

Fen Kavramlarının Anlamlı Öğrenimine Yönelik Yenilikçi Bir Yaklaşım: Modüler Fen Bilimleri Öğretiminin Kavram Öğrenimine Etkisi*

An Innovative Approach for Meaningful Learning of Science Concepts: The Effect of Modular Science Teaching on Concept Learning

Ferah ÖZER** 
Nihal DOĞAN*** 

Öz

Ülkemizde son yıllarda gerçekleştirilen fen öğretim programı reformları özellikle ortaokul öğrencilerinin fen bilimlerine ilişkin temel kavramların anlamlı öğrenilmesinde yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu durum temel konu ve kavramların anlamlı öğrenilmesinde farklı ve yenilikçi öğretim uygulamaların desteklenmesini gerekli hale getirmiştir. Bu çalışmada, öğrencilerin öğrenmede zorluk yaşadıkları fen konularının başında gelen ısı-sıcaklık, hal değişimi ve enerji konularının öğretimine ilişkin, “*Bilim Tarihi ile Zenginleştirilmiş Yaratıcı Problem Çözme Modülleri*” adlı bütüncül ve yenilikçi bir öğrenme ortamı tasarlanmış; tasarlanan bu öğrenme ortamının etkililiği bir yıl süresince mevcut fen bilimleri öğretimi programı öğretim yaklaşımlarıyla karşılaştırılarak kavram öğrenimi (kavram sayısı ve çeşitliliği) bağlamında değerlendirilmiştir. Çalışma, bir ilin Merkez ilçesindeki devlet okullarında öğrenim gören N=188 (deney= 111, kontrol=77) 5., 6. ve 7. sınıf öğrencisiyle gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerine modül ve fen bilimleri öğretim programı uygulamaları öncesi ve sonrasında kavram öğreniminin incelendiği ön ve son testler uygulanmış; modüllerin kavram öğrenimi ve doğru bilimsel kavram kullanımı üzerindeki etkisi

1 Bu çalışma birinci yazarın 2021 yılında tamamladığı “21. Yüzyıl Becerilerinin Gelişimini Destekleyici Fen Öğrenme Ortamlarının Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözme, Yaratıcı Düşünme Becerileri ve Kavram Öğrenimine Etkisinin İncelenmesi” adlı doktora tezinden bölümler içermektedir. Çalışma, 2017.02.04.1184 no ile Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Proje Ofisi ve Türkiye Fulbright Eğitim Komisyonu tarafından desteklenmiştir.

** Dr., Koç Üniversitesi, Öğrenme ve Öğretme Ofisi (KOLT), E-posta: feozer@ku.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-8621-3522.

*** Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, E-posta: nihaldogan17@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2225-0812.

karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Sonuçlar, bir yıl sonunda deney ve kontrol grubunda yer alan tüm öğrencilerin kavram çeşit ve sayısını arttırdığını göstermiştir. Ancak kavram sayısı, kullanılan kavram çeşit ve bilimsel olarak doğru kullanımı derinlemesine nitel olarak incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrencilerin kontrol grubu öğrencilerine göre daha iyi performans gösterdikleri ve modüler uygulamaların kavramların anlamlı öğreniminde etkili olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Hal değişimi, Isı-sıcaklık, Kavram öğrenimi, Ortaokul öğrencileri

Abstract

Studies show that the science curriculum reforms carried out in Türkiye in recent years have been insufficient, especially for middle school students, to learn the basic concepts of science meaningfully. This has made it necessary to include different and innovative science teaching practices in the name of meaningful learning of basic subjects and concepts. In this study, a modular and innovative science learning environment named “*Creative Problem-Solving Modules Enriched with History of Science*” was designed for the teaching of heat-temperature, phase changes and energy, which are the core science subjects that students have difficulty in learning and the impact of this designed learning environment was evaluated in the context of concept learning by comparing it with the existing science curriculum interventions for one year. This intervention study was carried out with N=188 (intervention= 111, control=77) 5th, 6th and 7th grade students studying in public schools in the central district of a city in Türkiye. Pre-tests and post-tests examining concept learning were applied to both group students before and after the module and science curriculum interventions. The impact of the modules on concept learning (the number and variety of concepts) and the scientific use of these concepts were examined comparatively. The results showed that at the end of one year, all students in both groups increased the variety and number of concepts. However, when the number of concepts, the type of concept used, and its scientifically correct use were examined in depth, it was determined that the students in the intervention group performed better than the students in the control group, which lead to the conclusion that modules have been found more effective on meaningful learning.

Keywords: Energy, Phase change, Heat-temperature, Concept learning, Middle school students

Giriş

Fen bilimlerine ilişkin kavramların doğru bir şekilde öğrenilmesi bilim ve bilimsel bilgiye ilişkin bilgi, görüş, tutum ve değerleri etkilemekte ve bilim okuryazarlığının gerçekleşmesini sağlamaktadır. Fen bilimleri öğretim sürecine aktif katılan öğrenciler, öğretim ortamları ve çeşitli kaynakların yardımıyla kavramlar oluştururlar ve bu kavramları birbirine bağlayarak bilimsel teori ve kanunlar hakkında detaylı bilgi edinirler. Kavramlar fen bilimleri eğitiminin yapı taşıdır ve kavramların doğru ve anlamlı bir şekilde öğrenilmesi bireylerin gelecekteki öğrenmesi için hayati önem taşımaktadır. Anlamlı öğrenme, önceki kavramlarla yeni öğrenilen kavramların oluşturulacak bağlantılar sayesinde öğrenenlerin bilişsel yapılarında meydana gelen kalıcı değişimler olarak tanımlanmaktadır (Ausubel 2000). Novak ve Govin (1984) tarafından, anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için 3 temel koşul öngörülmüştür. Bunlar öğrencilerin konu hakkında doğru ön bilgilere sahip olması, öğrenme ortamının yeni bilgilerin öğreniminin mevcut bilgi yapılarıyla ilişki kurmaya yardımcı olacak şekilde düzenlenmesi ve öğrenenlerin de bilinçli bir şekilde bu öğrenme sürecine katılımı ve motivasyonudur (Novak & Govin, 1984). Konuya ilişkin yanlış kavramlar veya kavram yanlışları ise

bir konuyu anlamlı olarak öğrenmeyi engelleyen unsurların başında gelmektedir (Novak & Canas, 2006). Özellikle küçük yaşlarda edinilen yanlış fen kavramları öğrencilerin sonraki tüm kariyer yolculuğuna eşlik edecektir.

Fen bilimlerinde anlamlı öğrenmeye katkı sağlayan yaklaşımların yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı olduğu ortaya konulmuştur (Bretz, 2001). Buna bağlı olarak da Millî Eğitim Bakanlığı tarafından fen bilimleri öğretim programları 2005 yılından itibaren yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına göre yeniden düzenlenmiştir (MEB, 2004). Buna karşın, fen bilimleri öğretimi alanı özelinde öğrencilerin bazı konu ve kavramları öğrenmede zorluk yaşadıkları ve belirli konularda diğer konulara göre daha fazla kavram yanlışlarına sahip olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur. Uluslararası ve ulusal alan yazında farklı yaş gruplarıyla gerçekleştirilen birçok çalışmada özellikle *Isı ve Sıcaklık-Hal Değişimi* (Sözbilir, 2003; Hitt & Townsend, 2015; Aydoğan, Güneş & Gülçiçek, 2003; Kırıkkaya & Güllü, 2008; Yavuz & Büyükeksi, 2011; Kocakulah & Turan, 2019; Sarıkaya & Akbaş, 2019; Ural & Başaran-Uğur, 2021) ve *Enerji* (Osborne & Gilbert, 1980; Gülçiçek & Yağbasan, 2004; Singh & Rosengrant, 2003; Bryce & MacMillan, 2009; Bıyıklı & Yağcı, 2015; Kıryak vd., 2019; Öno1 & Kocakulah, 2021, Ural & Başaran-Uğur, 2021) gibi konuların öğrencilerin öğrenmede zorluk yaşadıkları ve yüksek düzeyde kavram yanlışısına sahip olduğu belirtilen konuların başında geldiği bilinmektedir. Bu durumun nedenleri olarak birçok çalışmada *ısı sıcaklık-hal değişimi* ve *enerji* kavramlarının öğrencilerin günlük yaşamlarında kullanılan anlamlarıyla bilimsel anlamları arasındaki farklılıklar olması, yanlış öğretim programı uygulamaları ve özellikle medya-iletişim araçlarında kavramlara ilişkin içeriklerde sürekli olarak yanlış kullanımların olması gösterilmektedir (Chu, Treagust, Yeo & Zadnik, 2012). Bu bağlamda da ülkemizde son yıllarda gerçekleştirilen fen öğretim programı reformlarının özellikle ortaokul öğrencilerinin fen bilimlerine ilişkin temel kavramların anlamlı olarak öğrenilmesinde yetersiz kaldığını göstermektedir. Bu durum özellikle temel konuların anlamlı öğrenilmesinde farklı ve yenilikçi öğretim uygulamaların desteklenmesini gerekli hale getirmiştir. Dolayısıyla öğrenme ortamlarının kavramların anlamlı ve kalıcı olarak öğrenmeyi destekleyecek şekilde düzenlenmesi ve anlamlı öğrenmeyi destekleyecek öğrenme yaklaşımlarına yer vermesi gerekmektedir. İlgili alan yazın incelendiğinde bu konulara ilişkin anlamlı öğrenme ve kavram yanlışlarını gidermeye yönelik olarak yapılandırmacı yaklaşım temelinde çeşitli yöntem ve yaklaşımların kullanıldığı görülmektedir. Örneğin *ısı-sıcaklık* ve *hal değişimi* konularının öğretiminde kavram karikatürleri (Yavuz & Büyükeksi, 2011), kavramsal değişim yaklaşımı (Kocakulah & Turan, 2019), 5E öğretim yöntemi ile eğitsel oyunların kullanımı (Sarıkaya & Akbaş, 2019), çalışma yaprakları ile sınıf içi tartışma yöntemi (Gönen & Akgün, 2005) oyunlaştırma (Çalgıcı, Yıldırım & Duru, 2020) ve probleme dayalı öğrenme (Çayan & Karlı, 2015) gibi farklı yöntem ve yaklaşımlardan yararlandırıldığı; benzer şekilde *enerji* konusundaki kavram yanlışlarını gidermeye yönelik olarak anlam oluşturma yaklaşımı (Öno1 & Kocakulah, 2021), 5E öğretim modeli (Bıyıklı & Yağcı, 2015), ders incelemesi metodu (Phaikhumnam, & Yuenyong, 2018) ve probleme dayalı öğrenme yaklaşımı (Rakkapao, Pengpan, Srikeaw, & Prasitpong, 2013) gibi farklı yaklaşımların benimsendiği çalışmalar mevcuttur. Ancak bu çalışmaların geneline bakıldığında bütüncüllükten uzak, tek sefer ve kısa süreli uygulamayla bu yaklaşımların test edildiği görülmektedir.

