

SINIF ÖĞRETMENİ ADAYLARININ “ELEKTRİK” KONUSUNA YÖNELİK ZİHİN HARİTALARI

Araştırma Makalesi / Research Article

Arslan, A. (2021). Sınıf Öğretmeni Adaylarının “Elektrik” Konusuna Yönelik Zihin Haritaları. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 11(3), 1223-1242.
<https://doi.org/10.30783/nevsosbilen.978199>

Geliş Tarihi: 02.08.2021
Kabul Tarihi: 26.08.2021
E-ISSN: 2149-3871

Ayten ARSLAN

Muş Alparslan Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü
a.arslan@alparslan.edu.tr
ORCID No: 0000-0001-8832-0276

ÖZ

Araştırmanın amacı sınıf öğretmeni adaylarının elektrik konusuna yönelik zihinsel algılarını ortaya koymaktır. Araştırmanın çalışma grubunu bir devlet üniversitesinin Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Anabilim Dalı’nda öğrenim gören 22’si kadın, 16’sı erkek toplam 38 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Araştırmada veri toplama aracı olarak sınıf öğretmeni adaylarının elektrik konusunun hangi içeriğe sahip olduğu hususunda düşüncelerini, hangi yönlerini önemli gördüklerini ve elektrik konusunu nasıl algıladıklarını ortaya koyabilmek için oluşturdukları zihin haritaları kullanılmıştır. Araştırma nitel araştırma desenlerinden fenomenoloji deseninde tasarlanmıştır. Araştırmada elde edilen verilerin analizinde nitel analiz yöntemlerinden içerik analizi kullanılmıştır. Zihin haritalarında öğretmen adaylarına ait ifadelerin elektrik konusuyla ilişkisi dikkate alınarak temalar, kategoriler ve kodlar oluşturulmuştur. Araştırma sonucunda araştırmaya katılan öğretmen adaylarının neredeyse tamamına yakınının elektrik konusu alt konularından basit elektrik devresi, elektrik devreleri ve elektrik devre elemanlarını zihin haritalarına yansıttığı belirlenmiştir. Öğretmen adaylarının yarısından fazlasının elektriğin dağıtımı, dönüşümü ve üretimi, günlük hayatla bağlantısı ve yaşamı kolaylaştıran elektrikli cihazlarla ilgili bilgileri zihin haritalarına yansıttıkları belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının bazılarının elektrik birimleri, elektrik konusuyla ilişkili bilimciler, enerji kaynakları, iletken ve yalıtkan maddeler ile ilgili bilgilere zihin haritalarında yer verdiği görülmüştür. Son olarak öğretmen adaylarının elektrikle bağlantılı doğa olayları, elektrikselsel yük ve elektriğin tarihsel gelişimine yönelik bilgilere ise zihin haritalarında nispeten daha az yer verdikleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Fen bilimleri, Elektrik, Sınıf öğretmeni adayları, Zihin haritaları.

PRESERVICE CLASSROOM TEACHERS’ MIND MAPS ON THE SUBJECT OF “ELECTRICITY”

ABSTRACT

This paper investigated preservice classroom teachers’ perceptions of the subject of “electricity.” The sample consisted of 38 students (22 women and 16 men) from the classroom teaching department of the faculty of education of a public university. Data were collected using mind maps to explore (1) what kind of content preservice classroom teachers thought the subject of “electricity” consisted of, (2) what parts of the subjects they deemed essential, (3) and how they perceived the subject. This study adopted a qualitative phenomenological research design. The data were analyzed using qualitative content analysis. Themes, categories, and codes were developed based on the mind maps. Almost all participants addressed simple electrical circuits, electrical circuits, and electrical circuit elements in their mind maps. More than half the participants touched upon the distribution, conversion, and generation of electricity, its connection to daily life, and electrical devices that make life easier in their mind maps. Some participants focused on electrical units, scientists working on electricity, energy sources, and conductive and insulating materials in their mind maps. Lastly, few participants made a reference to the phenomena related to electricity, electrical load, and historical development of electricity in their mind maps.

Keywords: Science, Electricity, Preservice classroom teachers, Mind maps.

GİRİŞ

Türkiye’de 2005 yılında fen bilimleri öğretim programında gerçekleştirilen düzenlemelerle programın temel felsefesinde yapılandırmacı yaklaşım benimsenmiş ve öğrenme-öğretme sürecinde de bu yaklaşım esas alınmıştır (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005). Yapılandırmacı yaklaşım, öğrenenin öğrenme sürecine aktif olarak katılımının gerekli olduğunu ve bu süreçte yeterli imkanlar sunulduğunda öğrenenin ön bilgileri ile yeni bilgiler arasında ilişkiler kurarak anlamlı öğrenmeler gerçekleştirebileceğini savunmaktadır. Bu bağlamda yapılandırmacılık, öğrenenlerin yeni bilgileri nasıl özümstediklerine ve öğrendiklerine yönelik alternatif bir yaklaşım olarak karşımıza çıkmaktadır (Gold, 2001). Ausubel’e göre anlamlı öğrenmeler, bireylerin eski bilgilerinden yola çıkarak yeni bilgiler ile yapıcı bağ kurdukları zaman gerçekleşmektedir (Öner ve Arslan, 2005). Yapılandırmacılık, bireylerin kendi bilgilerinin yine kendilerinin yapılandırmalarına olanak sağlayan bir öğrenme yaklaşımıdır. Bir başka deyişle yapılandırmacılık, öğrencilerin bilgiyi diğer bireylerden doğrudan almaktan ziyade kendilerinin oluşturmaları esasına dayanan bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır (Horstman ve White, 2002). Bu sebeple yeni bilgilerin sağlam temeller üzerine kurulabilmesi için bireyin ön bilgilerindeki eksiklik ve yanlışlıkların farkında olması veya bu eksik ve yanlışlıkların öğrenme ortamlarında rehber rolünde olan öğretmenler tarafından belirlenmesi gerekmektedir. Ayrıca yapılandırmacı öğretmenler, öğrenmenin bireysel ve aktif bir süreç olduğunu kabul eder ve bunu yaparken de öğrencilerin genellikle gerçek bilimsel bilgiye karşı düşündükleri birçok alternatif kavram ile sınıf ortamına geldiklerinin farkındadırlar (Warwick ve Stephenson, 2002). Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımında, öğrencilerin öğrenmeleri üzerinde ön bilgileri oldukça etkilidir ve öğrencinin yeni öğreneceği bilgiler, ön bilgileri üzerine inşa edilir. Ancak öğrencilerin ön bilgileri yanlış ya da eksik ise kavramların öğrenimi başarısızlıkla sonuçlanabilir (Ecevit ve Özdemir Şimşek, 2017).

Bünyesinde pek çok soyut kavramı barındıran fen bilimlerinin, erken yaşlardan itibaren başlanarak anlamlı, kalıcı ve doğru bir biçimde öğrenilmesini sağlamak fen eğitiminin temel amaçlarından biridir. Öğrenciler soyut kavramları anlamlandırmak için çaba göstermekte ancak bu çaba çoğunlukla bilimsellikten uzak olmakta, günlük yaşamda veya informal eğitim ortamlarında duydukları, gördükleri ve hissettikleri ile sınırlı kalmaktadır (Ercan, Taşdere ve Ercan, 2010). Öğrenciler ilk kez karşılaştıkları soyut bir kavramı zihinlerinde doğru bir biçimde yapılandıramadığı zaman, o kavramı yanlış öğrenmekte ve bu nedenle sonraki öğrenim hayatları olumsuz yönde etkilenmektedir (Schulte, 2001). Öğrencilerin günlük yaşam tecrübeleri, öğrenme ortamları, inançları ve mevcut zihinsel becerileriyle kavramları anlamlandırmaya çalışmaları gibi etkenler çoğu zaman bilimsel bilgiler ve bilimin doğası ile çelişmektedir. Öğrenciler bu süreçte genellikle bilimsel bilgiye yanlış anlamlar yüklemektedir. Bu şekilde bilimsel olmayan anlamlandırma süreci ise kavram yanlışlığı ya da alternatif kavrama olarak tanımlanmaktadır. (Ercan ve diğerleri, 2010). Fene ilişkin temel kavramların ilköğretim sürecinde anlamlı ve doğru bir şekilde öğrenilmesi sonraki yıllarda gerçekleşecek öğrenmeler için oldukça önem arz etmektedir (Çiçek, 2008). Bu nedenle, özellikle ilköğretim düzeyinde fene ilişkin temel kavramların öğretilmesinde önemli rolü olan geleceğin öğretmenleri sınıf öğretmeni adaylarının fen kavramlarını iyi bilmeleri, kavramlar arasındaki ilişkiyi doğru ifade etmeleri ve kavramlara ilişkin algılarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Bu sayede bunu başarabilen sınıf öğretmeni adaylarının öğrencileri de fen bilimleri kavramlarına yönelik hatasız ve doğru bir algılamaya sahip olabileceklerdir. Bu sebeple fen kavramları öğretilirken öğrenme-öğretme sürecinin farklı etkinlikler tasarlanarak hazırlanması hususunda özen gösterilmelidir.

