



## 2018 Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Programında Yer Alan Kazanımların Bilim Tarihindeki Bilimsel Deneyler ile İlişkilendirilmesi

*Relating the Achievements of the 2018 Secondary School Science Curriculum with Scientific Experiments in the History of Science*

İlknur Güven<sup>1\*</sup>

Hatice Merve Korkut<sup>2</sup>

Özge Köngül<sup>3</sup>

\* Sorumlu yazar

Corresponding Author

<sup>1</sup>Doç. Dr., Marmara Üniversitesi, Türkiye  
Assoc. Prof. Dr., Marmara University, Turkey,  
ilknur.guven@marmara.edu.tr

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-0086-8662>

<sup>2</sup>Doktora öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Türkiye,  
PhD Student, Marmara University, Turkey  
koyustuhaticemerve@gmail.com

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0003-1155-5020>

<sup>3</sup>Doktora öğrencisi, Marmara Üniversitesi, Türkiye  
PhD Student, Marmara University, Turkey  
ozgekongul@gmail.com

ORCID ID <https://orcid.org/0000-0002-8535-2851>

Makale geliş tarihi / First received : 15.11.2021

Makale kabul tarihi / Accepted : 29.12.2021

### Bilgilendirme / Acknowledgement:

Yazarlar aşağıdaki bilgilendirmeleri yapmaktadırlar:

1- Araştırmacıların katkı oranı eşittir.

2- Makale 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde sözlü bildiri olarak sunulmuştur. (UFBMEK 19-21 Mayıs, 2021) Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye.

3- Makalenin yazarları arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

5- Makalemizde etik kurulu izni ve/veya yasal/özel izin alınmasını gerektiren bir durum yoktur. (Bu çalışmada 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve bilim tarihi alanında yayınlanan kitaplar, fen disiplinleri alanındaki kitaplar, makaleler, tezler, bilimsel dergiler veri kaynağı olarak kullanılarak döküman analizi yapılmıştır).

7- Bu makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

This article was checked by *Turnitin*. Similarity Index 15%

### Atf bilgisi / Citation:

Güven, İ., Korkut, H.M. & Köngül, Ö. (2022). 2018 ortaokul fen bilimleri dersi programında yer alan kazanımların bilim tarihindeki bilimsel deneyler ile ilişkilendirilmesi. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, (12), 289-325.

## ÖZ

Bu çalışmada 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda 5-8. sınıf seviyelerindeki öğrenme alanları altında yer alan kazanımlar ile bilim tarihinde yer alan önemli bilimsel deneyleri ilişkilendirerek sunmak amaçlanmıştır. Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Veriler doküman analizi tekniği ile toplanmıştır. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve bilim tarihi alanında yayınlanan kitaplar, fen disiplinleri alanındaki kitaplar, makaleler, tezler, bilimsel dergiler veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Çalışmada kaynaklar taranarak elde edilen deneyler listesi 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı kazanımları ile ilişkilendirilirken ana tema öğrenme alanı olarak belirlenmiştir. Ünite adı, sınıf seviyesi, kazanımlar ve ilişkili deneyler ise alt kategoriler olarak belirlenerek veriler anlamlı yapılar haline getirilmiş ve bulgular öğrenme alanları ve ünite-sınıf seviyesi-kazanım-deneyler ilişki tabloları halinde sunulmuştur. Tarihteki bilimsel deneylerin ortaokul öğrenci seviyesine uygun biçimde ilgili kavram ve kazanımla ilişkilendirilerek verilmesi yönünde önerilerde bulunulmuştur.

### Anahtar kelimeler

bilim tarihi, 2018 fen bilimleri öğretim programı, bilimsel deneyler

## ABSTRACT

In this study, it is aimed to present the 2018 Science Curriculum achievements by relating with the important scientific experiments in the history of science for 5-8th grade levels. The qualitative research method, case study approach was used in the research. The data was collected with document analysis technique. The 2018 Science Curriculum and history of science books, science books, articles, theses and scientific journals were used as data sources. While the list of experiments obtained by searching the sources in the study was related with the 2018 Science Curriculum achievements, the main theme was determined as the learning area unit name, grade level, achievements and related experiments were determined as sub-categories. The data was made into meaningful structures and the findings were presented in the form of learning areas and units-grade levels-achievements-experiments relationship tables. Suggestions were made to give scientific experiments in history in accordance with the level of secondary school students by relating them with the relevant concept and achievement.

### Keywords

history of science, 2018 science teaching program, scientific experiments.

## GİRİŞ

Bilim geçmişten günümüze kadar insanoğlunun doğayı merak etme, anlamaya çalışma, akıl yürütme ve açıklama çabaları sonucu nesilden nesile aktarılan kültürel bir birikimdir (Laçın-Şimşek, 2011). Klasik ve yaygın bir tanımla bilim; gözlem ve deneyler ile elde edilen bulgulara dayanarak, neden-sonuç niteliğinde ilişkiler bulmaya çalışan, olay ve olguları yöntemlere ve stratejilere dayalı çözümlenip genellemeye çalışan objektif ve sistematik bilgi birikimi şeklinde tanımlanmaktadır (Akarsu, 2018). Bilim tarihi ise; bilimsel bilginin nasıl aşamalardan geçip bugünkü bilim halini aldığı, bu süreçte bilim insanlarının neler yaptığı ve ne zaman yaptığı, kullandıkları yöntem ve araç-gereçleri konu alan disiplin türüdür (Unat, 2021). Bilim tarihini, geçmişteki bilim insanlarının bilime ne gibi katkılar yaptıklarını ve bu süreçte hangi verilere ulaştıklarını bilmek insanın; asırlar öncesinden günümüze kadar uzanan bilimsel çalışmalarındaki bilime katkı faaliyetlerini görmesine ve bu faaliyetlerdeki bilim insanlarını yanında hissetmesine, kendisini bilim dünyasının bir ferdi gibi görmesine olanak sağlar (Çoruh, 2010). Günümüzde bilimin doğasını ve tarihini doğru anlamak için bilim tarihinin kökenlerine değinilmesi ve o dönemin objektif bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Çünkü bilim tarihi, geçmiş ve günümüz arasında bir köprü vazifesi görmektedir (Topdemir & Unat, 2018).

Deneyler tasarlanmış ve yakından kontrol edilen, salt gözlemlerin ötesinde olaylardır ve onlara özel güçlerini veren de bu yakın kontroldür (Hodson, 1988). Bilim insanları doğayı anlamak için deney yaparlar. Deneylerin çoğu, daha o deneyin yapıldığı zamanda, tarihsel geçmişe sahip olan araştırmaların birer parçasıdır ve çoğu yeni araştırmaları önerip diğerlerinin eksiklerinin kapanmasına yardım ederek araştırmanın geleceğine katkıda bulunurlar (Harre, 1981/2017). Modern deneyin savunucusu olarak anılan Francis Bacon deneyi bilimsel bilgi edinmenin başlıca yolu olarak ifade eder (Hodson, 1988). Bilimsel deney tüm maddi, kültürel ve sosyal boyutlarıyla bilgi üretmede merkezi bir araç olarak hizmet eder. Francis Bacon, deneylerin; yeni fenomenlerin üretilmesi, bu fenomenlerin sınıflandırılması ve rekabet eden teoriler ve hipotezler arasında karar verme gibi farklı faaliyetleri içeren çeşitli epistemik işlevleri olduğunu belirtmektedir (Steinle, 2002). Yunanlıların M.Ö. 400 yıllarında giriştikleri sistematik bilimsel çalışmalardan bu zamana kadar, yüzbinlerce deney yapılmıştır (Harre, 1981/2017/2017; Suntola, 2018).

Bilim tarihinde yapılan sayısız deneyden bazıları çok daha unutulmaz, dikkat çekici ve günümüz bilimsel çalışmalarına ışık tutan ve pek çok bilimsel gerçeği aydınlatan deneylerdir. Bu deneyler pek çok kaynakta "Büyük bilimsel deneyler" (Harre, 1981/2017) olarak geçmektedir. Hadhazy (2019), Popular Science Türkiye dergisi Kasım 2019 sayısında kapaktaki "Tarihi değiştiren 10 büyük deney" manşetiyle bu deneyleri "Eratosthenes dünyanın çevresini hesaplıyor, William Harvey doğanın nabzını ölçüyor, Gregor Mendel genetiği buldu, Isaac Newton optik dünyayı açıklıyor, Michelson Morley esir teorisini yok ediyor, Marie Curie'nin çalışmaları fark yarattı, Ivan Pavlov ve köpeği, Robert Millikan elektrik yükünü buldu, Thomas Young dalgayı buldu, Robert Paine deniz yıldızlarını strese sokuyor" şeklinde sıralamıştır. Aynı makale aynı dönemde Amerika Birleşik Devletleri'nde basılan New Scientist ve Discover dergilerinde de yayınlanmıştır (Hadhazy, 2019).

Bilimin doğası kavramının kökeni incelendiğinde 20. yy'ın başlarında literatüre kazandırıldığı görülmektedir (Lederman, 1992). Bilimin doğası, bilim tanımı ve bilimsel bilginin özelliklerinin

yanı sıra bu konudaki temel ilke ve fikirleri kapsar. Bilim nedir? Amacı nedir? Özellikleri nelerdir? Nasıl ilerler? İşleyişi nasıldır? gibi soruların cevaplandırılmasında önemli bilgiler sağlar (Akarsu, 2018). 20.yy'ın başından günümüze kadar bilimin doğası farklı şekillerde vurgulanmıştır. 20.yy'ın başlarında Hurd (1960) bilimin doğasını tanımlarken iyi bir eğitim sağlamak amacıyla bilimsel yöntemlere önem verilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Welch (1979) de 1970'li yıllarda bilimin doğasını tanımlarken bilimsel süreç ve araştırma arasındaki ilişkiden bahsetmiştir. 20.yy'ın başlarında bilimin doğası tanımlanırken bilimsel yöntemlere önem verilmesi gerektiğinden bahsedilirken (AAAS, 1990) sonraki yıllarda bilimin doğası bilimsel okuryazarlığın kilit taşı olarak vurgulanmıştır (Rutherford & Ahlgren, 1994). Bilimin doğası ve bilim tarihi, fen eğitimi ile etkileşim halindedir (McComas vd., 2002) ve aslında bilimsel okuryazarlığın da bir boyutudur (Turgut & Fer, 2006). Bilimin doğasını anlamak ve anlamlandırmak, fen eğitiminde önemli bir yere sahiptir. Fen eğitim programlarının genel amaçlarından birisi bilimsel okuryazar bireyler yetiştirmektir. Bilimsel okuryazarlığın yaygınlaştırılmasında ise bilim tarihini öğrenmeye ve bilimin doğasının anlaşılmasının önemine dikkat çekilmektedir (Yıldız, 2013; Kortam vd., 2021). Norris ve Phillips'e (2003) göre bilimsel okuryazarlık bilimin doğasını anlamayı da içine alır.

Bilimin doğasının öğretiminde bilim tarihinden yararlanılmalı ve bilim insanlarından ve yaptıkları çalışmalardan, deneylerden örnekler verilmelidir (Kortam vd., 2021). Bilimsel kavramları ve o kavramların oluştuğu bilimsel süreçleri tarihsel ve pedagojik bir yaklaşımla öğretimde kullanmak bilim tarihi yaklaşımının öğretimde kullanılmasıdır (Wang & Marsh, 2002). Bu yaklaşım bilim insanlarının özelliklerini, çalışmalarını öğretebilmek adına çok özeldir ve yıllardır pek çok araştırmacı tarafından da kullanılmakta ve çalışmalara konu olmaktadır (Losee, 1972/2001; Monk & Osborne, 1997; Kortam vd., 2021; Irez, 2009; Erduran, 2001). Bilim tarihi yaklaşımının sadece bilimin ürünlerini değil bilimsel fikirlerin evrimini de vurgulayarak öğrencilerin bilimin doğasını anlamalarında katkısının olduğu belirtilmektedir (Monk & Osborne, 1997; Abd-El-Khalic, 2013; Lederman, 1992, Erduran, 2001). Öğrencilerin bilimsel gelişmeleri anlayabilmesi için tarihte bilim insanlarının hangi deneylerle bu sonuçlara ulaştığını, aslında öğrenmeye çalıştıkları bilginin büyük çabalar sonucu yapılan deneyler, gözlemler sonucu elde edildiğinin farkına varmaları faydalıdır (Kortam, vd., 2021). Bilim çoğu zaman bize yansıtıldığından çok daha fazlasını kapsamaktadır. Bu yüzden de fen alanında eğitim, sadece moleküllerin yapısını ya da güneşin yüzey sıcaklığını öğretmek/öğrenmek gibi içeriklerden çok daha fazlasını içermelidir (Irez & Han Tosunoğlu, 2017). Ihde'ye (1971) göre öğrencilerin belirgin bir konu hakkında bilim insanlarının çalışmalarından haberdar olmaları ve bilimsel gelişmelere farklı kültürlerden ne tür etki ve katkı yapıldığını bilmeleri gerekmektedir.

Alan yazın incelendiğinde Brown'un (1991) çalışmasında bilim tarihi temel alınarak işlenen derslerin öğrencilerin bilimsel bilgiye ulaşma süreci ve bu süreçte izlenen yolları fark etmelerini sağladığı görülmüştür. Ayrıca Irwin (2000) ve Kara (2010) çalışmalarında bilim tarihinin derslere entegre edilmesiyle birlikte öğrencilerin derse karşı tutumlarına, bilimsel süreç becerilerine, bilim ve bilim insanlarına yönelik algılarına pozitif yönde etki ettiğini ifade etmişlerdir. Özdemir ve Akçay'ın (2009) çalışmasında bilim tarihi temel alınarak işlenen dersler sayesinde bilimsel bilginin önemi ortaya çıkarılmıştır.

Sarıtaş (2020) 2018 yılında yayınlanmış olan ve halen yürürlükte olan Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programını bilim ve kültür ilişkisi ve bu ilişkide bilim tarihinin durumu açısından incelediği çalışmasında; programda bilim tarihi ile ilişki kurulabilecek bazı sözcüklerin yer aldığı ifadelerle rastlandığını ancak “bilim tarihi” sözcüğüne veya herhangi bir bilim insanının ismine rastlanmadığını belirtmektedir. İlgili sözcüklerden “tarih” e bir yerde, “bilim insanı” sözcüğüne üç yerde rastlanmıştır. Bilim insanı ifadesinin kazanımlar bölümünde sadece bir konuda (Uzay Araştırmaları) açıklama kısmında yer aldığını belirtmiştir. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) yapılandırmacı yaklaşıma göre yapılandırılmıştır. Bu yaklaşıma göre öğrenme aktif bir süreçtir ve özünde dünyayı anlamlandırma sürecidir, bilgi doğuştan gelmez ya da pasif olarak özümsemeye aksine yapılandırılır, öğrencinin öğrenme sürecinde önceden sahip olduğu eski-eksik-yanlış bilginin farkına varmasını ve yeni-eksiksiz-doğru bilgiyi eskisi ile yer değiştirmesini içerir (Muğaloğlu, 2014; Fox, 2001; Erentürk vd., 2004). Bilginin birey tarafından içselleştirilmesi gerekmektedir (Yaşar, 1998). Bilim tarihini öğrenen, bilim insanlarının çalışmalarını öğrendikleri bilimsel bilgi ile ilişkilendirebilen öğrenci bu içselleştirmeyi yapabilecek ve başarılı olabilecektir. Bu konuda literatürde özellikle bilimsel hikayelerden faydalandığı görülmekte ve bilimsel hikayelerle yapılan öğretimin öğrenci başarısını arttırdığı pek çok çalışmaya rastlanmaktadır (Akarsu, vd., 2015; Demirci & Okur, 2021; Güler & Ünal, 2021; Kortam, vd., 2021). Bunu yapmanın bir diğer yolu da bilimsel deneyler ile öğrencileri tanıştırmaktır (Faria, vd., 2020). Bilim tarihi, bazılarının üzerinde çalışılabilecek ve sınıflarda yeniden üretilebilecek olan ve bu sayede öğrencilerin bilim anlayışlarını geliştirmelerine yardımcı olabilecek bir deney havuzuna erişim sağlar (Bachtold, 2021). Bilim tarihindeki bir deney öğrencilere sunulduğunda, öğrenciler deneyi incelerken; deneyin merkezindeki ilkeyi anlarlar. Aynı zamanda öğrenciye sunulan bu bilim tarihindeki deney bilim insanlarının belirli bir zamanda karşılaştıkları iyi tanımlanmış bir sorunu çözmeye deneyin nasıl katkı sağladığını anlamalarına yardımcı olan tarihsel bir bağlam işlevi görür (Bachtold, 2021). 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın (MEB, 2018) temel amacı “bütün bireylerin fen okuryazarı olarak yetiştirilmesi” olarak vurgulandığından; bilim tarihinin ve bilimin doğasının anlaşılmasının da bu konudaki rolü göz önüne alındığında bilim tarihine yer verilen fen derslerinin de bu konuya önemli katkı sağlayacağı söylenebilir.

