



## Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Metallerin Elektrik İletkenliği ile İlgili Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi

Meryem Görecek Baybars<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Eğitim Fakültesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye

**Sorumlu Yazar:** Meryem Görecek Baybars, mgorecek@mu.edu.tr

**Makale Türü:** Araştırma Makalesi

**Bilgilendirme:** Bu çalışma ICEMST 2017'de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

**Kaynak Gösterimi:** Baybars, M. G. (2018). Fen bilgisi öğretmen adaylarının metallerin elektrik iletkenliği ile ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(1), 36-47. doi: 10.17244/eku.328952

## The Determination of the Mental Models of Pre-Service Science Teachers about Electrical Conductivity of the Metals

Meryem Görecek Baybars<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman University, Muğla, Turkey

**Corresponding Author:** Meryem Görecek Baybars, mgorecek@mu.edu.tr

**Article Type:** Research Article

**Acknowledgement:** An earlier version of this study was presented at ICEMST 2017.

**To Cite This Article:** Baybars, M. G., (2018). Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Metallerin Elektrik İletkenliği ile İlgili Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(1), 36-47. Doi: 10.17244/eku.328952



## Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Metallerin Elektrik İletkenliği ile İlgili Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi

Meryem Görecek Baybars<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Muğla, Türkiye  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7881-4034>

### Öz

Elektrik konusu ilkökul 3. sınıftan itibaren tüm sınıfların programlarında yer alan ana konulardan biridir. İlkokuldan üniversiteye kadar her kademede karşılaşılan bir konu olmasına karşın, öğrenciler tarafından anlaşılması da bir o kadar zor bir konudur. Bu çalışmanın amacı; birinci sınıfta öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının “metallerde elektrik iletimi” ile ilgili zihinlerinde nasıl bir modele sahip olduklarını araştırmaktır. Çalışma, betimsel bir çalışma olup özel durum yöntemi ile yürütülmüştür. Çalışma 2016-2017 eğitim öğretim yılı bahar döneminde Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği birinci sınıf (66 öğrenci) öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Öğretmen adaylarının “metallerde elektrik iletimi” ile ilgili zihinsel modellerini tespit edebilmek amacıyla Kibble (1999) tarafından geliştirilen veri toplama aracı kullanılmıştır. Öğrencilerin veri toplama aracına vermiş olduğu cevaplar ve yapmış olduğu çizimler incelendiğinde, makro ve mikro düzeyde değerlendirilmenin daha uygun olduğu gözlenmiştir. Makro düzeyde öğrencilerde tespit edilen modeller; direnç modeli, akan su modeli (oklarla düz akış) ve enerji modeli iken, mikro düzeyde, artı eksi yük modeli ve elektronların hareketi modeli gözlenmiştir.

### Makale Bilgisi

**Anahtar Kelimeler:** Zihinsel modeller, Fen Bilgisi Öğretmen Adayı, Elektrik İletkenliği

### Makale Geçmişi:

Geliş: 17 Temmuz 2017  
Düzeltilme: 30 Ekim 2017  
Kabul: 12 Aralık 2017

**Makale Türü:** Araştırma Makalesi

## The Determination of the Mental MODELS of Pre-Service Science Teachers About Electrical Conductivity of the Metals

### Abstract

The subject of the electricity is one of the main subjects included in the curriculum of all grades starting with the 3rd grade in elementary school. Although it is a subject encountered from the elementary education to university education, the electricity is also a subject which is very difficult to understand for students. The purpose of this study is to explore the pre-service science teachers' mental models about “the electrical conductivity of the metals”. The study is a descriptive study and it is carried out via case study research design. The study was carried out with the first year Science Teaching students (66 students) studying at Education Faculty in Muğla Sıtkı Koçman University in the spring term of 2016-2017 academic year. The data collection tool developed by Kibble (1999) was used to detect the pre-service teachers' mental models related to “the electrical conductivity of the metals”. When the students' responses to the data collection tool and their drawings were examined, it was observed that the evaluation at macro and micro levels was much more suitable. The identified models at macro level with students are the resistance model, flowing the waters model (the straight flow arrow) and the energy model, the plus-minus the electrical charge model and the motion of the electrons model were observed at micro level.

