

## ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİNİN AKIM VE ELEKTROMAGNETİK DALGA OLUŞUMU İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARI

S. Ufuk ÖZEN \*

Yrd. Doç. Dr. Zeynep GÜREL†

### ÖZET

Bu çalışmada, üniversite öğrencilerin öğrenim hayatları boyunca temel fizik derslerinde edindikleri kavramların "Elektromagnetik Teori" dersinde hedeflenen yeni kavramların oluşumuna ne şekilde katkıda bulunduğu araştırılmıştır. Yapısalcı öğretim tekniğine göre yeni kavramların doğru bir şekilde oluşturulabilmesi için ön kavramların zihinde nasıl oluştuğunu belirlenmesine ihtiyaç vardır. Bu amaçla araştırmanın birinci kısmında Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalına farklı üniversitelerden kaydolmuş 97 öğrenciye alternatif ve doğru akım ile ilgili tek soruluk açık uçlu yazılı bir test uygulanmıştır. Araştırmanın ikinci kısmında ise gönüllü öğrenciden oluşan beşer kişilik toplam 20 kişilik çalışma grubu oluşturularak yarı-yapılandırılmış grup görüşmeleri yapılmıştır. Görüşmelerin video kaydı alınarak daha sonra yazıya aktarılmıştır. Araştırma nitel analiz yöntemiyle değerlendirilmiştir. Araştırmanın birinci kısmında kodlama öğrenci cevaplarındaki sebeplendirmeler gözöüne alınarak yapılmıştır. Araştırmaların ikinci kısmında ise bu cevap kodlarında ifade edilen öğrencilerin düşüncelerini daha derinlemesine incelemesi amaçlanmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin akım ve elektromagnetik dalga oluşumu ile ilgili kavram yanılgıları incelenmiştir.

### ABSTRACT

In this paper, we have aimed to investigate how the concepts the students acquire in the basic physics courses throughout their education contribute to the formation of the new concepts they need to learn in their Electromagnetic Theory course at university. The structural teaching technique requires educators to determine how students have formed their preconceptions so that they can form the new concepts accurately. For this purpose, in the first part of the research, an open-ended written test consisting of one question related to direct and alternative current was conducted among 97 students who have recently registered to Marmara University Atatürk Education Faculty, Department of Physics Education. In the second part of the research, semi-structured group interviews were given to a study group of 20 volunteer students. The interviews were recorded on video and then transcripts were made. The results were evaluated through qualitative analysis. In the first part of the study, the students' answers were coded based on their reasoning, while in the second part the students were asked to elaborate on their coded answers so that a detailed analysis could be made. At the end of the research, the university students' misconceptions about current and generating electromagnetic wave have been identified.

**Key Words:** Electromagnetism, direct current, alternative current, electromagnetic wave.

---

\* M.E.B. Fizik Öğretmeni

† M.Ü. Atatürk Eğt. Fak., Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Fizik Eğitimi Anabilim Dalı, zgurel@marmara.edu.tr

## GİRİŞ

Fiziğin temel kavramları ile matematiğin uyumlu bir sentezi olarak bilinen elektromagnetizma (EM) günümüz dünyasına kazandırdığı teknolojik yenilikler ile fizik bilimi ve eğitiminde özel bir yere sahiptir. Buna rağmen araştırmacılar, EM ile ilgili kavramların algılanışıyla ilgili kapsamlı ve her seviyedeki öğrenciyi içeren çalışmalar yapılmadığını ileri sürmektedirler (Maloney ve ark.,2001; Bagno ve Eylon, 1997). Laws (1996) 'ın da belirttiği gibi, fizik eğitimine ilişkin yapılmış çalışmalar arasında üniversite öğrencilerinin anlamalarına yönelik bilimsel kavram araştırmalarının sayısının oldukça az olması, ilgili literatürde bir eksiklik teşkil etmektedir. Dolayısıyla, bu çalışmada akım ve EM konuları bir bütün olarak ele alınmış ve literatür taraması bu anlayış çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Tasker ve Osborne (1985), Shipstone (1985), Dupin ve Johsua (1987), Arnold ve Millar (1988), Heller ve Finley (1992) ile Garnett ve Treagust (1992) gibi araştırmacılar devreler ve elektrik akımı konusuna dair öğrencilerin sahip oldukları kavram yanlışlarını belirlemeye yönelik çalışmalar yapmışlar ve bu çalışmalar neticesinde öğrencilerin üreticinin bir çeşit kaynak ve devre elemanlarının ise bir çeşit tüketici olduğunu, elektriğin tüketildiği bu noktalara akarak (yük hareketi) gittiğini düşündüklerini ve bu yönde kavramlar oluşturduklarını saptamışlardır.

