre lambaya paralel bağlandığında lambanın ışık vermesi

▲  
**Şekil 3.12:** Voltmetrenin lambaya bağlanması

Elektrik devrelerinde genellikle birden fazla direnç kullanılmaktadır. Dirençler; devrenin kullanım amacına göre seri, paralel veya birleşik şekilde bağlanmaktadır. Dirençlerden oluşan devrelerde birden fazla direncin yaptığı etkiyi tek başına yapabilen dirence **eşdeğer direnç** denir. Eşdeğer direnç  $R_{es}$  sembolüyle gösterilir. Görsel 3.3'te farklı devre elemanları ve dirençten oluşturulmuş karmaşık bir elektrik devresi örneği gösterilmiştir.



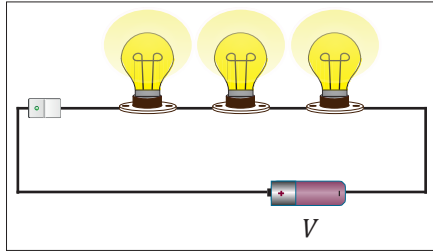
▲ **Görsel 3.3:** Elektrik devresi örneği

## Dirençlerin Bağlanma Türleri

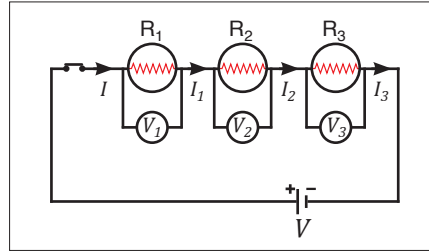
Elektrik devrelerinde dirençler; seri, paralel veya birleşik şekilde bağlanabilir. Dirençlerin farklı şekillerde bağlanması, devrenin toplam direnci olan eşdeğer direncini, dolayısıyla devreden geçen elektrik akımını etkiler. Dirençler farklı biçimlerde bağlanarak devredeki elemanlar için en uygun elektrik akımı ayarlanabilir. Bu durum, akımın güvenli ve verimli bir şekilde kontrol edilmesini sağlar.

### Dirençlerin Seri Bağlanması

Bir devrede iki veya daha fazla direncin uç uca gelecek şekilde birleştirilmesiyle oluşan bağlanma şekline **dirençlerin seri bağlanması** denir. Şekil 3.13'te seri bağlı lambalar ve Şekil 3.14'te bu lambaların şematik gösterimi verilmiştir.



▲ **Şekil 3.13:** Lambaların seri bağlanması



▲ **Şekil 3.14:** Seri bağlı üç lambanın şematik gösterimi

Dirençlerin seri bağlanması, iletkenlerin uç uca eklenerek boyunun uzatılmasına benzetilebilir. Boyu uzayan iletkenin direnci artacağından devredeki seri bağlı direnç sayısı arttıkça devrenin eşdeğer direnci de artmaktadır.

Seri bağlı dirençlerin her birinin üzerinden geçen elektrik akımı ana kol akımına ( $I$ ) eşittir. Dirençlerin üzerinden geçen elektrik akımları  $I_1$ ,  $I_2$  ve  $I_3$  ise

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

eşitliği yazılabilir.

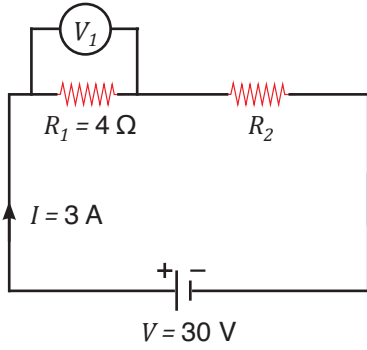
Seri bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklar, dirençlerin büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkların büyüklükleri  $V_1$ ,  $V_2$  ve  $V_3$  ise

$$\left. \begin{aligned} V_1 &= I \cdot R_1 \\ V_2 &= I \cdot R_2 \\ V_3 &= I \cdot R_3 \end{aligned} \right\} (1)$$

bağıntıları ile ifade edilir. Üretcin potansiyel farkı ise  $V = I \cdot R_{es}$  (2) matematiksel modeli ile bulunur.



## Örnek



Ohm Yasası'nı anlamak için yapılan bir deneyde iç direnci ihmal edilen 30 V'luk bir üreteç ile  $R_1$  ve  $R_2$  dirençleri kullanılarak bir devre tasarlanmaktadır. Devrede dirençler seri olarak bağlandığında ana-kol akımı 3 A olarak ölçülmektedir.

**$R_1$  direncinin büyüklüğü 4  $\Omega$  olduğuna göre**

- $V_1$  voltmetresi kaç V değerini gösterir?
- $R_2$  direncinin uçları arasındaki potansiyel fark kaç V olur?
- $R_2$  direncinin büyüklüğü kaç  $\Omega$  olur?

## Çözüm

- a)  $V_1$  voltmetresi  $R_1$  direncinin uçları arasındaki potansiyel farkı göstermektedir. Ohm Yasası'na göre  $V_1$  voltmetresinin gösterdiği değer

$$V_1 = I \cdot R_1 \text{ matematiksel modelinden}$$

$$V_1 = 3 \cdot 4 = 12\text{ V olarak hesaplanır.}$$

- b)  $R_2$  direncinin uçları arasındaki potansiyel fark

$$V = V_1 + V_2 \text{ eşitliğinden}$$

$$V_2 = 30 - 12 = 18\text{ V olarak hesaplanır.}$$

- c)  $R_2$  direncinin büyüklüğü iki yöntemle bulunabilir:

**1. Yöntem**

Ohm Yasası'na göre

$$V_2 = I \cdot R_2 \text{ matematiksel modelinden}$$

$$18 = 3 \cdot R_2$$

$$R_2 = 6\ \Omega \text{ bulunur.}$$

**2. Yöntem**

İki direnç birbirine seri bağlandığına göre dirençlerin üzerinden geçen elektrik akımları birbirine eşittir. Bu durumda Ohm Yasası'na göre

$$V = I \cdot R_{es}$$

$$30 = 3 \cdot R_{es}$$

$$R_{es} = 10\ \Omega \text{ bulunur.}$$

Seri bağlı devrede  $R_{es} = R_1 + R_2$  olduğuna göre

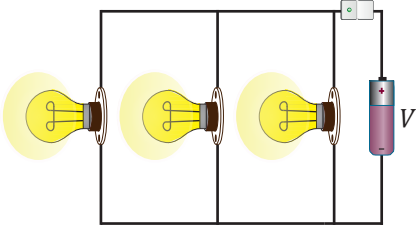
$$10 = 4 + R_2 \text{ eşitliğinden}$$

$$R_2 = 10 - 4 = 6\ \Omega \text{ bulunur.}$$

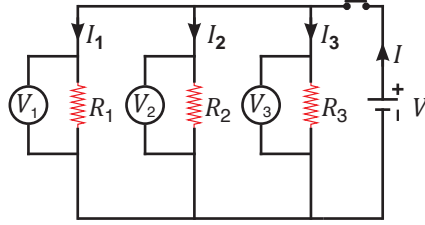


## Dirençlerin Paralel Bağlanması

Elektrik devresinde iki veya daha fazla direncin birer uçlarının bir noktada, diğer uçlarının da başka bir noktada birleştirilmesi ile oluşturulan bağlanma şekline **dirençlerin paralel bağlanması** denir. Şekil 3.15'te paralel bağlı lambalar ve Şekil 3.16'da bu lambaların şematik gösterimi verilmiştir.



▲ **Şekil 3.15:** Lambaların paralel bağlanması



▲ **Şekil 3.16:** Paralel bağlı üç lamba ile oluşturulan elektrik devresinin şematik gösterimi

İç direnci önemsiz bir üreteç paralel bağlı dirençlere bağlandığında dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklar üreticinin potansiyel farkına eşit olur. Bu durumda paralel bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklar eşit olduğundan

Bu durumda  $V = V_1 = V_2 = V_3$  eşitliği yazılabilir.

Devrenin ana kol akımı ( $I$ ) dirençlerin bulunduğu kollara ayrılarak kollardaki direnç değerleriyle ters orantılı olacak şekilde paylaşılır. Bu durumda

$$V = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = I_3 \cdot R_3$$

eşitliği yazılır. Kollardaki dirençler üzerinden geçen elektrik akımlarının toplamı, ana koldaki elektrik akımına eşittir.

Bu durumda  $I = I_1 + I_2 + I_3$  (1) eşitliği yazılabilir.

Dirençlerin üzerinden geçen elektrik akımının büyüklükleri  $I_1$ ,  $I_2$  ve  $I_3$  ise Ohm Yasası'na göre

$$I_1 = \frac{V}{R_1}, I_2 = \frac{V}{R_2} \text{ ve } I_3 = \frac{V}{R_3} \text{ (2) olur.}$$

Devrenin ana kol akımı  $I = \frac{V}{R_{eş}}$  (3) matematiksel modeli ile bulunur.

(2) ve (3) matematiksel modelleri (1) eşitliğinde yerine yazıldığında

$$\frac{V}{R_{eş}} = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} + \frac{V}{R_3} \text{ olur. Buradan}$$

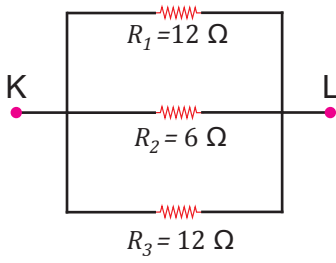
$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ elde edilir.}$$

Dirençlerin paralel bağlanması, aynı boydaki iletkenlerin alt alta eklenerek kesit alanının artırılmasına benzetilebilir. Kesit alanı artan iletkenin direnci azaldığından devredeki paralel bağlı direnç sayısı arttıkça devrenin eşdeğer direnci de azalmaktadır. Paralel bağlı dirençlerin eşdeğer direnci, her bir dirençten daha küçüktür.



Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

## Örnek



Araç farları genellikle paralel bağlanır. Bu bağlanma şekli, farlardan birinin arızalanması durumunda diğer farın çalışmaya devam etmesini sağlar. Şekilde uzaktan kumandalı oyuncak bir arabanın iki ön farı ile tepesindeki ışığı temsil eden dirençlerin şematik gösterimi verilmiştir.

**Oyuncak arabanın ön farları 12 Ω, tepe ışığı 6 Ω direnç değerine sahip olduğuna göre devrenin K-L noktaları arasındaki eşdeğer direncini hesaplayınız.**

## Çözüm

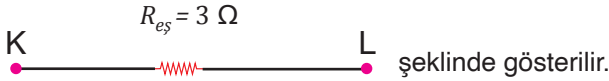
Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç değeri

$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$  matematiksel modeli ile bulunur. Devredeki direnç değerleri yerine yazıldığında

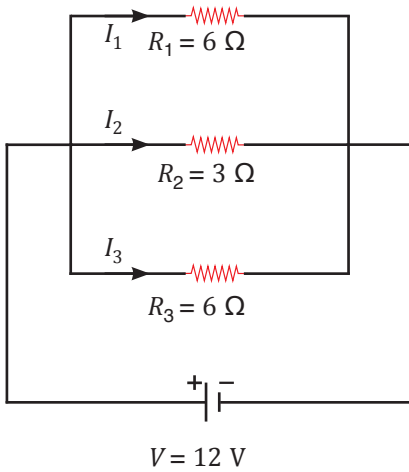
$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{4}{12}$$

$R_{eş} = 3 \Omega$  bulunur. Eşdeğer direnç



## Örnek



Bir elektrik devresinde büyüklükleri  $R_1 = 6 \Omega$ ,  $R_2 = 3 \Omega$  ve  $R_3 = 6 \Omega$  olan dirençler şekildeki gibi paralel bağlanmıştır. Dirençler üzerinden sırasıyla  $I_1$ ,  $I_2$  ve  $I_3$  akımları geçmektedir.

**Devreye 12 V potansiyel fark uygulandığına göre**

- Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel fark kaç V olur?
- Dirençlerin üzerinden geçen elektrik akımları  $I_1$ ,  $I_2$  ve  $I_3$  kaç A olur?
- Ana koldaki elektrik akımı kaç A olur?

(Üretcin iç direnci ihmal edilmiştir.)

## Çözüm

- a) Paralel bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel fark, üretcin uçları arasındaki potansiyel farka eşittir. Bu durumda dirençlerin uçları arasındaki potansiyel fark

$$V = V_1 = V_2 = V_3 = 12 \text{ V olur.}$$

- b)  $R_1$  direncinin üzerinden geçen elektrik akımı Ohm Yasası kullanılarak

$$I_1 = \frac{V}{R_1} \text{ matematiksel modelinden } \frac{12}{6} = 2 \text{ A bulunur.}$$

$R_2$  direncinin üzerinden geçen elektrik akımı,

$$I_2 = \frac{V}{R_2} \text{ matematiksel modelinden } \frac{12}{3} = 4 \text{ A bulunur.}$$

$R_3$  direncinin üzerinden geçen elektrik akımı ise

$$I_3 = \frac{V}{R_3} \text{ matematiksel modelinden } \frac{12}{6} = 2 \text{ A bulunur.}$$

- c) Ana koldaki elektrik akımı iki farklı yöntemle bulunabilir:

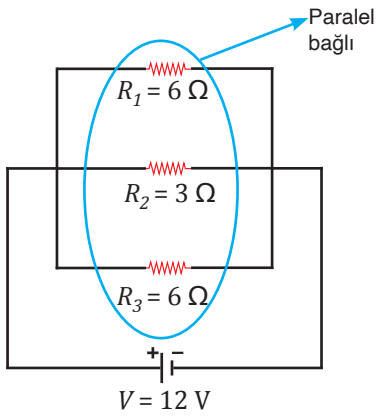
### 1. Yöntem

Paralel kollardaki akımların toplamı ana kol akımını verdiği için

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \text{ eşitliğinden } 2 + 4 + 2 = 8 \text{ A bulunur.}$$

### 2. Yöntem

Paralel bağlı devrelerde eşdeğer direnç değeri



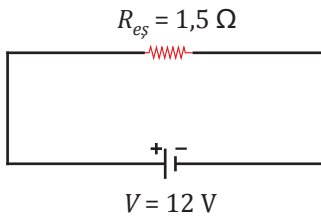
$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ eşitliği ile bulunur.}$$

Devredeki direnç değerleri yerine yazıldığında

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{4}{6}$$

$$R_{eş} = 1,5 \Omega \text{ bulunur.}$$



Buna göre ana elektrik akımı

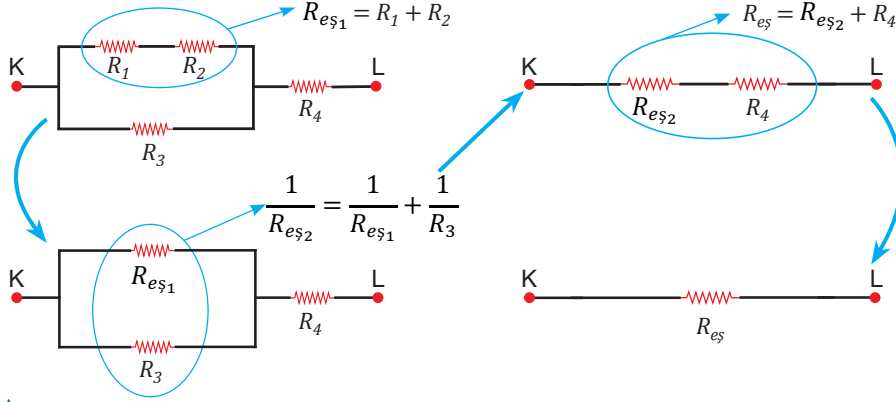
$$I = \frac{V}{R_{eş}} \text{ matematiksel modelinden}$$

$$I = \frac{12}{1,5} = 8 \text{ A bulunur.}$$



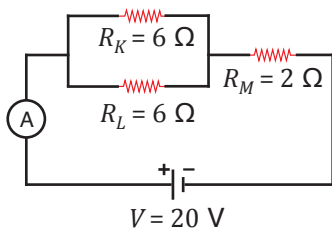
## Dirençlerin Birleşik Bağlanması

Seri ve paralel bağlı dirençlerin aynı devrede kullanıldığı bağlanma türüne **dirençlerin birleşik bağlanması** denir. Birleşik bağlanmış devrenin eşdeğer direncini bulmak, devreyi basite indirgeyerek çözmek için önemlidir. Şekil 3.17'de birleşik bağlanmış bir devrenin eşdeğer direncini bulma yöntemi gösterilmektedir.



Şekil 3.17: Birleşik bağlanmış bir devrenin eşdeğer direncini bulma yöntemi

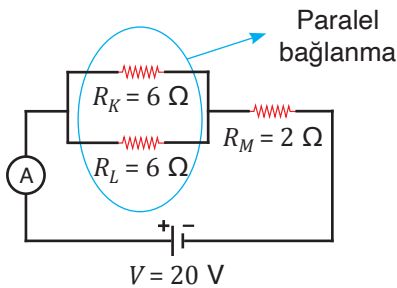
### Örnek



Direnç değerleri  $R_K = 6 \Omega$ ,  $R_L = 6 \Omega$  ve  $R_M = 2 \Omega$  olan dirençler ile iç direnci ihmal edilen 20 V'luk üreteç kullanılarak şekildeki elektrik devresi oluşturulmuştur.

Buna göre A ampermetresinin gösterdiği değer kaç A olur?

### Çözüm

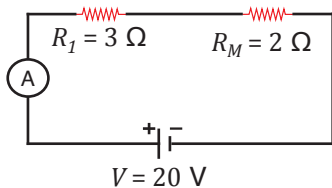


Devrenin ana kol akımını hesaplayabilmek için devrenin eşdeğer direnci bulunmalıdır.

İlk olarak birbirine paralel bağlı K ve L dirençleri toplanarak eşdeğer direnç hesaplanır. Bu iki direncin toplamı ( $R_1$ )

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} \text{ eşitliğinden}$$

$R_1 = 3 \Omega$  bulunur.



Devre yandaki gibi şematik olarak gösterilir.









## 3.5. ÜRETEÇLERİN BAĞLANMASI

### Konuya Başlarken



Günlük hayatta kullanılan birçok cihazın çalıştırılması için gerekli olan enerji üreteçler kullanılarak sağlanır. Elektrik devrelerinin temel elemanlarından biri olan üreteçler, farklı biçimdeki enerjileri elektrik enerjisine dönüştüren cihazlardır. Üreteçlerin devreye bağlanma türleri, devrenin genel özelliklerini belirleyen önemli bir etkidir. Örneğin oyuncak arabalarda yüksek hız ve uzun menzil elde etmek, bilgisayarların kullanım süresini artırmak ve kabloya bağımlılığını azaltmak gibi amaçlarla birçok pil hücresi farklı türlerde devreye bağlanmaktadır. Pillerin farklı bağlanma türlerinin çeşitli avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır.



Oyuncak arabada bulunan piller

**Pillerin kutupları birbirlerine bağlanırken nelere dikkat edilmelidir?**

**Kumandalarda pillerin bağlanma türü neden önemlidir?**

**El fenerlerinden daha parlak ışık elde edilmesi için neler yapılabilir?**

Elektrikli yılan balıkları (torpedo türü), avlarını sersemletmek ve düşmanlarından kaçmak için elektrik şoku verir. Bu balıkların elektrik üretimi, vücutlarında bulunan ve "elektrosit" adı verilen hücrelerde gerçekleşir. Her bir hücre pil gibi çalışır. Hücreler, birinin pozitif ucu diğerinin negatif ucuna gelecek şekilde konumlanmıştır.



Elektrikli yılan balığı

**Elektrosit adlı hücrelerin yan yana bulunmasının avantajı nedir?**

### Performans Görevi



Adı	PİLLERİN BAĞLANMASI
Beklenen Performans	Pillerin seri veya paralel bağlanmasının sonuçlarını gözlemleyebileceği deney tasarlama ve sunma
Süre	35 + 40 dk.
Araç Gereç	Pil yatakları, 8 adet özdeş pil, bağlantı kabloları, ampermetre, voltmetre, lamba, duy, kronometre
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Bu performans görevinde sizlerden aşağıda verilen adımları takip ederek bir deney tasarlamanız istenmektedir.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 5-6 kişilik çalışma grupları oluşturunuz.
2. Oluşturduğunuz grup içinde adaletli görev paylaşımı yapınız.
3. Bir pil, iletken tel ve lamba ile devre kurarak lambanın üzerinden geçen akımı ve uçları arasındaki potansiyel farkı ölçünüz. Elde ettiğiniz verileri 7. adımdaki tabloya kaydediniz.
4. Pilleri seri ve paralel bağlayarak bir deney tasarlayınız. Tasarladığınız deneyde pilleri seri bağlarken aşağıdaki şekillerde gösterildiği gibi düz ve ters bağlayınız.

**Düz Bağlanma:** Pillerin zıt kutuplarının bir araya getirilmesiyle oluşan bağlanma şeklidir.

**Ters Bağlanma:** Pillerin aynı kutuplarının bir araya getirilmesiyle oluşan bağlanma şeklidir.



Düz Bağlanma



Ters Bağlanma

- 5. Tasarladığınız deneylerin çizimlerini aşağıdaki alana yapınız ve her bir tasarımı numaralandırınız.

6. Yapmış olduğunuz devre üzerinden üreteçlerin seri veya paralel bağlanma türlerini tanımlayınız.

7. Bağlantı şekillerini kontrol ederek lambanın üzerinden geçen akımı ve uçları arasındaki potansiyel farkı bulunuz. Kronometre kullanarak üreteçlerin tükenme sürelerini ölçünüz. Elde ettiğiniz tüm verileri aşağıdaki tabloya kaydediniz.

Kurulan Devreler	Lambadan Geçen Akım Değeri (A)	Lambanın Uçları Arasındaki Potansiyel Fark (V)	Üreteçlerin Tükenme Süreleri (s)
Bir pil ile			
İki pil ile seri düz			
İki pil ile seri ters			
İki pil ile paralel			

8. Deney sonuçlarına göre hangi durumlarda üreteçlerin seri veya paralel bağlanmasının avantajlı olacağını açıklayınız.

9. Grup arkadaşlarınız arasından grup sözcüsü seçiniz ve grup sözcüsünden tasarladığınız deneyi sonuçları ile birlikte 5 dakikayı geçmeyecek şekilde sınıfta sunmasını isteyiniz. Sunumunuzda üreteçlerin seri olarak düz bağlanmasının, seri olarak ters ve paralel bağlanmasının toplam potansiyel farkı ve üreteçlerin tükenme süresini nasıl etkileyeceğini açıklayınız.

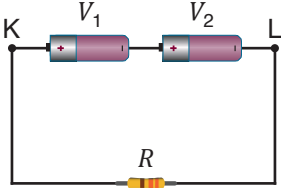
Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından “Dereceli Puanlama Anahtarı” ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak “Dereceli Puanlama Anahtarı”na ulaşabilirsiniz.

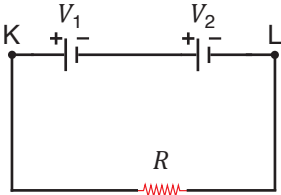




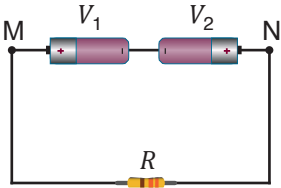
Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.



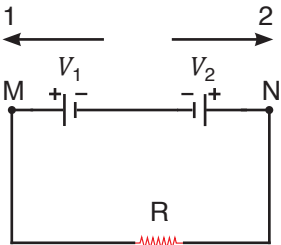
▲  
**Şekil 3.18:** Üreteçlerin düz seri bağlanması



▲  
**Şekil 3.19:** Üreteçlerin düz seri bağlanmasının şematik gösterimi



▲  
**Şekil 3.20:** Üreteçlerin ters seri bağlanması



▲  
**Şekil 3.21:** Üreteçlerin ters seri bağlanmasının şematik gösterimi

## Üreteçlerin Bağlanması

Üreteçlerin (piller, jeneratörler vb.) bağlanma şekli; elektrik devrelerinde toplam potansiyel fark, akım ve devrenin performansını belirlediği için önemlidir. Elektrik devrelerinde devrenin ihtiyacı olan potansiyel farkın ya da elektrik akımının bir üreteçle karşılanamadığı durumlarda üreteçler seri ya da paralel bağlanarak devrenin ihtiyacı olan potansiyel fark veya elektrik akımı elde edilir. Üreteçlerin seri ya da paralel bağlanması, devredeki enerjinin kullanılma şeklini ve devrenin çalışma koşullarını doğrudan etkiler.

### 1. Seri Bağlanma

Üreteçlerin uç uca bağlanmasına **seri bağlanma** denir. Üreteçlerin Şekil 3.18'deki gibi zıt kutuplarının birbirine bağlanmasıyla oluşturulan seri bağlanma, **düz seri bağlanma** olarak adlandırılır. Düz seri bağlı üreteçlerin şematik gösterimi Şekil 3.19'daki gibidir.

İç dirençleri ihmal edilen üreteçlerle yapılan düz seri bağlamada K ve L noktaları arasındaki toplam potansiyel fark

$$V_{KL} = V_1 + V_2$$

matematiksel modeli ile bulunur.

n tane seri bağlı üreteç için toplam potansiyel fark

$$V_{\text{toplam}} = V_1 + V_2 + \dots + V_n$$

matematiksel modeli ile bulunur.

Seri bağlı üreteç sayısı arttığında devredeki toplam potansiyel fark artar. Devrenin direncinin değişmemesi durumunda ana kol akımı artar ve üreteçler daha kısa sürede tükenir. Üreteçlerin seri bağlı olduğu devrelerde üreteçlerin herhangi birinin arızalanması durumunda devrede akım oluşmaz.

Üreteçlerin aynı kutuplarının Şekil 3.20'deki gibi birbirine bağlanmasıyla oluşturulan seri bağlanma, **ters seri bağlanma** olarak adlandırılır. Ters seri bağlı üreteçlerin şematik gösterimi Şekil 3.21'de gösterilmiştir.

İç dirençleri önemsenmeyen üreteçler ile yapılan ters seri bağlamada M ve N noktaları arasındaki potansiyel fark

$$V_1 > V_2 \text{ ise } V_{MN} = V_1 - V_2,$$

$$V_1 = V_2 \text{ ise } V_{MN} = 0,$$

$$V_2 > V_1 \text{ ise } V_{MN} = V_2 - V_1$$

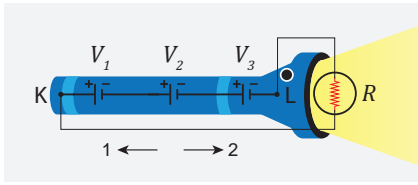
olur. Devre akımının yönü, potansiyel farkı büyük olan üretecin oluşturduğu akımın yönündedir.

$V_1 > V_2$  ise devre akımının yönü 1 yönünde olur.

$V_1 = V_2$  ise potansiyel fark olmadığında akım oluşmaz.

$V_2 > V_1$  ise devre akımının yönü 2 yönünde olur.

## Örnek



Nisa, fen bilimleri uygulamaları dersinde bir el feneri devresi kurarak üreteçlerin bağlanma türlerinin devreye etkisini incelemektedir. Deneyde Nisa'nın kullandığı iç direnci önemsenmeyen üreteçlerin potansiyel farkları sırasıyla  $V_1 = 10 \text{ V}$ ,  $V_2 = 15 \text{ V}$  ve  $V_3 = 20 \text{ V}$ 'tur. El fenerini oluşturan devrenin şematik gösterimi yandaki şekilde verilmiştir.

Buna göre

- K-L noktaları arasındaki potansiyel farkı hesaplayarak direnç üzerinden geçen akımın yönünü yazınız.
- 1 ve 2. pil kutuplarının ters çevrilerek bağlanması durumunda K-L noktaları arasındaki potansiyel farkı hesaplayarak elektrik akımının yönünü yazınız.

## Çözüm

- a) K-L noktaları arasındaki toplam potansiyel fark

$V_{KL} = V_1 + V_2 + V_3$  bağıntısı kullanılarak

$$V_{KL} = 10 + 15 + 20$$

$$V_{KL} = 45 \text{ V bulunur.}$$

Devrede oluşan elektrik akımı, pillerin + kutbundan – kutbuna doğru olduğundan 2 yönündedir.

- b) K-L noktaları arasındaki toplam potansiyel fark, aynı yönde bağlanan pillerin büyüklüğünden ters yönde bağlananın çıkarılmasıyla bulunur. Buna göre

$V_{KL} = V_1 + V_2 - V_3$  bağıntısı kullanılarak

$$V_{KL} = (10 + 15) - 20$$

$$V_{KL} = 5 \text{ V bulunur.}$$

Devrede oluşan elektrik akımı, ters bağlı pillerin potansiyel farklarının toplamı daha büyük olduğundan 1 yönündedir.

## 3.13. Soru



Pille çalışan elektronik aletlerin içinde yer alan pil tutucular, pillerin güvenli bir şekilde yerleştirilerek sabitlenmesini ve devreye doğru şekilde bağlanmasını sağlar. Şekilde gösterildiği gibi pil tutucunun içerisinde bulunan tel, kutupları birbirine bağlamaktadır.

Buna göre

- Görselde verilen pil tutucunun içerisine yerleştirilecek piller ne şekilde bağlanmış olur? Açıklayınız.
- Bu bağlanma şeklinin avantajları ve dezavantajları nelerdir? Açıklayınız.

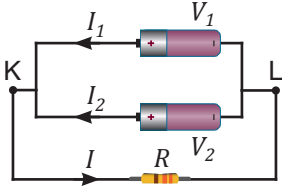
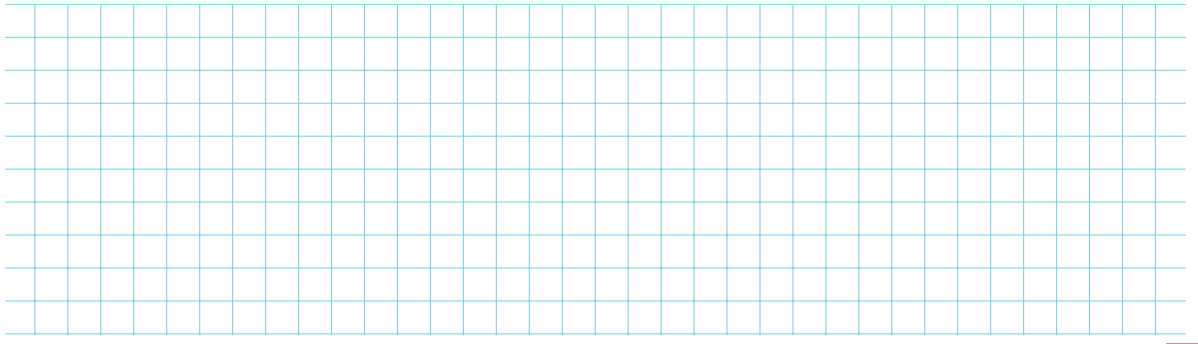
## Cevap


## 3.14. Soru

Kamp gezisi esnasında serinlemek amacıyla kullanılan bir USB fanını çalıştırmak için 0,5 A elektrik akımına ihtiyaç vardır. Cihazın direncinin  $80 \Omega$  ve kamp çantasının içinde 40, 15 ve 65 V'luk üreteçler olduğu bilinmektedir.