### Article Info

**Keywords:** Mental Models, Pre-Service Science Teachers, Electrical Conductivity

### Article History:

Received: 17 July 2017  
Revised: 30 October 2017  
Accepted: 12 December 2017

**Article Type:** Research Article

## Giriş

Elektrik konusu ilkokul 3. sınıftan itibaren tüm sınıfların programlarında yer alan merkezi konulardan biridir. 2013 yılında yayınlanan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı incelendiğinde; 3. sınıflarda “Yaşamımızdaki Elektrikli Araçlar”, 4. sınıfta “Basit Elektrik Devreleri”, 5. sınıfta “Yaşamımızın Vazgeçilmezi: Elektrik”, 6. sınıfta “Elektriğin İletimi”, 7. sınıfta “Elektrik Enerjisi”, 8. sınıfta ise “Yaşamımızdaki Elektrik” üniteleri kapsamında yer aldığı görülmektedir (MEB, 2013). İlkokuldan üniversiteye kadar her kademede karşılaşılan bir konu olmasına karşın, öğrenciler tarafından anlaşılması da bir o kadar zor bir konudur. Fen eğitimcilerinin ortak görüşü basit elektrik kavramlarının ilkokul ve ortaokul düzeyine dahil edilmesi yönündedir. Basit elektrik, özellikle pil ve ampul ilişkisi ilkokul ve ortaokulda yaygın olarak öğretilmelidir (Jabot & Henry, 2007). Yapılan araştırmalarda, basit elektrik ile ilgili öğrencilerin zorlandığı noktalar; formal kavramların elektrik devrelerine uyarlanmasındaki yetersizlik, elektrik devreleri ile ilgili formal sunumların kullanılması ve yorumlanmasındaki yetersizlik ve elektrik devrelerinin yapısı ile ilgili kaliteli tartışmadaki yetersizlik şeklinde belirlenmiştir (McDermott & Scaffer, 1992). Öğretmenler bu zorlukları ortadan kaldırabilmek ve öğrencilerin elektrik ile ilgili bilimsel zihinsel modeller geliştirebilmesini sağlamak için yenilikçi araştırma tabanlı (innovative research based) öğretim ortamları geliştirmelidir (Jabot & Henry, 2007).

Zihinsel model kavramı ilk defa Gentner ve Stevens (1983) tarafından kullanılmıştır (Yürümezoğlu & Çökelez, 2010). Zihinsel modeller, fiziksel dünyanın mantıklı hale getirilmesi için kullanılan zihinsel sunumlardır (Coll & Tregaust, 2003). Örnek (2008) ise zihinsel modelleri bireyin sahip olduğu sessiz bilgiler şeklinde tanımlamış ve bireylerin bu modelleri farkında olmadan kullandığını ifade etmiştir. Zihinsel modellerin ortaya çıkarılabilmesi ve anlaşılabilmesi için bu modellerin özelliklerinin bilinmesi gerekir. Franco ve Colinvaux (2000)’a göre zihinsel modellerin özellikleri dört maddede toplanabilir; zihinsel modeller yeni bilgilerin tanımlanmasında ve üretilmesinde yol gösterici olduğu için üretkendir, zihinsel modeller örtük (tacit) bilgi içerir, bireyler zihinsel modellerini problemleri çözmek ve yeni bilgileri anlamlandırmak için kullanabilir, zihinsel modeller dinamik yapıdadır, yeni bilgiler eklendikçe değişebilir, zihinsel modeller bireyin sahip olduğu önceki bilgi, deneyim ve inançlarından etkilenebilir yani bireyin dünya görüşü ile sınırlandırılmıştır (Chia-yu, 2007).

Zihinsel modellerin elde edilişi ile ilgili literatürde farklı yöntemlerin kullanıldığı gözlenmiştir (Ayvacı, Bebek, Atik, Keleş & Özdemir, 2016; Coll & Tregaust, 2003; De Posada, 1997; Jabot & Henry, 2007; Kibble, 1999; Yürümezoğlu & Çökelez, 2010). Chia-Yu, (2007)’a göre bu yöntemler açık uçlu sorular (çizimleri ve açıklamaları içeren), çoktan seçmeli sorular, görüşmeler ve sınıf gözlemlerini içeren mülakatlar olabilir.

Literatürde öğrencilerin elektrik kavramı ile ilgili zihinsel modellerinin ortaya konulduğu çalışmalar mevcuttur (Osborne, 1983; Shipstone, 1984; De Posada, 1997; Borges & Gilbert, 1999; Kibble, 1999; Sencar, 2001; Jabot & Henry, 2007; Yürümezoğlu & Çökelez, 2010, Karacan, 2014). Osborne (1983), öğrencilerin elektrik akımı ile ilgili zihinsel modellerini belirlemek için, bir pil, iki tel ve bir lamba kullanarak öğrencilere çeşitli sorular yönelmiş ve sonuçta “Tek kutuplu, çarpışan akımlar, harcanan akım, akımın lambanın her iki tarafında eşit olduğu” zihinsel modellere ulaşmıştır. Borges ve Gilbert (1999), tarafından gerçekleştirilen çalışma farklı örneklemeler üzerinde yapılandırılmış görüşme ile gerçekleştirilmiş olup, “Akışkan olarak elektrik, zıt akımlar olarak elektrik, hareket eden yükler olarak elektrik, bir alan olarak elektrik” zihinsel modelleri ortaya konulmuştur. Kibble (1999), çalışmasında dört farklı zihinsel model tespit etmiştir. Bu modeller; “Kablonun içinin mekanik düşünce ile ifadesi, yüklü partiküllerin hareketi, yük belirtmeksizin bazı partiküllerin hareketi, kablodan elektriksel veya enerjisel bazı şeylerin geçmesi” şeklindedir. Sencar (2001), 1678 dokuzuncu sınıf öğrencisi ile gerçekleştirdiği çalışmasında, “Güç çeken, çarpışan akımlar, zayıflayan akım, paylaşılan akım” zihinsel modellerini ortaya koymuştur. Yürümezoğlu ve Çökelez (2010) ise çalışmalarında ortaya çıkan modelleri makro ve mikro düzeyde ele almışlardır.