Bu bağlamda bilim tarihinde önemli yere sahip bugün okullarda okuttuğumuz bilimsel bilgilerin oluşmasına büyük katkıları olan önemli bilimsel deneylerin, Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda yer alan kazanımlarla ilişkilendirilmesi mümkündür. Bu ilişkilendirmenin özellikle öğretmenler için bir kaynak teşkil etmenin yanı sıra, okullarda fen bilimleri dersinde işlenen bilimsel bilgiler öğrencilere sunulurken bu bilginin kökenini tarihi açıdan gözler önüne seren deneylerin (nasıl, hangi deneyle, kim tarafından ve ne zaman oluştuğu) sunulması hem öğrenmenin çok daha kalıcı olabilmesi, hem de öğrencilerin daha meraklı bir şekilde öğrenmeye heves etmeleri açısından değerli olacağı düşünülmektedir. Bu deneylerin tarihsel yaklaşıma uygun olarak fen eğitiminde kullanılması sadece öğrenciler için değil öğretmenler için de bilim tarihine ilişkin farkındalıklarının ve bilgi düzeylerini artırmasını mümkün kılabilir. Nitekim bu konuda öğretmenlerin yetersiz olduğu bilinmektedir (Sarıtaş, 2019). Erduran ve diğerleri (2007) öğretmenlerin tarihsel yaklaşıma göre uygun ders işlemede iyi olmadıklarını ve müfredatların bu kısımlarını uygulamaktan kaçındıklarını belirtmektedir. Öğretmenlerin bu yaklaşımı derslerine dahil edememelerine programlarının yoğunluğunu bahane ettikleri görülmektedir (Wang & Marsh, 2002). Ayrıca hem



öğretmenlerin hem de öğrencilerin bilim tarihi, bilim insanları ve bugünkü bilimsel gelişmelere de temel teşkil eden önemli bilimsel deneyler hakkında bilgi sahibi olmalarına fırsat sağlanmasının ve bu konuda desteklenmelerinin önemli olduğu düşünülmüştür. Buradan yola çıkarak araştırmanın amacı ve problem cümlesi belirlenmiştir:

Bu çalışmada 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) 5-8. sınıf seviyelerindeki öğrenme alanları altında yer alan her sınıf seviyesindeki ünite için kazanımlar ile bilim tarihinde yer alan önemli bilimsel deneyleri ilişkilendirerek listelemek ve hangi deneyin hangi öğrenme alanı altındaki kazanımlarla ilişkilendirilebileceğini belirtmek amaçlanmıştır. Bu amaçla çalışmanın problem cümlesi şu şekilde ifade edilmiştir: 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı 5-8. sınıf seviyelerindeki öğrenme alanları altında yer alan her sınıf seviyesindeki ünitenin kazanımları ile ilişkilendirilebilecek bilim tarihinde yapılmış önemli bilimsel deneyler nelerdir?

## YÖNTEM

Araştırmada nitel araştırma yöntemlerinden durum çalışması deseni kullanılmıştır. Durum çalışması tek bir durum ya da olayın derinlemesine incelendiği, verilerin sistematik olarak toplandığı ve gerçekte neler olduğuna bakıldığı bir desendir (Subaşı & Okumuş, 2017; Cresswell, 2013/2021). Veri toplama tekniği olarak doküman analizi kullanılmıştır. Doküman analizi, araştırılacak olan olgu veya olgular hakkında bilgiler veren hem yazılı hem de elektronik materyallerin analizini kapsar (Yıldırım & Şimşek, 2018) ve araştırma verilerinin birincil kaynağı olarak kullanıldığında çeşitli dokümanların toplanmasını, gözden geçirilmesini, sorgulanmasını ve analizini içerir (Sak vd., 2021). Ayrıca doküman analiz tekniği, araştırmanın hedeflerine yönelik veriler elde etmede, elde edilen bu verilerden de bulguların ortaya çıkarılması için kullanılmaktadır (Çepni, 2010).

### Veri Kaynakları ve Veri Analizi

Eğitim ile ilgili bir araştırmada doküman analizi kullanılıyorsa; eğitim alanında yayınlanan ders kitapları, makaleler, tezler, bilimsel kitaplar, bilimsel dergiler, program (müfredat) yönergeleri, öğrenci ve öğretmen el kitapları, öğretmen dosyaları, eğitimle ilgili resmi belgeler vb. veri kaynağı olarak kullanılabilir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu çalışmada 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) ve bilim tarihi alanında yayınlanan kitaplar, fen disiplinleri alanındaki kitaplar, makaleler, tezler, bilimsel dergiler veri kaynağı olarak kullanılmıştır. Kaynakların güvenilirliğini sağlamak için kitaplarda yazarın adı, yayıncısı ve basım tarihinin yer alması, makalelerin hakemli dergilerde yayınlanmış olması, internet kaynakları için atıfta bulunulacak benzer özelliklere sahip olma zorunluluğu aranmıştır. Bu çalışma 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı ve ulaşılan kaynaklar ile sınırlıdır.

Yıldırım ve Şimşek'e (2018) göre; betimsel analiz derinlemesine analiz gerektirmeyen verilerin işlenmesinde kullanılan ve önceden belirlenmiş bir çerçeveye bağlı olarak nitel verilerin işlenmesi, bulguların tanımlanması ve tanımlanan bulguların yorumlanması adımlarını içeren analiz türüdür. Bu araştırmada ulaşılan veriler betimsel analiz ile analiz edilmiştir. Çalışmada taranarak elde edilen deneyler listesi 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) kazanımları ile ilişkilendirilirken ana tema öğrenme alanı olarak belirlenmiştir. Sınıf seviyesi, ünite adı, kazanımlar ve ilişkili deneyler ise alt kategoriler olarak belirlenerek veriler anlamlı

yapılar haline getirilmiş ve bulgular öğrenme alanları ve sınıf seviyesi-ünite adı-kazanım-deneyler ilişki tabloları halinde sunulmuştur.

### **Çalışmanın yürütülmesi**

Bu çalışma 2020-2021 eğitim öğretim yılında İstanbul'da bir devlet üniversitesinde güz yarıyılında ilk yazar tarafından okutulan "Büyük Bilimsel Deneyler" isimli doktora dersi kapsamında geliştirilmiştir. Bu ders kapsamında 14 hafta boyunca tarihteki önemli bilimsel deneylerin neler olduğu ulaşılan bilimsel kaynaklar incelenerek çalışılmıştır. Bilim tarihinde çok önemli bir yere sahip olan ve bugünkü bilimsel bilgilerin oluşmasında çok önemli role sahip olduğu görülen önemli bilimsel deneylerin derslerde daha fazla yer verilmesinin önemli olduğu düşüncesinden yola çıkılarak araştırma sorusu belirlenmiştir. Araştırma amacı kapsamında taranan dökümanlar önce "bilim tarihi" ve "bilimsel deneyler" analiz sözcükleri çerçevesinde incelenmiş ve ulaşılan kaynaklar da "deney" analiz sözcüğü ile taranarak bir deneyler listesi hazırlanmıştır. Daha sonra bu listedeki deneylerin hangi bilimsel kavramlar ile ilişkili olduğu ve hangi bilimsel kavramın/konunun/kanunun destekleyicisi olduğu belirlenmiştir. En son olarak 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (MEB, 2018) 5-8. sınıfta yer alan tüm öğrenme alanlarında her sınıf seviyesindeki ünite için kazanımlar tabloları halinde listelenerek oluşturulan deney listesinden bu kazanımların hangi deneylerle ilişkilendirilebileceğine karar verilmiştir. Bir sınıf seviyesinde yer alan bir ünitenin hiçbir kazanımıyla deney ilişkilendirilemediği durumlarda tekrar literatür taraması yapılarak ilgili kazanımlarla bilim tarihinde hangi deneyin ilişkili olabileceği araştırılmıştır. Bu şekilde müfredatta yer alan her öğrenme alanı için ilgili kazanımlar ile ilişkilendirilmiş deney listesi hazırlanmıştır. Daha sonra oluşturulan tablolar için iki farklı uzman görüşü alınarak geçerlilik çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca çalışma 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresinde (Güven vd., 2021) sözlü bildiri olarak sunulmuş, sunum sonrasında yaşanan tartışma ve öneriler dikkate alınarak analizler yeniden gözden geçirilmiştir.

### **BULGULAR**

2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) sarmal yapı benimsenmiştir. Fen bilimleri konuları her sınıf seviyesinde yedişer ünite olacak şekilde yapılandırılmıştır. Her sınıf seviyesindeki ünitelendirme sırasıyla Dünya ve Evren, Canlılar ve Yaşam, Fiziksel Olaylar, Madde ve Doğası, Fiziksel Olaylar, Canlılar ve Yaşam ve Fiziksel Olaylar öğrenme alanları altında yapılmıştır. Bu çalışmada veriler tablolaştırılırken bu sıraya dikkat edilmiş ve bulgular toplam yedi tablo halinde verilmiştir. Çalışmada toplam 40 bilimsel deney (Ek:2) 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı 5-8. sınıf müfredatında yer alan kazanımlarla ilişkilendirilmiştir.

Çalışmada elde edilen bulgular öğrenme alanları teması altında sınıf seviyesi-ünite adı-kazanım-deneyler ilişkilendirme tabloları halinde sunulmuştur.

**Tablo 1.** Dünya ve Evren öğrenme alanında yer alan kazanımların bilimsel deneylerle ilişkilendirilmesi

Sınıf seviyesi	Ünite adı	Kazanım sayısı*	Bilimsel Deney
5.Sınıf	Güneş, Dünya ve Ay	7	Güneşin Kendi Etrafında Dönüşü - Galileo Galilei
6.Sınıf	Güneş Sistemi ve Tutulmalar	5	Karanlık Kutu - İbnü'l Heysem Dünya'nın Çapını Bulma - Eratosthenes
7.Sınıf	Güneş Sistemi ve Ötesi	10	Galileo Galilei nin teleskobu – Galileo Galilei
8.Sınıf	Mevsimler ve İklim	3	Yarım Küre Kapaklı Anemometre - John Thomas Romney Robinson

\*Kazanımlar eklerde açıkça yazılı olarak verilmiştir

Galileo Galilei, güneş lekelerini gözlemlediğinde, onları parlak yüzeyinde hareket eden yoğun bulutlar olabilir şeklinde yorumlamıştır (Strano, 2009). Belirli aralıklarla yaptığı gözlemlerinde, güneş lekelerinin her zaman aynı yöne doğru kaydığını kaydetmiş ve güneşin kendi etrafında döndüğü sonucuna ulaşmıştır (Akter vd., 2017). Galilei'nin yapmış olduğu bu deney 5.sınıf Güneş, Dünya ve Ay ünitesi, güneşin yapısı ve dönme hareketi konusundaki güneşin dönme hareketi yaptığı kazanımı ile ilişkilendirilerek verilebilir.

Fotoğraf makinesinin ilk ve en basit hali ingilizcede iğne deliği (pinhole), fotoğrafçılıkta ise camera obscura olarak adlandırılan karanlık kutudur (ya da karanlık odadır). Karanlık kutunun geçmişi M.Ö. 4. yüzyıla kadar dayanır. Karanlık kutuda kullanılan temel ilkenin bilinen ilk tarifini Çinli filozof Mozi (M.Ö. 470-390) yapmıştır. Daha sonraları başka bilginler Mozi'nin bu görüşünü desteklese de görüşlerini deneylerle destekleyememişlerdir. Bu teknik hakkındaki ilk açık tanımlamayı ve deneyleri yapan kişi, 965-1041 yılları arasında yaşayan İbnü'l-Heysem'dir. İbnü'l-Heysem birkaç ışık kaynağıyla yaptığı deneylerle objeleri karanlık odada ters bir biçimde görüntülemeyi başarmıştır. İbnü'l-Heysem, bir gün bulunduğu odanın pencere kanadındaki delikten içeri giren ışığın karşıdaki duvara vurmasıyla oluşan görüntünün Güneş'in tutulma sırasındaki yarım şeklindeki biçimini aldığını farketmiş ve şu tespiti yapmıştır: "Güneş'in tutulma sırasındaki görüntüsü, tam tutulma olmadığı müddetçe, şunu söyler: Güneş ışıkları dar ve yuvarlak delikten geçerek deliğin karşısındaki yüzeye düştüğünde hilal şeklini alır". İbnü'l-Heysem daha sonra yaptığı deneyle ışığın düz bir çizgi şeklinde yol aldığını, parlak nesnelere yayılan ışık ışınlarının küçük delikten geçerken dağılmayarak deliğe paralel olan düz bir yüzey üzerinde baş aşağı ters bir görüntü oluşturduğunu açıklamış ve delik ne kadar küçük olursa görüntünün de o kadar net olacağını belirlemiştir (Kaplan, 2019a). Büyük ölçekte, aydınlatılmış bir sahneden gelen ışık, dar bir açıklıktan karanlık bir odaya geçirilebilir ve burada uzak bir duvara düşebilir ve bu süreçte sahne büyütülmüş olarak görünebilir (Kelley & Milone, 2005). Karanlık kutu deneyi 6.sınıf Güneş Sistemi ve Tutulmalar ünitesindeki güneş tutulmasının nasıl oluştuğunu tahmin etme kazanımı ile ilişkilendirilerek anlatılabilir.

Eratosthenes "Dünya'nın Çapını Bulma" deneyinde; Aswan bölgesinde bulunan bir kuyuya kuzey yarım küredeki yaz gündönümünde öğlen güneş ışınlarının dik düştüğünü ve bu sebeple gölge boyu oluşmadığını bilmektedir. Eratosthenes o gündönümünden önce İskenderiye'de bir direğin gölgesini ölçmüş ve güneş ışınlarının 7,2 derece yani 360 derecelik



bir çemberin 50' de biri ile düştüğünü bulmuştur. Eratosthenes dünyanın yuvarlak olduğunu düşünüyordu bu yüzden; iki şehir arası uzaklığı bilirse ve bu uzaklığı 50 ile çarparsa dünyanın çapını bulabileceğini düşünmüştür (Hadhazy, 2019). Eratosthenes'in bu deneyi 6.sınıf Güneş Sistemi ve Tutulmalar ünitesinde güneş sistemi konusundaki gezegenlerin büyüklüğü ile ilgili kazanımı ile ilişkilendirilebilir. Bu sayede dünyanın çapını bulma konusundan bahsedilerek diğer gezegenlerin büyüklükleri ile kıyaslamaları sağlanabilir.

Galileo, 24 Ağustos 1609 tarihli Venedik devlet başkanı Dük Leonardo Donato'ya yazdığı bir mektupta Hollanda dürbünü üzerindeki iyileştirmelerini anlatmıştır. Bu mektupla, "en derin teorileri uygulayarak icat edilmiş bir gözlük" sunmaktan memnuniyet duyacağını iddia etmiştir. Mektubunda Galileo "bu sayede dokuz millik bir şey sadece bir mil uzaktaymış gibi görünür" diye yazmıştır. Bu cihazın düşman gemilerini veya yaklaşan kuvvetleri tespit etmede çok faydalı olabileceğinden bahsetmiştir. Galileo, Hollanda dürbününün büyütmesini birkaç ayda üçten otuza çıkararak geliştirmeyi başarmış ve ilk teleskobunu yapmıştır. 20 yıldan fazla bir süre boyunca başka hiç kimse Galileo'nun teleskopunu geliştirememiştir (Strano, 2009). Galileo'nun ilk teleskobu öğrencilere tanıtılarak bu teleskop ile yaptığı deneyler 7.sınıf Güneş Sistemi ve Ötesi ünitesindeki uzay araştırmaları konusu altında yer alan teleskobun yapısını ve ne işe yaradığını anlama hakkındaki kazanımlarla ilişkilendirilerek verilebilir.

John Thomas Romney Robinson, 1846 yılında rüzgarın hızını ölçebilmek amacıyla Yarım Küre Kapaklı Anemometre'yi icat etmiştir. Dört yarım küre bardaktan oluşan anemometrede, bardaklar rüzgarla yatay olarak döndürülmüş ve tekerleklerin bir aradaki devir sayısı kaydedilmiştir. Bardakların belirli bir süredeki dönüş sayısı hesaplanarak rüzgarın hızı hesaplanmaktadır (Azorin-Molina, vd., 2017). Bu deney, 8.sınıf mevsimler ve iklim ünitesinde yer alan iklim ve hava olayları arasındaki farkla ilgili kazanımla ilişkilendirilerek öğrencilere tanıtılabilir.

**Tablo 2.** *Canlılar ve Yaşam öğrenme alanında yer alan kazanımların bilimsel deney ilişkilendirilmesi*

Sınıf seviyesi	Ünite adı	Kazanım sayısı*	Bilimsel Deney
5.Sınıf	Canlılar Dünyası	1	Yapay Aşının Hazırlanması - Louis Pasteur
6.Sınıf	Vücudumuzdaki Sistemler	11	Sindirim İşleminin Kimyası - William Beaumont Bitkilerde Özsü Dolaşımı - Stephen Hales
7.Sınıf	Hücre Bölünmeler	ve 8	Genetik Maddenin Doğrudan Aktarımı- Francois Jacob ve Elie Leo Wollman Kalıtım Deneyi (Mendel'in Deneyi) – Gregor Mendel Hücresinin Keşfi- Robert Hooke
8.Sınıf	DNA ve Genetik Kod	13	Genetik Maddenin Doğrudan Aktarımı - Francois Jacob ve Elie Leo Wollman Kalıtım Deneyi(Mendel'in Deneyi) - Gregor Mendel

\*Kazanımlar eklerde açıkça yazılı olarak verilmiştir.

"Yapay Aşının Hazırlanması" deneyinde Pasteur, mikroskopik canlılardan virüsün hastalık yapıcı özelliğinden ve bu güçlü virüslerden zayıflatılmış virüslerle hastalığın etkisinin azaltılmasından bahsetmiştir (Harre, 1981/2017). Pasteur "Yapay Aşının Hazırlanması" deneyinde virüslerin özelliklerini incelemiştir. Bu deneyden 5. sınıf Canlılar Dünyası

ünitesinde canlılara örnek vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırılması kazanımıyla ilişkilendirilerek bahsedilebilir.

“Sindirim İşleminin Kimyası” deneyinde Beaumont, karnından yaralanmış bir asker olan Martin’in midesindeki yaranın sindirim olayını derinden inceleme fırsatı yakalamıştır. Beaumont, Martin’in midesindeki delikten faydalanarak sindirim işleminin, canlı organizmalarda, uygun sıcaklıkta gastrik sıvıyla yapılacağını ortaya çıkarmıştır. Genel anlamda Beaumont’un deneyi çoğu yemeğin sindirimine, sindirim sürelerine ve koşullarına ilişkin açıklayıcı veriler içermektedir (Beaumont, 1996; Harre, 1981/2017). William Beaumont’un “Sindirim İşleminin Kimyası” deneyi 6. sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesinde yer alan sindirime yardımcı olan yapı ve organlarla ilgili kazanımla ilişkilendirilerek öğrencilere tanıtılabilir.

