



# The Usage of Engineering Practices in Science Education: Effects of Design Based Science Learning on Students' Academic Achievement

Serhat ERCAN<sup>1\*</sup> & Fatma ŞAHİN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sinop University, Sinop, TURKEY; <sup>2</sup>Marmara University, İstanbul, TURKEY

Received: 13.01.2015

Accepted: 26.05.2015

---

*Abstract* – The purpose of this study is to examine the effect of design-based science education practices on the 7<sup>th</sup> Grade students' academic achievement in Force and Motion unit. Research was conducted in a 7<sup>th</sup> grade class with 30 students during the academic year of 2013-2014. The seven-week application phase took place during the 7<sup>th</sup> grade Force and Motion unit and conducted in a three-design based science education module. Mixed methods were used as a research design, particularly a special type of embedded design, a one-phase experimental embedded pattern design was applied. In accordance with mixed-methods research design, both quantitative and qualitative data were collected. Findings from quantitative and qualitative analysis indicated that design-based science education contributed the academic achievement in Force and Motion unit.

*Key words:* design-based science education, elementary engineering practices, science education, mixed method research.

*DOI No:*

## Summary

### Introduction

The popularity of “Design - Based Science Learning (DBSL)” approach where the context for science teaching to be conducted is created by engineering design problems is

---

\* Corresponding Author: Serhat ERCAN, Sinop University, Faculty of Education, Elementary Science Education, Sinop, TURKEY.

E-mail: serhatercan@sinop.edu.tr

Note: This study is a part of Serhat ERCAN's doctoral dissertation.

continuously increasing (Daugherty, 2012). In this approach, instruction about science concepts and processes is given by means of the process of scientific research and engineering design in line with engineering problems (Kolodner, 2002; Mehalik, Doppelt and Schunn, 2008; Wendell, 2008).

In the related literature, the organization of DBSL has been dealt with in different ways by different researchers (Doppelt and Schunn, 2008; Fortus, Krajcik, Dershimer, Marx and Mamlok-Naaman, 2005; Kolodner et al., 2003; Penner, Giles, Lehrer and Schauble, 1997; Roth, 2001; Sadler, Coyle and Schwartz, 2000; Tal, Krajcik and Blumenfeld, 2006; Wendell et al., 2010). Among these researchers, Wendell et al. (2010) proposed an approach that is of greater importance as it presents the instruction to be given within the context of units (as in the current study) and provides clear instructions about the steps to be followed for the organization to be constructed after the analysis of other research. Wendell et al. (2010) structured the learning process as a frame of engineering design process that include 5 steps. Accordingly first lesson correspond to “find a problem or need” step that focuses on clarifying the big engineering design task. Students identify what they already know and need to learn that will help them complete the design task. The next step of process “Research possible solutions” take six to eight lessons. Students carry out “mini challenges” to learn knowledge and skills that will help them complete the big Engineering design task. Another step of process is “choose the best solution”. Students evaluate individual solutions and decide the group prototype. Finally, the “build and test the prototype” step take place. Students build, test and improve their design solutions, and then present to their classmates.

Given the delineations above, the current study aimed to investigate the effects of an instructional process constructed on the basis of design-based science teaching activities developed for the unit of Force and Motion within the Science and Technology course of 7<sup>th</sup> grade on students’ academic achievement.

### **Methodolgy**

Mixed methods were used as a research design, particularly a special type of embedded design, a one-phase experimental embedded pattern design was applied. In accordance with mixed-methods research design, both quantitative and qualitative data were collected. Quantitative measures included Force and Motion unit academic achievement test that was developed as part of the study. These data were analyzed using SPSS 17.0 program. Qualitative measures included engineering design handbook documents that were used by

students as main class material, student journals, interview forms, and field notes. These data were analyzed using descriptive analysis.

The seven-week application phase took place during the 7<sup>th</sup> grade Force and Motion unit and conducted in a three-design based science education module. Quantitative part of research was conducted in a 7<sup>th</sup> grade class with 30 students (13 girl and 17 boy) during the academic year of 2013-2014. Generally the size of the qualitative sample has not been equal to size of the quantitative sample for mix method research (Creswell and Plano Clark, 2007). According to this perspective just one student was selected as a participant for qualitative part of research who could provide the necessary information.

## Results

Findings from quantitative analysis indicated that design-based science education contributed to the academic achievement in Force and Motion unit. Ayla's design solutions analysis indicated that last design solutions were accordance with scientific principles unlike her first design solutions for each modul. Additionally Ayla's design proposals were became more realistic and more succesfull in terms of accordance with criteria and constraints within the process. These findings indicated that during the unit, Ayla's scientific knowledge about force and motion and engineering skills were enhanced.

## Discussion and Conclusions

Findings from this research indicated that design based science learning was effective approach in science education (Leonard and Derry, 2011). Findings from students journals and field notes indicated that students' motivation about science learning was increased with DBSL (Kolodner et al., 2003). It is thought that when students work on design problems reflecting the real life contexts, they will become more successful. While students are looking for solutions to the grand design problem, they feel the need for drawing on science principles and this motivates them to learn science (Kolodner, 2002; Wendell et al., 2010). In light of the findings obtained from students' journals and interviews, it can be concluded that working in cooperative groups throughout the applications is another factor increasing their motivation. Another factor making design-based science teaching applications an effective approach to science instruction is that students test the prototypes they have developed by using appropriate tests and carry out improvements on their prototypes in light of the results they have obtained.

# **Fen Eğitiminde Mühendislik Uygulamalarının Kullanımı: Tasarım Temelli Fen Eğitiminin Öğrencilerin Akademik Başarıları Üzerine Etkisi**

**Serhat ERCAN<sup>1†</sup> & Fatma ŞAHİN<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Sinop Üniversitesi, Sinop, TÜRKİYE; <sup>2</sup>Marmara Üniversitesi, İstanbul,  
TÜRKİYE

Makale Gönderme Tarihi: 13.01.2015

Makale Kabul Tarihi: 26.05.2015

---

*Özet* – Bu çalışmada, tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının, ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarılarına etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma, 2013-2014 eğitim-öğretim yılında 30 öğrencinin eğitim gördüğü bir ilköğretim 7. sınıf şubesinde gerçekleştirilmiştir. Karma yöntem araştırma desenlerinden iç içe gömülü desenin özel bir türü olarak, tek aşamalı deneysel gömülü desen ekseninde kurgulanan bu araştırmanın yedi hafta süren uygulama süreci, 7. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi kazanımlarını kapsayacak şekilde organize edilmiş, üç tasarım temelli fen eğitimi modülü çerçevesinde yürütülmüştür. Karma yöntem araştırma metodolojisine uygun olacak şekilde nicel ve nitel verilerin bir arada kullanıldığı bu çalışmada elde edilen bulgular doğrultusunda, tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin kuvvet ve hareket ünitesine yönelik akademik başarılarının gelişimine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

*Anahtar kelimeler:* tasarım temelli fen eğitimi, ilköğretim mühendislik uygulamaları, fen eğitimi, karma yöntem araştırması.

*DOI No:*

## **Giriş**

Günümüzde fen eğitiminin yeniden organizasyonuna yönelik girişimlerde mühendislik disiplini merkezi bir rol üstlenmektedir (Daugherty, 2012). Mühendislik tasarım problemlerinin gerçekleştirilecek fen eğitimi için gerekli bağlamı oluşturduğu bu yeni yaklaşım "Tasarım Temelli Fen Eğitimi (TTFE)" olarak ifade edilmektedir (Kolodner, 2002; Mehalik ve diğerleri, 2008; Wendell, 2008). TTFE'de bilimsel araştırma ve tasarım aktiviteleri birbirlerini destekleyecek şekilde bir arada bulunmaktadır. Apedoe, Reynolds,

---

† İletişim: Serhat ERCAN, Sinop Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Sinop, TÜRKİYE.

*E-posta:* serhatercan@sinop.edu.tr

Not: Bu çalışma Serhat Ercan'ın doktora tezinin bir bölümüdür.

Ellefson ve Schunn (2008) bu sebeple TTFE'yi bilimsel araştırma ve mühendislik tasarımının kombinasyonu olarak tanımlamaktadır. Bilimsel araştırma ile tasarım aktiviteleri arasındaki bu etkileşim farklı araştırmacılar (Kolodner ve diğerleri, 2003; Krajcik ve diğerleri, 1998; Penner, Lehrer ve Schauble, 1998; Sadler ve diğerleri, 2000) tarafından farklı seviyelerde ele alınmıştır. Wendell (2008) bu etkileşimi, gerçekleştirilen sınıf aktivitelerini tasarım / bilimsel araştırma düzlemi üzerinde konumlandırarak tanımlama yoluna gitmiştir. Bu düzlemin bir ucunda ürün tasarlamamanın yer almadığı bilimsel araştırma temelli fen aktiviteleri bulunurken düzlemin diğer ucunda ise salt tasarım aktiviteleri (bilimsel araştırma olmaksızın öğrencilerin saman çöpleri ve bant kullanarak bir köprü inşa etmeleri gibi...) yer almaktadır. Bu uçların arasında ise fen aktiviteleri, bilimsel araştırmanın ana hedef olduğu, tasarımın bunu desteklediği; tasarım ve bilimsel araştırmanın birbirini eşit oranda desteklediği ve tasarımın temel amaç olduğu ve bilimsel araştırmanın bunu desteklediği farklı düzeylerde konumlandırılmıştır. Wendell (2008) ortaya koyduğu bu düzlemde hangi yaklaşımın diğerinden daha iyi olduğu gibi bir değerlendirme yapılamayacağını düzlemin değerlendirmeden ziyade tanımlama amacı taşıdığını ifade etmektedir. Fakat TTFE'nin merkezini oluşturan uygulamalar tasarım aktiviteleridir (Fortus, 2005). Öğretim sürecinde mühendislik tasarım aktivitelerinin bu şekilde merkezi konumda bulunması öğrencilerin motivasyonlarını artırıcı bir etkiye sahiptir (Leonard ve Derry, 2011; Lewis, 2006; National Academy of Engineering [NAE] ve National Research Council [NRC], 2009). Wendell (2008) bu durumu tasarım ve inşa etmenin, deney ve araştırmaya göre çocukların doğasına daha uygun olması ile açıklamaktadır. Fortus, Dershimer, Krajcik, Marx ve Mamlok-Naaman (2004) çocukların oyunları incelendiğinde birçok tasarım aktivitesi özelliğinin gözlemlenebileceğini, bu durumun öğrencilerin bu aktivitelere doğal olarak ilgilerinin olduğunun bir göstergesi olduğunu ifade etmektedir. Bununla birlikte öğrenciler fen ve matematiğe ait kavram ve becerileri mühendislik problemlerini çözerken öğrenirlerse bu kavramlara sahip olup becerileri daha kolay öğrenebilecek ve bunları daha iyi muhafaza edebileceklerdir. Zira mühendislik tasarımı soyut kavramlar için gerçek yaşam bağlamı sağlamaktadır (NAE ve NRC, 2009). Fakat tüm tasarım problemlerinin fen öğrenimini desteklemek için uygun bağlamı sağlayacağı, bilimsel araştırma veya bilimsel içerik bilgisi gerektireceği söylenemez (Wendell, 2008). Hatta bazı tasarım problemlerinin kavramsal fen bilgilerini kullanmaktan ziyade deneme-yanılma metodunu kullanmayı gerektirdiği bile ifade edilebilir (Roth, 2001). Leonard ve Derry (2011) bu sebeplerden dolayı mühendislik tasarımının epistemolojik açıdan fen öğretimi için gerekli bağlamı oluşturmada "tak ve çalıştır" özelliği gösteremeyeceğini

belirtmektedir. Crismond (2001) bu doğrultuda fen ve mühendislik disiplinlerine yönelik öğrenme konularının öğretimine izin verecek, öğrencilerin problem çözme, karar verme, etkili takım çalışması yapabilme gibi becerilerine katkı sağlayacak şekilde organize edilmiş bir ortam için tasarım görevlerinin taşınması gereken özellikleri aşağıdaki gibi sıralamaktadır.

- Tasarım problemleri öğrencilerin yeni bilgi ve beceriler kazanmalarını destekleyici gerçek yaşam bağlamını oluşturacak uygulamalı görevler içermelidir.
- Tasarım görevleri bilinen ve kullanımı kolay materyallerle yürütülebilmelidir.
- Tasarım problemleri birden fazla tasarım çözümüne imkan sağlamalıdır.
- Tasarım görevleri işbirlikli çalışmayı destekleyici öğrenci merkezli aktiviteler olmalıdır.
- Tasarım görevleri tasarım ürünlerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi için tekrarlanabilen adımlarla yürütülmelidir.
- Tasarım görevleri sınırlı sayıda fen ve mühendislik kazanımıyla bağlantılı olmalıdır.