Bu çalışmalarda öğrencilerin elektrik ile ilgili tek tutarlı bir modelinin olmadığı gözlenmiştir. Öğretmenlerin öğrencilerin sahip olduğu zihinsel modeller hakkında bilgi sahibi olması önemlidir. Çünkü ne kadar etkin bir öğretim yapılırsa yapılsın öğrenci kendi zihninde anlamlandırabildiği kadar öğrenmektedir (Bodner, 1990). Bu nedenle öğretmen öğrencilerinin ne bildiğini belirlemeli, öğretimi ona göre planlamalı ayrıca öğrencilerinin sahip olduğu bilimsel olmayan ön fikirlerinin değişmesini ve zenginleşmesini sağlayabilmelidir (Jing-Wen, 2016). Ayrıca Kurnaz (2007) ve Kurnaz ve Sağlam Arslan’a (2009, 2010) göre öğrencilerin öğrenmelerindeki eksiklikler öğrenme ortamlarından da kaynaklanabilmektedir. Etkili ve verimli bir sınıf ortamı oluşturmada, bir öğretmenin sahip olduğu pedagojik donanım ve bireysel yeterlilikler oldukça önemlidir (Huyugüzel Çavaş & Çavaş, 2016). Öğretmen adaylarının gelecekte öğrenme ortamını tasarlayacakları düşünüldüğünde “metallerde elektrik iletimi” ile ilgili alan

bilgisi yeterliliklerinin de bu çalışma ile sorgulanması sağlanacaktır. Ayrıca unutulmamalıdır ki; öğretmenlerin zihinsel modellerinin ne kadar bilimsel olduğu da önemlidir, çünkü öğretmenler öğrendikleri gibi öğretirler (Hestenes, 1996). Tüm bu noktalar dikkate alındığında ileride alanda görev yapacak öğretmen adaylarının yetişmesi ayrı bir önem kazanmaktadır. Bu nedenle çalışmanın amacı; birinci sınıfta öğrenim gören fen bilgisi öğretmen adaylarının “metallerde elektrik iletimi” ile ilgili zihinlerinde nasıl bir modele sahip olduklarını araştırmaktır.

## Yöntem

### Katılımcılar

Bu çalışma, betimsel bir çalışma olup özel durum yöntemi ile yürütülmüş, elde edilen veriler frekans analizi ile değerlendirilmiştir. Özel durum yöntemi, gerçek hakkında derinlemesine bilgi veren, bu gerçeği içinde bulunduğu bağlamla yorumlayan ve araştırılan gerçek hakkında kısa sürede çalışılmasına imkân sağlayan bir araştırma yöntemi olduğundan (Yin, 2003; Vural & Cenkseven, 2005; Çepni, 2007) çalışmanın doğasına uygun olduğu düşünülmektedir. Çalışma grubunu, 2016-2017 eğitim-öğretim yılı bahar döneminde, Türkiye’de Ege Bölgesi’nde bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi Öğretmenliği Ana Bilim Dalı 1. sınıfta öğrenim görmekte olan 66 öğretmen adayı oluşturmuştur.

Çalışma grubunun belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemlerinden tipik durum örnekleme kullanılmıştır. Bu örnekleme yöntemi çeşitli durumlar içerisinde ortalama ve normal olan durumların anlaşılması, gösterilmesi ve vurgulanmasını içermektedir (Patton, 2014). Araştırmanın çalışma grubu olarak seçilen Fen Bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin belirlenmesinde öğrencilerin üniversite öğreniminin ilk yılında olmaları ve Fizik II dersi kapsamında elektrik konularını ele alacak olmaları etkili olmuştur.

### Veri Toplama Aracı

Öğretmen adaylarının “metallerde elektrik iletimi” ile ilgili zihinsel modellerini tespit edebilmek amacıyla Kibble (1999) tarafından geliştirilen veri toplama aracı kullanılmıştır. Veri toplama aracında iki soru yer almaktadır. Birinci soru;

“Çok çok küçük olduğunuzu ve bir telin içinde bulunduğunuzu hayal edin. Tel herhangi bir yere bağlı olmadığına göre, telin içerisinde gördüklerinizin bir çizimini yapınız. Çiziminiz açıklayınız.” şeklindedir.

İkinci soru;

“Bir önceki görselde yer alan tel şeklindeki elektrik devresinde kullanılıyor. Ampul ışık verdiği göre; telin içerisinde gördüklerinizin bir çizimini yapınız. Çiziminiz açıklayınız.” şeklindedir.

Bu çalışma kapsamında sadece ikinci sorudan elde edilen bulgulara yer verilmiştir.

Bu ve buna benzer sorular daha önce araştırma makalelerinde kullanılmış ve kapsamlı veriler elde edilmiştir (De Posada, 1997; Guiseppe & Marisa, 2011). Test araştırmacı tarafından Türkçe’ye çevrilmiş, daha sonra aynı üniversite de öğrenim gören Fen Bilgisi öğretmenliği 2. sınıf öğrencilerine (20 öğrenci) uygulanmıştır. Çeviriden kaynaklanan veya ifadelerde anlaşılmayan bir noktanın olup olmadığı kontrol edildikten sonra asıl uygulama 2016-2017 bahar döneminde gerçekleştirilmiştir.

### Verilerin Analizi

Literatürde yer alan çalışmalarda, öğrencilerin zihinlerinde elektrik akımının iletimi ile ilgili oluşturdukları modeller farklılık göstermektedir. Yürümezoğlu ve Çökelez (2010), çalışmalarında öğrencilerin zihinsel modellerini mikro ve makro düzeyde ele almışlar, De Posada (1997) ve Kibble (1999) ise zihinsel modelleri dört şemada toplamıştır. Bu çalışmada öğrencilerin veri toplama aracına vermiş olduğu cevaplar ve yapmış olduğu çizimler incelendiğinde, makro ve mikro düzeyde değerlendirmenin daha uygun olduğu gözlenmiştir.