Bu çalışmada ise öğrencilerin öğrenmede zorluk yaşadıkları fen konularının başında gelen ısı-sıcaklık, hal değişimi ve enerji konularının öğretimine ilişkin, “*Bilim Tarihi ile Zenginleştirilmiş Yaratıcı Problem Çözme Modülleri*” (Özer & Doğan, 2022) adlı bütüncül ve yenilikçi bir öğrenme ortamı tasarlanmış; tasarlanan bu öğrenme ortamının etkililiği bir yıl süresince mevcut fen bilimleri öğretimi programı öğretim yaklaşımlarıyla karşılaştırılarak kavram öğrenimi bağlamında değerlendirilmiştir. *Bilim Tarihi ile Zenginleştirilmiş Yaratıcı Problem Çözme Modüllerinin* farklı çalışmalarda ortaokul öğrencilerinin içeriğe dayalı problem çözme becerileri ile yaratıcı düşünme becerileri (Özer, 2021) ve bilimsel sorgulamaya ilişkin anlayışlarını geliştirdiği (Özer & Doğan, 2023) rapor edilmiştir. Bu çalışmada incelenen ise modüllerin Isı-Sıcaklık, Hal Değişimi ve Enerji konularına ilişkin kavramların öğrenimi konusundaki etkililiğidir. Bu amaç doğrultusunda çalışmanın araştırma sorusu aşağıdaki şekilde belirlenmiştir:

- *Bilim Tarihi ile Zenginleştirilmiş Yaratıcı Problem Çözme Modülleri* ve Fen Bilimleri programıyla öğrenim gören ortaokul 5., 6. ve 7. sınıf öğrencilerinin kavram öğrenmeleri (kavram sayı ve çeşitliliği) arasında bir fark var mıdır?

Bu bağlamda araştırma sorusu kapsamında, deney ve kontrol grubu öğrencilerine modül ve fen bilimleri öğretim programı uygulamaları öncesi ve sonrasında kavram öğrenmenin incelendiği ön ve son testler uygulanmış; modüllerin kavram öğrenme (kavram sayısı ve çeşitliliği) ve doğru bilimsel kavram kullanımı üzerindeki etkisi karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Teorik Çerçeve: Probleme Dayalı Öğrenme ve Bilim Tarihi Yaklaşımları

Farklı yaş grubu ve konularda gerçekleştirilen çalışmalarda, ortaokul (Chin & Chia, 2004; Araz & Sungur, 2007; Akınoğlu & Özkardeş Tandoğan, 2007; Bulu & Pedersen, 2010; Çayan & Karslı, 2015), lise (Sungur, Tekkaya & Geban, 2006; Tarhan, Ayar-Kayalı, Öztürk-Ürek & Acar, 2008) ve üniversite öğrencilerinin (Distlehorst, & Robbs, 1998; Polanco, Calderon & Delgado, 2004; Pease & Kuhn, 2010; Rakkapao, Pengpan, Srikeaw, & Prasitpong, 2013) anlamlı kavram öğrenmesine probleme dayalı öğrenme yaklaşımının olumlu etkisinin olduğu rapor edilmiştir. Bilindiği üzere probleme dayalı öğrenme yaklaşımı, temelde öğrenci merkezli, öğreneni iyi yapılandırılmış veya açık uçlu konuyla ilişkili, günlük hayat problem durumlarıyla karşı karşıya bırakarak; sahip olduğu teorik bilgiyi kullanmasını ve bu süreçte problemin çözümünde ihtiyaç duyduğu yeni bilgilere ulaşarak yeni kavramlar öğrenmesini, problem çözme becerilerini geliştirmeyi ve yeni öğrenmeler sağlamayı amaçlayan bir yöntemdir (Barrows, 2002; Savery, 2015; Hung, 2016; Özer & Doğan, 2022; 2023).

Yaklaşımın temel amacı, öğrencilerin aktif rol aldıkları ve iş birliği ile çalıştıkları bir süreç sonucunda; bilgiyi kullanım ve uygulama becerisi ile problem çözme ve kendi kendine öğrenme becerisini geliştirmektir (Hmelo & Ferrari, 1997; Jonassen & Hung, 2008). Bu bağlamda, Brown, Collins ve Duguid (1989) de PDÖ sürecinde gerçek hayat durumuna uygun problem senaryosu içinde öğrenilen bilgilerin daha kalıcı, ilişkisel, duruma özgü ve ihtiyaç halinde uzun süreli hafızadan daha kolay geri çağrılabilir olduğunu belirtmektedir. Ayrıca Walker ve Leary (2009)'de farklı alanlarda gerçekleştirdiği sistematik derleme çalışma sonuçlarında, uzun süreli PDÖ uygulamasının öğrenmeyi arttırdığı sonucuna ulaşmıştır. Bu da anlamlı öğrenmeyi destekleyen önemli bir unsur

olarak öne çıkmaktadır. Bunların yanı sıra fen kavramlarının öğreniminde bilim tarihi yaklaşımının da önemli bir etkisi olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konulmuştur (Kim & Irving, 2010). Bilim tarihi yaklaşımının fen bilimleri öğretiminde kullanılması, bilim okuryazarlığının gelişimi için de kritik bir öneme sahiptir. Matthews (1994)'e göre bilim tarihi, öğrencilerin bilimsel kavram ve süreçleri öğrenmelerine destek olmakta, bilim yapmanın etik, kültürel ve politik etkileşimleri olan etkinlikler olduğunu anlamalarını sağlamakta ve böylece bilimsel kavramları anlayabilme ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirmektedir. Bunların yanı sıra bilim tarihi yaklaşımı, bilimsel bilginin üretimindeki tarihsel adımları ve bilimin gelişimini, bilim insanlarının yaşam öyküsünü ve yaşamları boyunca karşılaştıkları zorlukları içerdiğinden öğrencilerin bilimsel bilgi üretim süreci ile bilim insanlarının araştırmalarını anlamalarına ve onlarla empati geliştirmelerine yardımcı olarak, fen bilimleri öğrenme konusunda daha motive olmalarını sağlamaktadır (Özer, 2021; Özer & Doğan, 2023).

Yöntem

Bu çalışmada, yarı deneysel desenlerden eşit olmayan kontrol grup deseni kullanılmıştır. Eşit olmayan kontrol grup deseninin, gerçek deneysel desenlerdeki ön test – son test kontrol gruplu seçkisiz temel farkı, bireylerin seçkisiz olarak gruplara ve sınıflara atanmadığı durumlarda, deney-kontrol gruplarının belirlenmesi sürecinin seçkisiz olarak gerçekleştiriliyor olmasıdır (Gay, Mills, & Airesian, 2012). Bu çalışmada da deney ve kontrol grupları bulunmaktadır.

Çalışmanın katılımcıları bir sonraki başlıkta detaylı olarak tanıtıldığı üzere, aynı demografik yapıya sahip devlet okullarından seçilmiştir. İlkokuldan ortaokula geçerken okul idaresi tarafından sınıfların belirlenme aşamasında seçkisiz bir şekilde öğrencilerin şubelere dağılımları gerçekleştirilmiştir. Deney ve kontrol grubu öğrencilerinin eğitim-öğretim geçmişi, sınıf düzeyleri ve Fen Bilimleri dersi öğretmenleri aynıdır.