Ambrose ve ark. (1999) EMDlar ile ilgili öğrenci kavramlarını belirleme amaçlı çalışmalar yapmışlar ve öğrencilerin elektromagnetik dalga (EMD) içindeki elektrik alan (**E**), magnetik alan (**B**) ve aralarındaki bağ ile ilgili alternatif fikirler geliştirdiklerini saptamışlardır. Bu araştırma Washington Üniversitesinde danışman (tutorial) programının bir parçası olarak, başlıcaları matematik ağırlıklı(calculus based) ya da genel ağırlıklı (algebra based) olmak üzere farklı öğrenci gruplarıyla açık uçlu yazılı test ve görüşmeler şeklinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada üniversite dersleri dışında EMT ile ilgili danışmanlık programları uygulanmıştır. Öğrencilere bu program öncesi ve sonrası kavramsal anlama ve yüzdelerini ortaya çıkaran ön test ve son testler yapılmıştır. Bu çalışmada öğrenci cevaplarının kodlamaları ; doğru açıklamaların yüzdeleri- yanlış açıklamaların yüzdeleri - sebeplendirme (araştırmacı çeldirici olarak öne çıkan sebeplendirmeyi ön plana almıştır)- tanımlanamayan veya anlamlandırılmayan cevaplar, şeklinde yapılmış, çalışmada ileri sürülen görüşler görüşmelerle desteklenmiştir.

Gürel ve Özen (2001) 'in Marmara, Boğaziçi ve Yıldız Teknik Üniversiteleri'nde öğrenim görmekte olan 215 öğrenci ile gerçekleştirdikleri EMDlar ile ilgili öğrenci anlamalarını ölçmeye yönelik daha önceki araştırmaları neticesinde üniversite öğrencilerinin doğru (DC) ve alternatif (AC) akımın elektromagnetik dalga oluşturması konusunda yanlışlıklara sahip olduklarını saptamışlardır. Bu çalışmada ise (Özen, 2003) tarafından gerçekleştirilen araştırmanın bulgularından hareketle, "EM üzerine eğitim almış üniversite öğrencilerinin akım ve elektromagnetik dalga oluşumu konularına ilişkin kavram yanlışlıkları nelerdir?" problemine cevap aranmıştır. Ulaşılan

sonuçların gerek eğitimciler, gerekse gelecekte yapılabilecek benzeri çalışmalar için yararlı bir kaynak olması arzulanmaktadır.

## YÖNTEM

### Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın evrenini, 2001-2002 ve 2002-2003 eğitim-öğretim yılları arasında İstanbul ili Marmara Üniversitesi'nde Ataürk Eğitim Fakültesi Fizik Eğitimi Anabilim Dalında tezsiz yüksek lisans eğitimi görmekte olan, EM konusu üzerine farklı üniversitelerde eğitim almış, Eğitim ile Fen-Edebiyat Fakülteleri öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmanın birinci kısmında toplam 97 üniversite öğrencisinin katıldığı örnekleme EM ile ilgili açık-uçlu bir test uygulanmış, ikinci kısmında ise sözü geçen testte farklı başarı düzeyinde olan 20 gönüllü öğrenciyle bir çalışma grubu oluşturularak yarı-yapılandırılmış grup görüşmeleri gerçekleştirilmiştir.

### Veri Toplama Araçları

Araştırmanın birinci kısmında EM ile ilgili, temel bilimsel kavramlara yönelik ve sayısal ifadelerden uzak, 6 soruluk açık-uçlu yazılı bir test uygulanmıştır. Bu çalışmada, belirlenen amaç doğrultusunda sadece akım ve elektromagnetik dalga oluşumu ile ilgili olan soru ve bulguları üzerinde durulmuştur: öğrencilere verilen soru kağıdı formatı EK 1' de verilmiştir. Açık-uçlu yazılı test, öğrenci zihnindeki EM ile ilgili temel bilgi ve kavramları ortaya çıkarmaya yönelik olarak hazırlanmıştır. Açık uçlu sorular, kişilerin araştırma konusunda kendi fikirlerini özgürce ifade etmelerine olanak tanır. Ayrıca yeni fikirlerin ortaya çıkmasına, daha hassas ve gerçekçi bilgiler elde etmeye, böylece sosyal davranışları daha iyi ölçmeye imkan tanımaktadır(Bauner ve Schoon,1993).