Stephen Hales, insan ve hayvanlardaki kan dolaşımına yönelik bir hipotez kurmuştur. Hipotez kuramsal bir sergileniş olmasına rağmen dayandığı kuram, vücuttaki kan miktarına ilişkin olgulara dayanmaktadır. Çeşitli hayvanlar üzerinde yaptığı deneyler sonucunda kan damarları sisteminin birçok özelliğini ortaya koymuştur. Stephen Hales’in “Bitkilerde Özsü Dolaşımı” deneyinde temel amaç, hayvanların dolaşım sistemiyle bitkilerin dolaşım sistemleri arasında bir ilişki kurmanın mümkün olup olmayacağını ortaya çıkarmaktır. Hales, bitkilerde dolaşımı test etmek amacıyla elma dalını hortuma bağlamış ve hortumu su ile doldurmuştur. Daha sonra dalın tamamını su dolu kovaya daldırmıştır ve dolaşımı gözlemlemiştir (Hales, 1727; Harre, 1981/2017). Stephen Hales’in “Bitkilerde Özsü Dolaşımı” deneyi Vücudumuzdaki Sistemler ünitesinde yer alan dolaşıma yardımcı olan yapı ve organlarla ilgili kazanımlarla ilişkilendirilerek verilebilir.

Mendel, “Kalıtım (Mendel’in Deneyi)” deneyinde ilk olarak çalışmalarını hayvanlar (fare) üzerinde gerçekleştirirken başrahip tarafından ahlak kurallarını göz ardı etmesi sebebiyle uyarılmıştır (Güven & Kınıkoğlu, 2020). Gregor Mendel, “Kalıtım” deneyinde öncelikle bir fırça yardımıyla bezelyelerdeki polenleri birbirine taşımış ve yedi yıl boyunca bezelyeleri çaprazlayarak üretmiştir. Sarı bezelyelerle yeşil bezelyeler çaprazlanınca her zaman sarı bezelye çıktığını ama bu yeni nesli kendi aralarında çaprazladığında ortaya çıkan bezelyelerin dörtte biri tekrar yeşil olduğunu gözlemlemiştir. Bu tür oranlar Mendel’in dominant (baskın) ve resesif (çekingen) terimini ortaya çıkartmasına sebep olmuştur. Günümüzde gen adını verdiğimiz parçaya, o “faktör” ismini vermiştir (Hadhazy, 2019). Mendel’in “Kalıtım (Mendel’in Deneyi)” deneyi 7.sınıf Hücre ve Bölünmeler ünitesinde yer alan mayozun nasıl gerçekleştiği ile ilgili kazanımla ve 8.sınıf DNA ve Genetik Kod ünitesinde yer alan kalıtımla ilgili kavramlar kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Robert Hooke’un “Hücrenin Keşfi” deneyinde temel soru “ağaç kabuğundan yapılan şişe mantarının nasıl olup da şişenin içindeki havayı o kadar iyi tuttuğu” ile ilgili olmuştur. Hooke, bu deneyde ilk olarak şişe mantarından ince bir kesit alarak mikroskopta incelemiş ve incelediği kesitin gözenekli yapılara sahip olduğunu gözlemlemiştir. Bu yapılara manastırda yaşayan rahiplerin kaldıkları odalara benzettiği için “hücre” adını vermiştir. Ayrıca Hooke, canlı hücreleri çevrelemekte olan ama şimdi ölü olan bitki dokusundan geriye kalan hücre duvarlarını keşfetmiştir (MEB, 2016b). Robert Hooke “Hücrenin Keşfi” deneyi 7.sınıf Hücre ve Bölünmeleri ünitesinde yer alan geçmişten günümüze hücrenin yapısıyla ilgili görüşler hakkındaki kazanımla ilişkilendirilebilir.

Jacob ve Wollman'ın "Genetik Maddenin Doğrudan Aktarımı" deneyinde temel amaç, genlerin düzenini belirlemektir. Jacob ve Wollman genetik maddelerin bir hücreden diğerine doğrudan nakledilebilmesi için bir yöntem geliştirmişlerdir. Jacob ve Wollman, doğru kombine edilmiş bakteri liflerinden kültür karışımı elde ederek deneye başlamışlardır. Hfr'dan (yüksek frekanslı bağış lifi) F- hücresine genetik madde aktarımının tamamlanması için iki saat bekledikten sonra alıcı içine çekilen kısa verici DNA parçasıyla işlemi durdurmak için çalışan mutfak mikserini karışıma daldırmışlar ve gözlemlenmişlerdir. Deneyle ilgili birçok işlemler gerçekleştirdikten sonra genlerin düzenini belirleyerek genetik naklin şemasını çıkarmışlardır (Wollman vd., 1956; Harre, 1981/2017). Jacob ve Wollman "Genetik Maddenin Doğrudan Aktarımı" deneyi 7.sınıf Hücre ve Bölünmeleri ünitesinde yer alan mayozun nasıl gerçekleştiği ile ilgili kazanımla ve 8.sınıf DNA ve Genetik Kod ünitesinde yer alan genetik mühendisliği ve biyoteknoloji kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

**Tablo 3.** Fiziksel Olaylar öğrenme alanında yer alan kazanımların bilimsel deneylerle ilişkilendirilmesi

Sınıf seviyesi	Ünite adı	Kazanım sayısı*	Bilimsel Deney
5.Sınıf	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme	5	Da Vinci'nin Sürtünme Deneyi – Leonardo Da Vinci
6.Sınıf	Kuvvet ve Hareket	5	Serbest Düşme Yasası- Galileo Galilei
7.Sınıf	Kuvvet ve Enerji	8	Serbest Düşme Yasası- Galileo Galilei Dünya'nın Kütle Hesabı – Henry Cavendish Hava Akışının Ölçülmesi- Robert Boyle Joule'in çark deneyi – James Prescott Joule
8.Sınıf	Basınç	3	Hava Akışının Ölçülmesi- Robert Boyle

\*Kazanımlar eklerde açıkça yazılı olarak verilmiştir.

Leonardo da Vinci (1452-1519) beş yüz yıldan fazla bir süre önce sürtünmenin temel kavramlarını geliştiren ve sürtünmeyi sistematik olarak inceleyen ilk kişidir. Onun düz yüzeylerde kayan bloklarla ilgili ünlü çizimleri katı cisimler arasındaki sürtünme kuvvetini anlatırken hala kullanılmaktadır. Leonardo da Vinci'nin sürtünme ile ilgili ilk matematiksel açıklamaları daha sonraları Fransız fizikçi Amontons (1663-1705) tarafından geliştirilmiştir ve bugün hala bu açıklamalar geçerlidir (Courtel & Tichvinsky, 1964). Da Vinci'nin orijinal deneysel çalışmasının taslağında (Pitenis vd., 2014) bir masanın bir köşesine yapılan bir oyuntuya silindirik bir kasnak yerleştirilmiştir. Bu kasnak makara görevi görmektedir. Masa üzerindeki bir blok kasnak üzerinden geçen ince bir ip ile asılı bir kütleyle bağlıdır. Da Vinci'nin bu deneyden çıkardığı ana sonucu bugün hala birçok mühendis tarafından kullanılmaktadır: sürtünme normal kuvvetle orantılıdır. Yani: iki nesne birbirine iki kat daha fazla bastırıldığında, sürtünme de iki katına çıkar. (Pitenis, vd., 2014). Da Vinci'nin bu deneyi 5. sınıf Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme ünitesi sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfetme kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Galileo cisimlerin düşerken hızlandığını gözlemlemiştir. "Serbest Düşme Yasası" deneyinde Galileo bir kütleli hareketini kesin olarak gözlemlemenin ve ölçmenin çok zor olduğunu düşünerek hareketi bir eğik düzleme taşımıştır. Deneyde oluk açılıp cilalandıktan sonra parşömenle kaplanan bir kalas kullanmıştır. Kalas eğik olarak yerleştirilerek oluk üzerinden

bronz bir topun yuvarlanması sağlanmıştır. Deneyde belli bir yükseklikten iniş için geçen zamanın hep aynı kaldığı görülmüştür. Sabit ivmeli hareket için uzaklık ile zaman arasında kurulan kuramsal ilişki, top kalas üzerinden değişik uzunluklardan geçerken sınanmıştır. Hangi uzaklık seçilirse seçilsin alınan yollar arasındaki ilişkinin harcanan zamanların kareleri arasındaki ilişkiye benzediği görülmüştür (Galilei, 1638/1914; Harre, 1981/2017). Galileo'nun "Serbest Düşme Yasası" ile ilgili yaptığı deney 6.sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesinde yer alan kazanımlarla ilişkilendirilebilir. Galileo'nun yaptığı "Serbest Düşme Yasası" deneyinde serbest bırakılan bir cismin düşerken hızlanacağından bahsedilerek net bir çekim kuvvetinin etkisinde kalan cismin hızlanarak düştüğü anlatılabilir. Burada dengelenmemiş bir kuvvetin etkisiyle cismin nasıl sürat kazandığına dikkat çekilebilir. Ayrıca etki eden kuvvetin yönü, doğrultusu kavramları da bu deneyle pekiştirilerek verilebilir. Yol, zaman ve sürat kavramları da bu deneyle ilişkilendirilerek verilebilir. Bu deney ayrıca 7.sınıf Kuvvet ve Enerji ünitesinde kütleyle etki eden yerçekimi kuvvetinin ağırlık olduğu kazanımı ile ilişkilendirilerek cisme etki eden kuvvetin yerçekimi kuvveti olduğundan bahsedilebilir.

Cavendish'in "Dünya'nın Kütle Hesabı" deneyinde temel amacı, cisimlerin birbirlerine uyguladığı kütle çekim etkisini ortaya çıkarmaktır. Cavendish bunu ortaya çıkarabilmek için Newton'un evrensel kütle çekim yasasını kullanmıştır. Madenden yapılmış çubuğu ortasından ince bir telle asmış ve çubuğun her iki ucuna kurşundan yapılmış olan küreleri yerleştirmiştir. Daha sonra büyük küreleri alıp çubuktaki kürelere yaklaştırmıştır. Yaptığı gözlemler sonucu küreler arasında bir çekim kuvveti olduğundan dolayı çubuğun dönmeye başladığını fark etmiştir. Çubuğun dönmesiyle birlikte telde gerçekleşen burkulma sayesinde çekim kuvvetini ölçmeyi başarmıştır (Cavendish, 1798). Cavendish, bu deneyle birlikte Dünya'nın kütlelerini ölçmeye çalışmış ve dolaylı da olsa G sabitini hesaplamıştır (Misli & Yılmaz, 2013). Cavendish'in "Dünya'nın Kütle Hesabı" deneyi, 7.sınıf Kuvvet ve Enerji ünitesindeki kütle çekim kuvveti ile ilgili kazanımla ilişkilendirilebilir.

Robert Boyle "Hava Akışının Ölçülmesi" deneyindeki amaç sıkıştırma kuvveti uygulandığında havanın ne olduğunu anlamak değil, havanın uyguladığı kuvvetin sıkıştırılma durumuna bağlı olduğunu göstermektir. Düzenlenen bu deneyde havanın aktif direncini yani akışını ölçmek amaçlanmıştır. Boyle ve asistanı Hooke uzun bir tüple deneyi gerçekleştirmişlerdir. Borunun her iki ucuna kağıt şeritler yapıştırmışlar ve tüpün açık olan ucundan cıvayla doldurmuşlardır. Daha sonra kapalı uçtaki havanın dışarıya çıkması sağlanarak gözlemler yapılmıştır. Boyle ve asistanı Hooke hava akışını ölçmek için birçok kez girişimde bulunmuşlardır. Bunun en büyük sebebi deney tüpünün kırılması ve içindeki cıvanın yere dökülmesidir (Harre, 1981/2017). Robert Boyle "Hava Akışının Ölçülmesi" 7.sınıf Kuvvet ve Enerji ünitesinde hava direncinin etkisini azaltmaya yönelik araç tasarlama kazanımıyla ve 8.sınıf Basınç ünitesindeki katı, sıvı ve gaz basınç özelliklerinin günlük yaşamdaki uygulamalarıyla ilgili kazanımlarla ilişkilendirilebilir.

Çark deneyinde Joule, George Rennie (1791-1866) tarafından suyun sürtünmesini incelemek için kullanılan çarktan esinlenmiştir. Joule, bu deneyinde iplere ve makaralara bazı ağırlıklar bağlayarak bunları da yalıtılmış bir su kabının içindeki bir çarka bağlamıştır. Sonra ağırlıkları uygun bir yüksekliğe kaldırıp yavaşça düşürmüştür. Düşüklerinde, çark dönmeye ve suyu karıştırmaya başlamıştır. Bu sürtünme ısı üretmiş ve suyun sıcaklığı artmaya başlamıştır. Isının mekanik eşdeğerinin değeri, onuruna J harfi ile temsil edilir ve standart iş birimi

joule'dür. Joule'ün aparatı, bir makara üzerine ipe asılan ve ardından bir sarma tamburunun etrafına sarılmış bir ağırlıktan oluşuyordu. Tambur sabit kaldığı sürece, ağırlık hareketsiz bir şekilde asılı kalıyordu. Ancak sarım tamburu serbest bırakıldığında, ağırlık serbest bırakılıyor ve potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüşüyordu. Bu süreçte, ağırlığın bağlı olduğu ip tamburdan çözülüyor, bu da tamburun ve onunla birlikte bağlı olduğu kürek çarkının dönmesine neden oluyordu. Joule'nin aparatı düşen ağırlığın potansiyel enerjisinin kinetik enerjiye dönüşümünü, kinetik enerjinin de mekanik enerjiye dönüştürülerek tamburun hareket etmesine ve çarkın dönmesine sebep oluyordu. Bu sırada dönen küreklerin suyu karıştırarak sıcaklığının yükselmesine neden olduğunu gözlemleyen Joule, dönen çarkın mekanik enerjisinin ısı enerjisine dönüştürüldüğünün ve suya aktarıldığının sonucuna vardı (Bachtold, 2021; APS, 2009). Joule'nin deneyi böylece potansiyel, kinetik, mekanik ve ısı enerjileri arasındaki bağlantıyı kanıtlamıştır. Bu deney 7. sınıf Kuvvet ve Enerji ünitesi kazanımları ile ilişkilendirilerek öğrencilere tanıtılabilir. Bu ünite potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümü açıklanması gereken bir konudur. Bu deney ilgili kazanımla ilişkilendirilebilir.

**Tablo 4.** Madde ve Doğası öğrenme alanında yer alan kazanımların bilimsel deneylerle ilişkilendirilmesi

Sınıf seviyesi	Ünite adı	Kazanım sayısı*	Bilimsel Deney
5.Sınıf	Madde ve Değişim	6	Termoskop - Galileo Galilei / Gabriel Fahrenheit
6.Sınıf	Madde ve Isı	12	Hava Akışının Ölçülmesi- Robert Boyle
7.Sınıf	Saf Madde ve Karışımlar	15	Elementlerin Yapay Dönüşümü- Ernest Rutherford Oksijen Varsayımının Kanıtı- A.L.Lavoisier Yeni Elementlerin Elektrolitik Yalıtımı- Humpry Davy Elektronun Keşfi- J.J.Thomson Elektronun Yükü- Robert Millikan Kimyasal Ölçümlerin Yetkinliği- Jöns Jacop Berzelius Maddenin Dalga Tarzı ve Üçüncü Kuantum Sayısı- Otto Stern
8.Sınıf	Madde ve Endüstri	17	Elementlerin Yapay Dönüşümü- Ernest Rutherford Oksijen Varsayımının Kanıtı- Antonie Laurent Lavoisier Yeni Elementlerin Elektrolitik Yalıtımı- Humpry Davy Elektronun Keşfi- Joseph John Thomson

\*Kazanımlar eklerde açıkça yazılı olarak verilmiştir.

Galileo Galilei, sıcaklığı ölçebilmek amacıyla bir tür gaz termometresi olan termoskobu geliştirmiştir. Bunu gerçekleştirmek için "gazlar, ısıtıldıklarında genişler" prensibinden yararlanılmıştır. Ancak Galilei, gazların yalnızca ısıyla orantılı olarak geniştiklerini düşündüğünden ve dış basıncın gazın hacmine olan etkisini bilmediğinden geliştirdiği termoskop ile doğru ve kesin ölçümler yapılamamıştır. Bu sonuçlar doğrultusunda Gabriel Fahrenheit, "ısıtılan sıvılar genişler" ilkesinden yola çıkarak termoskopta gaz yerine sıvı kullanmayı tercih etmiş ve ilk modern termometre icat edilmiştir (Kaplan, 2019b). Termometrenin icadı doğrultusunda yapılan bu deneyler, 5.sınıf Madde ve Değişim ünitesi ısı ve sıcaklık arasındaki temel farkların açıklanması ve günlük yaşamdan genişleme-büzülme ile ilgili örnekler verme ve sıcaklık konusu kazanımlarıyla ilişkilendirilebilir.



Robert Boyle'in "Hava Akışının Ölçülmesi" deneyindeki amaç havanın uyguladığı kuvvetin sıkıştırılma durumuna bağlı olduğunu göstermektir. Boyle ve asistanı Hooke uzun bir tüple deneyi gerçekleştirmişlerdir. Borunun her iki ucuna kağıt şeritler yapıştırmışlar ve tüpün açık olan ucundan cıvayla doldurmuştur. Daha sonra kapalı uçtaki havanın dışarıya çıkması sağlanarak gözlemler yapılmıştır (Harre, 1981/2017). Robert Boyle "Hava Akışının Ölçülmesi" 6. sınıf Madde ve Isı ünitesindeki "maddelerin; tanecikli, boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu ifade eder" ve "hâl değişimine bağlı olarak maddenin tanecikleri arasındaki boşluk ve taneciklerin hareketliliğinin değiştiğini deney yaparak karşılaştırır" kazanımlarıyla ilişkilendirilebilir.