Buna göre öğrenci bu devre elemanlarını kullanarak nasıl bir devre tasarlamalıdır? Çizerek gösteriniz.

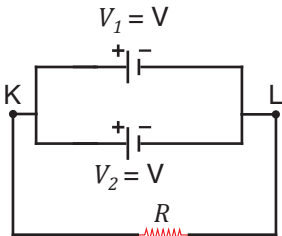
## Cevap



Şekil 3.22: Üreteçlerin paralel bağlanması



Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.



Şekil 3.23: Üreteçlerin paralel bağlanmasının şematik gösterimi

## 2. Paralel Bağlanma

Üreteçlerin aynı kutuplarının Şekil 3.22'deki gibi kendi aralarında birbirlerine bağlanması ile oluşturulan bağlanma şekline **paralel bağlanma** denir. Paralel bağlı özdeş üreteçlerin şematik gösterimi Şekil 3.23'te verilmiştir.

K-L noktaları arasındaki potansiyel fark, tek bir üretecin potansiyel farkına eşit olur.

$$V_{KL} = V_1 = V_2 = V$$

Paralel bağlı üreteçlerin sayısının artması, devrenin potansiyel farkını etkilemez. Paralel bağlamada potansiyel fark sabit kaldığından ana kol akımı değişmez.

Özdeş üreteçlerden çekilen akımlar birbirine eşittir ( $I_1 = I_2$ ). Buna göre ana kol akımı

$$I = I_1 + I_2 \text{ şeklinde ifade edilir.}$$

Üreteç sayısı artırılırsa ana kolda oluşan akım değişmeyeceğinden üreteçlerden çekilen akımlar azalır. Üreteçler ana koldaki elektrik akımını paylaştığından pillerin tükenme süresi uzar. Üreteçlerin paralel bağlı olduğu devrelerde bir üreteç bozulduğunda diğer üreteçler devreye akım vermeye devam eder.

Paralel devrelerde üreteçlerin potansiyel farkları eşit olmadığında üreteçlerin potansiyel farkı eşitlenene kadar üreteçler arasında akım geçişi olur ve dirençten akım geçmez. Bu sebeple farklı üreteçlerin kullanıldığı paralel devreler, karmaşık hesaplamalar gerektirir. Kitabın bu bölümünde özdeş üreteçlerle kurulu paralel devreler kullanılacaktır.

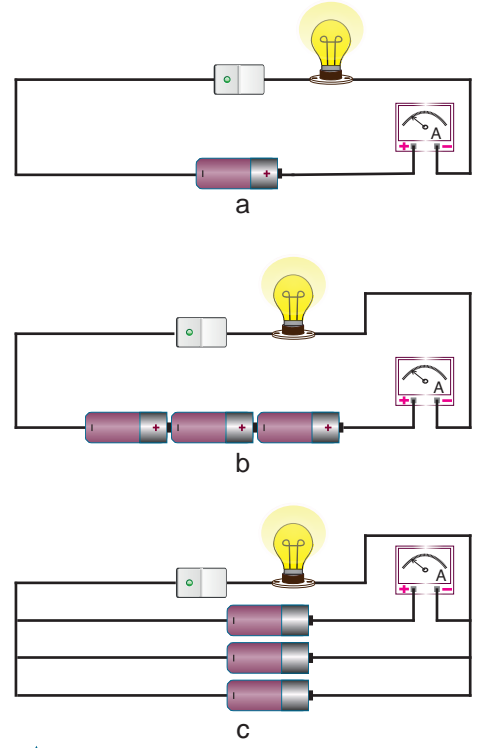
## Üreteçlerin Tükenme Süreleri

Şekil 3.24'te özdeş lambalar ve piller kullanılarak oluşturulan devreler gösterilmektedir.

Şekil 3.24.a'da bir pile bağlı bir lamba bulunmaktadır. Anahtar kapatıldığında pilden  $I$  kadar elektrik akımı çekilir ve lamba ışık verir.

Şekil 3.24.b'de ise lambaya seri olarak üç pil bağlanmıştır. Anahtar kapatıldığında pillerden çekilen akım  $3I$  olur ve bu değer Şekil 3.24.a'daki akımın üç katı kadardır. Bu durumda seri bağlı pillerin potansiyel farkları toplanarak devreye daha fazla enerji sağlanır. Pillerden daha fazla elektrik akımı çekildiğinden Şekil 3.24.a'daki devreye göre piller daha çabuk tükenir.

Şekil 3.24.c'de lambaya paralel olarak üç pil bağlanmıştır. Bu devrede pillerin sağladığı akımlar bir araya gelerek ana kol akımını oluşturur. Şekil 3.24.c'deki  $I$  ana kol akımı Şekil 3.24.a'daki ile aynıdır. Bununla birlikte paralel bağlamada her bir pilden çekilen akım  $\frac{I}{3}$  olacak şekilde bölünür. Bu durumda pillerden çekilen akım azalacağından paralel bağlı devrede piller daha geç tükenir.



▲ **Şekil 3.24:** Özdeş lambalar ve piller kullanılarak oluşturulan devreler

### Örnek

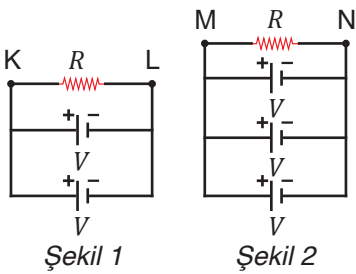
İç dirençleri ihmal edilen  $V$  potansiyel fark değerine sahip beş üreteç ve  $R$  değerine sahip iki direnç kullanılarak paralel bağlı iki elektrik devresi oluşturulmuştur. Birinci devrede iki üreteç ve bir direnç, ikinci devrede üç üreteç ve bir direnç kullanılmıştır. Oluşturulan paralel bağlı elektrik devrelerinin şematik çizimini yapınız.

**Buna göre**

- Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkı hesaplayınız.
- Her bir üreteçten çekilen akımlar arasındaki ilişkiyi açıklayınız.
- Üreteçlerin tükenme süreleri arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

### Çözüm

Devrelerin şematik çizimleri



şeklinde dir.

- Üreteçler birbirine paralel bağlı olduğundan Şekil 1'de ve Şekil 2'deki direncin uçları arasındaki potansiyel fark  $V$  olur.
- Dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farklar aynı olduğundan dirençlerin üzerinden geçen akımlar da eşit olur. Direnç üzerinden geçen akım, Şekil 1'de iki üreteçten ve Şekil 2'de üç üreteçten eşit olarak çekilir. Bunun sonucunda Şekil 1'deki her bir üreteçten çekilen akım, Şekil 2'deki her bir üreteçten çekilen akımdan daha fazladır.
- Şekil 1'de dirence bağlı olan her bir üreteçten daha fazla akım çekildiğinden bu üreteçler daha erken tükenir.

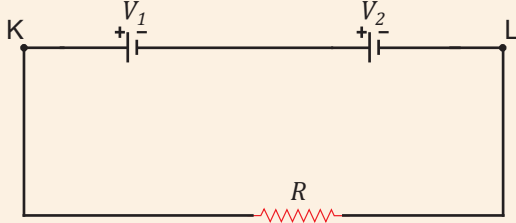


## Kontrol Noktası

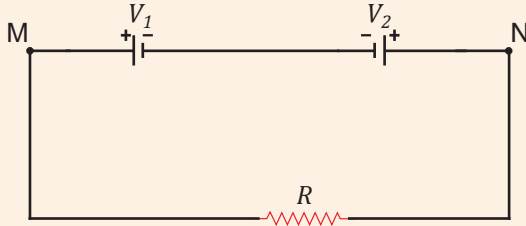


Elektrik devrelerinde kullanılan üreteçlerin seri veya paralel bağlanmasının avantajları bulunmaktadır.

## Seri Bağlanma



Üreteçlerin zıt kutupları birbirine bağlanarak şekildeki gibi oluşturulan düz seri bağlanmada K ve L noktaları arasındaki toplam potansiyel fark  $V_{KL} = V_1 + V_2$  matematiksel modeli ile bulunur.



Üreteçlerin aynı kutupları birbirine bağlanarak oluşturulan ters seri bağlanmada M ve N noktaları arasındaki potansiyel fark

$$V_1 > V_2 \text{ ise } V_{MN} = V_1 - V_2,$$

$$V_1 = V_2 \text{ ise } V_{MN} = 0,$$

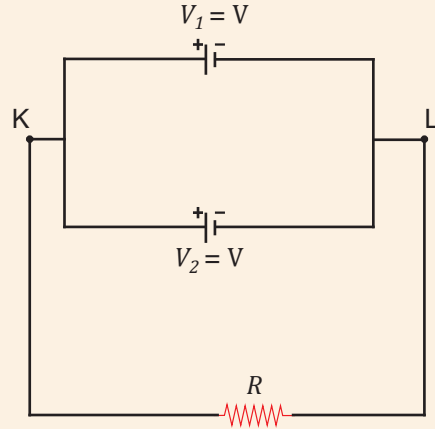
$$V_2 > V_1 \text{ ise } V_{MN} = V_2 - V_1 \text{ olur.}$$

Devre akımının yönü, potansiyel farkı büyük olan üretecin + kutbundan – kutbuna doğrudur. Seri bağlı üreteç sayısı arttıkça her bir üreteçten çekilecek elektrik akımı artacağından üreteçler daha erken tükenir.

## Paralel Bağlanma

Şekildeki gibi üreteçlerin aynı kutuplarının kendi aralarında birbirlerine bağlanması ile oluşturulan paralel bağlanmada K-L noktaları arasındaki potansiyel fark, tek bir üretecin potansiyel farkına eşit olup

$$V_{KL} = V_1 = V_2 = V \text{ biçiminde ifade edilir.}$$



Ana kol akımı, üreteç sayısına bağlı değildir. Paralel bağlı üreteç sayısı arttıkça her bir üreteçten çekilecek elektrik akımı azalacağından üreteçler daha geç tükenir.

Paralel bağlama; genellikle daha uzun pil ömrü sağlamak, seri bağlama daha yüksek bir potansiyel fark elde etmek amacıyla tercih edilir.



**Ders Öncesi Hazırlık:** 3.4. Etkinlik için "Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemler" ile ilgili araştırma yaparak elde ettiğiniz verileri raporlaştırınız. Yararlandığınız kaynakları raporda belirtiniz. Hazırladığınız raporu sınıfta arkadaşlarınıza sununuz.

Araştırma sürecinde

- hangi dijital ve basılı kaynaklardan yararlanacağınızı,
- hangi anahtar kelimeleri kullanacağınızı belirleyiniz.

Sunumunuzda kullanacağımız konu ile ilgili görsel, renkli kalem gibi malzemeleri yanınızda getiriniz.

## 3.6. ELEKTRİK AKIMININ OLUŞTURABİLECEĞİ TEHLİKELERE KARŞI ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

### Konuya Başlarken



Elektrik enerjisi günümüzde ulaşım, iletişim, sağlık, tarım, sanayi ve daha birçok alanda yaygın bir biçimde kullanılır. Elektrik enerjisinin bu kadar geniş bir kullanım alanına sahip olması güvenli bir şekilde yönetilmesini zorunlu kılar.

Elektrik akımı, doğru şekilde kullanılmadığında veya gerekli önlemler alınmadan kullanıldığında elektrik çarpması başta olmak üzere çeşitli tehlikelere yol açabilir. Şekildeki elektrik panoları gibi yüksek gerilim içeren alanlarda çalışan kişilerin koruyucu ekipman kullanması oldukça önemlidir. Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı bilinçlenmek ve gerekli önlemleri almak büyük önem taşır.



Bir elektrik panosu

**Elektrik kullanımındaki olası tehlikeler ve bu tehlikelere karşı alınması gereken önlemler neler olabilir?**

**Olası elektrik çarpmasında tehlikenin boyutunu elektrik potansiyeli mi yoksa elektrik akımı mı belirler?**

**İnsan vücudunun direnci kuru, ıslak veya terli iken kaç ohm olabilir?**

**Elektrik tesisatlarındaki kablolar tutuşabilir mi, bunu önlemek için ne tür tedbirler alınmalıdır?**

**Banyo gibi ıslak zeminlerde ve diğer ortamlarda elektrik kullanımına bağlı tehlikeler benzer midir?**

### 3.4. Etkinlik



Adı	ELEKTRİK AKIMININ TEHLİKELERİ
Amaç	Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemlerle ilgili bilgi toplayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Renkli karton kâğıtlar, ilgili görseller, renkli kalemler
Yönerge	Aşağıda verilen işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız. Hazırlayacağınız poster öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde en az dört kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Ders öncesinde elektrik akımının günlük hayatta oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemlere yönelik yaptığınız araştırmaları kendi grubunuzla tartışınız.
3. Kendi grubunuzla derlediğiniz bilgileri sınıf ortamında tartışarak bilgilerin doğruluğunu test ediniz.
4. Araştırma sonucunda elde ettiğiniz ve doğruladığınız bilgileri derleyerek elektrik akımının insan sağlığı üzerinde oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemleri açıklayan bir farkındalık posteri hazırlayınız.
5. Hazırladığınız posteri öğretmeninizin rehberliğinde sınıfta arkadaşlarınıza sununuz. Hazırlanan farkındalık posterlerini okul panosunda sergileyiniz.

### Değerlendirme

1. Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikeler nelerdir? Açıklayınız.

- 2. Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı alınması gereken önlemler nelerdir? Açıklayınız.

Yandaki karekodu kullanarak “Dereceli Puanlama Anahtarı”na ulaşabilirsiniz.



**E**lektrik, günlük hayatta kullanılan birçok cihazı çalıştırmasına rağmen, gerekli güvenlik önlemleri alınmadığı takdirde ciddi tehlikeler oluşturabilir. Bu nedenle, elektrikli cihazların tasarlanmış oldukları ve üreticileri tarafından belirtilen gerilim aralığında kullanılması, cihazların güvenli bir şekilde çalışmasını sağlar.

Günlük hayattaki elektrik tesisatlarında priz ve duylar birbirine paralel bağlıdır. Dolayısıyla çalıştırılan her priz ve açılan her lamba, eşdeğer direnci azaltır. Eşdeğer direncin azalması, çekilen akımın artmasına neden olur. Akımın artması sıcaklığın artmasına, sıcaklığın artması ise kablo üzerindeki yalıtım malzemesinin erimesine sebebiyet verebilir. Kablo üzerindeki yalıtım malzemesi eridiğinde kısa devre meydana gelebilir. Bu gibi durumlarda sigorta devreye girerek oluşabilecek tehlikelere karşı devrenin akımını keser.

Elektronik aletlerin kullanımı hayli yaygın olduğundan kişiler çeşitli sebeplerle elektrik akımına maruz kalabilmektedir. İnsan vücudundan geçen elektrik akımının vereceği zarar; akımın büyüklüğüne, süresine ve vücutta izlediği yola bağlı olarak değişir. Akım yolu, kalbin üzerinde olduğunda akımın vücuda vereceği zarar daha fazladır. Çekilen akımın büyüklüğü, kişinin vücut direncine göre değişiklik gösterebilir. İnsan vücudunun direnci; kuru iken yaklaşık 100.000-500.000  $\Omega$ , ıslak iken ise yaklaşık 500-1000  $\Omega$ 'dur. Vücut ıslak iken direnci düşük olduğundan aynı potansiyel fark altında ıslak vücuttan geçen akım, kuru vücuttan geçen akımdan fazla olur. Terleme, sıcaklık, bireysel özellikler, psikolojik durum gibi birçok faktör de kişinin vücut direncini etkilemektedir.

Elektrik akımının oluşturabileceği tehlikeler üç başlık altında toplanabilir:

1. Sinirler, kaslar ve kalp üzerine doğrudan etkisi,
2. Isınma sebebiyle meydana gelen yanıklar,
3. Düşme veya çarpma sonucu meydana gelen yaralanmalar.

### Sigorta

Günlük hayatta kullanılan elektronik cihazları aşırı akımdan koruyarak cihazların zarar görmesine engel olan alettir. Sigortanın içindeki direnç, üzerinden akım geçtiğinde elektrik enerjisini ısı enerjisine dönüştürür. Sigortadan geçen akım arttıkça açığa çıkan ısı enerjisi de artar. Sigortanın tipine göre ısı enerjisi arttıkça direnç görevi yapan tel eriyip kopabilir ya da başka bir bağlantıyı eriterek devreyi açabilir. Bu duruma sigorta atması denir.





▲ **Görsel 3.4:** Yüksek gerilim simgesi



▲ **Görsel 3.5:** Prizin kapatılması



▲ **Görsel 3.6:** Yuvasından çıkmış priz

Elektrik kaynağı ile teması devam eden kişiye asla dokunulmamalı, mümkünse derhal elektrik akımı durdurulmalıdır. Akımın durdurulması mümkün değilse iletken olmayan bir malzeme kullanılarak kişinin akım ile teması kesilmelidir.

Ardından 112 aranarak akımdan etkilenen kişinin en yakın sağlık kuruluşuna nakli sağlanmalıdır. Olay yerinde bir ilk yardımcı var ise ilk yardıma başlanmalıdır.

Elektrik akımının tehlikelerinden korunmak için alınabilecek tedbirlerden bazıları aşağıda verilmiştir:

- Elektrik uyarı levhaları dikkate alınmalıdır (Görsel 3.4).
- Elektrikli aletler ve prizlere ıslak elle temas edilmemelidir.
- Elektrikli aletler ıslak zeminde kullanılmamalıdır.
- Prizler topraklı olmalıdır.
- Prizlere emniyet kapağı takılmalıdır (Görsel 3.5).
- Bir prize birden fazla fiş takılmamalıdır.
- Yuvalarından çıkmış prizler tamir edilmelidir (Görsel 3.6).
- Prizlere çıplak elle dokunulmamalı ve iletken cisimler sokulmamalıdır.
- Hasar görmüş kablolar kullanılmamalıdır.
- Kullanılmayan elektrikli aletlerin fişi prizden çıkarılmalıdır.
- Elektrik tesisatı tamiraty yapan kişiler uygun yalıtkan malzemeden yapılmış kıyafet ve alet kullanmalıdır.
- Sigorta kapalı konuma getirilmeden elektrikle ilgili hiçbir iş yapılmamalıdır.
- Elektrikli ev aletlerinin kullanım talimatlarına uyulmalıdır.

### Örnek

#### Elektrik çarpması sırasında bir insanın elektrik akımından ne kadar etkileneceğini belirleyen faktörler ile ilgili

- I. İnsan vücudunun ıslak olması, vücut direncini düşürür ve insanın elektrik akımından daha fazla etkilenmesine sebep olur.
- II. Elektrik akımının etki süresinin artması, oluşacak hasarı artırır.
- III. Elektrik akımının insan vücudu üzerindeki geçiş yolu, insan vücudunda oluşturacağı hasar miktarını etkiler.

**İfadelerinden hangisi veya hangileri doğrudur?**

### Çözüm

Elektrik akımına maruz kalan kişinin elektrik akımından etkilenme derecesi; vücudunun kuruluşu, akıma maruz kalma süresi, kıyafetleri, vücut sıcaklığı gibi bireysel durumlar ile akımın vücuttaki geçiş yoluna bağlıdır. Bu durumda verilen ifadelerin hepsi doğrudur. Cevap I, II ve III olur.



## 3.7. TOPRAKLAMANIN ÖNEMİ

### Konuya Başlarken



Günlük hayatta vücutta biriken fazla statik elektriğin atılması için toprağa yalın ayak basılması tavsiye edilir. Böylece vücuttaki fazla elektrik yükü toprağa geçirilir ve kişinin kendini daha iyi hissetmesi sağlanır. Benzer şekilde hayatın her alanında kullanılan elektrik tesisatlarında oluşan fazla elektrik akımı da cihazların arızalanmasına, elektrik çarpmasına yol açabilir. Bu gibi tehlikelerin önüne geçebilmek için topraklama sistemi ile fazla elektrik yükleri toprağa aktarılmaktadır. Elektriğin güvenli kullanımı için binalarda topraklı priz kullanılmalıdır.



Topraklı priz

**Evlardaki olası elektrik kaçağının sonuçları neler olabilir?**

**Bir elektrik kaçağı ihtimaline karşı hangi önlemler alınabilir?**

**Topraklı priz ile diğer prizler arasındaki farklar neler olabilir?**

### 3.5. Etkinlik



Adı	TOPRAKLAMA
Amaç	Topraklama olayının önemini sorgulayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Renkli karton kağıtlar, ilgili görseller, renkli kalemler
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonundaki değerlendirme sorularını cevaplayınız. Hazırlayacağınız sunum öğretmenin tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

- Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen çalışma grupları oluşturunuz.
- Binaya yıldırım düşmesine karşı kullanılan yıldırımsavarların ve elektrik akımının oluşturabileceği tehlikelere karşı elektrik tesisatında kullanılan topraklı prizlerin çalışma sistemleri hakkında aşağıda verilen soruları öğretmeninizin rehberliğinde tartışınız.
  - Yıldırımsavarlar, binaya düşen yıldırımı etkili bir şekilde toprağa ileterek elektrik çarpması ya da yangınları nasıl önler?
  - Bir bina üzerinde paratoner bulunmadığında yıldırım düşmesi sonucu oluşabilecek tehlikeler ve bu tehlikelerin insanlara etkileri neler olabilir?
  - Bir binada paratoner sistemi olmasa dahi elektrik tesisatının topraklı prizlerle döşenmiş olması binanın elektriksel güvenliğini sağlar mı?
  - Kaçak elektrik akımının vücut üzerinden geçmesi durumunda ne tür tehlikeler oluşabilir?
  - Topraklama sisteminin elektrik güvenliği açısından önemi nedir?
- Soru-cevap etkinliği sonucunda topraklamayı kendi cümleleriniz ile tanımlayarak aşağıdaki alana yazınız.

Topraklama:

- 4. Grup içindeki arkadaşlarınıza 5N1K sorularından yararlanarak topraklama hakkında sorular sorunuz. Aldığınız cevapları arkadaşlarınızla tartışarak aşağıdaki şablona kısaca yazınız.

Ne?	Topraklamanın işlevi nedir?	
Nerede?	Topraklama nerede ve ne şekilde kullanılır?	
Ne zaman?	Topraklama ne zaman işe yarar?	
Neden?	Topraklama neden önemlidir?	
Nasıl?	Topraklama nasıl yapılır?	
Kim?	Topraklama kimler tarafından yapılır?	

- Verilen cevaplar doğrultusunda topraklama hakkında güvenilir kaynaklardan araştırma yapınız. Araştırma yaparken hedefinize uygun strateji, yöntem veya teknikleri kullanınız. Kaynaklarınızın güvenilir olmasına dikkat ediniz.
- Elektrik akımı hakkında önceden öğrendiğiniz konularla topraklama hakkında topladığınız bilgileri değerlendiriniz.
- Topraklama hakkında topladığınız bilgilerin doğruluğunu öğretmeninizin rehberliğinde arkadaşlarınızla tartışarak değerlendiriniz.
- Doğruluğunu teyit ettiğiniz bilgiler ışığında topraklamanın güvenli elektrik kullanımındaki önemine yönelik çıkarımınızı yazınız.
- Elektrik akımından kaynaklanan tehlikelere karşı alınacak önlemler ile topraklamanın önemi hakkında topladığınız bilgileri kullanarak grup arkadaşlarınızla sunum hazırlayınız. Hazırladığınız sunumu sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.

### Değerlendirme

- Topraklama nedir? Açıklayınız.

- Paratoner ve topraklı prizlerin çalışma sistemlerini açıklayınız.

- Güvenli elektrik kullanımında topraklamanın önemini açıklayınız.

- 4. Elektrik kaçağı olan topraklama yapılmış buzdolabı ve topraklama yapılmamış buzdolabına dokunan vücut direnci  $2000 \Omega$  olan bir insanın üzerinden geçebilecek elektrik akımı büyüklüklerini hesaplayınız.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



▲ **Görsel 3.7:** Topraklı priz

Elektrikli cihazlarda çeşitli nedenlerden elektrik kaçağı meydana gelebilir. Elektrik kaçağı olan bir cihazın insan vücudunun herhangi bir noktasına temas etmesi durumunda kişiyi elektrik çarpabilir. Bu durum sadece insanlar için değil tüm canlılar için çok tehlikelidir. Elektrikli cihazların herhangi bir elektrik kaçağı tehlikesine karşı bir iletkenle toprağa gömülü hâldeki sisteme bağlanmasına **topraklama** denir. Elektrik devrelerindeki topraklamanın şematik gösterimi  $\perp$  şeklindedir. Görsel 3.7'deki gibi toprak bağlantısı olan prizler **topraklı priz** olarak adlandırılır. Elektrik kaçağı tehlikesini önlemek için topraklı prizler kullanılır. Bu prizler, bir iletken ile Görsel 3.8'deki gibi topraktaki topraklama çubuğuna bağlanır. Bu şekilde elektrik sistemindeki kaçak ya da fazla elektrik akımı iletkenlerle toprağa aktarılır.



▲ **Görsel 3.8:** İletken topraklama kablosunun topraklama çubuğuna kaynaklanması

Görsel 3.9'da gösterilen paratoner, insanların yoğun olarak bulunduğu bölgelerde yıldırımın olası zararlarını önleyen bir çeşit topraklama sistemidir. Elektrik yüklerinin sivri alanlarda toplanması sebebiyle sivri bir şekilde yapılan paratoner, fazla elektrik yüklerini kontrollü ve güvenli bir sistem ile toprağa aktarır. Bina çatıları ve cami minareleri gibi yüksek yerlere yerleştirilen yıldırımsavarlar, bakır bir iletken ile toprağa bağlıdır. Bu sayede bina, olası bir yıldırımın zararlı etkilerinden korunmuş olur. Petrol taşıyan tankerlerin arkasına zincir bağlanması, ameliyathanelerde zeminin iletken bir madde ile kaplanması, LPG istasyonlarında topraklama yapılması, elektrik ile ilgilenen kişilerin bileklerine özel bir bileklik takılması topraklamanın günlük hayatta kullanıldığı yerlere örnek olarak verilebilir.



▲ **Görsel 3.9:** Paratoner

$220 V$ 'ta insan vücudunun ortalama direncinin  $500-500.000 \Omega$  arasında olduğu kabul edilir. Günlük hayatta kullanılan potansiyel fark  $220 V$ 'tur.  $1000 \Omega$ 'luk vücut direncine sahip bir kişinin elektrik kaçağı olan topraklanmamış bir buzdolabına dokunduğu düşünülüğünde kişinin üzerinden geçen akımın büyüklüğü Ohm Yasası kullanılarak

$$I = \frac{V}{R} = \frac{220}{1000} = 0,22 A = 220 mA \text{ şeklinde hesaplanabilir.}$$

Elektrik çarpmasına karşı insan vücudunun güvenli kabul edilen akım sınırı yaklaşık  $30 mA$ 'dir. Bu durumda elektrik kaçağı olan topraklanmamış bir elektrikli alete dokunulduğunda ölümcül kazalar yaşanabilir. Elektrikli aletin topraklanması durumunda cihazdaki olası bir elektrik kaçağı, cihaza dokunan canlı üzerinden değil iç direnci oldukça düşük olan toprak hattı üzerinden geçer. Bu durumda elektrikle temas eden canlının çarpılma riski azaltılmış olur.

Günlük hayatta kullanılan elektrikli cihazların güç tüketimi ile elektrik akımının insan vücudu üzerindeki etkileri Tablo 3.1'de gösterilmektedir. Elektrik güvenliği açısından cihazların güç değerlerine dikkat edilmelidir.

**Tablo 3.1:** Elektrikli Cihazların İnsan Vücudu Üzerindeki Etkisi

No	Akım Değeri	Cihazın Güç Tüketimi	Risk Durumu
1	$\leq 1$ mA	$< 0,1$ W	Hissedilmez.
2	$\geq 1$ mA	0,2 W	Hafif karıncalanma hissedilir.
3	$\geq 2$ mA	0,4 W	Çok hafif bir şok yaşanır.
4	$\geq 5$ mA	1 W	Küçük bir şok yaşanır ancak bu durum kişiye zarar vermez. Sigorta devreye girer.
5	$\geq 10$ mA	2 W	Şoku bırakmak zordur.
6	$\geq 20$ mA	4 W	Kas kasılması nedeniyle donmuş gibi hissedilir.
7	$\geq 30$ mA	5 W	Nefes almada zorluk yaşanabilir.
8	$\geq 60$ mA	11 W	Solunum kasları felç olur, ağrı hissedilir.
9	$\geq 90$ mA	16 W	1. derece yanık oluşabilir, kalp atışı durabilir.
10	$\geq 100$ mA	18 W	2. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %50'dir.
11	$\geq 200$ mA	36 W	3. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %30'dur.
12	$\geq 300$ mA	55 W	3. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %10'dur.
13	$\geq 1000$ mA	180 W	4. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %5'tir.
14	$\geq 10.000$ mA	1800 W	4. derece yanık oluşabilir. Hayatta kalma olasılığı %1'dir.

### Örnek



Yandaki görselde bir paratonerin çalışma sistemi şematik olarak gösterilmiştir.

#### Buna göre paratonerle ilgili

- I. Bir tür topraklama sistemidir.
- II. Canlıları yıldırımın zararlı etkilerine karşı korur.
- III. İstenmeyen elektrik yükünün toprağa aktarılması işlemini yapar.

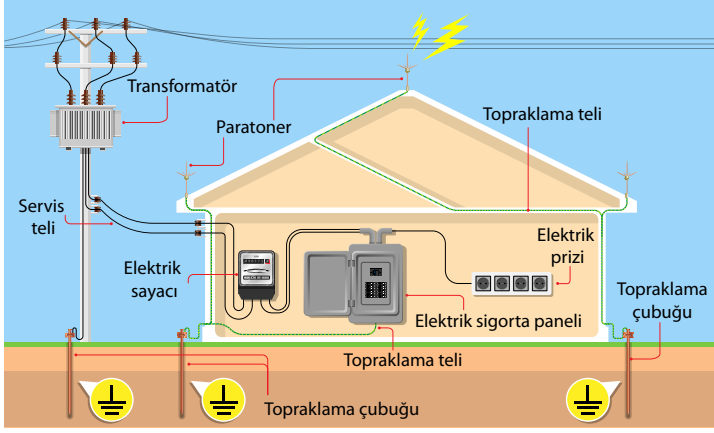
**İfadelerinden hangileri doğrudur? Açıklayınız.**

### Çözüm

Paratoner, istenmeyen elektrik yüklerinin toprağa aktarılması işlemini yapan ve bu şekilde canlıları yıldırımın zararlı etkilerine karşı koruyan bir tür topraklama sistemidir. Buna göre doğru cevap I, II ve III'tür.

## 3.18. Soru

Aşağıdaki görselde bir evde elektrik sisteminin güvenliği için yapılan topraklama uygulamaları gösterilmektedir.



Görseli inceleyerek topraklama işleminin yapıldığı yerleri yazınız.

## Cevap

Empty grid area for writing the answer.

## Kontrol Noktası



Topraklama olayına ait bilgiler aşağıda verilmiştir:

Paratoner, binaları ve yapıları yıldırımın zararlı etkilerinden korumak için kullanılan bir güvenlik sistemidir.