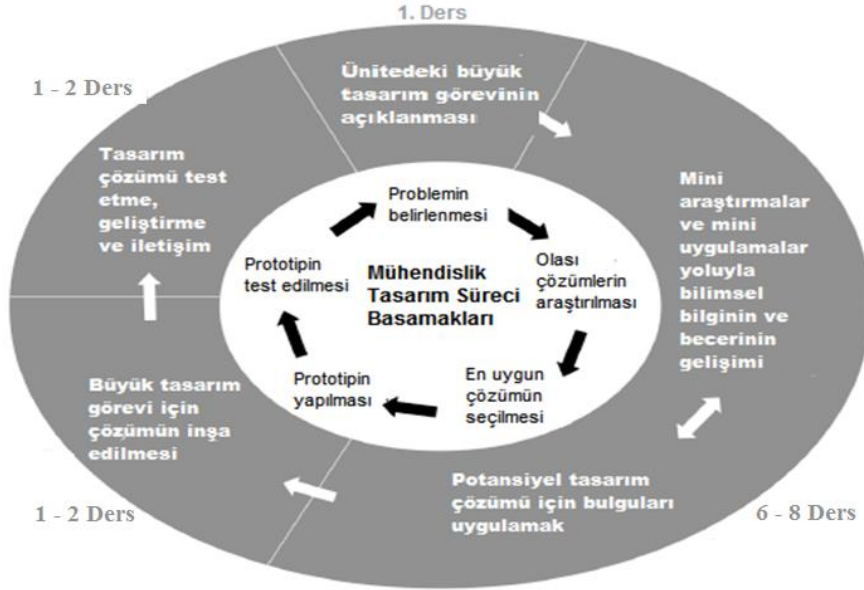
Etkin bir TTFE için tasarım görevlerinin yukarıda belirtilen özellikleri taşımasının yanı sıra sınıfta gerçekleştirilecek aktivitelerin organizasyonun sağlanması da büyük önem taşımaktadır. İlgili literatürde bu organizasyonun farklı araştırmacılar (Doppelt ve Schunn, 2008; Fortus ve diğerleri, 2005; Kolodner ve diğerleri, 2003; Penner ve diğerleri, 1997; Roth, 2001; Sadler ve diğerleri, 2000; Tal ve diğerleri, 2006; Wendell ve diğerleri, 2010) tarafından farklı şekillerde ele alındığı görülmektedir. Bu araştırmacılar arasından Wendell ve diğerleri (2010) tarafından önerilen yaklaşım gerek gerçekleştirilecek öğretimi (bu araştırmada olduğu gibi) üniteler bağlamında ele alması gerekse diğer araştırmaların analizi sonrasında organizasyona yönelik adımların açık yönergeler ile ifade edilmesi açısından önem arz etmektedir. Wendell ve diğerleri (2010, s.6) tarafından önerilen öğretim programı geliştirme adımları aşağıda listelenmiştir.

1. Öğrencilere kazandırılması hedeflenen 8-10 arası fen ve mühendislik kazanımının belirlenmesi.
2. Öğrenme hedefleri ile ilişkili bilimsel araştırmaların gerçekleştirilmesine olanak tanıyacak kapsayıcı mühendislik tasarım görevinin (probleminin) belirlenmesi.
3. Eşzamanlı olarak hem fen öğrenim hedeflerini karşılayacak fırsatlar sağlayan hem de mühendislik tasarım görevini başarmak için öğrencileri hazırlayacak aktivitelerin belirlenmesi.
4. Öğretmen ve öğrencilerin gerçekleştirilecek aktiviteleri takip etmelerini sağlayacak ders planlarının ve öğrenci materyallerinin hazırlanması.

5. Gerekli ek kaynakların oluşturulması (bilimsel araştırmalar için gerekli araçların yapımı için talimatlar, deney düzeneklerinin fotoğrafları gibi...)
6. Pilot çalışmanın gerçekleştirilmesi.
7. Pilot çalışmaya yönelik geri bildirim alma.
8. Tüm ders planlarının ve öğrenci materyallerinin yeniden gözden geçirilmesi.

Wendell ve diğeri (2010) tarafından bu sürecin sonrasında gerçekleştirilecek öğretim beş adımlık mühendislik tasarım süreci ekseninde yapılandırılmıştır. Bu doğrultuda ilk ders "problemin belirlenmesi" adımına karşılık gelecek şekilde üniteye "büyük mühendislik tasarım görevinin" açıklanmasını içermektedir. Öğrenciler bu aşamada görevi başarıyla tamamlamak için neler bildiklerini ve neleri öğrenmeye ihtiyaç duyacaklarını ifade etmelidir. Mühendislik tasarım döngüsünde sonraki adımı oluşturan "olası çözümlerin araştırılması" aşaması 6-8 ders süresince öğrencilerin büyük tasarım görevini gerçekleştirmek için gerekli bilgi ve becerileri kazanacakları "mini tasarım görevleri" ve "mini bilimsel araştırmaları" içermektedir. Bu aşamada yürütülecek "mini araştırma" ve "mini tasarımların" mümkün olduğunca fiziksel ürün oluşturma ve test etme şeklinde gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Bu süreç boyunca öğretmenlerin, öğrencilere elde ettikleri bulguları "en uygun çözümün belirlenmesi" aşaması için kullanmalarına rehberlik etmeleri beklenmektedir. Son olarak "prototipin yapılması" ve "test edilmesi" adımları gelmektedir. Son 2 ya da 3 ders bu doğrultuda öğrencilerin prototiplerini yapma, test etme, iyileştirme ve sınıf arkadaşlarına sürece ve ürüne yönelik sunum yapmaları şeklinde gerçekleşmektedir. Bahsi geçen bu süreç Şekil 1'de özetlenmiştir.

Wendell ve diğeri (2010) tarafından önerilen bu yaklaşım TTFE'nin nasıl uygulanacağına yönelik kapsamlı bir çerçeve sunmaktadır. Sürece yönelik açıklamalar ile kazanımlar düzeyinde fen öğretiminin nasıl gerçekleştirileceği detaylı bir şekilde ifade edilmiştir. Fakat fen öğretimi üzerine yapılan bu vurgu TTFE ile ulaşılması beklenen tek hedefin fen kazanımlarının öğretimi olduğu gibi yanlış bir algı oluşturmamalıdır.



Şekil 1 Wendell ve diğerleri (2010) Tasarım Temelli Fen Eğitim Süreci

Zira öğrencilerin, TTFE ile hem hedeflenen fen kavramlarını daha kalıcı ve anlamlı öğrendikleri hem de mühendislik disiplinine yönelik kavramsal anlayış ve beceriler kazandıkları (Ryan, Camp ve Crismond, 2001), fen öğretimine yönelik motivasyonlarının arttığı (Leonard ve Derry, 2011), çeşitli araçlar tasarlama sürecinde yeni bilimsel anlayışlar ve gerçek yaşam problem çözme becerilerini yapılandırdıkları (Fortus ve diğerleri, 2004; Vattam ve Kolodner, 2008), karar verme becerilerini (Felix, Bandstra ve Strosnider, 2010), yaratıcılıklarını (Doppelt, 2009), işbirliği, etkili takım çalışması yapabilme ve iletişim becerilerini geliştirdikleri (Wendell ve diğerleri, 2010), öğrenme sorumluluklarını üzerlerine aldıkları (Wendell, 2008), mühendisliğe ve mühendislerin işlerine yönelik anlayışlarını ve mühendislik ile fen bilimlerine karşı meraklarını artırarak kariyer planlamalarına bu yönde bir opsiyon ekledikleri (Apedoe ve diğerleri, 2008) belirtilmektedir.

TTFE'ye yönelik bu hedefler Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nda (MEB, 2013) belirtilen fen bilimleri dersinin boyutları ile büyük oranda örtüşmektedir. Şekil 2' de bu boyutlar ile kesişen TTFE hedefleri sunulmuştur (Görselin orijinali MEB [2013, s.1] de yer almaktadır).



Bilgi	Beceri	Duyuş	Fen - Teknoloji - Toplum - Çevre
a. Canlılar ve Hayat b. Madde ve Değişim c. Fiziksel Olaylar d. Dünya ve Evren	a. Bilimsel Süreç Becerileri b. Yaşam Becerileri - Analitik Düşünme - Karar Verme - Yaratıcı Düşünme - Girişimcilik - İletişim - Takım Çalışması	a. Tutum b. Motivasyon c. Değerler d. Sorumluluk	a. Sosyo - Bilimsel Konular b. Bilimin Doğası c. Bilim ve Teknoloji İlişkisi ç. Bilimin Toplumsal Katkısı d. Sürdürülebilir Kalkınma Bilinci e. Fen ve Kariyer Bilinci

Şekil 2 MEB (2013) Fen Bilimleri Öğretim Programı ile TTFE ilişkisi

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı açısından TTFE'nin gerekliliğini ortaya koyan bu gösterimin oluşturulmasında izlenen prensip bazı eksikleri beraberinde getirmiştir. Örneğin "Sürdürülebilir Kalkınma Bilinci" alt boyutu ülkeler için kritik önem taşıyan teknolojik inovasyonla büyük oranda ilişkilidir. TTFE'nin eğitim politikalarında yer alma gereklilikleri arasında teknolojik inovasyonun önemi göz önüne alındığında bu alt boyut ile TTFE arasında ilişki kurulabilir. Fakat Şekil 2' de görülen eşleştirme yalnızca belirtilen araştırmacıların beyanları doğrultusunda yürütüldüğü için bu ilişkiye yer verilmemiştir.

Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı'nın yanı sıra ülkemizde 2013-2014 eğitim-öğretim yılında 6., 7. ve 8. sınıflarda uygulanmasına devam edilen Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı'nda TTFE'nin kullanımını işaret eden önemli noktalar bulunmaktadır. Örneğin bu programda "... öğrencilerin bilimsel araştırma, teknolojik problem çözme ve karar verme süreçlerine katılmalarını sağlayacak çeşitli etkinlikler kullanılması" gerektiği ifade edilmektedir (MEB, 2006, s. 15). Daha önce tartışıldığı üzere TTFE, öğrencilerin bahsi geçen bu süreçlerin tamamını kullanmalarını gerekli kılmaktadır. Bununla birlikte Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı'nda yer alan "Fen - Teknoloji - Toplum - Çevre" kazanımları ve öğrenme etkinliği olarak düzenlenecek teknolojik tasarım çalışmaları ile öğrencilerin ulaşmaları beklenen yeterlikler (bkz. MEB, 2006) mühendislik tasarım süreci ekseninde yapılandırılmış TTFE süreci ile birebir örtüşmektedir. Dolayısıyla ülkemizde 2013 - 2014 eğitim - öğretim yılında farklı sınıf düzeylerinde uygulanmakta olan Fen ve Teknoloji Dersi (6., 7. ve 8. sınıflar düzeyinde uygulanmaktadır) ve Fen Bilimleri Dersi (5. sınıf düzeyinde uygulanmaktadır) Öğretim Programları'nın TTFE'nin kullanımını desteklediği ifade edilebilir.

*TTFE' nin Kuramsal Dayanakları*

Tasarım temelli fen eğitimi, bireylerin bilgilerini kendi deneyimleri ile yapılandırdıkları bilişsel yapılandırmacılık, anlamlı aktiviteler yoluyla diğer insanlardan öğrendikleri sosyal yapılandırmacılık, öğrenimin çeşitli araçlar inşa etme sürecinde gerçekleştiğini ifade eden yapısalcı (constructionist) görüş ve pragmatik felsefe gibi önemli öğrenme kuramlarının açıklamaları ile uyum göstermektedir (Leonard ve Derry, 2011). Fakat tasarım temelli fen eğitimine yönelik kuramsal açıklamaların dayandığı temel yaklaşım, yerleşik öğrenme (situated learning) olarak görülmektedir (Leonard, 2004; Wendell, 2008).

Yapılandırmacı yaklaşımın "Öğrenme, gerçek hayat bağlamında, gerçek görevler ve sosyal deneyimler ile yapılandırılır." varsayımına dayanan yerleşik öğrenme, bilişsel teorilerde "aktivite", "bağlam" ve "kültüre" sınırlı olarak yer verilmesine yönelik tepkisel bir bakışı da yansıtmaktadır (Kılıç, 2004; Leonard, 2004). Zira "Bu yaklaşımda bilgi üretildiği ve kullanıldığı etkinliğin, bağlamın ve kültürün bir ürünü olarak durumsaldır" (Brown, Collins ve Duguid, 1989, s. 32).