## Bulgular

Çalışmaya katılan 66 öğretmen adayına yöneltilen sorudan elde edilen bulgular Tablo 1’de sunulmuştur.

**Tablo 1:** Öğretmen adaylarında tespit edilen zihinsel modeller

			f	%
Zihinsel Modeller	Makro modeller	Direnç Modeli	6	9,09
		Akan Su Modeli (Oklarla Düz Akış)	6	9,09
		Enerji Modeli	3	4,54
	Mikro Modeller	Artı Eksi Yük Modeli	25	37,87
		Elektronların Hareketi Modeli	26	39,39

Tablo 1 incelendiğinde; makro düzeyde öğretmen adaylarında tespit edilen modeller; direnç modeli, akan su modeli (oklarla düz akış) ve enerji modeli iken, mikro düzeyde, artı eksi yük modeli ve elektronların hareketi modelidir.

Makro düzeyde değerlendirilen zihinsel modellere örnekler:

*Direnç modeli:* Bu kategoride değerlendirilen öğretmen adayı sayısı altıdır. Bu kategoride değerlendirilen öğretmen adayları çizim ve açıklamalarında direnç kavramına yer vermiştir. Bu kategoride değerlendirilen modellere örnek aşağıda sunulmuştur.

Ö28’e ait çizim ve açıklama:

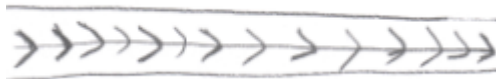


Çiziminizi açıklayınız:

Burada tel bir güç kaynağına bağlı olduğundan içinden akım geçer. Bu tel yüksek iletkenlik düşük dirence sahiptir.

*Akan su modeli (oklarla düz akış):* Bu kategoride değerlendirilen öğretmen adayı sayısı altıdır. Bu kategoride değerlendirilen modellere örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ö62’ye ait çizim ve açıklama:



Çiziminizi açıklayınız:

Bu akım ampulün yanmasını sağlar.

Ö43’e ait çizim ve açıklama:



Çiziminizi açıklayınız:

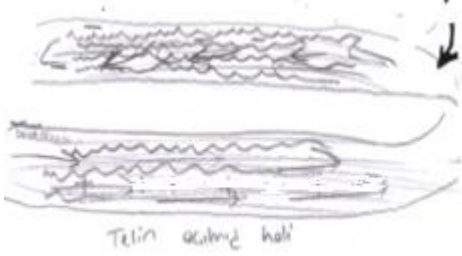
Pilden ampula doğru bir akım geçer ve pili yanmasını sağlar.

Yukarıda yer alan çizim ve açıklamalar incelendiğinde, öğretmen adaylarının iletken tel içerisinde gördüklerini yani akımı bir yönde hareket eden oklar şeklinde ifade ettiği belirlenmiştir. Bu kategoride yer alan tüm

çizim ve açıklamalar incelendiğinde, öğretmen adaylarının pili akım kaynağı olarak gördüğü, pilden çıkan akımın ise bir yönde hareket ederek ampülü yaktığı sonucuna ulaşmıştır.

**Enerji modeli:** Bu kategoride değerlendirilen öğretmen adayı sayısı üçtür. Bu kategoride değerlendirilen modellere örnek aşağıda sunulmuştur.

Ö32'ye ait çizim ve açıklama:



Çiziminizi açıklayınız:

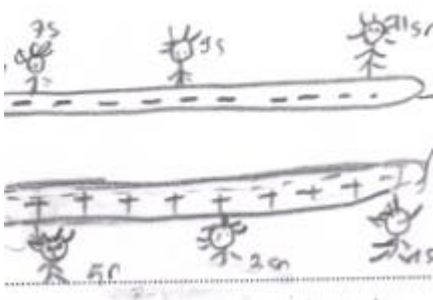
Tale etti eden pila enerjiyle birlikte bu enerji teli üzerinden geçiyor. Daha sonra ampule ulaşır ve ampulden ışık çıkarıyor. Burada ise bu enerji ampulden pila doğru geri geliyor. İçerisindeki teller enerjiye şarj oluyor.

Yukarıda yer alan çizim incelendiğinde öğretmen adayının, iletken telden enerji geçişini dalgalı bir yapı olarak çizdiği görülmektedir. Benzer şekilde öğretmen adayı, açıklamasında pilin enerji kaynağı olduğunu, tellerin bu enerjiyi ampule ilettiğini, ampulün ışık verdiğini ve bu enerjinin tekrar ampulden geri gittiğini ifade etmiştir.

Mikro düzeyde değerlendirilen zihinsel modellere örnekler:

**Artı eksi yük modeli:** Bu modele sahip olan öğretmen adayı sayısı 25'tir. Bu kategoride değerlendirilen modellere örnekler aşağıda sunulmuştur.

Ö54'e ait çizim ve açıklama:



Ben artık bir iletkenlik verebileceği bir ampula yüklediğim bir yük dağılımına benzerim ben de ampulün ışık vermesini sağlama ile birlikte (+) yük yoğunluğunu ampule doğru taşıyarak (+) yük geçirim sağladım elektrikli telimin için bu nedenle ampulü yaktıktan sonra ihtiyacım ve ben iletken bir telim..