Ernest Rutherford'un "Elementlerin Yapay Dönüşümü" deneyinde asıl amaç, atomların ayrışması esnasında açığa çıkan ürünlere iletilen şiddetin gücünü belirlemek olmasına rağmen deney farklı bir durumu ortaya çıkarmıştır. Rutherford, aygıtın alfa parçacıkları üretmesi için Radyum- C kaynağı ile donattıktan sonra havayla doldurmuştur. Böylece ekranda kaynaktan gönderilen ışıdamalar görülmüştür. Rutherford'a göre bu durum hidrojenin içinden geçen alfa taneciklerinin oluşturduğu hidrojen atomu gibi görülmüştür. Aygıtta karbondioksit konulduğunda ışıdamalar düşerken kuru hava konulduğunda beklenmeyen bir sonuç ortaya çıkarmıştır (Rutherford, 2010; Harre, 1981/2017). Ernest Rutherford'un "Elementlerin Yapay Dönüşümü" deneyi 7.sınıf Saf Madde ve Karışımlar ünitesindeki atomun yapısı ve yapısındaki temel parçacıklar kazanımıyla ve 8.sınıf Madde ve Endüstri ünitesindeki periyodik sistemdeki ilk 18 elementin ve yaygın elementlerin isimlerini, sembollerini ve bazı kullanım alanlarını ifade etme kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Antonie Laurent Lavoisier' in "Oksijen Varsayımının Kanıtı" deneyi, havanın birleşimi ve doğasıyla ilgili olan birtakım sonuçlara ulaşmayı amaçlamıştır. Lavoisier, cıva oksidi ısıtarak, havanın kayıp kısmını kullanarak deneye başlamıştır. Buradaki en önemli nokta cıva oksidin kendisi cıvanın, alınan hava örneği içinde yavaş yavaş yanmasından oluşmasıdır (Harre, 1981/2017). A.L.Lavoisier' in "Oksijen Varsayımının Kanıtı" deneyi deneyi 7.sınıf Saf Madde ve Karışımlar ünitesinde yer alan atomun yapısı ve yapısındaki temel parçacıklar kazanımıyla ve 8.sınıf Madde ve Endüstri ünitesindeki periyodik sistemdeki ilk 18 elementin ve yaygın elementlerin isimlerini, sembollerini ve bazı kullanım alanlarını ifade etme kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Humpry Davy'in "Yeni Elementlerin Elektrolitik Yalıtımı" deneyinde temel amaç sıvı çözeltilerden geçen elektrik akımıyla alkalileri ayırmaktır. Ayrıca Davy, potasyum ve sodyumu yalıtılmakla kalmayıp magnezyum, bor, kalsiyum ve silikonu da yalıtmıştır. Davy, hidroklorik asit analiz edildiğinde hidrojen ve yanlılıkla oksijen olduğu düşünülen başka bir madde ortaya çıkmasından sonra bunların öğelerine ayıramayacağını kanıtlayarak klor elementini keşfetmiştir. Davy deneyini eritilmiş potasla gerçekleştirmiştir. Bataryanın pozitif ucuna bir kaşık bağlamış ve negatif bağlantıyı platin bir telle erimiş potasa daldırılarak deneyini gerçekleştirmiştir (Davy, 1808; Harre, 1981/2017). Humpry Davy'in "Yeni Elementlerin Elektrolitik Yalıtımı" deneyi 7.sınıf Saf Madde ve Karışımlar ünitesinde yer alan atomun yapısı ve yapısındaki temel parçacıklar kazanımıyla ve 8.sınıf Madde ve Endüstri ünitesindeki periyodik sistemdeki ilk 18 elementin ve yaygın elementlerin isimlerini, sembollerini ve bazı kullanım alanlarını ifade etme kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Joseph John Thomson'un "Elektronun Keşfi" deneyinde temel amaç elektronların varlığını deneysel olarak kanıtlamaktır. Thomson, ışık kaynağı olarak katot ve bir ışık demeti üretmeyi sağlayan aralığı oluşturmak için bir tıkaçtan oluşan deney düzeneği oluşturarak işe başlamıştır. Sonraki aşamada kabloları camla birleştirerek aralarında elektrik alanı oluşturmak için iki adet metal plakları bataryaya bağlayarak deneyini gerçekleştirmiştir (Thomson,1897; Harre, 1981/2017). J.J.Thomson'un "Elektronun Keşfi" deneyinden 7.sınıf Saf Madde ve Karışımlar ünitesindeki atomun yapısı ve yapısındaki temel parçacıklar kazanımıyla ve 8.sınıf Madde ve Endüstri ünitesindeki Elementleri periyodik tablo üzerinde metal, yarı metal ve ametal olarak sınıflandırma kazanımıyla ilişkilendirilerek bahsedilebilir.

Robert Millikan "Elektronun Yükü" deneyinde elektronun yükünü bulmuştur. Laboratuvarında bulut odacıkları adını verdiği kesif su buharı içeren kalın kaplarla çalışmıştır ve her bir kabının içindeki elektrik alanını farklı tutmuştur. Yüklü atom ve moleküllerin çevresinde yerçekimi ile aşağı inene kadar su damlacığı bulutları oluşmuştur. Elektrik alanının gücünü ayarlayarak tek bir damlacığın inişini yavaşlatabileceğini, hatta durdurabileceğini fark etmiştir. Yerçekimi gücünün karşısına elektrik alanının gücünü koymuş ve tam dengeye geldikleri noktayı bulduktan sonra yükün değeri ortaya çıkmıştır. Deneyin sonucunda elektronun varlığı ve elektronun bir yükünün olduğu sonucuna ulaşmıştır (Hadhazy, 2019). Robert Millikan'ın "elektronun yükü" deneyi 7.sınıf Saf Madde ve Karışımlar ünitesindeki atomun yapısı ve yapısındaki temel parçacıklar kazanımıyla ilişkilendirilerek tanıtılabilir.

J.J. Berzelius "Kimyasal Ölçümlerin Yetkinliği" deneyinde birleşen kütlelerin integral oranlarda olması varsayımını kuramsallaştırmak ve "doğru" ölçüm düşüncesini formüllemeyi amaçlamıştır. Berzelius yaptığı deneyle elementlerin integral oranlarda birleşmeleri gerektiği ilkesini düşünerek, bulunduğu sonuçlar doğrultusunda bu ilkeyi deney teknikleriyle geliştirmiş ve düzeltmiştir. Berzelius, bu deneyinde oksijen ve hidrojene göre klor atomunun kütlelerini bulmaya çalışmıştır (Harre, 1981/2017). J.J. Berzelius'un "Kimyasal Ölçümlerin Yetkinliği" deneyi 7.sınıf Saf Madde ve Karışımlar ünitesinde aynı ve farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade etmesi kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Otto Stern "Maddenin Dalga Tarzı ve Üçüncü Kuantum Sayısı" deneyinde ışık demetlerine benzer serbest atomları araştırmak için moleküler demet aygıtını geliştirmeyi amaçlamıştır. Deneyin dayandığı atom demetleri, maddenin dalgamsı özelliklerini gösteren en önemli kanıtlardır. Stern ve yardımcısı Gerlach ile birlikte yaptıkları Stern-Gerlach aygıtıyla maddenin dalga görüntüsünün kanıtına ulaşmıştır (Harre, 1981/2017). Otto Stern'in "Maddenin Dalga Tarzı ve Üçüncü Kuantum Sayısı" deneyinden 7.sınıf Saf Madde ve Karışımlar ünitesindeki atomun yapısı ve yapısındaki temel parçacıklar kazanımıyla ilişkilendirilerek bahsedilebilir.

**Tablo 5.** Fiziksel Olaylar öğrenme alanında yer alan kazanımların bilimsel deneylerle ilişkilendirilmesi

Sınıf seviyesi	Ünite adı	Kazanım sayısı*	Bilimsel Deney
5.Sınıf	Işığın Yayılması	6	Gökkuşağının Nedenleri- Freibourglu Theodoric Renklerin Doğası- Isaac Newton
6.Sınıf	Ses ve Özellikleri	9	Vakumda çan deneyi - Vincenzo Viviani Rinne-Weeber Testleri - Heinrich Adolf Rinne ve Ernst Heinrich Weber

7.Sınıf	Işığın Madde ile Etkileşimi	11	Gökkuşağının Nedenleri- Freibourglu Theodoric Renklerin Doğası- Isaac Newton
8.Sınıf	Basit Makineler	2	Döner köprü - Leonardo da Vinci

\*Kazanımlar eklerde açıkça yazılı olarak verilmiştir.

Freibourglu Theodoric "Gökkuşağının Nedenleri" deneyini gökkuşağındaki renkler ve bu renklerin düzenini anlamak amacıyla gerçekleştirmiştir. Theodoric bir altıgen prizma ve su dolu büyük bir cam küre kullanarak yaptığı deneyde, renklerin öngörülen düzenini doğrulamıştır. Ayrıca Theodoric yağmur damlasını temsilen içi su dolu büyük bir şişe kullanarak ışığın damla içinde izlediği yolu gözlemlemiştir (Harre, 1981/2017). Theodoric'in "Gökkuşağının Nedenleri" deneyinden 5. sınıf Işığın Yayılması ünitesindeki bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle göstermesi kazanımıyla ve 7.sınıf Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde yer alan beyaz ışığın tüm ışık renklerinin birleşiminden oluştuğu sonucuna çıkarması kazanımıyla ilişkilendirilerek bahsedilebilir.

Isaac Newton teleskop oluşturmak amacıyla yaptığı araştırmalar sırasında renkli ışıklarla, prizmaya düşen güneş ışığı arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarmak için "Renklerin Doğası" deneyini gerçekleştirmiştir. Newton, renk olgusunu hem deneysel hem de matematiksel açıdan inceleyen ilk bilim insanıdır. Newton, bu deneyi prizma üzerindeki yuvarlak delikten geçerek perdeye düşen tayfları gözlemleyerek gerçekleştirmiştir (Newton, 1672; Harre, 1981/2017). "Renklerin Doğası" deneyinden 5.sınıf Işığın Yayılması ünitesindeki bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle göstermesi ve maddelerin ışığı geçirme durumlarına göre sınıflandırma kazanımlarıyla ve 7.sınıf Işığın Madde ile Etkileşimi ünitesinde cisimlerin siyah, beyaz ve renkli görülmesinin sebepleri, ışığın yansınması-soğurulması ile ilişkilendirilmesi ve ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebinin ortam değişikliği ile ilişkilendirilmesi kazanımlarına değinilerek bahsedilebilir.

Bilim tarihinde ilk defa G. Berti, sesin boşlukta yayılmadığını göstermek için vakumda çan deneyini gerçekleştirmeye çalışmıştır. Sonuçlar, muhtemelen çok iyi bir vakuma sahip olmadığı ve çanın cam şişeye iyi monte edilememesi nedeniyle başarısız olmuştur. Bir vakumda ilk başarılı planlı deney 1644'te Vincenzo Viviani tarafından yapılmıştır. Viviani bir "Torricelli vakumuna" bir zil takmış ve zilin vakumda sessiz olduğunu göstermiştir. Bu, o zamanlar çoğu akademisyenin ilgisini çekmiştir (Mattox, 2017). Bu deney 6. sınıf Ses ve Özellikleri ünitesindeki sesin yayılabildiği ortamları tahmin etme ve tahminlerini test etme kazanımıyla ilişkilendirilerek anlatılabilir.

Günümüzde doktorlar tarafından kullanılan Rinne ve Weber testleri, işitme kaybını test etmek ve her iki kulağın kemik yolundan işitmesinin karşılaştırıldığı testlerdir. Bu testte hava yoluyla iletilen seslerin algılanması, kemik yoluyla iletilen seslerle karşılaştırılır. Böylece, iletim tipi işitme kaybının varlığı hızlı bir şekilde taranabilir. Rinne testi adını Alman otolog Heinrich Adolf Rinne'den (1819–1868) almıştır ve Weber testi ise Ernst Heinrich Weber'in (1795–1878) adını almıştır. Rinne testi, hastanın mastoid kemiğine 512 Hz'lik titreşimli bir diyapazon yerleştirilerek ve hastadan sesin artık duyulmadığını size söylemesi istenerek gerçekleştirilir. Hasta duyamadığını işaret ettiğinde, hala titreşen diyapazon işitme kanalından 1-2 cm uzağa

yerleştirilir. Daha sonra hastadan, diyapazonu artık duyamayacak duruma geldiğinde tekrar belirtmesi istenir. Hava iletimi kemik iletiminden daha büyük olmalıdır, bu nedenle hasta mastoide karşı tutulduğunda artık duyamaz hale geldikten sonra kulak kepçesinin (dış kulak) yanındaki diyapazonu duyabilmelidir. Bu normal sonuç paradoksal olarak pozitif Rinne testi olarak adlandırılır (çünkü pozitif bir tıbbi test genellikle bir anormalliği gösterir). Hasta mastoidten kulak kepçesine hareket ettirildikten sonra diyapazonu duyamıyorsa kemik iletiminin hava iletiminden daha fazla olduğu anlamına gelir. Bu, ses dalgalarının kulak kanalından orta kulak aparatından ve kokleaya geçişini engelleyen bir şey olduğunu gösterir (yani iletim tipi işitme kaybı vardır) (Butskiy et al., 2016). Rinne ve Weber'in bu deneyleri de 6. sınıf öğrencilere ses ve özellikleri kazanımları ile ilişkilendirilerek tanıtılabilir ve sesin havada ve kulakta iletimi kavramları üzerinde durulabilir.

Leonardo da Vinci Rönesans'ın ünlü bilim insanlarından. Bir ressam olarak tanınmasına karşın Da Vinci anatomist ve mühendis olarak da tanınmaktadır. Çok fazla mekanik tasarımları bulunmaktadır. Leonardo 1448'de zamanın Dük'ü Lodovico Sforza'ya bir mektup gönderdi. Dükün, özellikle savaş için, mühendis ve teknisyenlere ihtiyacı vardı. Bu yüzden Leonardo bu mektubunda, köprülerin nasıl inşa edileceği ve düşmana ait köprülerin nasıl imha edileceği, merdivenler, top ve diğer savaş araçları, kuşatma ve hendek açma metotları, vb. hakkında bilgi verdi. Teklifi kabul edildi ve 1483'den itibaren ücretli olarak ordu için çalışmaya başladı (Unat, 2012). Leonardo da Vinci'nin döner köprüsü su kütlelerinin üzerinden geçmek için hareket halindeki ordular tarafından kullanılmak üzere hızla paketlenip taşınabilir bir yapıya sahiptir. Köprü, bir dere veya hendek boyunca sallanır ve askerlerin az sorunla geçebilmesi için diğer tarafa kurulur. Cihaz tekerleklere sahipti ve hem hızlı çalıştırma hem de kolay taşıma için bir halat-kasnak sistemi içeriyordu. Ayrıca dengeleme amacıyla bir karşı ağırlık tankı ile donatılmıştı. Da Vinci, notlarında köprüyü "hafif ama sağlam" olarak tanımladı ve bu, hayatı boyunca Dük Sforza için tasarladığı birkaç köprüden sadece biriydi. Leonardo da Vinci'nin ordular için inşa ettiği benzer bir başka köprü, askerlerin birden fazla nehri daha hızlı ve kolay geçmesini sağlayan hızlı inşa edilmiş bir köprüydü. Bu tür geçici köprüler, orduların tanıdık olmayan arazilerde daha az zorlukla gezinmesine ve takip eden kuvvetlerden daha kolay kaçmasına yardımcı oluyordu (Unat, 2012; Scholz, 2007; URL 1, 2019 ). Leonardo da Vinci nin bu döner köprüsü 8. sınıf Basit Makineler ünitesi kazanımları ile ilişkilendirilebilir. Burada ek olarak Leonardo da Vinci'ye ait başka basit makine örnekleri de incelenerek ünite kazanımları ile ilişkilendirilebilir.

**Tablo 6.** *Canlılar ve Yaşam öğrenme alanında yer alan kazanımların bilimsel deneylerle ilişkilendirilmesi*

Sınıf seviyesi	Ünite adı	Kazanım sayısı*	Bilimsel Deney
5.Sınıf	İnsan ve Çevre	8	DDT Böcek İlacının Zararları - Rachel Louise Carson Robert Paine Deniz Yıldızlarını Strese Sokuyor
6.Sınıf	Vücudumdaki Sistemler ve Sağlığı	11	Pavlov'un deneyi- Ivan Pavlov Sekretin'in keşfi- William Bayliss ve Ernest Starling Algı Mekanizması- J.James Gibson
7.Sınıf	Canlılarda Üreme Büyüme ve Gelişme	7	Civciv Embriyolojisi/ Aristoteles Etkilenimin Koşulları- Konrad Lorenz

8.Sınıf	Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi	12	Bitkilerde özsu dolaşımı- Stephan Hales Robert Paine Deniz Yıldızlarını Strese Sokuyor - Robert Paine
---------	------------------------------------	----	--

\*Kazanımlar eklerde açıkça yazılı olarak verilmiştir.

Rachel Louise Carson, Amerika’da kartalların sayısının azalmasıyla ilgili araştırma yaparken DDT adlı ilacın zararlarını keşfetmiştir. Ölen kartalların yumurtalarını incelerken elde ettiği bulgular onu DDT adlı maddeye götürmüştür. DDT böcek ilacının sadece tarım zararlılarını değil diğer canlıları da olumsuz etkilediğini ve doğanın dengesini bozduğunu ekolojik dengeyi etkilediğini bulmuştur. Bu sebeple çevre bilicinin kazanılması gerektiği ile ilgili toplumu bilgilendirmiştir (Doell, 2011). Carson’un yapmış olduğu deney 5.sınıf İnsan ve Çevre ünitesi biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgulama kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Pavlov, deneyini bir köpek üzerinde yapmıştır. Köpeğin midesinin astarını ayırıp midesinden dışarı sarkan bir boru takmıştır. Böylece yemekler köpeğin midesine ulaşmadan dışarı aktığı görülmektedir. Pavlovun gözlemlerine göre köpeğin yemeği yemesinin başlamasından bitirene kadar salgılar salgılanmaktaydı ve mideye yemek girmeden salgılar başladığına göre uyarılmayı sağlayan sinir sistemi olması gerekmektedir (Harre, 1981/2017; Hadhazy, 2019). Bu sonuca ulaşan Pavlov’un deneyi 6.sınıf Vücutumuzdaki Sistemler ve Sağlığı ünitesindeki denetleyici ve düzenleyici sistemlerin vücutumuzdaki diğer sistemlerin düzenli ve eş güdümlü çalışmasına olan etkisi kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Bayliss ve Starling’in yaptığı deney Pavlov’un deneyinin sonuçlarından doğmuştur ve tanımlanmış ilk hormon olan sekretin hormonunu keşfetmişlerdir. Uyarılma olayının yalnızca sindirim sisteminin bazı alanları ve mide dışındaki birleşik organlar için geçerli olmadığı anlaşılmıştır ve hormonların rolü açık bir biçimde ilk kez Bayliss ve Starling tarafından ortaya konmuştur. Bayliss ve Starling deneyleri için bir denek hayvanı seçmişlerdir. Hayvanın körbağırsağını ayırarak uyarılmışlardır. Atardamar ve toplardamar haricinde tüm sinir bağlantılarını kesmişlerdir. Sindirim sistemine tamamen bağlı onikiparmak bağırsağına HCl döktüklerinde pankreatik salgıların başladığını görmüşlerdir. Ancak ayrılan bölüm ve geri kalan kısım arasında atardamar ve toplardamar dışında fiziksel bağlantı yoktur. Burdan hormonların varlığından ilke kez bahsetmişlerdir (Harre, 1981/2017). Bayliss ve Starling’in yaptığı deney 6.sınıf Vücutumuzdaki Sistemler ve Sağlığı ünitesindeki sindirim sistemi ile ilgili kazanımlarda salgılarla ilgili kazanımla ilişkilendirilerek verilebilir.