Bir cisimde biriken fazla elektrik yükünün güvenli bir şekilde toprağa aktarılması işlemidir. Genellikle negatif yükler iletken bir tel aracılığıyla toprağa yönlendirilerek elektriksel denge sağlanır.

TOPRAKLAMA

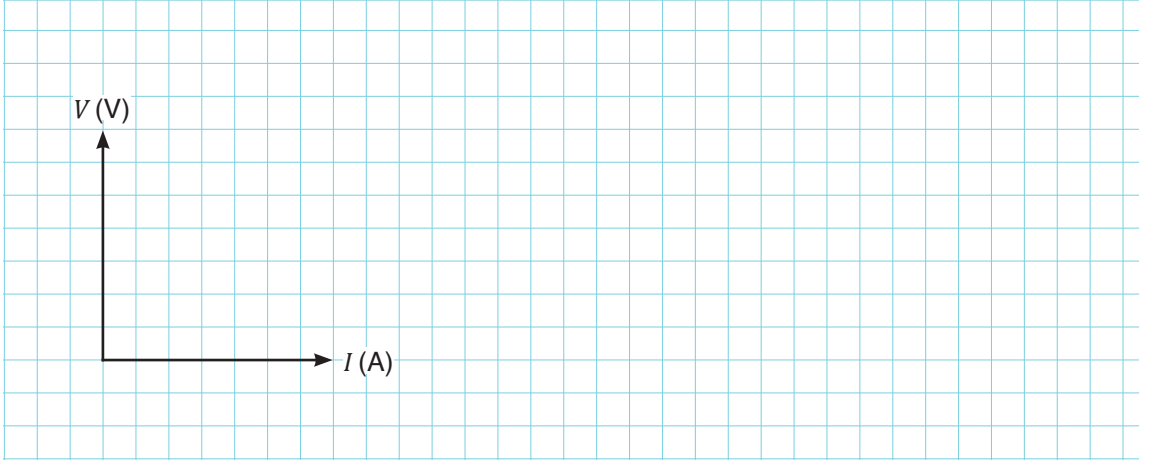


Elektrikli cihazlardan kaynaklanan olası elektrik kaçaklarına karşı topraklama sistemi kullanılır. Bu şekilde cihazdaki elektrik kaçağı, cihaza dokunan canlı üzerinden değil iç direnci oldukça düşük olan toprak hattı üzerinden geçer. Böylece cihaza dokunan canlının çarpılma riski engellenmiş olur.

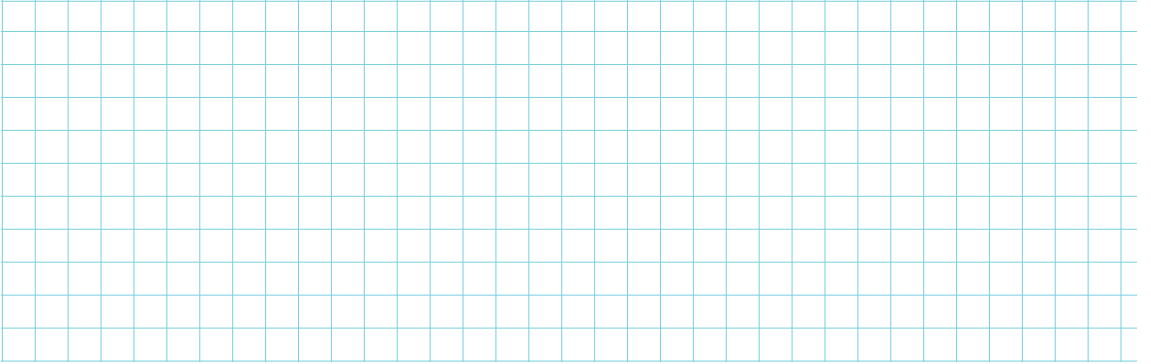




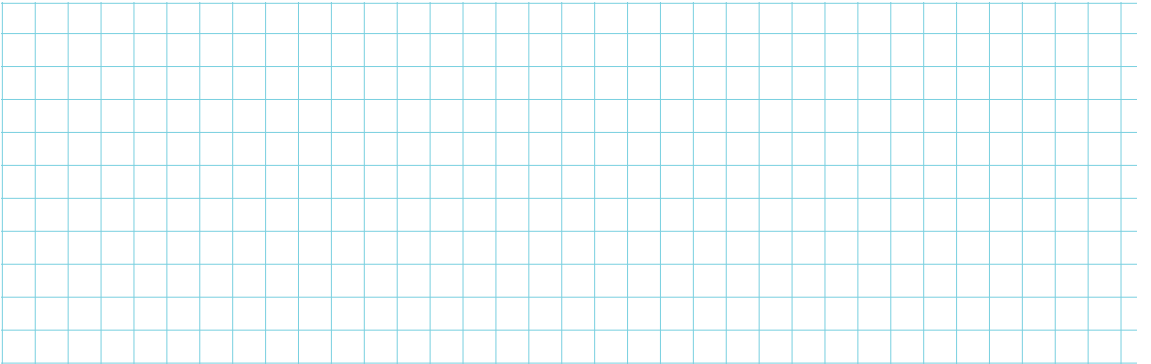
b) Tablo 2'deki verileri kullanarak devrenin  $V$ - $I$  grafiğini çiziniz.



c) Çizdiğiniz grafikleri farklılıkları açısından karşılaştırınız.



ç) Potansiyel fark ve elektrik akımı arasındaki ilişkiyi açıklayınız. Elde ettiğiniz verileri kullanarak Ohm Yasası'nın matematiksel modelini yazınız.

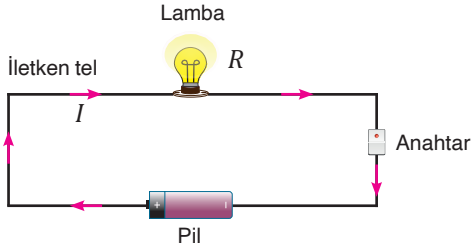


d) Herhangi bir potansiyel fark değeri için Ohm Yasası'nı kullanarak her iki devrede kullanılan direnç değerini hesaplayarak tabloda ilgili alana yazınız. Elde ettiğiniz sonuçları yorumlayınız.

Deney	Potansiyel Fark (V)	Elektrik Akımı (A)	Direnç ( $\Omega$ )
1			
2			



5.



Fuat, çardaklarında kullanacağı aydınlatma için yanda verilen şekildeki basit elektrik devresinden yararlanarak özdeş pil ve lambalarla ışık sistemi oluşturmayı planlamaktadır. Bu amaçla 2 V'luk 5 adet pil ve bir adet lamba kullanarak biri uzun süre, diğeri daha parlak ışık verecek şekilde iki farklı devre oluşturmak istemektedir. Fuat'ın planladığı devreler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Buna göre

a) Aşağıdaki tabloda pillerin bağlanma türlerine göre istenilen bilgileri yazınız.

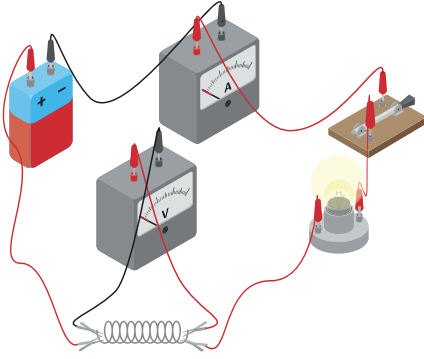
Devre No.	Pillerin Bağlanma Şekli	Pillerin Toplam Potansiyel Farkı ( $V_T$ )	Ana Kol Akımı ( $I$ )	Pillerden Çekilen Akım ( $I'$ )
1				
2				
3				
4				
5				
6				







9.



Görselde bir lamba, bir direnç, anahtar ve üreteçten oluşan basit elektrik devresi gösterilmektedir. Devrenin ana kol akımı ampermetre ve direnç üzerindeki potansiyel fark voltmetre ile ölçülmektedir.

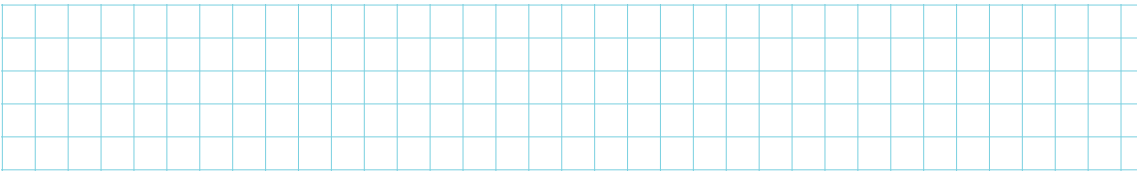
Buna göre

- a) Üreteç değeri 1,5 V iken ampermetre ve voltmetrede okunan değerler tabloda verilmiştir. Tabloda boş bırakılan alanları doldurunuz. Elektrik akımı, direnç ve potansiyel fark arasındaki ilişkiyi belirleyerek Ohm Yasası'nın matematiksel modelini yazınız.

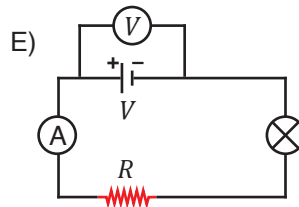
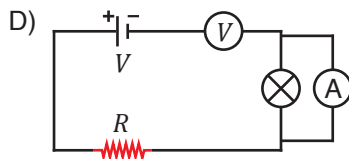
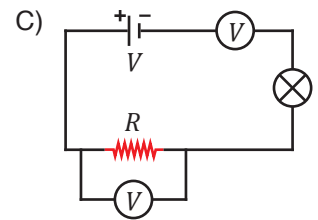
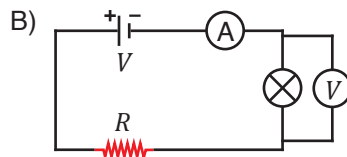
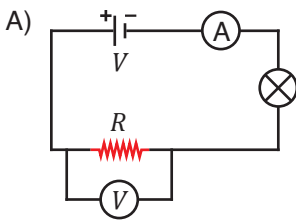
Üreteç (V)	Voltmetre (V)	Ampermetre (A)	Direnç ( $\Omega$ )
1,5	1	1	
3			
4,5			



- b) Lambanın devreden çıkarılması durumunda voltmetre ve ampermetrenin gösterdiği değerleri Ohm Yasası'nı kullanarak bulunuz.



- c) Yukarıdaki elektrik devresinin şematik gösterimi aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?







# 4. ÜNİTE

# DALGALAR

- 4.1. Dalgaların Temel Kavramları
- 4.2. Dalgaların Sınıflandırılması
- 4.3. Dalgaların Yayılma Süratini Etkileyen Etmenler
- 4.4. Periyodik Hareketler
- 4.5. Su Dalgalarında Yansıma ve Kırılma
- 4.6. Rezonans ve Deprem

## ► Anahtar Kavramlar

- dalga tepesi
- dalga çukuru
- dalga boyu
- frekans
- periyot
- genlik
- dalgaların yayılma sürati
- mekanik dalga
- elektromanyetik dalga
- titreşim doğrultusu
- enerji biçimi
- periyodik hareket
- salınım hareketi
- doğal titreşim frekansı
- yansıma
- kırılma
- deprem
- rezonans
- odak noktası
- merkez üssü
- depremin şiddeti
- depremin büyüklüğü

## ► Bu ünite sizlerden

- dalgaların temel kavramlarını tanımlayabilmeniz,
- dalgaları özelliklerine göre sınıflandırabilmeniz,
- dalgaların yayılma süratini etkileyen etmenleri gözlemleyebilmeniz,
- periyodik hareketlere ilişkin deneyimlerinizi yansıtabilmeniz,
- su dalgalarında yansıma ve kırılma olaylarına ilişkin çıkarımlar yapabilemeniz,
- rezonans ve depreme ilişkin kavramlar üzerinden depremi sorgulayabilmeniz

beklenmektedir.

Ünite sizlerden açık uçlu soruları çözmeniz, eşleştirme yapmanız, boşluk doldurma sorularını çözmeniz, öz değerlendirme formunu doldurmanız, yapılandırılmış grid, tanılayıcı dallanmış ağaç ve doğru yanlış sorularını çözmeniz, çalışma yaprağını doldurmanız, kavram haritası ve konu ile ilgili performans görevi hazırlamanız, ürün veya model geliştirmeniz ve ünite sonu ölçme ve değerlendirme sorularını cevaplamanız istenecektir.



Ünite Karekodu



Ünite sunusuna  
ulaşmak için  
karekodu okutunuz.



Dalgalarla hayatın pek çok alanında karşılaşmaktadır. Örneğin su yüzeyinde oluşan dalgaların yayılması, ses dalgalarının kaynağından daha uzakta da duyulabilmesi, yerin kilometrelerce altında oluşan bir depremin yüzeyde de hissedilmesi gibi olaylar dalgaların taşıdığı enerji ile açıklanır. Dalgalar, taşıdığı enerjiye ve yayılma doğrultusuna göre sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma dalgaların tanımlanması ve incelenmesi açısından önem taşır. Dalgaların farklı türleri olsa da onları tanımlayan temel kavramlar ortaktır. Bu kavramlar sayesinde dalgaların enerjisi, sürati gibi fiziksel büyüklükler belirlenebilir.

Dalga süratının ortam koşullarına bağlı olarak değişim göstermesinden birçok teknolojik cihazın geliştirilmesinde yararlanılmıştır. Örneğin bazı canlıların ses dalgalarının yayılma özelliklerini kullanarak yönlerini tayin etmesi ultrason ve radar gibi cihazların geliştirilmesine ilham kaynağı olmuştur. Ayrıca düzenli hareket eden gök cisimlerinin gözlemlenmesiyle oluşturulan takvimler sayesinde mevsimlerin ve diğer astronomik olayların önceden tahmin edilmesi mümkün hâle gelmiştir. Tıp, ulaşım, haberleşme gibi alanlarda kullanılan dalga türleri insan hayatını kolaylaştırıcı etkilere sahipken deprem, tsunami (dev dalga) gibi dalgalar doğal afetlere neden olarak yıkıcı etkiler oluşturabilmektedir. Günümüzde teknolojik ilerlemelerin önemli bir parçası olan dalgaların özelliklerini anlamak ve bu özelliklerden yararlanmak, gelecekte güvenli ve sürdürülebilir bir yaşam için büyük bir öneme sahiptir.

## Üniteye Başlarken

Bir gitarın tellerine vurulduğunda oluşan titreşimler, havada dalgalar hâlinde yayılarak kulak zarına çarpar ve kulak zarını titreştirir. Kulak içinde bu titreşimler sinyallere dönüştürülür, sinyaller işitme sinirleri aracılığıyla beyne taşınır. Bu sinyaller beyinde yorumlanır ve müziğin algılanması sağlanır. Yavaş bir tempo ile çalınan şarkılar insanda sakin ve dingin duygular uyandırırken temposu hızlı olan şarkılar enerjik davranışlar ve heyecan verici duygular oluşturur.

**Neden gitarın her bir teli farklı ses çıkarır?**

**Müziğin sesini uzayda duymak mümkün müdür?**

Göle atılan taşlar, suyun yüzeyinde dalgalar oluşturur. Bu dalgalar birleşerek karmaşık dalga görüntüleri meydana getirir. Oluşan dalgalar bir süre sonra yavaş yavaş kaybolur.

**Su yüzeyinde oluşan dalgalar dairesel yayılma dışında başka hangi şekillerde yayılabilir?**

**Göldeki dairesel su dalgalarının farklı büyüklüklerde olmasının sebebi ne olabilir?**

Yarasalar yönlerini bulmak için ses dalgalarını kullanır. Bir yarasa, çıkardığı sesin bir engelden yansıyıp dönene kadar geçen zamanı belirleyerek kendisinin engele olan uzaklığını kestirebilir. Ekolojyon olarak adlandırılan yarasaların bu yeteneğinin taklit edilmesiyle geliştirilen ultrason görüntüleme sistemleri, tıpta vücut dokularının detaylı incelenmesinde kullanılmaktadır. Benzer şekilde radar sistemleri de uzak mesafelerdeki nesnelere tespit edilmesi ve konumlarının belirlenmesi amacıyla tasarlanmıştır.

**Yarasaların çıkardığı ses dalgalarının hızı farklı yoğunluktaki hava katmanlarında nasıl etkilenir?**

Japonya'nın Shinkansen (Şinkansen) isimli hızlı tren sistemi, dünyanın en gelişmiş ve en güvenli demir yolu ağlarından biridir. Bu sistem, deprem riskinin dünyada en yüksek olduğu bölgelerden birinde olması nedeniyle sismik hareketlere karşı son derece duyarlı bir şekilde tasarlanmıştır. Bu sayede tren, deprem sırasında otomatik olarak durur ve yolcuların güvenliğini sağlar.

**Deprem etkilerinden korunmak için teknolojik olarak neler yapılabilir?**

**Deprem dalgalarının oluştuğu bölgeden başlayarak daha uzak mesafelere kadar yayılmasında ortamın etkisi nedir?**



Gitar



Gölde oluşan su dalgaları



Ultrason cihazı



Shinkansen hızlı treni

## Ön Değerlendirme

A) Aşağıda verilen görsellerle ilgili soruları ön bilgilerinizden yararlanarak ya da tahminde bulunarak cevaplayınız. Cevaplarınızı sınıf arkadaşlarınız ile karşılaştırarak eksiklerinizi belirleyiniz.



1. Yukarıdaki görseller hangi hareket türüne örnek verilebilir? Görsellerdeki hareket türünü belirtmek için görsele ait harfi aşağıda verilen hareket türüyle ilgili kutucuğa yazınız. Bir görsele birden fazla hareket türü olduğunu düşünüyorsanız her bir hareket için ilgili alana harflendirme yapınız.

Öteleme Hareketi

Dönme Hareketi

Titreşim Hareketi




2. Günlük hayattan Türk bayrağının hareketine benzetebileceğiniz bir örnek veriniz.

3. b ve e görsellerinde yer alan hareket türleri arasındaki farklılıklar nelerdir? Kısaca açıklayınız.

B) Bir araştırmacı, kanyonun yamacında durur ve bağırır. Araştırmacının sesi karşı taraftaki yamaca çarpar ve bulunduğu yere döner. Dolayısıyla yankı oluşturur. Araştırmacı, kendi sesinin çıkışı ile dönüşü arasındaki süreyi 2 s olarak ölçer.

1. Sesin yayılma sürati yaklaşık 340 m/s kabul edilirse araştırmacı kanyonun iki yamacı arasındaki uzaklığı kaç m olarak hesaplar?

2. Araştırmacı, havanın daha sıcak olduğu bir zamanda aynı konumda durup bağırıyorsa bu durumun sesin yankı süresine etkisi ne olurdu?

## 4.1. DALGALARIN TEMEL KAVRAMLARI

### Konuya Başlarken



Stadyumdaki seyircilerin sırayla ayağa kalkıp oturmasıyla oluşturulan Meksika dalgası, bir dalganın su yüzeyinde yayılmasına benzetilebilir. Bu hareketle oluşturulan dalga, stadyumdaki seyircilerin sırayla ve kısa sürede ayağa kalkıp oturmasıyla oluşturulan bir tür ritimdir. Bu ritim genellikle tribün boyunca devam eder ve bir dalgalanma meydana gelir. Oluşan dalgalanma su yüzeyindeki dalgaların yayılırken bir kayığı yukarı kaldırıp aşağı indirmesine benzetilebilir.



Meksika dalgası

**Meksika dalgası ve su dalgası arasındaki farklılıklar neler olabilir?**

**Meksika dalgasını az sayıda seyirci ile oluşturmak mümkün olabilir mi?**

**Günlük hayatta karşılaşılan hangi hareketler dalga hareketlerine örnek olarak verilebilir?**

### 4.1. Etkinlik



Adı	DALGALARIN TEMEL ÖZELLİKLERİ
Amaç	Dalgalara ait temel kavramları tanımlayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Kronometre, 50 cm uzunluğunda ip, yay, küçük tahta bloklar
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- Önceki öğrenmelerinizden yola çıkarak dönme, öteleme ve titreşim hareketlerinin tanımlarını kendi cümleleriniz ile yazınız.

Dönme Hareketi:

Öteleme Hareketi:

Titreşim Hareketi:

- Yandaki karekodu kullanarak verilen dalga videolarını inceleyiniz. Aşağıda verilen açıklamalara göre dalga hareketlerinin benzerlerini öğretmeninizin rehberliğinde yaratıcı drama veya rol oynama gibi teknikler kullanarak sınıfta arkadaşlarınızla yapınız. Hareket başlayıp bitinceye kadar geçen süreyi ölçünüz.



#### Meksika Dalgası Hareketi

Öğrenciler, yan yana ve arka arkaya dizilen sıralara oturur ve kollarını aşağıya doğru olacak şekilde iki yana serbest bırakırlar. Sağ ya da sol başta arka arkaya oturan öğrenciler, konumunu değiştirmeden kollarını yukarı hareket ettirerek ayağa kalkar ve ardından kollarını aşağı indirerek otururlar. Hareketi yapan öğrenciler oturduğu anda onların yanındaki öğrenciler aynı hareketi tekrar ederler. Hareket, son sıraya dek bu şekilde devam ettirilir.

#### Su Dalgası Hareketi

Öğrenciler, iç içe halkalar oluşturacak şekilde sıralanır ve oluşan halkaların merkezine bir öğrenci yerleştirilir. Merkezdeki öğrenci kollarını havaya kaldırır ve çevresindeki ilk halkada yer alan tüm öğrenciler aynı anda ve geriye doğru bir adım atar. Ardından ikinci halkadaki tüm öğrenciler aynı anda ve geriye doğru bir adım atar. Son halkaya kadar bu hareket devam eder.

### ► Yay Dalgası Hareketi

Öğrenciler, sınıfın genişliğine göre aralarında belirli bir mesafe olacak şekilde yan yana dizilerek el ele tutuşurlar. Sağ ya da sol baştaki öğrencilerden biri boştaki kalan kolunu yukarı kaldırır, diğer kolunu aşağı indirir ve yanındaki öğrenci de aynı hareketi gerçekleştirir. Hareket son öğrenciye kadar tekrarlanır.

3. Canlandırdığınız Meksika, su ve yay dalgası hareketleri sırasında oluşan şekilleri aşağıdaki uygun kutulara basitçe çiziniz.

Meksika Dalgası	Su Dalgası
Yay Dalgası	

4. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz.
5. Dalga hareketinin niceliklerini (dalga boyu, dalga tepesi ve çukuru) gözlemlemek için aşağıda verilen malzemeleri kullanarak ve yönergeleri takip ederek sınıfta yapılabilecek bir çalışma planlayınız. Çalışmanızı planlamak için aşağıdaki yönlendirmeleri dikkate alarak çalışma planınızı doldurunuz.
- a) Çalışmanızın niteliğine uygun olarak ip, yay veya küçük tahta blok malzemelerinden birini grubunuzla karar vererek seçiniz ve tabloya işaretleyiniz.
- b) Seçtiğiniz malzeme ip veya yay ise bunu aşağı yukarı ya da sağa sola hareket ettiriniz. Küçük tahta blokları yatay zemin üzerinde doğrusal ve birbirine eşit mesafelerde yerleştirerek kare veya üçgen şekli oluşturunuz. Oluşturduğunuz şekilleri gözlemleyerek verilen alana çiziniz. Planladığınız çalışmayı zamanında ve eksiksiz yaparak dalga hareketi ile ilişkili nicelikleri gözlemleyiniz.

Çalışma Planı	
Amaç	
Seçilen Malzemeler	İp <input type="checkbox"/> Yay <input type="checkbox"/> Küçük tahta bloklar <input type="checkbox"/>
Etkinlikte Uygulanan Yöntemler	
Yapılan Çalışmada Gözlemlenen Şekilleri Çizerek Şekil Üzerinde Dalga Tepesi ve Dalga Çukurunun Gösterilmesi	

6. Gözlem sonuçlarınıza dayanarak dalga boyu kavramını dalga tepesi ve dalga çukuru kavramlarıyla açıklayınız.

7. Bir dalganın genliği, denge noktasından itibaren yapmış olduğu maksimum yer değiştirme miktarı olarak tanımlanır. Buna göre dalga tepesi ya da dalga çukuru kavramlarını genlik kavramı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

- 8. Yaptığınız etkinlik sonucunda dalga boyu, frekans ve periyot kavramlarını kendi cümleleriniz ile tanımlayınız.

Dalga Boyu:

Frekans:

Periyot:

9. Dalga boyu, frekans ve periyot kavramlarının ilişkili olduğu büyüklüğü fizik bilimine ait temel nicelikler arasından belirleyiniz. Bu kavramları ölçebileceğiniz en uygun ölçme araçlarını tabloya yazınız.

Kavramlar	İlişkili Olduğu Büyüklük	Uygun Ölçme Aracı
Dalga Boyu		
Frekans		
Periyot		

10. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. Oluşturulan dalga hareketlerini inceleyiniz.



11. Oluşturulan dalga hareketlerinin dalga boyunu, frekansını ve periyodunu gözlem ve ölçümlerinizden yararlanarak belirleyiniz.

	Büyüklüğü ve Birimi		
	1. Dalga Hareketi	2. Dalga Hareketi	3. Dalga Hareketi
Dalga Boyu			
Frekans			
Periyot			

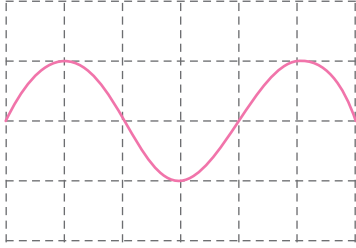
12. Zaman, sürat ve alınan yol arasındaki ilişkiye yönelik ön bilgilerinizden ve yaptığınız ölçümlerden yararlanarak dalga sürati kavramını dalga boyu, frekans ve periyot kavramları ile ilişkilendirerek tanımlayınız.

### Değerlendirme

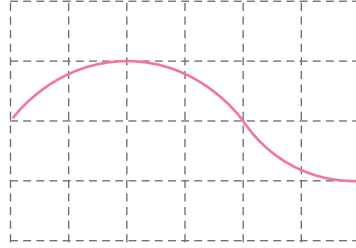
1. İpin kalınlığı veya yapıldığı malzemenin cinsi değişmedikçe dalganın sürati de değişmemektedir. Buna göre ip daha hızlı sallandığında ipte oluşturulan dalganın periyot, frekans ve dalga boyu niceliklerinden hangileri değişir?

- 2. Bir dalğanın sabit frekansta dalga boyu artarsa, dalğanın yayılma sürati ve periyodundaki değışimi açıklayınız.

3. Aynı ortamda yayılan K, L ve M dalgalarının görünümleri aşağıdaki şekilde verilmektedir.



K



L



M

Buna göre K, L ve M dalgalarının

- a) Ortamdaki yayılma süratlerini karşılaştırınız.

- b) Dalga boylarını büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

- c) Frekanslarını karşılaştırınız.

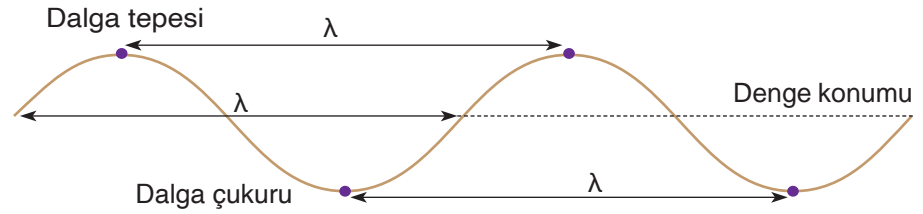
4. Aynı hava ortamında bir müzik aletinden sol ve mi notaları çalınıyor. Sol notasının frekansı, mi notasının frekansından büyük olduğuna göre bu notaların aynı hava ortamındaki dalga boylarını ve yayılma süratlerini karşılaştırınız.

### Performans Görevine Hazırlık

Dalgaların temel kavramlarına yönelik bir kavram haritası hazırlamanız ve bu çalışmayı sunmanız istenecektir. Bu kavram haritası için her bölümde öğrendiğiniz kavramları bölümün sonunda ilgili alana not ediniz.

Bir cismin denge konumu etrafında yaptığı ileri geri ya da yukarı aşağı salınım hareketine **titreşim** denir. Titreşim hareketi dalgaların temelini oluşturur. Titreşim hareketi sonucunda esnek bir ortama aktarılan enerjinin bir noktadan başka bir noktaya iletilirken ortamda oluşturduğu şekil değişikliğine **dalga** denir. Dalgaların yayılabildiği ortamlar **esnek ortamlar** olarak adlandırılmaktadır. Su, hava ve sarmal yay esnek ortama örnek verilebilir. Oluşan dalgaların esnek ortamda yayılmasına **dalga hareketi** adı verilir. Bir dalga hareketinin düzenli olarak tekrarlanması sonucunda meydana gelen dalgalara ise **periyodik dalgalar** denir.

Bir dalgada denge konumunun üstünde yer alan en yüksek noktaya **dalga tepesi**, denge konumunun altında yer alan en alçak noktaya **dalga çukuru** denir. Ardışık ve özdeş titreşen iki nokta (dalga tepesi ya da dalga çukuru) arasındaki mesafeye **dalga boyu** adı verilir. Başka bir deyişle dalga boyu, bir tam dalganın uzunluğu olarak da ifade edilebilir.  $\lambda$  (lamda) ile gösterilen dalga boyunun birimi SI'da **metredir**. Bir dalganın dalga tepesi, dalga çukuru ve dalga boyu Şekil 4.1'de verilen periyodik dalga üzerinde gösterilmiştir.



▲ **Şekil 4.1:** Dalga tepesi, dalga çukuru ve dalga boyunun periyodik dalga üzerinde gösterimi

#### Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894)

Berlin Üniversitesinde fizik alanında çalışmalara başlayıp 1885'te Karlsruhe (Karlsruhe) Üniversitesinde fizik profesörü ünvanını alan Heinrich Rudolf Hertz (Heynrüh Rudolf Herts), 1888'de radyo dalgalarını keşfetmiştir. Sonrasında yapılan çalışmalarla radyo dalgasının hızının ışık hızı ile aynı olduğunun bulunmasının ardından Hertz; radyo dalgalarının ışık dalgaları gibi yansıma, kırılma ve girişim yapabildiğini göstermiştir. Birim zamanda yapılan titreşim olarak tanımlanan frekans ölçmek için kullanılan birime hertz adı verilmiştir.

Bir tam dalganın oluşabilmesi için geçen süreye **periyot** adı verilir.  $T$  ile gösterilen periyotun SI'da birimi saniyedir. Dolayısıyla periyodik bir dalganın bir periyotluk süre içerisinde aldığı yola **dalga boyu** denir. Bir saniyede oluşan dalga sayısına ise **frekans** denir.  $f$  sembolü ile gösterilen frekansın SI'da birimi hertztir (hertz). Hertz birimi adını Heinrich Rudolf Hertz'ten almaktadır. Hertz **Hz** ile gösterilir.  $1 \text{ Hz} = \text{s}^{-1}$ e eşittir. Periyot ve frekans arasındaki ilişki  $T = \frac{1}{f}$  matematiksel modeli ile ifade edilir.