Yerleşik öğrenme kuramı, öğrenmeyi, çevredeki gerçek uygulamalara mümkün olduğunca benzeyen bir bağlamda, diğer durumlarla bağ kurmaya dayanan bir süreç kapsamında ele almaktadır (Kılıç, 2004). Anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için öğrenilecek bilgi ve becerilerin içinde yer aldıkları sosyal ve fiziksel bağlamda kullanılmaları gerekmektedir (Brown ve Diğerleri, 1989). "Okuldaki öğrenmelerle gerçek yaşamdaki öğrenmeler arasındaki farkların giderilmesi için öğretimin bir bağlam içinde yapılmasına ve otantik etkinliklere gereksinim vardır" (Açıkgöz, 2006, s. 232). Zira soyut kavramların otantik durumlardan bağımsız olarak öğretimi gerçekçi bir yaklaşımı yansıtmamaktadır (Brown ve diğerleri, 1989). Oysa okullarda gerçekleştirilen öğretim günlük yaşam uygulamalarından ya da profesyonel mesleklerdeki aktivitelerden oldukça uzaktır (Herrington ve Oliver, 1995). Öğrenmenin günlük yaşamdaki olaylardan elde edilen anlam olarak tanımlandığı yerleşik öğrenme kuramı bu doğrultuda öğrencilerin gerçek hayat bağlamının yansıtıldığı gerçek görevler üzerinde çalışmalarını desteklemektedir (Kılıç, 2004).

Bu açıklamalar fen eğitimi açısından ele alındığında tasarım temelli fen eğitimini işaret eden bazı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Yerleşik öğrenme kuramına göre, soyut fen kavramlarına yönelik anlamlı öğrenmenin gerçekleşebilmesi için öğrencilerin bu kavramların gerçek yaşamda kullanıldıkları bağlamı yansıtacak aktiviteler (gerçek yaşam görevleri) üzerinde, işbirlikli gruplar halinde çalışmalarını gerekmektedir. Öğrenciler öğretim süreci boyunca profesyonellerin bu görevleri gerçekleştirirken yürüttükleri işlemlere erişebilmeli ve kendi çalışmalarında bunları yansıtmalıdır. Tasarım temelli fen eğitiminin odağında yer

alan mühendislik problemleri yerleşik öğrenmenin öngördüğü şekilde öğretim için gerekli gerçek yaşam bağlamını sağlamaktadır. Problemlere çözüm üretmeye çalışan öğrenciler bu süreçte fen kavramlarını aktif olarak kullanır ve bu kavramlara yönelik bir anlayış inşa ederler. Bununla birlikte mühendislerin profesyonel hayatlarında karşılaştıkları problemleri çözmek için kullandıkları sistematik yaklaşımlar tasarım süreci yoluyla sınıf ortamına taşınarak öğrencilerin kullanımına sunulur (Leonard, 2004; Wendell, 2008).

Özetle "bilimsel bilginin sentezlenmesini ve kullanılmasını içeren sosyokültürel bir aktivite olarak tanımlanabilecek öğrencilerin tasarım aktiviteleri yerleşik öğrenme terminolojisi içerisinde öğrenmenin gerçekleşeceği bağlamı ifade eden, otantik aktivite, olarak işlev görür" (Wendell, 2008, s. 24).

Tüm bu açıklamalar doğrultusunda bu çalışmada Fen ve Teknoloji dersi 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik olarak tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları kapsamında yapılandırılan bir öğretim sürecinin öğrencilerin akademik başarılarının gelişimine etkisi üzerine odaklanılmıştır. Bu doğrultuda araştırmada aşağıda belirtilen araştırma sorusuna cevap bulunması amaçlanmıştır.

Tasarım temelli fen eğitiminin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarıları üzerine etkisi var mıdır?

## Yöntem

Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada karma yöntem araştırma desenlerinden iç içe gömülü desen kullanılmıştır. Bu desende çalışmayı yönlendiren temel bir araştırma yöntemi ve destekleyici ikinci bir yaklaşım bulunmaktadır (Smith, 2012). Plano Clark, Vicki Huddleston, Churchill, O'Neil Green ve Garrett (2008) bu desenin özellikle araştırmacıların deneysel çalışmalarını nitel veriler ile genişletmek istediklerinde kullanışlı olduğunu belirtmektedir. Yürütülen araştırma bu açıklamaya paralel olarak tek grup öntest sontest deneysel deseninde tasarlanmıştır. Araştırmanın nitel verileri bu yaklaşım içine gömülü olacak şekilde elde edilmiştir. Dolayısıyla araştırmanın temel yönlendiricisi nicel yaklaşım olurken nitel veriler araştırma kapsamında destekleyici, ikincil bir bakış açısı sunmaktadır.

Deneysel gömülü desen olarak adlandırılan bu yaklaşım, nitel verilerin uygulama öncesi veya sonrasında toplandığı iki aşamalı veya nitel verilerin uygulama süresince toplandığı tek aşamalı modeller doğrultusunda yapılandırılabilir (Creswell ve Plano Clark, 2007; Sandelowski, 1996). Creswell, Shope, Plano Clark ve Green (2006, s.4) deneysel gömülü

desende nitel verilerin uygulamalar süresince toplanmasının amaçlarını sıralarken “uygulamaların katılımcılar üzerine etkisinin anlaşılması ve uygulamaların sonuçları etkileme potansiyeli olan anahtar yapılarının belirlenmesi” ifadelerine yer vermektedir. Yürütülen bu araştırmada nitel verilerin temel kullanım amacı bu ifadeler ile birebir örtüşmektedir. Bu sebeple araştırma kapsamında deneysel gömülü desen, nitel verilerin uygulamalar süresince toplandığı tek aşamalı modele uygun olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

### *Çalışma Grubu*

Araştırmanın çalışma grubunun belirlenmesinde öncelikle araştırmacı için kolay ulaşılabilir konumda olan dört ortaokul tespit edilmiştir. Bu dört okulun idarecileri ve 7. sınıflara eğitim verecek fen ve teknoloji öğretmenleri ile uygulamaya yönelik olarak gerçekleştirilen görüşmeler sonrasında uygulamaya olumlu yaklaşan öğretmen ve idarecilerin bulunduğu bir okul uygulamanın gerçekleştirilmesi için belirlenmiştir. Bahsi geçen okulda üç adet 7. sınıf şubesi bulunmaktadır. Okul idarecileri ile gerçekleştirilen görüşmede bu şubelerin oluşturulmasında herhangi bir kriter gözlemlenmediği şubelerin hem öğrenci velilerinin sosyo-ekonomik düzeyi hem de öğrenci başarısı açısından heterojen bir yapı sergilediği ifade edilmiştir. Bu şubelerde yer alan öğrenci sayıları 28 ile 30 arasında değişmektedir. Üç şube arasından gerçekleştirilen kura ile 30 öğrencinin yer aldığı 7-C şubesi uygulama için belirlenmiştir. Bu açıklamalar ışığında araştırmanın (nicel) çalışma grubunun belirlenmesinde Böke (2009) tarafından "elverişlilik örnekleme" olarak tanımlanan yöntemin kullanıldığı ifade edilebilir.

Karma yöntem araştırmalarında, araştırmanın nitel ve nicel bölümleri için genellikle aynı büyüklükte gruplar ile çalışılmaz. Nitel verilerin toplandığı çalışma grubu büyük çoğunlukla nicel verilerin toplandığı grup içerisinden seçilen daha az sayıdaki bireyden meydana gelir (Creswell ve Plano Clark, 2007). Gerçekleştirilen araştırmada da bu açıklamaya paralel olacak şekilde nitel çalışma grubu amaçlı örnekleme stratejine bağlı olarak nicel çalışma grubu içerisinden belirlenmiştir. Merriam (2013) bu strateji için öncelikle hangi öğrencilerin çalışma grubunda yer alacağına yönelik seçim kriterlerinin oluşturulması gerektiğini ifade etmektedir. Bu doğrultuda nitel çalışma grubunun seçiminde;

- Yazılı kaynaklarda zengin bilgi akışı sağlama
- Çalışma grubuna katılmaya istekli olma
- Uygulamalar süresince 2 günden fazla devamsızlık yapmama kriterlerinin esas alınmasına karar verilmiştir.

Mayring (2011, s.47) nitel araştırma paradigmasına yönelik olarak "...daha az kişinin çözümlenmeye alınması olayın özelliklerinin daha hızlı kavranmasına, çözümlenmenin daha açık yapılabilmesine yardımcı olur." ifadelerini kullanmaktadır. Bu doğrultuda derinlemesine analize imkan vereceği düşüncesi ile nitel çalışma grubunda yalnızca 1 öğrencinin bulunması uygun görülmüştür. Bu öğrencinin belirlenmesinde öncelikle yukarıda belirtilen seçim kriterlerini karşılayan öğrenciler tespit edilmiş ve bu öğrenciler arasında gerçekleştirilen kura ile 1 kız öğrenci belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında bu öğrenciye ait veriler kendisine atanan Ayla kod ismi ile sunulmuştur. Tablo 1’de Ayla’nın Kuvvet ve Hareket Ünitesi Akademik Başarı Testi’ne (KHÜABT) yönelik öntest verileri gösterilmiştir.

**Tablo 1** Ayla’nın KHÜABT Öntest Puanları

	<b>KHÜABT öntest puanı</b>	<b>KHÜABT öntest sonuçlarına göre sınıf sıralaması</b>
Ayla	16	6

Tablo 1’de Ayla’nın KHÜABT’den aldığı öntest puanı ile 30 kişilik nicel çalışma grubu içerisindeki sıralamasına yer verilmiştir. KHÜABT için öğrencilerin alabilecekleri maksimum puan 33’tür. Tablo 1’deki veriler incelendiğinde Ayla’nın öntest sonuçlarına göre akademik başarı açısından sınıfın üst sıralarında yer aldığı ifade edilebilir.

#### *Veri Toplama Araçları*

Araştırmanın veri toplama araçları karma yöntem araştırmalarının gerektirdiği şekilde nicel ve nitel veri toplama araçları olarak sınıflandırılmıştır. Bu doğrultuda araştırmada nicel veri toplama aracı olarak araştırmacılar tarafından geliştirilen Kuvvet ve Hareket Ünitesi Akademik Başarı Testi (KHÜABT) kullanılmıştır. Araştırmanın nitel veri toplama araçlarını ise Ayla’ya ait Mühendisin Tasarım Kılavuzu Dokümanı (MTKD), uygulamalar süresince gerçekleştirilen gözlemler sonucu elde edilen gözlem notları, Ayla’nın ders günlerinde tuttuğu Serbest Öğrenci Günlüğü (SÖG) ve uygulamalar sonrasında Ayla ile yapılan görüşme oluşturmaktadır.

#### *Kuvvet ve Hareket Ünitesi Akademik Başarı Testi (KHÜABT)*

Tasarım temelli fen eğitiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisini belirlemek amacıyla araştırmacılar tarafından kuvvet ve hareket ünitesine yönelik olarak

akademik başarı testi geliştirilmiştir. Bu süreçte Kan (2010) tarafından belirtilen aşağıdaki uygulama adımları takip edilmiştir.

- a) Testin amacının belirlenmesi,
- b) Ölçülecek özelliğin tanımlanması, kapsamın belirlenmesi ve belirtke tablosunun oluşturulması,
- c) Test maddelerinin oluşturulması,
- d) Denemelik maddelerin gözden geçirilmesi,
- e) Denemelik test formunun uygulanması ve puanlanması,
- f) Madde analizi ve madde seçimi
- g) Nihai test formunun oluşturulması

Amacı (a) öğrencilerin akademik başarılarını ölçmek olan bu test için ölçülecek özelliğin tanımlanması (b) aşamasında MEB (2006) fen ve teknoloji öğretim programı 7. sınıf kuvvet ve hareket ünitesi kapsamında yer alan 31 kazanım incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda kazanımlar içerisinde yer alan 2.1 numaralı "Kuvvet, iş ve enerji arasındaki ilişkiyi araştırır." ve 2.2 numaralı "Fiziksel anlamda işi tanımlar ve birimini belirtir." kazanımlarında birden fazla yeterlilik tanımlandığı tespit edilmiştir. Baykul (2000) tarafından soru hazırlama ilkelerinde belirtilen her sorunun tek bir yeterliğe hitap etmesi düşüncesi ile bu kazanımlar ikiye bölünerek her bir yeterlik ayrı bir kazanım olarak düşünülmüş ve bu doğrultuda ünite için elde edilen toplam 33 kazanımın her biri için 2 soru (c) yazılmıştır. Bu aşamadan sonra oluşturulan 66 soruluk deneme formu, her bir maddenin ölçülmek istenen kazanımı ölçecek nitelikte olup olmadığı, maddelerde bilimsel bir yanlısın ve dilbilgisi hatasının bulunup bulunmadığı gibi kriterler açısından beş fen eğitimi uzmanı ve üç fen ve teknoloji öğretmeni tarafından (d) incelenmiştir. Uzmanlardan gelen dönütler neticesinde form üzerinde gerekli iyileştirmeler gerçekleştirilerek 66 soruluk deneme formu yeniden düzenlenmiştir. Test bu haliyle 12 kişilik öğrenci grubuna uygulanmış ve pilot uygulama öncesi öğrenciler tarafından anlaşılabilirliği tartışılmıştır. Form üzerinde yer alan bazı ifadeler öğrencilerin eleştirilerine bağlı olarak değiştirilmiştir. Aynı zamanda bu uygulama neticesinde deneme formunun uygulama süresi 60 dakika olarak belirlenmiştir. Bu aşamadan sonra teste yönelik analiz işlemlerini gerçekleştirmek üzere pilot uygulamaya (e) geçilmiştir. Denemelik test formu 2012 - 2013 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde Sinop ilinde 7. sınıfa devam eden 258 öğrenciye uygulanmıştır. Nihai test formuna konulacak maddelerin seçimi için gerekli analizler öncesi pilot uygulama sonuçlarının puanlaması gerçekleştirilmiştir. Puanlama, klasik test teorisine

uygun olacak şekilde doğru cevaplandırılan her bir maddenin 1, yanlış cevaplandırılan, boş bırakılan ve birden çok seçenikle cevaplandırılan maddelerin 0 ile puanlanması şeklinde gerçekleştirilmiştir.

