

Basit Elektrik Devreleri Konusunda Üç Aşamalı Kavram Testi Geliştirme Çalışması*

A Study on Developing a Three-Tier Concept Test on Simple Electrical Circuits

Çiğdem ŞENYİĞİT¹, İlhan SILAY²

¹Sorumlu Yazar, Araş. Gör., Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye, cigdemsenyigit@gmail.com, (<https://orcid.org/0000-0003-4549-6989>)

²Prof. Dr., Temel Eğitim Bölümü, Buca Eğitim Fakültesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Türkiye, ilhan.silay@deu.edu.tr, (<https://orcid.org/0000-0001-7836-4398>)

Geliş Tarihi: 22.08.2019

Kabul Tarihi: 13.11.2019

ÖZ

Bu çalışmanın amacı sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek için üç aşamalı bir kavram testi geliştirmektir. Çalışmaya Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıfta okuyan 265 sınıf öğretmeni adayı katılmış olup analizler 258 sınıf öğretmeni adayı ile gerçekleştirilmiştir. Testin kapsam ve görünüş geçerliği için uzman görüşü alınmıştır. Testin yapı geçerliğini belirlemede Puanlama-2 ve güven puanı arasındaki korelasyon değeri ile yanlış pozitif ve yanlış negatif puanlarının yüzdesi hesaplanmıştır. Testin güvenilirlik ve madde analizi işlemleri için Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayısı, madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri, nokta çift serili korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Analizler sonucunda Puanlama-2 türü ile güven puanı arasında orta düzeyde, pozitif, anlamlı bir ilişkiye ulaşılmıştır. Yanlış pozitif ve yanlış negatif değerlerinin %10'un altında olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında Cronbach's Alpha katsayısının Puanlama-1-2-3 türleri, güven puanı ve testin tamamına ilişkin değerlerin tümünde .70 ve üzerinde olduğu belirlenmiştir. Testteki maddelerin güçlük indekslerinin .30 ile .39; ayırt edicilik indekslerinin .50 ile .80, nokta çift serili korelasyon katsayısı değerlerinin ise .41 ile .86 arasında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan analizler sonucunda kavram testinin yeterli düzeyde geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar sözcükler: Fen eğitimi, basit elektrik devreleri, kavramsal anlama, üç aşamalı test, sınıf öğretmeni adayları.

ABSTRACT

The purpose of this study is to develop a three-tier concept test in order to determine conceptual understanding of elementary school teacher candidates on simple electrical circuits. 265 elementary school teacher candidates who are studying in the second, third and fourth grade of Dokuz Eylül University Buca Education Faculty participated in the study and the analyzes were performed on 258 elementary school teacher candidates. Expert opinion was obtained to determine the content and face validity of the test. In determining the construct validity of the test, the correlation value between Scoring-2 and confidence score and the percentage of false positive and false negative scores were calculated. Cronbach's Alpha reliability coefficient, item difficulty and discrimination indices, point biserial correlation coefficient value were calculated for the reliability and item analysis of the test. Consequently, a moderate, positive and meaningful correlation was found between Scoring-2 type and confidence score. False positive and false negative values were found to be less than 10%. In addition, Cronbach's alpha coefficient was calculated for the Scoring 1-2-3, confidence score and the whole test and was found to have values of .70 and above

* Bu makale Çiğdem ŞENYİĞİT'in, Prof. Dr. İlhan SILAY danışmanlığında yürüttüğü doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

in all. It was found that item difficulty indices ranged between .30 and .39 and that the item discrimination indices were between .50 and .80. Point biserial correlation coefficient values were found to vary between .41 and .86. Consequently, it has been identified that the concept test was adequately a valid and reliable measurement tool.

Keywords: Science education, simple electric circuits, conceptual understanding, three-tier test, elementary school teacher candidates.

GİRİŞ

Günümüz öğrenme çevrelerinde, bilgiyi aktif olarak yapılandırabilen, yapılandırdığı bilgiyi yeni durumlara aktarabilen, yenilikçi, yaratıcı, üretken, üst düzey düşünebilen ve 21. yüzyıl becerilerine sahip bireyler yetiştirmek esas alınmaktadır. Öğrenenlerin öğrenme sürecine aktif olarak katılan, öğrenmenin sorumluluğunu alan, ön bilgilerine dayanarak edindikleri yeni bilgileri yapılandıran, üretken ve sorgulayan bireyler olmaları yolunda yapılandırmacı yaklaşım önemli rol oynamaktadır. Yapılandırmacı yaklaşım öğrenenlerin öğrenme ortamında kendi öğrenmelerinden sorumlu olmalarını, bilgi içeriğine ulaşmalarını sağlamanın yanında içinde buldukları dünyayı doğru kavramlarla anlamlandırmalarına ve bilgi çerçevelerini genişletmelerine yardımcı olmaktadır. Yapılandırmacı yaklaşımın temel ilkesi dâhilinde bilgi edinme süreci ve öğrenme, mevcut öğrenme sürecinde aktif olarak bilginin alıcısı konumunda olan öğrenenlerin, kendi bilgi ve anlayışları ile yeni edindikleri bilgileri ilişkilendirmeleri yoluyla gerçekleşmektedir (Naylor ve Keogh, 1999). Bireyler karşılaştıkları ve deneyimledikleri öğrenme süreçlerinde, kendilerine girdi olarak sunulan bilgiyi zihinlerinde yapılandırma sürecine girmektedirler. Bilginin bireylerin zihninde yapılandırılması, onların bizzat deneyimlemiş oldukları yaşantıları sonucunda, ulaşılmış oldukları sonuçlar ve yorumlar neticesinde, konuya ilişkin kavramlarla tekrar tekrar karşı karşıya gelmeleri ile gerçekleşmektedir (Wild, Hilson ve Hobson, 2013). Öğrenenlerin yeni edindikleri bilgiyi yapılandırmaları ve yapılandırdıkları bilgilere doğru bilimsel açıklamalar sunarak içinde buldukları dünyayı anlamlandırabilmeleri için doğru kavramsal yapılara sahip olmaları gerekmektedir. Son 30 yılda yapılan araştırmalar, bireylerin kendi yaşamlarında deneyimledikleri durumlar neticesinde birtakım doğal olgu ve olaylarla ilgili sezgisel düşünceler ve inanışlar geliştirdiklerini ve dünyayı anlamlandırma sürecinde karşılaştıkları olay ve durumları bu fikir ve anlayışları ile yorumlama eğiliminde olduklarını göstermektedir (Palmer, 2001). Öğrenenlerin öğrenme ortamına gelmeden önce içinde buldukları dünyayı anlamlandırma sürecinde kavramlar üzerine fikir ve inanış geliştirdikleri ve bu kavramların öğrenme için öneminin büyük olduğu pek çok araştırmacı tarafından kabul edilmiştir (Driver ve Oldham, 1986). Son 30 yıl boyunca yapılan araştırmaların sonucu da öğrenenlerin öğrenme ortamına, öğrenecekleri disiplin alanına ilişkin fenomenler ve kavramlar hakkında ön bilgilere ve ön kavramlara sahip olduklarını ve bu bilgi ve kavramların bilimsel gerçeklerle uyumlayıp, derin ve köklemiş olduğunu göstermektedir (Duit ve Treagust, 2003). Bilimsel çerçevede ele alınan kavramsal tanımlardan uzak bu kavramları tanımlamak amacıyla *alternatif kavram*, *kavram yanlışlığı*, *çocuk bilimi*, *kişisel gerçeklik modeli* gibi terimler kullanılmaktadır (Chiu, Guo ve Treagust, 2007).

Yeni elde edilecek bilgilerin, bilgiyi hazır olarak almayan öğrenenlerin zihninde önceden var olan bilgilerle bağlantılı olarak yapılandırıldığı düşünüldüğünde, bilgiyi elde etme ve anlamlandırma sürecinde *kavram yanlışlığı* ya da şimdiki adıyla *alternatif kavramlar* oldukça önemli bir rol oynamaktadır (Libarkin ve Kurdziel, 2001). Yapılandırmacı süreçte bireylerin bilgiyi aktif olarak yapılandırmaları ve bunun yanı sıra yapılandırdıkları bilgileri yeni durumlarda kullanıp teoriği pratiğe entegre ederek kalıcı ve anlamlı kılmaları, öğrenmenin etkililiği anlamında oldukça önemlidir. İlgili disiplin alanına ya da alanlarına ilişkin konuları kapsayan kavramların hiç olmaması ya da bu kavramlara ilişkin öğrenenlerde bilgi eksikliği olması, sonraki öğrenmeler aracılığı ile telafi edilebilir durumlar olmasına rağmen, ilgili konuya ve o konunun kapsadığı kavramlara ilişkin var olan yanlışlar yeni bilgi ve becerilerin öğrenilmesine ve onların