Bir dalganın frekansı ve periyodu, dalgayı üreten kaynağa bağlıdır. Kaynağın frekansı değişmediği sürece dalga ortam değişirse dahi dalganın frekansı ve periyodu değişmez. Bir dalga,  $t = T$  zamanında bir dalga boyu kadar yer değiştirdiğinde **dalganın sürati**

$$\text{Dalganın sürati} = \frac{\text{Bir tam dalganın uzunluğu}}{\text{Bir tam dalganın oluşması için geçen zaman}}$$

$$v = \frac{\lambda}{T} \text{ matematiksel modeli ile hesaplanır. Dalga süratinin SI'da birimi m/s'dir.}$$

$$T = \frac{1}{f} \text{ matematiksel modelde yerine yazılırsa dalganın sürati}$$

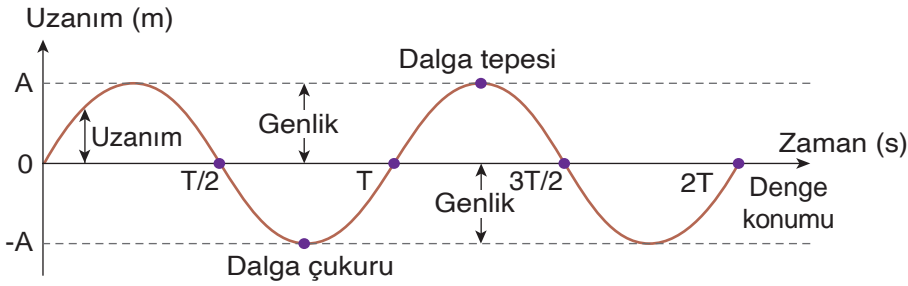
$$v = \lambda \cdot f$$

ile de ifade edilebilir. Periyodik dalgalar ortam değişmediği sürece aynı süratle ilerler. Dalgaların ilerleme sürati sadece ortama bağlıdır.

Şekil 4.2'deki uzanım-zaman grafiği üzerinde bir dalgaya ait temel kavramlar gösterilmektedir.



Konu ile ilgili animasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

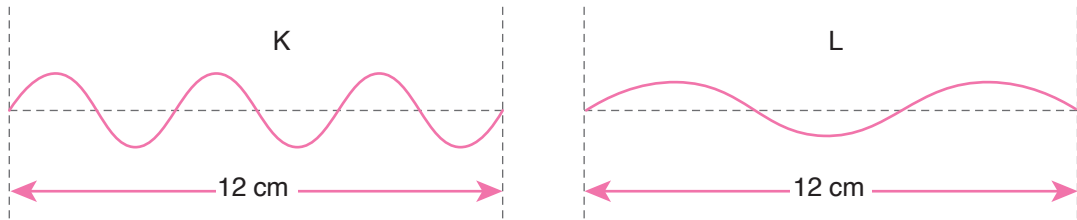


▲  
**Şekil 4.2:** Periyodik dalgaya ait temel kavramların gösterimi

Dalganın herhangi bir andaki konumunun denge noktasına dik uzaklığına **uzanım** denir. Uzanım vektörel bir büyüklük olup  $\vec{x}$  sembolü ile gösterilir ve uzanımın SI'da birimi metredir. **Genlik** ise bir dalganın maksimum uzanımı ya da denge konumundan en uzak noktaya olan mesafesi olarak tanımlanır. Genlik, dalganın enerjisinin bir ölçüsüdür. **A** sembolüyle gösterilen genliğin SI'da birimi metredir.

### Örnek

Özdeş K ve L yayları eşit büyüklükteki kuvvetlerle gerilerek şekildeki periyodik dalgalar oluşturulmaktadır.



Buna göre K ve L yaylarında oluşturulan dalgaların

- Dalga boyları kaç cm'dir?
- Frekanslarının oranını bulunuz.

### Çözüm

a) K yayının yataydaki 12 cm'lik bölümünde 3 dalga oluşmuştur. Bu durumda bir tam dalganın dalga boyu  $\lambda_K = \frac{12}{3} = 4$  cm bulunur.

L yayının yataydaki 12 cm'lik bölümünde ise 1,5 dalga olduğundan dalganın dalga boyu  $\lambda_L = \frac{12}{1,5} = 8$  cm bulunur.

b) K ve L yayları özdeş olduğundan oluşturulan dalgaların yayıldıkları ortamlar aynıdır. Bu nedenle K ve L yaylarında oluşan dalgaların süratleri eşit olur. Bu durumda

$$v_K = \lambda_K \cdot f_K \quad \text{ve} \quad v_L = \lambda_L \cdot f_L \quad \text{yazılır.}$$

$$v_K = v_L \quad \text{olduğundan dalgaların frekanslarının oranı} \quad \lambda_K \cdot f_K = \lambda_L \cdot f_L$$

$$\frac{f_K}{f_L} = \frac{\lambda_L}{\lambda_K} = \frac{8}{4} = 2 \quad \text{bulunur.}$$

## 4.1. Soru



Derinliği her yerde eşit olan bir dalga leğeninde oluşturulan dalgaların yandan görünüşü şekildeki gibidir.

**Buna göre**

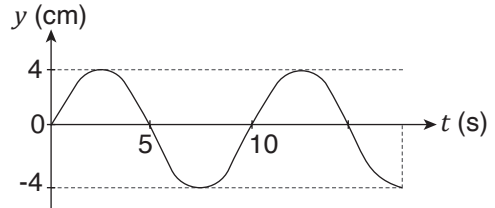
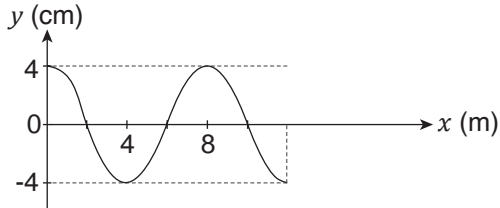
- K'den L'ye doğru yayılan dalga boyundaki değişimin nedeni ne olabilir?
- Oluşturulan 1 ve 5. dalgaların dalga boylarını, yayılma süratlerini ve frekanslarını karşılaştırarak yorumlayınız.

## Cevap

Blank grid for the answer to Question 4.1.

## 4.2. Soru

Homojen bir ortamda oluşturulan periyodik bir dalganın genlik-dalga boyu ve genlik-zaman grafiği aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir.



**Buna göre dalganın yayılma sürati kaç m/s'dir?**

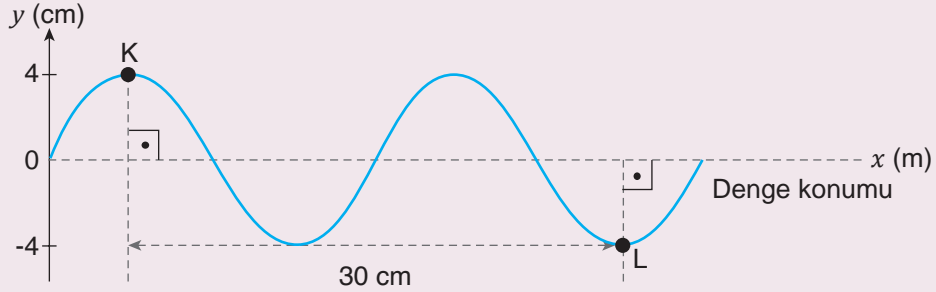
## Cevap

Blank grid for the answer to Question 4.2.

## Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız.

1. Aşağıda verilen periyodik dalgaın K ve L noktaları arasındaki yatay uzaklık 30 cm'dir.



Dalgaın ortamdaki yayılma sürati 8 cm/s olduğuna göre

- a) Dalga boyu kaç cm olur?

- b) Frekansı kaç Hz olur?

- c) Genliği kaç cm olur?

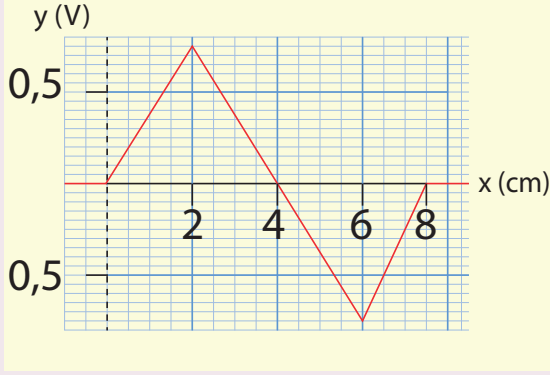
- ç) Kaynağın frekansı 0,5 Hz yapılırsa oluşan dalgaların dalga boyu kaç cm olur? Yeni oluşan dalgaları şekil üzerindeki ilgili alana çizerek gösteriniz.

2. Keman, dört teli olan yaylı bir çalgıdır. Keman telleri üzerinde sol, re, la ve mi temel notaları bulunur. Bu notalardan la notasının uluslararası standart referans frekansı 440 Hz'tir.

Sesin sürati havada 340 m/s olduğuna göre la notasının havadaki dalga boyunu hesaplayınız.



3.



Elektriksel sinyallerin zaman içindeki değişimini görsel olarak temsil eden bir ölçüm cihazı olan osiloskop, bu sinyallerin dalga formlarının kullanıcı tarafından analiz edilebilmesini sağlar. Yanındaki şekilde bir devreye ait dalga şeklinin osiloskop ekranındaki görüntüsü verilmiştir. Düşey eksen, gerilim olarak genliği ifade etmektedir.

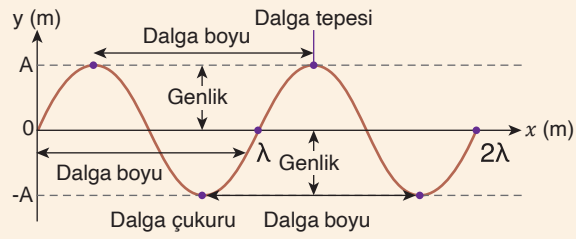
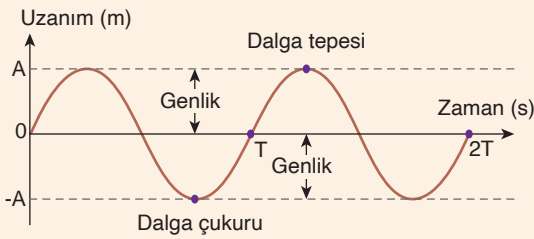
Görüntüdeki grafik değerlerini ve bir tam dalganın 2 s'de oluştuğunu dikkate alarak dalga hareketlerine ilişkin aşağıdaki ifadeler doğru ise ilgili alana "D", yanlış ise "Y" yazınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifade için "Açıklama" bölümüne doğrusunu yazınız.

D/Y	İfadeler	Açıklama
	1. Dalganın genliği 0,75 V'tur.	
	2. Dalganın genliği 1,5 cm'dir.	
	3. Dalganın dalga boyu 8 cm'dir.	
	4. Dalga periyodik dalgadır.	
	5. Dalganın frekansı 2 Hz'tir.	

### Kontrol Noktası



Belirli zaman aralıklarında kendini tekrar eden bir periyodik dalganın özellikleri şekil üzerinde gösterilmiştir:



Dalganın yayılma sürati  $v = \lambda \cdot f$  matematiksel modeli ile bulunur. Periyot ile frekans arasında  $T \cdot f = 1$  ilişkisi vardır. Frekans, 1 s'de oluşan dalga sayısıdır ve birimi Hz'tir,  $s^{-1}$ 'e eşittir. Periyot ise bir tam dalganın oluşabilmesi için geçen süredir ve birimi s'dir.

### Performans Görevine Hazırlık

Performans göreviniz için bu bölümde öğrendiğiniz kavramları aşağıdaki alana yazınız.

## 4.2. DALGALARIN SINIFLANDIRILMASI

### Konuya Başlarken



Durgun bir suya düşen yağmur damlaları, suyun yüzeyinde halka şeklinde dalgalar oluşturur. Bu dalgalar, su moleküllerinin enerjisi birbirine aktarmasıyla yayılır. Benzer şekilde damlanın suya çarpma sesi de havada ses dalgaları olarak ilerler. Yağmur damlalarının hareketi ile oluşan sesin sürati ve ışığın sürati birbirinden farklıdır. Bu nedenle yağmur damlalarının suya çarpmasıyla beliren dalgalar hemen gözlemlenebilir fakat damlaların suya düşerken çıkardığı ses bir müddet sonra duyulur.



Suya düşen yağmur damlalarının oluşturduğu dalgalar

**Günlük hayatta karşılaşılan tüm dalgalar aynı özelliklere sahip olabilir mi?**

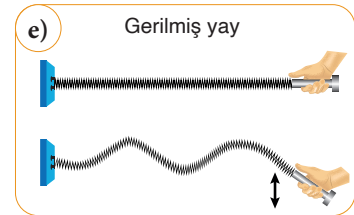
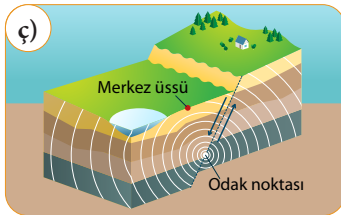
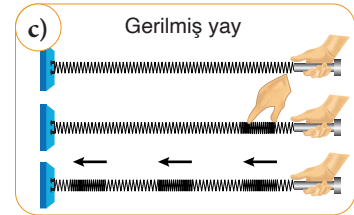
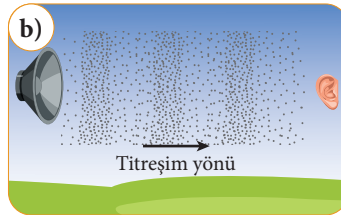
**Yağmur damlasının su yüzeyinde oluşturduğu dalga ile konuşan bir kişinin oluşturduğu ses dalgası arasındaki benzerlik ve farklılıklar neler olabilir?**

### 4.2. Etkinlik



Adı	DALGALARIN SINIFLANDIRILMASI
Amaç	Dalgaları titreşim doğrultusuna ve taşıdığı enerjiye göre sınıflandırabilme
Süre	30 dk.
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz.
- Görsellerde verilen dalga türlerini inceleyiniz. Dalgaların hangi fiziksel özelliklere göre sınıflandırılabilceğini ve bu sınıflandırmayı hangi gerekçelerle yaptığınızı tablodaki ilgili alanlara yazınız.



Fiziksel Özellikler	Gerekçeler

- 3. Öğretmeninizin dalgaların titreşim doğrultusuna ve taşıdığı enerjiye göre sınıflandırılması ile ilgili açıklamasını dinleyiniz. Grup arkadaşlarınızla tartışarak 2. adımda verilen görsellerdeki dalga türlerini titreşim doğrultusuna ve taşıdığı enerjiye göre gruplandırınız. Gruplandırmanızı aşağıdaki tabloya yazınız.

Titreşim Doğrultusuna Göre	Taşıdığı Enerjiye Göre

4. Titreşim doğrultusuna ve taşıdığı enerjiye göre sınıflandırdığınız dalgalara günlük hayattan birer örnek veriniz.

5. Öğretmeninizin açıkladığı titreşim doğrultusu ve taşıdığı enerjiye göre grupladığınız dalgaların doğruluğunu kontrol ediniz. Grup içinde iletişim kurarak zihin haritası, kavram haritası, sınıflandırma tablosu, anlam çözümleme tablosu araçlarından birini seçiniz. Seçtiğiniz aracı kullanarak dalga sınıflandırmasını aşağıda verilen alanda oluşturunuz. (Anlam çözümleme ve sınıflandırma tablosu örneğine ulaşmak için yandaki karekodu kullanabilirsiniz.)



Seçilen Araç: .....

### Değerlendirme

1. Dalga hareketlerine ilişkin aşağıdaki ifadeler doğru ise ilgili alana "D", yanlış ise "Y" yazınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadenin doğrusunu "Açıklama" bölümüne yazınız.

D/Y	İfadeler	Açıklama
	1. Dalgalar, taşıdığı enerjiye göre enine ve boyuna dalgalar olarak sınıflandırılabilir.	
	2. Boyuna yayılan bir dalga türü ile balık sürülerinin yeri tespit edilebilir.	
	3. Anne karnındaki bebeğin görüntülenmesinde elektromanyetik dalgalardan faydalanılır.	
	4. Deprem dalgaları hem enine hem boyuna yayılır.	
	5. Yay, ses ve su dalgaları mekanik dalgalara örnektir.	
	6. Ses dalgaları, elektromanyetik dalga türüne örnektir.	
	7. Trafikteki araçların süratinin tespitinde elektromanyetik dalgalardan yararlanılır.	

- 2. Aşağıda verilen dalga türlerini yayılması için bir ortama ihtiyaç duyup duymama durumuna göre sınıflandırınız. Her bir dalga türü için bir ortama ihtiyaç duyup duymama nedenini açıklayınız.

Ses Dalgaları:

Elektromanyetik Dalgalar:

Deprem Dalgaları:

Yay Dalgaları:

Su Dalgaları:

Dalgalar, taşıdığı enerjiye ve titreşim doğrultularına göre iki şekilde sınıflandırılır:

## Taşıdığı Enerjiye Göre Dalgalar

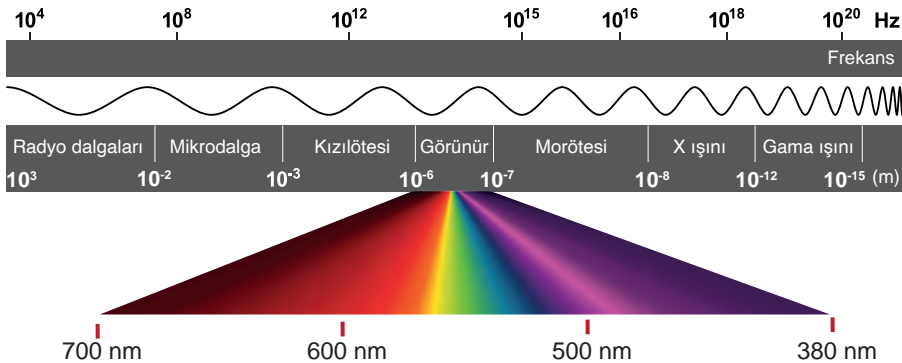
Dalgalar taşıdığı enerjiye göre mekanik ve elektromanyetik dalgalar olarak sınıflandırılır.

### 1. Mekanik Dalgalar

Enerjiyi taşımak için katı, sıvı, gaz, plazma gibi maddesel bir ortama ihtiyaç duyan dalgalara **mekanik dalgalar** denir. Esnek yüzeylere kuvvet uygulanarak oluşturulan mekanik dalgalar boşlukta ilerleyemez. Ses, yay, su ve deprem dalgaları mekanik dalgalara örnek verilebilir. Mekanik dalgalar günlük hayatta birçok alanda kullanım alanına sahiptir. Örneğin Mimar Sinan eserlerinde ses dalgalarının özelliklerinden yararlanmıştı.

### 2. Elektromanyetik Dalgalar

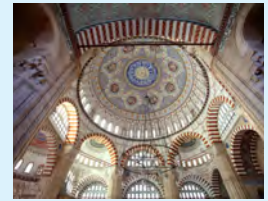
Yüklü parçacıkların ivmeli hareketleri sonucunda oluşan ve hem boşlukta hem de maddesel bir ortamda ilerleyebilen dalgalara **elektromanyetik dalgalar** denir. Elektromanyetik dalgaların dalga boyu ve frekanslarına göre sıralandığı çizelgeye **elektromanyetik dalga spektrumu** adı verilir. Şekil 4.3, elektromanyetik dalga spektrumunu göstermektedir.



▲ **Şekil 4.3:** Elektromanyetik dalgaların frekans ve dalga boyuna bağlı gösterimi

### Mimar Sinan

Osmanlı Dönemi'nin büyük mimarlarından biri olan Mimar Sinan, eserlerinde hem estetiği hem de işlevselliği ön planda tutarak sesin dengeli bir şekilde yayılmasını sağlayan akustik çözümler geliştirmiştir. Mimar Sinan'ın ustalık eseri olarak kabul edilen Selimiye Camisi, akustik açıdan da başarılı yapılardan biridir. Bu camide hem imamın sesi caminin her köşesinde net bir şekilde duyulur hem de kubbe yapısı sayesinde yankı en düşük seviyede tutulur.



Selimiye Camisi, Edirne

Elektromanyetik spektrum, düşük enerjili radyo dalgalarından çok yüksek enerjili gama ışınlarına kadar geniş bir aralığı kapsar. Spektrumda dalga boyu küçüldükçe enerji artar. İnsan gözü elektromanyetik spektrumdaki çok küçük bir aralıktaki dalgaları görebilir ve bu bölgeye **görünür bölge** adı verilir.

Elektromanyetik spektrumda yer alan dalgalar düşük frekanstan yüksek frekansa doğru sırasıyla radyo dalgaları, mikrodalgalar, kızılötesi ışınlar, görünür bölge, morötesi (ultraviyole) ışınlar, x ışınları ve gama ışınları şeklinde adlandırılır. Elektromanyetik dalgalar boşlukta yaklaşık  $3 \cdot 10^8$  m/s büyüklüğündeki ışık hızı ile yayılır. Her bir dalga türü farklı teknolojilerde ve bilimsel çalışmalarda kullanılmaktadır.



▲ **Görsel 4.1:** Radyo teleskoplarının antenleri

#### a) Radyo Dalgaları

Radyo dalgaları, elektriksel olarak yüklü parçacıkların genellikle bir anten aracılığıyla hızlandırılması sonucunda üretilir. Radyo vericileri bu dalgaları üretir, radyo teleskoplarının antenleri ise üretilen dalgaları yakalayarak ses veya veri sinyallerine çevirir (Görsel 4.1). Radyo dalgaları düşük enerjili olduğundan canlı hücreler üzerinde zararlı etkilere sahip değildir.

#### b) Mikrodalgalar

Kablosuz genel ağ erişiminde kullanılan modemlerde, GPS sistemlerinde, uydularda, uzaktan kontrol cihazlarında ve evlerde kullanılan mikrodalga fırınlarda mikrodalgalarından yararlanılmaktadır. Ayrıca Görsel 4.2'de görüldüğü gibi kara yolu trafiğinde seyir hâlindeki araçların süratini ölçen radarlarda da mikrodalgalar kullanılmaktadır.



▲ **Görsel 4.2:** Araçların süratini ölçen radar

#### c) Kızılötesi Işınlar

Kızılötesi ışınlar; termal kameralarda, temas etmeden sıcaklık ölçümü yapabilen termometrelerde, gece görüş kameralarında, hızlı kurutma cihazlarında yaygın şekilde kullanılmaktadır. 2020'de dünyayı etkisi altına alan COVID vakalarının tespiti için havalimanı, alışveriş merkezi gibi kapalı mekânlarda vücut sıcaklıklarının uzaktan ölçülmesi amacıyla kızılötesi ışınlarla çalışan termal cihazlardan yararlanılmıştır. Görsel 4.3'te görüldüğü gibi fiber optik sistemlerde verilere daha hızlı ve kolay bir şekilde ulaşmak amacıyla kızılötesi ışınlarından yararlanılmaktadır.



▲ **Görsel 4.3:** Fiber optik kablolarda kızılötesi ışın kullanımı

#### ç) Görünür Bölge

Görünür bölge, elektromanyetik spektrumun insan gözüyle algılanabilen aralığıdır. Dalga boyları yaklaşık 380 nm (nanometre) ile 700 nm arasında değişir. Bu aralıkta farklı dalga boylarındaki ışınlar farklı renklerde görülür. En kısa dalga boyu mor ışığı, en uzun dalga boyu ise kırmızı ışığı oluşturur. Cisimlerden yayılan veya yansıyan görünür bölgedeki ışınlar cisimlerin görülebilmesini sağlar. İnsan gözü, bu spektrumun dışındaki dalgaları (ultraviyole, kızılötesi vb.) algılayamaz. Görünür bölge ışınları teknoloji, sağlık, endüstri, iletişim gibi alanlarda kullanılmaktadır.

#### d) Morötesi Işınlar

Çok yönlü kullanım alanlarına sahip olan morötesi ışınlar, ultraviyole (UV) ışınlar olarak da bilinmektedir. Morötesi ışınlar bakterileri öldürme ve cisimleri dezenfekte etme özelliğine sahiptir. Bu özellikleri sebebiyle hastane, okul, otel gibi halka açık alanlarda morötesi ışınlardan sıklıkla yararlanılır (Görsel 4.4).



▲ **Görsel 4.4:** Diş dolgusunda morötesi ışın kullanımı

Morötesi ışınlar; diş dolgusu yapımı, su arıtma sistemleri, bazı cilt hastalıklarının tedavisi, güzellik merkezlerindeki solaryum hizmetleri gibi alanlarda da kullanılmaktadır.

### e) X Işınları

X ışınları birçok alanda geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Örneğin tıpta teşhis ve tedavi amacıyla kullanılan röntgen ve bilgisayarlı tomografi cihazları, x ışınları sayesinde görüntüleme imkânı sunar (Görsel 4.5). Alışveriş merkezi, havaalanı gibi yerlerde çanta ve valizlerin kontrolünü sağlayan x-ray cihazlarında x ışınlarından yararlanılmaktadır. Ayrıca bina kolonlarının depreme karşı direncinin belirlenmesinde ve metallerde yapılan kaynağın sağlamlığının tespit edilmesinde de bu ışıklardan yararlanır.



▲  
**Görsel 4.5:** Röntgen görüntüsü

### f) Gama Işınları

Gama ışınları, yüksek enerjileri sebebiyle canlılar açısından hayati risk oluşturabilen elektromanyetik dalgalar. Kanserli hücrelerin tespitinde kullanılan PET (pozitron emisyon tomografisi) cihazı (Görsel 4.6), vücuda verilen radyoaktif maddenin oluşturduğu gama ışınlarını yakalayıp görüntü oluşturur. Bazı kanserlerin tedavisi için gama ışınları radyoterapide kullanılır. Ayrıca gama ışınları, gezegenlerin özelliklerinin belirlenmesinde atmosferlerindeki farklı elementlerin varlığının ve oranlarının ortaya koyulmasında kullanılır.

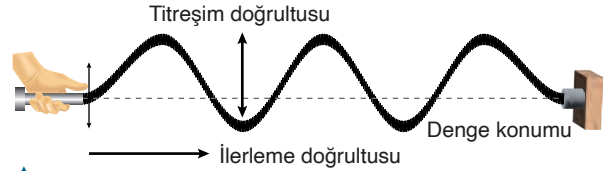


▲  
**Görsel 4.6:** PET cihazı

## Titreşim Doğrultusuna Göre Dalgalar

### 1. Enine Dalgalar

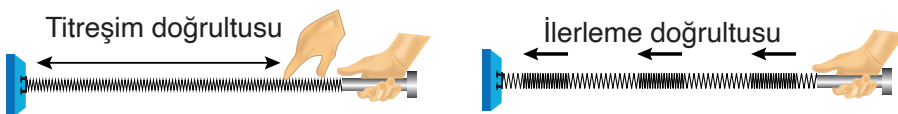
Bir yayı yukarı yönde Şekil 4.4'teki gibi kuvvet uygulandığında yay tüm noktaları dalganın ilerleme doğrultusuna dik doğrultuda titreşir. **Titreşim doğrultusu**, bir dalganın titreşiminin hangi yönde gerçekleştiğini ifade eder. Bu şekilde titreşim doğrultusu ile ilerleme doğrultusu birbirine dik olan dalgalara **enine dalgalar** denir. Yayda oluşan dalgalar, elektromanyetik dalgalar ve deprem dalgaları enine dalgalara örnek verilebilir.



▲  
**Şekil 4.4:** Enine dalgalar

### 2. Boyuna Dalgalar

Yay dalgasının Şekil 4.5'teki gibi bir bölümü sıkıştırılıp bırakıldığında bu bölüm yay boyunca ilerler. Yay halkalarının yer değiştirme doğrultusu, sıkışan bölgenin ilerleme doğrultusuna paraleldir. Bu şekilde titreşim doğrultusu ile ilerleme doğrultusu birbirine paralel olan dalgalara **boyuna dalgalar** denir. Yay ve deprem dalgalarının bazıları ile ses dalgaları boyuna dalgalara örnek gösterilebilir.



▲  
**Şekil 4.5:** Boyuna dalgalar



Konu ile ilgili etkinlik için karekodu kullanabilirsiniz.

### 3. Hem Enine Hem Boyuna Dalgalar

Titreşim doğrultuları yayılma doğrultularına aynı anda hem dik hem de paralel olan dalgalardır. Deprem dalgalarının bir bölümü ve su dalgaları, bu tür dalgalara örnek olarak verilebilir.

#### Örnek

Tıbbi görüntüleme amacıyla yapılan taramalarda uzun süre x ışınlarına maruz kalan bir hastanın hücreleri zarar görebilir ancak kişinin uzun süre güneş ışığına maruz kalması hücrelerine aynı düzeyde zarar vermez.

**Bu durum, x ışınlarının hangi fiziksel özelliklerinin görünür ışığa göre daha yüksek olmasından kaynaklanır?**

#### Çözüm

X ışınlarının zararlı etkileri, görünür bölge ışınlarına göre daha yüksek frekansa sahip olmasından kaynaklanır. X ışınları, yüksek enerjileri nedeniyle hücrelerdeki atomları iyonlaştırabilir ve bu durum DNA hasarı, hücre ölümü gibi olumsuz etkilere yol açabilir. Görünür ışık ise daha düşük enerjiye ve daha uzun dalga boyuna sahip olduğundan hücrelerde iyonlaştırıcı etki oluşturmaz ve genellikle onlara zarar vermez.

#### 4.3. Soru

**Aşağıda verilen ifadelerde oluşan dalgaların türlerini belirleyiniz. Belirlediğiniz dalga türlerini ve dalgaların titreşim doğrultularını tabloda ilgili alana yazınız.**

#### Cevap

İfade	Dalga Türü	Titreşim Doğrultusu
Odanın lamba açılarak aydınlatılması		
Bahçedeki çocuğa seslenilmesi		
Havuzda yüzülürken suyun hareketlendirilmesi		
Zemin hareketinden dolayı binanın titreşimi		

## Çalışma Yaprağı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız.

1. Aşağıdaki cümlelerde boş bırakılan yerlere kutucuklarda verilen kelimelerden uygun olanları yazınız.

gama ışınları

mekanik

radyo

görünür bölge

deprem

titreşim

elektromanyetik

radyo dalgaları

yay

ses

su

uzanım

- I. 1880'lerin sonunda keşfedilen ..... dalgalar, radyo ve televizyon gibi iletişim teknolojilerinde kullanılmaktadır.
  - II. Elektromanyetik spektrumda ..... en yüksek enerjiye sahiptir.
  - III. 380-700 nm arası dalga boyuna sahip ..... bir elektromanyetik dalga türüdür.
  - IV. Deprem sırasında oluşan dalgalar, ..... dalgalarıdır.
  - V. Mikrodalgaların frekansı ..... dalgalarına göre daha büyüktür.
  - VI. Mekanik dalga olan ..... ve ..... dalgaları hem enine hem de boyuna dalgalardır.
  - VII. Bir dalganın ..... değeri, dalganın denge konumundan uzaklığını tanımlar.
  - VIII. Rüzgârda sallanan yapraklarda ve kanat çırpın bir arıda ..... hareketi görülür.
2. Fizik öğretmeni, öğrencilerine mekanik ve elektromanyetik dalgalar arasında fark olup olmadığını sorar. Öğrenciler aşağıdaki deneyimleri paylaşır:

**Derya:** Uzaydaki yıldızlardan yayılan ışıkların dünyaya ulaşması zaman aldığı için yıldızların geçmişteki hâllerini görebiliriz.