Çalışma Grubu

Çalışma bir ilin Merkez ilçesindeki iki devlet okulunda öğrenim gören N=188 5., 6. ve 7. sınıf öğrencileriyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunda yer alan öğrencilerin sınıf düzey ve gruplarına göre dağılımları Tablo 1'de gösterilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere, çalışma grupları, üç ortaokul sınıf düzeyinde (5, 6 ve 7. sınıf) toplam 7 sınıftan oluşmaktadır. Her sınıf düzeyinden en az bir deney ve kontrol grubu sınıfı seçilmiştir. Gönüllü öğretmenler çalışmanın uygulamalarını deney grubu sınıflarında; kontrol grubu sınıflarında ise mevcut fen bilimleri öğretim programı uygulamalarını gerçekleştirmişlerdir. Uygulamalar, İl Millî Eğitim Müdürlüğü, Üniversite Sosyal Bilimlerde İnsan Araştırmaları Etik Kurulu (07.02.2017 tarihli 2017/02 tarihli toplantı Protokol No: 2017/41), Okul Müdürleri, uygulama öğretmenleri, öğretmen adayları ve velilerden elde edilen yazılı etik izin belgeleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Çalışma grubu sınıf düzeyi, grup ve öğrenci sayısı

Sınıf Düzeyi	Grup	Sınıf-Şube	Öğrenci Sayısı	Toplam	Yüzde (%)
5.sınıf	Deney Grubu	5-B	25	54	28,7
	Kontrol Grubu	5-A	29		
6.sınıf	Deney Grubu	6-B	32	59	31,4
	Kontrol Grubu	6-E	27		
7.sınıf	Deney Grubu	7-A	26	75	39,9
		7-D	28		
	Kontrol Grubu	7-C	21		
Toplam				188	100

DeneySEL Uygulama Süreci: Bilim Tarihiyle Zenginleştirilmiş Yaratıcı Problem Çözme Modülleri

Araştırma kapsamında deney grubu öğrencilerine, probleme dayalı öğrenme ve bilim tarihi yaklaşımlarına göre geliştirilen, fen bilimleri dersi öğretim programı kazanımlarıyla uyumlu *Bilim Tarihiyle Zenginleştirilmiş Yaratıcı Problem Çözme Modülleri* bir yıl süresince uygulanmıştır. Modüller, bir araştırma projesi kapsamında yazarlar tarafından yaklaşık 2 yıllık bir süre içinde geliştirilmiş, test edilmiş ve uygulanmıştır (Özer, 2021; Özer & Doğan, 2022). *Bilim Tarihiyle Zenginleştirilmiş Yaratıcı Problem Çözme Modülleri* ile öğrencilerin 21.yy becerilerinden problem çözme ve yaratıcılık gibi becerilerinin geliştirilmesi ve fen kavramlarının anlamlı ve kalıcı öğrenimi hedeflenmiştir. Modüllerin tasarımında ilgili alan yazın temelinde farklı ülkelerde 21. yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi bağlamında benimsenen tematik yaklaşımlar (örn. ABD ve Singapur) kullanılmıştır. Bilindiği üzere, Türkiye bağlamında değişen öğretim programları ve felsefesi, kazanım yapı ve ifade gelişimi göz önünde bulundurulduğunda, enerji, döngüler, ekoloji, yer bilimleri, sistemler, çeşitlilik, sınıflandırma gibi belirli bilim alanına özgü öğrenme alanı, olgu, ilke ve kavramların sabit kaldığı; ancak programdaki yeri, ünite ve kazanım ifadelerinde sıklıkla değişiklikler meydana geldiği gözlemlenmektedir (Özer, 2021). Bu öğrenme alanlarına ilişkin öğrenmelerin ise sarmal yapıda, her sınıf seviyesinde artarak derinleşmesi hedeflenmiştir (MEB, 2004; 2013; 2018). Ancak programlar incelendiğinde bu konuların öğretimine yönelik Fizik-Kimya veya Kimya-Biyoloji veya Fizik-Biyoloji alanlarının ortak olarak öğretim yaklaşımını yansıtan çok az sayıda konu-kazanım ifadesi tespit edilebilmektedir. Örneğin, birçok fen bilimleri programında ‘Enerji’ konusunun, Fizik bilim alanı bağlamında ayrı, Kimya bilim alanı bağlamında ayrı, Biyoloji bilim alanı bağlamında ayrı olarak ele alındığı görülmektedir (MEB, 2004; 2013; 2018). Buna karşın, bu kavramların birlikte öğrenilmesinin öğrencilerde daha organize bilgi yapısına, derin öğrenmeye ve bilim alanlarının disiplinlerarası çalışmasının önemini fark etmesine katkı sağlaması nedeniyle (NRC, 1996; 2012; SMOE, 2013), birçok ülkenin daha ‘tematik’ veya ortak konu çerçevesinde fen öğrenme yaklaşımını benimsediği görülmüştür. Bu ülkelere örnek olarak, Singapur’un 5 temadan (Enerji, Çeşitlilik, Etkileşimler, Döngüler ve Sistemler) oluşan Fen Bilimleri Öğretim Programı (SMOE, 2013; Özer & Doğan, 2022) ve 7 temadan (örüntüler, neden – sonuç ilişkileri-mekanizma ve açıklamalar, ölçü,

oran, miktar, sistemler ve sistem modelleri, enerji ve madde-akışlar, döngüler, korunum, yapı ve işlev, durağanlık ve değişim) oluşan ABD'nin Gelecek Nesiller Fen Standartları-NGSS (NRC, 2012) dökümanı gösterilebilir. Bu bilgiler ışığında, probleme dayalı öğrenme ve bilim tarihi yaklaşımlarına göre öğrencilerin gerçek hayatta karşılaşacakları problemler paralelinde, Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri Öğretim Programı (MEB, 2013; 2018) konuları, ünite kazanımlarına yönelik olarak bütüncül ve tematik yaklaşımı benimseyen *Bilim Tarihiyle Zenginleştirilmiş Yaratıcı Problem Çözme Modülleri* geliştirilmiştir. Modüller, Enerji, Çeşitlilik, Etkiler-İlişkiler, Döngüler ve Sistemler olmak üzere 5 ana tema üzerine yapılandırılmıştır.

Modül uygulamaları deney grubu öğrencilerine bir eğitim öğretim yılının 1 ve 2. dönemlerinde, belirlenen uygulama takvim planına göre gruplar halinde gerçekleştirilmiştir. Bir öğretim yılı süresince devam eden uygulama sürecinde deney grubunda bulunan her sınıf düzeyine fen bilimleri ders öğretmeni tarafından ve yazarların sürece mentorluğuyla 4 modül uygulaması gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunda yer alan sınıflarda ise Fen Bilimleri dersi, mevcut öğretim programının öngördüğü şekilde yine sorumlu fen bilimleri ders öğretmenleri tarafından işlenmiştir. Modül uygulamaları öncesinde ders öğretmenleriyle bilgilendirme toplantıları gerçekleştirilmiş, PDÖ-bilim tarihi yaklaşımları ve uygulama süreciyle ilgili kendilerine detaylı bilgiler sunulmuş ve eğitimler düzenlenmiştir.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen modüllerin öğrencilerin kavram öğrenimine etkisini fen bilimleri öğretim programıyla karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla, 5. ve 6. sınıflarda Etkiler-İlişkiler teması altında yer alan “Maddenin Hal Değişimi” konusu ile 7. sınıflarda Enerji teması altında yer alan “Kuvvet, İş, Enerji İlişkisi ve Enerji Dönüşümleri: Kinetik, Potansiyel Enerji ve Dönüşümler” konularında uygulamalar kullanılmıştır.