J.James Gibson “Algı Mekanizması” deneyini “İnsanoğlu şeyleri algılamayı nasıl beceriyor?” sorusuna yanıt bulmak amacıyla gerçekleştirmiştir. Gibson, büyük pasta kalıbı deneyi adı verdiği bu çalışmasını pasif ve aktif durum olarak iki farklı durumda gerçekleştirmiştir. Gibson pasif durumda, pasta kalıplarını ilk önce deneye katılan insanların el derisinin üzerine belli bir basınçla bastırılmış; aktif durumda ise deneye katılan insanlara pasta kalıplarını tanıma izni verildikten sonra aktif-pasif durumlar gözlemlenmiştir (Gibson, 1962; Harre, 1981/2017). Gibson’un algı mekanizması deneyi 6.sınıf Vücutumuzdaki Sistemler ve Sağlığı ünitesindeki duyu organlarına ait yapıları model üzerinde açıklama kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Aristoteles’in “Civciv Embriyolojisi” deneyinde temel amaç üreme sürecini anlamaktır. Aristoteles yaptığı bu deneyde kuşların gelişimini incelemiş ve bunu yaparken embriyo civcivlerin ilk aşamasından son aşamasına kadar gözlemlerini gerçekleştirmiştir. Gözlemleri sonucunda “Historia Animalium” kitabında embriyoloji hakkında detaylı bilgilere yer



vermiştir (Harre, 1981/2017). Aristoteles'in "Civciv Embriyolojisi" deneyinden 7. sınıf Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme ünitesindeki sperm, yumurta, zigot, embriyo, fetüs ve bebek arasındaki ilişkiyi açıklama ve bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme süreçlerini örnekler vererek açıklama kazanımlarıyla ilişkilendirilerek bahsedilebilir.

Konrad Lorenz'in "Etkilenimin Koşulları" deneyinde etkilenimin zamansal koşullarının keşfedilmesi amaçlanmış fakat bu amaca ulaşamamıştır. Lorenz'in deney nesnesi evinin çatısında yaşayan genç bir karga yavrusudur. Lorenz, genç kargayı diğer kuşlardan ve karga yavrularından yalıtarak büyütülmüştür. Normal içgüdüsel davranışların doğuştan mı geldiğini yoksa insanlar tarafından mı kazandırıldığını anlamak için gözlemlerini yapmıştır (Harre, 1981/2017). Konrad Lorenz'in "Etkilenimin Koşulları" deneyi 7. sınıf Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme ünitesinde bitki ve hayvanlarda büyüme ve gelişmeye etki eden temel faktörler kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

Paine bir habitata müdahale ederse ne olacağını merak ederek gelgit göllerine deniz yıldızlarının sığınmasını engelleyerek deneyini gerçekleştirmiştir. Paine bu deneyi ile tek bir türü habitattan tamamen dışarı çıkarınca dev bir ekosistemin bir anda çökebileceğini ortaya koymuştur. Deney şöyle gerçekleştirilmiştir: Deniz yıldızlarının beslendiği kaya midyeleri düşmanları ortadan kalkınca bir anda çılgınca ürediler. Kaya midyelerinin sayısı ve kapladığı alan hızla arttı ve habitatta yosunlara yer kalmadı. Sonuçta gelgit havuzlarındaki biyoçeşitlilikten geriye sadece midye dolu havuzlar kaldı. Paine deniz yıldızına "kilt taşı tür" adını verdi. Paine'in keşifleri sayesinde ekosistemler korunurken tespit edilen bazı türlere daha korumacı yaklaşmaktadır. Paine'in ölmeden önceki son çalışması insanların "üst kilit taşı bir tür" olarak, iklim değişikliğine neden olmak ve kontrolsüz avlanma sayesinde küresel ekosistemi nasıl değiştirdiği hakkındadır (Hadhazy, 2019). Painenin bu deneyi 5. sınıf İnsan ve Çevre ünitesi biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgulama kazanımıyla ve 8. sınıf Enerji Dönüşümleri ve Çevre Bilimi ünitesi besin zinciri ve iklim değişikliği hakkındaki kazanımlar ile ilişkilendirilebilir.

**Tablo 7.** Fiziksel Olaylar öğrenme alanında yer alan kazanımların bilimsel deneylerle ilişkilendirilmesi

Sınıf seviyesi	Ünite adı	Kazanım sayısı*	Bilimsel Deney
5.Sınıf	Elektrik Elemanları	Devre 3	Volta Pili - Alessandro Volta
6.Sınıf	Elektriğin İletimi	5	Gazların İletkenliği- Benjamin Franklin
7.Sınıf	Elektrik Devreleri	6	Tüm Elektriksel Biçimlerin Özdeşliği- Michael Faraday Volta pili - Alessandro Volta
8.Sınıf	Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi	11	Tüm Elektriksel Biçimlerin Özdeşliği- Michael Faraday

\*Kazanımlar eklerde açıkça yazılı olarak verilmiştir.

Pillerin gerçek kaşifi sayılan Alessandro Volta, 1800 yılında iki metalik elektrot ve bir elektrolit kullanarak elektrokimyasal enerjiyi istendiğinde kullanılacak şekilde depolanmanın bir yolunu icat etmiştir. Volta pili kararlı ve tutarlı akım üreten ve devreye gerekli enerjiyi sağlayabilen ilk gerçek pildir. Volta bakır ve çinko metallerin aralarına tuzlu suya batırılmış deriler yerleştirdi. Bu şekilde üst üste dizdiği metal plakalar ile elektrik üretmeyi başardı. Bu

Volta pilinin, elektrot yüzeylerine yapışan ve performansında hızlı bir düşüşe yol açan kimyasal reaksiyonlar nedeniyle hidrojen kabarcıklarından kaynaklanan bir probleme sahipti ve bu nedenle, pratikte çok az faydası vardı. Bu sorun, John Daniel tarafından 1836'da, önce "iki akışkan pili" olarak adlandırılan sonra "Daniel pili" olarak bildiğimiz keşifle giderildi. Bu piller uzun bir süre boyunca sabit ve güvenilir bir elektrik kaynağı sağlamak için kullanıldı (Sarma & Shukla, 2018). Volta pili deneyi 5.sınıf Elektrik Devre Elemanları ünitesindeki elektrik devresinin şemasını kurma ve bu esnada çalışma prensibini anlama kazanımı ile ve 7. sınıf Elektrik Devre Elemanları ünitesindeki elektrik akımını tanımlama ve elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklama kazanımlarıyla ilişkilendirilerek anlatılabilir. Ayrıca Daniel pili de anlatılarak bu derste pillerin tarihi ve elektrik devreleri için önemi vurgulanabilir.

Benjamin Franklin, "Gazların İletkenliği" deneyinde uçurtmaya anahtar bağlayıp fırtınalı bir günde uçurmuştur. Yıldırım çarpmasıyla anahtardan kıvılcıkların çıktığını fark eden Franklin, yıldırımın bir elektrik enerjisi boşalması olduğunu göstermiştir (MEB, 2016a). Benjamin Franklin, "Gazların İletkenliği" deneyi 6.sınıf Elektriğin İletimi ünitesinde yer alan kazanımlarla ilişkilendirilebilir maddenin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklama kazanımıyla ilişkilendirilerek bahsedilebilir.

Michael Faraday "Tüm Elektriksel Biçimlerin Özdeşliği" deneyinde voltaik elektriğin akım biçimini kanıtlamak amacıyla çalışmasını gerçekleştirmiştir. Faraday, elektrik akımlarını saptamak için oldukça duyarlı bir dedektör yapmakla işe girişmiştir. Daha sonra Faraday kaynağına ve deşarj koşullarına bakılmaksızın elektriğin miktarını kaydeden galvanometreyi denemek için farklı büyüklükte kavanoz grupları oluşturarak gözlemlerine devam etmiştir (Faraday, 1832; Harre, 1981/2017). Faraday'ın "Tüm Elektriksel Biçimlerin Özdeşliği" deneyi 7.sınıf Elektrik Devreleri ünitesinde elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklama kazanımıyla ve 8.sınıf Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi ünitesinde yer alan deneyler yaparak elektriklenme çeşitlerini fark etme kazanımıyla ilişkilendirilebilir.

## TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2018) yer alan 5-8. sınıf kazanımlarının bilim tarihindeki birçok önemli bilimsel deneyler ile ilişkilendirilebilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bulgularda sunulan tablolar incelendiğinde bir deneyin birden fazla sınıf ve üniteyle ilişkili olduğu görülebilir. Bir deney ilk bakışta tek bir öğrenme alanı altındaki bazı kazanımlarla ilişkilendirilse de daha yakından incelendiğinde birden fazla konu ya da kazanımla ilişkili olduğu görülmüştür. Bunun sebeplerinden biri fen programının sarmal bir yapıda olmasıdır. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda farklı konu ve sınıf düzeylerinde sarmal bir yaklaşımla tekrar eden kazanımlar yer almaktadır (MEB, 2018). Bir deneyin birden fazla sınıf ve üniteyle ilişkili olması durumu aslında bazı deneylerin yılarca sürmesi ve bu arada pek çok bilimsel bilgiyi kullanması ve yorumlaması ile de açıklanabilir (Suntola, 2018; Steinle, 2002). Örneğin Newton "Renklerin Doğası" deneyini teleskop oluşturmak amacıyla yaptığı araştırmalar sürecinde yapmıştır. Dürbün yapımına başladığı anda görüntülerin kenarında sıralı bir şekilde renklerin oluştuğunu gözlemlemiştir. Bunun sonucunda da renklerin ayrışmasının önüne geçilemeyeceğini ve kusursuz bir dürbün yapılmasının imkânsız olduğunu belirtmiştir. Merceklerde sorun yaşama ihtimalinden dolayı

ilk aynalı teleskobu yapmıştır (Allegre, 2007; Doğan, 2016). Isaac Newton “ Renklerin Doğası” deneyi ışığın yayılması, ışığın madde ile etkileşimi konuları kazanımları ile ilişkilendirilebilir. Bu ilişkilendirmeler yapılırken bu deneyin neden ve hangi şartlarda yapıldığından, merceklerden, teleskoplardan da bahsedilebilir.

Bilim tarihinde bazı bilim insanlarının hipotezlerini test etmek amacıyla deney yaparken hipotezlerinden tamamen farklı bulgulara ulaştıkları ve bu bulgulardan yola çıkarak hipotezlerini değiştirdikleri ya da ilk başta kurmuş oldukları hipotezleri yok sayarak bulgular doğrultusunda yeni hipotezler geliştirdikleri de görülmüştür. Bilimin doğası gereği çok normal olan bu durumlar bilim tarihindeki deneyler ile öğrencilere açıklanabilir (Kortam, vd., 2021). Örneğin; Michelson-Morley deneylerinde esiri (eter) bulmayı amaçlamış ancak yaptığı deneyin sonucunda esirin olmadığı sonucuna varmıştır. Rutherford ise; “Elementin İlk Yapay Dönüşümü” deneyinde tasarladığı deney beklediği sonucu elde edemeyince açığa çıkan bulgular sonucunda ilk hipotezini yok saymıştır. Verilen bu örnekler doğrultusunda bu tarz deneylerin bilimin doğasını ve tarihini net bir şekilde içselleştirmek amacıyla fen programındaki konularla ilişkilendirilebileceği söylenebilir.

Tarihteki bilimsel deneylerin ilgili kavram geldikçe uygun biçimde verilmesiyle ve bu durumun dört yıllık ortaokul süresince devam ettiği durumda öğrenciler de zamanla bilim insanlarının aslında birbirinden çok da bağımsız çalışmadıklarını ve birbirlerinin deney ve keşiflerinden diğerlerinin de faydalanarak yeni deneyler ve buluşlar gerçekleştirdiğini öğrenebilirler. Tarihte buna en güzel örnek Joule'nin çark deneyidir. Bu deneyle Joule ısının, “hareket halindeki sıvıların sürtünmesi ile oluştuğu” sonucuna varmış ve bu sonuç o dönemin bilim camiasında çok önemli bir katkı olarak kabul edilmiştir. William Thomson Joule'nin 1847'de Oxford'daki British Association'daki sunumunu dinledikten sonra babasına şöyle bir mektup yazmıştır: “Joule son derece önemli bazı gerçekleri keşfetmiş görünüyor, örneğin ısı hareket halindeki sıvıların sürtünmesi ile geliştirilmiştir” (Cardwell, 1989; Bachtold, 2021). O dönemde Joule'nin deneyi herkes tarafından pek fark edilmese de; Carnot'un ısı teorisini destekleyen Thomson gibi tüm bilim insanları üzerinde ciddi bir etkisi olmuştur. Harman (1982, akt: Bachtold, 2021) tarafından da belirtildiği gibi Thomson her ne kadar Carnot'a ait olduğunu beyan ettiği Carnot'un “temel aksiyomu” olarak kabul edilen ve bugün Carnot çevrimi olarak bilinen ve “termodinamik çevrimin özel bir tipi” olan, ısının korunumu hipotezinin aslında Joule'nin deneyleri tarafından sorgulandığını kabul etmiştir. Joule'nin deneyi 7. sınıf Kuvvet ve Enerji ünitesi kazanımları ile ilişkilendirilerek öğrencilere tanıtılabilir. Bu ünite potansiyel enerjinin kinetik enerjiye dönüşümü açıklanması gereken bir konudur. Bu deney ile öğrencilere bilim insanlarının birbirlerinin deney ve keşiflerinden diğerlerinin de faydalanarak yeni deneyler ve buluşlar gerçekleştirdiği gerçeği öğretilebilir.

Literatürde müfredatlarımızda bilim tarihine yapılan vurgunun yeterli olmadığı (Sarıtaş, 2020; Laçın-Şimşek, 2009, 2011) ve fen bilimleri programlarında bilim tarihi ve bilim insanı vurgularının çok az olduğu belirtilmektedir (Sarıtaş, 2020; İdin & Yalaki, 2016). Bilim tarihindeki önemli deneyleri öğrencilere tanıtırken deneyi yapan bilim insanlarından da bahsedileceğinden bu çalışmanın sonuçlarının fen programlarında dikkat çeken bu bilim tarihi vurgusunun eksikliğini gidermeye bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bilimsel kavramları öğrenmek ve öğretmek okullarda fen eğitiminin amaçları arasındadır ve öğrencilerin bilimsel kavramları ve bilim tarihi boyunca gelişimlerini anlamaları da bu işin bir parçasıdır.

Kendilerine sunulan tarihsel bilgilerle öğrenciler, kendi saf fikirleri ile bilim insanlarının fikirleri arasındaki benzerliği fark edebilirler (Roach & Wandersee 1995; Stinner & Williams 1993). Bilim insanlarının bilimsel bilgiyi yapılandırırken nesnelere kişileştirme ve doğal süreçleri ve fenomenleri duygusal kavramları kullanarak tanımlama eğiliminde olmaları gibi, bugünün öğrencileri de bilimsel bilgiyi yapılandırırken duygu dünyalarına uyarlanmış kendi kavramsal bilgilerini inşa ederler (Mamluk-Naaman vd., 2005). Bu çalışmada da vurgulandığı üzere okullarda öğretilen bilimsel kavramlar bilim tarihindeki pek çok bilimsel deneyle ilişkilendirilebilir. Bu şekilde öğrencilerin kavramları daha iyi öğrenmelerine de destek olunabilir. Hatta bilim tarihi ve bilimsel deneyler öğrencilerde kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesinde de kullanılabilir. Örneğin bu araştırmada öğrencilere tanıtılması önerilen Leonardo da Vinci'nin sürtünme deneyi öğrenciler ile sınıf ya da laboratuvar ortamında yapılabilir. Bu deneyde sürtünme kuvvetinin normal kuvvetle orantılı olduğu kavramı öğrencilere kazandırılması hedeflendiğinden deneyden önce buna yönelik hazırlanacak kavram ilişkilendirme testleri ya da deneyden sonra öğrencilerden alınacak yansıtıcı günlükler ile öğrencilerin sürtünme kavramı hakkında sahip olduğu kavram yanlışları tespit edilip deneyin tekrarlanması ile bu yanlışlar giderilebilir.

Bilimsel gelişmeler bazen çok uzun bir sürece dayanır ve böyle uzun bir süreci öğrencilere tek bir üniteye ya da tek bir döneme sıkıştırarak vermek neredeyse imkansızdır. Örneğin, pillerin MÖ 250'ye kadar uzanan uzun bir geçmişi vardır ve pillerin tarihi boyunca birçok güçlü fikir öne çıkmıştır (Alarco & Talbot, 2015). Dolayısıyla fen bilimleri dersi kapsamında her yıl elektrik üniteleri kapsamında pek çok kez pillerin tarihine dayanan konu ya da kavramlar öğrencinin karşısına çıkacaktır. Yeri geldikçe ilgili kazanıma ait deneylerden ve de bunların sahibi bilim insanlarından bahsetmek uygun olacaktır. Bu durum tüm sınıflarda devam ettiği takdirde öğrenciler zamanla bilim insanlarına, deneylerine ve onların hangi kavram ve bilimsel bilgi ile ilişkili olduğuna dair bir bilgi birikimi kazanacaklardır. Bu da onları ileriki yıllarda dersleri fizik, kimya ve biyoloji şeklinde ayrı disiplinler halinde verildiğinde karşılımlarına çıkan kavramlarda bilim tarihi ile ilişkilendirme yoluna gidebilecek ve bu şekilde bireylerde tarihteki bilimsel deneylere dair bir alt yapı ve bilim insanlarının kim oldukları, bilime ne kattıkları hakkında bilgi birikimi oluşabilecektir. Bilim insanlarının temelde neyi keşfettiğini, hangi alanda çalıştığını ya da hangi bilimsel bilginin oluşmasında katkısının ne olduğunu bilmemek uzun vadede toplumun bilimsellikten uzak olmasına, insanların bilime merak duymamasına ve bilimin sadece bilim insanlarının uğraşı olduğu fikrine götürebilir.