Araştırmanın ikinci kısmında, örneklem arasından seçilen 20 gönüllü öğrenci ile beşer kişilik grup görüşmelerine geçilmiştir. Bu sayede testler sonucu ortaya çıkarılamayan kavramların ve düşünce yapılarının daha ayrıntılı olarak ortaya konması ve öğrenciler ile kurulan sözel iletişim sayesinde araştırmanın çok daha fazla derinleştirilebilmesi sağlanabilmiştir. Görüşmeler, Marmara Üniversitesi'nde, 15-20 dakikalık zaman dilimlerinde, araştırmacı yönetiminde gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin izniyle kaydedilmiştir. Kayıtlar daha sonra yazıya geçirilmiş ve analiz aşamasında bu notlardan faydalanılmıştır. Görüşmeler esnasında, öğrencilere, Tablo 1'de örneği verilmiş olan yarı-yapılandırılmış bir "Görüşme Protokolü" baz alınarak sorular yöneltilmiştir. Görüşmeler genel anlamda protokole bağlı kalınarak gerçekleştirilmişse de, öğrencilerin ortaya koydukları farklı fikirler, yorumlar ya da düşünce tarzları doğrultusunda yeni eğilimler ve anlık sorular ile zenginleştirilmiş ve bu sayede elde edilen bulgular derinlemesine irdelenebilmiştir.

**Tablo 1: Akım ve elektromagnetik dalga oluşumu ile ilgili "Görüşme Protokolü" soruları**

1.	DC ve AC nedir? Farkları nelerdir?
----	------------------------------------

2.	EMD nasıl oluşur?
3.	Bir bileşen ( <b>E</b> veya <b>B</b> ) diğerini oluşturabilir mi? Şartları nelerdir?

### Verilerin Çözümlemesi

Nitel Analiz çerçevesinde gerçekleştirilen veri çözümleme aşamasına, açık-uçlu test ile ortaya çıkan sonuçların değerlendirilmesi ile başlanmıştır:

- \* Her soru için verilen cevap şıklarının dağılımları (frekans ve yüzdeleri) belirlenmiş,
- \* daha sonra öğrencilerin her şıkka ait açıklamaları (sebeplendirmeler) defalarca incelenmiş,
- \* Cevapsız ve yorumsuz bırakılan sorular ile ilgisiz açıklamalar (sorunun anlaşılabilmesi durumu) yanıt kategorisi içinde kabul edilmiş,
- \* Geriye kalan kağıtlardaki öğrencilerin benzer ifadeleri aynı cevap kategorisine konmuş, bu kategoriler oluşturulurken değerlendirmeden kaçınılarak, onların bu konularla ilgili olağan durumlarını yansıtmak amaçlanmıştır. Cevap kategorileri araştırmacıların herbiri tarafından birbirlerinden bağımsız olarak defalarca incelenmiş ve fikir birliğine varılmıştır.
- \* elde edilen veriler ışığında yarı-yapılandırılmış Görüşme Protokolü güncellenmiştir.

Test sonuçlarının ortaya koyduğu genel tablo baz alınarak gerçekleştirilen görüşmeler neticesinde elde edilen veriler değerlendirilirken ise;

- \* Tüm görsel ve yazılı kayıtlar defalarca incelenmiş,
- \* ortaya konan her yorum, tepki, itiraz, fikir...vb. tek tek ele alınmış ve kullanılan tüm sözcüklerin içerdikleri anlamlar belirlenmeye çalışılmış,
- \* yapılan zihin muhakeme metotları ve ortaya konan düşünce tarzları irdelenmiş,
- \* saptanan kavram yanlışları listelenmiştir.

### BULGULAR

Test neticesinde elde edilen verilerin daha detaylı analizinin yapılabilmesi amacıyla, öncelikle veriler bir bütün halinde ele alınarak 'normative' bir analiz yapılmıştır. Tablo 2, akım ve elektromagnetik dalga oluşumu ile ilgili kavram sorusuna ait yanıt bırakılma ve doğru yanıtlanma dağılımlarını yansıtmaktadır:

**Tablo 2: Akım ve elektromagnetik dalga oluşumu ile ilgili kavram sorusuna ait yanıt bırakılma ve doğru yanıtlanma dağılımları (N = 97)**

Yanıt Bırakılma		Doğru Yanıtlanma	
Frekans (f)	Yüzde (%)	Frekans (f)	Yüzde (%)
32	32.99	4	4.12

Tablo 2'de "Yanıt Bırakılma" ifadesi, **a)** hiç bir cevabın verilmediği, **b)** bir şık işaretlense dahi herhangi bir sebeplendirmenin yapılmadığı, **c)** birden fazla şık işaretlenmiş, **d)** hiçbir sınıflandırma içine alınmayan cevaplar için kullanılmıştır. "Doğru Yanıtlanma" ifadesi ise, **a)** doğru şıkkın işaretlendiği, **b)** doğru sebeplendirmenin yapıldığı cevaplar için kullanılmıştır.