Tekindal (2009) madde seçimi için, her bir maddenin, testin ölçtüğü kabul edilen özelliği ne derece temsil ettiğinin derecesini veren, "madde ayırıcılık gücü indeksi" ve uygun güçlük düzeyine sahip olup olmadığını gösteren, "madde güçlük indeksi" doğrultusunda değerlendirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bu doğrultuda deneme formunun puanlamasını takiben her bir maddeye ait madde ayırıcılık gücü indeksi ve madde güçlük indeksi değerleri, Baykul (2000) tarafından ifade edilen uygulama adımları doğrultusunda hesaplanmıştır.

Puanlanan cevap kağıtları en yüksek puandan en düşük puana doğru sıralandıktan sonra analizlerin gerçekleştirileceği % 27'lik alt ve üst grubun belirlenmesi için pilot uygulamaya katılan 258 öğrencinin % 27'si hesaplanmıştır. Bu doğrultuda puan sıralamasındaki ilk 69 öğrenci çalışmanın üst grubu, sıralamanın sonunda yer alan 69 öğrenci ise çalışmanın alt grubu olarak belirlenmiştir.

Her bir madde, madde ayırıcılık gücü indeksi ( $r_{jx}$ ) ve madde güçlük indeksi ( $p_j$ ) değerleri açısından Şeker ve Gençdoğan (2006), Tekindal (2009) ve Baykul (2000) tarafından yapılan açıklamalar doğrultusunda oluşturulan aşağıdaki kriterler çerçevesinde değerlendirilmiştir.

**Tablo 2** Madde Ayırıcılık Gücü İndeksi Değerlendirme Kriterleri

Madde ayırıcılık gücü indeksi ( $r_{jx}$ ) değeri	Değerlendirme
0.40 veya daha büyük	Çok iyi madde
0.30 – 0.39 arası	Oldukça iyi madde
0.20 – 0.29 arası	Düzeltilerek kullanılabilir madde
0.19 veya daha düşük	Çok zayıf, kullanılamaz madde

**Tablo 3** Madde Güçlük İndeksi Değerlendirme Kriterleri

Madde Güçlük İndeksi ( $p_j$ ) Değeri	Değerlendirme
0.61 veya daha büyük	Kolay madde
0.60 - 0.40 arası	Orta güçlükte madde
0.39 veya daha küçük	Zor madde

Daha önce ifade edildiği üzere deneme formu oluşturulurken ünite için belirlenmiş 33 kazanımın her biri için 2 maddeye yer verilmiştir. Nihai testin oluşturulması sürecinde her kazanım için birbirine alternatif olacak şekilde hazırlanmış bu maddeler Tablo 2 ve Tablo 3'te belirtilen kriterler doğrultusunda değerlendirilerek uygun olan maddeye (f) karar verilmiştir. Madde seçimi için oluşturulan tablonun tamamının çok fazla yer kaplaması sebebiyle Tablo 4'te bu tablonun üç kazanımı kapsayan kısmına yer verilmiştir.

**Tablo 4** Deneme Formunda Yer Alan Maddelerin İlişkili Olduğu Kazanımlar, Analiz Değerleri ve Değerlendirme Sonuçları

Kazanım No	Soru No	Madde Güçlük İndeksi Değeri	Madde Ayırcılık İndeksi Değeri	Değerlendirme
1.1	5*	.65	.5	Kolay ve ayırt ediciliği çok iyi
	8	.81	.23	Kolay, ayırt edicilik için düzenlenmeli
1.2	2*	.48	.42	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği çok iyi
	6	.57	.31	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği oldukça iyi
1.3	3	.5	.34	Orta güçlükte ve ayırt ediciliği oldukça iyi
	9*	.66	.6	Kolay ve ayırt ediciliği çok iyi

\* Nihai test için belirlenen maddeleri ifade etmektedir

Kan (2010) testteki her bir maddeye ait güçlük indeksi değerlerinin ortalaması ile elde edilen testin ortalama güçlüğü'nün başarı testlerinde 0.50 civarında olmasının arzulan bir durum olduğunu ifade etmektedir. Zira ortalama güçlüğü 0.50 civarında olan testlerle elde edilen puanların güvenilirlikleri daha yüksek düzeyde bulunmaktadır (Bayrakçeken, 2011). Geliştirilen bu başarı testi için 33 maddeye ait güçlük indeksi değerlerinin ortalaması 0.50 olarak hesaplanmıştır. Bu doğrultuda nihai testin arzulan şekilde orta güçlükte olduğu ifade edilebilir. Aynı zamanda bu değer testle elde edilen puanların güvenilirliğinin yüksek düzeyde olduğu konusunda da bir fikir vermektedir. Fakat geliştirilen bu başarı testi ile elde edilen puanların güvenilirliği konusunda daha kesin bilgi elde etmek için ölçümlere ait güvenilirlik katsayısının hesaplanması gerekmektedir.

Baykul (2000), maddeleri, 1 ve 0 ile puanlanan testlerde testin bütününe ait güvenilirlik katsayısının hesaplanmasında Kuder-Richardson-20 (KR-20) yönteminin kullanılabileceğini ifade etmektedir. Madde analizlerine bağlı olarak elde edilen 33 soruluk nihai teste yönelik ölçümlerin KR-20 formülü yardımıyla hesaplanan güvenilirlik katsayısı 0.91 bulunmuştur. Gerçekleştirilen araştırma kapsamında ise ölçümlerin KR-20 güvenilirlik katsayısı 0.84 olarak



hesaplanmıştır. Şeker ve Gençdoğan (2006) başarı testleri için KR-20 güvenirlik katsayısının 0.70'in üzerinde olması gerektiğini ifade etmektedir. Bu doğrultuda oluşturulan KHÜABT ile gerçekleştirilen ölçümlerin güvenilir olduğu ifade edilebilir.

Güvenirliğin yanı sıra başarı testlerinde aranan bir diğer özellik de geçerliliğidir (Özbek, 2010). Öğrencileri ölçme konusu alanda tanımak, değer biçmek, öğrenme eksiklerini açığa çıkartmak veya kullanılan öğretim programını değerlendirmek gibi amaçlara hizmet edecek şekilde geliştirilen başarı testlerinde aranması gereken temel geçerlik türü kapsam geçerliğidir (Baykul, 2000). Bu doğrultuda daha önce ifade edildiği gibi deneme formu, belirtke tablosu ile birlikte çeşitli uzmanlara gönderilmiş ve görüşleri istenmiştir. Zira, Baykul (2000) kapsam geçerliliğinin sağlanması konusunda uzman görüşüne başvurulabileceğini belirtmektedir. Uzmanlardan gelen dönütler sonrasında testte yer alan maddelerin ilgili kazanımları karşılar nitelikte olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda, geliştirilen KHÜABT'nin kapsam geçerliliğine sahip olduğu ifade edilebilir. Geliştirilme süreci yukarıda anlatılan, geçerlilik ve güvenirlik analizleri gerçekleştirilmiş, 33 maddeden oluşan KHÜABT için öğrencilere 40 dakika süre verilmektedir. Test kapsamında alınabilecek en yüksek puan 33 puandır.

#### *Mühendisin Tasarım Kılavuzu Dokümanları (MTKD)*

Araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olan MTKD, çalışma kapsamında gerçekleştirilen tasarım temelli fen eğitimi için temel ders materyali olarak kullanılmıştır. Çalışma grubunda yer alan öğrenciler uygulamalar süresince bu dokümanların dışında (ders kitabı, çalışma kitabı gibi...) herhangi bir basılı materyal kullanmamışlardır. Öğrenciler, uygulamalar boyunca bu dokümanlar üzerinde çeşitli çizimler gerçekleştirmiş, karar matrislerini doldurmuş, yansıtıcı düşüncelerini ifade etmiş, araştırma soruları için yanıtlar oluşturmuşlardır. Bu sebeple kapsamlı bilgi sağlayan bu dokümanlar araştırmanın temel nitel veri kaynağı olarak değerlendirilebilir.

#### *Gözlem*

Nitel araştırma paradigması için veri toplamanın özünde informel görüşme ve konuşmalar yer almaktadır. Bu verileri elde etmek için en iyi yol ise gözlem olarak görülmektedir (Merriam, 2013). Gerçekleştirilen gözlemlerden kullanışlı veriler elde etmek için gözlemlerin kayıt altına alınması gerekmektedir. Bunun için başvuru yollarının başında gözlem süresince gerçekleştirilen gözleme yönelik alan notlarının alınması gelmektedir (Mayring, 2011). Bununla birlikte gözlemin gerçekleştiği ortamın video ya da ses kayıt cihazları ile kaydedilmesi de sıklıkla rastlanan bir durumdur (Merriam, 2013; Yıldırım ve

Şimşek, 2008). Uygulamalar süresince araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen gözlemlere yönelik alan notları alınmıştır. Notların oluşturulmasında; gözlem esnasında olup bitenleri kısa, hatırlatıcı ifadelerle kaydetme, gözlemin hemen ardından ise alınan bu alan notlarını betimleyici olarak genişletme şeklinde sistematik bir süreç izlenmiştir. Bunun yanı sıra uygulamaların tamamı video kayıt altına alınmıştır. Bu şekilde ihtiyaç duyulan durumlarda video kayıtlarının yeniden izlenebilmesi ile elde edilen verilerin ve bulgulara yönelik yorumların geçerlik ve güvenilirliğine katkı sağlanmıştır.

### *Görüşme*

Nitel araştırma paradigmasında görüşme, araştırmanın temel veri kaynağı olabileceği gibi katılımcı gözlem ve doküman toplama gibi diğer tekniklerle birlikte de kullanılabilir. Görüşmelerin bu şekildeki kullanımı, gözlem ve doküman analizi ile elde edilen verilerin doğrulanmasına ve bu verilere yönelik alternatif açıklamaların oluşturulmasını imkân sağlamaktadır (Büyüköztürk, Kılıç Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008; Glesne, 2013).

Araştırma kapsamında tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının bitimini takiben Ayla ile yarı yapılandırılmış bir görüşme gerçekleştirilmiştir. Görüşmede kullanılan form, Ayla'nın her bir modül için sergilediği performansı ve kendisine ait dokümanları değerlendirmesini sağlayacak şekilde organize edilmiştir. Bu yolla Merriam (2013) tarafından araştırmanın geçerlik ve güvenilirliğini artırıcı bir faktör olarak tanımlanan gözlem ve doküman analizinden elde edilen verilerin katılımcıların bakış açısı ile kontrol edilmesi sağlanmıştır.

### *Serbest Öğrenci Günlükleri (SÖG)*

Araştırma kapsamında nitel veri kaynağı olarak kullanılan dokümanlardan bir diğeri serbest öğrenci günlüğüdür (SÖG). Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının başlangıcından itibaren her uygulama günü sonrasında öğrencilerden o gün gerçekleştirdikleri uygulamaya yönelik olarak günlük yazmaları istenmiştir. Günlük kapsamında öğrenciler herhangi bir şekilde sınırlandırılmamış, günlüklerinde gerçekleştirilen etkinlik, öğretmen, bireysel ve grup performansları, kişisel hisleri ve düşünceleri gibi tüm unsurlara yer verebilecekleri belirtilmiştir.