Ö31'e ait çizim ve açıklama:



Çiziminizi açıklayınız:

Telin içerisinde ampule elektrik sağlanarak ışık vermesini sağlayan t ve m elektrikli yalıtıcı maddelerden oluşan bir telden ampule ulaşarak ampulü yaktı. Bu yüzden ampulü yaktı. Bu yüzden ampulü yaktı. Bu yüzden ampulü yaktı.

Ö47'ye ait çizim ve açıklama:

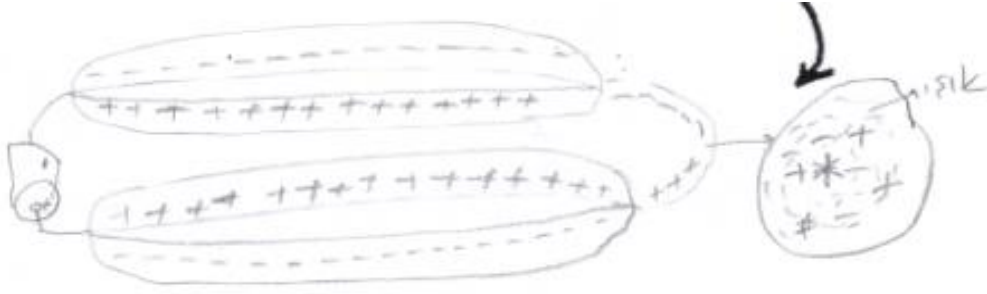


Çiziminizi açıklayınız:

Bençe teller yitli. Şahide de gösterdiğim gibi bir taraf + bir taraf - yükler yükli. Bu yüzden de ampul ışık veriyor.



Ö56'ya ait çizim ve açıklama:



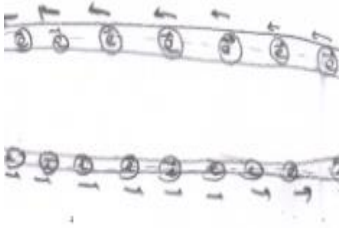
Çiziminizi açıklayınız:

(-) ve (+) yükler tellerden geçtikten sonra ampulün içinde buluşma yer değiştirdikleri için ampulün içindeki telden sonra sonucu ışık oluşuyor. Yer değiştirmelerinin nedeni teldeki yüklerde zıt kutup olmasıdır.

Bu kategoride değerlendirilen çizim ve açıklamalarda, öğretmen adaylarının artı ve eksi yüklerin farklı tellerde yer aldığı düşünüşü gözlenmiştir. Bu kategoride değerlendirilen öğretmen adaylarından bazıları, yüklerin hareketi sonucu ampulün ışık verdiğini düşünmektedir. Bazı öğretmen adayları ise, artı ve eksi yüklerin ampulde karşılaştıktan sonra yer değiştirdiğini, aynı zamanda bu değişim sonucu açığa çıkan ısınmanın ışığa dönüştüğünü belirtmişlerdir.

*Elektronların hareketi modeli:* Bu modele sahip öğrenci sayısı 26'dır. Bu kategoride değerlendirilen modellere örnekler aşağıda sunulmuştur.

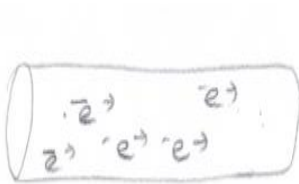
Ö1'e ait çizim ve açıklama:



Çiziminizi açıklayınız:

Ardından eksiye giden elektronlar geçiyor. Bu elektronların hareketlerinin kaynağından dolayı ampulün ışık vermesidir. Sağladığını açıklıyorum.

Ö27'ye ait çizim ve açıklama:

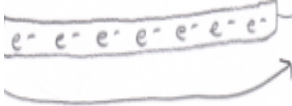


Çiziminizi açıklayınız:

Pil devreye bağlandığı zaman iletken tel ampulle pil arası elektron hareketini sağlar ve ampul yanıyor.

\*Devreden akım geçiyor. Protonlar hareket etmez. Sadece elektron geçişi olur.

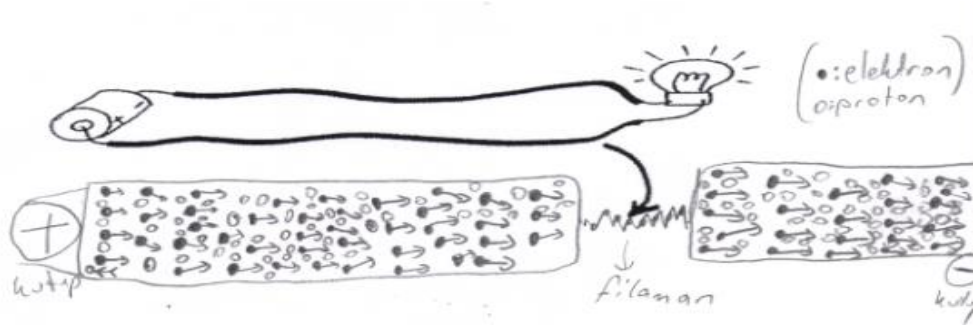
Ö14'e ait çizim ve açıklama:



Çiziminizi açıklayınız:

Devrede pilden elektrik akımı çıkmıştır ve teldeki elektronları hareket ettirmiştir. Akım teldeki elektronları hareket ettirerek tekrar pile dönmüştür. Pilen (-) yüklü kutupına dönmüştür. Böylece ampul ışık vermiştir.