Günümüz yapılandırmacı eğitim anlayışına göre, öğrencide anlamlı ve kalıcı öğrenmelerin gerçekleştirilebilmesi için, öğrenme ortamlarında öğretmenlerin çağdaş öğretim yöntem ve tekniklerini kullanarak öğrenme-öğretme sürecini zenginleştirmeleri gerekmektedir (Evrekli, İnel ve Balım, 2011). Yapılandırmacı yaklaşımın özellikleri göz önüne alındığında bilginin bireylerin ön bilgileri ve tecrübeleri doğrultusunda oluştuğu, öğrencilerin öğrenme sürecinde derse aktif katılmaları ve etkin rol almaları gerektiği belirtilmiştir. Öğretmenin ise öğrencilerin derse katılımlarının sağlanmasında, öğrencide var olan bilgileri ortaya çıkararak buna uygun öğrenme ortamlarının oluşturulmasında ve eksik ya da yanlış bilgilerin giderilmesinde önemli bir öge olduğu belirtilmektedir. Bu bakımdan özellikle son yıllarda sayılan özelliklerin sınıf ortamına taşınmasına

imkân sağlayan yöntem, teknik ve araçlar üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmektedir (Evrekli ve Balım, 2010). Bu kapsamda hem öğrenme ortamlarında kolaylıkla kullanılacak hem de herhangi bir konuya ilişkin öğrencilerde var olan ön bilgilerin açığa çıkartılmasında ve zihinlerindeki algının ortaya konmasında kullanılacak tekniklerden biri de zihin haritalarıdır. Zihin haritaları 1960'ların sonunda Tony Buzan tarafından öncelikle not alma tekniği olarak geliştirilmiş, sonraki yıllarda ise öğrencilerin ön bilgilerinin ortaya çıkarılmasına yardımcı olma, hatırd tutmayı artırma, yaratıcılık ve etkili öğrenmeyi sağlama gibi çeşitli yönleriyle öne çıkmış görsel araçlardır (Evrekli ve Balım, 2010). Beynin potansiyelini açığa çıkaran zihin haritaları, bilginin önem sırasına göre organize edildiği, anahtar kavramlar ve sözcükler kullanılarak bilginin düzenlendiği ve saklandığı bir tekniktir (Brinkmann, 2003; Buzan, 2009). Zihin haritası tekniği bir konunun, düşüncenin ya da kavramın şekil, imge veya anahtar sözcükler yardımıyla ifade edildiği, temelini beynin sağ ve sol lobunun kullanımından alan, etkili bir görsel tekniktir. Bu teknik karmaşık fikirler ve süreçler arasındaki ilişkileri tanımlamaya, görsel olarak rahatlıkla ifade etmeye ve düzenlemeye yardımcı olur (Streibel, 2003). Zihin haritalarının temel amacı, bilgileri zihinde yer alan diğer bilgiler ile ilişkilendirerek bir konuyu görsel hale getirmektir (Kortelainen ve Vanhala, 2004). Zihin haritaları hazırlanırken, uzun cümleler yerine en fazla üç kavramdan oluşan bireye özel anahtar kavramlar ve simgeler kullanılır. Daha sonra çeşitli bağlayıcılar, dallandırmalar veya oklar aracılığı ile fikirler birleştirilir. Fikirler, zihinde olduğu gibi birbirine bağlanarak yeni bilgilerin anlaşılması ve hatırlanması sağlanır. Böylece birey, bir bilgi veya düşünceyi hatırlamak ve ilişkilendirmek için beynin doğal ilişkilendirme ve birleştirme işlevini kullanır (Rostron, 2002). Zihin haritaları yapılırken öncelikle konu ile ilgili bireyin zihninde var olan her şey haritalandırılır. Ardından ana fikir merkeze yazılır ve etrafına ağlar kurularak ana fikir geliştirilir. Zihin haritası bütün yönleri kapsayacak biçimde yapılır. Son olarak farklı renkler kullanılarak şekiller oluşturulur. (Buzan ve Buzan, 2013).

Bu araştırma içerisinde yer alan “Elektrik” konusu, fen bilimleri dersi bünyesinde yer alan soyut bir konu olup doğrudan gözlem yapılamayan olguları içermesi nedeniyle öğrencilerin anlamlandırmakta güçlük çektikleri konular arasında yer almaktadır. Elektrik konusu ile ilgili kavramlara ilişkin anlamlı ve kalıcı öğrenmelerin gerçekleştirilebilmesi için öğrencilerin tümevarım yeterliliklerinin ve doğrudan gözlem yapılamayan işlem süreçleri ile genel kavram ya da olayları ilişkilendirme becerilerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreçte kavramların bilimsel açıklamalarının doğru bir şekilde yapılması kadar öğretilmesinde kullanılacak yöntemlerde önem taşımaktadır (Canbazoglu Bilici ve Şentürk, 2019). Elektrik konusu fen konuları arasında kavramların öğretimi, öğrencilerde var olan kavram yanlışlarının tespit edilmesi ve giderilmesi açısından üzerinde en çok araştırma yapılan konulardan biridir (Asami, King ve Monk, 2000; Baybars, 2019; Karakuyu ve Tüysüz, 2011; Kocakulah ve Abacı, 2017; Öner ve Arslan, 2005; Şenyiğit ve Sılay, 2019). Alan yazında elektrik konusu ile ilgili yapılan çalışmalarda çoğunlukla kullanılan öğretim yönteminin akademik başarı, öğrenilenlerin kalıcılığı ve fen dersine yönelik tutum üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışmalarda genellikle, nicel araştırma desenlerinden deneysel desen kullanılırken nitel araştırmaların oldukça sınırlı sayıda olduğu ifade edilmekte ve elektrik konusu ile ilgili nitel çalışmalara ağırlık verilmesi önerilmektedir (Caymaz, 2020). Alan yazın incelendiğinde zihin haritalarının farklı disiplinlerde kullanıldığı belirlenmiştir (Pınarbaşı ve Erdoğan, 2017; Şen ve Çoban, 2018; Tuluk, 2020; Uysal ve Sidekli, 2020). Alan yazında sınıf öğretmen adaylarının “Elektrik” konusuna ilişkin algılarının zihin haritaları aracılığıyla araştırıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Bu araştırma “Elektrik” konusu içerisinde yer alan temel kavramlar açısından sınıf öğretmeni adaylarının nasıl bir zihinsel yapıya sahip olduklarını ortaya koyması ve nitel araştırma deseninde tasarlanması bakımından önemlidir. Ayrıca öğretmen adaylarının “Elektrik” konusuna yönelik temel kavramları zihinlerinde nasıl yapılandırdığına yönelik ortaya konulacak çalışmaların program geliştiricilere, programın uygulayıcıları öğretmenlere ve araştırmacılara yapacakları çalışmalarda yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda araştırmanın hem sınıf hem de fen eğitimcilerine katkı sunacağı düşünülmektedir.

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada sınıf öğretmeni adaylarının elektrik konusuna yönelik zihinsel algılarının ortaya konması amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın problemi “Sınıf öğretmeni adaylarının elektrik konusuna yönelik zihinsel algıları nasıldır?” şeklinde belirlenmiştir.

2. YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın deseni, çalışma grubu, veri toplama araçları ve uygulanması, etik kurallara uygunluk, verilerin analizi, güvenilirlik ve geçerlilik çalışması ile ilgili bilgilere yer verilmiştir.

2.1. Araştırma Deseni

Bu araştırma nitel araştırma deseninde tasarlanmıştır ve bu kapsamda nitel araştırma desenlerinden olgubilim (fenomenoloji) kullanılmıştır. Olgubilim çoğunlukla bireylerin bilişsel yapılarını ve onların iç dünyalarını anlamaya çalışan bir araştırma desendir (Mayring, Gümüş ve Durgun, 2011). Olgubilim desen kullanılarak yürütülen araştırmalarda genellikle bir olguya yönelik sahip olunan deneyimler ile bu deneyimlerden yola çıkılarak elde edilen anlamlar derinlemesine irdelenir (Patton, 2014). Olgubilim deseninin en temel amacı incelenen olgunun özelliğini herhangi bir kuramsal çerçeveye bağlı kalmadan gerçekçi bir yaklaşımla mümkün olduğunca açık bir şekilde ortaya koymak başka bir ifadeyle olguyu tanımlamaktır (Groenewald, 2004). Olgubilim desende bireylerin bir olguyu nasıl algıladıkları, açıkladıkları, hatırladıkları ve bu olguyu insanlara aktarmak için nasıl bir dil kullandıkları araştırılır (Patton, 2014). Yapılan araştırmada incelenen olgu “elektrik” kavramıdır. Bu nedenle sınıf öğretmeni adaylarının elektrik konusuna yönelik zihinlerindeki algının ortaya konması amacıyla nitel araştırma desenlerinden olgubilim kullanılmıştır.

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu bir devlet üniversitesinin 2020-2021 eğitim-öğretim yılında Eğitim Fakültesi Sınıf Öğretmenliği Anabilim dalı birinci sınıfında öğrenim gören 38 öğretmen adayı (22 kadın ve 16 erkek) oluşturmaktadır. Araştırmanın çalışma grubu amaçlı örnekleme yöntemlerinden kolay ulaşılabılır örnekleme yöntemine göre belirlenmiştir. Amaçlı örnekleme, belirli kriterleri sağlayan ve bilgi bakımından zengin durumların derinlemesine araştırılmasına imkan sağlayan bir örnekleme yöntemidir (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2013). Kolay ulaşılabılır örnekleme ise, araştırmacı açısından ulaşılması kolay bir örneklemin seçildiği, araştırmaya hız ve pratiklik kazandıran bir yöntemdir (Yıldırım ve Şimşek, 2016). Bu araştırmada, öğretmen adaylarına erişim kolaylığı söz konusu olduğu için araştırmanın çalışma grubunun seçiminde kolay ulaşılabılır örnekleme tercih edilmiştir. Araştırma kapsamında gönüllü öğretmen adayları ile çalışılmıştır.

2.3. Veri Toplama Araçları ve Uygulanması

Bu araştırmada veri toplama aracı olarak sınıf öğretmen adaylarının elektrik konusuna yönelik bilişsel algılarının ortaya konması amacıyla zihin haritaları kullanılmıştır. Zihin haritalarının bireylerin karmaşık kavramlarla ilgili bilgi ve algılarının ortaya konması amacıyla nitel çalışmalarda kullanılabilecek araçlar olduğu belirtilmiştir (Beckett, 2010; Tattersall, Watts ve Vernon, 2007). Araştırma kapsamında veri toplama aşamasında pandemi koşulları nedeniyle öğretmen adaylarına öncelikle Google Classroom’da açılan sanal sınıf üzerinde zihin haritalarının teorik çerçevesi, uygulanması ve çeşitli örnekleri ile ilgili 40 dakikalık bir eğitim gerçekleştirilmiştir. Ardından her bir öğretmen adayından 45 dakikalık süre içerisinde “Elektrik” kavramına ilişkin renkli kalemler kullanarak kendi zihin haritalarını çizmeleri istenmiştir. Öğretmen adaylarına oluşturacakları haritalarda çeşitli dallanmalar, oklar ya da çizgiler kullanarak “Elektrik” kavramına ilişkin istedikleri imgelere, kelimelere, şekillere ve resimlere yer verebilecekleri belirtilmiştir. Daha sonra öğretmen adaylarından hazırlanmış oldukları zihin haritalarını dosya halinde yine Google Classroom üzerinde açılan sayfaya yüklemeleri istenmiştir. Son olarak elde edilen zihin haritaları incelenerek analiz edilmiştir.