farklı durumlara aktarılabilmesine engel olmaktadır (Hasan, Bagayoko ve Kelley, 1999). Öğrenenlerin gözlemleri, algıları ve kültürleri etkisi ile kişisel deneyimleri sonucu oluşturdukları bu kavram yanılgıları örgün öğretimde sunulan bilgi içerikleriyle etkileşime girdiği takdirde istenmeyen öğrenme durumları ortaya çıkabilmektedir (Lin, 2004). Bu nedenle öğrenme ortamında öğrenenlerin kavram yanılgılarının belirlenmesi, bilimsel kavramların anlaşılmasındaki zorlukların aşılmasında ve bu kavramların öğretilmesinde ya da düzeltilmesinde oldukça önemli bir rol oynamaktadır (Kırbulut ve Geban, 2014). Kavram yanılgılarını belirledikten sonra ise öğrenenlerin bilgi içeriklerini doğru kavramsal yapılar aracılığı ile elde etmeleri için tespit edilen bu kavram yanılgılarının azaltılması ve giderilmesi yoluna gidilmelidir. Kavram yanılgılarını azaltma ve giderme yolunda, öncelikli olarak kavram yanılgılarını tespit etmede kullanılan en genel yollar, öğrenenler ile yapılan bireysel görüşmeler ya da onlara ilgili kavramın açıklamasına ilişkin yöneltilen açık uçlu sorulardır (Treagust ve Haslam, 1986). Alan yazına bakıldığında öğrenenlerin kavram yanılgılarını ve kavramsal anlamalarını en iyi belirleyen ölçme araçlarının açık uçlu ve çoktan seçmeli sorular olduğu görülmektedir (Jimoyiannis ve Komis, 2003). Öğrenenlerin alternatif kavramlarını incelemede, özellikle alternatif kavramların dağılım sıklığını belirlemede, popüler bir ölçme aracı olan çoktan seçmeli testler, belli bir soruya ilişkin verilen alternatif seçeneklerden en iyi cevabı seçebilmeyi gerektirmektedir (Caleon ve Subramaniam, 2010b). Fakat çoktan seçmeli testler çok yaygın kullanılan ölçme araçları olmasına rağmen öğrenenlerin sahip oldukları anlayışa yönelik nedenleri yansıtmada oldukça yetersizdir (Kırbulut ve Geban, 2014). Çoktan seçmeli testlerde öğrenenler, yanlış bir nedene dayanarak doğru bir cevap verebilir ya da tam tersi doğru bir açıklamaya ve nedene sahip olmasına rağmen yanlış bir cevaba yönelebilmektedir (Kırbulut ve Geban, 2014). Bu nedenle çoktan seçmeli testlerin temel sınırlılığı, doğru cevaba yanlış muhakeme ile mi yoksa doğru muhakeme ile mi ulaşıldığını denetleyememesidir (Caleon ve Subramaniam, 2010b). Çoktan seçmeli testlerin önemli sınırlılıklarından benzer bir diğeri de öğrenenlerin, doğru cevaba gerçekten sahip oldukları bilimsel bilgiyle değil de seçenekleri eleyerek ya da akıllıca yapılmış tahminlerle de ulaşabilecek olmalarıdır (Loh, Subramaniam ve Tan, 2014). Geleneksel çoktan seçmeli testlere eklenmiş olan ikinci aşama ile oluşturulan iki aşamalı testler ise cevaplayıcılara, vermiş oldukları cevaplarına haklı bir gerekçe getirme gerekliliği sunarak bu sınırlılıklara karşı bir gelişme ortaya koymaktadır (Loh ve diğerleri, 2014). İki aşamalı testlerin ilk aşamasını geleneksel çoktan seçmeli testlerde olduğu gibi sorunun cevabına ilişkin olası yanıtlar oluştururken ikinci aşamasını ilk aşamada verilen yanıtla ilişkin olası nedenler oluşturmaktadır (Tan, Goh, Chia ve Treagust, 2002; Treagust ve Haslam, 1986; Tsai ve Chou, 2002). İlk aşamada verilen yanıtın hangi sebeple verildiğini tespit etmeye yönelik tasarlanan ikinci aşama ile iki aşamalı testler, geleneksel çoktan seçmeli test yapısından farklılaşmaktadır. Bu yönüyle iki aşamalı testler, öğrenenlerin vermiş oldukları yanıtların arkasında yatan nedenleri öğrenme, aynı zamanda onların alternatif kavramlarını ve kavram yanılgılarını belirlemek amacıyla tasarlanmıştır (Tan ve diğerleri, 2002). İki aşamalı testlerin ikinci aşaması, cevaplayıcıların vermiş oldukları yanıtların arkasında yatan nedenleri ele alması yönüyle, öğrenenlerin açıklayıcı bilgilerine ve zihinsel modellerine ışık tutmaktadır (Tsai ve Chou, 2002). Fakat iki aşamalı testler gerçekten var olan kavram yanılgılarından kaynaklanan hatalar ile bilgi eksikliği neticesinde yapılan hataları ve gerçek bir bilimsel dayanağa göre verilen doğru cevaplar ile tahmine dayalı olarak verilen doğru cevapları birbirinden ayırt etme konusunda sınırlılığa sahiptir (Caleon ve Subramaniam, 2010b). Bu sınırlılıkları en aza indirerek ortadan kaldırmak amacı ile üç aşamalı testler geliştirilmiştir. Üç aşamalı testlerin ilk aşaması geleneksel çoktan seçmeli testlerde olduğu gibi çoktan seçmeli bir sorudan oluşmaktadır (Eryılmaz ve Sürmeli, 2002). İkinci aşamada ise iki aşamalı testlerde olduğu gibi ilk aşamaya verilen yanıtla ilişkin olası nedenler sıralanmaktadır (Treagust, 1988). Bu aşamada sıralanan olası nedenler, bilimsel olarak kabul edilebilir doğru açıklamalardan, öğrenciler ile yapılan görüşmelerden ya da konuya ilişkin yapılan alan yazın taraması sonucunda ulaşılan kavram yanılgılarından oluşabilmektedir (Treagust ve Haslam, 1986). Üç aşamalı testleri iki aşamalı testlerden ayıran üçüncü aşamada ise cevaplayıcılara, ilk iki aşamada vermiş oldukları yanıtlardan emin olup olmadıkları sorulmaktadır (Kırbulut, Geban ve Beeth, 2010). Üç aşamalı testlerde üçüncü aşama olarak yer alan güven aşaması, verilen doğru cevapların tahmine dayalı olup olmadığını ya da

yanlış cevapların bilgi eksikliğinin göstergesi olup olmadığını anlamada yol göstermektedir (Yang ve Lin, 2015). Böylece üç aşamalı testler, üçüncü aşaması ile öğrenenlerin soruya ilişkin ilk iki aşamada verdikleri yanıtların, bilgi eksikliğinden mi yoksa gerçek bir kavram yanlışından mı kaynaklandığının ayırt edilmesini sağlar (Peşman ve Eryılmaz, 2010). Alan yazında Arslan, Çiğdemoglu ve Moseley (2012) tarafından küresel ısınma, sera etkisi, ozon tabakası ve asit yağmurları konusunu; Caleon ve Subramaniam (2010a) tarafından dalgalar konusunu; Kirbulut ve Geban (2014) tarafından maddenin halleri konusunu; Özden ve Yenice (2017) tarafından kuvvet ve enerji ünitesini; Peşman ve Eryılmaz (2010) tarafından basit elektrik devrelerini; Şen ve Yılmaz (2017) tarafından kimyasal bağlar konusunu ele alan testler, geliştirilen üç aşamalı testlerden bazılarıdır.

Fen Bilimleri alanında öğrencilere kazandırılması hedeflenen kavramların arasında yer alan ve günlük yaşamda sık olarak kullanılan kavramlardan birisi de elektrik kavramıdır. İlkokul Fen Bilimleri Öğretim Programı (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018) incelendiğinde öğrencilerin ilkökul seviyesinde elektrik hakkında, basit elektrik devreleri ile deneyim kazanmaya başladıkları söylenebilir. Kavramsal anlamının deneyimlere dayandığı ve bunların bireyler tarafından bizzat yaparak-yaşayarak kazanıldığı düşünüldüğünde bunları öğrencilere kazandırmada geleceğin öğretmeni sınıf öğretmeni adaylarının oldukça önemli bir rol oynadığı söylenebilir. Çünkü elektrik kavramı konusunda kavram yanlışlarına sahip olan ve öğrencilerle kendi düşünme biçimi arasındaki farklılıklardan habersiz olan bir öğretmenin, sorumluluğu altındaki öğrencilere ilgili konu alanına yönelik becerileri kazandırması ve kavramsal anlamayı sağlatması mümkün olmayacaktır. Bu bağlamda geleceğin öğretmeni olan öğretmen adaylarının ileride bilgi içeriklerine ilişkin yüksek kavramsal anlayışa sahip bireyler yetiştirmeleri kendilerinin de böyle bir öğrenme ortamında yetişmiş olmalarına bağlıdır. Bu nedenle öğretmen adaylarının kavramsal anlayışa ilişkin yeterli donanıma sahip olmaları beklenmektedir. Aynı zamanda yapılandırmacı yaklaşımda, öğrenenlerin yeni bilgileri varolan bilgileri ile ilişkilendirerek yapılandırdıkları düşünüldüğünde ilgili konuya yönelik öğrenenlerin var olan kavramlarının bilimsel açıklamalarla eşleşmesi oldukça önemlidir. Bu nedenle öğrenenlerin hem bilgi içeriğine ulaşmaları için hem kavramları doğru bilimsel açıklamalar ile yeni durumlara transfer edebilmeleri için hem de dünyayı anlamlandırabilmeleri için öncelikle ilgili alana yönelik kavram yanlışlarına en az miktarda sahip olmaları gerekmektedir. Alan yazın tarandığında fen eğitimi alanında oldukça aktif bir konu olan elektrik konusu kapsamında kavram yanlışlarına yönelik pek çok çalışma mevcuttur (Afra, Osta ve Zoubeir, 2009; Cohen, Eylon ve Ganiel, 1983; Duit ve Von Rhöneck, 1998; Engelhardt ve Beichner, 2004; Frederiksen, White ve Gutwill, 1999; Fredette ve Lochhead, 1980; Heller ve Finley, 1992; Lee ve Law, 2001; Maloney, O'Kuma, Hieggelke ve Van Heuvelen, 2001; McDermott ve Shaffer, 1992; Osborne, 1983; Pardhan ve Bano, 2001; Peşman, 2005; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Shipstone ve diğerleri, 1988). Bu kavram yanlışları elektrik ve basit elektrik devreleri esas alınarak daha detaylı incelendiğinde; pilin voltaj kaynağı yerine sabit bir akım kaynağı olarak görüldüğüne (Duit ve Von Rhöneck, 1998; Heller ve Finley, 1992; Lee ve Law, 2001); akımın devre üzerinde tek bir yönde yol aldıkça zayıfladığına (Shipstone, 1984); devrede herhangi bir değişiklik yapıldığında bundan devrenin tamamının değil, sadece değişiklik yapılan yerin etkileneceğinin düşünüldüğü bölgesel ve sırasal akıl yürütme şekline (Duit ve Von Rhöneck, 1998; Picciarelli, Di Gennaro, Stella ve Conte, 1991; Shipstone, 1984; Shipstone ve diğerleri, 1988); devrede önce gelen elemanların üzerinden daha fazla akım geçerken sonra gelen devre elemanları üzerinden daha az akım geçtiğine (Frederiksen, White ve Gutwill, 1999); akımın devre üzerinde yol alırken devre elemanları tarafından tüketildiğine (Heller ve Finley, 1992; Shipstone ve diğerleri, 1988); akımın devre üzerindeki elemanlar tarafından eşit olarak paylaşıldığına (Shipstone, 1984); ampulün parlaklığının ampule gelen akım miktarına bağlı olduğuna (Heller ve Finley, 1992); ayrıca potansiyel ve potansiyel fark kavramlarına (Cohen ve diğerleri, 1983; Duit ve Von Rhöneck, 1998) ilişkin çeşitli kavram yanlışlarının mevcut olduğu görülmektedir. Basit elektrik devreleri ile ilgili olan bu kavram yanlışlarına alan yazında sıklıkla yer verilmektedir. Bu nedenle test geliştirme sürecinde bu kavram yanlışlarını içeren durumlara da yer vermeye çalışılmıştır. Bu kavram yanlışlarının çok sık olduğu ve çok temel olduğu göz