Veri Toplama Araçları

Kavram Öğreniminin (Kavram Sayı ve Çeşitliliği) İncelenmesi

Fen bilimleri alanında yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğrenme süreçleri içerisinde, otantik ve performansa dayalı ölçme araçları kullanımı bilişsel yapıların gelişimini ve değişimini ortaya koymada önemli role sahiptir (Baxter, Elder & Glaser, 1996). Özellikle öğrencilerin fiziksel (hands-on) ve bilişsel (minds-on) olarak aktif oldukları öğrenme ortamlarında hedeflenen anlamlı öğrenmenin gerçekleştirildiğinin kontrol edilmesi öğretmenlere kavram yanlışlarının tespiti ve giderilmesine yönelik düzenleme yapma sürecinde rehberlik etmektedir. Bu doğrultuda, performans değerlendirmeye, kavramsal öğrenmenin tespit edilmesini sağlayacak yöntemlerden birisi öğrencinin bireysel veya sınıf olarak hedeflenen kavramları kaç kere (frekans) / nasıl öğrendiğini gösteren analizlerin kullanılmasıdır (Gagne, Yekovich & Yekovich, 1993; Tennyson & Cocchiarella, 1986; Baker, Aschbacher, Niemi & Sato, 1992; Baxter, Glaser & Raghavan, 1996). Bu çalışmaların yöntemleri temel alınarak kavramsal öğrenmenin incelenmesi için deney ve kontrol grubunda uygulama öncesi ve sonrasında ön ve son test olarak açık uçlu kavram testleri uygulanmıştır. Kavram testleri, ünite-konu öncesi öğrencilere, hedeflenen konulara ilişkin ana konu başlığının merkezi kavram olarak konumlandırıldığı (örn. ‘Enerji’, *Hal Değişimi*) açık uçlu testler olarak tasarlanmış

ve öğrencilerden konuya ilişkin bildikleri ve öğrendikleri kavramları merkezi kavram etrafında sıralamaları istenmiştir. Bunların yanı sıra öğrencilerden çalıştıkları konuyla ilişkili olduğunu düşündükleri, hatırladıkları kavramları oklarla, yazılarla, çizimlerle ifade etmeleri istenmiştir. Öğrencilerin yaş grupları dikkate alındığında farklı seviyelerde kavram haritaları oluşturma becerileri konusunda sahip olabilecekleri bilgi düzeylerine ilişkin bir veri bulunmadığından, özellikle 'kavram haritası' kavramı kullanımından kaçınılmış ve çizimlerini yaparken karmaşık ve hiyerarşik yapılardan ziyade daha basit çizimler yapmaları ve basitçe kavramları sıralamaları istenmiştir. Dolayısıyla elde edilen dökümanlar şekil olarak kavram haritalarını andırıyor olsa da kavram haritasında bulunması gerekli hiyerarşik yapı (Novak & Govin, 1974) yoksunluğundan dolayı kavramlar yalnızca sayılar bağlamında frekans, sınıf düzeyi ve grupların değişimi bağlamında incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bu uygulamalar öğrencilere her sınıf düzeyinde, belirlenen konularda uygulamalar gerçekleştirilmeden önce ön test, deney grubunda modül uygulamaları, kontrol grubunda ise öğretim programı temelli uygulamalar gerçekleştirildikten sonra son-test olmak üzere iki kere gerçekleştirilmiştir.

Verilerin Analizi

Öğrencilerin açık uçlu kavram testlerine verdikleri yanıtlar ve yazdıkları tüm kavramlar, sınıflara göre bilgisayar ortamına geçirilerek sayısal olarak incelenmiştir. Toplamda tüm sınıflardan elde edilen $n=3618$ sayıda kavramın kelime işleme yazılımına veri girişi gerçekleştirilmiştir. Veri girişleri sonrası bu kavramların betimsel istatistik değerleri elde edilmiş ve sınıflara göre sıklık/frekans analizleri yapılmıştır (örnek için bkz. Ek 1 ve Ek 2). Bu analizler yardımıyla deney ve kontrol grubu sınıflarında etkililiği test edilen modüllerin kavramsal öğrenme bağlamındaki etkililiklerinin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Kavram sayı ve ortalamalarındaki değişim nicel olarak istatistiksel yöntemlerle, kavramların çeşitliliği ise bilimsel olarak doğruluklarına göre derinlemesine nitel olarak karşılaştırılmıştır.

Bulgular

Aşağıda elde edilen bulgular sınıf düzeylerine göre ayrı ayrı sunulmuştur.

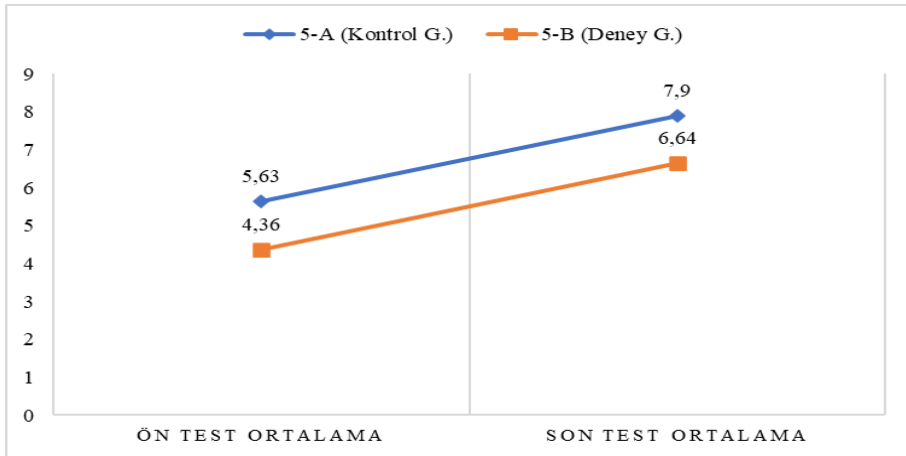
5. Sınıflar 'Hal Değişimi' Uygulamasının Kavram Öğrenimine (Kavram Sayı ve Çeşitliliği) Etkisi:

5. sınıflar seviyesinde uygulanan 'Hal Değişimi' konusunda deney ve kontrol grubu sınıflarının kavram sayılarının ön test ve son testlerine ilişkin bulgular Tablo 2 ve Şekil 1'de gösterilmiştir. 5-A (Kontrol grubu) sınıfı öğrencilerinin kullandıkları kavramların sayısında ($n_1=169$; $n_2=237$) ve aritmetik ortalamalarında ($\bar{x}_1=5,63$; $\bar{x}_2=7,9$) artışlar tespit edilmiştir. 5-B (Deney grubu) sınıfında da benzer şekilde toplam kullandıkları kavramların sayısının ($n_1=109$; $n_2=166$) ve aritmetik ortalamalarının ($\bar{x}_1=4,36$; $\bar{x}_2=6,64$) yükseldiği tespit edilmiştir. Tabloya göre, her iki sınıfın kavram sayıları arasındaki değişim de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Kullanılan kavramların çeşitliliği incelendiğinde ise 5-A (Kontrol grubu) sınıfı ön testlerde kavram sıklığının en yüksek olduğu kavramların 'buharlaştırma' (24), 'erime' (21), 'donma' (19) ve maddenin 3 hali 'katı' (14), 'sıvı' (14), 'gaz' (15) olduğu tespit edilmiş, diğer hal değişimi kavramlarının kullanım sıklıklarının düşük olduğu

tespit edilmiştir (örn. ‘yoğuşma’: 6 ve ‘süblimleşme’: 3). Buna karşın, son test kavram dağılımlarında hal değişim kavramlarının büyük bir sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir (örn. ‘süblimleşme’: 3→27; ‘buharlaştırma’: 24→26; ‘erime’: 21→25; ‘yoğuşma’: 6→24; ‘donma’: 19→23; ‘kırışma’: 0→21). Son testlerde maddenin 3 hali kavram kullanım sıklığına ilişkin bir değişiklik gözlemlenmemiştir (bkz. ‘kati’ (14), ‘sıvı’ (15), ‘gaz’ (15)). 5-B (Deney grubu) sınıfı ön testlerde kavram sıklığının en yüksek olduğu kavramların ‘buharlaştırma’ (12), ‘erime’ (11), ‘donma’ (11), ‘yoğuşma’ (9) ve maddenin 3 hali ‘kati’ (11), ‘sıvı’ (12), ‘gaz’ (11) olduğu tespit edilmiş; diğer hal değişimi kavramlarının kullanım sıklıklarının düşük olduğu tespit edilmiştir (örn. ‘kırışma’: 1). Buna karşın, son test kavram dağılımlarında hal değişim kavramlarının daha yüksek sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir (örn. ‘buharlaştırma’: 12→17; ‘erime’: 11→17; ‘donma’: 11→16; ‘yoğuşma’: 9→12; ‘kırışma’: 1→12). Son testlerde maddenin 3 hali kavram kullanım sıklıklarında da artış olduğu gözlemlenmiştir (bkz. ‘kati’ (12), ‘sıvı’ (13), ‘gaz’ (14)). Ayrıca ön testlerde hiç kullanılmayan ‘süblimleşme’ (16) kavramının son testlerde sıklığı en yüksek kavramlardan biri olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, ön testlerde kullanılmayan ‘ısı alma’ (1); ‘ısı verme’ (1) gibi kavramların da son testlerde kullanıldığı tespit edilmiştir.

Tablo 2. 5. Sınıf ‘Hal Değişimi’ konusu kavram yapısı istatistikleri

Grup	Sınıf	N	Top.	\bar{X}	SS	N	Top.	\bar{X}	SS	Z	p	
Kontrol	5-A	30	169	5.63	2.822	5-A	30	237	7.90	3.428	-3.510	.000
	(Ön)					(Son)						
Deney	5-B	25	109	4.36	2.871	5-B	25	166	6.64	3.340	-3.743	.000
	(Ön)					(Son)						



Şekil 1. 5. Sınıf ‘Hal Değişimi’ konusu kavram ortalamaları

5. sınıflara ilişkin bulgular Hal Değişimi-Isı Sıcaklık konusuyla ilgili deney ve kontrol grubunda bulunan öğrencilerin kavram öğrenmede benzer performans gösterdikleri, kavram sayı (kontrol

grubu: $n_1=169$; $n_2=237$; deney grubu: $n_1=109$; $n_2=166$) ve ortalamasının (kontrol grubu: $\bar{x}_1=5.63$; $\bar{x}_2=7.9$; deney grubu: $\bar{x}_1=4.36$; $\bar{x}_2=6.64$) uygulama öncesine göre sayıca arttığı tespit edilmiştir. Veriler kavram çeşitliliği bakımından derinlemesine incelendiğinde ise, her iki grubun da uygulama sonrası kavram çeşitliliğinin arttığı, kavram yanlışlarının uygulamalar öncesine göre büyük oranda giderildiği ve öğrencilerin 'Hal Değişimi-Isı-Sıcaklık' konusuyla ilgili, öğrenme çıktılılarıyla uyumlu, bilimsel olarak doğru kavramlar kullandıkları görülmüştür.