### *Veri Toplama Süreci*

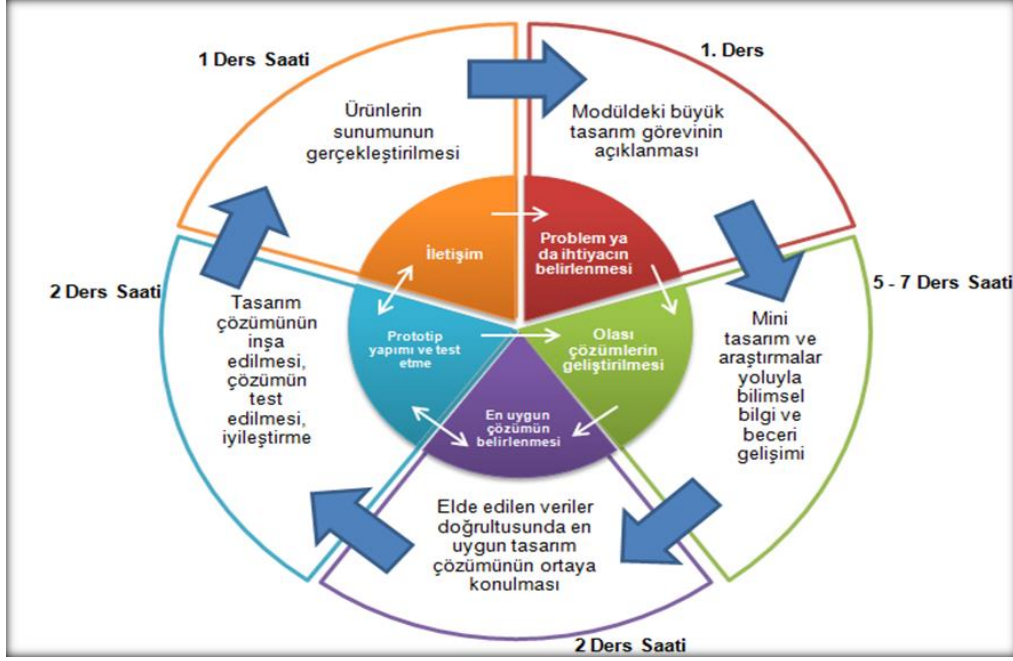
Araştırma kapsamında yürütülen TTFE uygulamalarının geliştirilmesinde alan yazın bölümünde belirtilen, Wendell ve diğerleri (2010) tarafından önerilen tasarım temelli fen

öğretim planı geliştirme ilkeleri göz önünde bulundurulmuştur. Bu doğrultuda uygulamaların geliştirilmesinde öncelikle öğrencilere kazandırılması hedeflenen 8-10 arası kazanımın belirlenmesi gerekmektedir. Fen ve teknoloji dersi öğretim programında, gerçekleştirilen uygulamaya konu olan, 7. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik toplam 31 kazanım bulunmaktadır. Belirtilen ilke doğrultusunda bu kazanımları kapsayıcı tek bir tasarım temelli fen eğitimi uygulaması yerine, ünitenin, her biri farklı kazanımlarını karşılayacak şekilde dizayn edilmiş üç modül şeklinde işlenmesi daha uygun görülmüştür. Teorik olarak ilkede yer alan kazanım sayısı sınırlarına riayet edilmesi olanaklı görünse de modüllerin hazırlanması sürecinde kazanımların yapısı ve birbiri ile olan ilişkileri bu sınırların aşılmasına sebep olmuştur. Bu doğrultuda modüllerin oluşturulmasında kazanımların birbiri ile olan bağlantısı dikkate alınarak, gerçekleştirilmesi gereken öğretimin yapısal bütünlüğünün korunması daha öncelikli görülmüş ve kazanım sayısı sınırlarında daha esnek hareket edilmiştir. Daha sonra öğrenme hedefleri ile ilişkili bilimsel araştırmaların gerçekleştirilmesine olanak tanıyacak kapsayıcı mühendislik tasarım görevinin (probleminin) belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Belirlenen mühendislik tasarım görevleri Tablo 5'de gösterilmektedir.

**Tablo 5** Uygulama için Belirlenen Mühendislik Tasarım Görevleri

Modül	İlişkili Olduğu Fen Kazanımları Numaraları	Mühendislik Tasarım Görevi
1. Modül	Sarmal yaylar ile ilişkili; 1.1, 1.2, 1.3, 1.4 ve 1.5	Sarmal yaylar yardımıyla hareket edecek bir trenin aynı hat üzerinde bulunan üç istasyondan, yolcuların belirleyeceği herhangi birine ulaşımını sağlayacak bir düzenek oluşturulmak
2. Modül	Kuvvet, iş ve enerji ile ilişkili; 2.1, 2.2, 2.3,2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13 ve 2.14 Sürtünme kuvveti ile ilişkili; 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 ve 4.5	Kinetik enerjinin potansiyel enerjiye dönüşümü ile düz bir zemin üzerinde en az 6 metre boyunca hareket edecek bir araba tasarımı yapmak
3. Modül	Basit makineler ile ilişkili; 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6 ve 3.7	Bir bilyenin 2 metre uzağında bulunan bir zile en az 8 saniyede ulaşımını sağlayacak en az üç farklı basit makineden oluşan bir düzenek tasarlamak

Modüllerdeki büyük tasarım görevlerinin belirlenmesini takiben eşzamanlı olarak hem bu görevleri başarmak için öğrencileri hazırlayacak hem de fen öğrenim hedeflerini karşılayacak aktivitelerin belirlenmesi aşamasına geçilmiş ve tüm modüller için gerçekleştirilecek aktiviteler (mini tasarım ve mini araştırmalar) oluşturulmuştur. Bu aktivitelerin organizasyonunda Şekil 3'te gösterilen TTFE modeli esas alınmıştır.



Şekil 3 Araştırmada Kullanılan Tasarım Temelli Fen Eğitimi Modeli

Uygulamanın her modülü için Şekil 3'te görülen modelde belirtilen döngü tekrarlanmış ve dersler modelde belirtilen uygulama adımları ekseninde yürütülmüştür.

#### Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında, KHÜABT ile gerçekleştirilen ölçümlerden elde edilen nicel verilerin analizinde ilk olarak elde edilen puanların Kolmogorov - Smirnov uyum iyiliği testi ile normallik analizi gerçekleştirilmiştir. Normal dağılım gösterdiği saptanan öntest – sontest puanlarının karşılaştırılmasında ise eşleştirilmiş gruplar için t-testi kullanılmıştır.

Karma yöntemler araştırma yöntemi ile yürütülen bu araştırmanın nitel ayağında, mühendislik tasarım süreci fene yönelik öğretim ve akademik başarı açısından ele alınmıştır. Bu doğrultuda sürecin etkililiğinin belirlenmesinde Ayla'nın her modül için gerçekleştirilen uygulamalar öncesinde ve sonrasında geliştirdiği çözüm önerileri bilimsel prensiplere uygunluk açısından değerlendirilmiştir. Yıldırım ve Şimşek (2008) bu şekilde, araştırmanın kavramsal yapısının önceden açık olarak belirlendiği durumlarda betimsel analiz yaklaşımının kullanılması gerektiğini ifade etmektedir. Bu açıklamalar ışığında elde edilen verilerin çözümlenmesinde betimsel analiz yaklaşımının kullanımına karar verilmiştir.

#### Bulgular ve Yorumlar

##### Nicel Bulgular

Araştırma kapsamında elde edilen bulguların araştırmanın alt problemleri çerçevesinde sunulduğu bu bölümde öncelikle nicel veri kaynakları ile elde edilen verilerin Kolmogorov - Smirnov uyum iyiliği testi ile gerçekleştirilen normallik analizi sonuçlarına yer verilmiştir.

**Tablo 6** KHÜABT Sonuçlarının Normallik Analizi Sonuçları

		n	$\bar{x}$	ss	Kolmogorov-Smirnov (Z)	p
<b>KHÜABT</b>	Öntest	30	13.37	4.20	0.542	0.931
	Sontest	30	22.60	6.46	0.586	0.883

Tablo 6'da görülen KHÜABT ile elde edilen öntest ve sontest puanlarının anlamlılık değerlerinin (p), 0.05 değerinden büyük olması, elde edilen verilerin normal dağılımdan geldiğini göstermektedir. Bu doğrultuda KHÜABT ölçeğinin öntest ve sontest olarak uygulanması sonucunda elde edilen verilerin parametrik testler ile değerlendirilmesine karar verilmiştir.

Tasarım temelli fen eğitiminin ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarıları üzerine etkisinin incelemek için KHÜABT ile elde edilen öğrencilere ait öntest, sontest puan ortalamaları eşleştirilmiş gruplar t-testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Gerçekleştirilen analiz sonuçları Tablo 7 ile sunulmuştur.

**Tablo 7** KHÜABT Öntest - Sontest Puan Ortalamalarının Eşleştirilmiş Gruplar t-testi Sonuçları

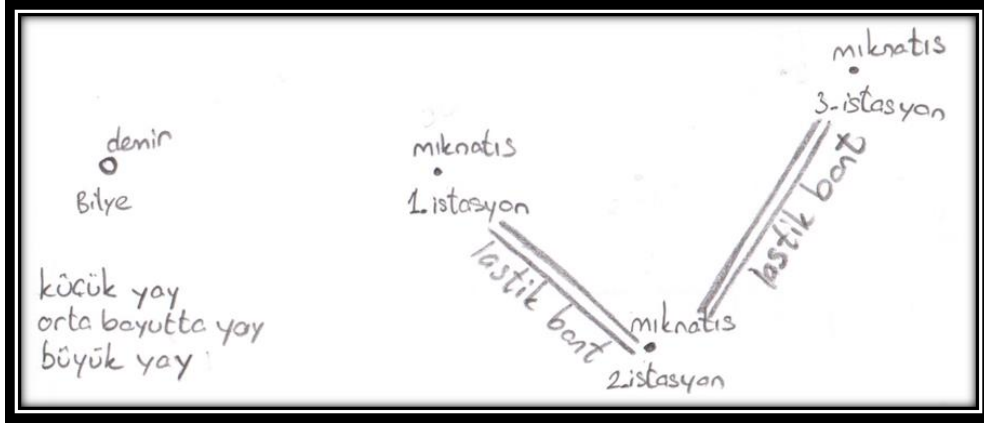
	n	$\bar{x}$	ss	t Testi		
				T	sd	p
<b>Öntest</b>	30	13.37	4.20	9.17	29	.000
<b>Sontest</b>	30	22.60	6.46			

Tablo 7 incelendiğinde öğrencilerin KHÜABT ile elde edilen öntest - sontest puan ortalamaları arasında sontest lehine anlamlı farklılık olduğu görülmektedir ( $t_{(29)} = 9.17$ ,  $p < .05$ ). Bu doğrultuda gerçekleştirilen TTFE uygulamalarının, öğrencilerin 7. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesine yönelik akademik başarılarının artmasında etkili olduğu ifade edilebilir.

### *Nitel Bulgular*

#### *Uygulamanın 1. Modülüne Yönelik Bulgular*

Ayla'nın uygulamanın birinci modülü için belirlenmiş büyük tasarım problemine yönelik (bkz. Tablo 5) ilk çözüm önerisi aşağıda Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4 Ayla'nın Birinci Modüldeki Büyük Tasarım Problemi için İlk Çözüm Önerisi

Ayla Şekil 4 ile sunulan çözüm önerisini açıklarken aşağıda belirtilen ifadeleri kullanmıştır.

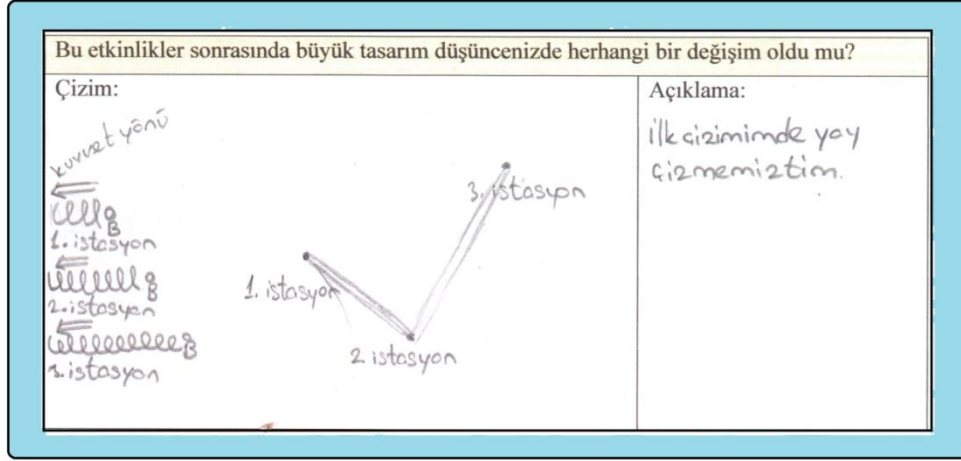
1. istasyon için bilye fırlatılınca bilyenin üzerindeki demiri 1. istasyondaki mıknatıs çekecek ve yerine ulaşmış olacak. 2. istasyon için orta, 3. istasyon için büyük yay kullanılacak.