önüne alındığında bu alanda öğretmen adaylarının en az düzeyde kavram yanlışlarının olması hedeflenmelidir. Bunun için öncelikle öğretmen adaylarının kavramsal anlama düzeylerinin ne durumda olduğu ortaya koyulmalıdır. Öğrenenlerin ilgili konuya yönelik kavramları doğru yapılandırmaları, kavram yanlışlarının tespit edilerek uygun öğretim ile en aza indirilmesi ve kavramsal anlamının sağlanması sürecinde üç aşamalı testler anahtar rol oynamaktadır. Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devreleri konusundaki kavramsal anlamalarını belirlemek için üç aşamalı bir kavram testi geliştirilmiştir.

YÖNTEM

2.1. Çalışma Grubu

Geliştirilen *Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi*'ne ilişkin geçerlik, güvenilirlik çalışmalarını ve madde analizini yapmak adına söz konusu test 2018-2019 Bahar Dönemi'nde Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Temel Eğitim Bölümü Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı'nın 2., 3. ve 4. sınıflarında öğrenim görmekte olan 265 öğrenciye uygulanmıştır. Testten toplanan verilerden 7 tanesi kayıp verilerden oluştuğu için analiz dışında bırakılarak analiz işlemleri 258 öğrenci üzerinden gerçekleştirilmiştir.

2.2. Verilerin Analizi

Alan yazında üç aşamalı testlerin, birbiriyle benzer olsa da pek çok farklı puanlama sistemi ile değerlendirildiği görülmektedir (Arslan ve diğerleri, 2012; Peşman, 2005; Peşman ve Eryılmaz, 2010; Şen ve Yılmaz, 2017). Ulaşılabilen tüm puanlama sistemleri incelendiğinde üç aşamalı kavram testinin puanlamasında daha detaylı, kapsamlı ve güncel bir puanlama sistemi olduğu düşünüldüğü için Arslan ve diğerleri (2012)'nin kodlama sistemini temele alarak hazırlanan Şen ve Yılmaz (2017)'in puanlama sistemi kullanılmıştır. Bu puanlama sistemi dokuz aşamadan oluşmaktadır.

Puanlama-1: Her öğrencinin sadece birinci aşamada vermiş oldukları yanıtlar değerlendirmeye alınarak yanıt doğru ise 1, yanlış ise 0 puan verilmektedir.

Puanlama-2: Her öğrencinin birinci ve ikinci aşamaya vermiş olduğu cevaplar üzerinden değerlendirme yapılarak birinci ve ikinci aşamadaki sorulara vermiş oldukları yanıtlar doğru ise 1 puan, bu iki aşamadaki yanıtlardan her ikisi ya da biri yanlış ise 0 puan verilmektedir.

Puanlama-3: Birinci, ikinci ve üçüncü aşamadaki yanıtlar göz önüne alınarak oluşturulan, öğrencilerin ilk iki aşamadaki yanıtlarının doğru olması ve üçüncü aşamaya vermiş oldukları yanıtın “evet, eminim” olması ile 1 olarak kodlanan bu puan türü “bilimsel bilgi” olarak kabul edilmektedir. Bu durum hariç diğer tüm durumlar 0 puan olarak kodlanmıştır.

Puanlama-4: Bu puanlama türünde birinci ve/veya ikinci aşamada verilen yanıtlar yanlış ise ve üçüncü aşamada verilen yanıt “hayır, emin değilim” ise 1 puan verilmektedir. Diğer tüm durumlar için 0 puan verilmektedir. Bu puan türü her yanlış cevabın kavram yanlışlığından kaynaklanmadığını bilgi eksikliğinden de kaynaklanabileceğini ifade ettiğinden bu aşamadan elde edilen puanlar “bilgi eksikliği” olarak tanımlanmaktadır.

Puanlama-5: Her üç aşamadaki yanıtlar göz önüne alınarak oluşturulan bu puanlama türünde birinci ve ikinci aşamada verilen yanıtlar doğru, üçüncü aşamada verilen yanıt “hayır, emin değilim” ise 1 puan verilmektedir. Diğer tüm durumlar için 0 puan verilir. Bu puanlama türü, öğrencilerin doğru yanıtta sadece doğru bilgi yoluyla değil aynı zamanda doğru tahmin aracılığıyla da ulaşabileceğini ifade etmektedir. Öğrencilerin sorulara doğru cevap verip cevaplarından emin olmadıkları bu aşama aynı zamanda güven eksikliği olan cevaplayıcıları ortaya çıkartmaktadır.

Puanlama-6: Bu puanlama türünde birinci ve ikinci aşamada verilen yanıtlar yanlış ise üçüncü aşamada verilen yanıt “evet, eminim” ise 1 puan verilir diğer tüm durumlar için 0 puan verilmektedir. Bu puanlama türü ölçülmesi hedeflenen kavrama ilişkin kavram yanlışlığının var

olduğunu ifade etmektedir. Bu aşamadan elde edilen puanlar “kavram yanlışlığı” olarak nitelendirilmektedir.

Puanlama-7: Her üç aşamadaki yanıtlar göz önüne alınarak oluşturulan bu puanlama türünde birinci aşamada doğru, ikinci aşamada yanlış cevap verilip, üçüncü aşamada verilen yanıt “evet, eminim” ise 1 puan verilip diğer tüm durumlar için 0 puan verilmektedir. Cevaplayıcıların yanlış bir gerekçe ile doğru cevaba ulaşabildiğini gösteren bu puanlama türü kavram yanlışlığı olarak ele alınıp “yanlış pozitif” olarak nitelendirilmektedir.

Puanlama-8: Her üç aşamadaki yanıtlar göz önüne alınarak oluşturulan bu puanlama türünde birinci aşamada yanlış, ikinci aşamada doğru cevap verilip, üçüncü aşamada verilen yanıt “evet, eminim” ise 1 puan verilip diğer tüm durumlar için 0 puan verilmektedir. Cevaplayıcıların doğru ya da bilimsel olarak kabul görebilecek bir gerekçe ile yanlış cevabı işaretlediğini gösteren bu puanlama türü de kavram yanlışlığı olarak ele alınıp “yanlış negatif” olarak nitelendirilmektedir.

Puanlama-9: Sadece üçüncü aşamada yer alan cevapların göz önünde bulundurulduğu bu puanlama türünde her bir sorunun üçüncü aşaması için verilen yanıt “evet, eminim” ise 1; “hayır, emin değilim” ise 0 puan olarak kodlanmıştır. Bu aşamadan elde edilen puanlar “güven puanı” olarak tanımlanmaktadır.

İlgili teste ilişkin veri analizi gerçekleştirilirken yukarıda bahsedilen puanlama sistemi dikkate alınarak uygun kodlamalar yapılmıştır. Testin her iki aşamasında verilen doğru yanıtlar “1”, yanlış yanıtlar “0”; son aşamasındaki emin olma durumu “evet eminim” ise “1”; “hayır, emin değilim” ise “0” olarak SPSS 15.0 programına kodlanmıştır. Daha sonra Puanlama-1, Puanlama-2, Puanlama-3, kavram yanlışlığı, yanlış pozitif, yanlış negatif, bilgi eksikliği, şanslı tahmin ve güven puanı sütunları öğrencilerin vermiş oldukları yanıtlara göre kodlanarak oluşturulmuştur. Böylece her bir 9 aşamayı da ele alacak ve daha sonra ilgili analizleri yürütecek şekilde SPSS programında sütunlar oluşturulmuştur.