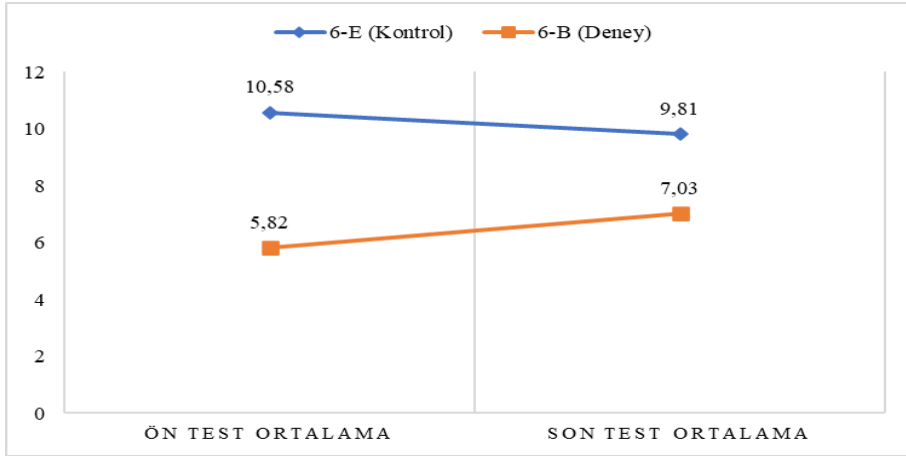
6. Sınıflar 'Hal Değişimi' Uygulamasının Kavram Öğrenimine (Kavram Sayı ve Çeşitliliği) Etkisi:

6. sınıflar seviyesinde uygulanan 'Hal Değişimi-Isı Sıcaklık' konusunda deney ve kontrol grubu sınıflarının kavram sayılarının ön test ve son testlerine ilişkin bulgular Tablo 3 ve Şekil 2'de gösterilmiştir. 6-E (Kontrol grubu) sınıfı öğrencilerinin kullandıkları kavramların sayısının ($n_1=275$; $n_2=255$) ve aritmetik ortalamalarının ($\bar{x}_1=10,58$; $\bar{x}_2=9,81$) son testlerde öğrenci sayılarında bir farklılık olmamasına rağmen azaldığı tespit edilmiştir. 6-B (Deney grubu) sınıfı öğrencilerinin ise toplam kullandıkları kavramların sayısının ($n_1=128$; $n_2=211$) ve aritmetik ortalamalarının ($\bar{x}_1=5,82$; $\bar{x}_2=7,03$) ,6-E (kontrol grubu) sınıfından farklı olarak, yükseldiği tespit edilmiştir. Tabloya göre deney grubu sınıfının kavram sayıları arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı; kontrol grubundaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır.

6-E (Kontrol grubu) sınıfı ön testlerdeki kavram sıklığının en yüksek olduğu kavramların 'buharlaştırma' (20), 'erime' (19), 'donma' (19) ve maddenin 3 hali 'kati' (19), 'sıvı' (19), 'gaz' (19) olduğu tespit edilmiş, diğer hal değişimi kavramlarının kullanım sıklıklarının düşük olduğu tespit edilmiştir (örn. 'yoğuşma': 9; 'süblimleşme': 9; 'kırışma': 6). Son test kavram dağılımlarında ise, hal değişim bazı temel kavramlarının kullanım sıklıklarının artmadığı; aksine azaldıkları tespit edilmiştir (örn. 'buharlaştırma': 20→13; 'erime': 19→11; 'donma': 19→11; 'yoğuşma': 9→8; 'kaynama': 10*6). Benzer şekilde ön testlerde sıklığı n=2 olan 'ısı alma' ve 'ısı verme' kavramlarının son testlerde kullanılmadığı görülmüştür. Birkaç temel kavramın sıklıklarının ise arttığı (örn. 'süblimleşme': 9→12; 'kırışma': 6→9) tespit edilmiştir. Ayrıca son testlerde maddenin 3 hali kavram kullanım sıklığına ilişkin ise yüksek artışlar gözlemlenmiştir (bkz. 'kati': 19→24; 'sıvı': 19→24; 'gaz': 19→24). 6-B (Deney grubu) sınıfı ön testlerindeki kavram sıklığının en yüksek olduğu kavramların maddenin 3 hali 'kati' (15), 'sıvı' (15), 'gaz' (15) ve temel hal değişimi kavramlarının sıklıklarının 'buharlaştırma' (10), 'erime' (9), 'donma' (8), 'süblimleşme' (7) 'yoğuşma' (7) ve 'kırışma' (4) olduğu tespit edilmiştir. Buna karşın, son test kavram dağılımlarında bilimsel olarak doğru olan hal değişim kavramlarının daha yüksek sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir (örn. 'buharlaştırma': 10→17; 'yoğuşma': 7→15; 'erime': 9→15; 'donma': 8→14; 'kırışma': 4→11; 'süblimleşme': 7→8; 'kaynama': 5→9; 'ısı': 2→7). 6-E (kontrol grubu) sınıfındakine benzer olarak, son testlerde maddenin 3 hali kavram kullanım sıklıklarında da yüksek artış olduğu gözlemlenmiştir (bkz. 'kati' (19), 'sıvı' (19), 'gaz' (19)). Ayrıca ön testlerde hiç kullanılmayan 'genleşme' (4); 'erime noktası' (1); 'kaynama noktası' (1); 'tanecikler' (2); 'boşluk' (2) gibi kavramların son testlerde kullanıldığı ve kavram çeşitliliğinin arttığı tespit edilmiştir.

Tablo 3. 6.Sınıf ‘Hal Değişimi’ konusu kavram yapıları istatistikleri

Grup	Sınıf	N	Top.	\bar{X}	SS	N	Top.	\bar{X}	SS	Z	p	
Kontrol	6-E (Ön)	26	275	10.58	5.155	6-E (Son)	26	255	9.81	5.477	-.946	.344
Deney	6-B (Ön)	22	128	5.82	6.146	6-B (Son)	30	211	7.03	5.143	-1.957	.05

**Şekil 2.** 6.Sınıf ‘Hal Değişimi’ konusu kavram ortalamaları

6. sınıf ‘Hal Değişimi-Isı Sıcaklık’ konusu uygulamaları sonrası değişim deney grubu bağlamında incelendiğinde uygulama sonucunda, deney grubunun ‘Hal Değişimi-Isı Sıcaklık’ konusu uygulamaları sonucu kavram sayısı ($n_1=128$; $n_2=211$), ortalamasını ($\bar{x}_1=5,82$; $\bar{x}_2=7,03$) ve çeşitliliğini arttırdığı; kontrol grubunun ise kavram sayı ($n_1=275$; $n_2=255$) ve ortalamasının ($\bar{x}_1=10,58$; $\bar{x}_2=9,81$) azaldığı, kavram yanılgılarının ise devam ettiği görülmüştür. Kavramların çeşitliliği derinlemesine incelendiğinde, deney grupları modül uygulamalarında kullanılan temel kavramların son test uygulamalarında öğrencilerin kavram çeşitliliği içerisinde görüldüğü, sınıf genelinin kullandığı kavramların bilimsel olarak doğru ve temel kavramlar olduğu tespit edilmiştir. Bu anlamda modül uygulamasının deney grubu 6. sınıf öğrencilerinin ‘Hal Değişimi-Isı Sıcaklık’ konusu kavramlarının öğrenilmesi üzerine olumlu etkisinin olduğu belirlenmiştir. Kontrol grubu kavram çeşitliliği incelendiğinde ise, konulara ilişkin bazı temel kavramların son testlerde kullanılmadığı, daha önceden belirlenen kavram yanılgılarının son testlerde de görüldüğü tespit edilmiştir.