**Arda:** Havası boşaltılmış bir balon içinde telefonda çıkan ses duyulmaz ancak telefonun ekranındaki ışık yanar.

**Derya ve Arda'nın paylaşımlarından ve kendi deneyimlerinizden yola çıkarak mekanik ve elektromanyetik dalgaların hangi özelliklerinin farklı olduğunu yazınız.**



3. Aşağıda dalga türleri ve dalga türleriyle ilişkili günlük hayat örnekleri verilmiştir.

**Örneklerin başındaki harfleri dalga türlerindeki yay ayraçın içine yazarak dalga türleri ile günlük hayat örneklerini uygun şekilde eşleştiriniz.** (Bir günlük hayat örneği birden fazla dalga türü ile ilişkili olabilir.)

		Dalga Türleri
(.....)	I.	Mekanik dalgalar
(.....)	II.	Elektromanyetik dalgalar
(.....)	III.	Enine dalgalar
(.....)	IV.	Boyuna dalgalar

	Günlük Hayat Örnekleri
a)	Güneş ışığının tende hissettirdiği sıcaklık
b)	Buzdolabı motorundan çıkan ses
c)	Bir gölete taş atıldığında göletin yüzeyinde oluşan dalgalar
ç)	Masa üzerindeki bir cep telefonuna gelen mesaj sinyali
d)	Bir evdeki kablosuz ağ sinyalleri
e)	Gökyüzünde gözlenen kutup ışıkları
f)	Deprem esnasında oluşan sismik dalgalar
g)	Bir kanyonda duyulan sesler

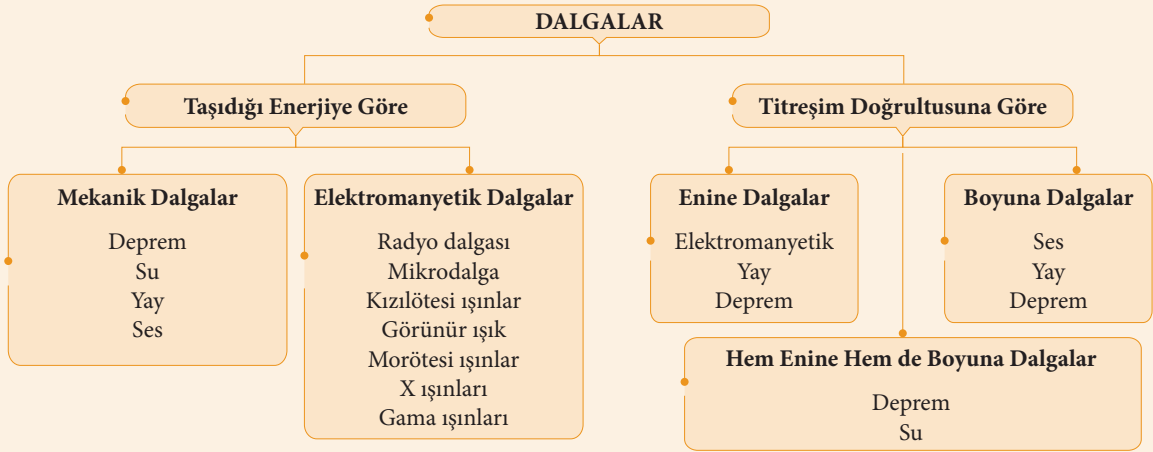
4. Aşağıdaki tabloda yer alan dalgaları özelliklerine göre "✓" ile işaretleyiniz.

Dalgalar	Enine Dalga	Boyuna Dalga	Mekanik Dalga	Elektromanyetik Dalga
Yay				
Su				
Deprem				
Ses				
Radyo				
Mikrodalga				
Kızılötesi				
Morötesi				
Görünür bölge				
X ışınları				
Gama ışınları				

## Kontrol Noktası



Dalgalar taşıdığı enerjiye ve titreşim doğrultusuna göre iki grupta sınıflandırılır:



## Performans Görevine Hazırlık

Performans görevinizde kullanmak üzere bu bölümde öğrendiğiniz kavramları aşağıdaki alana yazınız.

### 4.3. DALGALARIN YAYILMA SÜRATİNİ ETKİLEYEN ETMENLER

## Konuya Başlarken



Denizde rüzgâr etkisiyle oluşan dalgaların kıyıya yaklaştıkça dalga boyunun azaldığı ve dalgaların yavaşladığı gözlemlenir. Sörfçüler rüzgâr sörfü yaparken meydana gelen dalga değişimlerini ve süratin azalmasını göz önünde bulundururlar. Özellikle kıyıya yakın bölgelerde dalgaların küçülmesi ve azalması sebebiyle sörfçülerin bu bölgelerde daha dikkatli olmaları gerekir.

**Kıyıya yaklaştıkça denizdeki dalgaların süratinin azalmasının nedeni ne olabilir?**

Şimşek çaktığında şimşegin ışığı anında görülür fakat sesi bir süre sonra duyulur. Bu durum şimşegin görüntüsü ile gök gürültüsünün sesinin kişiye ulaşma süreleri arasındaki farktan kaynaklanır. Sesin ulaşma süresi havanın sıcaklığına bağlı olarak değişir. Çünkü ses, soğuk havalarda sıcak havalara göre daha zor duyulur. Şimşek görüldükten sonra gök gürültüsü duyulana kadar geçen süre ölçülerek fırtınanın uzaklığı yaklaşık olarak hesaplanabilir.

**Görüntü ve sesin farklı zamanlarda algılanmasının sebebi ne olabilir?**

**Sıcak havalarda sesin daha iyi duyulmasının sebebi ne olabilir?**



Su dalgası



Şimşek

## 4.3. Etkinlik



Adı	DALGALARIN YAYILMA SÜRATİ
Amaç	Dalgaların yayılma süratini etkileyen etmenlere ilişkin tahminde bulunabilme
Süre	30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız. Etkinlik “Grup Değerlendirme Formu” ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz.
2. Verilen metni okuyarak aşağıdaki soruların cevapları ile ilgili tahminlerinizi yazınız.

Ailesiyle birlikte tatile giden Gülin, babası ile denize dalarak su altında inceler. Gülin ve babası suyun altında yaklaşıp yaklaşmakta olan bir balıkçı tekninin motor sesini duyarlar. Gülin tekninin motor sesinin çok yakından geldiğini düşünür ancak suyun yüzeyine çıktığında aslında tekninin düşündüğü kadar yakın olmadığını görür.

a) Motor sesinin su altında daha yakından geliyormuş gibi duyulmasının sebebi ne olabilir?

b) Bu olayda sesin sudaki ve havadaki yayılma süratleri arasındaki farkı açıklayınız?

c) Ses dalgalarının sürati ile ilgili ulaştığımız sonuçlar tüm dalgalar için genellenebilir mi? Açıklayınız.

3. Yandaki karekodu kullanarak videoyu izleyiniz ve aşağıdaki soruyu cevaplayınız.

İzlediğiniz videodan ve ön bilgilerinizden yararlanarak su ve ses dalgalarında yayılma süratini etkileyen etmenleri sınıf arkadaşlarınızın bakış açılarını da dikkate alarak tahmin ediniz. Tahminlerinizi gerekçeleri ile yazarak sınıf arkadaşlarınızla paylaşınız.



- 4. Su ve ses dalgalarının yayılma süratini test edebileceğiniz ortamları grup arkadaşlarınızla dayanışma içinde planlayarak tasarlayınız. Yaptığınız tasarımlarla su ve ses dalgalarının farklı ortamlardaki yayılma süratleri ile ilgili deneyler yapınız. Aşağıda verilen tablodaki boş alanları planlamalarınız ve gözlemlerinizi doğrultusunda doldurunuz.

	Su Dalgaları	Ses Dalgaları
<b>Değişkenlerle İlgili Hipotez</b>		
<b>Yayılma Süratini Test Edilebileceği Ortamlar İle İlgili Hipotez</b>		
<b>Yapılan Gözlemler</b>		
<b>Tasarım</b>		
<b>Dalga Türü</b>	Mekanik dalgadır. Yayılması için maddesel ortam gereklidir.	Mekanik dalgadır. Yayılması için maddesel ortam gereklidir. Boşlukta yayılamaz.
<b>Dalgaların Hızlarının Farklı Ortamlarda Karşılaştırılması</b>		
<b>Dalgaların Yayılma Süratine Etkiyen Etmenler</b>		

5. Grup üyelerinizle elektromanyetik dalgaların farklı ortamlardaki yayılma süratleri ile ilgili tahminlerinizi ve tahminlerinizin geçerliliğini aşağıdaki tabloya yazınız. Tabloya yazdıklarınızı diğer gruplarla sözlü olarak paylaşınız. Öğretmeninizin rehberliğinde sınıf arkadaşlarınızın görüşlerini de göz önünde bulundurarak tahminlerinizi ve tahminlerinizin geçerliliğini değerlendiriniz, hata durumunda yazdıklarınızı yeniden düzenleyiniz.

Elektromanyetik Dalgaların Farklı Ortamlardaki Yayılma Süratini İle İlgili Tahminleriniz	Tahminlerinizin Geçerliliği
<b>1. Boşluk:</b>	
<b>2. Maddesel Ortam:</b>	

► Değerlendirme

1. Sürat kavramı ile dalgaların yayılma sürati kavramı arasında ne tür bir ilişki olduğunu yazınız.

2. Etkinlikte yaptığımız çalışmalar neticesinde günlük hayatta karşılaştığımız dalgaların yayılma süratine ilişkin farkındalıklarınızı yazınız.

3. Morötesi ışınlar ile gama ve x ışınlarını algılayan teleskoplar neden Dünya'ya değil de uzaya kurulur?

4. Ses dalgalarının katı maddelerde daha hızlı yayılmasının sebebi ne olabilir?

5. Gözlemlerinizden elde ettiğiniz bilgileri kullanarak dalga süratinin ortama bağlı olduğunu yansıtan bir slogan oluşturunuz.

Yandaki karekodu kullanarak "Grup Değerlendirme Formu"na ulaşabilirsiniz.



**M**ekanik dalgaların yayılabilmek için maddesel ortama ihtiyacı vardır. Buna karşın elektromanyetik dalgalar boşlukta da yayılabilir. Dalgaların yayılma sürati yayıldıkları ortamın fiziksel özelliğine göre değişiklik gösterir. Örneğin ortamın yoğunluğu, esnekliği ve sıcaklığı dalgaların yayılma süratini doğrudan etkiler.

Bir ses kaynağından çıkan ses, maddenin taneciklerini titreştirir. Bu titreşim, tanecikler arasında birbirine aktarılır ve ses yayılır. Ses dalgası, madde moleküllerinin birbirine en yakın olduğu katı ortamda en yüksek süratle yayılırken gaz ortamda en düşük süratle yayılacaktır. Ortam moleküllerinin titreşim enerjisinin sıcaklık arttıkça arttığı da göz önünde bulundurulduğunda aynı maddesel ortamda üretilen ses dalgaları sıcaklığın fazla olduğu yerde daha süratli yayılacaktır. Örneğin su altındaki dalgıç, bir deniz aracının motor sesini motora aynı uzaklıkta bulunan ve su altında olmayan yüzücüden daha önce duyar.

Su dalgalarının yayılma sürati, suyun derinliğine bağlı olarak değişiklik gösterir. Derinlik arttıkça su dalgalarının yayılma sürati de artar. Açık denizlerde oluşan Görsel 4.7'deki gibi su dalgalarının sürati, sahil gibi sığ bölgelere yaklaştıkça azalır. Benzer şekilde deprem dalgaları da kayaç gibi sert ortamlarda kum ya da toprak gibi yumuşak ortamlara göre daha büyük süratle yayılır. Depremin meydana geldiği alana aynı uzaklıkta bulunan kayalık bölge, deprem dalgasını toprak bölgeden daha önce hisseder.



**Görsel 4.7:** Sığ bölgedeki dalgalar

Elektromanyetik dalgalar boşlukta ışık hızıyla yayılır. Boşluktan maddesel ortama geçen elektromanyetik dalgaların ortalama yayılma sürati, ortamın yoğunluğunun artmasıyla azalmaktadır.

### Örnek



Gökçe ile Defne, iki plastik bardak ve bir ip kullanarak basit bir telefon yapmaya karar verirler. Plastik bardakların tabanlarına makasla küçük bir delik açarlar. Yaklaşık 3 m uzunluğundaki ipin iki ucunu bardakların deliklerinden geçirerek şekildeki gibi birbirine bağlarlar. Gökçe ile Defne bardakları tutup ipi gereken şekilde birbirlerinden uzaklaşırlar. Gökçe yavaşça önce havaya ve sonra bardağın içine aynı cümleyi söyler. Her iki durum için Defne'nin ne duyduğunu sorar.

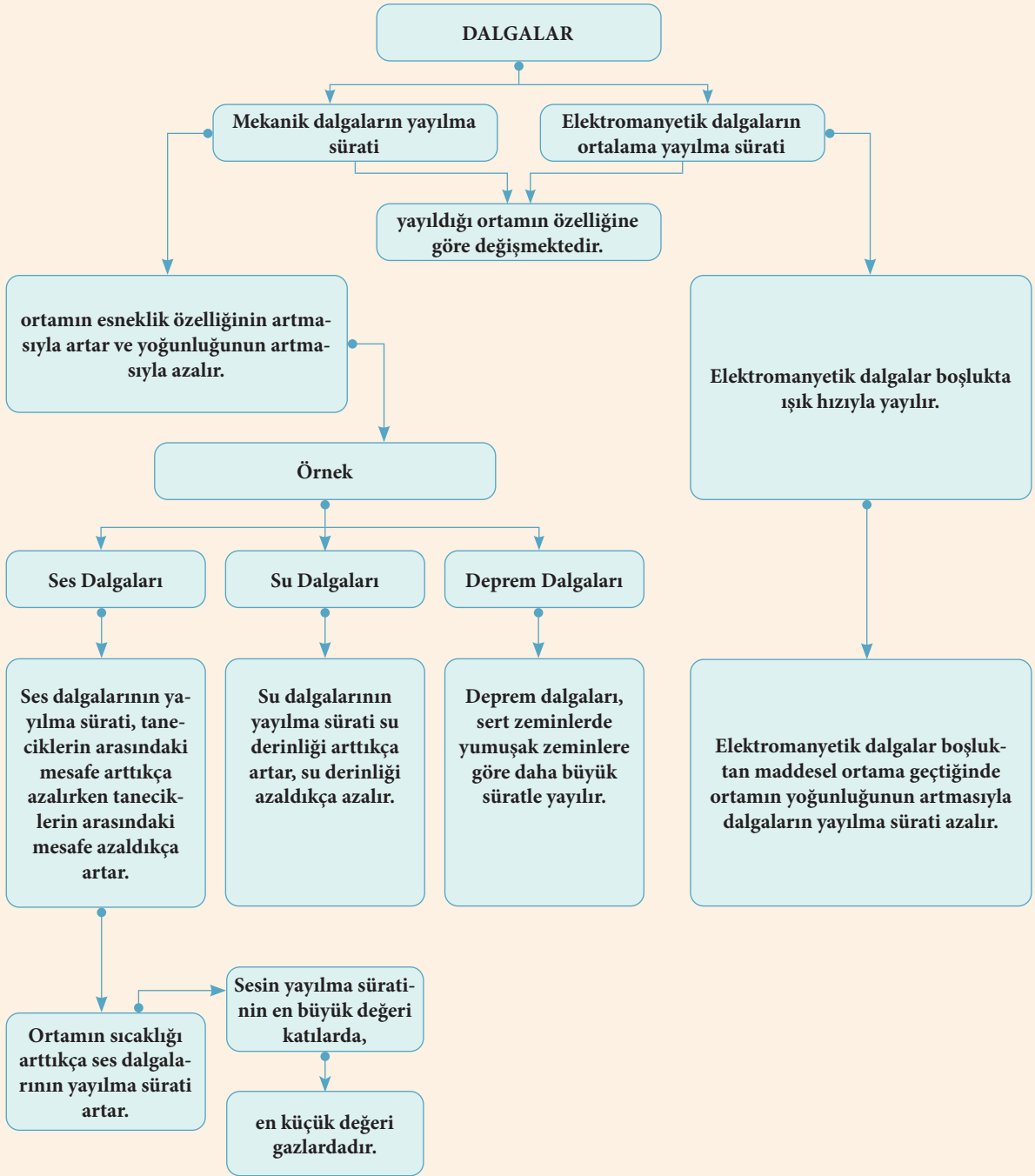
**Buna göre Defne, sesi hangi durumda daha net duymuş olabilir? Bu durumun nedenini gerekçeyle açıklayınız.**

### Çözüm

Defne ip yardımıyla sesi daha net duymuştur. Bunun nedeni sesin katı ortamda (ip) havaya göre daha hızlı ve daha az kayıpla yayılmasıdır. İp gibi katı bir ortamda titreşimler daha etkili bir şekilde iletilir. Bu yüzden Defne ip gergin olduğunda sesi daha net duymuştur.







### Performans Görevine Hazırlık

Performans göreviniz için bu bölümde öğrendiğiniz kavramları aşağıdaki alana yazınız.

## Performans Görevi



Adı	DALGALARIN TEMEL KAVRAMLARI
Beklenen Performans	Kavram haritası hazırlama ve sunma
Süre	35 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı, Akran Değerlendirme Formu

Dalgaların temel kavramlarını, dalgaların sınıflandırılmasını ve farklı ortamların dalgaların yayılma süratine etkilerini bir araya getiren bir kavram haritası oluşturunuz. Tanımlar ve temel özellikler de dâhil olmak üzere dalgaların temel kavramlarını kısaca açıklayınız. Bu amaçla dalgalar ünitesinin sonunda ilk üç bölüm için kaydettiğiniz kavramları kullanınız. Kavram haritasını tamamladığınızda sunumunuzu yapınız.

## Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Dalgaların kavram haritasını A4 kâğıdında oluşturunuz.
- Kavramların sembollerine yer veriniz.
- Konuya ilişkin kavramlar arasındaki bağlantıların bilimsel açıdan uygunluğuna dikkat ediniz.
- Kavramlar arasındaki ilişkileri oklarla açık ve anlaşılır biçimde gösteriniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.

## Değerlendirme

## Akran Değerlendirme Formu

Öğrencinin

Adı Soyadı:

Numarası:

Sıra arkadaşınızın performans görevine ilişkin değerlendirme yapmak amacıyla aşağıdaki maddeleri okuyunuz ve her maddeye ilişkin tablodaki uygun hücreyi işaretleyiniz. "HAYIR" işaretlerinize yönelik maddelerde arkadaşlarınızın öğrenme eksikliklerini gidermesi yönünde dönüt veriniz.

ÖLÇÜTLER	EVET	HAYIR
1. Dalgalar ile ilgili kavramları geniş kapsamlı biçimde yazmıştır.		
2. Kavramlar arasındaki ilişkiyi doğru şekilde kurmuştur.		
3. Bilgileri mantıklı ve sistemli biçimde dağıtmıştır.		
4. Sunumda düzgün bir Türkçe kullanmıştır.		
5. Sunumda ses tonu ve beden dilini etkili kullanmıştır.		
6. Kavramların sembollerini doğru bir biçimde göstermiştir.		
7. Kavramlar arası ilişkileri oklarla açık ve anlaşılır biçimde göstermiştir.		
8. Süreyi verimli şekilde kullanmıştır.		

Sunumunuz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir. Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



## 4.4. PERİYODİK HAREKETLER

### Konuya Başlarken



Tarih boyunca insanlar çeşitli yöntemlerle zamanı anlamaya ve ölçmeye çalışmışlardır. Bu yöntemlerden biri de bir çubuğun gölgesinin Güneş'in konumuna göre değişen uzunluğu ve yönünün belirlenmesine dayalı olarak zamanın ölçülmesidir. Benzer şekilde Ay'ın Dünya etrafındaki döngüsü ile oluşan görünür şeklinin değişmesinden yararlanılarak ay takvimi oluşturulmuştur. Tarihte bu döngüler ile zamanın ölçümü sağlanmıştır.

**İnsanlar Ay ve Güneş'in döngüsü haricinde başka hangi doğa olaylarından yararlanarak zamanı ölçmüşlerdir?**

Zaman, olayların oluş ve akış sırasını belirleyen temel bir niceliktir. Güneş'in doğuşu ve batışı gibi doğal olaylarla başlayan zaman kavramının belirlenmesi, daha hassas ölçümler gerektikçe farklı yöntemlerle ele alınmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerden biri de periyodik hareketlerin kullanılmasıdır. Sarkaçlı ve zembekli saatlerin çalışma prensipleri periyodik hareketler üzerine kuruludur.

**Periyodik hareketin zamanı ölçmedeki önemi nedir?**

Sarkaçlı saatlerde sarkacın her salınımında sabit bir süre geçer ve bu süreye göre saat ilerler. Zembekli saatlerde ise bir yay (zembek), belirli bir enerji birikimiyle döngüsel hareket oluşturur. Böylece saatin zamanı ölçmesi mümkün hâle gelir. Her iki mekanizmada da temel unsur, düzenli şekilde tekrar eden hareketlerdir.

**Sarkaçlı ve zembekli saatlerin çalışma prensipleri arasındaki benzerlikler nedir?**

**Günümüzde kullanılan dijital saatler, atom saatleri ve dokunmatik saatler ile zembekli veya sarkaçlı saatlerin arasındaki farklılıklar neler olabilir?**



Güneş saati



Zembekli saat



Sarkaçlı saat

### 4.4. Etkinlik



Adı	BASİT SARKAÇ VE YAY SARKACI
Amaç	Periyodik hareketlere ilişkin deneyimlerini yansıtabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Farklı uzunluktaki ipler, kütle setleri, kronometre, genel ağ bağlantılı cihaz, farklı sertlikte iki yay
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız ve "Öz Değerlendirme Formu"nu doldurunuz.

1. Aşağıdaki metinden yola çıkarak periyodun zamanı ölçme özelliğini yorumlayınız.

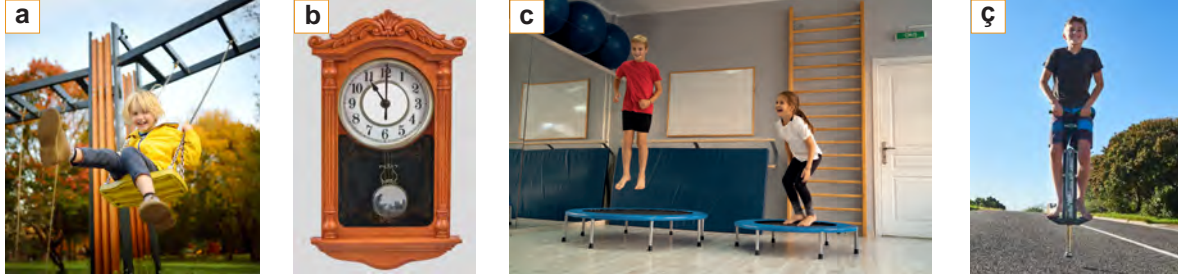
XVI. yüzyılda Galileo, tavanda asılı duran büyük bir sarkacın hareketini gözlemlemeye başlar. Farklı etkiler nedeniyle sarkaç ileri geri sallanmaktadır. Galileo, sarkacın hareketini izlerken ilginç bir şey fark eder: Sarkaç her ileri geri sallanışını aynı sürede tamamlamaktadır. Galileo, sarkacın periyot süresinin değişip değişmediğini anlamak için kendi nabzını kullanır. Sarkacın her bir salınımında nabzını sayarak avizenin sallanma süresinin sabit olduğunu ve sarkacın periyodunun değişmediğini doğrular.

Bu gözlemler sonucunda Galileo, bir sarkacın periyodunu keşfetmek için bir ipin ucuna farklı kütleler bağlayarak deneyler yapar. Deney sırasında ipin uzunluğunu, bağladığı kütleyi ve kütlelerin bıraktığı yüksekliği

► değiştirerek ölçümlerini tekrarlar. Galileo'nun bu basit gözlemi, sarkaçlı saatlerin geliştirilmesine ilham olmuştur. XVII. yüzyılda Galileo'nun sarkaç prensibi kullanılarak ilk sarkaçlı saat icat edilmiştir. Galileo'nun keşifleri sayesinde geliştirilen sarkaçlı saatler, uzun yıllar boyunca zamanı ölçen araçlar olarak kullanılmıştır.

Galileo'nun bu keşfi, fiziğin temellerinden biri olan periyodik hareketlerin anlaşılmasında bir dönüm noktası olarak kabul edilir.

2. Verilen görselleri inceleyiniz ve aşağıdaki soruları sınıf arkadaşlarınızla tartışarak cevaplayınız.



- Görsellerdeki hareketlerin özellikleri nelerdir?
- Hangi görseller arasında hareket açısından benzerlikler vardır?
- Günlük hayattan görsellerdeki hareketlere benzeyen hangi örnekler verilebilir?

3. Öğretmeninizin rehberliğinde en az beş kişilik gruplar oluşturunuz. Oluşan grupların yarısını “Basit Sarkaç Grubu” diğer yarısını “Yay Sarkacı Grubu” olarak isimlendiriniz.
4. Öğretmeninizin sınıfa getirmiş olduğu araç gereçten “Basit Sarkaç Grubu”nda iseniz farklı uzunluktaki ip ve kütleleri, “Yay Sarkacı Grubu”nda iseniz farklı sertlikteki yay ve kütleleri alınız.
5. “Basit Sarkaç Grubu” olarak
- 50 cm uzunluğundaki ipin ucuna 100 g'lık kütleyi bağlayınız.
  - İpi düşey doğrultuda sabit tutarak ipin dengeye gelmesini sağlayınız.
  - İpin düşey doğrultu ile açısının  $10^\circ$ 'yi geçmemesine dikkat ederek kütleyi denge konumundan hafifçe yana doğru çekiniz.
  - Kütleyi serbest bıraktığınız anda kronometreyi çalıştırarak kütlelinin 10 tam titreşimi için geçen süreyi ölçünüz. (Kütlelinin serbest bırakılmasıyla gidip tekrar bırakıldığı noktaya dönmesi tam bir titreşimdir.)
  - Ölçtüğünüz süreyi 10'a bölerek periyot değerini Tablo 1'ye yazınız. Bu işlemi iki kez daha tekrarlayarak elde ettiğiniz sonuçların ortalamasını tabloya yazınız.
  - İpe bağlı kütleyi 200 g'lık kütleye değiştirerek aynı işlemi tekrarlayınız.
  - Yukarıdaki işlemleri 100 cm uzunluğundaki ip için tekrarlayarak Tablo 1'i doldurunuz.

**Tablo 1**

İpin Uzunluğu (cm)	$m_1 = 100$ g İçin Periyot (s)	Ort.	$m_2 = 200$ g İçin Periyot (s)	Ort.
50				
100				

## ► 6. “Yay Sarkacı Grubu” olarak

- 1. Yayın ucuna 250 g’lık kütleyi asınız.
- Yayı düşey doğrultuda sabit tutarak yayın dengeye gelmesini sağlayınız.
- Kütleyi denge konumundan 5 cm aşağı yönde çekiniz.
- Kütleyi serbest bıraktığınız anda kronometreyi çalıştırarak kütlenin 10 tam titreşimi için geçen süreyi ölçünüz.
- Ölçtüğünüz süreyi 10’a bölerek periyot değerini tablo 2’ye yazınız. Bu işlemi iki kez daha tekrarlayarak elde ettiğiniz sonuçların ortalamasını tabloya yazınız.
- Yaya bağlı kütleyi 500 g’lık kütleyle değiştirerek aynı işlemi tekrarlayınız.
- Yukarıdaki işlemleri 2. Yay için tekrarlayarak tablo 2’yi doldurunuz. Grup arkadaşlarınızın cevaplarını kontrol ederek eksik olanları tamamlayınız ve birbirinize destek olunuz.

Tablo 2

Yaylar	Uzama Miktarı (cm)	$m_1 = 250$ g İçin Periyot (s)	Ort.	$m_2 = 500$ g İçin Periyot (s)	Ort.
1. Yay					
2. Yay					

7. “Yay Sarkacı Grubu”nda iseniz basit sarkaç, “Basit Sarkaç Grubu”nda iseniz yay sarkacı deneyini yapınız.
8. Grup arkadaşlarınız ile alternatif fikirler ortaya koyunuz ve yay sarkacı ile basit sarkacın periyodunu etkileyen özellikleri tahmin ederek yazınız.

9. İpin uzunluğunun ve kütlenin değişiminin basit sarkacın periyodu üzerindeki etkisini kısaca açıklayınız.

10. Yayın sertliğinin ve kütlenin değişiminin yay sarkacının periyodu üzerindeki etkisini kısaca açıklayınız. Periyodu etkileyen değişkenlere ilişkin çıkarımlarınızı grup arkadaşlarınızla iş birliği içinde yazınız.

## Değerlendirme

1. Basit sarkaç ve yay sarkacı ile ilgili yapmış olduğunuz deneylerden yola çıkarak periyodu etkileyen değişkenler ile periyot arasındaki ilişkiyi yorumlayarak periyodik hareketlerin yapısını değerlendiriniz.

2. Cisimler; şekline, yapıldığı maddenin cinsine, elastik yapısına ve kütlesine bağlı olarak dışarıdan herhangi bir etki olmadan salınım hareketi yapar. Cismin dış bir etki olmaksızın yapmış olduğu salınımın frekansına doğal **titreşim frekansı** denir. Sarkacın ip uzunluğu arttığında periyodu artar fakat frekansı azalır. Dolayısıyla sarkacın doğal titreşim frekansı da azalır.

- Örneğin bir gitar teline vurulduğunda, tel belirli bir frekansta titreşir ve bu titreşim sesi oluşturur. Telin kalınlığı, uzunluğu ve gerginliği bu doğal titreşim frekansını belirler. Benzer şekilde köprüler ve binalar da belirli doğal titreşim frekanslarına sahiptir. Mühendisler, yapıları tasarlarken bu doğal titreşim frekanslarını dikkate alırlar.

Siz de doğal titreşim frekansına günlük hayattan örnekler veriniz.

### ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

<b>Öğrencinin</b>		<b>Tarih:</b>
<b>Adı Soyadı</b>		
<b>Numarası</b>		
<b>Sınıfı</b>		

Bu form kendinizi değerlendirmeniz amacıyla hazırlanmıştır. Size en yakın cevabı "X" ile işaretleyiniz.

Davranışlar	Dereceler		
	Çok (3)	Biraz (2)	Az (1)
1. Basit sarkaç deneyinin yapılış amacını anladım.			
2. Yay sarkacı deneyinin yapılış amacını anladım.			
3. Basit sarkacın periyodunun nelere bağlı olduğunu anladım.			
4. Yay sarkacının periyodunun nelere bağlı olduğunu anladım.			
5. Periyodik hareketlerin nasıl gerçekleştiğini anladım.			
6. Doğal titreşim frekansı kavramını anladım.			
7. Grup üyeleri ile dayanışma içinde çalıştım.			
8. Çalıştığım konuda grup üyeleri ile ortak bir görüş oluşturdum.			
<b>TOPLAM PUAN</b>			

Etkinlikte zorlandığım noktalar şunlardır: .....