BULGULAR

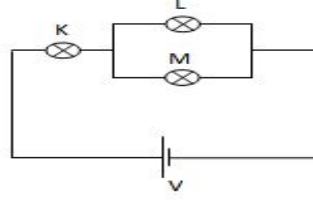
Sınıf öğretmeni adaylarının basit elektrik devrelerine ilişkin kavramsal anlamalarını belirlemek adına geliştirilen üç aşamalı kavram testinde yer alan ve ölçülmesi hedeflenen kavramların sorulara göre dağılımı Tablo 1’de yer almaktadır.

Tablo 1. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testinde Ölçülmesi Hedeflenen Kavramların Sorulara Göre Dağılımı

Ölçülmesi Hedeflenen Kavram	Soru Numarası
Elektrik Akımı	1-10-13
Potansiyel Fark	16
Ohm Yasası	7-15
Açık Devre	2-3
Kısa Devre	4-5
Güç	6-11-12-14
Ölçü Aletlerinin Bağlanması	8-9

16 maddeden oluşan üç aşamalı kavram testinin ilk aşamasında ölçülmesi hedeflenen kavramlara yönelik geleneksel çoktan seçmeli dört seçenekten oluşan sorular hazırlanmıştır. Testin ikinci aşamasında ilk aşamadaki soruya verilen cevabın nedenini belirlemeye yönelik olası gerekçeler seçenek olarak sıralanmıştır. Testin üçüncü aşamasında ise öğrencilerin ilk iki aşamada vermiş oldukları yanıtlardan emin olup olmama durumları sorulmuştur. Geliştirilen teste ilişkin örnek sorular Şekil 1a ve Şekil 1b’de yer almaktadır.

11.1.



Özdeş lambalardan oluşan şekildeki devrede L lambasının uçları kısa devre edilirse;

- A) M lambasının parlaklığı artar.
- B) Tüm lambalar söner.
- C) K lambasının parlaklığı artar.
- D) L lambası söner, K ve M lambaları eşit parlaklıkta yanar.

11.2. Çünkü:

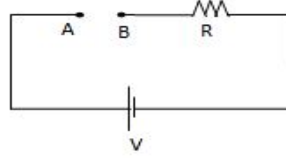
- A) K lambasından gelen akımın tamamı bölünmeden M lambasından geçer.
- B) L lambası kısa devre olmuştur. K ve M lambaları ise seri bağlı hale gelmiştir.
- C) L ve M lambaları kısa devre olduğu için ana kol akımı artmıştır.
- D) Devrede kısa devre bulunduğundan lambalar üzerinden akım geçmez.

11.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

Şekil 1a. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testine Ait Örnek Soru

16.1.



R direnci 0'dan başlayarak 100Ω 'a kadar düzenli olarak arttırılıyor. Buna göre A ve B noktaları arasındaki potansiyel fark;

- A) Düzenli olarak artar.
- B) Düzenli olarak azalır.
- C) Sabit kalır.
- D) Sıfırdır.

16.2. Çünkü:

- A) Açık devre olduğu için devreden akım geçmez.
- B) A ve B noktaları arasına bağlanan voltmetre her zaman pilin gerilimini okur.
- C) Direnç arttığı için gerilimin büyük kısmı R üzerinde düşer. A ve B noktaları arasında kalan potansiyel fark azalır.
- D) Devreden geçen akım azalacağı için OHM yasasına göre A ve B noktaları arasındaki potansiyel fark azalır.

16.3. Yanıtınızdan emin misiniz?

- A) Evet
- B) Hayır

Şekil 1b. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testine Ait Örnek Soru

Şekil 1a ve 1b'de yer alan örnek sorularda olduğu gibi testin diğer sorularında da ilk aşamada dört seçenekten oluşan geleneksel çoktan seçmeli soru, ikinci aşamada yine ilk aşamadaki yanıtın neye dayanarak verildiğine dair olası seçenekler ve üçüncü aşamada ise verilen yanıtlardan emin olup olmama durumu yer almaktadır.

Geliştirilen testin kapsam ve görünüş geçerliğini belirlemek adına uzman görüşüne başvurulmuştur. Bunun için fizik eğitimi alanında uzman üç öğretim üyesinden, fen eğitimi

alanında uzman bir öğretim üyesinden ve bir ölçme değerlendirme uzmanından görüş alınmıştır. Ayrıca testin yazım, noktalama ve Türkçe'ye uygunluğunun değerlendirilmesi için bir Türkçe alan uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Alınan uzman görüşleri sonrasında bazı madde köklerinde, çeldiricilerde ve şekillerde gerekli revize işlemleri yapıldıktan sonra testin diğer geçerlik ve güvenilirlik analizlerini yapmak adına 16 maddelik son hali elde edilmiştir.

Çalışmada “Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi”nin nokta çift serili korelasyon katsayısı ile madde güçlük ve ayırt edicilik indeksleri incelenmiştir. Bunları belirlemek adına ilk olarak öğrencilerin üst % 27'sinin grup ortalamaları ile alt % 27'sinin grup ortalamaları arasındaki farka dayalı olarak madde analizi yapılmıştır. Kavram testine ilişkin madde analizi yapılırken bilimsel açıdan doğru yanıt olarak kabul edilen öğrencilerin testin ilk iki aşamasında doğru yanıt verdikleri ve üçüncü aşamasında da yanıtlarından emin oldukları Puanlama-3 türü üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Bunun için ilk olarak öğrencilerin testten aldıkları puanlar en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralanmıştır. En yüksek puanı alan en üstlerde yer alan % 27'lik öğrenci grubu ile en altlarda yer alan en düşük puanı alan % 27'lik öğrenci grubu değerlendirmeye alınmıştır. Bu gruplar üzerinden madde ayırt edicilik ve madde güçlük indekslerini belirleme yoluna gidilmiştir. -1 ile +1 değerleri arasında değişen madde ayırt edicilik indeksi, bir test maddesinin konuyu bilen öğrencileri bilmeyen öğrencilerden ne derece iyi ayırt ettiğini ölçmede kullanılmaktadır (Ding, Chabay, Sherwood ve Beichner, 2006). Bir maddenin ayırt ediciliği, ele alınan maddenin yoklanan davranışa ilişkin bilgi sahibi olanları olmayanlardan ayırt etme gücüdür (Özçelik, 2013). Madde ayırt edicilik indeksinin 1'e yakın olması, ilgili maddenin yoklanan davranışa sahip olan ve olmayanları ayırt etme düzeyinin yüksek olduğunu, madde ayırt edicilik indeksinin .30'un üzerinde olması ise ilgili maddenin gerçekten iyi ayırt ediciliğe sahip olduğunu göstermektedir (Wuttiprom, Sharma, Johnston, Chitaree ve Soankwan, 2009). Genel olarak madde ayırt edicilik indeksi .40 ve üzeri olan maddeler çok iyi; .30 ile .39 arasındaki maddeler iyi; .20 ile .29 arasındaki maddeler düzeltilmesi gereken; .19 ve altındaki maddeler ise kullanılmaması gereken maddelerdir (Başol, 2016). Konuya ilişkin yetersiz derecede bilgi sahibi olan alt grupta yer alan öğrenciler herhangi bir maddeye doğru cevap verip, konuya ilişkin iyi derecede bilgi sahibi olan üst grupta yer alan öğrenciler yanlış cevap veriyorsa o maddenin ayırt edicilik indeksi negatif değerlerde çıkacak, madde bilen ve bilmeyen öğrencileri ayırt etmede yetersiz kalacaktır (Ding ve diğerleri, 2006). Üst grupta yer alan öğrencilerin çoğunun yanlış, alt grupta yer alan öğrencilerin çoğunun doğru yanıt verdiği negatif değerde ayırt ediciliğe sahip bu maddeler (Crocker ve Algina, 1986), ölçülmesi hedeflenen davranışlar açısından cevaplandırıcıları ters ayırt etmekte olup testten çıkarılmalıdır (Büyüköztürk, Kılıç-Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2016).

Bir maddeye doğru cevap verenlerin sayısının o maddeye cevap veren tüm cevaplayıcıların sayısına oranını ifade eden madde güçlüğü indeksi ise 0 ile 1 değerleri arasında değişmektedir (Özçelik, 2013). Madde güçlük indeksi değeri 1'e yaklaştıkça ilgili madde kolaylaşırken, 0'a yaklaştıkça maddenin zorluk düzeyi artmaktadır (Başol, 2016; Özçelik, 2013). Genel olarak bakıldığında ise madde güçlük indeksinin .90'ın üzerinde olması maddenin çok kolay, .30'un altında bir değere sahip olması ise maddenin çok zor olduğunu ifade etmektedir (Wuttiprom ve diğerleri, 2009). Bu açıdan bakıldığında madde güçlük indeksi değeri arttıkça ilgili maddeye doğru cevap veren katılımcı yüzdesi artacağı için ilgili madde katılımcılar için daha kolay hale gelecektir (Ding ve diğerleri, 2006). Fakat bir maddenin potansiyel ölçüm değeri madde güçlük indeksi .50 değerine sahip olduğunda maksimum seviyede olmaktadır (Hopkins, Stanley ve Hopkins, 1990). Genel olarak madde güçlük indeksi değeri .00 ile .15 arasında olan maddeler çok zor olup kesinlikle testten çıkarılması gerekirken; .16 ile .39 arasında olan maddeler zor madde; .40 ile .60 arasında olan maddeler ideal olan orta güçlükte madde; .61 ile .84 arasında olan maddeler kolay madde; .85 ile 1.00 arasında olan maddeler ise çok kolay maddeler olup bunların da testten çıkarılması gerekmektedir (Başol, 2016). *Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi*'nin madde güçlük ve ayırt edicilik indeksine ilişkin sonuçlar Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi Madde Güçlük ve Ayırt Edicilik İndeksleri