7. Sınıflar ‘Enerji’ Uygulamasının Kavram Öğrenimine (Kavram Sayı ve Çeşitliliği) Etkisi:

7. sınıflar seviyesinde uygulanan ‘Enerji’ konusunda deney ve kontrol grubu sınıflarının kavram sayılarının ön test ve son testlerine ilişkin bulgular Tablo 4 ve Şekil 3’de gösterilmiştir. Tabloya göre 7-C (Kontrol grubu) sınıfı öğrencilerinin toplam kullandıkları kavramların sayısı ($n_1=324$; $n_2=346$) ve aritmetik ortalamalarının ($\bar{x}_1= 14,09$; $\bar{x}_2= 16,48$) yükseldiği tespit edilmiştir. Benzer şekilde 7-D

(Deney grubu) sınıfı öğrencilerinin toplam kullandıkları kavramların sayısı ($n_1=241$; $n_2=558$) ve aritmetik ortalamalarının ($\bar{x}_1= 8,61$; $\bar{x}_2= 10,21$) yükseldiği tespit edilmiştir. 7-D sınıfının son testlerde kullandığı toplam kavram sayısı ($n_2=558$) diğer tüm sınıfların kullandığı kavram sayıları ile karşılaştırıldığında, en yüksek kavram sayısı olmuştur. 7-A (Deney grubu) sınıfı öğrencilerinin toplam kullandıkları kavramların sayısının son testlerdeki katılımcı sayısının azlığından dolayı ($n_1=320$; $n_2=279$) azalmış görünmesine rağmen, aritmetik ortalamalarının ($\bar{x}_1= 10,67$; $\bar{x}_2= 10,73$) arttığı tespit edilmiştir. Tabloya göre, 7-D (Deney grubu) sınıfının kavram sayıları arasındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

7-C (Kontrol grubu) sınıfının ön testlerde kavram sıklığının en yüksek olduğu kavramların 'Newton' (18), 'elektrik enerjisi' (15), 'elektrik santrali' (15), 'sürtünme kuvveti' (12), 'rüzgar enerjisi' (11) ve diğer enerji çeşitleri üzerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. 7-C (Kontrol grubu) sınıfı son test kavram dağılımlarında konuya ilişkin bazı temel kavramların kullanım sıklıklarının arttığı tespit edilmiştir (örn. 'kinetik enerji': 10→16; 'potansiyel enerji': 6→15; 'çekim potansiyeli': 4→15; 'esneklik potansiyeli': 8→15). Bunun yanı sıra, öğrencilerin son testlerde enerji kavramının alt kavramları olan enerji çeşitlerinden daha fazla örnekler sundukları gözlemlenmiştir.

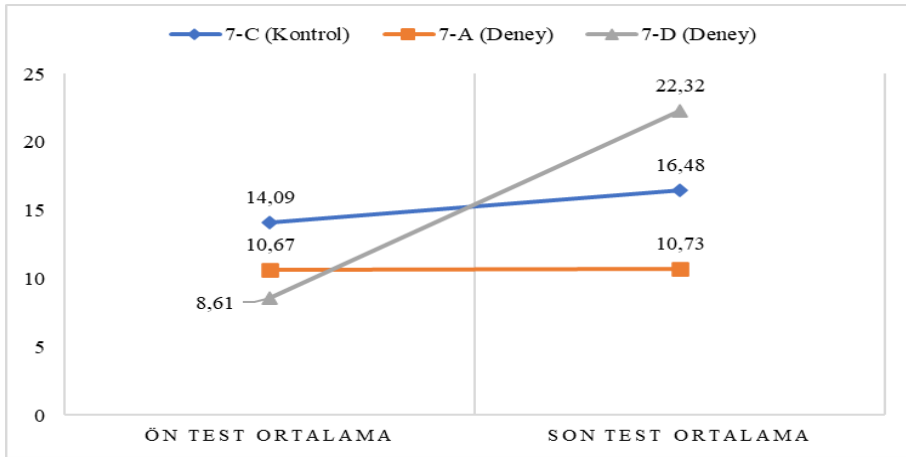
7-D (Deney grubu) sınıfının ön testlerde kavram sıklığının en yüksek olduğu kavramların 'Newton' (19) ve 'güneş enerjisi' (15), 'elektrik enerjisi' (9), 'ışık enerjisi' (8) vb. diğer enerji çeşitleri üzerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir. Ayrıca ön testlerde enerji ve kuvvetin etkileri ile ilişkili olan kavramların (örn. 'itmek' (16); 'çekmek' (10); 'dinamometre' (14) da sıklıkla kullanıldığı gözlemlenmiştir. 7-D (Deney grubu) sınıfı son test kavram dağılımlarında konuyla doğrudan ilişkili ve modül içeriğinde sıkça vurgulanan temel kavramların kullanım sıklıklarının büyük oranda arttığı tespit edilmiştir (örn. 'kinetik enerji': 9→21; 'potansiyel enerji': 7→23; 'çekim potansiyeli': 3→13; 'esneklik potansiyeli': 5→17; 'kütle': 5→13; 'sürat/hız':1→20). Bunun yanı sıra, 7-A (Kontrol grubu) sınıfı son testlerinde, 7-D (Deney grubu) sınıfı ön testlerinde gözlemlenmeyen ve modüllerde sıkça vurgulanan 'enerjinin korunumu' (4) ve 'enerji dönüşümü' (6) kavramlarının 7-D (Deney grubu) sınıfı son testlerde sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca 'yükseklik' ve 'joule' kavramları da 7-D sınıfı ön testlerinde gözlemlenmezken, son testlerde bu kavramların (örn. 'yükseklik': 9; , 'joule': 14) sıklıkla kullanıldığı tespit edilmiştir. Genel olarak, 7-D (Deney grubu) sınıfının son testlerde kavram çeşitliliğinin yüksek oranda arttırdığı gözlemlenmiştir.

7-A (Deney grubu) sınıfı ön testlerde enerji ve kuvvetin etkileri ile ilişkili olan kavramların (örn. 'itmek' (15); 'çekmek' (12); 'koşmak' (10), 'hareket' (10)) yüksek oranda sıklıkla kullanıldığı gözlemlenmiştir. 7-A (Deney grubu) sınıfı son test kavram dağılımlarında konuyla doğrudan ilişkili ve modüllerin içeriğinde sıkça vurgulanan temel kavramların kullanım sıklıklarının büyük oranda arttığı tespit edilmiştir (örn. 'kinetik enerji': 13→23; 'potansiyel enerji': 6→22; 'sürat/hız':8→19, 'çekim potansiyeli': 3→14; 'esneklik potansiyeli': 3→12;). Bunun yanı sıra, 7-A (Deney grubu) sınıfı son testlerinde ve 7-A (Deney grubu) sınıfı ön testlerinde gözlemlenmeyen ve modüllerde sıkça vurgulanan 'enerji dönüşümü' (5) ve 'yükseklik' (8) kavramlarının 7-A (Deney grubu) sınıfı son testlerinde sıklıkla vurgulandığı tespit edilmiştir. Ayrıca 7-A sınıfı öğrencilerinin ön testlerinde rastlanmayan diğer enerji çeşitlerinden de son testlerde farklı örnekler sundukları tespit edilmiştir

(örn. 'hidroelektrik enerji': 2; 'ışık enerjisi': 6; 'kimyasal enerji': 2; 'elektrik enerjisi' 2). 7-A sınıfına ilişkin kavramların yer aldığı frekans tabloları ekte sunulmuştur (bkz. Ek 1 ve Ek 2).

Tablo 4. 7. Sınıf 'Enerji' konusu kavram yapısı istatistikleri

Grup	Sınıf	N	Top.	\bar{X}	SS	N	Top.	\bar{X}	SS	Z	p	
Kontrol	7-C (Ön)	23	324	14.09	7.147	7-C (Son)	21	346	16.48	6.933	-1.789	.074
Deney	7-D (Ön)	28	241	8.61	4.795	7-D (Son)	25	558	22.32	10.209	-3.946	.000
	7-A (Ön)	30	320	10.67	5.933	7-A (Son)	26	279	10.73	5.158	-.351	.726



Şekil 3. 7. Sınıf 'Enerji' konusu kavram ortalaması

7. sınıflarda 'Enerji' konusu özelinde 'Enerji' konusunda öğrencilerin kavram öğrenimine uygulamanın etkisi incelendiğinde her iki grup öğrencilerinin 'Enerji' konusundaki kavram sayı (kontrol grubu: $n_1=324$; $n_2=346$; deney grubu $_{7-D}$: $n_1=241$; $n_2=558$; deney grubu $_{7-A}$: $n_1=320$; $n_2=279$) ve ortalamasını (kontrol grubu: $\bar{x}_1=14.09$; $\bar{x}_2=16.48$; deney grubu $_{7-D}$: $\bar{x}_1=8.61$; $\bar{x}_2=10.21$; deney grubu $_{7-A}$: $\bar{x}_1=10.67$; $\bar{x}_2=10.73$) arttırdığı tespit edilmiştir. Ancak özellikle deney grubu sınıfının son testte kullandığı kavram sayı ve ortalamasındaki değişim, tüm çalışma grubu içerisinde elde edilen en yüksek değer olarak kaydedilmiştir. Bu sınıfın son testlerde kullandığı toplam kavram sayısı ($n_1=241$; $n_2=558$) diğer tüm sınıfların kullandığı kavram sayıları ile karşılaştırıldığında, bir uygulama sonrası elde edilen en yüksek kavram sayısı olmuştur. Veriler kavram çeşitliliği bakımından derinlemesine incelendiğinde, deney grubu öğrencilerinin kavram çeşitliğinin yüksek oranda arttığı ve bilimsel olarak kavramları doğru kullandıkları tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, modül uygulamalarının 7. sınıf

öğrencilerinin kavram çeşit ve organizasyonuna olumlu katkısının olduğunu ve bu şekilde kavram öğrenmelerini artırdığını göstermektedir.