Şekil 4'te görülen çözüm önerisi ve Ayla'nın bu öneriye yönelik açıklamaları incelendiğinde, Ayla'nın kendilerine sunulan problem bağlamına uygun bir çözüm önerisi geliştiremediği görülmektedir. Zira Ayla'nın çözüm önerisinde, farklı boyutta üç yayın varlığı ifade edilmiş olmasına rağmen bunlarla bilyenin hareketi arasında herhangi bir ilişki kurulmamıştır. Ayrıca problem durumunda ifade edilen istasyonların aynı hat üzerinde yer alması ve aralarında belirli mesafeler bulunması gibi özelliklerin Ayla tarafından dikkate alınmadığı görülmektedir. Bu doğrultuda Ayla'nın geliştirdiği ilk önerinin kendilerine sunulan problem bağlamı için gerçekçi bir çözümü yansıtmadığı ifade edilebilir. Ayla'nın geliştirdiği çözüm önerisine yönelik aşağıda belirtilen ifadeleri bu görüşü desteklemektedir.

*Benim o ilk çizdiğim yanıştı. Ben mıknatıs kullanacaktım işte istasyona gelince bilye durur diye ama o çok doğru olmadı. Zaten istasyonlar falan aynı yolda değildi karşılamıyordu yani kriterleri (Görüşme, s.1).*

Yukarıda ifade edildiği gibi birinci modüldeki büyük tasarım problemine yönelik ilk çözüm önerisinde bilyenin hareketi ile sarmal yay arasında bir ilişki kurmayan Ayla, bu

modüle yönelik olarak gerçekleştirilen uygulamalardan "Mini Araştırma 1" sonrasında, çözüm önerisinde Şekil 5’de görülen değişikliği yapmak istediğini belirtmiştir.

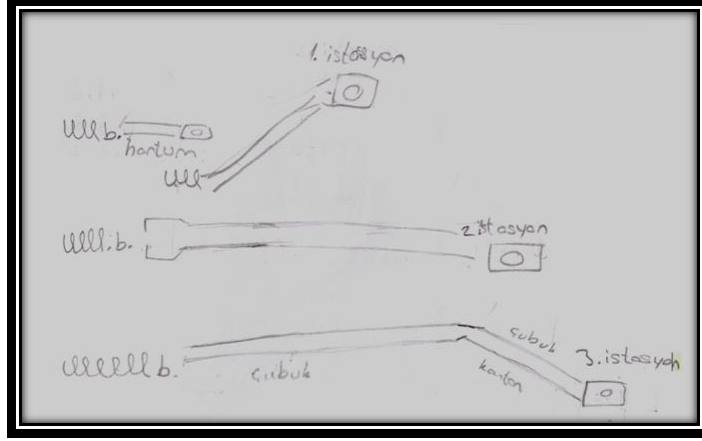


**Şekil 5** Ayla'nın Mini Araştırma 1 Sonrasında Çözüm Önerisinde Gerçekleştirmek İstedığı Değişiklik

Şekil 5’de görüldüğü üzere, Ayla, Mini Araştırma 1 sonrasında ilk çözüm önerisindeki bir eksikliği tespit etmiş ve bilyenin hareketini sağlamak için sarmal yay kullanmayı tasarlamıştır. Çiziminde yaya etki edecek kuvvetin yönünü belirten Ayla, ayrıca farklı istasyonlara ulaşım için farklı uzunluklardaki yaylar kullanmayı da planlamıştır. Bu doğrultuda Mini Araştırma 1 sonrasında Ayla'nın sarmal yaylara yönelik akademik bilgisinin gelişim gösterdiği ifade edilebilir. Ayla'nın mini araştırmanın yürütüldüğü ders sonrası günlüğüne yazdığı aşağıdaki ifadeler bu yorumu desteklemektedir.

*... bu ders çok eğlenceliydi. Yaylarla ilgili baya bir şey öğrendim. Çizimimdeki yanlış yaptığım yeri değiştirdiğim için mutluyum (SÖG, 26/11/2013).*

Ayla'nın 1. modüle yönelik uygulamalar sona erdikten sonra bu modüldeki büyük tasarım problemine yönelik geliştirdiği çözüm önerisi ise Şekil 6’ da belirtilmiştir.



**Şekil 6** Ayla'nın Birinci Modül için Mini Araştırma ve Mini Tasarımlar Sonrası Geliştirdiği Çözüm Önerisi

Şekil 6'da görülen çözüm önerisinde "bilyenin sarmal yaylar yardımıyla hareket etmesi", "farklı istasyonlara ulaşım için düzenekte değişiklik yapılmaması" gibi kriterlerin dikkate alındığı görülmektedir. Ayla, bilyenin farklı istasyonlara ulaşımını sağlamak için farklı özelliklerde yay kullanması gerektiğine karar vermiş, bu doğrultuda yakın istasyona ulaşım için sarım sayısı az, uzak istasyona ulaşım içinse sarım sayısı çok yay kullanmayı planlamıştır. Ayla'nın geliştirdiği bu çözüm önerisi, ilk çözüm önerisi ile karşılaştırıldığında bu modüle yönelik olarak yürütülen mini tasarım ve mini araştırmalar sonrasında Ayla'nın sarmal yaylar konusunda akademik bilgisinin gelişim gösterdiği ifade edilebilir. Kendisi ile gerçekleştirilen görüşmede Ayla'dan bu modül için öğretim etkinlikleri öncesinde ve sonrasında çizdiği iki çözüm önerisini karşılaştırması istendiğinde Ayla aşağıdaki ifadeleri kullanmıştır.

*Bu tabii ki daha iyi (son çizimini göstererek). Bu ilkinde bir şey bilmiyordum ki, yaptığımız araştırmalarla falan yaylarla ilgili çok şey öğrendik. Birde son çizdiğimde istasyonlar falan daha doğru yani kriter açısından (Görüşme, s.1).*

### Uygulamanın 2. Modülüne Yönelik Bulgular

2. modül kapsamında da bu modül için geliştirilen problemin sunumundan sonra öğrencilerden probleme yönelik ilk çözüm önerilerini çizmeleri istenmiştir. Fakat Ayla, problem durumunda belirtilen "potansiyel enerji" ve "kinetik enerji" gibi kavramları bilmediği için doğru bir çözüm geliştiremeyeceğini ifade ederek, herhangi bir çözüm önerisinde bulunmamıştır. Ayla'nın bu tavrı problemin odağında yer alan fen konusunu tespit



edebildiğini ve kendisinin bu konudaki yeterlik düzeyi hakkında bilgi sahibi olduğunu gösterdiği için önemli görülmüştür.

Bu modüle yönelik uygulama sürecinde kullanılan bazı mini araştırmalar Colorado Üniversitesi'nde PHET projesi kapsamında geliştirilen simülasyonlar ile yürütülmüştür. Araştırmacılar bu derslerde her gruba bir dizüstü bilgisayarlar vererek gruplardan ilgili görevi gerçekleştirmelerini istemiştir. Ayla'nın bu derslerle ilgili görüşü aşağıdaki gibidir.

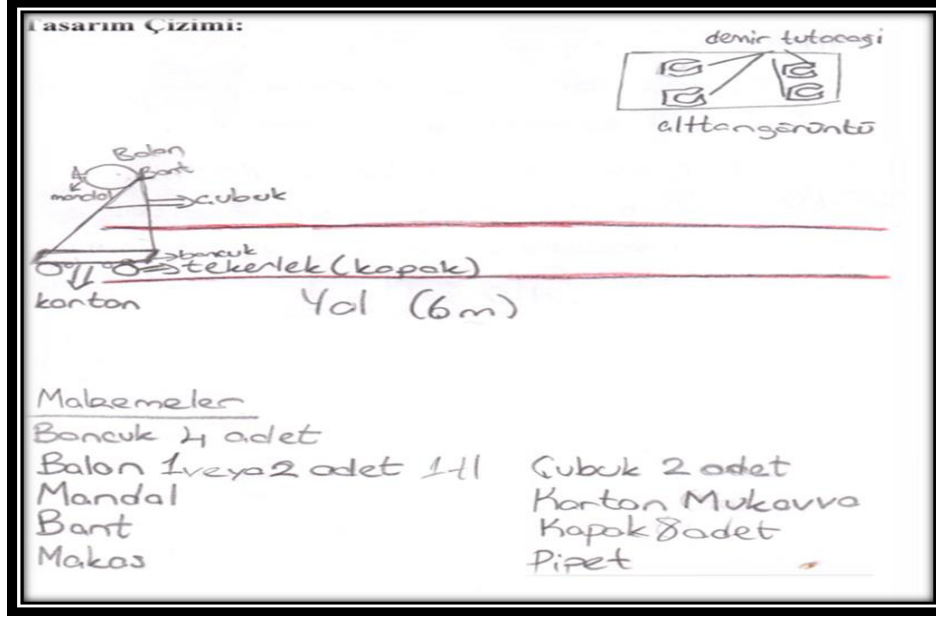
*Bugün bilgisayarda çalışma yaptık. Çok eğlenceliydi. Yeni şeyler öğrendik, her zaman bilgisayarlarla ders işleyelim. Çok zevkli geçti. Bu şekilde devam edelim (SÖG, 12/12/2013).*

*Bugün ders yine çok zevkliydi. Kinetik ve potansiyel enerjiyi öğrendik. Dersi bilgisayar üzerinden işledik. Bu programlarla ders çok iyi işleniyor ve daha iyi anlaşılıyor. Yaptığımız mini tasarım da çok güzeldi. Konuyu çok iyi öğrendim (SÖG, 17/12/2013).*

Bu ifadelerden anlaşıldığı üzere Ayla, simülasyonlar ile yürütülen mini araştırmaları son derece ilgi çekici ve öğretici bulmaktadır. Bunun yanı sıra uygulama sürecinde yer alan üç boyutlu materyallerin tasarlandığı mini tasarımlarla ilgili olarak Ayla'nın aşağıda belirtilen ifadeleri bu uygulamaların da Ayla tarafından eğlenceli ve öğretici olarak değerlendirildiğini göstermektedir.

*Bu dersimizde öğretmenimiz bize bazı materyaller verdi ve bunlarla uçak yapmamızı istedi. Bizde uçağımızı yapmaya başladık. İlk bitiren grup biz olduk. Daha sonra lastik bantımızı çevirip uçağımızı uçurduk. Esneklik potansiyel enerjiyi bununla öğrendik. Mühendislerin bir proje için izlediği yolları kullandık. Mühendislerin yaptıkları işleri seviyorum. Bu ders yine çok eğlenceliydi (SÖG, 19/12/2013).*

Ayla'nın bu modül için mini araştırma ve mini tasarımlar sonrasında geliştirdiği tasarım çözümü Şekil 7'de görülmektedir.



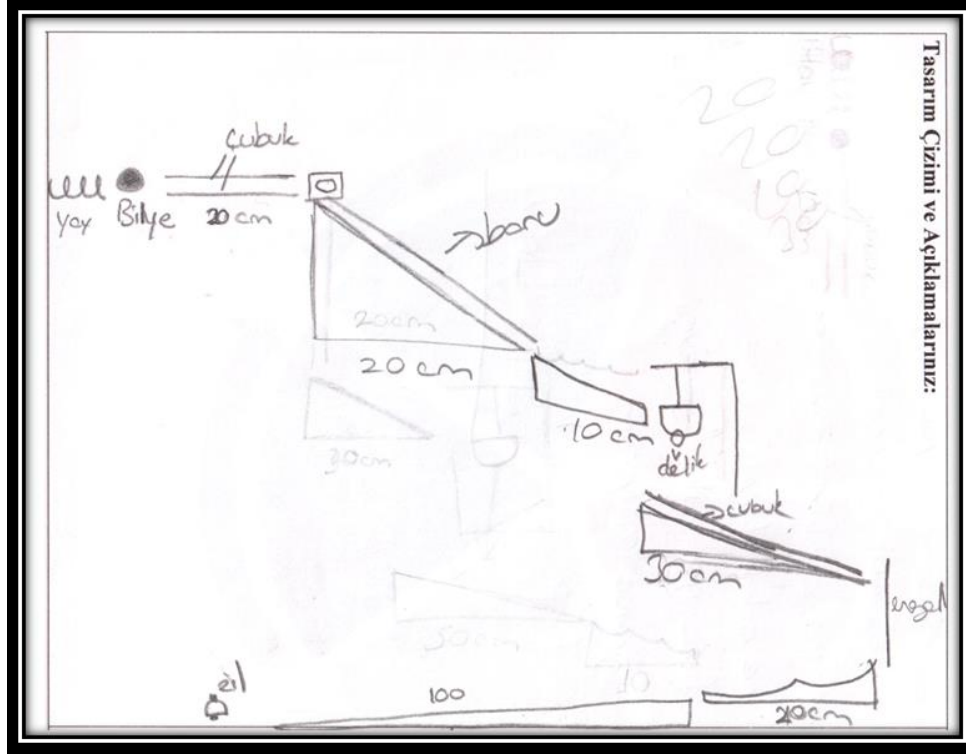
Şekil 7 Ayla'nın İkinci Modül için Mini Araştırma ve Mini Tasarımlar Sonrası Geliştirdiği Çözüm Önerisi

Şekil 7 incelendiğinde Ayla'nın detaylı bir çizim yaptığı görülmektedir. Tasarımında kullanacağı malzemeleri belirleyen Ayla, arabanın hareketini sağlamak için balon yardımıyla esneklik potansiyel enerjisi kinetik enerjiye dönüştürmeyi amaçlamıştır. Ayla'nın, çözüm önerisinde malzemeleri ne şekilde bir araya getireceği, tasarımının alttan görünümünün nasıl olacağı gibi ayrıntılara yer vermesi, çözüm önerisini prototip yapımı aşaması için işlevsel bir hale getirmiştir. Mini araştırma ve tasarımlar öncesinde herhangi bir çözüm önerisinde bulunmayan Ayla'nın etkinlikler sonrasında bu derece ayrıntılı bir öneri geliştirmesi, bu aşamanın ünite kazanımlarının edinimi ve büyük tasarım görevini gerçekleştirmek için gerekli becerilerin kazanılması anlamında işe yaradığının bir göstergesidir. Ayla'nın aşağıdaki ifadeleri bu tespiti destekler niteliktedir.