2.4. Etik Kurallara Uygunluk

Bu araştırma özet ya da tam metin bildiri olarak herhangi bir sempozyum veya kongrede sunulmamıştır. Ayrıca herhangi bir dergide daha önce yayınlanmamış veya yayınlanmak üzere herhangi bir dergiye gönderilmemiştir. Araştırmanın uygulamalarına başlamadan önce bir devlet üniversitesinin Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu’ndan araştırmanın uygulanabilirliğine

ilişkin 27.04.2021-10767 tarih ve sayılı etik kurul onay kararı alınmıştır. Uygulamalar öncesinde araştırmaya katılacak öğretmen adaylarına aydınlatılmış onam formu verilmiştir. Aydınlatılmış onam formunda araştırmanın niteliği hakkında bilgilere yer verilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarına çalışmanın amacı dışında kişisel bilgilerin hiçbir şekilde kullanılmayacağı ve araştırmaya katılımın gönüllülük esasına göre yapılacağı ifade edilmiştir. Öğretmen adaylarının araştırmadan istedikleri zaman ayrılacakları açık bir biçimde belirtilmiş olup araştırma kapsamında Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi'nde yer verilen bütün kurallara uyulmuştur.

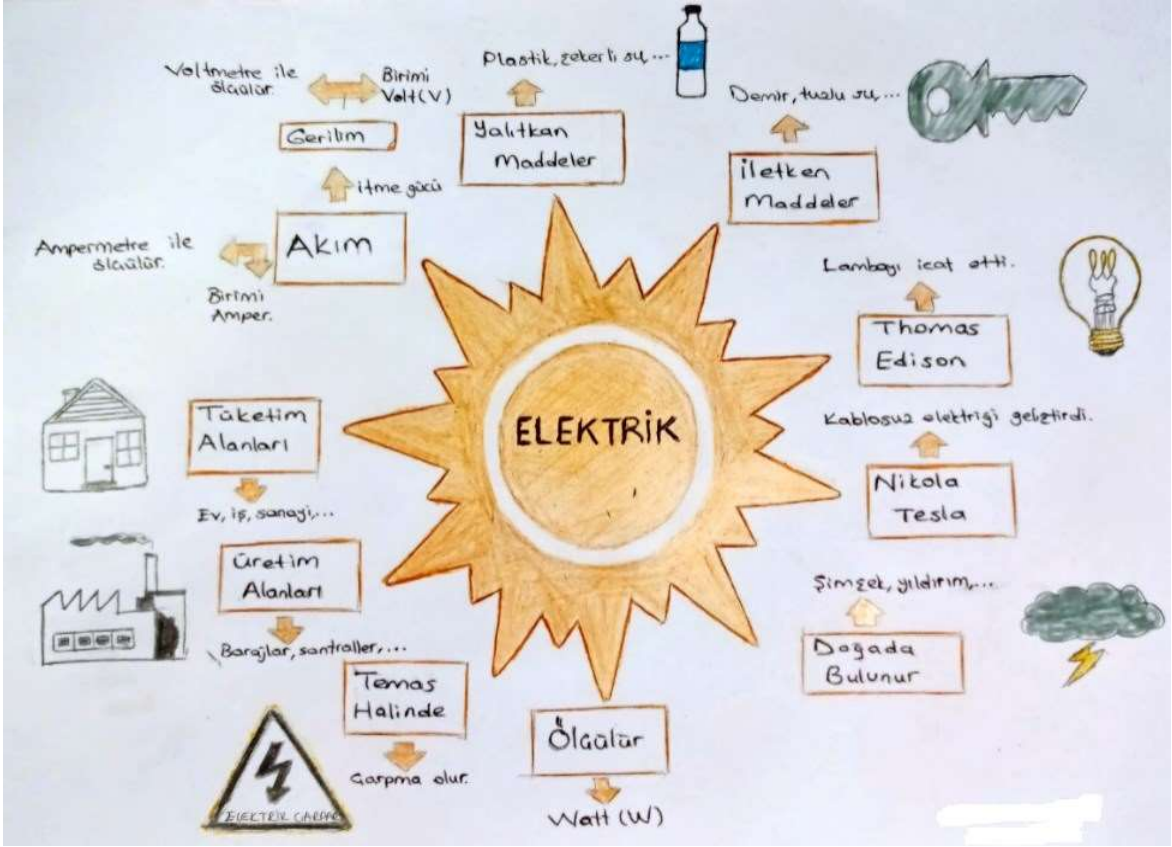
2.5. Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde nitel veri analiz yöntemlerinden içerik analizi kullanılmıştır. İçerik analizi yöntemi, bilimsel yöntemler kullanılarak herhangi bir metnin veya içeriğin sınıflandırılması, özetlenmesi, karşılaştırılması ve sayısal olarak ifade edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Cohen, Manion, ve Morrison, 2007). İçerik analizi yöntemi bireylerin duygu, düşünce ve fikirlerini tespit edebilmek için dolaylı çalışma olanağı sağlar (Büyüköztürk ve diğerleri, 2008). İçerik analizinde temel amaç, birbirine benzeyen verileri belirli kavramlar ve temalar çerçevesinde bir araya getirmek, bu kavram ve temaları okuyucuların anlayabileceği bir şekilde düzenlemek ve yorumlamaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2013).

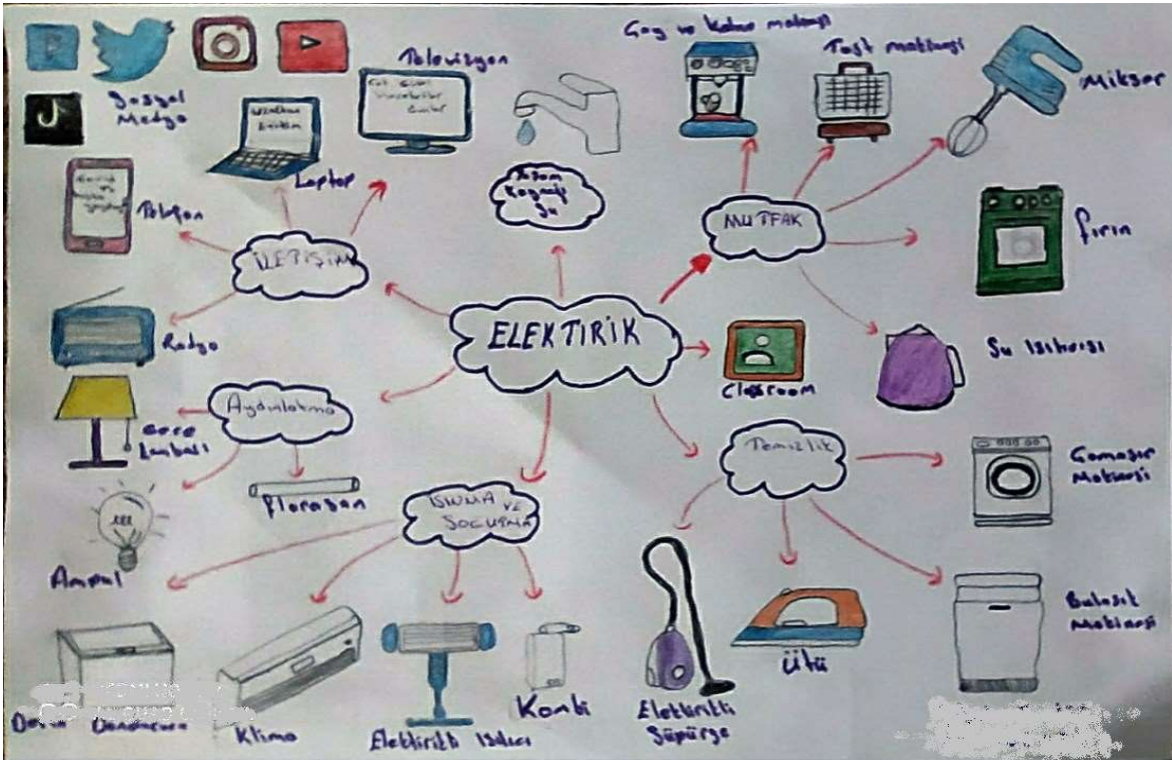
Araştırma kapsamında 38 öğretmen adayının çizdikleri zihin haritaları öncelikle araştırmacı tarafından incelenmiştir. İnceleme sonucunda içerik bakımından analize uygun olmayan ya da zihin haritası yapamayan 3 öğretmen adayına ait haritalar elenmiş ve analizlere 35 (20 kadın ve 15 erkek) öğretmen adayının haritaları ile devam edilmiştir. Öğretmen adaylarının yapmış oldukları zihin haritaları öncelikle araştırmacı ve bir alan uzmanı tarafından birbirinden bağımsız bir biçimde incelenmiştir. Zihin haritalarındaki dallandırmalardan ve anahtar kavramlardan yola çıkılarak oluşması muhtemel kod ve temalar belirlenerek sıralanmıştır. Oluşturulan olası kod ve temalarda hangi kodların (anahtar kavramlar) hangi temalar altında yer alabileceğine ilişkin değerlendirmeler yapılmıştır. Bu aşamada varsa eşleşmeyen kodlar uygun temalar altına ya da yeni bir tema altına yerleştirilmiştir. Ardından araştırmacı ve alan uzmanı tarafından oluşturulan kod ve temaların karşılaştırılması yapılmıştır. Bu işlemler ortak bir görüşe varıncaya kadar devam etmiştir. Öğretmen adaylarının zihin haritalarında yer alan kodlar, kategoriler, temalar ve frekansları tablolarda detaylı bir şekilde verilmiştir. Öğretmen adaylarının çizmiş oldukları semboller ve şekiller ile ilgili açıklamalar yapılmıştır. Bazı öğretmen adaylarının çizdikleri zihin haritalarından örnekler Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3, Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir.