Fen Bilimleri Dersi öğretim programında yer alan kazanımlar aslında öğretmenlerin bu konuda materyal sunmaları için bir hedef belirtmektedir. Nitekim kazanımlarda yer alan ifadelerin çoğu bir kavram, bir kanun ya da deneyle ilişkilendirilebilecek ifadelerdir. Örneğin 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda Canlılar ve Yaşam öğrenme alanında yer alan F.7.6.1.3. nolu "Embriyonun sağlıklı gelişebilmesi için alınması gereken tedbirleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır" kazanımının Aristoteles'in Cıvıv Embriyolojisi ( Harre, 1981/2017) deneyi ile ilişkilendirmek bu kazanımın daha kolay ve anlaşılır verilmesine vasıta olacaktır. Bilim tarihinde bilim insanlarının deney veya gözlemlerden elde ettikleri aynı kanıt ve verileri farklı yorumladıkları da görülmüştür. Örneğin Aristoteles, nesnelere hareketini, duman yükselirken ve bir kaya düşerken doğal yerlerini hareket ettirme eğilimleriyle tanımlamıştır. Daha ağır bir kayanın daha hafif bir kayadan daha fazla aşağı doğru hareket

etme eğiliminde olduğunu söylemiştir. Aristoteles'ten yüzyıllar sonra Galileo, her ikisi de aynı yükseklikten bırakıldığında iki nesnenin aynı anda yere ulaştığını savunmuştur. Bir başka örnek olarak, kendi zamanlarının çağdaş bilim insanları olan Galvani ve Volta'nın elektriğin kaynağı konusunda var olan farklı fikirleridir. Galvani, elektrik kaynağının hayvan olduğuna inanıyordu ve Volta, bunun temas potansiyelinden kaynaklandığını göstererek fikrini çürütmüştür. Bilim tarihindeki bu tartışmaların derslerde kullanılması önerilmektedir (Kortam, vd., 2021). Volta ve Galvani'nin bu tartışması da elektrikle ilgili kazanımlarla ilişkilendirilerek verilebilir.

Bilim tarihinde geçen ve kazanımlarla ilişkilendirilen bilimsel deneyler ortaokul öğrencilerine tanıtılırken öğrenci seviyesi göz önünde tutularak sadeleştirilmeli ve belli temeller düzeyinde sunulmalıdır. Deneyler kaynaklarda sunulduğu haliyle değil öğrenci seviyesine göre basitleştirerek verilmelidir. Bu araştırmada sunulan deneyleri sınıfa tanıtmak için öğretmenler çalışmada verilen kaynakların yanı sıra bilim merkezlerinin çevrimiçi materyallerinden, google arama motoruna ilgili anahtar kelimeler ile taratarak bulabilecekleri youtube videolarından, animasyonlardan vb. faydalanabilirler. Artık küreselleşen dünyada internet sayesinde eğitim-öğretim ortamlarında kullanılacak çok çeşitli kaynaklara ulaşılabilir. Ancak burada öğretmenin bu alandaki yetkinliği, araştırmacı ve sorgulamacı yanı ve hatta medya okuryazarı olması gibi çoklu becerilere sahip olması gerekecektir.

Bu çalışmanın bulgularının ve sonuçlarının öğretmenler, öğretmen adayları ve araştırmacılar için bir kaynak görevi göreceği düşünüldüğünden derslerde kullanılması önerilmektedir. Hatta öğretmenlerin basitleştirerek bazı deneyleri okul ortamında yapmaları da mümkün olabilir. Ayrıca bilimin doğası, bilim tarihi ve tarihteki bilimsel deneylerin ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programına entegre edilmesi ile ilgili programda revizyon çalışmaları yapılabilir. Bu deneylerin basitleştirilmiş hallerini içeren ortaokul öğrencilerine yönelik bir kaynak kitap yazılabilir. Bu deneylerin öğretildiği sınıflarla kontrollü deneysel çalışmalar yapılarak bilimin doğasının anlaşılmasına etkileri ölçülebilir.

## KAYNAKÇA

- AAAS (American Association for the Advancement of Science). (1990). Science for all Americans: A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology American Association for the Advancement of Science 1989. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 10(2), 93–101. <https://doi.org/10.1177/027046769001000206>
- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching with and about nature of science, and science teacher knowledge domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2>
- Akarsu, B. (2018). *Bilim, dünü, bugünü, yarını*. Cinius Yayınları.



- Akarsu, B., Kariper, A. & Coşkun, H. (2015). The effect of using scientific stories on teaching science and on the academic achievement of the students. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(2). <https://doi.org/10.17860/efd.04596>
- Akter S., Arslan, H. B., & Şimşek, M. (2017). *Ortaokul fen bilimleri ders kitabı 5. Özgün Matbaacılık*.
- Alarco, J. & Talbot, P. (2015). The history and development of batteries. [https://phys.org/news/2015-04-history-batteries.html#google\\_vignette](https://phys.org/news/2015-04-history-batteries.html#google_vignette)
- Allegre, C. (2007). *Herkese biraz bilim*.Yapı Kredi Yayınları.
- APS (American Physical Society) (2009). This month physics history; December 1840: Joule's abstract on converting mechanical power into heat. *American Physical Society*, 18(11). <https://www.aps.org/publications/apsnews/200912/physicshistory.cfm>
- Azorin-Molinaa, C., Asinb ,J., McVicar, T.R., Minolaa,L., Lopez-Morenoe,J.I., Vicente-Serranoe , S.M. & Chena, D. (2017). Evaluating anemometer drift: A statistical approach to correct biases in wind speed measurement. *Atmospheric Research*. December. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2017.12.010>
- Bachtold, M. (2021) Introducing Joule's paddle wheel experiment in the teaching of energy: Why and how? *Foundations of Science*, 26, 791–805. <https://doi.org/10.1007/s10699-020-09664-2>
- Beaumont, W. (1996). *Experiments and observations on the gastric juice and the physiology of digestion*. Dover Publications.
- Brown, R. A. (1991). Humanizing physics through its history. *School Science and Mathematics*, 91(8), 357-61.
- Butskiy, O., Ng, D., Hodgson,M. & Nunez, D.A. (2016). Rinne test: does the tuning fork position affect the sound amplitude at the ear?. *Journal of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 45, 21. <https://journalotohns.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40463-016-0133-7>
- Cardwell, D. (1989). *James Joule: A biography*. Manchester: Manchester University Press.
- Cavendish, H. (1798). XXI. Experiments to determine the density of the earth. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, (88), 469-526. <https://doi.org/10.1098/rstl.1798.0022>
- Courtel, R. & Tichvinsky, L. (1964). A brief history of friction. *Naval Engineers Journal*, 76(3), 451-460. <https://doi.org/10.1111/j.1559-3584.1964.tb04759.x>
- Creswell, J.W. (2013). *Qualitative inquiry & research design choosing among five approaches*. SAGE Publications. (S.B. Demir ve M. Bütün, Eds. 2021, 3. Baskıdan Çeviri, 6. Baskı), [Nitel araştırma yöntemleri. beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni]. Siyasal Yayın Dağıtım
- Çepni, S. (2010). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. (Genişletilmiş 5.baskı). Celepler Matbaacılık.

- Çoruh, H. (2010). "Disiplinlerarası bilim tarihi" dersi ve gerekçesi. *Tarih Okulu*, VII, 7-23. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/144855>
- Davy, H. (1808). I. The Bakerian Lecture, on some new phenomena of chemical changes produced by electricity, particularly the decomposition of the fixed alkalies, and the exhibition of the new substances which constitute their bases; and on the general nature of alkaline bodies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, (98), 1-44. <https://doi.org/10.1098/rstl.1808.0001>
- Demirci, T. & Okur, S. (2021). The effect of teaching science through storytelling on students' academic achievement, story writing skills and opinions about practice. *Education Quarterly Reviews*, 4(2) 562-578. <https://doi.org/10.31014/aior.1993.04.02.301>
- Doell, D. (2011). Rachel Carson: The inspiration of a new generation. *Earth Common Journal*, 1(1). 110-119. <https://doi.org/10.31542/j.ecj.15>
- Doğan, M. (2016). *Bilim ve teknoloji tarihi, Sümerlilerden günümüze bilim ve teknoloji, Cumhuriyet Türkiye'sinde bilim ve teknoloji*. (3. Baskı). Anı Yayıncılık.
- Erduran, S. (2001). Philosophy of chemistry: An emerging field with implications for chemistry education. *Science & Education* 10, 581-593. <https://doi.org/10.1023/A:1017564604949>
- Erduran, S., Aduriz-Bravo, A. & Mamlok-Naaman, R. (2007). Developing epistemologically empowered teachers: Examining the role of philosophy of chemistry in teacher education. *Science & Education*, 16, 975-989. <https://doi.org/10.1007/s11191-006-9072-4>
- Erentürk, B., Göktaş, Y. & Bulu, S.B. (2004, May 31-June 2). What construct constructivism: Moving from the theory to application. *Information Technology Based Proceedings of the Fifth International Conference on Higher Education and Training*. Istanbul, Türkiye. <https://doi.org/10.1109/ITHET.2004.1358192>
- Faraday, M. (1832). Experimental researches in electricity. *Philosophical Transactions of the Royal Society*. 122. 125-162. <https://doi.org/10.1098/rstl.1832.0006>
- Faria, M.B., Parente, R.S., Bastos, R.S., Silva, W.F., Ferreira, F.M., Alencar, D.B., Lima, B.A.V. & Barros I.N. (2020). The importance of the use of scientific experiments for science education in fundamental education: A case study. *Research, Society and Development*, 9(7), 1-15, <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4159>
- Fox, R. (2001). Constructivism examined. *Oxford Review of Education*, 27(1), 23-35. <https://doi.org/10.1080/3054980020030583>
- Galilei, G. (1638). *Dialogues concerning two new sciences*. (Çev. H. Crew & A. de Salvio, 1914). The Macmillan Company. (orijinal basımı, Elzevir, Leyden, 1638). <http://euclid.trentu.ca/math/sb/3820H/Fall-2020/Dialogues-Concerning-Two-New-Sciences.pdf>
- Gibson, J.J. (1962). Observations on active touch. *Psychological Review*, 69(6), 477-491. <https://doi.org/10.1037/h0046962>

- Güler, M. & Ünal, S. (2021): Tell me a story, professor! The effect of historical science stories on academic achievement and motivation in a physics class. *Research in Science & Technological Education*. <https://doi.org/10.1080/02635143.2021.1928046>
- Güven, Y.Ö. & Kınıkoğlu, O. (2020). *Hayvan deneyleri-Hayvanlar bizim için mi var?* Yeni İnsan Yayınevi.
- Güven, İ., Korkut, H.M. & Köngül, Ö. (2021, Mayıs, 19-21). *Ortaokul fen bilimleri dersi müfredatında yer alan kazanımların tarihteki büyük bilimsel deney/teoriler ile ilişkilendirilmesi*. [Sözlü sunum] 14. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi. *UFBMEK 2021*. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Burdur, Türkiye.
- Hadhazy, A. (2019). Her şeyi değiştiren 10 deney. *Popular Science Türkiye*, 11(91), 45-51.
- Hales, S. (1727). *Vegetable Staticks: or, an account of some statical experiments on the sap in vegetables: being an essay towards a natural history of vegetation. also, a specimen of an attempt to analyse the air, by a great variety of chymio-statical experiments; which were read at several meetings before the royal society*. W. and J. Innys and T. Woodward. <https://www.biodiversitylibrary.org/item/188038#page/5/mode/1up>
- Harre, R. (1981). *Büyük bilimsel deneyler*. (Çev. Sinan Kılıç, 2017). Say yayınları.
- Hodson, D. (1988) Experiments in science and science teaching, *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53-66. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.1988.tb00144.x>
- Hurd, P. D. (1961). *Biological education in american secondary schools 1890-1960*. American Institute of Biological Sciences. (ED010991).
- Ihde, A. J. (1971). Let's teach history of chemistry to chemists! *Journal of Chemical Education*, 48, 686-687. <https://doi.org/10.1021/ED048P686>
- Irez, O.S. (2009). Nature of science as depicted in Turkish biology textbooks. *Science Education*, 9(3), 422- 447. <https://doi.org/10.1002/sce.20305>
- Irez, O.S. & Han Tosunoğlu, Ç. (2017). Fen bilimleri eğitiminde bilimin doğası ve bilim tarihi. M.P. Demirci Güler (Ed.). *Fen bilimleri öğretimi içinde*. ss. 50-80. Pegem A Yayıncılık
- Irwin, A. R. (2000). Historical case studies: Teaching the nature of science in context. *Science Education*, 84(1), 5-26. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1<5::AID-SCE2>3.0.CO;2-0](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1<5::AID-SCE2>3.0.CO;2-0)
- İdin, Ş. & Yalaki, Y. (2016). Türkiye'deki ortaokul fen bilimleri ders kitaplarında yer verilen Türk-İslam bilim insanlarının incelenmesi. *Yaşadıkça Eğitim*, 30(2), 37-52. <http://journals.iku.edu.tr/yed/index.php/yed/article/view/52/38>
- Kaplan, O. B. (2019a). *Fotoğraf makinesinin atası: Karanlık kutu*. Tübitak Yayınları. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/fotograf-makinesinin-atasi-karanlik-kutu>
- Kaplan, O. B. (2019b). *Sıcaklığı ölçmek: Termometrenin tarihi*. Tübitak Yayınları. <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/sicakligi-olcmek-termometrenin-tarihi>

- Kara, U. (2010). *Öğretmen adaylarının bilime yönelik kavram yanlışlarının giderilmesinde bilim tarihi temelli bilim öğretiminin yönteminin etkililiği*. Yüksek lisans tezi, Ondokuzmayıs Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Samsun.
- Kelley, D.H. & Milone, E.F. (2005). *exploring ancient skies an encyclopedic survey of archaeoastronomy*. Springer.  
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fb137471.pdf>
- Kortam, N., Hugerat, M. ve Mamlok-Naaman, R. (2021). The story behind the discovery: integrating short historical stories in science teaching. *Chemistry Teacher International* 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.1515/cti-2019-0016>
- Laçın-Şimşek, C. (2009). Fen ve teknoloji dersi öğretim programları ve ders kitapları bilim tarihinden ne kadar ve nasıl yararlanıyor? *İlköğretim Online*, 8(1).  
<https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/90896>
- Laçın-Şimşek, C. (2011). Bilimin doğası ve bilim tarihi dersinde yapılan çalışmaların öğrencilerinin bilim tarihi ile ilgili bilgi düzeylerine etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 5(1), 116-138.  
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/39815>
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of research in science teaching*, 29(4), 331-359.  
<https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Losee, J. (1972/2001). *A historical introduction to the philosophy of science*. (4th ed.) Oxford University Press.
- Mamlok-Naaman, R., Ben-Zvi, R., Hofstein, A., Menis, J. & Erduran, S. (2005). Learning science through a historical approach: Does it affect the attitudes of non-science-oriented students towards science? *International Journal of Science and Mathematics Education*, 3(3), 485-507. <https://doi.org/10.1007/s10763-005-0696-7>
- Mattox, D.M. (2017). A short history: Vacuum in the 17th century and onward the beginning of experimental sciences. *SVC (Society of Vacuum Coaters) Bulletin*. Spring.  
<https://www.svc.org/Publications/pdf/History%20Corner%20Vacuum%20in%20the%2017%20Century.pdf>
- McComas, W. F., Clough, M. P. & Almazroa, H. (2002). The role and character of the nature of science in science education. in *The nature of science in science education*. pp. 3-39. Kluwer Academic Publishers. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F0-306-47215-5.pdf>
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2016a). *Ortaokul fen bilimleri 6. sınıf ders kitabı*. Fenbil Yayıncılık.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2016b). *Ortaokul fen bilimleri 7. sınıf ders kitabı*. Sonuç yayıncıları.
- MEB (Milli Eğitim Bakanlığı). (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı (5.,6.,7. ve 8.Sınıflar)*. Milli Eğitim Bakanlığı.