*Bu çizimim çok iyi bence (etkinlikler sonrasında oluşturduğu çizimi göstererek). İlk başta işte konuyu bilmediğim için çizememiştim. Mini tasarımlar yaptığımızda zaten konuyu öğreniyoruz. Bilgisayarda çalışırken "iş" öğrendik, uçak falan yaptık orada da enerjiyi, dönüşümleri öğrendik. Konuyu öğrenince farklı oluyor tabii çizdiğim şey (Görüşme, s.2).*

### Uygulamanın 3. Modülüne Yönelik Bulgular

Ayla'nın 3. modül kapsamında belirlenen probleme yönelik ilk çözüm önerisi Şekil 8'de gösterilmektedir.



Şekil 8 Ayla'nın Üçüncü Modüldeki Büyük Tasarım Problemi için İlk Çözüm Önerisi

Çizim incelendiğinde, Ayla'nın zil ile bilyenin ilk konumu arasındaki mesafeye yönelik kriteri dikkate aldığı fakat bu mesafeyi bilyenin hareket edeceği yol kapsamında değerlendirdiği görülmektedir. Bu durum Ayla'nın iki nokta arasındaki mesafe ile alınan yolun eşit olduğu gibi yanlış bir düşünceye sahip olduğunu göstermektedir. Başarılı çözüm için tasarımın en az 3 tür basit makineden oluşması gerektiğini belirten Ayla, çiziminde (yay, çubuk, boru gibi...) farklı nesnelere kullanarak bunu sağlamaya çalışmıştır. Bu durum Ayla'nın basit makinelerle yönelik yeterli kavramsal bilgiye sahip olmadığını göstermektedir. Ayrıca bu tespitler uygulamalar öncesinde öğrencilerden istenen bireysel çözüm önerilerine yönelik çizimlerin, öğrencilerin öğretim etkinlikleri öncesinde sahip oldukları kavram yanılgılarını belirleme ve ön bilgilerini açığa çıkartmada etkili olduğunu ortaya koymuştur.

Ayla, üçüncü modül kapsamında yürütülen mini araştırma ve mini tasarımlarla ilgili olarak aşağıdaki ifadeleri kullanmıştır.

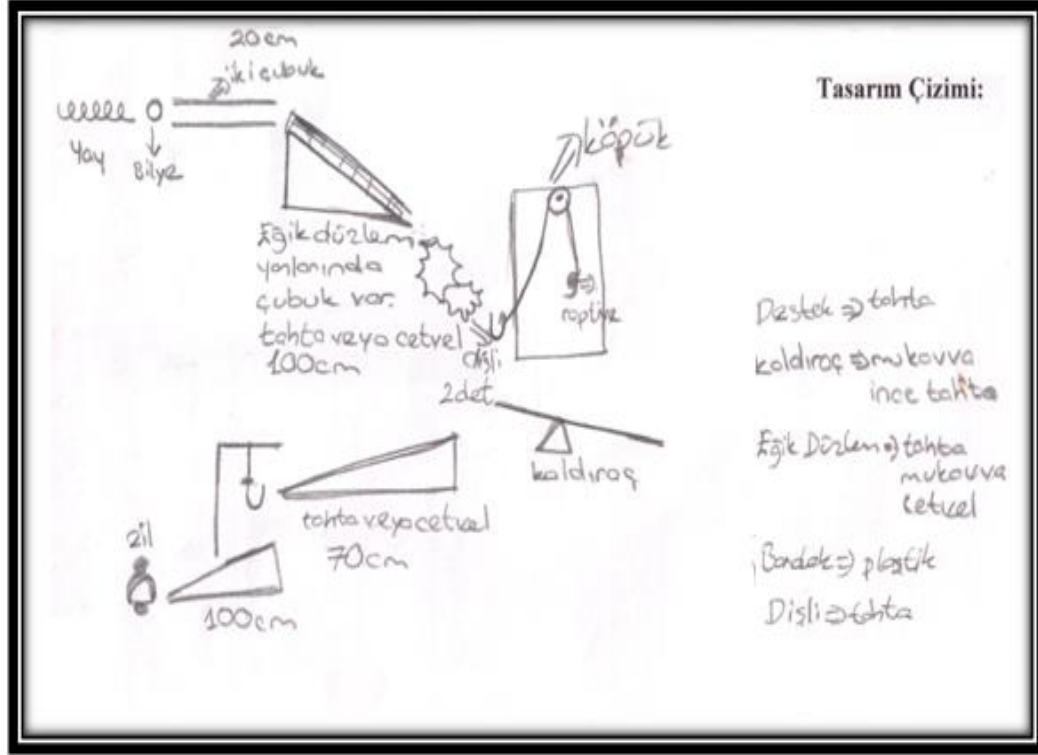
*Bu ders çok iyi geçti. Sınıfta birçok kişi yoktu. Bu derse kadar kaldıraçlar, eğik düzlem ve makaraları öğrenmiştik. Bugün dersimizde dişlileri işledik çok zevkliydi. Gelmeyenlerin çok şey kaçırdığını söyleyebilirim. Perşembe günü sınav olacaktınız onu öğrendik. Ben hiç çalışmadım ama iyi geçecek diye düşünüyorum (SÖG, 31/12/2013).*

Bu ifadelerden anlaşıldığı üzere Ayla, modül kapsamında yürütülen etkinlikleri daha önceki modüllerde olduğu gibi yine eğlenceli ve öğretici bulmuştur. Ayrıca Ayla'nın sınavla ilgili olarak "çalışmadım ama iyi geçecek diye düşünüyorum" ifadesi, yürütülen etkinliklerin kalıcı öğrenmeyi desteklediği şeklinde yorumlanabilir. Ayla'nın bu etkinlikler öncesinde geliştirdiği tasarım çözümüne yönelik, aşağıda belirtilen eleştirileri de yürütülen mini araştırma ve tasarımların önemini ortaya koymaktadır.

*...biz bu çizimi bilmeden yapmıştık. Ben de internetten baktım. Bazı basit makineleri gördüm ama bizim derste işlediklerimiz daha farklıydı. Ben internetten bulduklarına göre yaptım. Sadece burada bir tane basit makine var (ilk çizimini göstererek). Yani şu an derste işlediğimiz kaldıraçları, dişlileri makarayı falan kullanmadım. Bu yüzden bu çizimim doğru değil (Görüşme, s.3).*

Ayla'nın üçüncü modül için mini araştırma ve mini tasarımlar sonrası geliştirdiği çözüm önerisi ise Şekil 9'da sunulmuştur.

Bu probleme yönelik ilk çözüm önerisinde basit makine çeşitlerini doğru ifade edemeyen Ayla, bu çiziminde eğik düzlem, hareketli makara, dişli ve kaldıraç olmak üzere dört farklı tipte basit makineye yer vermiştir. Tasarım çiziminde basit makinelerin bilyenin istenen yönde hareketine olanak sağlayacak şekilde organize edilmiş olması Ayla'nın konuya yönelik kavramsal gelişim gösterdiğinin somut bir göstergesidir. Aynı zamanda tasarım önerisinde başarı kriterleri ve kısıtlamaları dikkate alması, tasarım önerisi çizimini prototip yapımı aşamasına kılavuzluk edecek şekilde ayrıntılı şekilde hazırlaması, kullanacağı materyalleri belirlemesi Ayla'nın bu aşama için arzulan yeterlikleri sergilediğini göstermektedir.



Şekil 9 Ayla'nın Üçüncü Modül için Mini Araştırma ve Mini Tasarımlar Sonrası Geliştirdiği Çözüm Önerisi

Her modül kapsamında Ayla'nın ilk tasarım önerisi ile son önerisinin karşılaştırıldığı bu bölümde tüm modüller kapsamında geliştirilen son çizimlerin ilk çizimden farklı olarak bilimsel prensipleri yansıttığı görülmektedir. Fakat süreç ilerledikçe önerilerin daha gerçekçi formlara dönüştüğü, kriter ve kısıtlamalara uygunluk açısından daha başarılı tasarım çözümlerinin geliştirildiği gözlenmiştir. Bu doğrultuda Ayla'nın süreç içerisinde fen kazanımlarına ve büyük tasarım problemi için gerekli mühendislik yeterliklerine yönelik gelişim gösterdiği ifade edilebilir.

Gerçekleştirilen uygulamalar kapsamında her modülün sonunda öğrencilerden grup arkadaşları ile bireysel çözüm önerilerini değerlendirerek grup tasarım çözümlerine karar vermeleri ve bu karar doğrultusunda prototiplerini gerçekleştirmeleri istenmiştir. Prototiplerini hazırlayan öğrenciler uygun test işlemleri ile prototiplerini değerlendirmişler ve gerekli iyileştirmeleri yapmışlardır. Bu aşamada öğrencilerin çizim aşamasında öngöremedikleri bazı durumlarla yüzleşerek yanlış yapılandırdıkları fen kavram ve ilkelerini keşfedebildikleri ve prototipleri üzerinde gerekli iyileştirmeleri yapabilmek için konuya ilişkin kavrayışlarını geliştirmeye çaba harcadıklarını gözlenmiştir. Ayla'nın 1. ve 3. modül

kapsamında prototip yapım aşamasına yönelik olarak aşağıda belirtilen beyanları bu tespiti destekler niteliktedir.

*... yaparken çizim gibi olmuyor yani birazcık şeyleri değiştirmek zorunda kaldık. Mesela boru biraz kalktı, düzleştirdik. Çubuklar kullanmak zorunda kaldık. O yüzden yaparken biraz değişiklikler uyguladık. Biz dümdüz hortum kullanmıştık, yaparken diğerlerini de gördük herkes aynı yapmıştı. Aynı olsun istemedik çubuklarla hortumları falan birleştirdik değişik bir şeyler yaptık. Bir de hortumlar düz durmadı bazı yerlerde takıldı. Bazı yerlerini kesmek zorunda falan kaldık hortumun (Görüşme, s.2).*

*Büyük tasarım görevini başarıyla bitirdik. Projeyi yaparken yine bazı yerleri çalışmadı ama oraları değiştirdik. Sonra işte kriteri karşılamadı. 8 s sürmedi. Onu değiştirmemiz gerekti. Ama çok iyi çalıştık. Zaten öğrenmiştik basit makineleri hemen düzelttik öyle olunca. Sonunda istediğimiz gibi yaptık kriterleri karşıladı, çok başarılı oldu (Görüşme, s.4).*

Sonuç ve tartışma bölümüne geçmeden önce yukarıda belirtilen araştırma bulgularının sınırlıklarına yer verilmesinin sonuçların daha sağlıklı yorumlanmasına hizmet edeceği düşünülmektedir. Bu bağlamda araştırma bulgularının;

1. Fen ve teknoloji dersi 7. sınıf Kuvvet ve Hareket ünitesi ile,
2. Uygulamanın gerçekleştirildiği 7 haftalık süre ile,
3. Çalışmanın nicel verileri için uygulamanın gerçekleştirildiği sınıfta öğrenimine devam eden 30 öğrenci, nitel verileri içinse 1 öğrenciden oluşan nitel çalışma grubuyla sınırlı olduğu ifade edilebilir.