Şekil 1'deki kavram sorusunda, DCye bağlı telden EMD yayılamayacağını ancak ACye bağlı telden EMD yayılabileceğinin düşünülmesi ve bu yüzden **2. şıkkın** cevap olarak işaretlenmesi gerekmektedir (Elbette direnç, indüktör, kapasitör...vb. uygun devre e. Bezer cevapların bir araya gelmesiyle oluşan kategoriler de öğrencilerin cevapları değerlendirilmekten kaçınılarak, onların bu konularla olağan durumlarını yansıtacak biçimde jlemlerini kullanarak bir potansiyel düşmesi meydana getirip, telden akım geçmesini sağlamak koşuluyla bu cevap verilebilir. Ancak öğrenci yanıtlarının değerlendirilmesi aşamasında bu tip ayrıntılar üzerinde durulmamış, daha temel kavramlara ağırlık verilmiştir). Testte öğrenciler tarafından bu soruya verilen yanlış yanıtların frekans ve yüzde dağılımları, çeşitli sebeplendirme örnekleri ile beraber, Tablo 3'te sunulmuştur:

**Tablo 3: Akım ve elektromagnetik dalga oluşumu ile ilgili kavram sorusuna verilen yanlış yanıtların dağılımı**

Şık	F	%	Sebeplendirme Örnekleri
1	2	2.06	Aslında ikisinden de EMD yayılır ama DC 'de düzenli ve AC 'de geçicidir, bu yüzden AC 'deki ihmal edilmeli / AC 'de akım, sıfır ile maksimum arasında değişir.
2*	22	22.68	Ossilatörde görüldüğü gibi AC şekli bir sinüs dalgasıdır, tıpkı EMD gibi / DC sabit yük hareketidir, AC ise ivmeli yük hareketidir ve EMD için ivmelenmiş yük lazım / AC 'de değişen iki gerilim vardır / DC <b>B</b> oluşturmaz, AC oluşturur.
2**	12	12.37	DC 'de EMD oluşmaz, AC 'de oluşur / DC 'den EMD yayıldığını hiç duymadım.
3	5	5.16	Her ikisi de elektrik dalgalarıdır / AC sadece <b>B</b> oluşturur, DC sadece <b>E</b> oluşturur ama EMD için ikisi de lazım / Tellerden yük geçer ama net yük sıfır olduğu için EMD yayılmaz / Ortamda <b>B</b> yok.
4	20	20.62	EMD yüklerle ilgili bir şey ve her iki telden de yük geçiyor / EMD yük hareketiyle olur ve akım varsa, DC-AC farketmez, EMD oluşur / İkisi için de kutuplanma farklı olur ve EMD yayılır / Her iki akım da <b>B</b> oluşturur.

\* Doğru şık ama yanlış yorumlar.

\*\* Doğru şık ama net olmayan yorumlar.

Testten elde edilen veriler, öğrencilerin, çok temel kabul edilebilecek bir konu olan akım ile ilgili sahip oldukları yanlışları ve bu yanlışlar sebebiyle oluşan zincirleme hatalar örüntüsünü açıkça ortaya koymaktadır. Literatürde de fazlasıyla yer alan "Akım bir yük hareketidir, bir yük akışıdır!" yanlışlığı ile sınırlı kalmayan bu hatalar zincirine, "DC **B** oluşturmaz, AC **B** oluşturur" ya da "AC sadece **B** oluşturur, DC sadece **E** oluşturur" gibi çok dikkat çekici yeni halkalar eklendiği görülmektedir. Bir EMD'nin yük hareketi sonucu oluşacağı üzerinde hemfikir olan öğrencilerin, akım konusuna ilişkin sahip oldukları yanlışlarının düşünme süreçleri üzerindeki olumsuz etkileri sebebiyle, oldukça derin kavram karmaşaları içine düştükleri, hem test, hem de görüşmeler esnasında tespit edilen ortak bir noktadır (çalışmada görüşmelerin aktarımı ile ilgili olarak; a) "**Ö1...Ö5**" 1. grup, "**Ö6...Ö10**" 2. grup, "**Ö11...Ö15**" 3. grup,