Sonuç ve Tartışma

Elde edilen bulgular, bir yıl sonunda deney ve kontrol grubunda yer alan tüm öğrencilerin kavram çeşit ve sayısını arttırdığını göstermiştir. Ancak kavram sayısı, kullanılan kavram çeşit ve bilimsel olarak doğru kullanımı derinlemesine nitel olarak incelendiğinde, deney grubunda yer alan öğrencilerin kontrol grubu öğrencilerine göre daha iyi performans gösterdikleri tespit edilmiştir, bu da anlamlı öğrenmenin gerçekleştiği şeklinde yorumlanmıştır. Daha önce de belirtildiği üzere, fen bilimleri öğretimin en önemli amaçlarından birisi fene ilişkin temel konu ve kavramların anlamlı öğrenimi ve bu öğrenme sürecinde kavram yanlışlarının oluşmamasıdır.

Çalışma kapsamında geliştirilen *Bilim Tarihi ile Zenginleştirilmiş Yaratıcı Problem Çözme Modülleri* “Yöntem” bölümünde de detaylı bir şekilde açıklandığı şekilde PDÖ-bilim tarihi yaklaşımları harmanlanarak çeşitli ülkelerde başarıyla uygulanan tematik konu öğretim yaklaşımlarıyla birleştirilerek tasarlanmıştır. Bu tematik yaklaşım temelinde günlük hayat temelli açık uçlu problem senaryoları ve bilim tarihi bileşenlerine yer verilen modüllerin öğrencilerin kavram öğrenimi ve kavramların bilimsel olarak doğru kullanılmasında, mevcut öğretim programı uygulamalarından daha fazla etkili olduğu bilimsel olarak ortaya konulmuştur. Çalışmanın bu sonucu ilgili alan yazında PDÖ ve bilim tarihi yaklaşımlarının öğrencilerin kavram öğrenimine katkı yaptığını belirten çalışmaların sonuçlarını desteklediğini göstermektedir. Özellikle öğrencilerin kavram yanlışlarının yoğun olarak tespit edildiği Enerji, Hal Değişimi gibi fen konularında kavram öğreniminin modüler yapıdaki bir öğrenme ortamı aracılığıyla geliştirilmiş olması çalışmanın öne çıkan sonuçlarından birisi olarak değerlendirilmektedir. Bulgular, kavram öğrenimi (kavram sayısı) bağlamında artışının mevcut öğretim programı uygulamalarıyla da sağlandığını göstermiştir. Ancak özellikle kavram çeşitliliği ve öğrencilerin bilimsel olarak doğru kavramların kullanımı için bu konular özelinde mevcut öğretim programı uygulamalarının yeterli sonucuna varılmıştır. Çalışma kapsamında geliştirilen modüllerin ise hem kavram çeşitliliğini arttırdığı hem de bilimsel olarak daha doğru kavramların kullanılmasına yani anlamlı öğrenmeye katkı sağladığı görülmüştür. Dolayısıyla mevcut durumda ortaokul öğrencilerin öğrenmede zorluk yaşadıkları, kavram yanlışlarının yoğun olarak görüldüğü farklı fen konularının anlamlı öğretiminde, öğrencilerin mevcut bilgilerini yeni öğrendikleri bilgilerle anlamlı bağlantılarla kurmalarına destek olacak gerçek hayat problemlerini içeren, onları araştırma sorgulama, veri toplama-yorumlamaya yönlendiren, öğrendikleri konunun bilim tarihi ile ilişkisini de göstererek bütüncül bir bakış açısı ile zengin bir öğrenme deneyimi sunan öğrenme ortamlarına ihtiyaç olduğu görülmektedir. Çalışma geliştirilen ve uygulanan bu öğrenme ortamları 21. yüzyıl eğitim-öğretim paradigmalarıyla uyumlu, farklı öğrenme ihtiyaçlarına cevap verir nitelikte yenilikçi ve ana öğretim programına eklenebilecek modüler içerikler şeklinde tasarlanmıştır. Bu bağlamda çalışmanın bulgularının özellikle program yapıcıları ve program uygulayıcıları olan öğretmenler açısından ayrı bir önemi olduğu düşünülmektedir.

Etik Kurul İzni

Bu araştırma, A.İ.B.Ü. Sosyal Bilimlerde İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'nun 07.02.2017 tarihli, 2017/02 (Protokol No: 2017/41) sayılı kararı ile alınan izinle yürütülmüştür.

Kaynakça

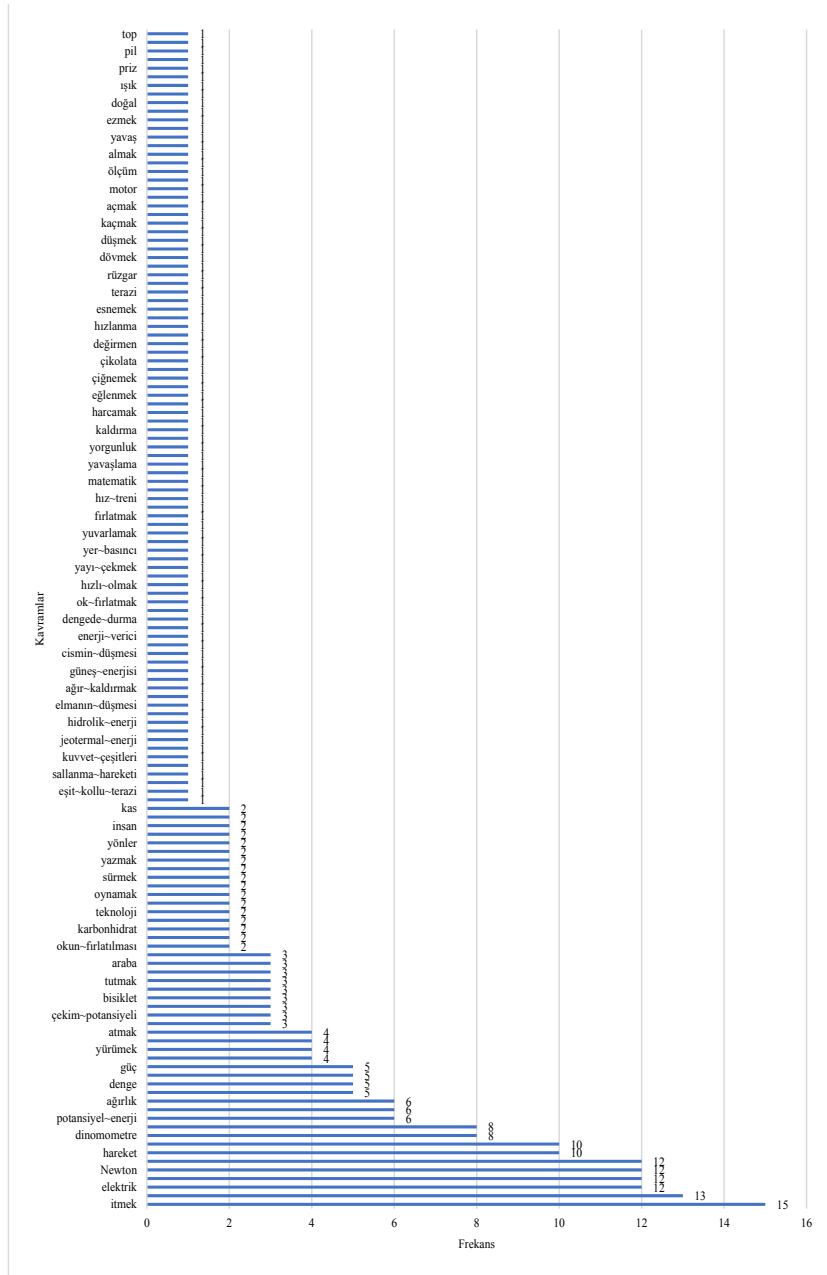
- Akınoğlu, O., & Tandoğan, R. Ö. (2007). The effects of problem-based active learning in science education on students' academic achievement, attitude and concept learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 3(1), 71-81.
- Araz, G., & Sungur, S. (2007). Effectiveness of problem-based learning on academic performance in genetics. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 35(6), 448-451.
- Ausubel, D. P. (2000). *The Acquisition and Retention of Knowledge*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer
- Aydoğan, S., Güneş, B., & Gülççek, Ç. (2003). Isı ve sıcaklık konusunda kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2).
- Baker, E. L., Aschbacher, P. R., Niemi, D., & Sato, E. (1992). CRESST performance assessment models: Assessing content area explanations.
- Barrows, H. S. (2002). Is it truly possible to have such a thing as PBL? *Distance Education*, 23(1), 119-122.
- Baxter, G. P., Elder, A. D., & Glaser, R. (1996). Knowledge-based cognition and performance assessment in the science classroom. *Educational Psychologist*, 31(2), 133-140.
- Bıyıklı, C., & Yağcı, E. (2015). 5E öğrenme modeline göre düzenlenmiş eğitim durumlarının akademik başarı ve tutuma etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 302-325
- Bretz, S. L. (2001). Novak's theory of education: Human constructivism and meaningful learning. *Journal of Chemical Education*, Vol. 78, p 1107, August 2001
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *1989*, 18(1), 32-42.
- Bryce, T. G. K., & MacMillan, K. (2009). Momentum and kinetic energy: Confusable concepts in secondary school physics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 46(7), 739-761.
- Bulu, S. T., & Pedersen, S. (2010). Scaffolding middle school students' content knowledge and ill-structured problem solving in a problem-based hypermedia learning environment. *Educational Technology Research and Development*, 58, 507-529.
- Chin, C., & Chia, L. G. (2006). Problem-based learning: Using ill-structured problems in biology project work. *Science Education*, 90(1), 44-67.
- Chu, H. E., Treagust, D. F., Yeo, S. & Zadnik, M. (2012) Evaluation of students' understanding of thermal concepts in everyday contexts, *International Journal of Science Education*, 34:10, 1509-1534,
- Çalgıcı, G., Yıldırım, M., & Duru, M. K. (2020). 5. sınıf öğrencilerinin madde ve hal değişimi konusunda kavram yanlışlarının oyunlaştırma ile giderilmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 14(2), 1278-1310.
- Çayan, Y., & Karşı, F. (2015). 6. sınıf öğrencilerinin fiziksel ve kimyasal değişim konusundaki kavram yanlışlarının giderilmesinde probleme dayalı öğrenme yaklaşımının etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(4), 1437-1452
- Distlehorst, L. H., & Robbs, R. S. (1998). A comparison of problem-based learning and standard curriculum students: Three years of retrospective data. *Teaching and Learning in Medicine*, 10(3), 131-137.