Ö2'ye ait çizim ve açıklama:



Çiziminizi açıklayınız:

Elektronlar enerjilerini birbirine aktarıyor ve ampulün filaman telinden geçip bir süre sonra filaman ısıyor sonra enerjisi sona eriyor yoluna devam ediyor kutupla enerjileri bitiyor.

Bu kategoride değerlendirilen çizim ve açıklamalar incelendiğinde bazı öğretmen adaylarının pilin artı kutbundan çıkan elektronların pilin eksi kutbuna ulaşması ile yani elektronların hareketi ile ampulün yandığı düşüncesinde oldukları gözlenmiştir. Bu kategoride yer alan bazı öğretmen adaylarının ise pili akım kaynağı olarak kabul ettiği, pilden çıkan akımın elektronları hareket ettirdiği düşüncesinde olduğu belirlenmiştir.

### Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Çalışma kapsamında öğretmen adaylarından, ampulün ışık verdiği bir elektrik devresinde telin içerisinde gördüklerinin çizimini yapmaları ve çizimlerini açıklamaları istenmiştir. Öğretmen adaylarının çizimleri ve açıklamaları incelendiğinde makro ve mikro düzeyde modeller olduğu belirlenmiştir. Makro düzeyde direnç modeli ve akan su modeli (oklarla düz akış) en sık rastlanan modeller iken, mikro düzeyde ise elektronların hareketi ve artı eksi yük modeli rastlanan modeller arasındadır. Makro düzey direnç modelinde öğrencilerin çizimlerinde ve açıklamalarında direnç kavramından bahsettikleri gözlenmiştir. Makro düzey akan su modelinde ise öğrenciler çizimlerinde ve açıklamalarında akım kavramından bahsetmişler ancak bu akıma neyin sebep olduğunu açıklamamışlardır. Elde ettiğimiz bu sonuç Yürümezoğlu ve Çökelez (2010) tarafından gerçekleştirilen çalışma sonuçları ile uyumludur.

Mikro düzeyde artı eksi yük modeli ve elektronların hareketi modeli en sık rastlanan modeldir. Artı eksi yük modelinde öğretmen adayları, iletken tel içerisinde artı yüklerin bir telde, eksi yüklerin bir telde olduğu düşüncesindedirler. Bu durum hem çizimlerinde hem açıklamalarında gözlenmiştir. Öğretmen adayları, pozitif ve negatif olmak üzere iki akım olduğunu, pozitif kutuptan gelen pozitif akım ile negatif kutuptan gelen negatif akımın ampulde çakıştığını düşünmektedir. Bu modelin literatürde yer alan çakışan akım modeli (Osborne, 1983), iki yönlü akım modeli (Jabot & Henry, 2007) ve zıt akım modeli (Borges & Gilbert, 1999) ile örtüştüğü söylenebilir. Yapılan çalışmalarda (Psillos, Koumaras, & Tiberghien, 1988; Shipstone, 1985) çakışan akım modelinin ilköğretim öğrencilerinde en sık karşılaşılan model olduğu belirlenmiştir. McDermott ve Shaffer (2000), çalışmalarında ilkökul öğretmenlerinin de benzer kavramlara sahip olduğunu belirlemiştir. Elde ettiğimiz bu sonuç literatür ile uyumludur.

Mikro düzeyde karşılaşılan bir diğer model, elektronların hareketi modelidir. Bu modelde öğrenciler açıklamalarında, elektronların hareketinin akımı oluşturduğu ve pilin akım kaynağı olduğu yönünde ifadeler kullanmışlardır. Bu sonuç Cohen, Eylon ve Ganiel (1983), Kibble (1999), Borges ve Gilbert, (1999) ile Lee ve Law'ın (2001) çalışma sonuçları ile uyumludur.

Bu sonuçlardan hareket ile şu önerilerde bulunulabilir:

Bu çalışma sadece Fen Bilgisi öğretmenliği birinci sınıfta öğrenim gören öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiş olup, çalışmanın diğer sınıflarda da tekrarlanması önerilebilir. Öğretmen adaylarının zihinsel modellerinde gözlenen bu durum onların üniversite öncesi eğitim yaşantıları ile ilişkili olabilir. Zihinsel modeller dinamik bir yapıdadır ve yeni bilgiler eklendikçe değişebilir. Sınıf düzeyi ilerledikçe öğretmen adaylarının bilgi,



deneyim ve inançlarındaki değişimler de, sahip olduğu zihinsel modellerin değişmesine neden olabilir. Çalışma öğretmen adaylarında var olan zihinsel modelleri belirlemeye yönelik gerçekleştirilmiş olup, benzer bir çalışma da öğretim öncesi ve sonrası zihinsel modeller incelenip, öğretmen adaylarının öğretim öncesi sahip olduğu zihinsel modellerin öğretim sonrasında, bilimsel zihinsel modele doğru yer değiştirip değiştirmediği belirlenebilir. Eğitim fakültelerinin bir görevinin de bilimsel zihinsel modele sahip öğretmen adayı yetiştirmek olduğu unutulmamalı, öğretmen adayları öğrenimleri boyunca dersler kapsamında zihinsel modeller konusunda bilgilendirilmeli ve öğrencilerde var olan bu modellerin belirlenmesine yönelik izlenecek yolları bilen bireyler olarak mesleklerine hazırlanmalıdır.