Etkinlikte iyi olduğum noktalar şunlardır: .....

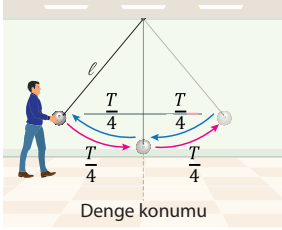
Bu etkinliği tekrar yapsaydım şu şekilde yapardım: .....



Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Belirli zaman aralıklarında denge noktası etrafında tekrarlanan hareketlere **periyodik hareket** denir. Basit sarkaç ve yay sarkacı salınımları periyodik hareketlere örnektir. Her iki sistem de enerji kayıpları ihmal edildiğinde periyodik olarak hareketlerini tekrar eder. Bu durumda salınımlar düzenli bir şekilde devam eder ve periyot sabit kalır. Bu tür periyodik hareketler, doğada ve teknolojide birçok uygulama alanına sahiptir. Periyodik hareketlerin incelenmesi; mühendislikte, saat mekanizmalarının tasarımında, titreşimlerin analiz edilmesinde temel bir yere sahiptir.

### Basit Sarkaç

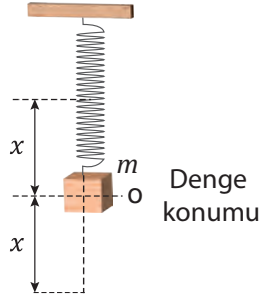


**Görsel 4.8:** Basit sarkaç sistemi

Basit sarkaç, Görsel 4.8'de gösterildiği gibi üst ucu sabit bir ip ile alt ucuna bağlı kütleden oluşan mekanik bir sistemdir. Kütle, denge noktasından yana doğru çekilerek serbest bırakıldığında yer çekiminin etkisiyle denge konumu etrafında salınım hareketi yapar. Sürtünmelerin ihmal edildiği bir ortamda kütle bırakıldığı noktadan denge noktasına geldiğinde çeyrek periyot ( $T/4$ ), karşı tarafa ulaştığında yarım periyot ( $T/2$ ) ve tekrar bırakıldığı noktaya döndüğünde bir tam periyotluk ( $T$ ) süre geçmiş olur. Düşey doğrultu ile yaptığı açının  $10^\circ$ 'den küçük olması koşuluyla sarkacın hareketi periyodik hareket olarak adlandırılır. Bu sistemde periyot ( $T$ ); sarkacın uzunluğunun ( $l$ ) karekökü ile doğru, yer çekimi ivmesinin ( $g$ ) karekökü ile ters orantılıdır.

Sarkaçlı duvar saatlerindeki sarkacın salınımı bir periyodik harekettir. Bu hareket sırasında sarkaç bir uçtan diğer uca  $1$  s'de ( $T/2$ ) ulaşır. Her  $2$  s'de ( $T$ ) bir aynı hareket tekrarlanır. Bu sarkaçlara saniyeleri vuran sarkaç da denir.

### Yay Sarkacı



**Şekil 4.6:** Yay sarkacı

Yay sarkacı, Şekil 4.6'daki gibi bir yay ve yaya bağlı kütleden oluşan mekanik bir sistemdir. Yaya bağlı kütle, denge noktasından  $x$  kadar uzaklaştırılarak serbest bırakıldığında denge noktası etrafında salınım hareketi yapar. Sürtünmesiz bir ortamda yay sarkacının periyodu ( $T$ ); kütle ( $m$ ) karekökü ile doğru, yay sabitinin ( $k$ ) karekökü ile ters orantılıdır. Periyot yer çekimi ivmesine bağlı değildir. Yay sabiti değişmediği sürece yayın frekansı değişmez ve hareketi periyodiktir.

### Örnek



Saniyeleri vuran sarkacın uç kısmında asılı olan dairesel diskin kütlesi  $250$  g ve diski saat mekanizmasına bağlayan çubuğun uzunluğu  $1,1$  m'dir. Bu sarkaç sisteminin her bir tam salınımı, saatin  $2$  s ilerlemesini sağlamaktadır.

**Buna göre**

- Sarkacın ucuna bağlı diskin kütlesi artırılırsa saat zamanı doğru şekilde ölçülebilir mi? Açıklayınız.
- Diski saat mekanizmasına bağlayan çubuğun uzunluğu azaltılırsa saat zamanı doğru şekilde ölçülebilir mi? Açıklayınız.







## 4.12. Soru

Aşağıdaki tabloda periyodik hareketlerle ilgili bazı ifadeler ve terimler verilmiştir.

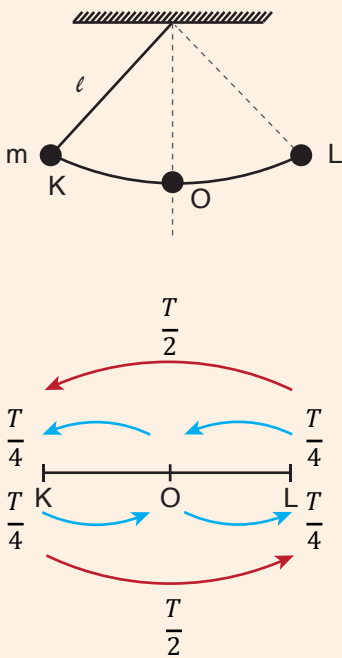
**Terimlerin başındaki harfleri ifadelerin başındaki yay ayraçların içine yazarak terimler ile ifadeleri uygun şekilde eşleştiriniz.**

İfadeler	Terimler
I. (.....) Basit sarkacın periyodunun bağlı olduğu değişkendir.	(a) İpin uzunluğu
II. (.....) Denge noktası etrafında titreşim hareketi yapar.	(b) Doğal titreşim frekansı
III. (.....) Yay sarkacında periyodu etkilemeyen büyüklüktür.	(c) Basit sarkaç
IV. (.....) Denge noktası etrafında düzenli olarak tekrarlanan harekettir.	(ç) Frekans
V. (.....) Cisimlerin dışarıdan etki olmaksızın yaptıkları salınımın frekansıdır.	(d) Periyodik hareket
	(e) Genlik

## Kontrol Noktası



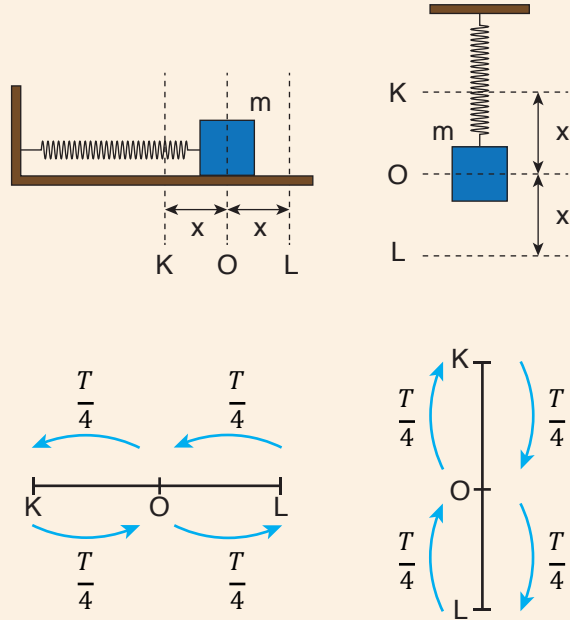
## Basit Sarkaç



Cismin periyodu ( $T$ ) sarkacın uzunluğunun ( $\ell$ ) karekökü ile doğru, yer çekimi ivmesinin büyüklüğünün ( $g$ ) karekökü ile ters orantılıdır.

Basit sarkacın periyodu, ipin ucuna asılan kütlelerin büyüklüğüne bağlı değildir.

## Yay Sarkacı



Cismin periyodu ( $T$ ) yayın ucuna bağlı kütlelerin ( $m$ ) karekökü ile doğru, yayın yay sabitinin ( $k$ ) karekökü ile ters orantılıdır.

Yay sarkacının periyodu, cisme etki eden çekim ivmesine bağlı değildir.

## 4.5. SU DALGALARINDA YANSIMA VE KIRILMA

### Konuya Başlarken



Kıyıdaki yapıları, tekneleri ve yerleşim alanlarını dalgaların yıpratıcı etkisinden korumak amacıyla yapılan uzun setlere dalgakıran adı verilir. Dalgakıranlarda su dalgalarının katı bir yüzeye çarptığında yansıma özelliğinden yararlanılır. Dalgakırana çarpan su dalgalarının yönü değişir ve enerjisi büyük oranda azalır. Böylece su dalgalarının sahilde yapacağı aşınma veya kıyıda demirlemiş deniz araçlarının (kayık, gemi vs.) dalgalardan zarar görmesi önlenmiş olur.



Dalgakıran

**Dalgakıranların su içindeki konumunun belirlenmesinde neler etkili olabilir?**

**Dalgakıranların her kıyı şeridinde olmayışının nedeni ne olabilir?**

### 4.5. Etkinlik

Adı	SU DALGALARINDA YANSIMA VE KIRILMA
Amaç	Su dalgalarının farklı derinlikteki ortamlarda yansıma ve kırılma olaylarını inceleyebilme
Süre	30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını sırasıyla uygulayarak etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinliğin sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Su dalgalarının farklı derinlikteki ortamlarda yansıma ve kırılma olayları sırasındaki yayılma doğrultusunun, yönünün ve süratinin değişimine ilişkin tahminlerinizi yazınız.

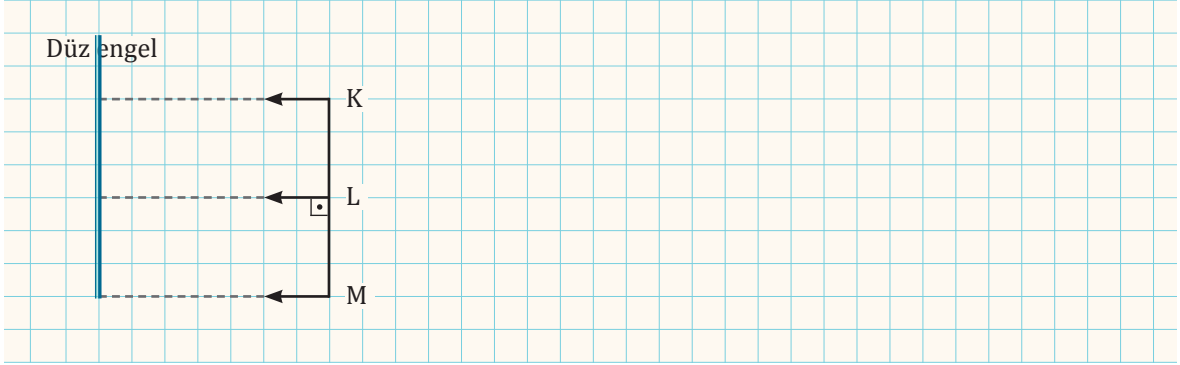
2. Su dalgalarına ilişkin yapmış olduğunuz tahminler ile ses ve yay dalgalarının yayılma süratinin ortama bağlılığı arasında ilişki kurunuz. Günlük hayattan su dalgalarının hareketine ilişkin örnekler veriniz.

3. Karekodda bulunan üç farklı animasyonu izleyerek farklı derinlikteki ortamlarda su dalgalarının yansıma ve kırılma davranışlarını inceleyiniz.

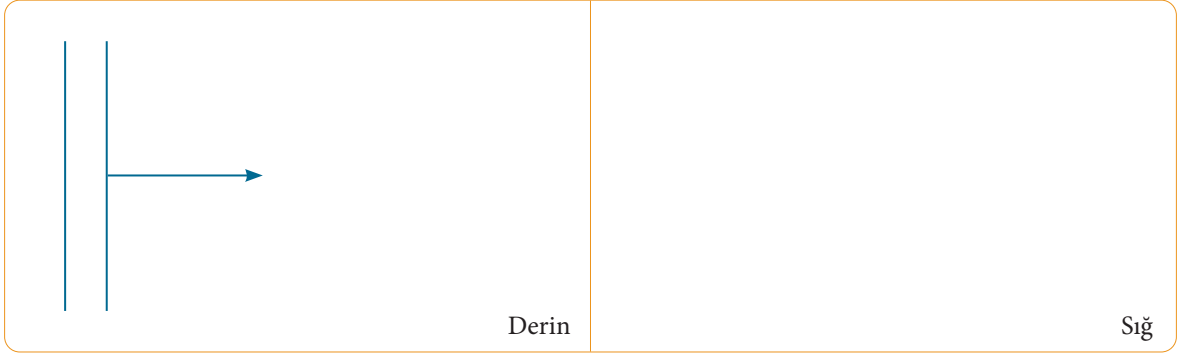


4. Gözlemlerinize dayanarak tahminlerinizi doğrulamak veya çürütmek amacıyla su dalgalarının yansıma ve kırılmasına yönelik kurduğunuz neden sonuç ilişkilerini yazınız.

- 5. Öğretmeninizin "Doğrusal su dalgalarında yansıma ve kırılma" konusu hakkında yaptığı açıklamalardan ve izlediğiniz animasyondan yararlanarak doğrusal su dalgalarında yansıma ve kırılma" konusu hakkında yaptığı açıklamalardan ve izlediğiniz animasyondan yararlanarak izlediğiniz animasyona göre doğrusal su dalgasının düz engelden yansımasını şekil üzerine çizerek gösteriniz.



6. İzlediğiniz animasyona göre farklı bir derinliğe geçen su dalgasının kırılma doğrultusunu şekil üzerine çizerek gösteriniz.



7. Doğrusal su dalgalarının doğrusal engele gelme açısı ile engelden yansıma açısı arasındaki ilişkiyi arkadaşlarınızla tartışarak aşağıya yazınız.

8. Farklı derinlikteki ortamlarda doğrusal su dalgalarının yansıma ve kırılma olayları ile ilgili gözlem yaparak yansıyan ve kırılan dalgaları çiziniz.

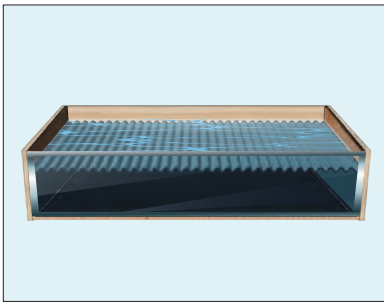
- 9. Yaptığınız gözlemlerden ve kurduğunuz ilişkilerden yararlanarak derinliğin su dalgalarının yayılma doğrultusuna, yönüne ve süratine etkisi üzerine genelleme yapınız.

### Değerlendirme

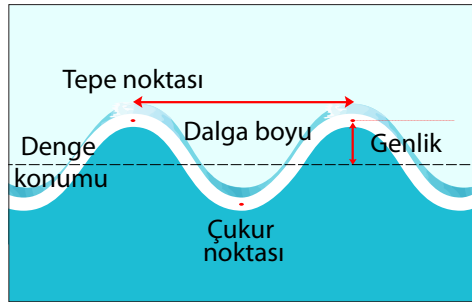
Dalgaların farklı ortamlarda yayılırken yön değiştirmesi (kırılması) ile ses dalgalarının havadan suya geçerken hız değiştirmesi arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.

### Doğrusal Su Dalgaları

Derinliği sabit bir dalga leğeninde oluşmuş doğrusal su dalgaları Görsel 4.9'da gösterilmektedir. Bir cetvel, leğenin bir kenarına paralel şekilde tutulur ve periyodik olarak suya batırılıp çıkarılırsa su yüzeyindeki her noktada eş zamanlı ve aynı yönde hareket eden dalgalar meydana gelir. Oluşan bu periyodik dalgalara **doğrusal su dalgaları** denir. Doğrusal su dalgalarının bir bölümü modellenerek yandan görünüşü ile dalganın tepe noktası, çukur noktası, genliği ve dalga boyu Şekil 4.7'de gösterilmektedir.



▲ **Görsel 4.9:** Doğrusal su dalgaları

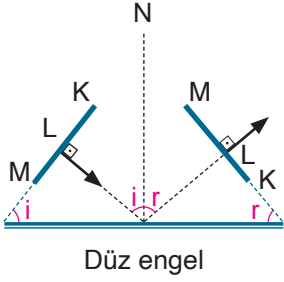


▲ **Şekil 4.7:** Doğrusal su dalgasının yandan şematik gösterimi

### Doğrusal Su Dalgalarında Yansıma

Dalgaların bir engele çarparak aynı ortama dönmesine **yansıma** denir. Sabit derinliğe sahip bir dalga leğeninde gerçekleşen yansıma olayında dalganın frekansı, hızı ve dalga boyu değişmez fakat dalganın yönü değişir. Dalganın frekansı, kaynağın frekansına bağlıdır.

### Yansıma Yasaları

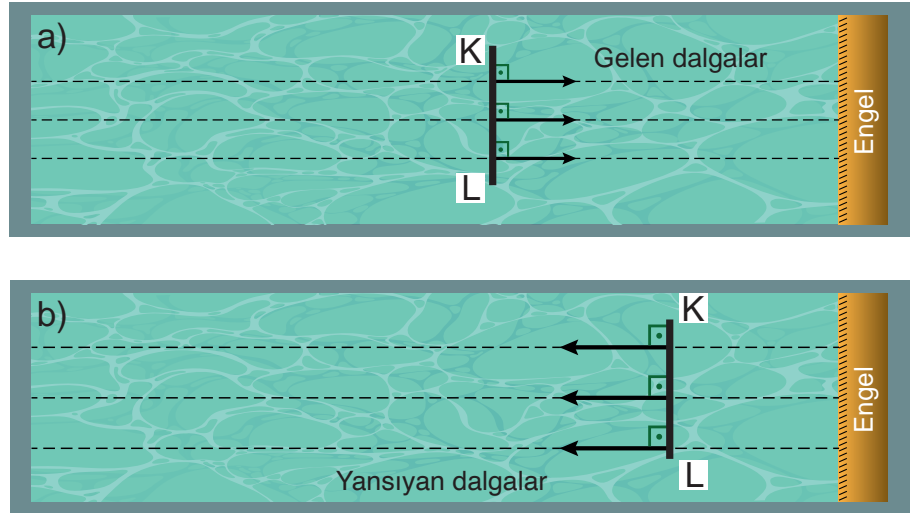


Şekil 4.8: Engelle  $i$  açısıyla gelen doğrusal su dalgalarının yansıması

Gelen dalgaların ilerleme doğrultusunun engel ile birleştiği noktada yüzeye dik olarak çizilen doğruya **yüzey normali (N)** denir. Gelen dalganın ilerleme doğrultusunun yüzey normali ile yaptığı açıya **gelme açısı (i)**, yansıyan dalganın ilerleme doğrultusunun yüzey normali ile yaptığı açıya ise **yansıma açısı (r)** denir. Gelen ve yansıyan dalgaların yüzey normali ile yaptığı açılar birbirine eşittir ( $i = r$ ). Gelen dalga, yansıyan dalga ve yüzeyin normali aynı düzlemedir.

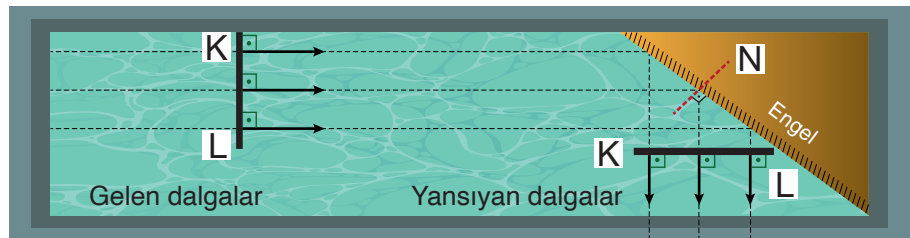
Dalganın hareket doğrultusunun engel ile yaptığı açı, gelme açısına (i); yansıyan dalganın hareket doğrultusunun engel ile yaptığı açı, yansıma açısına (r) eşittir. Şekil 4.8'de KLM doğrusal su dalgasının yansıma olayında oluşan gelme ve yansıma açıları ile yüzey normali gösterilmektedir. Doğrusal su dalgasının önce M noktası, sonra sırayla L ve K noktaları engelle çarpar. Bu süreçte dalganın her bir noktası engelden farklı zamanlarda yansır.

Şekil 4.9.a'daki gibi düz engelle paralel gelen doğrusal su dalgaları engelle çarptıktan sonra Şekil 4.9.b'deki gibi engelle yine paralel olarak yansır.



Şekil 4.9: Doğrusal su dalgasının düz engelden yansıması

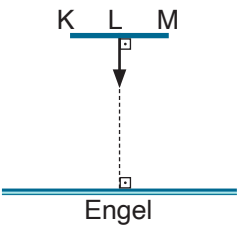
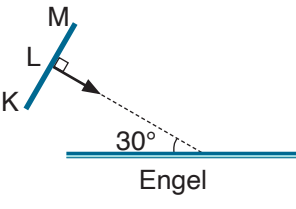
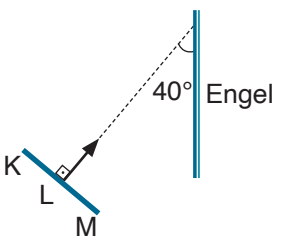
Şekil 4.10'da derinliği sabit dalga leğeninde düz bir engelle belli bir açıyla gelen doğrusal su dalgalarının yansıması gösterilmiştir.



Şekil 4.10: Doğrusal bir engelle belli bir açıyla gelen doğrusal su dalgalarının yansıması

## Örnek

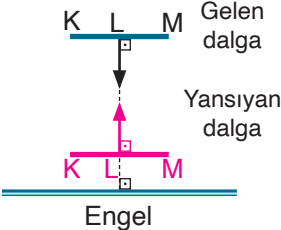
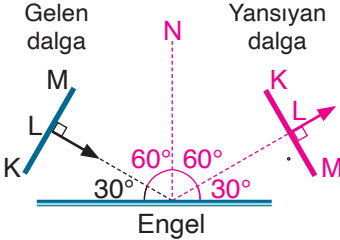
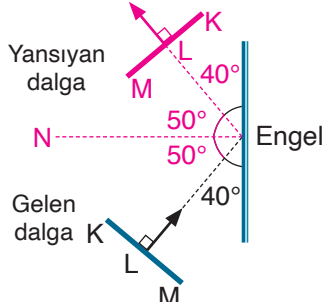
Aşağıdaki şekillerde düz bir engеле farklı doğrultularda gönderilen KLM doğrusal su dalgası modellenmiştir.

		
Gelme açısı:	Gelme açısı:	Gelme açısı:
Yansım açısı:	Yansım açısı:	Yansım açısı:

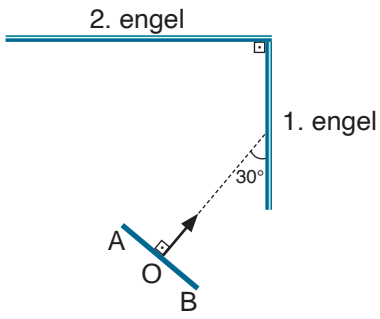
**Doğrusal su dalgalarının engelden yansımını şekil üzerine çizerek gösteriniz. Şekillerin altlarında bırakılan alana su dalgalarının engеле gelme ve engelden yansım açılarını yazınız.**

## Çözüm

Gelen doğrusal su dalgalarının düz engelden yansımını aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

		
Düz engеле paralel olarak gelen su dalgası, düz engelden yine paralel olacak şekilde yansır.	Yüzey ile yüzey normali arasındaki açı $90^\circ$ 'dir. Su dalgası yüzey ile $30^\circ$ 'lik açı yapacak şekilde geldiğine göre gelme açısı, $90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$ olarak bulunur.	Şekildeki gibi düz engеле gelen su dalgası yüzey normali ile $50^\circ$ 'lik açı yapacak şekilde gelen su dalgası düz engelden yüzey normali ile $50^\circ$ 'lik açı yapacak şekilde yansır.
Düz engеле paralel gelen doğrusal su dalgasının gelme açısı $0^\circ$ olduğundan dalga kendi üzerinden yansır.	Şekildeki gibi düz engеле gelen su dalgası engеле çarptıktan sonra gelme açısına eşit $60^\circ$ 'lik açı ile yansır.	
Gelme açısı: $0^\circ$	Gelme açısı: $60^\circ$	Gelme açısı: $50^\circ$
Yansım açısı: $0^\circ$	Yansım açısı: $60^\circ$	Yansım açısı: $50^\circ$

## 4.13. Soru



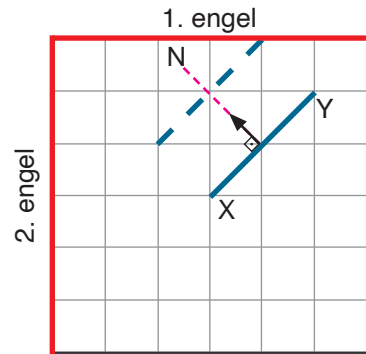
1. engele şekildeki gibi gönderilen AOB doğrusal su dalgası  
2. engele çarpıp yansımaktadır.

**Buna göre dalganın 2. engeldeki yansıma açısı kaç derece olur?**

## Cevap



## 4.14. Soru

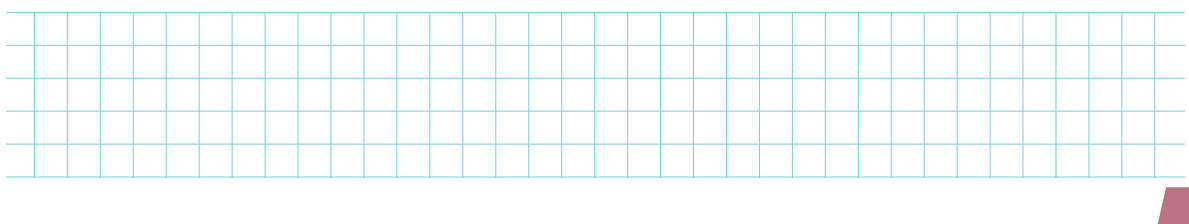


Derinliği her yerinde aynı olan bir ortamda XY doğrusal su dalgası  $t$  sürede kesikli çizgilerle gösterilen konuma gelmektedir. Su dalgası önce 1. engele daha sonra 2. engele çarparak ilerlemektedir.

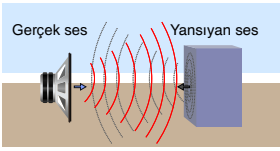
**Buna göre  $6t$  süre sonra su dalgasının konumunu şekil üzerine çizerek gösteriniz.**

(Düzlem eşit olarak bölmelendirilmiştir.)

## Cevap







**Görsel 4.10:** Yankı oluşumunun gösterimi

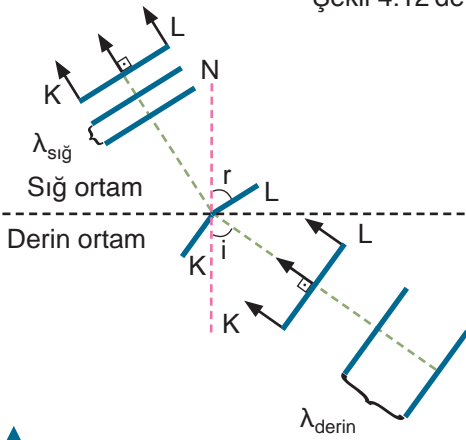
Su dalgalarındaki yansıma olayına benzer olarak ses dalgalarında da yansıma olayı gerçekleşir. Ses dalgalarının belirli bir mesafedeki sert ve düzgün yüzeylere çarpıp yansıması ile oluşan ikinci sese **yankı** adı verilir. Yankı genellikle geniş ve boş alanlarda ya da dağlık bölgelerde meydana gelir. Örneğin dağlık bir alanda bağırdığında birkaç saniye sonra aynı ses tekrar duyulur. Bu durum sesin dağ yüzeyine çarpıp geri dönmesiyle oluşur. Yankının net bir şekilde algılanabilmesi için sesin kaynağı ile engel arasında en az 17 m mesafe bulunmalıdır. Görsel 4.10'da ses dalgasının yankı oluşturmasının temsili gösterimi verilmektedir.

Günlük hayatta yankı, denizaltı ve gemilerde denizin altındaki uzaklıkların hesaplanmasında ve ultrason cihazlarıyla vücudun iç yapısının incelenmesinde kullanılmaktadır.

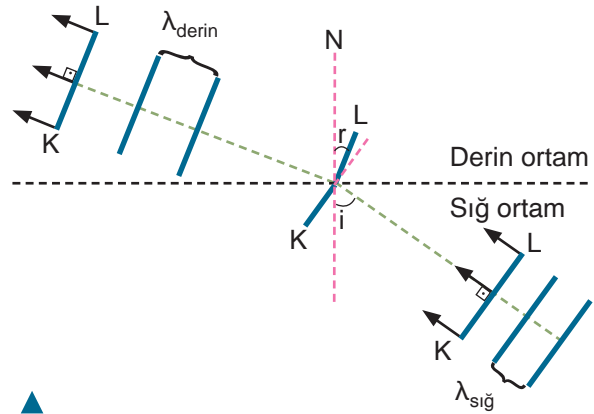
### Doğrusal Su Dalgalarında Kırılma

Derinlikleri farklı olan bir ortamdaki diğerine geçen su dalgalarının yön değişmesine **dalgaların kırılması** denir. Su dalgalarının kırılması olayında iki ortamı ayıran yüzeye **ayırıcı yüzey** adı verilir. Gelen dalga, kırılan dalga ve yüzeyin normali aynı düzlemedir.

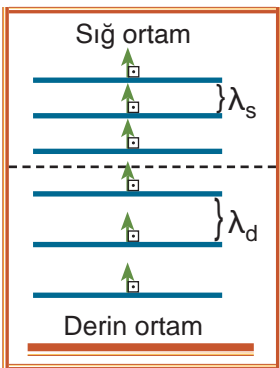
Derinlikleri farklı ortamlardan geçen su dalgalarının kırılma olayı Şekil 4.11 ve Şekil 4.12'de gösterilmektedir.



**Şekil 4.11:** Derin ortamdaki siğ ortama geçen doğrusal su dalgalarının gösterimi



**Şekil 4.13:** Siğ ortamdaki derin ortama geçen doğrusal su dalgalarının gösterimi



**Şekil 4.12:** Ayırıcı yüzeye paralel gelen su dalgalarının kırılması

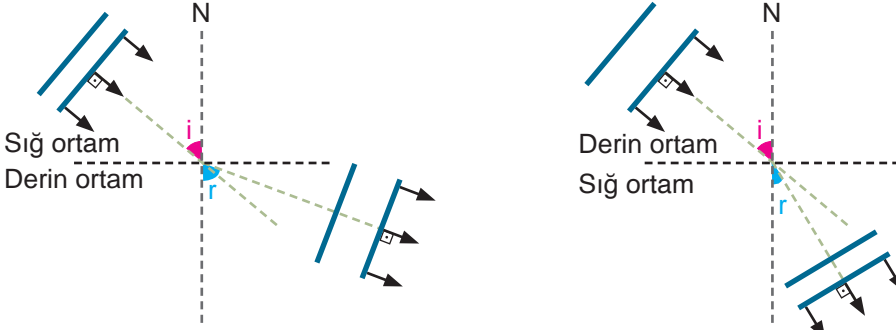
Farklı derinlikteki bir ortama geçen dalgaların yayılma sürati değişikliğe uğrar. Sürat değişimi, dalgalar ayırıcı yüzeye  $90^\circ$  açı ile gelmiyorsa dalgaların yön değiştirmesine (kırılmasına) neden olur. Kırılma olayında dalga boyu ve dalganın yönü değişir ancak frekansı değişmez.