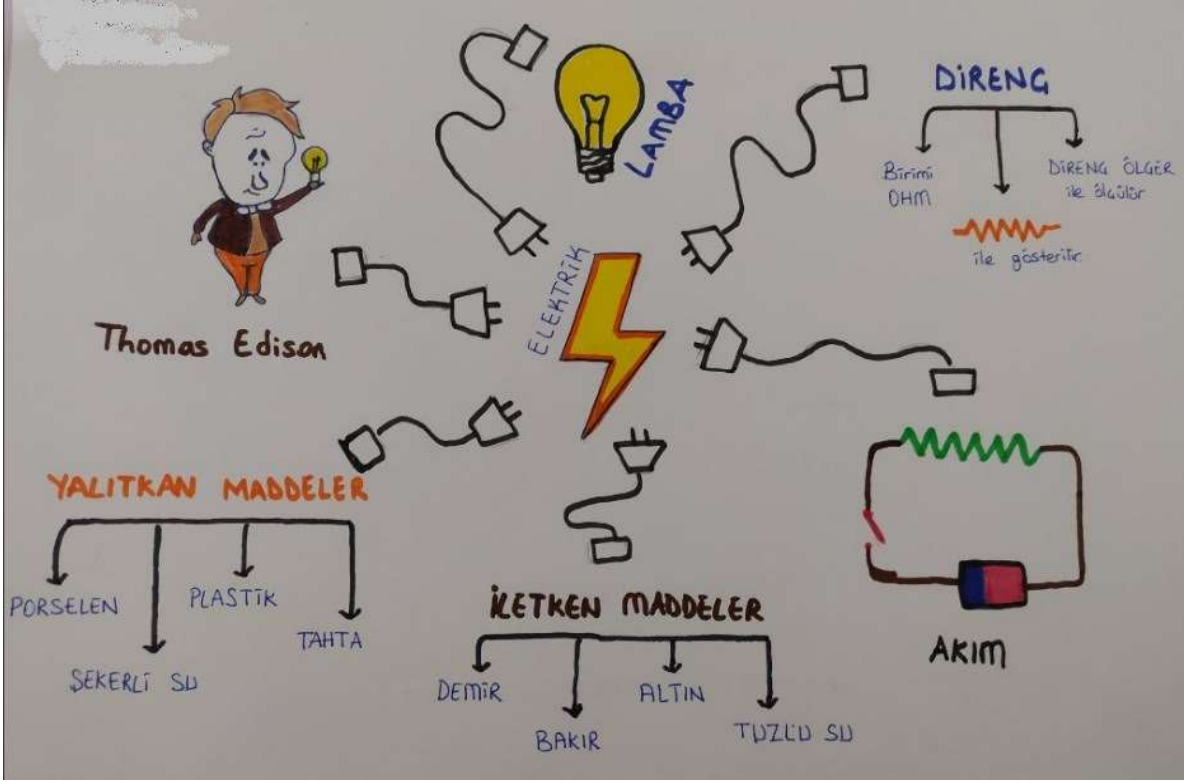
Şekil 1. Sınıf öğretmeni adaylarının zihin haritalarından örnekler



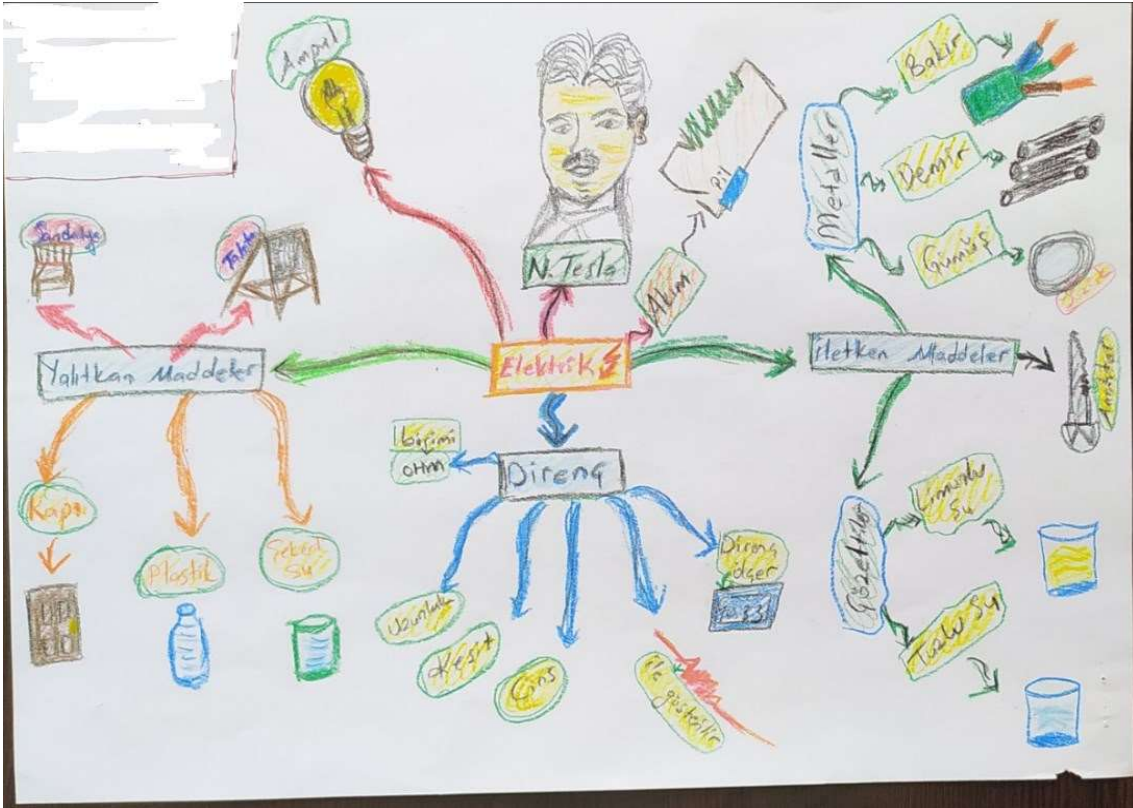
Şekil 2. Sınıf öğretmeni adaylarının zihin haritalarından örnekler



Şekil 3. Sınıf öğretmeni adaylarının zihin haritalarından örnekler



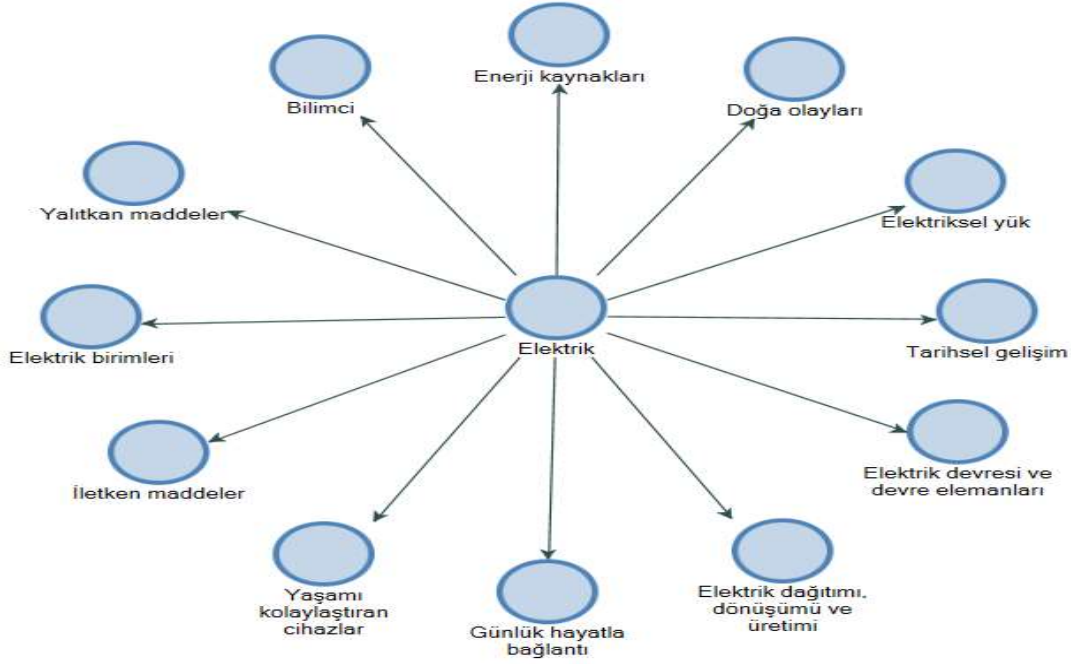
Şekil 4. Sınıf öğretmeni adaylarının zihin haritalarından örnekler



Şekil 5. Sınıf öğretmeni adaylarının zihin haritalarından örnekler

3. BULGULAR

Öğretmen adaylarının elektrik konusuna ilişkin zihin haritalarında yer alan ifadeler ile oluşturulan temalar ve frekansları, Şekil 6 ve Tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 6. Elektrik Konusuna İlişkin Oluşturulan Temalar

Tablo 1. Öğretmen Adaylarının Elektrik Konusuna İlişkin Zihin Haritalarında Yer Alan İfadelerden Oluşturulan Temalar

Temalar	Frekans
Elektrik devresi ve devre elemanları	33
Elektrik dağıtımı, dönüşümü ve üretimi	28
Günlük hayatla bağlantı	24
Yaşamı kolaylaştıran cihazlar	21
İletken maddeler	17
Elektrik birimleri	17
Yalıtkan maddeler	16
Bilimci	14
Enerji kaynakları	10
Doğa olayları	8
Elektriksel yük	7
Tarihsel gelişim	1

Tablo 1’de sınıf öğretmeni adaylarının oluşturduğu zihin haritalarında elektrik konusuna ilişkin en çok ifade edilen temanın “Elektrik devresi ve devre elemanları” teması olduğu görülmektedir. 33 öğretmen adayı zihin haritalarında elektrik devresine veya bir elektrik devresinde bulunan farklı elemanlara yer vermiştir. Diğer temalar ise zihin haritalarında kullanılma sıklığına göre sırasıyla “Elektrik dağıtımı, dönüşümü ve üretimi” (f=28), “Günlük hayatla bağlantı” (f=24), “Yaşamı kolaylaştıran cihazlar” (f=21), “İletken maddeler” (f=17), “Elektrik birimleri” (f=17) “Yalıtkan maddeler” (f=16) ve “Bilimci” (f=14) temalarıdır. Öğretmen adaylarının zihin haritalarında “Enerji kaynakları” (10), “Doğa olayları” (f=8) ve “Elektriksel yük” (f=7) temaları ile ilgili ifadeler sıklık bakımından az rastlanmıştır. Yalnız 1 öğretmen adayı ise zihin haritalarında “Tarihsel gelişim” teması ile ilgili ifadeler yer vermiştir.