"Ö16...Ö20" 4. grup öğrencileri ve "G" görüşmeciyi temsil etmektedir, b) Gruplar ile "ayrı" zamanlarda görüşmeler yapılmıştır ancak çalışmada bütünlük anlayışına uygun olarak diyaloglar beraberce verilmiştir, c) Görüşmelerdeki ilgisiz konuşmalar çalışmaya yansıtılmamış ve yazım esnasında konuyla direkt alakalı bölümler verilmiştir ancak bilimsel etik anlayışı gereğince, öğrenciler tarafından ortaya konan kavramlar ya da düşünceler kesinlikle değiştirilmemiş, olduğundan farklı yansıtılmamıştır.):

- G** : DC ve AC nedir? Farkları nelerdir?  
**Ö1** : AC yönü ve şiddeti değişen akım, DC ise sabit akımdır.  
**Ö7** : AC sinüseldir. (**G**: Sinüsel olan nedir?) Ya aslında bu V-t (voltaj-zaman) grafiği ile ilgili bir şey, yani voltaj sinüseldir.  
**Ö12** : AC sinüsoidal ilerler!  
**Ö11** : Valla bu işin deneysel kısmı ve ben bunlardan hiç anlamıyorum.  
**Ö19** : AC değişken akımdır, yani sinüsoidal dalgadır. DC ise sabit bir değere sabittir, yani dalgalanma yoktur. Günlük hayatta da DC kullanılır. (**G**: Günlük hayat dediğiniz ne?) Hani şu elektrikli ev aletleri falan... (**G**: Hmm, peki prizde ne var? DC mi?) Evet... hayır... bilmiyorum... Ha ha ha!  
**Ö20** : Canım AC var. Makineler bunu DC 'ye çeviriyor. (**G**: Peki **Ö19** "AC değişken akımdır" dedi. Ne değişiyor?) Voltaj değişir.  
**Ö18** : Olur mu ya! O zaman makineler nasıl çalışıyor? Bence yön değişiyor. (**G**: "Yön" ne demek? Yani akım bir makineye doğru, bir prize doğru mu gidiyor?) Hmm, bilmem ki... ya galiba prizde DC var! (**G**: Peki AC nerede DC 'ye çeviriliyor?) Hmm, trafolar da... Evet, evet! Trafolar AC 'yi DC 'ye çeviriyor.  
**G** : Akım nedir?  
**Ö9** : Şey, yük bölü zaman ( $I = q / t$ ). (**G**: Soruyu biraz daha derinleştiririm! Şu gördüğümüz ampul nasıl yanıyor?) Şimdi şöyle... Akım geçiyor ya üstünden... o sırada elektron gidip geliyor tel içinde ve bu sırada da, elektron birikiminden dolayı -yani bir tarafta daha fazla elektron var, bir tarafta daha az- bir potansiyel farkı oluşuyor. Bu potansiyel farkı sayesinde ampul yanıyor sanırım. (**G**: Akım bir elektron hareketi midir?) Evet, tabii ki.  
**Ö15** : Akım bir tür yük hareketidir.  
**Ö13** : Hayır **Ö15**! Elektronlar hareket etmiyor sadece enerjilerini aktarıyor.  
**G** : EMD nasıl oluşur?  
**Ö5** : **E** ve **B** 'nin değişmesiyle. (**G**: Mesela şu floresan nasıl ışık veriyor?) Ya, ışına yapıyor işte... Yani enerji atımı var.  
**Ö1** : Evet, evet. Enerji farkından dolayı EMD oluşur. (**G**: Peki AC ve DC için "enerji farkı" nedir? Yani DC 'de nedir, AC 'de nedir?) Ya DC 'den EMD yayılmaz ama... (Soru yanıtlanmıyor!)  
**Ö9** : EMD oluşumu için yük hareketi lazım. (**G**: Yük nasıl hareketlenebilir?) Yüke bir enerji verilmeli sanırım. (**G**: Peki yük dediğiniz ne? Elektron mu?) Şey, elektronlar ve protonlar.