- Misli, C. & Yılmaz, O. (2013). Dünya'nın kütle hesabı. *Fizik Dünyası*. [http://fizikdunyasi.ankara.edu.tr/j/tmp/cmisli\\_2\\_13-2.pdf](http://fizikdunyasi.ankara.edu.tr/j/tmp/cmisli_2_13-2.pdf)
- Monk, M. & Osborne, J. (1997). Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. *Science Education*, 81(4) 405–424. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199707\)81:4<405::AID-SCE3>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199707)81:4<405::AID-SCE3>3.0.CO;2-G)
- Mugaloglu, E.Z. (2014). The problem of pseudoscience in science education and implications of constructivist pedagogy. *Science & Education* 23, 829–842. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9670-x>
- Newton, I. (1672). A letter of Mr. Isaac Newton, professor of the mathematicks in the University of Cambridge; containing his new theory about light and colors: sent by the author to the publisher from Cambridge, Febr. 6. 1671/72; in order to be communicated to the R. Society. *Philosophical transactions of the Royal Society of London*, 6(80), 3075-3087. <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1671.0072>
- Norris, S. P. & Phillips, L. M. (2003). How literacy in it's fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87, 224-240. <https://doi.org/10.1002/sce.10066>
- Özdemir, G. & Akçay, H. (2009). Bilimin doğası ve bilim tarihi dersinin öğrencilerin bilimin ve bilimsel bilginin doğasına ilişkin düşüncelerine etkisi. *Education Sciences*, 4(1), 218-227.
- Pitenis, A. A., Dowson, D. & Sawyer, W. G. (2014). Leonardo da Vinci's friction experiments: An old story acknowledged and repeated. *Tribology Letters*, 56(3), 509-515. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11249-014-0428-7>
- Roach, L. E. & Wandersee, J. H. (1995). Putting people back into science: Using historical vignettes. *School Science and Mathematics*, 95(7), 365–370.
- Rutherford, E. (2010). Collision of  $\alpha$  particles with light atoms. IV. An anomalous effect in nitrogen. *Philosophical Magazine*, 90(1), 31-37. <https://doi.org/10.1080/14786431003659230>
- Rutherford, F. J. & Ahlgren, A. (1994). *Science for all Americans*. (16th Ed.) Oxford University Press.
- Sak, R., Şahin Sak, İ. T., Öneren Şendil, Ç. & Nas, E. (2021). Bir araştırma yöntemi olarak doküman analizi. *Kocaeli Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 4(1), 227-250. <https://doi.org/10.33400/kuje.843306>
- Sarıtaş, D. (2019). Bilimin sosyo-kültürel doğası bağlamında fen bilimleri öğretmenlerinin yerli ve yabancı bilim insanları hakkındaki bilgilerinin karşılaştırılması. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 720-735. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/nevsosbilen/issue/51363/605565>
- Sarıtaş, D. (2020). Fen bilimleri dersi öğretim programında bilim- kültür-bilim tarihi ilişkisi ve uygun bir ilişki için bazı kuramsal öneriler. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi*, 3(1), 28-38. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/1141958>



- Sarma, D.D. & Shukla, A.K. (2018). Building better batteries: A travel back in time. *ACS Energy Letters*, 3(11), 2841–2845. <https://doi.org/10.1021/acseenergylett.8b01966>
- Scholz, M.P. (2007). *Advanced NXT The Da Vinci Inventions Book*. Springer-Verlag.
- Steinle, F. (2002). Experiments in history and philosophy of science. *Perspectives on Science*, 10(4), 408–432. <https://doi.org/10.1162/106361402322288048>
- Stinner, A. & Williams, H. (1993). Conceptual change, history, and science stories. *Interchange*, 24(12), 87–103. <https://doi.org/10.1007/BF01447342>
- Strano, G. (2009). Galileo's telescope: history, scientific analysis, and replicated observations. *Experimental Astronomy*, 25(17), 17-31. <https://doi.org/10.1007/s10686-009-9142-0>
- Subaşı, M. & Okumuş, K. (2017). Bir araştırma yöntemi olarak durum çalışması. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(2), 419-426. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/474049>
- Suntola, T. (2018). The short history of science – or the long path to the union of metaphysics and empiricism. *Physics Foundations Society The Finnish Society For Natural Philosophy*. [www.physicsfoundations.org](http://www.physicsfoundations.org) / [www.lfs.fi](http://www.lfs.fi)
- Thomson, J.J. (1897). XL. Cathode rays. *The London, Edinburgh ve Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 44 (269), 293-316. <https://doi.org/10.1080/14786449708621070>
- Topdemir, H. G. & Unat, Y. (2018). *Bilim tarihi*. Pegem Akademi.
- Turgut, H. & Fer, S. (2006). Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel okuryazarlık yeterliklerinin geliştirilmesinde sosyal yapılandırmacı öğretim tasarımı uygulamasının etkisi. *M.Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 24, 205-229. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2035>
- Unat, Y. (2012). Bir rönesans mühendisi: Leonardo Da Vinci. *Dört Öge*, 1(2), 51-66. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/567372>
- Unat, Y. (2021). Bilim tarihi disiplini ve bilim tarihine farklı yaklaşımlar. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 4(Özel Sayı), 1-8. <https://doi.org/10.32329/uad.971531>
- URL1 (2019). *Leonardo Da Vinci Inventions*. <https://www.da-vinci-inventions.com/revolving-bridge>
- Wang, H. A., & Marsh, D. D. (2002). Science instruction with a humanistic twist: Teachers' perception and Practice in using the history of science in their classrooms. *Science and Education*, 11, 169–189. <https://doi.org/10.1023/A:1014455918130>
- Welch, W. W. (1979). Chapter 7: Twenty years of science curriculum development: A Look Back. *Review of research in education*, 7(1), 282-306. <https://doi.org/10.3102/0091732X007001282>
- Wollman, E. L., Jacob, F. & Hayes, W. (1956). Conjugation and genetic recombination in *Escherichia coli* K-12. *Cold Spring Harbor symposia on quantitative biology*, (21), 141-162. Cold Spring Harbor Laboratory Press. <https://doi.org/10.1101/sqb.1956.021.01.012>

- Yaşar, Ş. (1998, Eylül, 9-11). Yapısalcı kuram ve öğrenme-öğretme süreci. *VII. Ulusal Eğitim Bilimleri Kongresi Bildiriler Kitabı*. ss. 695–701. Selçuk Üniversitesi Yayınları.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. 10. Baskıdan tıpkı 11. Baskı. Seçkin Yayıncılık.
- Yıldız, S. (2013). *Lise biyoloji ders kitaplarında bilim tarihi kullanımının incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

**EK 1. 2018 Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı Öğrenme Alanı, Ünite Ve Kazanımları**

ÖĞRENME ALANI	Ünite Adı	Sınıf Seviyesi	Kazanım
DÜNYA VE EVREN	Güneş, Dünya ve Ay	5	F.5.1.1.1. Güneş'in özelliklerini açıklar. F.5.1.1.2. Güneş'in büyüklüğünü Dünya'nın büyüklüğüyle karşılaştıracak şekilde model hazırlar. F.5.1.2.1. Ay'ın özelliklerini açıklar. F.5.1.2.2. Ay'da canlıların yaşayabileceğine yönelik ürettiği fikirleri tartışır. F.5.1.3.1. Ay'ın dönme ve dolanma hareketlerini açıklar. F.5.1.3.2. Ay'ın evreleri ile Ay'ın Dünya etrafındaki dolanma hareketi arasındaki ilişkiyi açıklar. F.5.1.4.1. Güneş, Dünya ve Ay'ın birbirlerine göre hareketlerini temsil eden bir model hazırlar.
	Güneş Sistemi ve Tutulmalar	6	F.6.1.1.1. Güneş sistemindeki gezegenleri birbirleri ile karşılaştırır. F.6.1.1.2. Güneş sistemindeki gezegenleri, Güneş'e yakınlıklarına göre sıralayarak bir model oluşturur. F.6.1.2.1. Güneş tutulmasının nasıl oluştuğunu tahmin eder. F.6.1.2.2. Ay tutulmasının nasıl oluştuğunu tahmin eder. F.6.1.2.3. Güneş ve Ay tutulmasını temsil eden bir model oluşturur.
	Güneş Sistemi ve Ötesi	7	F.7.1.1.1. Uzay teknolojilerini açıklar. F.7.1.1.2. Uzay kirliliğinin nedenlerini ifade ederek bu kirliliğin yol açabileceği olası sonuçları tahmin eder. F.7.1.1.3. Teknoloji ile uzay araştırmaları arasındaki ilişkiyi açıklar. F.7.1.1.4. Teleskobun yapısını ve ne işe yaradığını açıklar. F.7.1.1.5. Teleskobun gök bilimin gelişimindeki önemine yönelik çıkarımda bulunur. F.7.1.1.6. Basit bir teleskop modeli hazırlayarak sunar. F.7.1.2.1. Yıldız oluşum sürecinin farkına varır. F.7.1.2.2. Yıldız kavramını açıklar. F.7.1.2.3. Galaksilerin yapısını açıklar. F.7.1.2.4. Evren kavramını açıklar.
	Mevsimler ve İklim	8	F.8.1.1.1. Mevsimlerin oluşumuna yönelik tahminlerde bulunur. F.8.1.2.1. İklim ve hava olayları arasındaki farkı açıklar. F.8.1.2.2. İklim biliminin (klimatoloji) bir bilim dalı olduğunu ve bu alanda çalışan uzmanlara iklim bilimci (klimatolog) adı verildiğini söyler.

319

ÖĞRENME ALANI	Ünite Adı	Sınıf Seviyesi	Kazanım
CANILAR VE YAŞAM	Canlılar Dünyası	5	F.5.2.1.1. Canlılara örnekler vererek benzerlik ve farklılıklarına göre sınıflandırır.
	Vücut-muzdaki Sistemler	6	F.6.2.1.1. Destek ve hareket sistemine ait yapıları örneklerle açıklar. F.6.2.2.1. Sindirim sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar. F.6.2.2.2. Besinlerin kana geçebilmesi için fiziksel (mekanik) ve kimyasal sindirime uğraması gerektiği çıkarımını yapar. F.6.2.2.3. Sindirime yardımcı organların görevlerini açıklar. F.6.2.3.1. Dolaşım sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini model kullanarak açıklar. F.6.2.3.2. Büyük ve küçük kan dolaşımını şema üzerinde inceleyerek bunların görevlerini açıklar. F.6.2.3.3. Kanın yapısını ve görevlerini tanımlar. F.6.2.3.4. Kan grupları arasındaki kan alışverişini ifade eder. F.6.2.3.5. Kan bağışının toplum açısından önemini değerlendirir. F.6.2.4.1. Solunum sistemini oluşturan yapı ve organların görevlerini modeller kullanarak açıklar. F.6.2.5.1. Boşaltım sistemini oluşturan yapı ve organları model üzerinde göstererek görevlerini özetler.

2018 Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Programında Yer Alan Kazanımların Bilim Tarihindeki Bilimsel Deneyler ile İlişkilendirilmesi

	Hücre ve Bölünmeler	7	F.7.2.1.1. Hayvan ve bitki hücrelerini, temel kısımları ve görevleri açısından karşılaştırır. F.7.2.1.2. Geçmişten günümüze, hücrenin yapısı ile ilgili görüşleri teknolojik gelişmelerle ilişkilendirerek tartışır. F.7.2.1.3. Hücre-doku-organ-sistem-organizma ilişkisini açıklar. F.7.2.2.1. Mitozun canlılar için önemini açıklar. F.7.2.2.2. Mitozun birbirini takip eden farklı evrelerden oluştuğunu açıklar. F.7.2.3.1. Mayozun canlılar için önemini açıklar. F.7.2.3.2. Üreme ana hücrelerinde mayozun nasıl gerçekleştiğini model üzerinde gösterir. F.7.2.3.3. Mayoz ve mitoz arasındaki farkları karşılaştırır.
	DNA ve Genetik Kod	8	F.8.2.1.1. Nükleotid, gen, DNA ve kromozom kavramlarını açıklayarak bu kavramlar arasında ilişki kurar. F.8.2.1.2. DNA'nın yapısını model üzerinde gösterir. F.8.2.1.3. DNA'nın kendini nasıl eşlediğini ifade eder. F.8.2.2.1. Kalıtım ile ilgili kavramları tanımlar. F.8.2.2.2. Tek karakter çaprazlamaları ile ilgili problemler çözerek sonuçlar hakkında yorum yapar. F.8.2.2.3. Akraba evliliklerinin genetik sonuçlarını tartışır. F.8.2.3.1. Örneklerden yola çıkarak mutasyonu açıklar. F.8.2.3.2. Örneklerden yola çıkarak modifikasyonu açıklar. F.8.2.3.3. Mutasyonla modifikasyon arasındaki farklar ile ilgili çıkarımda bulunur. F.8.2.4.1. Canlıların yaşadıkları çevreye uyumlarını gözlem yaparak açıklar. Adaptasyonların kalıtsal olduğu vurgulanır. F.8.2.5.1. Genetik mühendisliğini ve biyoteknolojiyi ilişkilendirir. F.8.2.5.2. Biyoteknolojik uygulamalar kapsamında oluşturulan ikilemelerle bu uygulamaların insanlık için yararlı ve zararlı yönlerini tartışır. F.8.2.5.3. Gelecekteki genetik mühendisliği ve biyoteknoloji uygulamalarının neler olabileceği hakkında tahminde bulunur.

OGRENME ALANI	Ünite Adı	Sınıf Seviyesi	Kazanım
FİZİKSEL OLAYLAR	Kuvvetin Ölçülmesi ve Sürtünme	5	F.5.3.1.1. Kuvvetin büyüklüğünü dinamometre ile ölçer. F.5.3.1.2. Basit araç gereçler kullanarak bir dinamometre modeli tasarlar. F.5.3.2.1. Sürtünme kuvvetine günlük yaşamdan örnekler verir. F.5.3.2.2. Sürtünme kuvvetinin çeşitli ortamlarda harekete etkisini deneyerek keşfeder. F.5.3.2.3. Günlük yaşamda sürtünmeyi artırma veya azaltmaya yönelik yeni fikirler üretir.
	Kuvvet Hareket ve	6	F.6.3.1.1. Bir cisme etki eden kuvvetin yönünü, doğrultusunu ve büyüklüğünü çizerek gösterir. F.6.3.1.2. Bir cisme etki eden birden fazla kuvveti deneyerek gözlemler. F.6.3.1.3. Dengelenmiş ve dengelenmemiş kuvvetleri, cisimlerin hareket durumlarını gözlemleyerek karşılaştırır. F.6.3.2.1. Sürati tanımlar ve birimini ifade eder. F.6.3.2.2. Yol, zaman ve sürat arasındaki ilişkiyi grafik üzerinde gösterir.
	Kuvvet ve Enerji	7	F.7.3.1.1. Kütleye etki eden yer çekimi kuvvetini ağırlık olarak adlandırır. F.7.3.1.2. Kütle ve ağırlık kavramlarını karşılaştırır. F.7.3.1.3. Yer çekimini kütle çekimi olarak gök cisimleri temelinde açıklar. F.7.3.2.1. Fiziksel anlamda yapılan işin, uygulanan kuvvet ve alınan yolla ilişkili olduğunu açıklar. F.7.3.2.2. Enerjiyi iş kavramı ile ilişkilendirerek, kinetik ve potansiyel enerji olarak sınıflandırır. F.7.3.3.1. Kinetik ve potansiyel enerji türlerinin birbirine dönüşümünden hareketle enerjinin korunduğu sonucunu çıkarır. F.7.3.3.2. Sürtünme kuvvetinin kinetik enerji üzerindeki etkisini örneklerle açıklar. F.7.3.3.3. Hava veya su direncinin etkisini azaltmaya yönelik bir araç tasarlar.
	Basınç	8	F.8.3.1.1. Katı basıncını etkileyen değişkenleri deneyerek keşfeder. F.8.3.1.2. Sıvı basıncını etkileyen değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini test eder. F.8.3.1.3. Katı, sıvı ve gazların basınç özelliklerinin günlük yaşam ve teknolojideki uygulamalarına örnekler verir.

320

OGRENME ALANI	Ünite Adı	Sınıf Seviyesi	Kazanım
---------------	-----------	----------------	---------

MADDE VE DOĞASI	Madde Değişim ve	5	<p>F.5.4.1.1. Maddelerin ısı etkisiyle hâl değiştirebileceğine yönelik yaptığı deneylerden elde ettiği verilere dayalı çıkarımlarda bulunur.</p> <p>F.5.4.2.1. Yaptığı deneyler sonucunda saf maddelerin erime, donma, kaynama noktalarını belirler.</p> <p>F.5.4.3.1. Isı ve sıcaklık arasındaki temel farkları açıklar.</p> <p>F.5.4.3.2. Sıcaklığı farklı olan sıvıların karıştırılması sonucu ısı alışverişi olduğuna yönelik deneyler yaparak sonuçlarını yorumlar.</p> <p>F.5.4.4.1. Isı etkisiyle maddelerin genişleşip büzüleceğine yönelik deneyler yaparak deneylerin sonuçlarını tartışır.</p> <p>F.5.4.4.2. Günlük yaşamdan örnekleri genişleşme ve büzülme olayları ile ilişkilendirir.</p>
	Madde ve Isı	6	<p>F.6.4.1.1. Maddelerin; tanecikli, boşluklu ve hareketli yapıda olduğunu ifade eder.</p> <p>F.6.4.1.2. Hâl değişimine bağlı olarak maddenin tanecikleri arasındaki boşluk ve taneciklerin hareketliliğinin değiştiğini deney yaparak karşılaştırır.</p> <p>F.6.4.2.1. Yoğunluğu tanımlar.</p> <p>F.6.4.2.2. Tasarladığı deneyler sonucunda çeşitli maddelerin yoğunluklarını hesaplar.</p> <p>F.6.4.2.3. Birbiri içinde çözünmeyen sıvıların yoğunluklarını deney yaparak karşılaştırır.</p> <p>F.6.4.2.4. Suyun katı ve sıvı hâllerine ait yoğunlukları karşılaştırarak bu durumun canlılar için önemini tartışır.</p> <p>F.6.4.3.1. Maddeleri, ısı iletimi bakımından sınıflandırır.</p> <p>F.6.4.3.2. Binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütlerini belirler. F.6.4.3.3. Alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirir.</p> <p>F.6.4.3.4. Binalarda ısı yalıtımının önemini, aile ve ülke ekonomisi ve kaynakların etkili kullanımı bakımından tartışır.</p> <p>F.6.4.4.1. Yakıtları, katı, sıvı ve gaz yakıtlar olarak sınıflandırıp yaygın şekilde kullanılan yakıtlara örnekler verir.</p> <p>F.6.4.4.2. Farklı türdeki yakıtların ısı amaçlı kullanımının, insan ve çevre üzerine etkilerini tartışır.</p> <p>F.6.4.4.3. Soba ve doğal gaz zehirlenmeleri ile ilgili alınması gereken tedbirleri araştırır ve rapor eder.</p>
	Saf Madde ve Karışımlar	7	<p>F.7.4.1.1. Atomun yapısını ve yapısındaki temel parçacıklarını söyler.</p> <p>F.7.4.1.2. Geçmişten günümüze atom kavramı ile ilgili düşüncelerin nasıl değiştiğini sorgular.</p> <p>F.7.4.1.3. Aynı veya farklı atomların bir araya gelerek molekül oluşturacağını ifade eder.</p> <p>F.7.4.1.4. Çeşitli molekül modelleri oluşturarak sunar.</p> <p>F.7.4.2.1. Saf maddeleri, element ve bileşik olarak sınıflandırarak örnekler verir. F.7.4.2.2. Periyodik sistemdeki ilk 18 elementin ve yaygın elementlerin (altın, gümüş, bakır, çinko, kurşun, civa, platin, demir ve iyot) isimlerini, sembollerini ve bazı kullanım alanlarını ifade eder.</p> <p>F.7.4.2.3. Yaygın bileşiklerin formüllerini, isimlerini ve bazı kullanım alanlarını ifade eder.</p> <p>F.7.4.3.1. Karışımları, homojen ve heterojen olarak sınıflandırarak örnekler verir.</p> <p>F.7.4.3.2. Günlük yaşamda karşılaştığı çözücü ve çözünenleri kullanarak çözelti hazırlar.</p> <p>F.7.4.3.3. Çözünme hızına etki eden faktörleri deney yaparak belirler.</p> <p>F.7.4.4.1. Karışımların ayrılması için kullanılacak yöntemlerden uygun olanı seçerek uygular.</p> <p>F.7.4.5.1. Evsel atıklarda geri dönüştürülebilen ve dönüştürülemeyen maddeleri ayırt eder.</p> <p>F.7.4.5.2. Evsel katı ve sıvı atıkların geri dönüşümüne ilişkin proje tasarlar.</p> <p>F.7.4.5.3. Geri dönüşümü, kaynakların etkili kullanımı açısından sorgular.</p> <p>F.7.4.5.4. Yakın çevresinde atık kontrolüne özen gösterir.</p> <p>F.7.4.5.5. Yeniden kullanılacak eşyalarını, ihtiyacı olanlara iletmeye yönelik proje geliştirir.</p>
	Madde Endüstri ve	8	<p>F.8.4.1.1. Periyodik sistemde, grup ve periyotların nasıl oluşturulduğunu açıklar.</p> <p>F.8.4.1.2. Elementleri periyodik tablo üzerinde metal, yarımetal ve ametal olarak sınıflandırır.</p> <p>F.8.4.2.1. Fiziksel ve kimyasal değişim arasındaki farkları, çeşitli olayları gözlemleyerek açıklar.</p> <p>F.8.4.3.1. Bileşiklerin kimyasal tepkime sonucunda oluştuğunu bilir.</p> <p>F.8.4.4.1. Asit ve bazların genel özelliklerini ifade eder.</p> <p>F.8.4.4.2. Asit ve bazlara günlük yaşamdan örnekler verir.</p> <p>F.8.4.4.3. Günlük hayatta ulaşılacak malzemeleri asit-baz ayracı olarak kullanır.</p> <p>F.8.4.4.4. Maddelerin asitlik ve bazlık durumlarına ilişkin pH değerlerini kullanarak çıkarımda bulunur.</p> <p>F.8.4.4.5. Asit ve bazların çeşitli maddeler üzerindeki etkilerini gözlemler.</p> <p>F.8.4.4.6. Asit ve bazların temizlik malzemesi olarak kullanılması esnasında oluşabilecek tehlikelerle ilgili gerekli tedbirleri alır.</p> <p>F.8.4.4.7. Asit yağmurlarının önlenmesine yönelik çözüm önerileri sunar.</p> <p>F.8.4.5.1. Isınmanın maddenin cinsine, kütlelerine ve/veya sıcaklık değişimine bağlı olduğunu deney yaparak keşfeder.</p> <p>F.8.4.5.2. Hâl değiştirmek için gerekli ısının maddenin cinsi ve kütleleriyle ilişkili olduğunu deney yaparak keşfeder.</p> <p>F.8.4.5.3. Maddelerin hâl değişimi ve ısınma grafiğini çizerek yorumlar.</p> <p>F.8.4.5.4. Günlük yaşamda meydana gelen hâl değişimleri ile ısı alışverişini ilişkilendirir.</p> <p>F.8.4.6.1. Geçmişten günümüze Türkiye'deki kimya endüstrisinin gelişimini araştırır.</p> <p>F.8.4.6.2. Kimya endüstrisinde meslek dallarını araştırır ve gelecekteki yeni meslek alanları hakkında öneriler sunar.</p>