Öğretmen adaylarının elektrik devresi ve devre elemanları temasına ilişkin oluşturdukları kodlar ve frekansları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Öğretmen Adaylarının Elektrik Devresi ve Devre Elemanları Temasına İlişkin Oluşturdukları Kodlar

Kodlar	Frekans	Kodlar	Frekans
Ampul	21	Kesit	3
Priz	18	Uzunluk	3
Akım	16	Bobin	2
Direnç	15	Duy	2
Pil	12	Kısa devre	2
Kablo	8	Şiddet	2
Direnç ölçer	7	Voltmetre	2
Fiş	6	Akü	1
Anahtar	5	Alternatif akım	1
Elektrik devresi	4	Batarya	1
Şalter	4	Diyot	1
Voltaj	4	Doğru akım	1
Ampermetre	3	Kondansatör	1
Cins	3	Lamba	1
Devre	3	Mıknatıs	1
Elektrik düğmesi	3	Parlaklık	1
Gerilim	3	Pil yatağı	1
Güç	3	Priz kablosu	1

Tablo 2’de görüldüğü gibi Elektrik devresi ve devre elemanları teması altında herhangi bir kategori oluşturulmamış, elektrik devresi ve devre elemanlarına ilişkin ifadeler kod olarak değerlendirilmiştir. Araştırmaya katılan öğretmen adaylarının neredeyse tamamına yakınının elektrik konusu alt konularından basit elektrik devresi, elektrik devreleri ve elektrik devre elemanlarını zihin haritalarına yansıttığı belirlenmiştir. Bunlardan ampul (f=21) en çok vurgulanan devre elemanı olmuştur. Öğretmen adaylarından 18’i priz, 16’sı akım, 15’i direnç, 12’si pil, 8’i kablo ve 7’si direnç ölçer kodlarına yer vermiştir. Bunların ardından ifade edilme sıklığına göre fiş (f=6), anahtar (f=5), şalter, voltaj, elektrik devresi (f=4) ve ampermetre, cins, devre ve elektrik düğmesi (f=3) gibi kodlar gelmiştir. Ayrıca bazı öğretmen adayları zihin haritalarında basit bir elektrik devresi üzerinde devre elemanlarını çizerek göstermişlerdir. Direnç kavramını ifade ederken direnç anlamına gelen zikzak şeklindeki sembolü kullanmışlardır.

Öğretmen adaylarının elektrik dağıtımını, dönüşümü ve üretimi temasına ilişkin oluşturdukları kategoriler, kodlar ve frekansları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Öğretmen Adaylarının Elektrik Dağıtımını, Dönüşümü ve Üretimi Temasına İlişkin Oluşturdukları Kategoriler ve Kodlar

Kategori	Frekans	Kod	Frekans
Dağıtım	19	Elektrik direği	13
		Trafo	7
		Elektrik faturası	4
		TEDAŞ	2
		Elektrik sayacı	1
Dönüşüm	16	Güneş paneli	6
		Isı	5
		Işık	3
		Rüzgâr tribünü	3
		Enerji	2
		Jeneratör	2
		Rüzgâr gülü	2
		Piezoelektrik	1
		Üretim	11
Santral	4		
Hidroelektrik santrali	3		
Dinamo	1		
Keban barajı	1		
Nükleer santral	1		
Termik santral	1		

Tablo 3'te Elektrik dağıtımı, dönüşümü ve üretimi teması altında yer alan kategoriler ve kodlar yer almaktadır. Elektrik dağıtımı, dönüşümü ve üretimi ile ilgili ifadeler “dağıtım”, “dönüşüm” ve “üretim” olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Öğretmen adaylarının 19'u elektrikliğin dağıtımına, 16'sı dönüşümüne ilişkin ifadelerle yer verirken 11'i üretimine ilişkin ifadelerle yer vermiştir. Dağıtım kategorisi altında en sık elektrik direği (f=13) ve trafo (f=7) vurgulanırken dönüşüm kategorisi altında güneş paneli (f=6) ve ısıya (f=5) vurgu yapıldığı belirlenmiştir. Üretim kategorisi altında ise baraj (f=7) ve santral (f=4) en çok ifade edilen kodlar olmuştur. Ayrıca öğretmen adayları elektrik direği, güneş paneli, rüzgâr tribünü ve baraj gibi ifadeleri zihin haritalarında çizerek göstermişlerdir.

Öğretmen adaylarının günlük hayatla bağlantı temasına ilişkin oluşturdukları kodlar ve frekansları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Öğretmen Adaylarının Günlük Hayatla Bağlantı Temasına İlişkin Oluşturdukları Kodlar

Kod	Frekans	Kod	Frekans
Sokak lambası	6	Classroom	1
Tasarruf	6	Çağlar	1
Tehlike	6	Devrim	1
İnternet	5	Elektrik arızası	1
Aydınlık	4	Floresan	1
Enerji	4	Gaz lambası	1
Işık	4	Gece lambası	1
İletişim	4	Göç	1
Aydınlatma	3	Güç	1
Elektrikçi	3	Güvenli	1
Lamba	3	İsraf	1
Sanayi	3	İş	1
Su	3	Kaçak	1
Ampul	2	Karanlık	1
Elektrik çarpması	2	Kesinti	1
Ev	2	Kuru kafa	1
Genleşme	2	Kuşlar	1
Hayat	2	Medeniyet	1
Kolaylık	2	Mum	1
Ölüm tehlikesi	2	Ölüm	1
Radyasyon	2	Sermaye	1
Teknoloji	2	Sosyal medya	1
Trafik ışıkları	2	Temas	1
Anadolu	1	Temizlik	1
Aşk ve sevgi	1	Tükenebilirlik	1
Ateş	1	Ulaşım	1

Tablo 4'te görüldüğü üzere günlük hayatla bağlantı teması altında herhangi bir kategori oluşturulmamış, öğretmen adaylarının elektrikliğin günlük hayatla bağlantısına ilişkin zihin haritalarında yer verdikleri ifadeler birer kod olarak ele alınmıştır. Bunlardan sokak lambası, tasarruf ve tehlike (f=6) en çok vurgulanan kodlar olmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının elektrikliğin günlük hayatla bağlantısına ilişkin İnternet (f=5), aydınlık, enerji, ışık ve iletişim (f=4), aydınlatma, elektrikçi, lamba, sanayi ve su (f=3) ifadelerine de zihin haritalarında yer verdikleri tespit edilmiştir. Bunların ardından ifade edilme sıklığına göre elektrik çarpması, teknoloji, kolaylık, ölüm tehlikesi (f=2) gibi kodlar ile elektrik arızası, kaçak, israf ve kesinti (f=1) kodları gelmiştir. Öğretmen adayları sokak lambası, elektrikçi, ampul, trafik ışıkları ve kuru kafa gibi kodları zihin haritalarında çizerek resmetmişler ve ölüm tehlikesi gibi kodları ölüm tehlikesi anlamına gelen sembolü çizerek ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının yaşamı kolaylaştıran cihazlar temasına ilişkin oluşturdukları kategoriler, kodlar ve frekansları Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Öğretmen Adaylarının Yaşamı Kolaylaştıran Cihazlar Temasına İlişkin Oluşturdukları Kategoriler ve Kodlar

Kategori	Frekans	Kod	Frekans
Elektrikli cihazlar	20	Televizyon	13
		Çamaşır makinası	9
		Fırın	7
		Telefon	7
		Buzdolabı	6
		Şarj cihazı	6
		Elektrikli araba	2
		Radyo	2
		Soba	2
		Su ısıtıcı	2
		Bulaşık makinası	1
		Çay ve kahve makinası	1
		Davlumbaz	1
		Hoparlör	1
		Laptop	1
		Mikrodalga fırın	1
		Mikser	1
		Modem	1
		Tost makinası	1
		Ütü	1
Aletler	4	Pense	3
		Tornavida	2
		Elektrik bandı	1
		Elektroskop	1
		Kontrol kalemi	1
		Susta	1

Tablo 5’te görüldüğü gibi yaşamı kolaylaştıran cihazlar teması altındaki ifadeler iki farklı kategoride incelenmiştir. Bu kategoriler elektrikli cihazlar (f=20) ve aletler (f=4) kategorileridir. Öğretmen adayları tarafından elektrikli cihazlar kategorisi içerisinde en sık vurgulanan kodun televizyon (f=13) olduğu belirlenmiştir. Öğretmen adaylarından 9’u çamaşır makinası, 7’si fırın ve telefon, 6’sı ise buzdolabı ve şarj cihazı kodlarını ifade etmişlerdir. Aletler kategorisi içerisinde en çok vurgu yapılan kodlar ise pense (f=3) ve tornavida (f=2) olmuştur. Ayrıca öğretmen adaylarının bu tema altındaki kodları ifade ederken elektrikli cihazları ve aletleri resmederek çizdikleri tespit edilmiştir.

Öğretmen adaylarının iletken maddeler temasına ilişkin oluşturdukları kategoriler, kodlar ve frekansları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Öğretmen Adaylarının İletken Maddeler Temasına İlişkin Oluşturdukları Kategoriler ve Kodlar

Kategori	Frekans	Kod	Frekans
Metaller	13	Demir	11
		Bakır	9
		Bakır tel	2
		Altın	1
		Alüminyum	1
		Gümüş	1
Çözeltiler	11	Tuzlu su	11
		Limonlu su	1
Diğer	4	İletken	4

Tablo 6’da İletken maddeler teması altında yer alan kategoriler ve kodlar yer almaktadır. İletken maddeler ile ilgili ifadeler “metaller”, “çözeltiler” ve “diğer” olmak üzere üç kategori altında toplanmıştır. Öğretmen adaylarının 13’ü metaller ile ilgili ifadelere yer verirken 11’i çözeltiler ile ilgili ifadelere yer vermiştir. Metaller kategorisi altında en sık demir (f=11) ve bakır (f=9) kodları vurgulanırken çözeltiler kategorisi altında tuzlu suya (f=11) vurgu yapıldığı belirlenmiştir. Diğer kategorisi 4 öğretmen adayının ifadeleri göz önünde bulundurularak oluşturulurken bu kategori altında iletken (f=4) kodu en çok ifade edilen kod olmuştur. Ayrıca öğretmen adayları bu kategoriler altında yer alan kodların hemen hepsini zihin haritalarında ayrıca görsellerini çizerek resmetmişlerdir.