Madde Numarası	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırt Edicilik İndeksi	Madde Sonucu
1	.385	.714	Kullanılabilir
2	.307	.50	Kullanılabilir
3	.385	.542	Kullanılabilir
4	.364	.50	Kullanılabilir
5	.35	.614	Kullanılabilir
6	.342	.571	Kullanılabilir
7	.364	.642	Kullanılabilir
8	.307	.585	Kullanılabilir
9	.342	.514	Kullanılabilir
10	.40	.142	Çıkarılmalı
11	.385	.60	Kullanılabilir
12	.40	.80	Kullanılabilir
13	.30	.542	Kullanılabilir
14	.30	.542	Kullanılabilir
15	.342	.628	Kullanılabilir
16	.314	.514	Kullanılabilir

Tablo 2'ye bakıldığında 10 numaralı maddenin güçlük indeksi kabul edilebilir olmasına rağmen ayırt edicilik indeksi .20'nin altında olduğu için alınan uzman görüşleri sonucunda testten çıkarılmasına karar verilmiştir. Bu nedenle geliştirilen testin madde sayısı son olarak 15 madde olmuştur. Diğer tüm hesaplamalarda 10. madde hariç tutularak 15 madde üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Test maddelerine genel olarak bakıldığında madde güçlük indeksi .30 ile .39 arasında değişmektedir. 13 ve 14 numaralı maddelerin diğerlerine göre daha zor sorular olduğu, 1, 3, 11 ve 12 numaralı maddelerin ise diğer maddelere kıyasla biraz daha kolay olduğu söylenebilir. Testteki maddelerin ayırt edicilik indeksleri ise .50 ile .80 arasında değişmektedir. 12 numaralı maddenin en yüksek düzeyde ayırt ediciliğe sahip olduğu görülmektedir. Genel olarak maddelerin her birinin ayırt edicilik indeksleri .50 ve üzerinde olduğu için testteki maddelerin ayırt ediciliklerinin çok iyi olduğu söylenebilir.

Aynı zamanda üç aşamalı kavram testine ilişkin betimsel istatistikler ve nokta çift serili korelasyon katsayısı da hesaplanmıştır. Teste ilişkin betimsel istatistikler ve nokta çift serili korelasyon katsayısı hesaplanırken Puanlama-3 türü üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Buna göre "Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi" betimsel istatistik sonuçları Tablo 3'te sunulmaktadır.

Tablo 3. Puanlama-3 Türü İçin Betimsel İstatistik Sonuçları

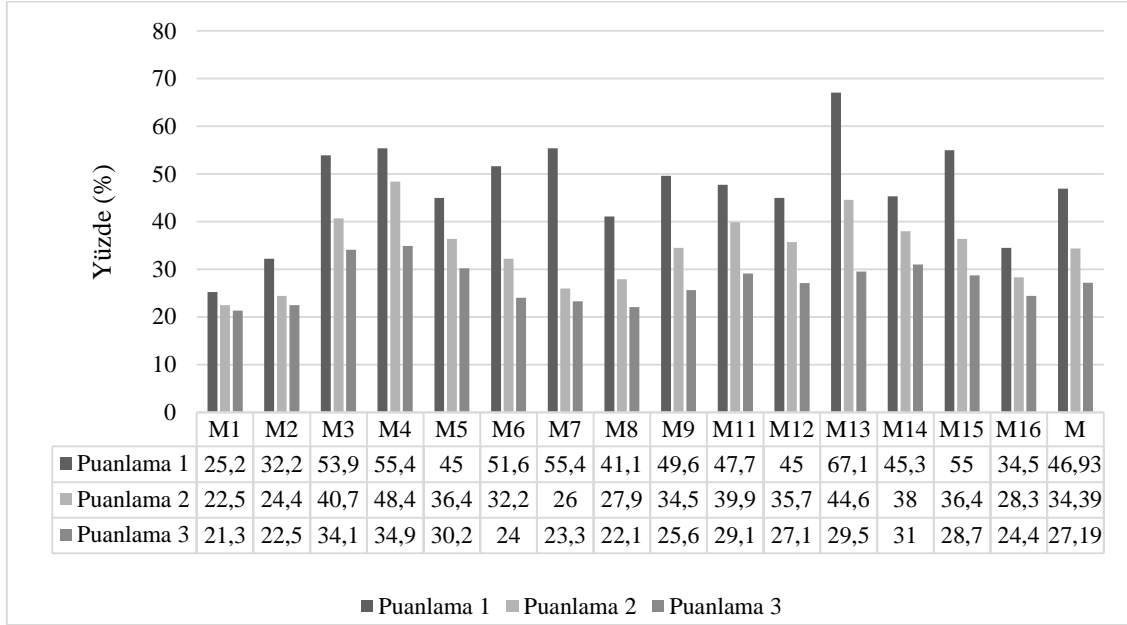
Katılımcı Sayısı	258
Madde Sayısı	15
Aritmetik Ortalama	4.08
Standart sapma	3.78
Minimum	0
Maximum	15
Çarpıklık	1.12
Basıklık	-.059
Nokta Çift Serili Korelasyon Katsayısı	.57
<.20	0
.20-.29	0
.30-.39	0
.40-.49	4
.50-.59	6
.60-.69	2
.70-.79	2
.80-.89	1

Tablo 3 incelendiğinde nokta çift serili korelasyon katsayısının ortalaması .57 çıkarken, diğer tüm nokta çift serili korelasyon katsayılarının da her bir madde için .20'nin üzerinde olduğu görülmektedir. Nokta çift serili korelasyon katsayısının .20 üzerinde olması kabul edilebilir bir değerdir (Beichner, 1994; Crocker ve Algina, 1986; Wuttiprom ve diğerleri, 2009). Bu nedenle elde edilen nokta çift serili korelasyon katsayılarının testin güvenilirliğine yönelik kabul edilebilir değerlerde olduğu söylenebilir. Teste ilişkin aritmetik ortalama değeri 4.08 olarak bulunmuştur. Çarpıklık katsayısının pozitif değerde olması dağılımın sağa çarpık olduğunu ve genel olarak puanların daha çok düşük değerlerde toplandığını dolayısıyla soruların zor olduğunu ifade etmektedir (Başol, 2016). Elde edilen bu sonucun Tablo 2'de yer alan madde güçlük indeksleri ile tutarlı olduğu söylenebilir.

Testin yapı ve içerik geçerliğini belirlemek adına öğrencilerin testteki her üç aşamaya vermiş oldukları yanıtlar göz önüne alınarak Puanlama-2, güven puanı, yanlış pozitif ve yanlış negatif değerleri oluşturulmuştur. Puanlama-2 ile güven puanları arasındaki ilişkiye bakılarak öğrencilerin kavramları doğru yapılandırıp yapılandırmadıkları tespit edilmeye çalışılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin gerçekten soruyu okuyup anlayarak yanıt verip vermediklerinin anlaşılması için testte öğrencilerin ilk iki aşamada vermiş oldukları yanıtlar ile üçüncü aşamasından elde edilen yanıtlar arasındaki ilişki saptanmaya çalışılmıştır. Testin ilk iki aşamasını ele alan Puanlama-2 ile sadece üçüncü aşamadaki yanıtlara dayanarak belirlenen güven puanı arasındaki korelasyon katsayısı testin geçerlik ve güvenilirliğini belirlemek için hesaplanmalıdır (Çataloğlu, 2002; Peşman ve Eryılmaz, 2010). Bunun için yapı geçerliğini belirlemek adına Puanlama-2 ve güven puanları arasındaki ilişki hesaplanmıştır. Analiz sonucunda Puanlama-2 ile güven puanları arasında pozitif, orta düzeyde ve anlamlı bir ilişki belirlenmiştir ($r = .469$; $p < .05$). Çataloğlu (2002) testten alınan Puanlama-2 ile güven puanları arasında pozitif bir korelasyon olmasının testin yapı geçerliğinin sağlandığına dair önemli bir kanıt olduğunu ifade etmektedir. Daha sonra içerik ve yapı geçerliğini sağlamada bir diğer göstergeyi belirlemek adına yanlış pozitif ve yanlış negatif puanlarının yüzdeleri hesaplanmıştır. Cevaplayıcılar ilk aşamada doğru, ikinci aşamada yanlış yanıt verip, üçüncü aşamada verdikleri yanıtlardan emin iseler bu durum "1" pozitif puan; eğer ilk aşamada yanlış, ikinci aşamada doğru yanıt verip, üçüncü aşamada verdikleri yanıtlardan emin iseler bu durum "1" negatif puan şeklinde kodlanmıştır. Hestenes ve Halloun (1995) testin içerik ve yapı geçerliğinin sağlanmasında bu oranların % 10'un altında olması gerektiğini belirtmiştir. Buna ilişkin kavram testinde yanlış pozitif puanların yüzdesi % 6.23 olarak bulunurken; yanlış negatif puanların yüzdesi % 4.25 olarak bulunmuştur. Buna göre yanlış pozitif

ve yanlış negatif puanların oranı % 10'un altında belirlenmiştir. Bu durumda testin içerik ve yapı geçerliğinin sağlandığı söylenebilir.

Daha sonra Puanlama-1-2 ve 3 türlerine yönelik testteki her bir maddeye ve bunların ortalamasına ilişkin doğru cevap yüzdeleri hesaplanmıştır. Buna ilişkin sonuçlar Şekil 2'de yer almaktadır.