Su dalgaları derin ortamdaki siğ ortama geçerken yavaşlar. Bu durumda dalga boyu kısalmış ( $\lambda_s < \lambda_d$ ) ve su dalgaları yüzey normaline yaklaşarak kırılır. Siğ ortamdaki derin ortama geçen su dalgalarının ise sürati artar. Böylece dalga boyu uzar ve su dalgaları yüzey normalinden uzaklaşarak kırılır.

Şekil 4.13'te ayırıcı yüzeye paralel gelen doğrusal su dalgalarının derin ortamdaki siğ ortama geçişi gösterilmektedir. Ayırıcı yüzeyden paralel olarak geçen su dalgalarının dalga boyu ve sürati değişir fakat yayılma doğrultusu değişmez.

## Kırılma Yasaları

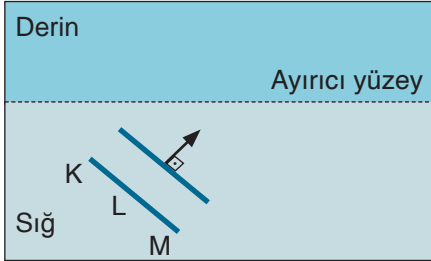
Gelen dalganın ilerleme doğrultusunun yüzey normali ile yaptığı açiya **gelme açısı (i)**, kırılan dalganın ilerleme doğrultusunun yüzey normali ile yaptığı açiya ise **kırılma açısı (r)** denir. Şekil 4.14'te doğrusal su dalgasının kırılması gösterilmektedir.



**Şekil 4.14:** Kırılan bir dalgada gelme ve kırılma açısının gösterimi

Gelen dalga, sığ ortamdan derin ortama geçerken dalganın ilerleme doğrultusu normalden uzaklaşarak kırılır. Kırılan dalganın yüzey normali ile yaptığı açı, yayılma sürati ve dalga boyu artar. Gelen dalga, derin ortamdan sığ ortama geçerken dalganın ilerleme doğrultusu normale yaklaşarak kırılır. Kırılan dalganın yüzey normali ile yaptığı açı, yayılma sürati ve dalga boyu azalır.

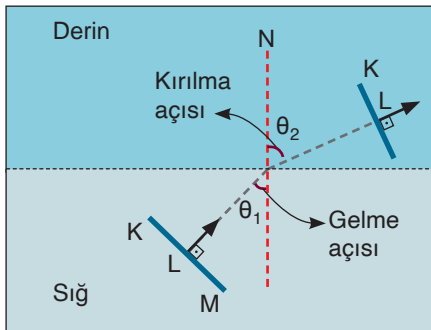
### Örnek



Şekilde laboratuvarında su dalgalarının kırılmasını gözlemlemek için kullanılan bir dalga leğeninin üstten görünüşü verilmiştir. Dalga leğeninin iç kısmına bir cam parçası konarak farklı derinlikler elde edilmiştir.

**Buna göre sığ ortamda şekildeki gibi oluşturulan KLM doğrusal su dalgasının derin ortama geçtikten sonra meydana gelen ilerleme şeklini çiziniz.**

### Çözüm



$\theta_1$ : Gelme açısı       $\theta_2$ : Kırılma açısı  
 $\theta_1 < \theta_2$

Sığ ortamdan derin ortama geçen su dalgalarının yayılma sürati ve dalga boyu artar. Dalgalar, bu geçiş sırasında yüzey normalinden uzaklaşarak kırılır. Dolayısıyla dalganın kırılma açısı artar ve derin ortamdaki yayılma doğrultusu şekildeki gibi olur. Dalganın K ucu, ayırıcı yüzeye L ve M noktalarından daha yakın olduğu için derin ortama ilk olarak girer ve diğer noktalara göre daha süratli yayılır. Bu nedenle derin ortamda K ucu, L ve M noktalarına göre ayırıcı yüzeyden daha uzak olur. Daha sonra sırasıyla L ve M noktaları derin ortama girerek süratlenir ve su dalgasının kırılması şekildeki gibi olur.

## 4.16. Soru

Sığ

Ayrııcı yüzey

Derin

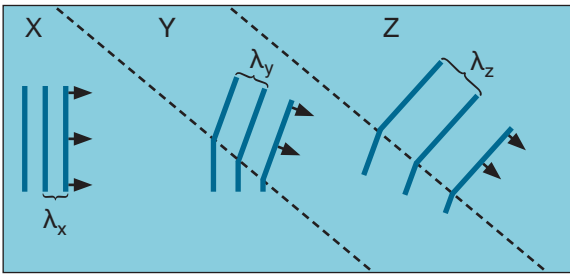


Deniz kenarında oturan Zeynep, bir su dalgasının belli bir yerden sonra süratinin azalarak yön değiştirdiğini fark etmektedir.

**Gelen su dalgasının temsilî görüntüsü şekildeki gibi olduğuna göre derin ortamdan sığ ortama geçen KLM doğrusal su dalgasının ilerleme şeklini çiziniz.**

## Cevap

## 4.17. Soru



Derinlikleri farklı olan X, Y ve Z ortamlarındaki su dalgalarının dalga boyları sırasıyla  $\lambda_x$ ,  $\lambda_y$  ve  $\lambda_z$  olarak verilmiştir.

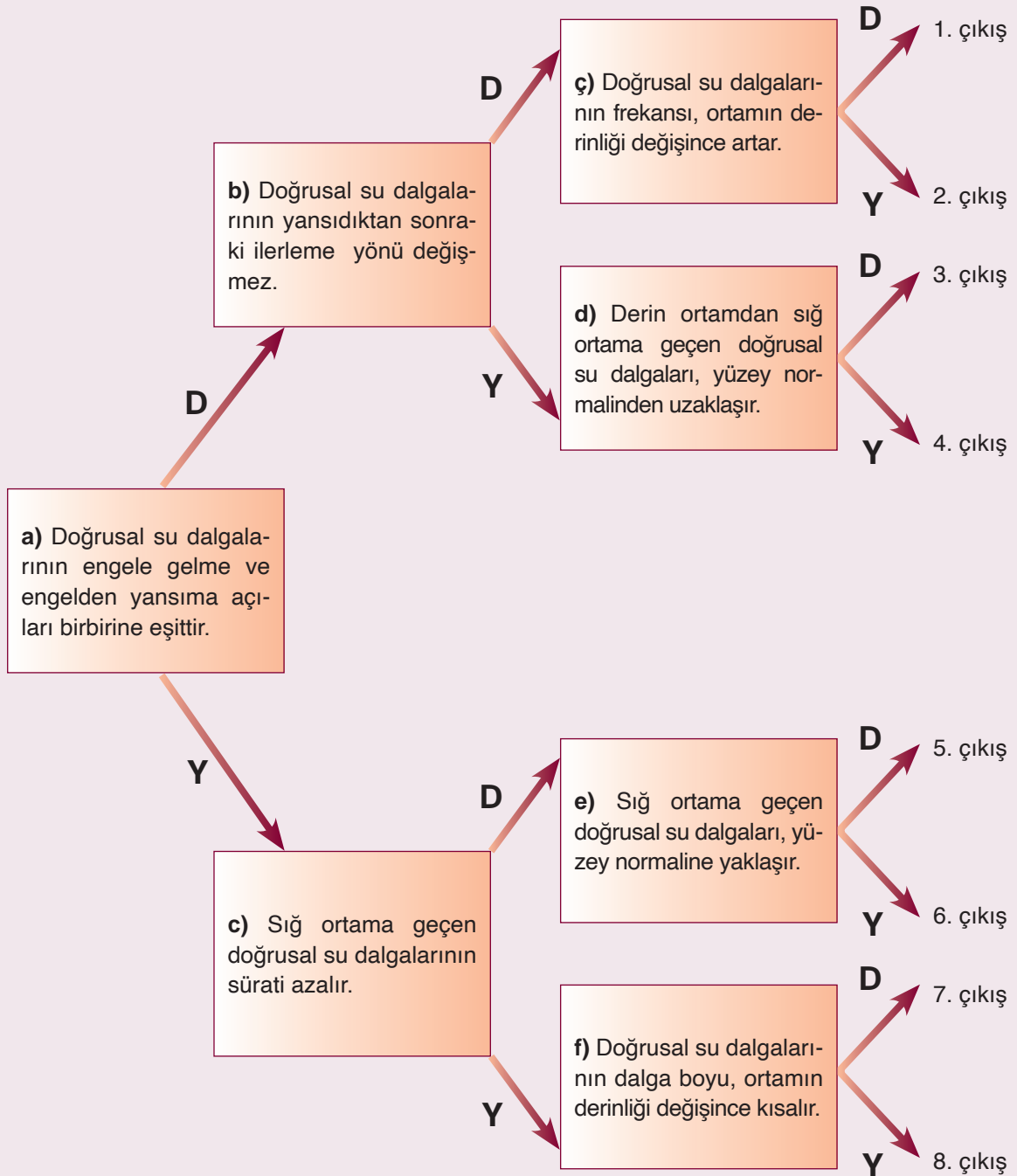
**Farklı ortamlardaki dalgaların ilerleme doğrultuları şekildeki gibi olduğuna göre X, Y ve Z ortamlarının  $h_x$ ,  $h_y$  ve  $h_z$  derinlikleri arasındaki ilişkiyi büyükten küçüğe doğru sıralayarak yazınız.**

## Cevap





2. Aşağıda verilen tanılayıcı dallanmış ağaçta yer alan ifadelerden doğru olanlar için "D", yanlış olanlar için "Y" yönlendirici oklarını takip ediniz. Her kararınız bir sonraki aşamayı etkileyecek, vereceğiniz cevaplar sizi farklı yollardan sekiz ayrı çıkışa ulaştıracaktır. İlk önermeden başlayarak yapacağınız seçimlerle oklar yönünde ilerleyiniz ve sekiz farklı çıkış noktasından birine ulaşınız.

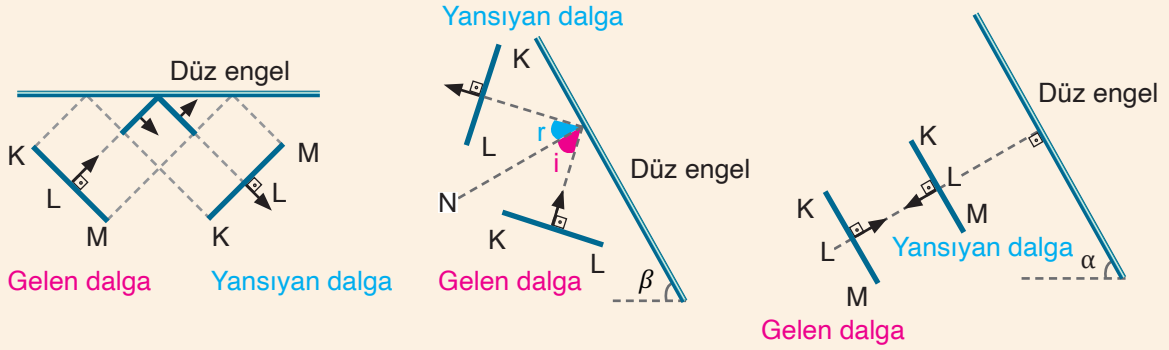


## Kontrol Noktası



## Su Dalgalarının Yansıması

Su dalgalarının farklı durumlardaki düz engelden yansıması aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir:



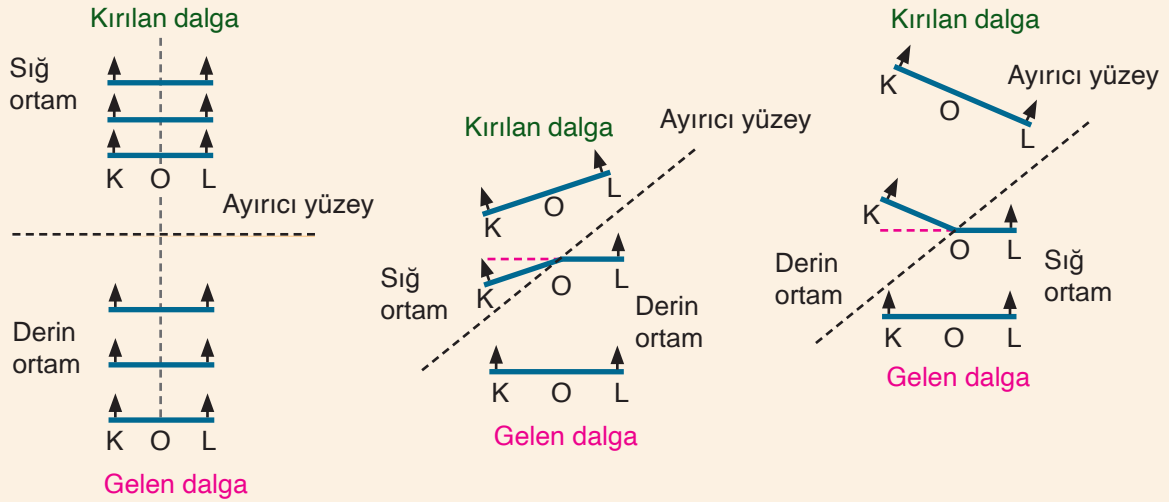
## Yansıma Yasaları

Gelen dalga, yansıyan dalga ve yüzey normali aynı düzlemedir.

Gelme açısı, yansıma açısına eşittir.

## Su Dalgalarının Kırılması

Su dalgalarının derinlikleri farklı ortamlardan geçişi sırasında kırılması aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir:



## Kırılma Yasaları

Gelen dalga, kırılan dalga ve yüzey normali aynı düzlemedir.

Gelen dalga, siğ ortamdan derin ortama geçerken normalden uzaklaşarak kırılır. Kırılan dalganın yüzey normali ile yaptığı açı, yayılma sürati ve dalga boyu artar.

Gelen dalga, derin ortamdaki siğ ortama geçerken normale yaklaşarak kırılır. Kırılan dalganın yüzey normali ile yaptığı açı, yayılma sürati ve dalga boyu azalır.

## 4.6. REZONANS VE DEPREM

### Konuya Başlarken



Kuşlar uçarken kanatlarını belirli bir frekansla çırpılmaktadır. Kanat çırpma hızı, kuşun vücut yapısına ve kanat genişliğine uygun, doğal bir frekansta gerçekleştiğinden kanatlar hava ile uyumlu bir şekilde hareket eder. Bu hareket; kuşların uzun süre havada kalmasını, uzun yollar katetmesini ve daha az enerji harcamasını sağlamaktadır. Benzer şekilde salıncakta sallanan bir kişiye düzenli aralıklarla kuvvet uygulandığında salıncığın salınım genliği artmaktadır. Bu durumda salıncığın daha ileri ve yükseğe hareket etmesi sağlanır.

**Bir kuşun kanat çırpma frekansının doğal frekanstan sapmasının uçuş hızına ve enerji verimliliğine etkisi nedir?**

**Salıncakta sallanan bir kişiye uygulanan kuvvetler, salıncığın salınım hareketini ne şekilde etkiler?**

Deprem sırasında meydana gelen sarsıntılar aynı zemindeki binalar için farklı etki oluşturur. Örneğin aynı zemin üzerinde bulunmasına rağmen deprem sırasında bazı binaların sağlam kaldığı bazıların hasar aldığı hatta yıkıldığı görülmektedir.

**Deprem sırasında aynı zemin üzerinde bulunan binaların farklı derecelerde dayanıklılık göstermesinin sebepleri neler olabilir?**



*Kuşların uçuş hareketi*



*Deprem sonrası yolun görünüşü*

## A) Rezonans ve Depremle İlgili Kavramlar

### 4.6. Etkinlik



Adı	REZONANS VE DEPREMLE İLGİLİ KAVRAMLAR
Amaç	Rezonans ve depreme ilişkin kavramlar üzerinden depremi sorgulayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda hazırlayacağınız kavram haritası "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

- Yandaki karekodu kullanarak bardakların titreşimini, köprülerin salınım hareketini ve depremle ilgili kavramları içeren animasyonu izleyiniz.
- İzlediğiniz dijital içeriklerden yararlanarak depremle ilgili aşağıdaki kavramları kendi cümleleriniz ile tanımlayınız.



Rezonans: .....

Odak Noktası: .....

Merkez Üssü: .....

Şiddet: .....

Büyükklük: .....

- 3. Yukarıdaki kavramlar ile ilgili kendi düşüncelerinizi geliştirmek ve bu kavramları daha derinlemesine anlamak için konu hakkında merak ettiklerinizi arkadaşlarınızla tartışınız. Aşağıda verilen boş alana konu ile ilgili sorularınızı açık fikirlilikle yazınız.

4. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz. Yazdığınız soruların cevaplarını ve depreme ilişkin kavramları grup arkadaşlarınızla planlama yaparak araştırınız.
5. Yazdığınız soruların cevaplarını ve depreme ilişkin kavramları grup arkadaşlarınızla fikir alış-verişinde bulunarak elde ettiğiniz bilgilerin doğruluğunu ve güvenilirliğini tartışınız.

6. Grubunuz ile yaptığınız çalışma sonucunda elde ettiğiniz bilgileri sınıf arkadaşlarınıza sununuz.
7. Depremi merkez üssü ve büyüklüğü kavramlarından yola çıkarak depreme yönelik çıkarımlarınızı yazınız.

### Değerlendirme

1. Rezonans nedir? Deprem sırasında rezonansın binaların yıkılmasına olan etkisini açıklayınız.

2. Depremi etkisi merkez üssünden uzak bölgelerde neden farklı hissedilir?

3. Aynı büyüklükteki iki deprem, farklı bölgelerde neden farklı şiddetlerde hissedilir? Depremi büyüklüğü ile şiddeti arasındaki farkın sebepleri nelerdir?

4. Odak noktasının derinliği, depremi yüzeyde hissedilen şiddetini nasıl etkiler? Farklı derinliklerdeki büyüklükleri eşit olan depremlerin farklı şiddette hissedilmesinin sebebi nedir?



- 5. Deprem ve depremle ilgili kavramlardan oluşan bir kavram haritası hazırlayınız.

Hazırlamış olduğunuz kavram haritası "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



**B**ir sisteme dışarıdan gelen titreşim veya dalgaların o sistemin doğal frekansındaki titreşim genliğini artırarak maksimum değere ulaştırmasına **rezonans** adı verilir. Başka bir deyişle rezonans, bir maddenin doğal frekansına dışarıdan bir etki uygulandığında bu etkinin frekansı ile maddenin frekansının eşit olması sonucunda maddenin genliğinin sürekli artma eğilimi göstermesidir.

Rezonans, sistemin dinamik özelliklerine bağlı olarak farklı etkiler meydana getirir. Bu nedenle rezonanstan çeşitli alanlarda yararlanır. Rezonans olayı tıpta, elektronik devrelerde faydalı olabileceği gibi zararlı sonuçlar da oluş-

turabilir. Örneğin bir köprüde rezonans oluşması hâlinde titreşimler yapının çökmesine neden olabilir. Bu nedenle rezonans, binaların, köprülerin veya diğer mühendislik yapılarının tasarımında dikkate alınır.

Yer kabuğundaki hareketlerin meydana getirdiği enerjinin boşalmasıyla oluşan sarsıntılar sonucunda **deprem dalgaları** meydana gelir. Deprem dalgalarına **sismik dalgalar** da denir. Deprem dalgaları, enerjiyi kaynağından çevreye doğru ileterek yüzeyde hissedilen sarsıntılara yol açabilir. Yer kabuğundaki levhaların hareketleri sonucunda açığa çıkan enerjinin kayalarda oluşturduğu kırılma hatlarına **fay hattı** adı verilir. Oluşan dalgaların türüne, hızına ve yoğunluğuna bağlı olarak çeşitli yıkıcı etkiler ortaya çıkabilir. Mekanik dalga çeşitlerinden olan deprem dalgaları hem enine hem de boyuna yayılabilen dalgalardır.



**Görsel 4.11:** Depremin odak noktası ve merkez üssü

Görsel 4.11'de depremin odak noktası ve merkez üssü gösterilmektedir. Depremin **odak noktası**, yerin altında kırılmanın gerçekleştiği noktadır. Odak noktası, depremin enerji salınımının başladığı yer olarak tanımlanır. Bu nokta, depremin büyüklüğü ve şiddeti üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yüzeydeki etkiler, odak derinliğine bağlı olarak değişir.

Depremin yer yüzeyindeki en yüksek sarsıntı seviyesinin meydana geldiği nokta, **depremin merkez üssü** olarak adlandırılır. Diğer bir deyişle depremin başladığı yerin (odak noktası) yüzeye en yakın noktasıdır. Merkez üssü, depremin etkilerinin en yoğun hissedildiği yerdir ve coğrafi koordinatlarla tanımlanır.

#### Charles Francis Richter (1900-1985)

Amerikalı bir sismolog ve fizikçi olan Charles Francis Richter (Çarls Frensis Rihter), Kaliforniya Teknoloji Enstitüsünde kuramsal fizik alanında doktora yapılıp sismoloji alanında çalışmaya başlar. Daha sonra Beno Gutenberg (Beno Gutenberg) başkanlığında Pasadena (Pasadena) şehrinde sismoloji alanında bir laboratuvar açarak çalışmalarına burada devam eder. Richter ve Gutenberg 1932'de deprem kaynaklarının göreceli boyutlarını ölçmeye yönelik standart bir ölçek geliştirir ve bu ölçeğe 1937'de "Richter ölçeği" adını verirler.

**Depremin büyüklüğü**, bir depremin yer yüzeyinde oluşturduğu sarsıntının enerji salınımını ifade eder ve genellikle Richter (Rihter) ölçeği kullanılarak ölçülür. Richter ölçeği, meydana gelen depremin sayısal olarak kıyaslanabilmesi için depremin kaynağında ortaya çıkan toplam enerji miktarını ölçen bir derecelendirme türüdür. 1-9 arası rakam ile ifade edilir. Depremin büyüklüğü; depremin derinliği, merkez üssü ve fayın özelliklerine bağlı olarak değişir. Tablo 4.1'de dünya çapında çeşitli büyüklüklere sahip depremlerin yıllık ortalama sayısı gösterilmiştir.

**Tablo 4.1:** Dünya Çapında Çeşitli Büyüklüklere Sahip Depremlerin Yıllık Ortalama Sayısı

Büyüklük Aralığı	Etkileri	Yıllık Ortalama Sayısı
2,0-2,9	Pek hissedilmez ama kaydedilir.	1.000.000
3,0-3,9		100.000
4,0-4,9	Genellikle hissedilebilir, az veya orta hasar verir.	10.000
5,0-5,9		1300
6,0-6,9	Özellikle yoğun nüfuslu yerlerde yıkıcı potansiyele sahiptir.	100
7,0-7,9	Büyük depremlerdir, ciddi hasar verir.	10
8,0 ve üzeri	Çok büyük depremlerdir, tümüyle yıkımla sonuçlanırlar.	1

**Depremiň Őiddeti**, bir depremin yer yzeyinde neden olduğu sarsıntının hissedilme derecesini ve etkilerini tanımlar. Depremin odak noktasına olan uzaklığı, zemin koşulları ve yapıların dayanıklılığı gibi faktörler depremin Őiddetini belirler. Binaların, köprülerin ve altyapının ne kadar etkilendiği ile ilişkili olan depremin Őiddeti; hafif hasar, orta hasar veya yıkım gibi farklı seviyelerde değerlendirilebilir. Őiddetin seviyesi, insanların psikolojik ve sosyal durumları üzerinde de etkili olabilir. Bu nedenle deprem Őiddeti, bir depremin etkilerini ve sonuçlarını anlamak açısından önemli bir kavramdır.

Depremin Şiddeti, genellikle Değerştirilmiş Mercalli (Merkali) Şiddet Ölçeği (MMI) ile ölçülerek I'den XII'ye kadar derecelendirilir. Her bir derece belirli tanımlama ve etkilerle ilişkilidir. Tablo 4.2'de depremin Şiddet derecesine göre Değerştirilmiş Mercalli Şiddet Ölçeği'nde yer alan tanım ve etkileri verilmiştir.

**Tablo 4.2:** Değerştirilmiş Mercalli Şiddet Ölçeği (MMI)

Şiddet Derecesi	Tanım	Etkiler
I	Hissetmeme	Sadece aletler tarafından algılanabilir.
II	Zayıf hissetme	Duyarlı kişiler tarafından hissedilebilir.
III	Hafif hissetme	İ mekânlarda duyulabilir ve bazı insanlarca hissedilebilir.
IV	Orta hissetme	Duyulabilir ve bazı eşyalar yer değerştirebilir.
V	Güçlü hissetme	Dışarıda duyulabilir ve bazı eşyalar devrilebilir.
VI	Şiddetli hissetme	Binalar hasara uğrayabilir.
VII	ok Şiddetli hissetme	Binalar ciddi hasarlar alabilir ve bazı binalar yıkılabilir.
VIII	Yıkıcı hissetme	Binalar ağır hasar alabilir ve şehrin altyapısı zarar görebilir.
IX	çok yıkıcı hissetme	çok sayıda bina yıkılabilir.
X	Felaket hissetme	çok sayıda bina yıkılabilir ve yer altı kaynaklarında değerşiklikler meydana gelebilir.
XI	Aşırı yıkıcı hissetme	çok geniş bir alanda büyük hasar meydana gelebilir ve yer şekilleri değerşebilir.
XII	Tam yıkım	Görsel ve yapısal olarak büyük değerişimler meydana gelebilir.

Rezonans ve deprem arasındaki ilişki, yapıların doğal frekansı ile depremin oluşturduğu titreşimin frekansının uyumlu olması durumunda ortaya çıkar. Her yapı, zemin koşullarına ve yapısal özelliklerine bağlı olarak bir doğal frekansa sahiptir. Deprem dalgasının frekansı bu frekansa uyum sağladığında rezonans meydana gelir. Bu durum binaların daha büyük genlikle salınım yapmasına dolayısıyla hasar görmesine hatta çökmesine neden olabilir. Bu nedenle inşaat mühendisleri, binaların tasarımında rezonans etkilerini göz önünde bulundurarak depreme dayanıklı yapılar oluşturmayı hedefler.

## Örnek

1985 yılında Meksika'nın başkenti Mexico City'den (Meksiko Siti) 320 km uzaklıktaki Oaxaca (Vahaka) kıyıları açıklarında 8,1 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Mexico City depremin merkez üssüne çok uzak olmasına rağmen deprem şehirde büyük bir yıkıma neden olmuştur. Şehirdeki yüksek katlı binalar ciddi şekilde hasar görmüş veya tamamen yıkılmıştır. Mexico City'nin büyük ölçüde göl tabanına kurulmuş olması, sismik dalgaların çok daha kuvvetli bir şekilde iletilmesine yol açarak yüksek binaların temellerini zayıflatmıştır.

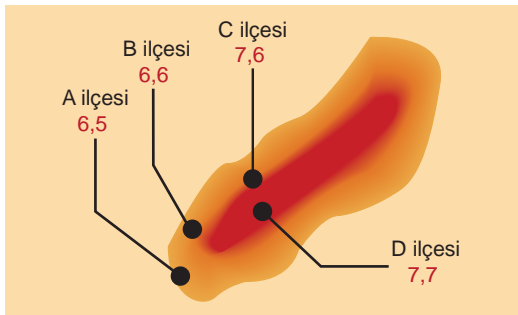
## Buna göre

- Depremin merkez üssünden uzakta olan Mexico City'deki zemin titreşimlerinin rezonans ile olan ilişkisini açıklayınız.
- Rezonansın farklı zemin türleri üzerindeki etkisini açıklayınız.

## Çözüm

- Binaların doğal titreşim frekansının zeminden gelen sismik dalgaların frekansı ile örtüşmesi durumunda rezonans olayı meydana gelir. Mexico City'nin göl tabanı, suya doymuş yumuşak zemin olduğundan sismik dalgaları düşük frekansta titreştirir ve bu durum rezonans riskini artırır. Zemin dalgaları ile bina arasındaki frekans uyumu, deprem esnasında binaların titreşimlerinin artmasına ve binaların aşırı sarsılmasına neden olmuştur. Bu sarsılmalar yüksek katlı binaların rezonans sebebiyle çökmesine yol açmıştır.
- Zeminlerin farklı fiziksel özelliklerinin rezonansa etkisi de farklılık gösterir. Frekansı yüksek olan sert ve homojen kaya zeminler deprem dalgalarını daha az iletir. Yumuşak ve heterojen yapılarda rezonans frekansları düşüktür.

## 4.19. Soru



Depremin büyüklüğü, depremin kaynağında açığa çıkan enerjinin ölçüsü; depremin şiddeti ise yerin derinliklerinde meydana gelen depremin yerin yüzeyindeki etkisinin ölçüsü olarak tanımlanmaktadır.

Depremin şiddeti; depremin büyüklüğüne, odak derinliğine, yapıların dayanıklılığına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Örneğin D ilçesinde meydana gelen depreminin şiddeti, o bölgedeki diğer ilçelerde farklılık göstermektedir.

## Buna göre

- Merkez üssüne göre A ve C ilçelerinde ölçülen büyüklüklerin farklı olmasının nedenlerini arkadaşlarınızla tartışarak yazınız.
- D ve B ilçelerinde depremin farklı hissedilmesi fizik bilimine ait hangi kavram ile ilgilidir?
- Depremin odak noktasının daha derinde olması durumunda ilçeler üzerinde yıkım etkisinin ne şekilde gerçekleşebileceğini tartışınız.





## 4.22. Soru

Aşağıdaki ifadelerin başında bulunan yay ayraç içine ifade doğru ise “D”, yanlış ise “Y” yazınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifadenin doğrusunu "Açıklama" bölümüne yazınız.

D/Y	İfade	Açıklama
(...)	1. Depremin odak noktası, bir depremin sarsıntı seviyesinin yer yüzeyinde en yüksek olduğu noktadır.	
(...)	2. Depremin büyüklüğü, bir depremin etkilerini ve sonuçlarını anlamada önemli bir kavramdır.	
(...)	3. Depremin büyüklüğü, bir depremin yer yüzeyinde oluşturduğu sarsıntının enerji salınımını ifade eder.	
(...)	4. Depremin odak noktası, depremin yer altında meydana geldiği yerdir.	
(...)	5. Rezonans, dış etkilerin frekansının sistemin doğal frekansından büyük olması durumunda gerçekleşir.	
(...)	6. Depremin şiddeti, yerel koşullara bağlı olarak değişebilir ve insanların depremin etkilerini nasıl hissettiğini, yapıların ne kadar zarar gördüğünü ve çevresel etkileri kapsar.	
(...)	7. Deprem şiddeti, depremin etkilerinin en yoğun hissedildiği yerdir.	
(...)	8. Depremin büyüklüğü Richter ölçeği ile ölçülür.	