- Ö10** : Yok canım protonlar değil, elektronlar... bütün serbest elektronlar. (**G**: Serbest elektron nedir?) Hımm... (**G**: İsterseniz şöyle sorayım! Bu "serbest elektron" denilen şeylerin neresi "serbest"? Yani bu elektronlar "orbitaler" içinde değil mi?) Hımm... (**G**: Peki orbital nedir?) Err, şey... (Soru yanıtlanmıyor!)
- Ö6** : Ya sonuçta EMD yüklü parçacığın ivmelendirilmesi ile oluşur. (**G**: İvme sıfırda, yani yüklü parçacık sabit hızla hareket ediyorsa, EMD yayılır mı?) Bilmem!
- Ö15** : İletken bir tel içindeki yüklerin ivmeli hareketleri sayesinde EMD oluşur. (**G**: Ama biraz evvel **Ö13** akımın yük hareketi olmadığını söyledi?) Ama biz şu anda akımdan bahsediyoruz... olay farklı. Tek yük olunca iş değişir.
- Ö12** : Bence işin atom boyutuna inmek lazım. Spinlerden bahsetmeliyiz.
- Ö15** : Ya canım ne luzumu var? Ya tel içinde yükler hareket etmiyor mu? (**G**: Ediyor mu?) Ha, etmiyor dedik değil mi? İyi de serbest yüklerin hareketi falan yok muydu? Hani iletkenlik falan?
- Ö11** : Evet! "Valence band" daki elektronlar "conductive band" a çıkıyordu.
- Ö15** : Bir de şey vardı... Hani bağlar sırasında da elektronlar alınıp veriliyordu..! (**G**: İyonik bağda olduğu gibi mi?) Evet, evet. Yani burada yük hareketi yok mu şimdi?
- Ö13** : Amma yaptınız ha! Yani işi nerelere getirdiniz! Daha neler artık! Yani NaCl tuzu oluşurken EMD mı yayılıyor -iyonik bağ ya-? Etrafa ışıklar mı saçılıyor?
- Ö15** : Neden olmasın? Tüm EMDlar görünür dalgaboyunda olacak diye bir şart mı var? Belki de kızılötesinde falan EMD yayılıyordur..!
- Ö13** : Valla ben hiç duymadım böyle bir şey!
- G** : Peki bu soruya nasıl bir cevap verdiniz?
- Ö2** : Valla ben 2. şık dedim, çünkü AC 'nin osiloskoptaki şekli de dalga biçiminde ve EMDya çok benziyor. (**G**: Yani sebep sadece bu mu? Sadece şekli benzediği için mi?) Evet, ha ha ha!
- Ö3** : Bence de 2, çünkü bir telden AC akım geçince tel etrafında **B**, tel içinde **E** oluşur. (**G**: Peki telden DC geçerse tel etrafında **B**, tel içinde **E** oluşmaz mı?) Yani... hımm... DC 'de **B** oluşur mu? (**G**: Oluşmaz mı?) Bilmem! Oluşsa bile değişken değil... AC 'de değişken ama... ya kafam karıştı!
- Ö4** : Bence cevap 4. şık, çünkü her iki akım da **E** ve **B** oluşturur. Madem **E** ve **B** var, niye EMD oluşmasın ki yani?
- Ö8** : Ben 2 dedim, çünkü DC 'de elektronlar sabit hızla hareket eder ve EMD için ivmelenmiş yük gerekir. AC 'de ise yüklerin hızı değişkendir, demek ki ivme var... o halde AC 'de EMD yayılır.
- Ö10** : Bence ikisinden de EMD yayılır, çünkü ikisinde de hız var.
- Ö9** : Yok bence öyle değil. Ben de **Ö8** 'e katılıyorum. DC 'de yük hızı sabittir ve ivme sıfırdır ama AC 'de hız değişkendir yani ivme vardır, dengelenmemiş kuvvet vardır. Bence **Ö8** 'in dediği doğru!
- Ö13** : Ben 4 dedim, çünkü ikisinde de yük hareketi var.
- Ö16** : Ben 2. şıkkı işaretledim, çünkü AC dalgadır ve soruda da dalga soruluyor ise bence cevap 2 olmalıdır.
- Ö17** : Bence de 2, çünkü AC 'de değişken **E** ve **B** oluşur ama DC 'de **B** oluşmaz.
- Ö20** : Ya ben şunu anlamadım... bir tel, yani bir adet tel, bir güç kaynağına nasıl bağlanır?