Şekil 2. Testteki Puanlama Türlerine Göre Doğru Cevap Yüzdeleri

Şekil 2 incelendiğinde ve puanlama türlerinin kodlanması dikkate alındığında Puanlama-1 ile Puanlama-2 türünün ortalama doğru cevap yüzdeleri arasında yaklaşık olarak % 12.54'lük bir fark olduğu görülmektedir. Puanlama-1 türünde testin sadece ilk aşamasında verilen yanıtlar göz önünde bulundurulmuştur. Bu bağlamda ilk aşamada doğru cevap verme yüzdesinin % 46.93 olduğu görülmektedir. Puanlama-2 türünde ise ilk iki aşamada verilen cevapların ikisinin de doğru olduğu durumun "1" puan olarak kodlanmış olduğu göz önüne alındığında her iki aşamadaki soruya da doğru cevap verme yüzdesinin % 34.39 olduğu görülmektedir. Son olarak Puanlama-3 türünde ilk iki aşamada doğru yanıtın verildiği ve üçüncü aşamada emin olma durumunun "1" puan olarak kodlandığı dikkate alındığında bu durumu sağlama yüzdesinin % 27.19 olduğu görülmektedir. Görüldüğü gibi yüzdeleri değerler hem genel ortalama hem de tüm sorularda testin aşaması arttıkça düşmektedir. Bu durum, üç aşamalı testlerin geleneksel çoktan seçmeli testlere ve iki aşamalı testlere göre öğrencilerin şans faktörü, güven eksikliği gibi birtakım nedenler ile doğru cevap verme durumlarını azalttığı şeklinde yorumlanabilir. Tablo 4'te ise testteki her bir maddeye ve bunların ortalamasına ilişkin yanlış pozitif, yanlış negatif ve bilgi eksikliği yüzdeleri yer almaktadır.

Tablo 4. Testteki Yanlış Pozitif, Yanlış Negatif ve Bilgi Eksikliği Puan Türlerine İlişkin Yüzdeler Değerler

Madde Numarası	Bilgi Eksikliği	Kavram Yanılgısı/ Yanlış Pozitif	Kavram Yanılgısı/ Yanlış Negatif
1	27.1	1.9	1.2
2	29.1	6.6	3.9
3	21.7	6.2	7
4	21.7	5.4	3.1
5	29.8	3.1	7.8
6	41.9	10.5	2.3
7	37.6	14.7	3.5
8	35.7	5.4	6.6
9	36	4.7	6.6
11	22.5	4.3	3.5
12	24	3.9	6.2
13	20.9	16.3	5.8
14	24.4	4.3	2.3
15	47.7	5.4	0.8
16	43.8	0.8	3.1
Genel Ortalama	30.93	6.23	4.25

Tablo 4’te bilgi eksikliği ortalamasının % 30.93 olduğu görülmektedir. En fazla bilgi eksikliğini yer aldığı maddenin % 47.7 ile Ohm yasası kavramına yönelik olan 15. madde olduğu söylenebilir. Yanlış pozitif değerleri incelendiğinde en yüksek yüzdeler değere elektrik akımı kavramına yönelik olan 13. maddenin; yanlış negatif değerlerine bakıldığında ise en yüksek yüzdeler değere kısa devre kavramına yönelik olan 5. maddenin sahip olduğu belirlenmiştir.

Daha sonra *Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi*’nin güvenilirliğine yönelik testin puanlama sistemi dikkate alınarak Puanlama-1, Puanlama-2, Puanlama-3 ve Puanlama-9 (Güven Puanı) türlerine ve testin tamamına ilişkin Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısını belirleme yoluna gidilmiştir. Buna ilişkin Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı sonuçları Tablo 5’te yer almaktadır.

Tablo 5. Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi Cronbach’s Alpha Sonuçları

Puan Türleri	Cronbach’s Alpha
Puanlama-1	.784
Puanlama-2	.809
Puanlama-3	.849
Güven Puanı	.741
Toplam	.894

Cronbach’s alfa katsayısının .70’in üzerinde olması, testin güvenilir olduğunu göstermektedir (George ve Mallery, 2003). Bu durumda Tablo 5 incelendiğinde Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayılarının tamamının .70’in üzerinde olduğu görülmektedir. Testin tamamına ilişkin Cronbach’s Alpha güvenirlik katsayısı ise .89 olarak belirlenmiştir. Bu durumda testin güvenilir bir test olduğu söylenebilir.

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Geçerlik ve güvenilirlik, bir çalışmada hem çalışma sürecinin hem de çalışmadan elde edilecek sonuçların güvenilirliğini sağlamada önemli faktörlerdendir (Roberts, Priest ve Traynor, 2006). Geçerlik ve güvenilirlik aynı zamanda araştırmadan elde edilen sonuçları değerlendirmeye karar vermede önemli koşullar arasında yer almaktadır (Patton, 2002). Bu çalışmada ilk olarak kavram testine ilişkin kapsam ve görünüş geçerliğini sağlamada uzman görüşüne başvurulmuştur. Bunun için fizik eğitimi alanında uzman üç öğretim üyesinden, fen eğitimi alanında uzman bir öğretim üyesinden ve bir ölçme değerlendirme uzmanından görüş alınıp, testin yazım, noktalama ve Türkçe'ye uygunluğunun değerlendirilmesi için bir Türkçe alan uzmanına danışılmıştır. Uzman görüşleri sonrasında test üzerinde gerekli revize işlemleri yapıldıktan sonra diğer geçerlik ve güvenilirlik analizlerini yapabilmek için testin 16 maddelik son haline ulaşılmıştır. Yapılan madde analizi sonucunda ayırt edicilik indeksi .14 olan 10 numaralı maddenin güçlük indeksi kabul edilebilir değer aralığında olmasına rağmen sorunun ölçtüğü kavramı daha güvenilir olarak ölçen ve ölçülen kavrama ilişkin bilen ve bilmeyen öğrencileri daha iyi ayırt edebilen başka maddeler teste yer aldığı için alınan uzman görüşleri neticesinde ilgili madde testten çıkarılmıştır. Toplamda 15 madde haline gelen ve 15 madde üzerinden diğer analizleri gerçekleştirilen kavram testine genel olarak bakıldığında madde güçlük indekslerinin .30 ile .39; ayırt edicilik indekslerinin ise .50 ile .80 arasında değiştiği sonucuna ulaşılmıştır. Aynı zamanda nokta çift serili korelasyon katsayısı hesaplanmış olup tüm maddeler için .40 ve üzerinde bir değere sahip olduğu belirlenmiştir. Testteki en zor maddelerin 13 ve 14 numaralı maddeler olduğu saptanmıştır. Bu durum öğrencilerin güç ve akım kavramları konusunda büyük oranda bilgi eksikliğine ya da kavram yanlışlığına sahip olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Özellikle 13 numaralı soruda öğrencilerin yanlış pozitif yüzdelerinin fazla olduğu belirlenmiştir. Soru seçenekleri ile birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin sorunun cevabını bilmelerine rağmen cevaplarına ilişkin doğru açıklamayı yapamadıkları söylenebilir. Ayırt ediciliği en yüksek madde ise 12 numaralı maddedir. Bunun sebebinin 12 numaralı sorunun ölçmeyi hedeflediği kavrama yönelik daha temel düzeyde olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Şekillere ve konuya aşina olan öğrencilerin ilgili soruyu doğru olarak cevaplandırması, tam tersi öğrenci grubunun ise yanlış cevaplandırması bu duruma neden olmuş olabilir.

Madde analizi yapıldıktan sonra yapı geçerliği belirlemek adına Puanlama-2 ve güven puanları arasındaki ilişkiye Pearson Korelasyon analizi ile bakılarak ölçme aracının yapı geçerliğine ilişkin sonuçlar elde edilmiştir. Çataloğlu (2002)'na göre testin yapı geçerliğinin sağlanması için Puanlama-2 ile güven puanları arasında pozitif korelasyon elde edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada Puanlama-2 ile güven puanları arasındaki ilişkinin pozitif, orta düzeyde ve anlamlı olduğu belirlenmiştir ($r = .469$; $p < .05$). Bu da yapı geçerliğinin sağlandığına ilişkin önemli bulgulardan biridir. Üç aşamalı testlerin yapı geçerliğine ilişkin Puanlama-2 ile güven puanı arasındaki ilişkiye bakılan alan yazındaki diğer çalışmalarda yer alan sonuçlar incelendiğinde bu korelasyon Özden ve Yenice (2017)'nin çalışmasında .41; Peşman ve Eryılmaz (2010)'ın çalışmasında .51; Şen ve Yılmaz (2017)'in çalışmasında ise .73 olarak tespit edilmiştir. Ayrıca "Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi"nin içerik ve yapı geçerliğine yönelik yanlış pozitif ve yanlış negatif değerlerine ilişkin yüzdeler elde edilmiştir. Yanlış pozitif ve yanlış negatif oranlarının % 10'un altında olması testin yapı ve içerik geçerliğinin sağlandığına dair bir diğer önemli bulguyu oluşturmaktadır (Hestenes ve Halloun, 1995). Buna göre yanlış pozitif puanların yüzdesi % 6.23; yanlış negatif puanların yüzdesi ise % 4.25 bulunmuştur. Sonuç olarak yanlış pozitif ve yanlış negatif puanların ortalama yüzdelerinin % 10'un altında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçların testin içerik ve yapı geçerliğinin sağlandığına ilişkin dayanaklar olduğu söylenebilir. Testin Puanlama-1,2,3 türleri ve güven puanı aşamasına ilişkin Cronbach's Alpha değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan tüm aşamalara ilişkin Cronbach's Alpha katsayısı değerinin .70'in üzerinde, testin tamamına ilişkin ise .89 olduğu belirlenmiştir. Aynı zamanda teste ilişkin Puanlama 1-2 ve 3 türlerinin her bir soru için doğru cevap yüzdeleri ve tüm sorulara ilişkin ortalama doğru cevap yüzdeleri hesaplanmıştır. Buna göre hem ortalama

değerlerde hem de her bir maddeye ilişkin yüzdelerdeki değerlerde Puanlama-1 türünden Puanlama-3 türüne gidildikçe bir düşüş olduğu saptanmıştır. Katılımcıların geleneksel çoktan seçmeli bir madde gibi olan testin ilk aşamasından, kendilerinden emin olarak doğru gerekçeler ile doğru yanıtlar verdikleri üçüncü aşamasına gidildikçe doğru cevap yüzdelerinin düşmesinin nedeni, üç aşamalı testlerin yapısı da göz önünde bulundurulduğunda kavram yanlışlığına sahip olmalarından, şans ile doğru cevaba ulaşmalarından, verdikleri yanıtlara güven duymamalarından kaynaklanıyor olabilir. Bu durumdan yola çıkarak üç aşamalı bu kavram testinin cevaplayıcıların arka planda işaretledikleri seçeneği seçme nedenlerini irdelemesi, aynı zamanda vermiş oldukları yanıtlardan emin olup olmama durumlarını sorgulaması nedeniyle bu faktörler aracılığı ile doğru cevaba ulaşma durumunu en aza indirdiği söylenebilir. Testin üç aşamalı olması verilen cevapların bilimsel bilgidir, bilgi eksikliğinden ya da kavram yanlışlığından olduğunu ayırt etmede yol gösterici olmaktadır (Kaltakçı-Gürel, Eryılmaz ve McDermott, 2015).