Öğretmen adaylarının elektrik birimleri temasına ilişkin oluşturdukları kodlar ve frekansları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Öğretmen Adaylarının Elektrik Birimleri Temasına İlişkin Oluşturdukları Kodlar

Tema	Kod	Frekans
Elektrik birimleri	Ohm	13
	Volt	5
	Amper	4
	Watt	4
	Kilowatt	1

Tablo 7’de görüldüğü üzere elektrik birimleri teması altında herhangi bir kategori oluşturulmamış, öğretmen adaylarının elektrik birimlerine ilişkin zihin haritalarında yer verdikleri ifadeler birer kod olarak ele alınmıştır. Bunlardan Ohm (f=13) en fazla vurgulanan kod olmuştur. Öğretmen adaylarının elektrik birimlerine ilişkin Volt (f=5), Amper (f=4), Watt (f=4) ve Kilowatt (f=1) ifadelerine de zihin haritalarında yer verdikleri belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adayları elektrik birimleri teması altındaki bu kodları birimlerin sembollerini de çizerek ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının yalıtkan maddeler temasına ilişkin oluşturdukları kategoriler, kodlar ve frekansları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Öğretmen Adaylarının Yalıtkan Maddeler Temasına İlişkin Oluşturdukları Kategoriler ve Kodlar

Kategori	Frekans	Kod	Frekans
Katı	11	Plastik	8
		Tahta	8
		Tahta kapı	2
		Plastik biberon	1
		Plastik damacana	1
		Plastik şişe	1
		Porselen	1
		Tahta çatal	1
		Tahta kalem	1
		Tahta kaşık	1
		Tahta sandalye	1
Sıvı	10	Şekerli su	10
Diğer	4	Yalıtkan	4

Tablo 8’de Yalıtkan maddeler teması altında yer alan kategoriler ve kodlar yer almaktadır. Yalıtkan maddeler ile ilgili ifadeler “katı”, “sıvı” ve “diğer” olmak üzere üç kategori altında toplanmıştır. Öğretmen adaylarının 11’i katı ile ilgili ifadelere yer verirken 10’u sıvı ile ilgili ifadelere yer vermiştir. Katı kategorisi altında en fazla plastik ve tahta (f=8) kodları vurgulanırken sıvı kategorisi altında şekerli suya (f=10) vurgu yapıldığı belirlenmiştir. Diğer kategorisi 4 öğretmen

adayının ifadeleri göz önünde bulundurularak oluşturulurken bu kategori altında ise yalıtkan (f=4) kodu en çok vurgulanan kod olmuştur. Ayrıca öğretmen adayları bu kategoriler altında yer alan kodların hemen hepsini zihin haritalarında çizerek resmetmişlerdir.

Öğretmen adaylarının bilimci temasına ilişkin oluşturdukları kodlar ve frekansları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Öğretmen Adaylarının Bilimci Temasına İlişkin Oluşturdukları Kodlar

Tema	Kod	Frekans
Bilimci	Thomas Edison	10
	Nicola Tesla	5
	Benjamin Franklin	3
	Albert Einstein	2
	Alessandro Volta	2
	George Simon Ohm	2
	Alexander Graham Bell	1
	Alexander Lodygin	1
	Andre Marie Ampere	1
	John Fleming	1
	Michael Faraday	1
	Thales	1

Tablo 9’da Bilimci teması altında kategori oluşturulmamış, öğretmen adaylarının ifade ettikleri bilimciler birer kod olarak ele alınmışlardır. Öğretmen adaylarının elektrik konusu ile ilgili olduğunu düşündükleri bilimcilere zihin haritalarında yer verdikleri belirlenmiştir. Bilimcilerden Thomas Edison (f=10) en çok vurgulanan bilimci olmuştur. Öğretmen adaylarından 5’i Nicola Tesla, 3’ü Benjamin Franklin ve 2’şer öğrenci Albert Einstein, Alessandro Volta ve George Simon Ohm’a vurgu yapmıştır. Andre Marie Ampere, John Fleming, Thales ve Michael Faraday’a ise 1’er öğretmen adayının zihin haritalarında yer verdiği belirlenmiştir. Ayrıca bazı öğretmen adayları Thomas Edison ve Nicola Tesla’yı zihin haritalarında resmetmişlerdir.

Öğretmen adaylarının enerji kaynakları temasına ilişkin oluşturdukları kategoriler, kodlar ve frekansları Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Öğretmen Adaylarının Enerji Kaynakları Temasına İlişkin Oluşturdukları Kategoriler ve Kodlar

Kategori	Frekans	Kod	Frekans
Yenilenebilir enerji kaynakları	9	Güneş	7
		Rüzgâr	6
		Biyokütle	2
		Hidroelektrik	2
		Jeotermal	2
		Su	2
		Dalga	1
Yenilenemez enerji kaynakları	3	Doğalgaz	2
		Fosil yakıt	2
		Kömür	1
		Nükleer enerji	1
		Petrol	1
Diğer	1	Yenilenebilir	1
		Yenilenemez	1

Tablo 10’da Enerji kaynakları teması altında yer alan kategoriler ve kodlar yer almaktadır. Enerji kaynakları ile ilgili ifadeler “yenilenebilir enerji kaynakları”, “yenilenemez enerji kaynakları” ve “diğer olmak üzere üç kategoriye ayrılmıştır. Öğretmen adaylarının 9’u yenilenebilir enerji kaynaklarına, 3’ü yenilenemez enerji kaynaklarına ilişkin ifadelere yer verirken 1 öğretmen adayının ifadelerine diğer kategorisi altında yer verilmiştir. Yenilenebilir enerji kaynakları kategorisi altında en fazla güneş (f=7) ve rüzgâr (f=6) vurgulanırken yenilenemez enerji kaynakları kategorisi altında doğalgaz ve fosil yakıt (f=2) vurgu yapıldığı belirlenmiştir. Diğer kategorisi altında ise yenilenebilir ve yenilenemez (f=1) kodları ifade edilmiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının fosil yakıt, hidroelektrik ve nükleer enerji gibi kodları zihin haritalarında çizerek resmetmişlerdir.

Öğretmen adaylarının doğa olayları temasına ilişkin oluşturdukları kodlar ve frekansları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Öğretmen Adaylarının Doğa Olayları Temasına İlişkin Oluşturdukları Kodlar

Tema	Kod	Frekans
Doğa olayları	Yıldırım	6
	Şimşek	5
	Gök gürültüsü	1

Tablo 11’de görüldüğü üzere Doğa olayları teması altında herhangi bir kategori oluşturulmamış, öğretmen adaylarının doğa olaylarına ilişkin zihin haritalarında yer verdikleri ifadeler birer kod olarak ele alınmıştır. Bunlardan yıldırım (f=6) en çok vurgulanan kod olmuştur. Öğretmen adaylarının doğa olaylarına ilişkin şimşek (f=5) ve gök gürültüsü (f=1) ifadelerine de zihin haritalarında yer verdikleri belirlenmiştir. Ayrıca öğretmen adayları yıldırım ve şimşek gibi kodları resmederek ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının elektriksel yük temasına ilişkin oluşturdukları kodlar ve frekansları Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Öğretmen Adaylarının Elektriksel Yük Temasına İlişkin Oluşturdukları Kodlar

Tema	Kod	Frekans
Elektriksel yük	Proton	7
	Elektron	6
	Nötron	5
	Topraklama	3
	Elektriklenme	1
	Paratoner	1
	Statik elektrik	1
	Sürtünme ile elektriklenme	1

Tablo 12’de görüldüğü üzere Elektriksel yük teması altında herhangi bir kategori oluşturulmamış, öğretmen adaylarının elektriksel yük temasına ilişkin zihin haritalarında yer verdikleri ifadeler birer kod olarak ele alınmıştır. Elektriksel yük kategorisi altında proton (f=7) en çok vurgulanan kod olmuştur. Bunu sırasıyla elektron (f=6) ve nötron (f=5) takip etmiştir. Öğretmen adayları doğa olaylarına ilişkin topraklama (f=3), elektriklenme, paratoner, statik elektrik ve sürtünme ile elektriklenme (f=1) ifadelerine de zihin haritalarında yer vermişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bu tema altında yer alan bütün kodları resmederek ifade etmişlerdir.

Öğretmen adaylarının tarihsel gelişim temasına ilişkin oluşturdukları kodlar ve frekansları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Öğretmen Adaylarının Tarihsel Gelişim Temasına İlişkin Oluşturdukları Kodlar

Tema	Kod	Frekans
Tarihsel gelişim	Kehribar parçaları	1
	Uçurtma deneyi	1
	Elektrik motoru	1
	Voltaik pil	1
	Ampul	1
	Fotoelektrik	1

Tablo 13’de Elektriksel yük teması altında kategori oluşturulmamış, öğretmen adaylarının elektriksel yük temasına ilişkin zihin haritalarında yer verdikleri ifadeler birer kod olarak ele alınmıştır. Bu tema altında yalnızca 1 öğretmen adayının zihin haritalarında yer alan ifadelere yer verilmiştir. Bu ifadeler kod olarak oluşturulan diğer temalarla ilişki bakımından benzerlik göstermediği için ayrı bir tema altında değerlendirilmiştir. Bu tema altında oluşan kodlar ise kehribar parçaları, uçurtma deneyi, elektrik motoru, voltaik pil, ampul ve fotoelektrik (f=1) olmuştur.

4. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu araştırmada elektrik konusuna yönelik sınıf öğretmeni adaylarının zihinsel algılarının ortaya konması amaçlanmıştır. Araştırmada elde edilen bulgulardan sınıf öğretmeni adaylarının zihinlerinde elektrik konusu ile ilgili farklı kavramların belirdiği ancak bu kavramların çoğunlukla elektrik konusu ile ilgili temel bilgi düzeyinde olduğu ve öğretmen adaylarının sınırlı bilgiye dayanan kavramlar ile ilişkiler kurdukları sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının zihin haritalarında elektrik konusuna yönelik yer alan ifadelerin 12 tema altında toplandığı belirlenmiştir. Uzun ve Şadoğlu (2017)’nin elektrik konusuna yönelik kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla öğretmen adaylarının bilişsel yapılarını ortaya koyduğu çalışmalarında araştırma sonucunu destekler nitelikte benzer temaların oluştuğu tespit edilmiştir. Öğretmen adaylarının ifadelerinin neredeyse tamamının elektrik devresi ve devre elemanlarıyla, yarısından fazlasının ise elektriğin günlük hayatla bağlantısı, yaşamı kolaylaştıran cihazlar, elektrik dağıtımı, dönüşümü ve üretimi ile ilgili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının bazılarının elektrik birimleri, elektrik konusuyla ilişkili bilimciler, enerji kaynakları, iletken ve yalıtkan maddeler ile ilgili bilgilere zihin haritalarında yer verdikleri görülmüştür. Ayrıca öğretmen adaylarının elektrikle bağlantılı doğa olayları, elektriksel yük ve elektriğin tarihsel gelişimine yönelik bilgilere ise zihin haritalarında nispeten daha az yer verdikleri tespit edilmiştir. Sınıf öğretmeni adaylarının elektrik konusuyla ilgili sıklıkla ifade ettikleri kavramların başında ampul, priz, akım, direnç ve pil geldiği bu kavramların ise “elektrik devresi ve devre elemanları” ile ilişkili kavramlar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğretmen adaylarının hemen hepsi zihin haritalarında bir elektrik devresinden ya da elektrik devresinde bulunabilecek temel devre elemanlarından bahsetmiştir. Bu sonucun oluşmasında sınıf öğretmeni adaylarının elektrik konusuna yönelik edindikleri bilgilerin genellikle temel düzeyde olması ve üst düzey elektrik bilgisi içeren bir müfredatın eğitim kademelerinde yer almamasının etkili olabileceği söylenebilir. Alan yazında da farklı eğitim kademelerinde elektrikle ilgili temel kavramların genellikle elektrik devresi ile ilişkili verilmesinin, lise ve üniversite düzeyinde yeterince fizik dersi alamamalarının ve elektrik konusu ile ilgili ileri düzeyde konuların öğretilmemesinin öğretmen adaylarının elektrikle ilgili sınırlı algıya sahip olmalarına neden olabileceği belirtilmektedir (Uzun ve Şadoğlu, 2017). Ayrıca Salar ve Uğurel (2020), yaptıkları çalışmada elektrik konusuna ilişkin öğrencilerin ön bilgi bakımından en güçlü olduğu kazanımların elektrik devre elemanları olduğunu ortaya koymuşlardır.