2018 Ortaokul Fen Bilimleri Dersi Programında Yer Alan Kazanımların Bilim Tarihindeki Bilimsel Deneyler ile İlişkilendirilmesi

OGRENME ALANI	Ünite Adı	Sınıf Seviyesi	Kazanım
FİZİKSEL OLAYLAR	Işığın Yayılması	5	F.5.5.1.1. Bir kaynaktan çıkan ışığın her yönde ve doğrusal bir yol izlediğini gözlemleyerek çizimle gösterir. F.5.5.2.1. Işığın düzgün ve pürüzlü yüzeylerdeki yansımalarını gözlemleyerek çizimle gösterir. F.5.5.2.2. Işığın yansımada gelen ışın, yansıyan ışın ve yüzeyin normali arasındaki ilişkiyi açıklar. F.5.5.3.1. Maddeleri, ışığı geçirme durumlarına göre sınıflandırır. F.5.5.4.1. Tam gölgenin nasıl oluştuğunu gözlemleyerek basit ışın çizimleri ile gösterir. Yarı gölge konusuna girilmez. F.5.5.4.2. Tam gölgeyi etkileyen değişkenlerin neler olduğunu deneyerek keşfeder.
	Ses ve Özellikleri	6	F.6.5.1.1. Sesin yayılabildiği ortamları tahmin eder ve tahminlerini test eder. F.6.5.2.1. Ses kaynağının değişmesiyle seslerin farklı işitildiğini deneyerek keşfeder. F.6.5.2.2. Sesin yayıldığı ortamın değişmesiyle farklı işitildiğini deneyerek keşfeder. F.6.5.3.1. Sesin farklı ortamlardaki süratini karşılaştırır. F.6.5.4.1. Sesin yansıma ve soğurulmasına örnekler verir. F.6.5.4.2. Sesin yayılmasını önlemeye yönelik tahminlerde bulunur ve tahminlerini test eder. F.6.5.4.3. Ses yalıtımının önemini açıklar. F.6.5.4.4. Akustik uygulamalarına örnekler verir. F.6.5.4.5. Sesin yalıtımı veya akustik uygulamalarına örnek teşkil edecek ortam tasarımı yapar.
	Işığın Madde ile Etkileşimi	7	F.7.5.1.1. Işığın madde ile etkileşimi sonucunda madde tarafından soğurulabileceğini keşfeder. F.7.5.1.2. Beyaz ışığın tüm ışık renklerinin bileşiminden oluştuğu sonucunu çıkarır. F.7.5.1.3. Gözlemleri sonucunda cisimlerin, siyah, beyaz ve renkli görünmesinin nedenini, ışığın yansımaları ve soğurulmasıyla ilişkilendirir. F.7.5.1.4. Güneş enerjisinin günlük yaşam ve teknolojiye yenilikçi uygulamalarına örnekler verir. F.7.5.1.5. Güneş enerjisinden gelecekte nasıl yararlanılacağına ilişkin ürettiği fikirleri tartışır. F.7.5.2.1. Ayna çeşitlerini gözlemleyerek kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.2.2. Düz, çukur ve tümsek aynalarda oluşan görüntüleri karşılaştırır. F.7.5.3.1. Ortam değiştiren ışığın izlediği yolu gözlemleyerek kırılma olayının sebebini ortam değişikliği ile ilişkilendirir. F.7.5.3.2. Işığın kırılmasını, ince ve kalın kenarlı mercekler kullanarak deneyle gözlemler. F.7.5.3.3. İnce ve kalın kenarlı merceklerin odak noktalarını deneyerek belirler. F.7.5.3.4. Merceklerin günlük yaşam ve teknolojiye kullanım alanlarına örnekler verir. F.7.5.3.5. Ayna veya mercekleri kullanarak bir görüntüleme aracı tasarlar.
	Basit makineler	8	F.8.5.1.1. Basit makinelerin sağladığı avantajları örnekler üzerinden açıklar. F.8.5.1.2. Basit makinelerden yararlanarak günlük yaşamda iş kolaylığı sağlayacak bir düzenek tasarlar.

OGRENME ALANI	Ünite Adı	Sınıf Seviyesi	Kazanım
CANLILAR VE YAŞAM	İnsan ve Çevre	5	F.5.6.1.1. Biyoçeşitliliğin doğal yaşam için önemini sorgular. F.5.6.1.2. Biyoçeşitliliği tehdit eden faktörleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır. F.5.6.2.1. İnsan ve çevre arasındaki etkileşimin önemini ifade eder. F.5.6.2.2. Yakın çevresindeki veya ülkemizdeki bir çevre sorununun çözümüne ilişkin öneriler sunar. F.5.6.2.3. İnsan faaliyetleri sonucunda gelecekte oluşabilecek çevre sorunlarına yönelik çıkarımda bulunur. F.5.6.2.4. İnsan-çevre etkileşiminde yarar ve zarar durumlarını örnekler üzerinde tartışır. F.5.6.3.1. Doğal süreçlerin neden olduğu yıkıcı doğa olaylarını açıklar. F.5.6.3.2. Yıkıcı doğa olaylarından korunma yollarını ifade eder.

Vücudumuzdaki Sistemler ve Sağlığı	6	<p>F.6.6.1.1. Sinir sistemini, merkezî ve çevresel sinir sisteminin görevlerini model üzerinde açıklar.</p> <p>F.6.6.1.2. İç salgı bezlerinin vücut için önemini fark eder.</p> <p>F.6.6.1.3. Çocukluktan ergenliğe geçişte oluşan bedensel ve ruhsal değişimleri açıklar.</p> <p>F.6.6.1.4. Ergenlik döneminin sağlıklı bir şekilde geçirilebilmesi için nelerin yapılabileceğini, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.</p> <p>F.6.6.1.5. Denetleyici ve düzenleyici sistemlerin vücudumuzdaki diğer sistemlerin düzenli ve eş güdümlü çalışmasına olan etkisini tartışır.</p> <p>F.6.6.2.1. Duyu organlarına ait yapıları model üzerinde göstererek açıklar.</p> <p>F.6.6.2.2. Koku alma ve tat alma duyuuları arasındaki ilişkiyi, tasarladığı bir deneyle gösterir.</p> <p>F.6.6.2.3. Duyu organlarındaki kusurlara ve bu kusurların giderilmesinde kullanılan teknolojilere örnekler verir.</p> <p>F.6.6.2.4. Duyu organlarının sağlığını korumak için alınması gereken tedbirleri tartışır.</p> <p>F.6.6.3.1. Sistemlerin sağlığı için yapılması gerekenleri araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.</p> <p>F.6.6.3.2. Organ bağışının toplumsal dayanışma açısından önemini kavrar.</p>
	7	<p>F.7.6.1.1. İnsanda üremeyi sağlayan yapı ve organları şema üzerinde göstererek açıklar.</p> <p>F.7.6.1.2. Sperm, yumurta, zigot, embriyo, fetus ve bebek arasındaki ilişkiyi açıklar.</p> <p>F.7.6.1.3. Embriyonun sağlıklı gelişebilmesi için alınması gereken tedbirleri, araştırma verilerine dayalı olarak tartışır.</p> <p>F.7.6.2.1. Bitki ve hayvanlardaki üreme çeşitlerini karşılaştırır.</p> <p>F.7.6.2.2. Bitki ve hayvanlardaki büyüme ve gelişme süreçlerini örnekler vererek açıklar.</p> <p>F.7.6.2.3. Bitki ve hayvanlarda büyüme ve gelişmeye etki eden temel faktörleri açıklar.</p> <p>F.7.6.2.4. Bir bitki veya hayvanın bakımını üstlenir ve gelişim sürecini rapor eder.</p>
	8	<p>F.8.6.1.1. Besin zincirindeki üretici, tüketici, ayrıştırıcılara örnekler verir.</p> <p>F.8.6.2.1. Bitkilerde besin üretiminde fotosentezin önemini fark eder.</p> <p>F.8.6.2.2. Fotosentez hızını etkileyen faktörler ile ilgili çıkarımlarda bulunur.</p> <p>F.8.6.2.3. Canlılarda solunumun önemini belirtir.</p> <p>F.8.6.3.1. Madde döngülerini şema üzerinde göstererek açıklar.</p> <p>F.8.6.3.2. Madde döngülerinin yaşam açısından önemini sorgular.</p> <p>F.8.6.3.3. Küresel iklim değişikliklerinin nedenlerini ve olası sonuçlarını tartışır.</p> <p>F.8.6.4.1. Kaynakların kullanımında tasarruflu davranmaya özen gösterir.</p> <p>F.8.6.4.2. Kaynakların tasarruflu kullanımına yönelik proje tasarlar.</p> <p>F.8.6.4.3. Geri dönüşüm için katı atıkların ayrıştırılmasının önemini açıklar.</p> <p>F.8.6.4.4. Geri dönüşümün ülke ekonomisine katkısına ilişkin araştırma verilerini kullanarak çözüm önerileri sunar.</p> <p>F.8.6.4.5. Kaynakların tasarruflu kullanılmaması durumunda gelecekte karşılaşılabilecek problemleri belirterek çözüm önerileri sunar.</p>

OGRENME ALANI	Ünite Adı	Sınıf Seviyesi	Kazanım
FİZİKSEL OLAYLAR	Elektrik Devre Elemanları	5	<p>F.5.7.1.1. Bir elektrik devresindeki elemanları sembollerıyla gösterir.</p> <p>F.5.7.1.2. Çizdiği elektrik devresinin şemasını kurar.</p> <p>F.5.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampul parlaklığını etkileyen değişkenlerin neler olduğunu tahmin ederek tahminlerini test eder.</p>
	Fiziksel Olaylar/ Elektrik İletimi	6	<p>F.6.7.1.1. Tasarladığı elektrik devresini kullanarak maddeleri, elektriği iletme durumlarına sınıflandırır.</p> <p>F.6.7.1.2. Maddelerin elektriksel iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerinin günlük yaşamda hangi amaçlar için kullanıldığını örneklerle açıklar.</p> <p>F.6.7.2.1. Bir elektrik devresindeki ampulün parlaklığının bağlı olduğu değişkenleri tahmin eder ve tahminlerini deneyerek test eder.</p> <p>F.6.7.2.2. Elektriksel direnci tanımlar.</p> <p>F.6.7.2.3. Ampulün içindeki telin bir direncinin olduğunu fark eder.</p>

Fiziksel Olaylar/ Elektrik Devreleri	7	F.7.7.1.1. Seri ve 324arallel bağlı ampullerden oluşan bir devre şeması çizer. F.7.7.1.2. Ampullerin seri ve 324arallel bağlandığı durumlardaki parlaklıklarını devre üzerinde gözlemleyerek çıkarımda bulunur. F.7.7.1.3. Elektrik akımını tanımlar. F.7.7.1.4. Elektrik enerjisinin devrelere akım yoluyla aktarıldığını açıklar. F.7.7.1.5. Bir devre elemanının uçları arasındaki gerilim ile üzerinden geçen akımı ilişkilendirir. F.7.7.1.6. Özgün bir aydınlatma aracı tasarlar.
Elektrik Yükleri ve Elektrik Enerjisi	8	F.8.7.1.1. Elektriklenmeyi, bazı doğa olayları ve teknolojideki uygulama örnekleri ile açıklar. F.8.7.1.2. Elektrik yüklerini sınıflandırarak aynı ve farklı cins elektrik yüklerinin birbirlerine etkisini açıklar. F.8.7.1.3. Deneyler yaparak elektriklenme çeşitlerini fark eder. F.8.7.2.1. Cisimleri, sahip oldukları elektrik yükleri bakımından sınıflandırır. F.8.7.2.2. Topraklamayı açıklar. F.8.7.3.1. Elektrik enerjisinin ısı, ışık ve hareket enerjisine dönüştüğü uygulamalara örnekler verir. F.8.7.3.2. Elektrik enerjisinin ısı, ışık veya hareket enerjisine dönüşümü temel alan bir model tasarlar. F.8.7.3.3. Güç santrallerinde elektrik enerjisinin nasıl üretildiğini açıklar. F.8.7.3.4. Güç santrallerinin avantaj ve dezavantajları konusunda fikirler üretir. F.8.7.3.5. Elektrik enerjisinin bilinçli ve tasarruflu kullanılmasının aile ve ülke ekonomisi bakımından önemini tartışır. F.8.7.3.6. Evlerde elektriği tasarruflu kullanmaya özen gösterir.

## EK 2. Kazanımlarla İlişkilendirilen Deneyler Ve Deneyi Yapan Bilim İnsanları Listesi

1. Güneşin Kendi Etrafında Dönüşü- Galileo Galilei
2. Karanlık Kutu-İbnü'l Heysem
3. Dünya'nın Çapını Bulma - Eratosthenes
4. Galileo Galilei'nin Teleskobu- Galileo Galilei
5. Yarım Küre Kapaklı Anemometre -John Thomas Romney Robinson
6. Yapay Aşının Hazırlanması- Louis Pasteur
7. Sindirim İşleminin Kimyası- William Beaumont
8. Bitkilerde Özsü Dolaşımı- Stephen Hales
9. Genetik Maddenin Doğrudan Aktarımı- Francois Jacob ve Elie Leo Wollman
10. Kalıtım Deneyi (Mendel'in Deneyi)- Gregor Mendel
11. Hücrenin Keşfi- Robert Hooke
12. Da Vinci'nin Sürtünme Deneyi -Leonardo Da Vinci
13. Serbest Düşme Yasası- Galileo Galilei
14. Dünya'nın Kütle Hesabı - Henry Cavendish
15. Hava Akışının Ölçülmesi- Robert Boyle
16. Joule'in Çark Deneyi - James Prescott Joule
17. Termoskop - Galileo Galilei / Gabriel Fahrenheit
18. Elementlerin Yapay Dönüşümü- Ernest Rutherford
19. Oksijen Varsayımının Kanıtı- Antonie Laurent Lavoisier

20. Yeni Elementlerin Elektrolitik Yalıtımı- Humpry Davy
21. Elektronun Keşfi- Joseph John Thomson
22. Elektronun Yüğü- Robert Millikan
23. Kimyasal Ölçümlerin Yetkinliğı- Jöns Jacop Berzelius
24. Maddenin Dalga Tarzı Ve Üçüncü Kuantum Sayısı- Otto Stern
25. Gökkuşuğunun Nedenleri- Freibourglu Theodoric
26. Renklerin Doğası- Isaac Newton
27. Vakumda Çan Deneyi - Vincenzo Viviani
28. Rinne-Weeber Testleri - Heinrich Adolf Rinne Ve Ernst Heinrich Weber
29. Döner Köprü - Leonardo Da Vinci
30. DDT Böcek İlacının Zararları - Rachel Louise Carson
31. Robert Paine Deniz Yıldızlarını Strese Sokuyor - Robert Paine
32. Pavlov'un Deneyi- Ivan Pavlov
33. Sekretin'in Keşfi - William Bayliss Ve Ernest Starling
34. Algı Mekanizması- J.James Gibson
35. Civciv Embriyolojisi/ Aristoteles
36. Etkilenimin Koşulları- Konrad Lorenz
37. Bitkilerde Özsü Dolaşımı- Stephan Hales
38. Volta Pili - Alessandro Volta
39. Gazların İletkenliğı-Benjamin Franklin
40. Tüm Elektriksel Biçimlerin Özdeşliğı- Michael Faraday