Çalışmada aynı zamanda her bir maddeye ilişkin ve testteki maddelerin ortalamasına ilişkin yanlış pozitif, yanlış negatif ve bilgi eksikliği yüzdeleri hesaplanmıştır. Çalışmada geliştirilen kavram testinin amacının öğrencilerin kavram yanlışlığına vurgu yaparak kavramsal anlamalarını belirlemek olduğu düşünüldüğünden katılımcıların kavram yanlışlığı ve bilgi eksikliği yüzdelerinin yüksek çıkması ise beklenen sonuçlar arasındadır. Bilgi eksikliği yüzdesi tüm test için ortalama % 30.93 olarak bulunmuştur. Bu durumda çalışmada yer alan katılımcıların testte yer alan kavramlara yönelik öğrenme ortamına gelirken var olan ön bilgilerinin yetersizliğinden ya da bu kavramlara yönelik almış oldukları eğitimin etkililik derecesinden dolayı böyle bir değere ulaşılmış olabilir. Bilgi eksikliği yüzdesi en fazla ohm yasası kavramına yönelik olan 15 numaralı maddede çıkmıştır. Testte yer alan kavramlara yönelik düşünüldüğünde ohm yasası ile ilgili soruda öğrencilerin akım ve potansiyel fark kavramlarına ilişkin de doğru kavramsal şemalara sahip olarak bunlar arasında doğru bağlantıları kurabilmiş olmaları gerekmektedir. Dolayısıyla ilgili maddenin aynı kavramı ölçmeyi hedefleyen 7 numaralı maddeye kıyasla daha yüksek bir değere sahip olması, onun daha karmaşık bir yapıda olması ve daha kompleks düşünmeyi gerektirmesinden kaynaklandığı söylenebilir.

Geliştirilen üç aşamalı test, puanlama sistemi de dikkate alındığında katılımcıların bilimsel olarak kabul gören doğru cevaplarını belirlemenin yanında bilgi eksikliğine, kavram yanlışlığına ve tahmin sonuçlarına dayanarak vermiş oldukları yanıtların ayrı ayrı değerlendirilebilmesini de sağlamaktadır. Bunun yanında ölçülmesi hedeflenen kavrama ilişkin verilen her yanlış yanıtın kavram yanlışlığından kaynaklanmadığı aynı zamanda bilgi eksikliğinden de kaynaklanabileceğini göstermektedir. Kavram yanlışlıklarının ve bilgi eksikliğinin birbirlerinden çok farklı yapıda oldukları söylenebilir. Bilgi eksikliğinden kaynaklanan durumlar zamanla uygun öğretim stratejileri ile giderilebilmesine rağmen yaşantı sonucu kazanılan kavram yanlışlıkları yeni bilgiler edinilerek doğru kavramsal yapıların oluşmasına engel olmaktadır (Hasan ve diğerleri, 1999). Sonuç olarak bilgi eksikliğinin yanlış bir kavramaya dayanmayıp sadece konuya ilişkin bilginin yetersiz olma durumundan kaynaklandığı söylenebilir. Oysaki kavram yanlışlığında var olan kavramsal yapılar öğrenenlerin kendi yaşantılarına dayalı olarak zamanla zihinlerine yerleştiği için bu kavramsal yapıların değiştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada ilgili kavramlara yönelik geliştirilen kavram testi ile bilgi eksikliği ve kavram yanlışlığı olan durumlar belirlenerek buna göre öğrenenlerin bilgi eksikliklerinin giderilmesi ve kavram yanlışlıklarının azaltılması için çeşitli öğretim yöntemlerinin uygulanması yoluna gidilebilir.

Üç aşamalı testler, kavram yanlışlıklarını ve kavramsal anlamayı belirlemede diğer ölçme araçlarına kıyasla çeşitli avantajlara sahiptir. Fakat diğer yandan puanlama aşamasında çok fazla zaman alması bu testlerin sınırlılıkları arasında yer almaktadır. Bunun yanında üçüncü aşamada yer alan soru ile cevaplayıcıların ilk iki aşamadan herhangi birinde emin olup diğerinde olmayabileceğini göz ardı eden üç aşamalı testlerin bu sınırlılığını en aza indirmede dört aşamalı testler avantaj sağlamaktadır (Caleon ve Subramaniam, 2010b). Bu nedenle sonraki çalışmalar için her iki aşamada da cevaplayıcıların güven durumunu sorgulayan dört aşamalı testlerin kullanılması önerilebilir. Bunun yanında diğer ölçme araçları ile birlikte avantaj ve

dezavantajların da değerlendirilmesi suretiyle kavramsal anlamayı daha iyi tespit etmeye yönelik daha fazla sayıda üç aşamalı ve dört aşamalı testlerin geliştirilmesi önerilebilir. Sonuç olarak üç aşamalı bir kavram testi olarak geliştirilen “Basit Elektrik Devreleri Kavram Testi”nin basit elektrik devreleri konusuna ilişkin kavram yanlışlarını ve kavramsal anlamayı belirlemede yeterli düzeyde geçerli ve güvenilir bir ölçme aracı olduğu belirlenmiştir. Geliştirilen test lisans düzeyinde ilgili kavramlara yönelik katılımcıların kavram yanlışlarını tespit etmede, kavramsal anlamalarını belirlemede, ilgili kavramlara ilişkin kavramsal yapılandırma sürecinin şekillendirilmesinde kullanılabilir.

KAYNAKÇA

- Afra, N. C., Osta, I., & Zoubeir, W. (2009). Students' alternative conceptions about electricity and effect of inquiry-based teaching strategies. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(1), 103-132.
- Arslan, H. Ö., Çiğdemoglu, C. ve Moseley, C. (2012). A three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about global warming, greenhouse effect, ozone layer depletion, and acid rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667-1686.
- Başol, G. (2016). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (Genişletilmiş 4. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Beichner, R. J. (1994). Testing student interpretation of kinematics graphs. *American Journal of Physics*, 62(8), 750-762.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (21. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Caleon, I., & Subramaniam, R. (2010a). Development and application of a three-tier diagnostic test to assess secondary students' understanding of waves. *International Journal of Science Education*, 32(7), 939-961.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010b). Do students know what they know and what they don't know? Using a four-tier diagnostic test to assess the nature of students' alternative conceptions. *Research in Science Education*, 40(3), 313-337.
- Chiu, M. H., Guo, C. J., & Treagust, D. F. (2007). Assessing students' conceptual understanding in science: An introduction about a national project in Taiwan. *International Journal of Science Education*, 29(4), 379-390.
- Cohen, R., Eylon, B., & Ganiel, U. (1983). Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts. *American Journal of Physics*, 51(5), 407-412.
- Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Orlando, FL: Holt, Rinehart, and Winston, Inc.
- Çataloğlu, E. (2002). *Development and validation of an achievement test in introductory quantum mechanics: The quantum mechanics visualization instrument (QMVI)*. (Unpublished doctoral dissertation). The Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B., & Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 2(1), 010105-1-010105-7.
- Driver, R., & Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. *Journal Studies in Science Education*, 13(1), 105-122.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.