## Extended Summary

### Introduction

The subject of electricity is one of the central subjects included in the curricula of all grades beginning in the 3<sup>rd</sup> grade. Although it is a subject studied in all levels from the elementary school to university, it is really a very difficult subject for students to understand. Science educators' common view is that the basic concepts of electricity should be included in the elementary and secondary school education. The basic electricity and particularly the relationship between battery and light bulb must be taught commonly in elementary and secondary schools (Jabot & Henry, 2007). It was determined in the research studies carried out that the points that students have difficulty with basic electricity are lack of adaptation of the formal concepts to electric circuits, lack of use and interpretation of formal presentations about electric circuits and lack of quality of discussions about the structure of electric circuits (McDermott & Scaffer, 1992). Teachers must design and develop innovative research based learning environments in order to eliminate these problems and to facilitate their students to develop scientific cognitive models about electricity (Jabot & Henry, 2007). It is also important that teachers should be informed about the students' cognitive models because whether or not an effective teaching is carried out, students learn as far as they give meaning to the information they learn in their minds (Bodner, 1990). Thus, teachers must determine what their students know, design their teaching considering this, and also they must help students to change and enrich their unscientific pre-understanding (Jing-Wen, 2016). Moreover, according to Kurnaz (2007) and Kurnaz, Sağlam and Arslan (2009; 2010), the deficiencies in students' learning result from the learning environments. The pedagogical knowledge and individual competences of teachers are quite important for creating an effective and efficient teaching and learning environments (Huyugüzel Çavaş & Çavaş, 2016). Considering that pre-service teachers will design learning environments, this study aims at exploring their content knowledge competencies for "electrical conductivity in metals". Moreover, it should not be forgotten that whether or not teachers' cognitive models are scientific are important as teachers teach as they have been taught learn (Hestenes, 1996).

Considering all these, training of pre-service teachers who will work in the field in the future becomes very important. Therefore, the purpose of the study is to investigate the first year pre-service teachers' models in their minds about electrical conductivity in metals.

### Method

This study was a descriptive study and it was carried out with case study. The data obtained were evaluated via frequency analysis.

The study group consisted of 66 first year pre-service teachers studying in the Department of Science Education in a state university located in Aegean Region, Turkey. The reason for choosing the first year students in the Department of Science Education as the population of the study was that the students were in their first year of studies and also they were going to study the topics of electricity within the content of Physics II course.

The data collection tool developed by Kibble (1999) was used to identify pre-service teachers' cognitive models about "electrical conductivity in metals". There are two questions in the data collection tool. Within the context of this study, the findings obtained from the *second question only* were included. These questions and their similar were used in other research articles and detailed data were obtained (De Posada, 1997; Guiseppe & Marisa, 2011). The test was translated into Turkish by the researcher and then it was piloted with the 2<sup>nd</sup> year students (20 students) studying science education at the same university. After checking whether or not there were any misinterpretations or misunderstanding resulting from the translation or the expressions, the main implementation was carried out in the spring term of 2016-2017 academic year. The research studies in the literature yielded that the models students constructed about the conductivity of electric current differed from one another. Yürümezoğlu ve Çökelez (2010) discussed students' cognitive models at micro and macro levels in their studies and De Posada (1997) and Kibble (1999) covered the cognitive models under four diagrams. When the students' responses to the data collection tool and their drawings were investigated, it was revealed that an evaluation at macro and micro levels were more appropriate.

### **Discussion and Conclusion**

When the pre-service teachers' drawings and explanations were examined, it was determined that there were models both at micro and macro levels. While the most frequent models at macro level are resistance model and outflow model (linear flow chart), the most common models at micro level are the movement of electrons and positive and negative charge model. It was observed in macro level resistance model that students mentioned the concept of resistance with their drawings and explanations. Students addressed the concept of current in macro level outflow model but they could not explain what caused the current. Positive (plus) and negative (minus) charge models and the movement of electron models were most commonly encountered models. Pre-service teachers thought that the positive charges in a conducting wire are at one end of the wire and the negative charges at other in the positive and negative charges. This case was observed both in their drawings and explanations. Pre-service teachers think that there are two currents, positive and negative and the positive current from the positive pole and the negative current from the negative pole collide with each other in a light bulb. Another model at micro level is the movement of electrons. The students in this model used such expressions like that: the movement of the electrons created current and the battery was the source of current.

This research study was carried out with the first year pre-service teachers studying science education and it is suggested that the study is replicated with other grades. This situation observed with the pre-service teachers' cognitive models might be due to their education life before the university. Cognitive models have a dynamic structure and they can change when new knowledge is added. As the class level increases, the change in pre-service teachers' knowledge, experiences, and beliefs can cause their cognitive models to change. The study was conducted to determine the pre-service teachers' existing cognitive models. In a similar study, the cognitive models before and after the instruction could be explored and it can be determined that whether or not pre-service teachers' cognitive models before the instruction change towards scientific cognitive model after the instruction. It should not be forgotten that the mission of education faculties are to train pre-service teachers who have scientific cognitive models. Moreover, the pre-service teachers should be informed about cognitive models throughout their education and they must be prepared for their future careers as individuals who know the ways to identify these existing models within the students.