- Ö19** : Bir ucunu (+) kutba bir ucunu (-) kutba bağlarız.
- Ö20** : İyi de o zaman kısa devre olmaz mı? (Soru yanıtlanmıyor!) (**G**: İsterseniz ben izah edeyim. Tabii ki telin bir ucunu (+) kutba ve bir ucunu da (-) kutba bağlarız. Ancak tele bir devre elemanı da ekleriz -mesela direnç, ampul, indüktör, kapasitör...vb.- ki bu devre elemanın iki ucu arasında bir potansiyel düşmesi gerçekleşsin, yani akım oluşsun. Aksi takdirde elbette kısa devre olur. Bu tip bir açıklama ile testteki soruyu uzatmak istememiştim.)
- G** : Dikkat edersiniz soruda, bakın parantez içinde, "Tellerin ısınmalarından doğabilecek etkiler ihmal edilmektedir." şeklinde bir uyarı var. Sizce ben neden böyle bir uyarıda bulunmuş olabilirim?
- Ö5** : E tabii... teller ısınınca direnç değişir, direnç değişince akım etkilenir. (**G**: Peki akımın değişmesi bu soruya verilecek cevabı etkiler mi? Yani cevap, 5 amper için başka, 25 amper için başka mı?) Doğru aslında...
- Ö2** : Valla benim hiçbir fikrim yok.
- Ö12** : Şimdi şöyle... Teller ısınınca iletkenlik azalır. (**G**: Azalır mı, artar mı?) Azalır canım... işte bu etkiyi gözardı etmek için...
- Ö11** : Bence ısı artarsa düzenlilik bozulur. (**G**: Düzenlilik nedir?) Yani düzgün bir **B** oluşup-oluşmaması...
- Ö15** : Bence de... yani ideal şartlar bozulur!

Görüldüğü gibi öğrencilerin, akım ve ilgili konularına ilişkin derin yanılgıları bulunmaktadır. Bu yanılgıların EMD oluşumuna dair yorumlarını nasıl etkilediği ise, bilimin bir bütün olduğunun ve en küçük bir yanlışlığın bile ileride tamir edilmesi çok güç olan büyük hatalara sebebiyet verebileceğinin bir örneği olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra, bazı öğrencilerin "Bir tel bir güç kaynağına nasıl bağlanır?" ya da "Prizde AC mi var, DC mi var?" biçiminde kavram karmaşalarına düşmeleri, fizik eğitimi almayan biri için bile düşündürücü bir durumdur. Tam bu noktada akıllarda şöyle bir soru belirmektedir: "Üniversitelerimizdeki denel fizik dersleri yeterli düzeyde mi ve soyut konuların somutlaştırılabilmesinde ne kadar etkili olabiliyor?". Çalışmada, bu tip bir sorunun cevabı üzerinde durulmamıştır zira bu, pek çok veri ile desteklendirilerek hazırlanmış, oldukça ayrıntılı bir araştırma neticesinde yanıtlanabilecek bir sorudur. Ancak ulaşılabilecek cevaplar, hem üniversitelerimizde daha verimli bir eğitim yapısının oluşturulabilmesi, hem de bu ve benzeri araştırmaların daha doğru platformlarda, daha detaylı değerlendirilmesi için büyük önem taşımaktadırlar.

### TARTIŞMA

Gerek test, gerekse görüşmeler esnasında katılımcılar tarafından yapılan yorumların ortaya koyduğu sonuçlardan EM üzerine eğitim almış üniversite öğrencileri, akım ve elektromagnetik dalga oluşumu ile ilgili, bilimsel gerçeklerle bağdaşmayan pek çok kavram yanılgısına sahip oldukları görülmüştür. Bu bulguya bağlı olarak, ortaya çıkarılan belli başlı kavram yanılgıları aşağıdaki gibi maddeleştirilebilir:

1. İki türlü EMD vardır; biri **E** ile yayılan, biri **B** ile yayılan.
2. Akım bir elektron hareketidir, bir yük akışıdır.
3. Akım varsa tellerden yük geçer ama tel içinde net yük sıfırdır.
4. DC sabit yük hareketidir, AC ise ivmeli yük hareketidir.
5. AC, tıpkı ossiloskopta görüldüğü gibi ilerleyen bir akımdır.
6. AC 'de akım, sıfır ile maksimum arasında değişir.
7. DC **B** oluşturmaz, AC oluşturur.
8. AC sadece **B** oluşturur, DC sadece **E** oluşturur.
9. Prizlerde DC vardır.
10. Trafolar AC 'yi DC 'ye çevirir.
11. Hem DC 'den, hem de AC 'den EMD yayılır ancak DC 'deki EMD düzenli ama AC 'deki geçicidir.
12. Hem DC 'den, hem de AC 'den EMD yayılır çünkü her ikisi de yük hareketidir.
13. Hem DC 'den, hem de AC 'den EMD yayılır çünkü her ikisi de **E** ve **B** oluşturur.
14. Hem DC 'den, hem de AC 'den EMD yayılır çünkü her ikisi için de kutuplanma farklı olur.
15. İletkenler ısınınca iletkenlikleri azalır.