- Duit R. & Von Rhöneck C. (1998). Learning and understanding key concepts of electricity. In *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education* (eds A.Tiberghien, E.L. Jossem & J. Barojas). International Commission on Physics Education (ICPE).
- Engelhardt, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98-115.
- Eryılmaz, A. ve Sürmeli, E. (2002). *Üç-aşamalı sorularla öğrencilerin ısı ve sıcaklık konularındaki kavram yanlışlarının ölçülmesi*. V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitim Kongresi, Ankara.
- Frederiksen, J. R., White, B. Y., & Gutwill, J. (1999). Dynamic mental models in learning science: The importance of constructing derivational linkages among models. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(7), 806-836.
- Fredette, N., & Lochhead, J. (1980). Student conceptions of simple circuits. *The Physics Teacher*, 18(3), 194-198.
- George, D., & Mallery, P. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference (11.0 update)* (4th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Hasan, S., Bagayoko, D., & Kelley, E. L. (1999). Misconceptions and the certainty of response index (CRI). *Physics Education*, 34(5), 294-299.
- Heller, P. M., & Finley, F. N. (1992). Variable uses of alternative conceptions: A case study in current electricity. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 259-275.
- Hestenes, D., & Halloun, I. (1995). Interpreting the force concept inventory: A response to March 1995 critique by Huffman and Heller. *The Physics Teacher*, 33(8), 502-506.
- Hopkins, K. D, Stanley, J. C., & Hopkins, B. R. (1990). *Educational and psychological measurement and evaluation* (7th ed.). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Jimoyiannis, A., & Komis, V. (2003). Investigating Greek students' ideas about forces and motion. *Research in Science Education*, 33(3), 375-392.
- Kaltakçı-Gürel, D., Eryılmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A review and comparison of diagnostic instruments to identify students' misconceptions in science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5), 989-1008.
- Kırbulut, Z. D. ve Geban, Ö. (2014). Using three-tier diagnostic test to assess students' misconceptions of states of matter. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 10(5), 509-521.
- Kırbulut, D., Geban, Ö. ve Beeth, M. E. (2010). *Development of a three-tier multiple-choice diagnostic instrument to evaluate students' understanding of states of matter*. Paper presented at the European Conference on Research in Chemical Education (ECRICE), Krakow, Poland.
- Lee, Y., & Law, N. (2001). Explorations in promoting conceptual change in electrical concepts via ontological category shift. *International Journal of Science Education*, 23(2), 111-149.
- Libarkin, J. C., & Kurdziel, J. P. (2001). Research methodologies in science education: Assessing students' alternative conceptions, *Journal of Geoscience Education*, 49(4), 378-383.
- Lin, S. W. (2004). Development and application of a two-tier diagnostic test for high school students' understanding of flowering plant growth and development. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 175-199.
- Loh, A. S. L., Subramaniam, R., & Tan, K. C. D. (2014). Exploring students' understanding of electrochemical cells using an enhanced two-tier diagnostic instrument. *Research in Science & Technological Education*, 32(3), 229-250.

- Maloney, D. P., O’Kuma, T. L., Hieggelke, C. J., & Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students’ conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12-S23.
- 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.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. Ankara.
- Naylor, S., & Keogh, B. (1999). Constructivism in classroom: Theory into practice. *Journal of Science Teacher Education*, 10(2), 93-106.
- Osborne, R. (1983). Towards modifying children's ideas about electric current. *Research in Science & Technological Education*, 1(1), 73-82.
- Özçelik, D. A. (2013). *Test hazırlama kılavuzu* (5. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Özden, B. ve Yenice, N. (2017). “Kuvvet ve enerji” ünitesine yönelik üç aşamalı kavramsal anlama testi geliştirme çalışması. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2) , 432-463.
- Palmer, D. (2001). Students' alternative conceptions and scientifically acceptable conceptions about gravity. *International Journal of Science Education*, 23(7), 691-706.
- Pardhan, H., & Bano, Y. (2001). Science teachers' alternate conceptions about direct-currents. *International Journal of Science Education*, 23(3), 301-318.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research & Evaluation Methods* (3rd. Ed.). Thousand Oaks, California: Sage Publications Inc.
- Peşman, H. (2005). *Dokuzuncu sınıf öğrencilerinin basit elektrik devreleri ile ilgili kavram yanlışlarını ölçmek amacıyla üç basamaklı bir testin geliştirilmesi*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Bölümü, Ankara.
- Peşman, H. ve Eryılmaz, A. (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208-222.
- Picciarelli, V., Di Gennaro, M., Stella, R., & Conte, E. (1991). A study of university students' understanding of simple electric circuits part 1: Current in d.c. circuits. *European Journal of Engineering Education*, 16(1), 41-56.
- Roberts, P., Priest, H., & Traynor, M. (2006). Reliability and validity in research. *Nursing Standard*, 20(44), 41-45.
- 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.
- Shipstone, D. M., Rhöneck, C. V., Jung, W., Kärrqvist, C., Dupin, J. J., Johsua, S. E., et al. (1988). A study of students’ understanding of electricity in five European countries. *International Journal of Science Education*, 10(3), 303-316.
- Şen, Ş. ve Yılmaz, A. (2017). The development of a three-tier chemical bonding concept test. *Journal of Turkish Science Education*, 14(1), 110-126.
- Tan, K. C. D., Goh, N. K., Chia, L. S., & Treagust, D. F. (2002). Development and application of a two-tier multiple choice diagnostic instrument to assess high school students’ understanding of inorganic chemistry qualitative analysis. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(4) 283–301.

- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Treagust, D. F., & Haslam, F. (1986). *Evaluating secondary students' misconceptions of photosynthesis and respiration in plants using a two-tier diagnostic instrument*. A Paper presented at the 59th annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching (San Francisco, CA). (ERIC Document Reproduction Service No. ED283713).
- Tsai, C. C., & Chou, C. (2002). Diagnosing students' alternative conceptions in science. *Journal of Computer Assisted Learning*, 18(2), 157-165.
- Wild, T. A., Hilson, M. P., & Hobson, S. M. (2013). The conceptual understanding of sound by students with visual impairments. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 107(2), 107-116.
- Wuttiprom, S., Sharma, M.D., Johnston, I. D., Chitaree, R., & Soankwan, C. (2009). Development and use of a conceptual survey in introductory quantum physics. *International Journal of Science Education*, 31(5), 631-654.
- Yang, D. C., & Lin, Y. C. (2015). Assessing 10-to 11-year-old children's performance and misconceptions in number sense using a four-tier diagnostic test. *Educational Research*, 57(4), 368-388.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Constructivist approach plays an important role in educating individuals who are productive and questioning individuals, in which learners actively participate in the learning process, take responsibility for learning, structure new information based on their previous knowledge. Learners need to construct the new knowledge and provide the correct scientific explanations to this information and have the right conceptual structures in order to make sense of the world in which they live. As a result of the research conducted during the last 30 years, it has been concluded that the learners come to the learning environment as having pre-knowledge and pre-concepts about the concepts and phenomena related to the discipline they will learn, and that these knowledge and concepts are deep and rooted, incompatible with scientific facts (Duit and Treagust, 2003). Terms such as an *alternative concepts, misconceptions, child science, and personal reality model* were used to define these concepts used by learners who are far from conceptual definitions discussed in the scientific framework (Chiu, Guo, and Treagust, 2007). Determining the misconceptions of learners in the learning environment plays an important role in overcoming the difficulties in understanding scientific concepts or in correcting misconceptions (Kirbulut and Geban, 2014). Three-tier tests play a key role in the process of correctly structuring the concepts related to the subject and minimizing the misconceptions by appropriate instruction. Considering that one of the commonly used concepts in the daily life is the concept of electricity and the Elementary School Basic Science Curriculum (MEB, 2018) is examined, it can be said that students have gained experience on electrical with simple electrical circuits at primary level. A teacher who has misconceptions about the concept of electricity, who does not have the right conceptual knowledge and is unaware of the differences between students and his/her own way of thinking, will not be able to provide his/her students with the skills related to the subject area and provide them with conceptual understanding. In this sense, prospective teachers who are teachers of the future should have accurate scientific explanations on the concepts related to these issues. In this context, the aim of this study is to develop a valid and reliable three-tier concept test to determine the conceptual understanding of elementary school teacher candidates on simple electrical circuits.

Methods

265 elementary school teacher candidates who are studying in the second, third and fourth grade of Dokuz Eylül University Buca Education Faculty participated in the study and the analyzes were performed on 258 elementary school teacher candidates.

Discussion, Conclusion and Suggestions

In order to determine the content and face validity of the concept test, three faculty members specialized in the field of physics education, one faculty member specialized in science education and one assessment and evaluation specialist were consulted. In order to evaluate the suitability of the test in Turkish, one Turkish field expert was consulted. After the necessary revisions were made following the expert opinions, the final version of the 16-item test was obtained to perform other validity and reliability analyzes. As a result of item analysis, it was concluded that item difficulty indexes ranged between .30 and .39 and item discrimination indexes ranged between .50 and .80. Point biserial correlation coefficient values were found to vary between .41 and .86. As a result of item analysis, it was decided to remove the item whose item discrimination index was .14 from the test as a result of expert opinions. Therefore, the number of items in the test was finally 15 items. All other analyzes were performed on 15 items. In determining the construct validity of the test, the correlation value between Scoring-2 and confidence score and the percentage of false positive and false negative scores were calculated. As a result of the analyzes, a moderate, positive and meaningful correlation was found between Scoring-2 type and confidence score ($r = .469$; $p < .05$). Çataloğlu (2002) states that a positive correlation between score-2 type and confidence score is an important evidence to ensure the construct validity of the test. At the same time, false positive and false negative values below 10 % is an important indicator that the content and structure validity of the test is achieved (Hestenes and Halloun, 1995). In this study, false positive and false negative values were found to be less than 10 %. These results is proof that structure validity and content validity are achieved. Scoring-1-2-3, Confidence score and Cronbach's alpha coefficient for the whole test were calculated and it was concluded that all values were above .70.

At the same time, the correct answer percentage values of Scoring 1-2 and 3 for each question and the mean correct answer percentage values for all questions were calculated. Accordingly, both average values and percentage values for each item decrease from Scoring-1 to Scoring -3. The reason for this may be that students have misconceptions, they get the right answer by chance, and they do not trust their answers. From this point of view, the fact that the test has three tier is guiding in distinguishing whether the answers are from scientific knowledge, lack of knowledge or misconceptions (Kaltakçı-Gürel, Eryılmaz and McDermott, 2015). In the study, false positive, false negative and lack of information percentages were calculated for each item and average of the items in the test. Since the purpose of the concept test developed in the study is to determine the students' conceptual understanding by emphasizing misconceptions, it is expected that the misconceptions and lack of knowledge percentages of the participants are high.

The use of four-tier tests may be recommended for further studies. As a result, it was concluded that Simple Electrical Circuits Concept Test, which was developed as a three-tier concept test, is a valid and reliable test for determining misconceptions and conceptual understanding on simple electrical circuits.