Öğretmen adaylarının elektriğin dağıtımı, dönüşümü ve üretimine yönelik zihinsel algılarının elektrik direği, güneş paneli ve baraj gibi temel düzeyde bilgi gerektiren kavramlarla sınırlı kaldığı sonucuna varılmıştır. Bu sonucun oluşmasında öğretmen adaylarının elektriğin dağıtımı, dönüşümü ve üretimine ilişkin edindikleri bilgilerin yüzeysel olmasının ya da günlük hayatta çevrelerinde edindikleri sınırlı deneyimlerin etkili olduğu söylenebilir. Yapılan bir çalışmada özellikle elektriğin üretimine ilişkin öğrencilerle görüşmeler gerçekleştirilmiş ve öğrencilerin jeneratör ve hidrotermik santral gibi elektriğin temel üretim araçlarını dile getirmedikleri belirlenmiştir. Öğrencilerin barajlardan elektrik üretildiğini belirtmelerine karşın bunun nasıl gerçekleştiğine yönelik bilgiye sahip olmadıkları görülmüştür (Yeşilyurt, 2006).

Bazı öğretmen adaylarının zihinsel algılarında elektrik konusunun günlük hayatla aydınlatma, tasarruf, ölüm tehlikesi, iletişim ve teknoloji gibi alanlarda bağlantısı olduğu yönünde sonuçlar ortaya çıkmıştır. Aynı zamanda öğretmen adaylarının elektriğin ısınma, soğutma, temizlik, mutfak ve iletişim gibi alanlarda kullanılan farklı cihazlar sayesinde yaşamı kolaylaştırdığına yönelik algılarının olduğu sonucuna varılmıştır. Elektriğin gerekli önlemler alınmadığı takdirde tehlikeli bir enerji türüne dönüşmesinin, gereksiz kullanımına ilişkin özellikle aile ortamında ya da medyada yapılan uyarıların ve günlük hayatta meydana gelen elektrik kesintilerinin yaşama olumsuz etkilerinin öğretmen adaylarının algılarına da yansıdığı görülmektedir. Ayrıca öğretmen adaylarının günlük hayatta ve hemen her alanda karşılaştıkları teknolojik cihazların elektrikle çalışmasının bu sonuçların ortaya çıkmasında etkili olduğu söylenebilir. Uzun ve Şadoğlu (2017), yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının elektriğin en önemli teknolojik ihtiyaçlardan biri olduğu, insanlık için en büyük icat olduğu, hayatı kolaylaştırdığı, ısınma ve aydınlanma gibi birçok alanda yararlanılan bir enerji çeşidi olduğu yönünde elektrik kavramına anlamlar yüklediklerini tespit etmişlerdir.

Öğretmen adaylarından bazılarının elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık hakkında yalnızca bir kaç iletken ve yalıtkan maddenin bilgisine ilişkin zihinsel bir algıya sahip oldukları ve yine bu algının çok derin olmadığı sonucuna varılmıştır. Benzer şekilde elektriksel yük hakkında birkaç öğretmen adayı yalnızca proton, nötron ve elektron gibi parçacıkların yüklerine ilişkin ifadeleri zihin haritalarına yansıtılmışlardır. Öğretmen adaylarının metallerin elektriği iletir bilgisini zihin haritalarına yansıtılmalarına rağmen demir, bakır, altın, gümüş ve alüminyum metalleri dışında hiçbir metali çizimlerinde kullanmamaları dikkat çeken bir unsurdur. Bu durum öğretmen adaylarının metallere ilişkin detaylı bilgiye sahip olmadıklarını ya da günlük yaşamda yalnızca çevrelerinde sıklıkla görüp duydukları ile sınırlı algıya sahip olduklarını düşündürmektedir. Yapılan bir çalışmada öğrenciler maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin kullanıldığı alanları ve elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık konusunu günlük hayatla ilişkilendirebilmede kısmen başarılı oldukları sonucuna varılmıştır. Ayrıca öğrencilerin, elektriksel iletkenlik ve yalıtkan konusunda az da olsa kavram yanılgısına sahip oldukları ortaya konmuştur (Canpolat ve Ayyıldız, 2019). Yapılan bir başka çalışmada elektrik konusuna ilişkin proton, elektron, iletkenlik ve yalıtkanlık kavramlarına ilişkin öğretmen adaylarının algılarının çoğunluğunun nesneye ait özellikleri geri kalanlarının ise kişiye ait ve soyut kavramlara ait özellikleri çağrıştırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Kurt ve Sarı, 2018).

Öğretmen adaylarının bir kısmının elektrik konusu ile ilgili olarak yenilenebilir ve yenilenmez enerji kaynaklarına bir kısmının ise yıldırım ve şimşek gibi elektriksel doğa olaylarına ilişkin yine yüzeysel bir algıya sahip oldukları sonucuna varılmıştır. Alan yazında sınıf öğretmenlerinin yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları ile ilgili oldukça zayıf algılarının olduğu sonucu ortaya konmuştur (Saraç ve Bedir, 2014). Hal böyleyken araştırmada elde edilen bu sonuç olağan bir durumdur ve bu araştırmada da benzer şekilde öğretmen adaylarının elektriğin üretimine ilişkin kullanılan enerji kaynaklarına yönelik zayıf bir algıya sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Öğretmen adaylarından çok az bir kısmı ise zihin haritalarında elektrik birimleri ve elektrikle ilgili bazı bilim insanlarını zihin haritalarına yansıtılmışlardır. Zihin haritalarında ifade edilen elektrik birimleri ve bilimciler incelendiğinde en popüler bilimcilerin ve sıklıkla kullanılan elektrik birimlerinin öğrencilerin zihinlerinde yer aldığı sonucuna varılmıştır. Öğretmen adaylarının elektrik birimlerinden Ohm'a ($f=13$) sıklıkla vurgu yapmalarına rağmen bilimci George Simon Ohm'a ($f=2$) aynı oranda vurgu yapmamaları dikkat çeken bir unsurdur.

Elektriğin tarihsel gelişimine ilişkin ise yalnızca bir öğretmen adayının vurgu yapması dikkat çekmektedir. Bu öğretmen adayı çizimlerinde hangi yüzyılda hangi buluşun yapıldığına ilişkin ifadelerini dallandırmalar kullanarak göstermiştir. Bu sonuç sınıf öğretmen adaylarının elektriğin tarihsel gelişimine ilişkin algılarının oldukça zayıf olduğunu göstermektedir.

Elektrik konusu oldukça soyut kavramlar içeren ve öğrenciler tarafından öğrenilmesi zor olarak algılanan konular arasında yer almaktadır. Bu araştırmada öğretmen adaylarının zihin haritaları analiz edildiğinde elektrik konusu ile ilgili kavramların yazılı olarak ifade edilmesinin yanında çoğunlukla somut nesnelere ya da kişilerle ilişkilendirilerek ifade edilmeye çalışıldığı araştırmada elde edilen bir başka sonuçtur.

Araştırmada elde edilen sonuçlardan yola çıkarak şu önerilerde bulunmaktadır. Sınıf öğretmeni adaylarının elektrik konusuna ilişkin daha detaylı ve derin bilgiye sahip olmaları için sınıf öğretmenliği lisans programında fizik dersinin alan dersi olarak verilmesi önerilebilir. Lisans düzeyinde sınıf öğretmenliği programı müfredatında elektrik konusu ile ilişkili soyut kavramlar ile soyut algılanan olguların somutlaştırılarak öğretilmesini sağlayacak düzenlemeler yapılabilir. Öğretmen adaylarının elektrik konusu ile ilgili kalıcı öğrenmeler gerçekleştirebilecekleri ve ilgili deneyleri yapabilecekleri laboratuvar ortamları hazırlanabilir. Öğretmen adaylarının elektrik konusu ile ilgili algılarının ve görüşlerinin ortaya konabileceği farklı nitel çalışmalar yapılabilir. Sınıf öğretmeni adaylarının elektrik konusuna yönelik sınırlı algılarının nedenlerini araştırmaya ve çözmeye yönelik deneysel çalışmalar yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Asami, N., King, J. ve Monk, M. (2000). Tuition and memory: mental models and cognitive processing in Japanese children's work on d.c. electrical circuits. *Research in Science and Technological Education*, 18(2), 141-154.
- Baybars, M. G. (2019). Determination of The Opinions and Alternative Concepts of Pre-Service Science Teachers About The Functions of The Elements of A Simple Electric Circuit. *European Journal of Physics Education*, 10(2), 36-52.
- Beckett, A. (2010). Exploring mind-mapping as a research tool: from application to analysis. England: *Thinking Critically About Analysis' Conference*, University of Leeds (13th September).
- Brinkmann, A. (2003). Graphical Knowledge Display-Mind Mapping and Concept Mapping as Efficient Tools in Mathematics Education. *Mathematics Education Review*, 16, 35-48.
- Buzan, T. (2009). *Akul Haritaları: Yaratıcılığınızı Harekete Geçirin ve Dönüştürün*. Hakan Öneş (Ed.), Boyut Kitapları, BBC.
- Buzan, T. ve Buzan B. (2013). *Zihin haritaları*. Güntülü Tercanlı (Çev.). İstanbul: Alfa Yayıncılık.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Yayınları.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi
- Canbazoglu Bilici, S. ve Şentürk, M., (2019). *Fen öğretiminde kavram yanlışları tespiti ve giderilmesi*. Canan Laçın Şimşek (Ed). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Canpolat, E. ve Ayyıldız, K. (2019). 8. sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersi bilgilerini günlük yaşam ile ilişkilendirebilme düzeyleri. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (AUJEF)*, 3(1), 21-39.
- Caymaz, B. (2020). Türkiye’de elektrik konusuyla ilgili fen eğitimi alanında yapılan tez çalışmalarının içerik analizi. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 701-718. DOI: 10.17679/inuefd.642759
- Çiçek, Ş. (2008). *Lise II Öğrencilerinin kimya dersinde başarıları ve tutumları üzerine bilim şenliklerinin etkisinin incelenmesi*. (Yayınlanmış yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Cohen, L., Manion, L., ve Morrison, K. (2007). *Research methods in education (6th ed.)*. Routledge.
- Ecevit, T. ve Özdemir Şimşek, P. (2017). Öğretmenlerin fen kavram öğretimleri, kavram yanlışlarını saptama ve giderme çalışmalarının değerlendirilmesi. *İlköğretim Online*, 16(1), 129-150. doi:10.17051/io.2017.47449.
- Ercan, F., Taşdere, A., ve Ercan, N. (2010). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla bilişsel yapının ve kavramsal değişimin gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7, 136-154.
- Evrekli, E. ve Balım, A. G. (2010). Fen ve teknoloji öğretiminde zihin haritası ve kavram karikatürü kullanımının öğrencilerin akademik başarıları ve sorgulayıcı öğrenme becerileri algılarına etkisi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi (BAED)*, 1(2), 76-98.
- Evrekli, E., İnel, D. ve Balım, A. G., (2011). Fen öğretiminde kavram karikatürleri ve zihin haritalarının birlikte kullanımının etkileri üzerine bir araştırma. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(2), 58-85.
- Gold, S. (2001). A Constructivist approach to online training for online teachers. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 5(1), 35-57.
- Groenewald, T. (2004). A phenomenological research design illustrated. *International Journal of Qualitative Methods*, 3(1), 1-26.