- Evrin, U., & Uğur, A. R. B. (2021). Fen bilgisi öğretmen adaylarının ısı-sıcaklık ve maddenin halleri konularına ilişkin kavram yanlışları arasındaki ilişkinin incelenmesi. *OPUS International Journal of Society Researches*, 18(40), 2221-2257.
- Gagne, E., D., Yekovich, C. W. & Yekovich, F. R. (1993). *The Cognitive Psychology of School Learning*, Second Edition, New York: Harper Collins College Publishers
- Gay, L.R., Mills, G.E. and Airasian, P.W. (2012) *Educational Research Competencies for Analysis and Application*. 10th Edition, Pearson, Upper Saddle River
- Gönen, S., & Akgün, A. (2005). Bilgi Eksiklikleri ve Kavram Yanlışlarının Tespiti ve Giderilmesinde, Çalışma Yaprakları ve Sınıf İçi Tartışma Yönteminin Uygulanabilirliği Üzerine Bir Araştırma. *Electronic Journal of Social Sciences*, 4(13), 99-111
- Gülççek, Ç., & Yağbasan, R. (2004). Basit sarkaç sisteminde mekanik enerjinin korunumu konusunda öğrencilerin kavram yanlışları. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3)
- Hitt, A. M., & Townsend, J. S. (2015). The heat is on! using particle models to change students' conceptions of heat and temperature. *Science Activities*, 52(2), 45-52.
- Hmelo, C. E., & Ferrari, M. (1997). The problem-based learning tutorial: Cultivating higher order thinking skills. *Journal for the Education of the Gifted*, 20(4), 401-422.
- Hung, W. (2016). All PBL starts here: The problem. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 10(2), 1-10.
- Jonassen, D. H., & Hung, W. (2008). All problems are not equal: Implications for pbl. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 2(2), 10.
- Kırıkkaya, E. B., & Güllü, D. (2008). İlköğretim beşinci sınıf öğrencilerinin ısı-sıcaklık ve buharlaşma-kaynama konularındaki kavram yanlışları. *İlköğretim Online*, 7(1), 2-14
- Kıryak, Z., Candaş, B., Karanisoğlu, B., & Özmen, H. (2019). Yedinci sınıf öğrencilerinin enerji dönüşümlerine yönelik bilgi düzeylerinin çizimler aracılığıyla belirlenmesi. *Fen Matematik Girişimcilik ve Teknoloji Eğitimi Dergisi*, 2(2), 79-92.
- Kim, S. Y., & Irving, K. E. (2010). History of science as an instructional context: Student learning in genetics and nature of science. *Science & Education*, 19, 187-215.
- Kocakülah, A., & Turan, A. (2019). Kavramsal değişim yaklaşımı ile ısı sıcaklık konusu öğretiminin beşinci sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35), 1-17.
- Matthews, M. R. (1994). *Science teaching: The role of history and philosophy of science*. Routledge, New York.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2005). *Fen ve Teknoloji dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2013). *Fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018). *Fen bilimleri dersi (3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi
- National Research Council (NRC). (2012). *Next Generation Science Standarts (NGSS). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. National Academy of Sciences. ISBN: 978-0-309-21742-2
- National Research Council. (NRC). (1996) *National science education standards*. National Academy of Sciences.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2006). The theory underlying concept maps and how to construct them. *Florida Institute for Human and Machine Cognition*, 1(1), 1-31.
- Novak, J. D.; Gowin, D. B. (1984). *Learning How to Learn*. New York: Cambridge University Press.

- Osborne, R. J., & Gilbert, J. K. (1980). A method for investigating concept understanding in science. *European journal of science education*, 2(3), 311-321.
- Önol, M., & Kocakülâh, S. (2021). Anlam oluşturma yaklaşımına dayalı öğretimin ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin enerji dönüşümü kavramına ilişkin kavramsal değişimlerine etkisi. *Journal of Theory & Practice in Education (JTPE)*, 17(1).
- Özer, F. & Doğan, N. (2022). *21. Yüzyıl bağlamında teoriden sınıf içi uygulamaya problem çözme ve yaratıcılık becerisi*. 1. Basım, VIII + 235 s. Nobel Akademik Yayıncılık. ISBN: 978-625-427-203-5.
- Özer, F. & Doğan, N., (2023-Basımda). Bilim tarihi ile zenginleştirilmiş yaratıcı problem çözme modülleri ile ortaokul öğrencilerinin bilimsel sorgulamaya ilişkin görüşlerinin geliştirilmesi. *Eğitim & Bilim*.
- Özer, F. (2021). *21. Yüzyıl becerilerinin gelişimini destekleyici fen öğrenme ortamlarının ortaokul öğrencilerinin problem çözme, yaratıcı düşünme becerileri ve kavram öğrenimine etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış Doktora Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu, Türkiye.
- Pease, M. A., & Kuhn, D. (2011). Experimental analysis of the effective components of problem-based learning. *Science Education*, 95(1), 57-86.
- Phaikhumnam, W., & Yuenyong, C. (2018). Improving the primary school science learning unit about force and motion through lesson study. *AIP Conference Proceedings, January, 2018*. New York: AIP Publishing
- Polanco, R., Calderón, P., & Delgado, F. (2004). Effects of a problem-based learning program on engineering students' academic achievements in a Mexican university. *Innovations in Education and Teaching International*, 41(2), 145-155.
- Rakkapao, S., Pengpan, T., Srikeaw, S., & Prasitpong, S. (2013). Evaluation of POE and instructor-led problem-solving approaches integrated into force and motion lecture classes using a model analysis technique. *European Journal of Physics*, 35(1), 1-10.
- Sarikaya, S., & AKBAŞ, A. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Isı ve Sıcaklık Konusundaki Kavram Yanılgıları ve Giderilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(38), 31-40.
- Savery, J. R. (2015). *Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions*. Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows, 9(2), 5-15
- Singapore Ministry of Education (SMOE). (2004). *Teach less, learn more: Reigniting passion and mission*. Singapore: Ministry of Education.
- Singh, C., & Rosengrant, D. (2003). Multiple-choice test of energy and momentum concepts. *American Journal of Physics*, 71(6), 607-617.
- Sözbilir, M. (2003). A review of selected literature on students' misconceptions of heat and temperature. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 20(1), 25-41.
- Sungur, S., Tekkaya, C., & Geban, Ö. (2006). Improving achievement through problem-based learning. *Journal of Biological Education*, 40(4), 155-160.
- Tarhan, L., Ayar-Kayali, H., Urek, R. O., & Acar, B. (2008). Problem-based learning in 9th grade chemistry class: 'Intermolecular forces'. *Research in Science Education*, 38, 285-300.
- Tennyson, R. D., & Cocchiarella, M. J. (1986). An empirically based instructional design theory for teaching concepts. *Review of Educational Research*, 56(1), 40-71.
- Walker, A., & Leary, H. (2009). A problem based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels. *Interdisciplinary journal of problem-based learning*, 3(1), 6.
- Yavuz, S., & Büyükeksi, C. (2011). Kavram Karikatürlerinin Isı-Sıcaklık Kavramlarının Öğretiminde Kullanılması. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1(2), 25-30.

Ekler

Ek 1. 7-A (Deney Grubu) Sınıfı 'Enerji' Konusu Kavram İnceleme Sıklık Grafiği - Ön Test



Ek 2. 7-A (Deney Grubu) Sınıfı 'Enerji' Konusu Kavram İnceleme Sıklık Grafiği - Son Test