## Kaynakça / References

- Ayvacı, H., Ş., Bebek, G., Atik, A., Keleş, C., B., & Özdemir, N. (2016). Öğrencilerin Sahip Oldukları Zihinsel Modellerin Modelleme Süreci İçerisinde İncelenmesi: Hücre Konusu Örneği. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 28, 175-188.
- Bodner, G. M. (1990). Why Good Teaching Fails and Hard Working Students do not Always Succeed. *Spectrum*, 28(1), 27-32.
- Borges, A. T. & Gilbert, J. K. (1999). Mental models of electricity. *International Journal of Science Education*, 21(1), 95-117.
- Chia-yu, W. (2007). *The Role of Mental-modeling Ability, Content Knowledge, and Mental Models in General Chemistry Students' Understanding about Molecular Polarity* (Dissertation of Philosophy). the Faculty of the Graduate School University of Missouri, Columbia.
- Cohen, R., Eylon, B. & Ganiel, U. (1983). Potential Differences and Current in Simple Electric Circuits: A Study of Students' Concepts. *American Journal of Physics*, 51(5), 407-412.
- Coll, R. K. & Treagust, D. F., (2003). Investigation of Secondary School, Undergraduate and Graduate Learners' Mental Models of Ionic Bonding, *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 464-486.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve Proje Çalışmalarına Giriş* (3. baskı). Trabzon: Üçyol Kültür Merkezi Yayınları.
- De Posada, J. M. (1997). Conceptions of High School Students Concerning the Internal Structure of Metals and Their Electric Conduction: Structure and Evolution. *Science Education*, 81(4), 445-467.
- Giuseppe, F., & Marisa, M. (2011). Pupils' Ideas Exploration on Metal Electrical Transport Models in the Informal Context of an Hands-on Exhibit. *Latin American Journal of Physic Education*. 6(1), 198-207.
- Hestenes, D. (1996). Modelling Methodology for Physics Teachers. *Proceedings of the International Conference on Undergraduate Physics Education*, College Park.
- Huyugüzel Çavaş, P., & Çavaş, B. (2014). Fen Eğitiminde Duyuşsal Özellikler: Tutum ve Motivasyon. Ş. S. Anagün ve N. Duban (Ed.), *Fen bilimleri öğretimi*. Ankara: Anı Yayıncılık
- Jabot, M., & Henry, D. (2007). Mental Models of Elementary and Middle School Students in Analyzing Simple Battery and Bulb Circuits. *School Science and Mathematics*, 107, 371-381.
- Jing-Wen, L. (2016). Do Skilled Elementary Teachers Hold Scientific Conceptions and Can They Accurately Predict the Type and Source of Students' Preconceptions of Electric Circuits? *International Journal Of Science and Mathematic Education*, 14(2), 287-307.
- Karacan, H. (2014). *Fizik Öğretmenlerinin ve Fizik Öğretmen Adaylarının Elektrik Akımı Konusundaki Zihinsel Modellerinin Belirlenmesi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Kibble, B. (1999). How do you Picture electricity? *Physics Education*, 34(4), 226-229.
- Kurnaz, M. A. (2007). *Üniversite 1. Sınıf Seviyesinde Enerji Kavramının Öğrenim Durumlarının Analizi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Kurnaz, M. A., & Sağlam Arslan, A. (2009). Using the Anthropological Theory of Didactics in Physics: Characterization of the Teaching Conditions of Energy Concept and the Personal Relations of Freshmen to this Concept, *Journal of Turkish Science Education*, 6(1), 72-88.
- Kurnaz, M. A., & Sağlam Arslan, A. (2010). Praxeological Analysis of the Teaching Conditions of the Energy Concept. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 5(4), 233- 242.
- Lee, Y., & Law, N. (2001). Explorations in Promoting Conceptual Change Electrical Concepts via Ontological Category Shift. *International Journal of Science Education*, 23(2), 111-149.
- McDermott, L. C., & Shaffer, P. S. (1992). Research as a Guide for Curriculum Development: An example from Introductory Electricity, Part I: Investigation of Student Understanding. *American Journal of Physics*, 60(11), 994-1003.

- MEB. (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- Osborne, R. (1983). Towards Modifying Children's Ideas about Electric Current. *Research in Science and Technology Education*, 1(1), 73-82.
- Örnek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science, *International Journal of Environmental & Science Education*, 3(2), 35-45.
- Patton, M. Q. (2014). *Nitel Araştırma ve Değerlendirme Yöntemleri* (Çev: M. Bütün & S. B. Demir). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Psillos, D., Tiberghien, A., & Koumaras, P. (1988). Voltage Presented as a Primary Concept in an Introductory Teaching Sequence on dc Circuits. *International Journal of Science Education*, 10(1), 29-43.
- Sencar, S. (2001). *Cinsiyetin Dokuzuncu Sınıf Öğrencilerinin Basit Elektrik Devreleri Konusunda Sahip Oldukları Kavram Yanılgılarının Farklı Kategorilerine Etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Shipstone, D. M. (1984). A Study of Children's Understanding of Electricity in Simple DC Circuits. *European Journal of Science Education*, 6(2), 185-198.
- Vural R. A., & Cenkseven F. (2005). Eğitim Araştırmalarında Örnek Olay (Vaka) Çalışmaları: Tanımı, Türleri, Aşamaları ve Raporlaştırılması. Süleyman Demirel Üniversitesi, *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6 (10), 126-139.
- Yin, R. K., (2003). *Applications of Case Study Research*, sage. (2nd edition). CA: Thousand Oaks.
- Yürümezoğlu, K., & Çökelez, A. (2010). Akım Geçiren Basit Bir Elektrik Devresinde Neler Olduğu Konusunda Öğrenci Görüşleri. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(3), 147-166.