## Kontrol Noktası



**Deprem dalgaları (sismik dalgalar),** yer kabuğundaki gerilimlerin ani salınımı sonucu meydana gelir.

**Rezonans,** bir sistemin dışarıdan gelen bir titreşim veya dalga ile aynı frekansta titreşmeye başlaması durumudur.

**Depremin odak noktası,** depremin yer altında meydana geldiği yerdir.

**Depremin merkez üssü,** odak noktasının yer yüzeyine en yakın noktasında sarsıntının en güçlü hissedildiği bölgedir.

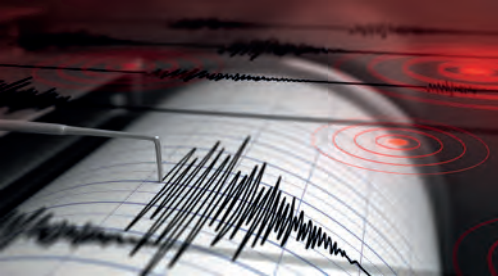
**Depremin şiddeti,** bir depremin yer yüzeyinde neden olduğu sarsıntının hissedilme derecesi ve etkisidir.

**Depremin büyüklüğü,** bir depremin yer yüzeyinde oluşturduğu sarsıntının enerji salınımıdır.

## B) Depremle İlgili Bilimsel Model Oluşturabilme

### Sismograf

Deprem ve yer hareketlerini inceleyerek bu konuda çalışmalar yapan bilim dalına **sismoloji** veya **deprem bilimi** denir. Sismoloji alanında çalışan bilim insanlarına ise **sismolog** (deprem bilimci) adı verilir. Depremler yerin derinliklerinde meydana gelir ve bu nedenle doğrudan ölçülemez. Yer sarsıntılarının ivmelerini (veya yer değiştirmelerini) zaman ile ilişkilendirerek kaydeden cihaza **sismograf** (depremyazar, depremölçer), sismograflar tarafından yapılan kayda ise **sismogram** denir.



▲ **Görsel 4.12:** Analog sismograf

Sismograflar, depremlerin yeri ve büyüklüğünün belirlenmesinde kullanılan en önemli araçlardan biridir. En basit sismograf türü bir ucu sabitlenmiş, diğer ucunda bir kayıt kalemi bulunan, yay ile desteklenmiş ağırlıklı bir çubuktan oluşur. Herhangi bir sarsıntı anında üzerindeki ağırlık sabit kaldığı için çubuğun diğer bölümleri salınır. Kayıt kalemi, saat ibresi yönünde ağır ağır dönen bir silindirin üzerinde sarsıntıları tespit eder. Kayıt cihazı, Görsel 4.12'deki gibi sismik dalgaların şeklini ve genliğini bir kâğıda veya Görsel 4.13'teki gibi dijital dosyaya kaydeder.

Bu bilgiler, depremlere karşı hazırlıklı olunmasını sağlar ve can kayıplarının en aza indirilmesine yardımcı olur. Deprem erken uyarı sistemleri, sismik dalgalar henüz yer yüzeyine ulaşmadan önce insanları uyararak için sismograflardan alınan verileri kullanır.



▲ **Görsel 4.13:** Dijital sismograf

Türkiye'de Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü ile AFAD (Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı) depremlerle ilgili bilgi veren kurumlardır. Kandilli Rasathanesi deprem hareketlerini izlemek için sismik kayıt yapan cihazlarla kurulu bir ağa sahiptir. Benzer şekilde AFAD'ın da bir ağı bulunmaktadır. Bu ağ, fay yakınlarına yerleştirilen sismograflardan oluşmaktadır. Birçok farklı istasyondan gelen veriler bu merkezlerde toplanarak depremin merkez üssü, odak derinliği, büyüklüğü gibi birçok parametrenin belirlenmesinde kullanılır.

### Sismograflar

- Yer kabuğundaki ani hareketleri kaydederek depremlerin yerini, büyüklüğünü ve derinliğini belirler.
- Tsunami riski taşıyan bölgelerde deniz altındaki sismik hareketleri izleyerek erken uyarı sistemlerini destekler.
- Belirli bir bölgedeki deprem riski hakkında bilgi sağlar.
- Yer altındaki petrol, doğal gaz ve diğer kaynakların tespitinde kullanılır.
- Yer kabuğunun derinliklerindeki yapıları incelemek için kullanılır.
- Aktif volkanik bölgelerdeki yer hareketlerini izlemek için kullanılır.
- Yeni yapılacak inşaatların projelerinin zemin etüdü için kullanılır.

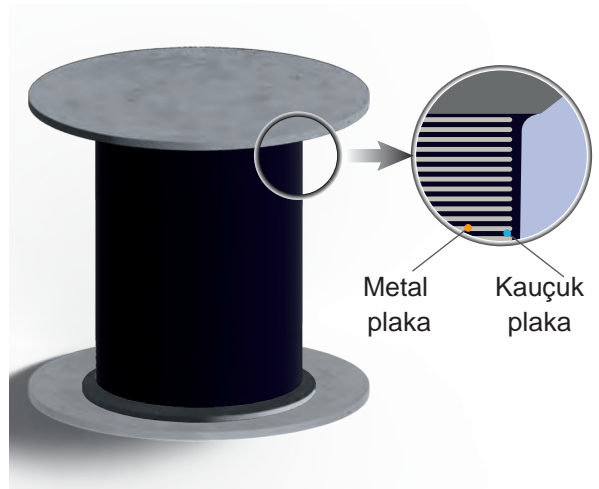
## İzolatör

Deprem doğa kaynaklı bir afet olduğundan depremin önceden bilinmesi ve engellenmesi mümkün değildir. Mühendisler, depreme dirençli yaşam alanları tasarlayarak olası bir depremde meydana gelecek can ve mal kaybını en aza indirmeyi amaçlar. Sismik izolatörler, depremlerin olumsuz etkilerini azaltmak ve yapıların dayanıklılığını artırmak için geliştirilmiş bir teknolojidir. İzolatörlerin binalarda oluşan deprem kaynaklı etkileri azalttığı tespit edilmiştir. Sismik izolatör kullanılan binalarda orta şiddetli depremler sonucunda meydana gelebilecek hasarların engellendiği ve şiddetli depremlerle ortaya çıkabilecek hasarların ise en düşük seviyeye indirildiği görülmüştür.

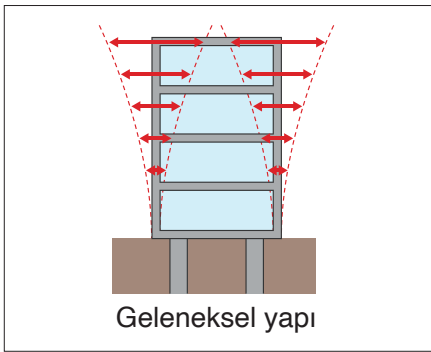
Sismik izolatörler, binanın temeli ile üst kısmının arasına yerleştirilerek esnek bir yapı oluşturulur. Bu yapı, binayı iki parçaya ayırarak depremin dinamik yüklerinin üst yapıya daha az iletilmesini sağlar.

Dikdörtgen ve daire şeklinde olan izolatörler, kauçuk ve metal plakaların birbirine bütünleştirilmesi ile oluşturulur (Görsel 4.14). Sismik izolatörler, yatay yönde esnekliği yüksek olan kauçuk ve dikey yönde dayanımı fazla olan metal plakalar kullanılarak üretilmektedir. Metal plaka, binanın ağırlığını taşıırken kauçuk plaka deprem dalgalarının şiddetini azaltmaktadır.

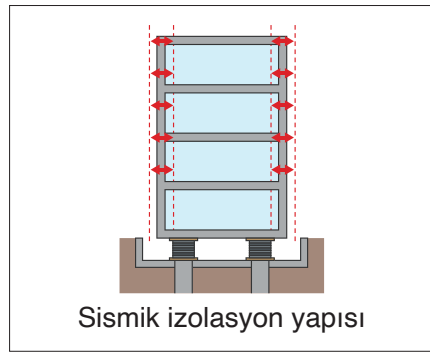
Yaygın olarak kullanılmaya başlanan sismik izolatörler, binaların temeline veya bodrum katına yerleştirilir. Bu izolatörler sayesinde depremin enerjisinin bir kısmı sönmülerek üst yapının sadece küçük salınımlar yapması sağlanır. Böylece binanın yapı güvenliği artar. Sismik izolatörler özellikle büyük yapılar, hastaneler, müzeler, köprüler, kamu binaları gibi önemli yapılarda tercih edilmektedir.



**Görsel 4.14:** Kauçuk izolatör



**Şekil 4.15:** İzolatör kullanılmayan bina



**Şekil 4.16:** İzolatör kullanılan bina

Deprem sırasında Şekil 4.15'teki gibi geleneksel bir binanın katları arasındaki görece yer değişimi miktarı oldukça fazladır. Yatay doğrultudaki yüksek görece yer değişimi, binaların zarar görmesine neden olur. Bu nedenle katlar arasındaki görece yer değişimi miktarı Şekil 4.16'daki gibi izolatör kullanılarak azaltılabilir ve binanın hasar görme riski en aza indirilebilir.



Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

### Görelî Yer Değişirme

İki nokta veya cisim arasındaki yer değişirme farkına görelî yer değişirme adı verilir. Başka bir deyişle görelî yer değişirme, bir cismin son konumu ile ilk konumu arasındaki farkın başka bir cismin veya noktanın hareketine göre değerlendirilmesidir. Kısaca ifade etmek gerekirse görelî yer değişirme, bir cismin belirlenen referans noktasına göre yaptığı hareketin ölçüsüdür.

## 4.7. Etkinlik



<b>Adı</b>	BENİM MODELİM
<b>Amaç</b>	Depremle ilgili bir gerçek hayat problemini fark edip bu probleme uygun çözüm bularak ihtiyaca yönelik model önerebilme
<b>Süre</b>	30 dk.
<b>Araç Gereç</b>	Genel ağ bağlantılı cihaz
<b>Yönerge</b>	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda önereceğiniz model "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile öğretmeniniz tarafından değerlendirilecektir.

1. Depremi öngörülemezliği, büyüklüğünü bilmeme, deprem etkisinin olumsuz yönleri gibi depremle ilgili bir problem durumunu belirleyerek yazınız.

2. Belirlediğiniz probleme ilişkin çözüm olabilecek STEM (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) bir model öneriniz.

3. Önerdiğiniz modeli sınıf arkadaşlarınız ile paylaşarak modelin geliştirilmesine yönelik tartışma sonucunda ortaya çıkan alternatif çözümleri yazınız.

4. Yazdığınız alternatif çözümler arasında en uygun çözümü seçerek modelinizin gelişimine katkısını yazınız.

## Değerlendirme

1. Seçtiğiniz problemin neden önemli olduğunu açıklayınız.

2. Modelinizi geliştirirken STEM (fen, teknoloji, mühendislik, matematik) yaklaşımının hangi unsurlarını kullandınız? Modelinizin gerçek hayatta uygulanabilirliği ve karşılaşılabilecek olası zorluklar hakkında neler söyleyebilirsiniz?

Tasarlamış olduğunuz ürün veya model öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.







## ÖZ DEĞERLENDİRME FORMU

<b>Performans Görevinin Adı</b>		<b>Tarih:</b>
<b>Öğrencinin</b>		
<b>Adı Soyadı</b>		
<b>Numarası</b>		
<b>Sınıfı</b>		
1. Performans görevi boyunca hangi zorluklar ve problemlerle karşılaştınız? Bu zorluk ve problemlerle nasıl başa çıktınız?		
2. Performans görevi çalışmasında katkınız en fazla hangi bölümde ve nasıl oldu?		
3. Bu görev sırasında grup dışından yardım aldınız mı? Belirtiniz.		
4. Bu performans görevini yeniden planlasaydınız ne tür değişiklikler önerirdiniz?		
5. Bu çalışmanızla topluma hizmet ettiğinizi düşünüyor musunuz? Açıklayınız.		
6. Edindiğiniz deneyimleri hayatınızda nasıl kullanacağınızı düşünüyorsunuz? Açıklayınız.		
7. Performans görevi çalışmasında STEM ilkelerinden nasıl faydalandığınızı kısaca açıklayınız.		
8. Ürününüzün sorunsuz ve etkili biçimde çalıştığını test ettiniz mi?		

Tasarlamış olduğunuz ürün veya model öğretmeniniz tarafından "Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Analitik Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



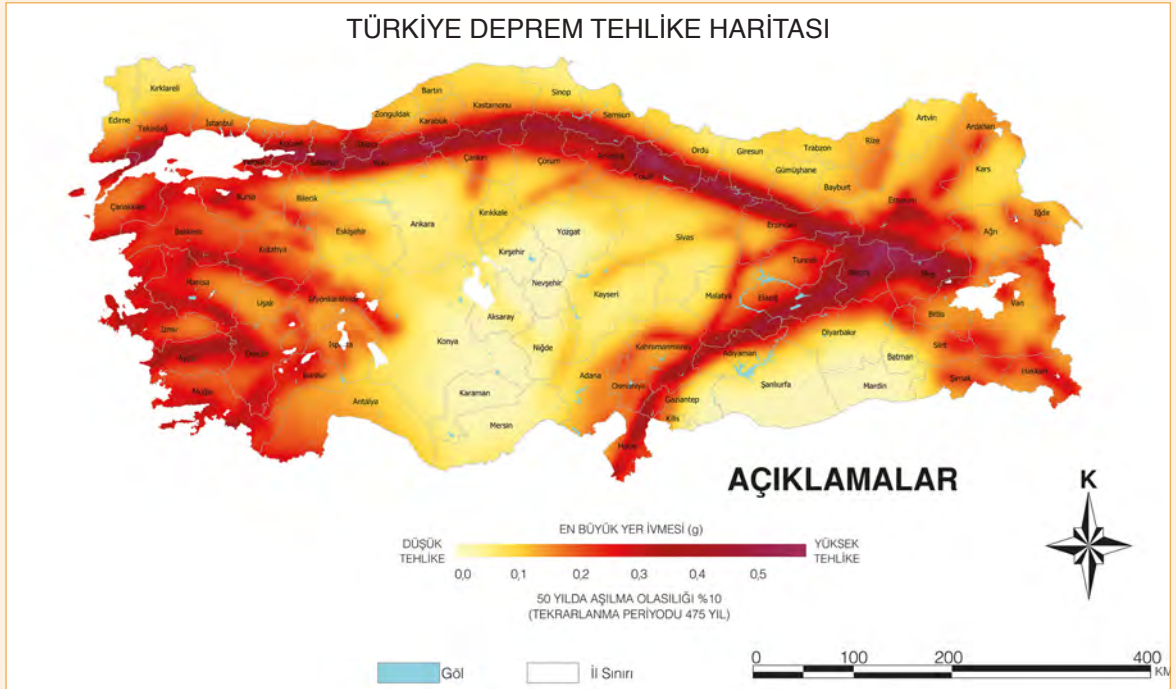
## Kontrol Noktası



Sismograf ve sismik izolatörler hakkında genel bilgiler aşağıda verilmiştir:

Sismograf	Sismik İzolatör
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>► Sismograf, yer yüzeyindeki titreşimleri ölçen ve kaydeden bir cihazdır.</li> <li>► Yer hareketinin gücü ve süresi hakkında bilgi verir.</li> <li>► Depremleri izlemek, sismik etkinlik haritaları oluşturmak ve binaların yapısal güvenliğini değerlendirmek için kullanılır.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>► Sismik izolatörler; yapılar ile zemin arasına yerleştirilen, depremin etkilerini azaltan yapısal elemanlardır.</li> <li>► Sismik izolatörler, depremin yatay hareketlerini zayıflatır.</li> <li>► Yüksek binalar, hastaneler, köprüler, önemli kamu binaları, müzeler gibi büyük ve önemli yapılarda kullanılır.</li> </ul>

Aşağıda Türkiye'nin deprem tehlike haritası verilmiştir:













ç) Aşağıdaki ifadelerin başındaki yay ayrıca ifade doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız. Yanlış olduğunu düşündüğünüz ifade için "Açıklama" bölümüne doğrusunu yazınız.

D/Y	İfade	Açıklama
(...)	I. Deprem büyüklüğü, etrafında oluşturduğu hasara göre belirlenir.	
(...)	II. Odak noktası, depremin merkezinin olduğu yerdir.	
(...)	III. Richter ölçeği, depremin büyüklüğünü ölçer.	
(...)	IV. Odak noktasının yeryüzüne en yakın mesafesi, merkez üssüdür.	
(...)	V. Merkez üssünden uzaklaştıkça depremin şiddeti artar.	
(...)	VI. Binaların doğal frekansı ile depremin frekansı eşitlendiğinde yıkım fazla olur.	
(...)	VII. Binaların rezonansa girmesi, deprem sırasında yıkım riskini artırır.	
(...)	VIII. Deprem dalgalarının hızı, zeminin sertliği arttıkça azalır.	

d) Rezonans, bir sistemin doğal titreşim frekansı ile dışarıdan uygulanan bir kuvvetin frekansı eşleştiğinde sistemin genliğinin önemli ölçüde artması durumudur.

Aşağıda verilen günlük hayat örnek olaylarından rezonans ile ilişkili olanlara "VAR", olmayanlara "YOK" yazınız.

Günlük Hayattan Örnek Olaylar	Rezonans Durumu
1. Bir çocuğun salıncakta sallanması	
2. Bir opera sanatçısının yüksek sesiyle cam bardağı kırması	
3. Kuşların uçarken kanatlarını çırpması	
4. Belli bir hızda giderken arabanın lastiklerinde güçlü bir titreşim oluşması	
5. Konserlerde sanatçıların mikrofon kullanması	







## A

<b>açık fikirlilik</b>	: Açık fikirli olma durumu; açık görüşlülük.
<b>aerodinamik</b>	: 1. Hareket hâlinde olan bir cisim üzerinde havanın yarattığı etkiyi inceleyen bilim. 2. Gazların hareketini inceleyen bilim dalı. 3. Bu bilim alanlarıyla ilgili olan.
<b>akkor</b>	: Işık saçacak beyazlığa varıncaya kadar ısıtılmış olan; nâribeyza.
<b>akustik</b>	: Sesin üretimi, kontrolü, iletimi, algılanması ve etkilerini inceleyen bilim dalı.
<b>amortisör</b>	: Motorlu araçlarda sarsıntı, sallantı vb. hareketleri en aza indiren, yayların gereksiz hareketlerini gidermeye yarayan düzen.
<b>atletizm</b>	: Beden gücünü, çevikliği, yetenekleri geliştirmeye yarayan koşu, atlama, ağırlık kaldırma, atma vb. tek başına yapılan bireysel sporların genel adı.

## B

<b>bağlam</b>	: Herhangi bir olguda olaylar, durumlar, ilişkiler örgüsü veya bağlantısı; kontekst.
<b>benzeşim</b>	: Bazı ortak yönleri olan iki şey arasındaki benzeşme; analogi.
<b>buji</b>	: Patlamalı motorlarda yakıtı tutuşturmaya yarayan araç.
<b>buz hokeyi</b>	: Altışar kişilik iki takım arasında, buzla kaplı bir alanda, küçük, yassı, sert bir diski sopalarla vurup kaydırmaya dayanan bir tür oyun.

## C-Ç

<b>cirit</b>	: 1. At koşturup birbirine değnek atarak takım hâlinde oynanan oyun; cirit oyunu, atlı cirit. 2. Bu oyunda atılan değnek.
<b>çark</b>	: Bir eksenin döndürdüğü tekerlek biçimindeki makine parçası.
<b>çıkartım</b>	: Belli önermelerin kabul edilen veya gerçek olan doğruluklarından, yanlışlıklarından, başka önermelerin kabul edilen veya gerçek olan doğruluklarını, yanlışlıklarını çıkarma; istidlal.

## D

<b>değişken</b>	: 1. Değişik sayı değerleri alabilen nicelik. 2. Bir istatistik bütünü belli başlı niteliklerini daha basit ve kısa olarak gösterme olanağı veren ölçülebilir büyüklük; parametre.
<b>dikey eksen</b>	: İki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde dikey koordinat değerlerinin, ordinatların, yer aldığı eksen; y eksen.
<b>dimmer</b>	: Bir aydınlatma düzeninde lambaların parlaklığını değiştirmeye yarayan aygıt.

## E

<b>eğik düzlem</b>	: Bir cismi yükseğe çıkarmak için gerekli gücü ayarlama için kullanılan eğik, düz yüzey.
<b>elektrolit</b>	: 1. Elektroliz işlemiyle çözülen madde. 2. Bir elektrolitten akım geçirildiğinde elektrotlarda meydana gelen kimyasal değişme.
<b>endüstri</b>	: Ham maddeleri işlemek, enerji kaynaklarını yaratmak için kullanılan yöntemlerin ve araçların bütünü; işleyim, uran, sanayi.
<b>evren</b>	: Gök varlıklarının bütünü; kâinat, cihan, âlem, kozmos.

## F

<b>fanus</b>	: Saat, mikroskop vb. araçları tozdan korumak için üzerlerine kapatılan, yarım küre biçiminde cam kap.
<b>floresan lamba</b>	: Yüzeyi parlak maddelerle kaplı, içi cıva buharı ile dolu cam tüpten oluşan lamba.

## G-Ğ

<b>genelleme</b>	: 1. Genellemek işi. 2. Zihnin genel düşünceler üretmesi işlemi veya özelden genele geçiş; tamim.
<b>gerilim</b>	: Bir iletkenin uçları arasındaki gizil güç farkı; potansiyel farkı.
<b>güç kaynağı</b>	: Elektrik enerjisini depolayan ve akımın kesilmesi sırasında kullanılmasını sağlayan aygıt; enerji kaynağı.
<b>güneş paneli</b>	: Isınma veya suyu ısıtma amacıyla güneş ışığından yararlanmayı sağlayan araç.

## H

<b>heterojen</b>	: Birbirine benzemeyen yapı taşlarından oluşan veya yapısında farklı bileşenler bulunduran.
<b>hipotez</b>	: Deneylerle henüz yeter derecede doğrulanmamış ancak doğrulanacağı umulan teorik düşünce; faraziye, varsayım.

## I-İ

<b>iletken</b>	: Akım, ısı, ses vb. ni geçiren (madde); nâkil, yalıtkan karşıtı.
<b>ithafen</b>	: 1. İthaf yoluyla. 2. İthaf etmek amacıyla.
<b>iz düşümü</b>	: İz düşümü düzlemi denilen bir düzlem üzerinde, bazı geometri kurallarına uyularak bir cismin gösterilmesi; irtisam, mürtesem.

## J

<b>jeotermal</b>	: Yer altında bulunduğu veya yer altından geçtiği için sıcaklığı yüksek olan.
<b>jet</b>	: Tepkili motorlarla çalışan, özel cihazların çıkardığı gazla basınç sağlanan, hızı çok olan uçak; tepkili uçak.

**K**

<b>kanyon</b>	: Genellikle yatay tabakalı arazilerde akarsu aşındırmasıyla oluşmuş basamaklı boğaz şeklinde dar vadi; dar boğaz, kapuz, klüz.
<b>kesit</b>	: Bir şey enlemesine veya boylamasına kesildiğinde ortaya çıkan yüzey.
<b>kırınım</b>	: Işık, ses ve radyoelektrik dalgalarının karşılaştığı bazı engelleri dolanarak geçmesi olayı; difraksiyon.
<b>krank mili</b>	: Pistonun doğrusal hareketini dairesel dönme hareketine çeviren mil.
<b>kronometre</b>	: Belirli bir işin, işlemin, yarışmanın veya teknik alanda belli bir işin kısa süresini ölçmek amacıyla kullanılan alet, süreölçer.

**L-M**

<b>LED</b>	: İçinden elektrik akımı geçtiğinde ışık veren küçük, yarı iletken diyot.
<b>makara</b>	: Ağır yüklerin kaldırılma ve indirilmesinde kullanılan, birbirine paralel iki veya daha çok tabla arasında dönen, kenarı çepeçevre oluklu tekerlek veya tekerleklerden oluşmuş mekanik alet.
<b>maksimum</b>	: Değişebilen bir niceliğin varabileceği en yüksek olan (sınır); maksimal, azami.
<b>minimum</b>	: Değişken bir niceliğin inebileceği en alt olan (sınır); minimal, asgari.

**N**

<b>nanoparçacık</b>	: Büyüklüğü 1-100 nanometre arasında değişen, kütlelerine göre yüzey alanlarının daha fazla olması nedeniyle külçe malzemedən daha tepkin olan tanecik; nanotanecik.
<b>nicelik</b>	: Bir şeyin sayılabilen, ölçülebilen veya azalıp çoğalabilen durumu, miktar.
<b>nitelik</b>	: Bir şeyin nasıl olduğunu belirten, onu başka şeylerden ayıran özellik; vasıf, keyfiyet.

**O-Ö**

<b>önerme</b>	: Bir savı öne süren veya bir durumu dile getiren cümle, belli bir yorumda belli bir doğruluk değeri kazanan düzgün deyim; cümlecik, kaziye.
<b>özdeş</b>	: Her türlü nitelik bakımından eşit olan, aralarında fark bulunmayan, aynı.

**P**

<b>parabol</b>	: Bir düzlemin odak deneni sabit bir noktadan ve doğrultman deneni sabit bir doğrudan eşit uzaklıktaki noktalarının geometrik yeri; yarı kübik.
<b>paralimpik</b>	: Çeşitli dallarda bireysel veya takım hâlinde engelli sporcular tarafından oynanan (yarışma).
<b>parkur</b>	: Binicilik, bisiklet, atletizm, yürüyüş, koşu vb. sporların yapıldığı özel yol.

**R**

<b>radyoaktif</b>	: Alfa, beta veya gama ışınlarını yayma özelliği olan; ışın etkin.
<b>reosta</b>	: Elektrik akımının şiddetini azaltıp çoğaltmaya yarayan araç; dimmer.

**S-Ş**

<b>salınım</b>	: Düzenli olarak hep aynı konumlardan aynı hızla geçen bir nesnenin hareketi.
<b>sarkaç</b>	: Durağan bir nokta çevresinde ağırlığının etkisiyle serbestçe salınım yapan cisim; rakkas, pandül.
<b>simülasyon</b>	: Sanayi, bilim ve eğitimde gerçek olayları, işlemleri deney koşulları altında oluşturarak bu olayları inceleme ve araştırmaya yönelik çözümleme tekniği; öğrencene.
<b>sürdürülebilir</b>	: Aynı düzeyde veya biçimde devam edebilen.
<b>süspansiyon</b>	: Bir otomobil şasisinin yayla sağlanmış esnekliği.
<b>şematik</b>	: Şema biçiminde olan.

**T**

<b>titreşim</b>	: Küçük ve hızlı salınım; ihtizaz, vibrasyon, rezonans.
<b>tomografi</b>	: Bir organ veya organizma kesitinin röntgenle filmini çekme yöntemi.
<b>türbin</b>	: Su, buhar, gaz gibi herhangi bir akışkanın hareket enerjisiyle ve birtakım özel düzenekler yardımıyla dönerek çalışan araç.

**U-Ü**

<b>uzanım</b>	: 1. Yerden herhangi bir gezegene ve Güneş'e uzanan iki doğrultu arasındaki açı. 2. Titreşim durumunda bulunan bir noktanın, herhangi bir anda titreşim merkezinden uzaklığı.
<b>üreteç</b>	: Herhangi bir mekanik enerjiyi elektrik akımına çeviren aygıt; elektrik üretici, jeneratör, dinamo.

**V**

<b>vantilatör</b>	: Sıcak ve durgun havayı dalgalandırarak esinti sağlayan veya böyle bir ortama temiz hava üfleyen alet; fan.
<b>vakum</b>	: 1. Havası alınmış. 2. Basıncı düşürülmüş.

**Y-Z**

<b>yalıtkan</b>	: Elektrik iletkenliği sıfır veya çok zayıf olan (cisim veya madde); yalıtıcı, izolatör, iletken karşıtı.
<b>yatay eksen</b>	: İki boyutlu kartezyen koordinat sisteminde yatay koordinat değerlerinin, ordinatların, yer aldığı eksen; x eksen.
<b>yörünge</b>	: 1. Bir gök cisminin hareketi süresince izlediği yol; mahrek. 2. Hareketli bir noktanın izlediği veya çizdiği yol; mahrek.
<b>zemberek</b>	: Saatlerin çeşitli parçalarını harekete geçiren bölüm; yay.



- Beichner, R. J. ve Serway, R. A. (2012). *Fen ve mühendislik için fizik 1*. (K. Çolakoğlu, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Beichner, R. J. ve Serway, R. A. (2011). *Fen ve mühendislik için fizik 2*. (K. Çolakoğlu, Çev.). Ankara: Palme Yayıncılık.
- Çepni S., Ayas A., Johnson D., Turgut F. (1997). *Fizik öğretimi*. Ankara: YÖK Yayınları.
- Giancoli, D. G.(2009). *Fen bilimleri ve mühendisleri için fizik*. (Prof. Dr. Gülsen Önengüt). Ankara: Akademi.
- Griffiths, D. J. (1991). *Elektromagnetik teori*. (B. Karaoğlu, Çev.). İstanbul: Güven Yayınevi.
- Halliday, D. ve Resnick, R. (1990). *Fiziğin temelleri*. (C. Yalçın, Çev.). Ankara: Arkadaş Yayınevi.
- Hamper C., Mitchell E.(2023). *Physics for the IB Diploma*. Londra: Pearson.
- Karaoğlu, B. (2020). *Üniversiteler için fizik ( Cilt 1,2)*. Ankara: Seçkin.
- Komasyon (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli ortaöğretim programları ortak metni*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Komasyon (2024). *Türkiye yüzyılı maarif modeli ortaöğretim fizik dersi öğretim programı*. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.
- Mazur, E. (2015). *Fizik ilkeler ve pratik (Cilt1)*. (A. Verçin ve A.U. Yılmaz, Çev.). Ankara: Pearson.
- Ozan, C. (2018). *Grup çalışması becerileri ölçeğinin Türkçeye uyarlanması*. Ankara: Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi 51(3).
- Özder Ö, (2020). *Kablosuz güç transferinde kullanılan bobin yapılarının incelenmesi*. (Yüksek lisans tezi). Balıkesir.
- Şen, A.İ., Akdeniz A.R. (2017). *Fizik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- TDK *Türkçe sözlük*. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.
- TDK *Yazım kılavuzu*. (2012). Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları
- Tsokoz, T. A.(2014). *Physics for the IB Diploma*. İngiltere: Cambridge University Press.
- Young, H. D. ve Freedman, R. A., (2017). *Üniversite fiziği (Cilt 1, 2)*. (A. T. Hilmi Ünlü, Çev.). İstanbul: Pearson.

**NOT: Kaynakça APA 6 formatına göre hazırlanmıştır.**

Cevap anahtarına ulaşmak için karekodu kullanınız.



Görsel, genel ağ ve e-içerik kaynakçasına ulaşmak için karekodu kullanınız.