- Horstman, B. ve White, W. (2002). Best Practice Teaching in College Success Courses: Integrating Best Practice Teaching Methods into College Success Courses. *The Journal of Teaching and Learning*, 6(1).
- Karakuyu, Y., ve Tüysüz, C. (2011). Elektrik konusunda kavram yanlışları ve kavramsal değişim yaklaşımı. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(2), 867-890.
- Kocakulah, M. S., ve Abacı, B. (2017). Son sınıf fen bilgisi öğretmen adaylarının potansiyel fark konusundaki kavram yanlışları. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(3), 155-163.
- Kortelainen, T. ve Vanhala, M. (2004). Portfolio, peer evaluation, and mind map in an introductory course of information studies. *Journal of Education for Library and Information Science*, 45(4), 273-285.
- Kurt, H. S. ve Sarı, M., (2018). Metaphorical perceptions of physics teacher candidates about some concepts of electricity. *Erciyes Journal of Education*, 2(1), 64-90.
- Mayring, P., Gümüş, A. ve Durgun, S. M. (2011). *Nitel sosyal araştırmaya giriş: Nitel düşünce için bir rehber*. Ankara: Bilgesu Yayıncılık.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2005). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6., 7. ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınevi.
- Öner, F. ve Arslan, M. (2005). İlköğretim 6. Sınıf fen bilgisi dersi elektrik ünitesinde kavram haritaları ile öğretimin öğrenme düzeyine etkisi. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 4 (4), 1303-6521.
- Patton, Q. M. (2014). *Nitel araştırma ve değerlendirme yöntemleri* (Çev: M. Bütün & S. B. Demir). Ankara: Pegem Yayıncılık.
- Rostron, S. S. (2002). *Accelerating Performance: Powerful New Techniques for Developing People*. Kogan Page.
- Pınarbaşı, F., ve Erdoğan, N. (2017). Zihin Haritası Yöntemi ile Kariyerin Anlamlandırılması: İşletme Öğrencilerine Yönelik Bir Araştırma. *İş'te Davranış Dergisi*, 2(2), 11-37.
- Salar, R., ve Uğurel, E. (2020). Onuncu Sınıf Fizik Dersi Elektrik Konusu ile İlgili Ölçme Aracı Geliştirilmesi ve Öğrencilerin Ön Bilgilerinin Tespit Edilmesi. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science & Mathematics Education*, 14(1), 217-239.
- Saraç, E. ve Bedir, H. (2014). Sınıf öğretmenlerinin yenilenebilir enerji kaynakları ile ilgili algıları üzerine nitel bir çalışma. *Kara Harp Okulu Bilim Dergisi*, 24(1), 19-45.
- Schulte, P. L. (2001). *Preservice primary teacher alternative conceptions in science and attitudes toward teaching science* (Doctoral Thesis). New Orleans Üniversitesi, New Orleans, ABD.
- Streibel, J. B., (2003). *The Manager's Guide to Effective Meetings*. McGraw-Hill Professional.
- Şen, E., ve Çoban, S. (2018). Zihin haritası tekniğinin keman eğitimi derslerinde kullanımının öğrencilerin bilişsel, devinışsel becerilerine ve tutumlarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 43(194), 285-310.
- Şenyiğit, Ç., ve Sılay, İ. (2019). Basit elektrik devreleri konusunda üç aşamalı kavram testi geliştirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (48), 69-87.
- Tattersall, C., Watts, A., ve Vernon, S. (2007). Mind mapping as a tool in qualitative research. *Nursing Times*, 103(26), 22-33.
- Tuluk, G. (2020). Pedagojik formasyon programındaki matematik öğretmen adaylarının pedagojik alan bilgisine yönelik zihin haritaları. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(3), 1541-1557.
- Uysal, H., ve Sidekli, S. (2020). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin zihin haritası yöntemi ile hikâyeye yazma becerilerinin geliştirilmesi. *Eğitim ve Bilim*, 45(204), 1-22.
- Uzun, S. ve Şadoğlu, G. P. (2017). Sınıf öğretmenleri adaylarının elektrik kavramına ilişkin bilişsel yapıları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 11(2), 289-306.
- Yeşilyurt, M. (2006). İlköğretim ve Lise Öğrencilerinin Elektrik Kavramı ile İlgili Düşünceleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(17), 41-59.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (10. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Warwick, P. ve Stephenson, P. (2002). Editorial article reconstructing science in education: Insights and strategies for making it more meaningful. *Cambridge Journal of Education*, 32(2), 143-151.

EXTENDED SUMMARY

Purpose

Electricity is an abstract subject within the scope of science class. Students have difficulty understanding the subject of electricity because it includes facts that cannot be directly observed. For meaningful and permanent learning, students need to develop induction skills on concepts related to electricity and associate general concepts or phenomena with operational processes that cannot be directly observed. This process has two critical parameters: explaining concepts scientifically and choosing appropriate teaching methods (Canbazoğlu Bilici and Şentürk, 2019). The subject of electricity has been extensively researched involving teaching concepts and identifying and dispelling misconceptions (Asami, King and Monk, 2000; Baybars, 2019; Karakuyu and Tüysüz, 2011; Kocakulah and Abacı, 2017; Öner and Arslan, 2005; Şenyiğit and Silay, 2019). Most studies on electricity focus on the effects of teaching methods on academic performance, permanent learning, and attitudes towards science. There is a small body of qualitative research on the subject of electricity as most studies generally adopt a quantitative experimental design. Therefore, researchers should conduct more qualitative studies on electricity (Caymaz, 2020). Mind maps are used in different disciplines (Pınarbaşı and Erdoğan, 2017; Şen and Çoban, 2018; Tuluk, 2020; Uysal and Sidekli, 2020). However, there is no research focusing on preservice classroom teachers' mind maps on the subject of electricity. This study adopted a qualitative research design to investigate what kind of mental structure preservice classroom teachers had regarding the basic concepts of electricity. We think that this study will help developers, teachers, and researchers design better curricula and research designs to understand how preservice teachers structure the basic concepts of electricity in their minds. Therefore, this study will be of interest to both classroom and science teachers. This paper investigated preservice classroom teachers' perceptions of the subject of "electricity."

Methodology

This study adopted phenomenology, which is a qualitative research design. The sample consisted of 38 first-year students (22 women and 16 men) of the department of classroom teaching of the faculty of education of a public university in the 2020-2021 academic year. Participants were recruited using convenience sampling, which is a purposive sampling technique. Data were collected through participants' mind maps on the subject of electricity. The data were analyzed using qualitative content analysis.

Results

Almost all participants addressed simple electrical circuits, electrical circuits, and electrical circuit elements in their mind maps. More than half the participants touched upon electricity distribution, conversion, and generation, its connection to daily life, and electrical devices that make life easier. Some participants focused on electrical units, scientists working on electricity, energy sources, and conductive and insulating materials in their mind maps. Lastly, few participants referred to the phenomena related to electricity, electrical charge, and historical development of electricity in their mind maps.

Conclusion and Discussion

Participants mostly made a reference to the concepts of a light bulb, socket, current, resistor, and battery. These concepts were related to "electrical circuits and circuit elements." Almost all participants talked about an electrical circuit or elements of an electrical circuit in their mind maps. This may have two reasons. First, preservice classroom teachers have basic knowledge of electricity. Second, the curriculum does not address high-level information on electricity. Salar and Uğurel (2020) found that students knew about electrical circuit elements the most. Participants' mental perceptions of electricity distribution, conversion, and generation were limited to basic concepts, such as electricity poles, solar panels, and dams. This result may have two reasons. First, preservice classroom teachers have superficial knowledge of electricity distribution, conversion, and generation. Second, they have limited experience in daily life. Some mind maps showed that participants associated electricity with lighting, savings, death risk, communication, and technology. Participants regarded electricity as something that made life easier, thanks to different devices used in heating, cooling, cleaning, kitchen, and communication. Uzun and Şadoğlu (2017) reported that

preservice teachers considered electricity one of the greatest inventions that made life easier through various means, such as heating and lighting. Some participants had a superficial mental perception of only a few conductors and non-conductors. As for the electrical charge, only a few participants addressed the charges of particles (protons, neutrons, and electrons) in their mind maps. Kurt and Sarı (2018) reported that preservice teachers' perceptions regarding the concepts of proton, electron, conductivity, and resistivity mainly were related to the properties of objects rather than abstract properties. Concerning electricity, some participants had a superficial perception of renewable and non-renewable energy sources, while others had a shallow perception of electrical phenomena (thunderbolt and lightning). Saraç and Bedir (2014) also found that classroom teachers had relatively weak perceptions of renewable and non-renewable energy sources. Only a few participants mentioned electrical units and scientists working on electricity in their mind maps. They knew about the most famous scientists and common electrical units. Only one participant emphasized the historical development of electricity. She used branching in her drawings to indicate which invention was made in which century. This result shows that preservice classroom teachers have very weak perceptions of the historical development of electricity.