Çalışma neticesinde ortaya konan öğrenci yanılgılarının, "Giriş" kısmında ortaya konan araştırma sonuçları ile paralellik göstermesi, elde edilen bulguları destekler niteliktedir. Özellikle "Akım bir yük hareketidir!" yanılgısına bağlı olarak EMDlar ile ilgili ortaya çıkan hatalar son derece dikkat çekicidir.

Üniversite fizik müfredatının en önemli konularından biri olarak kabul edilen EMnin temel kavramlarının öğrencilere "doğru" bir biçimde kazandırılabilmesi, hiç şüphesiz, ortaya konan bu ve benzeri öğrenci yanılgılarının düzeltilebilmesi ile mümkün olacaktır. Zira kalıplaşmış yanılgıların, yeni kavramların öğrenilmesine ve değişik durumlara uygulanmasına ne denli etki ettiği, çalışma neticesinde bir kere daha ortaya çıkarılmış önemli bir bulgudur. Bu tip kavram araştırmalarının sonuçlarının gerek eğitimciler, gerekse müfredat programlamacıları için aydınlatıcı bir referans olacağı umulmaktadır.

#### KAYNAKÇA

- Ambrose, B. S., Heron, P. R. L., Vokos, S. ve McDermott, L. C. (1999). "Student Understanding of Light as an Electromagnetic Wave: Relating the Formalism to Physical Phenomena". **American Journal of Physics**, **67**, 891-898.
- Arnold, M. ve Millar, R. (1988). "Teaching about Electric Circuits: A Constructivist Approach", **School Science Review**, **70** (257), 149-151.
- Bagno, E. ve Eylon, B. S. (1997). "From problem solving to a knowledge structure: An example from the domain of electromagnetism", **American Journal of Physics**, **65**, 726-736.
- Dupin, J. J. ve Johsua, S. (1987). "Conceptions of French Pupils concerning Electric Circuits: Structure and Evolution". **Journal of Research in Science Teaching**, **24** (9), 791-806.

- Garnett, P. J. ve Treagust, D. F. (1992). "Conceptual Difficulties Experienced by Senior School Students of Electrochemistry: Electric Circuits and Oxidation-Reduction Equations". **Journal of Research in Science Teaching**, **29** (2), 121-142.
- Gürel, Z. ve Özen, S. U. (2001). "University Physics Students' Conceptions about Electromagnetic Wave", *Balkan Physics Letters* (special issue), Türkiye-Bodrum ve Yunanistan-Kos (10-15 Eylül), 145-151.
- Heller, P. M. ve Finley, F. N. (1992). "Variables Uses of Alternative Conceptions: A Case Study in Current Electricity". **Journal of Research in Science Teaching**, **29** (3), 259-275.
- Maloney, D. P., O'Kuma, T. L., Hieggelke, C. J. and Heuvelen, A. V. (2001). "Surveying Students' Conceptual Knowledge of Electricity and Magnetism", **American Journal of Physics**, **69** (7), 12-23.
- Özen, S. U. (2003). "Üniversite Öğrencilerinin Elektromagnetik Teori İle İlgili Temel Kavramlarının Araştırılması". Yüksek Lisans Tezi, M.Ü. Eğitim Bilimleri Enst., İstanbul.
- Shipstone, D. (1985). "Electricity in Simple Circuits". *Children's Ideas in Science*. Glasgow: Open University Press.
- Tasker, R. ve Osborne, R. (1985). "Science Teaching and Science Learning". *Learning in Science: The Implications of Children's Science*. Auekland: Heinemann.

**EK.1 : Akım ve elektromagnetik dalga oluşumu ile ilgili kavram sorusu**

İki iletken telden birincisi bir DC güç kaynağına, ikincisi de bir AC güç kaynağına bağlanıyor. Bu durumda aşağıdaki ifadelerden hangisi doğru olur? (Tellerin ısınmalarından doğabilecek etkiler ihmal edilmektedir.)	
1	1. telden EMD yayılır, 2. telden EMD yayılmaz.
2	1. telden EMD yayılmaz, 2. telden EMD yayılır.
3	Her iki telden de EMD yayılmaz.
4	Her iki telden de EMD yayılır.
<b>Neden bu şıkkı işaretlediniz?</b>	