### **Sonuç ve Tartışma**

TTFE uygulamalarının gerçekleştirildiği nicel çalışma grubunda yer alan öğrencilerin KHÜABT'ne yönelik öntest puan ortalamaları ile sontest puan ortalamaları arasında sontest lehine istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Bu bulgudan hareketle tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır (Apedoe ve diğerleri, 2008; Doppelt, Mehalik, Schunn, Silk ve Krysinski, 2008; Fortus ve diğerleri, 2004; Fortus ve diğerleri, 2005; Marulcu, 2010; Roth, 2001; Tal ve diğerleri, 2006).

Araştırma kapsamında Ayla'nın büyük tasarım problemlerine yönelik olarak mini araştırma ve mini tasarımlar öncesinde ve sonrasında geliştirdiği çözüm önerilerinin analizi ile

elde edilen bulgular da bu istatistiki sonucu desteklemektedir. Zira Ayla'nın uygulamalar sonrası ortaya koyduğu çözüm önerilerinde, konuya yönelik kavramsal gelişimin gerçekleştiğini gösteren unsurlar yer almaktadır. Bu sonuç, yukarıda belirtilen istatistiki sonuçla birlikte tasarım temelli fen eğitiminin, öğrencilerin fen konularını öğrenmeleri için etkili bir yaklaşım olduğunu göstermektedir (Leonard ve Derry, 2011).

Ayla'nın süreçle ilgili tuttuğu serbest öğrenci günlüğü ve saha gözlemlerinden elde edilen bulgular, gerçekleştirilen uygulamaların, Ayla'nın fen öğretimine yönelik motivasyonunu artırdığını ortaya koymaktadır (Kolodner ve diğerleri, 2003). Süreç boyunca gerçek yaşam bağlamının yansıtıldığı tasarım problemleri üzerinde çalışmasının bu durum üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir. Ayla ve arkadaşları ünite kapsamında kendilerine sunulan büyük tasarım problemine çözüm ararken fen prensiplerini kullanmaya ihtiyaç duymakta ve bu durum onları fen öğretimi için motive etmektedir (Kolodner, 2002; Wendell ve diğerleri, 2010). Ayla ve arkadaşlarının uygulamalar süresince işbirlikli gruplar içerisinde çalışmalarının da motivasyonu artırıcı bir diğer etken olduğu, serbest öğrenci günlükleri ve görüşmelerden elde edilen bulgular doğrultusunda tespit edilmiştir. Özer (2005), işbirlikli gruplar içerisinde çalışan öğrencilerin öğrenmeye karşı motivasyonlarının arttığını ifade etmektedir.

Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarını, fen öğrenimi için etkili bir yaklaşım haline getiren diğer bir husus ise öğrencilerin geliştirdikleri prototipleri uygun testler ile denemeleri ve elde ettikleri sonuçlar doğrultusunda prototipleri üzerinde iyileştirmeler yapabilmeleri, olduğu düşünülmektedir. Gerlach (2012) öğrencilerin bir görev üzerinde başarılı olabilmeleri için birden fazla şansa ihtiyaç duyduklarını ve tasarım temelli fen eğitiminin bu şansı onlara verdiğini ifade etmektedir. Mühendisin tasarım kılavuzu dokümanları ve görüşmelerden elde edilen bulgular öğrencilerin, prototip yapımı ve test etme aşamasında gerçekleştirdikleri test sonuçlarına bağlı olarak yanlış yapılandırdıkları fen kavram ve ilkelerini keşfedebildiklerini ve prototipleri üzerinde gerekli iyileştirmeleri yapabilmek için konuya ilişkin kavrayışlarını geliştirmeye çaba harcadıklarını ortaya koymaktadır.

Gerçekleştirilen uygulamaların öğrencilerin akademik başarılarını artırmasında etkili olduğu düşünülen bir diğer faktör ise uygulamalar süresince öğrencilerin temel ders materyali olarak kullandıkları mühendisin tasarım kılavuzu dokümanlarıdır. Bu dokümanlar öğrencilerin süreç boyunca yürüttükleri bilimsel araştırmalar ve tasarımlara rehberlik etmenin yanı sıra elde ettikleri sonuçları uygun şekilde kaydetmelerine ve gerekli gördükleri

durumlarda bu sonuçlara ulaşmalarına, süreç boyunca gösterdikleri gelişimi takip etmelerine ve kendi öğrenmelerini değerlendirmelerine imkân sağlamıştır (Marulcu, 2010).

## Öneriler

Araştırma sonucunda elde edilen bulgu ve sonuçlara dayalı olarak aşağıda belirtilen öneriler geliştirilmiştir. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları kapsamında karşılaştıkları tasarım problemlerine çözüm bulması istenen öğrenciler, gerekli bilimsel araştırmaları göz ardı ederek doğrudan geliştirecekleri modeller üzerine odaklanabilmektedir. Bu doğrultuda öğretmenler, öğrencilerinin tasarım sürecinin sistematik yapısını işletmeleri konusunda kararlı davranması gerekmektedir. Tasarım temelli fen eğitimi süresince öğrenciler genellikle gruplar halinde çalışmaktadır. Öğretmenler gerçekleştirecekleri uygulamalar için öğrenci gruplarını oluştururken bunların olumlu bağlılığa sahip işbirlikli gruplar olması için gerekli tedbirleri almalıdır. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarında gerçekleştirilen prototip yapım aşamasında öğrencilerin inşa ettikleri ilk prototipler genellikle tüm kriter ve kısıtlamaları karşılama konusunda yetersiz kalmaktadır. Uygun test işlemleri sonrasında bu eksiklikleri tespit eden öğrencilere prototiplerini iyileştirmeleri için ikinci bir fırsat sunulması gerekmektedir. Öğretmenlerin yürüttükleri uygulamalarda bu durumu dikkate almaları önem arz etmektedir. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamalarının odağında yer alan mühendislik tasarım problemleri yapılandırılırken öğrencilerin ilgi alanları, yaşları, sosyokültürel çevrelerinin dikkate alınması gerekmektedir. Öğretmenlerin bu hususa özen göstermeleri, öğrencilerin sürece yönelik motivasyonlarını yükseltecektir. Tasarım temelli fen eğitimi uygulamaları kapsamında kullanılan bilgisayar simülasyonlarının (etkileşimli eğitim yazılımları) öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarını artırdığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda öğretmenlerin kendi uygulamalarında bu programlara yer vermelerinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

## Kaynakça

- Açıkgöz, K., Ü. (2006). *Aktif Öğrenme*. Biliş Yayınevi.
- Apedoe, X. S., Reynolds, B., Ellefson, M. R., & Schunn, C. D. (2008). Bringing engineering design into high school science classrooms: the heating/cooling unit. *Journal of Science Education and Technology*, 17(5), 454-465.
- Baykul, Y. (2000). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması*. Ankara: ÖSYM Yayınları.



- Bayrakçeken, S. (2011). Test geliştirme. Karip, E. (Ed.) *Ölçme ve değerlendirme* (293-324). Ankara: PegemA Akademi.
- Böke, K. (2009). Örnekleme. Böke, K. (Ed.) *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri* (105-147). İstanbul: ALFA Basım Yayım Dağıtım Ltd. Şti.
- Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher*, 18(1), 32-42.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: PegemA Yayıncılık.
- Creswell, J. W., Shope, R., Plano Clark, V. L., & Green, D. O. (2006). How interpretive qualitative research extends mixed methods research. *Research in The Schools*, 13(1), 1-11.
- Creswell, J. W. & Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed method research*. London: Sage Publications.
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 791–820.
- Daugherty, J. (2012). Infusing engineering concepts: Teaching engineering design. *National Center for Engineering and Technology Education*. Web site: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED537384.pdf> adresinden 14 Haziran 2013 tarihinde edinilmiştir.
- Doppelt, Y., Mehalik, M. M., Schunn, C. D., Silk, E., & Krysinski, D. (2008). Engagement and achievements: a case study of design-based learning in a science context. *Journal of Technology Education*, 19(2), 22-39.
- Doppelt, Y. & Schunn, C. D. (2008). Identifying students' perceptions of the important classroom features affecting learning aspects of a design-based learning environment. *Learning Environment Research*, 11, 195-209.
- Doppelt, Y. (2009). Assessing creative thinking in design-based learning. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(1), 55-65.
- Felix, A. L., Bandstra, J. Z., & Strosnider, W. H. J. (2010). Design-Based science for STEM student recruitment and teacher professional development. *Proceedings of the Mid-Atlantic American Society for Engineering Education Conference*.

- Fortus, D. (2005). Restructuring school physics around real-world problems: A cognitive justification. *Annual meeting of the American Educational Research Association*. Montreal, Canada.
- Fortus, D., Dersheimer, R. C., Krajcik, J. S., Marx, R. W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Fortus, D., Krajcik, J. S., Dersheimer, R. C., Marx, R. W. & Mamlok-Naaman, R. (2005). Design-based science and real-world problem-solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855-879.
- Gerlach, J. W. (2012) Elementary design challenges. Brunsell, E. (Ed.) *Integrating engineering + science in your classroom* (43-47). Arlington, Virginia: National
- Glesne, C. (2013). *Nitel araştırmaya giriş*. Anı Yayıncılık.
- Herrington, J. ve Oliver, R. (1995). Critical characteristics of situated learning: implications for the instructional design of multimedia. *ASCILITE 1995 Conference*, University of Melbourne, Melbourne.
- Kan, A. (2010). Ölçme aracı geliştirme. Tekindal, S. (Ed.) *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (240-274). Ankara: PegemA Akademi.
- Kılıç, E. (2004). Durumlu öğrenme kuramının eğitimdeki yeri ve önemi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(3), 307-320.
- Kolodner, J. L. (2002). Facilitating the learning of design practices: lessons learned from an inquiry into science education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3). Web site: <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JITE/v39n3/> adresinden 4 Haziran 2012 tarihinde edinilmiştir.
- Kolodner, J. L., Camp, P., Crismond, D., Fasse, B., Gray, J., Holbrook, J. et al. (2003). Problem-based learning meets case-based reasoning in the middle-school science classroom: putting learning by design(tm) Into Practice. *Journal of the Learning Sciences*, 12(4), 495-547.
- Krajcik, J. S., Blumenfeld, P., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Middle school students' initial attempts at inquiry in project-based science classrooms. *Journal of the Learning Sciences*, 7, 313-350.

- Leonard, M. J. (2004). Toward epistemologically authentic engineering design activities in the science classroom. *National Association for Research in Science Teaching*, Vancouver, B.C.
- Leonard, M. & Derry, S. (2011). “What’s the science behind it?” *The interaction of engineering and science goals, knowledge, and practices in a design-based science activity* (WCER Working Paper No. 2011-5). University of Wisconsin–Madison.
- Lewis, T. (2006). Design and inquiry: bases for an accommodation between science and technology education in the curriculum?. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(3), 255-281.
- Marulcu, İ. (2010). *Investigating the impact of a lego-based, engineering-oriented curriculum compared to an inquiry-based curriculum on fifth graders’ content learning of simple machines*, Unpublished doctoral dissertation, Lynch School of Education, Boston College.
- Mayring, P. (2011). *Nitel sosyal araştırmaya giriş*. Bilgesu Yayıncılık.
- Mehalik, M., Doppelt, Y., & Schunn, C. D. (2008). Middle school science through design based learning versus scripted inquiry: better overall science concept learning and equity gap reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 1-15.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2006). *İlköğretim fen ve teknoloji dersi (6.,7.,8. sınıflar için) öğretim programı*. Ankara: MEB Yayıncılık
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB]. (2013). *Fen bilimleri dersi programı, 3.-8. sınıflar*. Web site: <http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim-programlari/icerik/151> adresinden 15 Kasım 2013 tarihinde edinilmiştir.
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education understanding the status and improving the prospects*. Edt. Katehi, L., Pearson, G. & Feder, M. Washington, DC: National Academies Press.
- Özbek, Ö. Y. (2010). Ölçme araçlarında bulunması istenen nitelikler. Tekindal, S. (Ed.) *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (43-89). Ankara: PegemA Akademi.
- Özer, M. A. (2005). Etkin öğrenmede yeni arayışlar işbirliğine dayalı öğrenme ve buluş yoluyla öğrenme. *Türk Dünyası Sosyal Bilimler Dergisi*, (35), 105-131.

- Penner, D. E., Lehrer, R., & Schauble, L. (1998). From physical models to biomechanical systems: A design-based modeling approach. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3&4), 429-449.
- Penner, D., Giles, N., Lehrer, R. & Schauble, L. (1997). Building functional models: designing an elbow. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 125-143.
- Plano Clark, V. L., Huddleston, C. C., Churchill, S., O'Neil Green, D. & Garrett, A. (2008). Mixed methods approaches in family science research. *Educational Psychology Papers and Publications*, (81). Web site: <http://digitalcommons.unl.edu/edpsychpapers/81> adresinden 12 Aralık 2013 tarihinde edinilmiştir.
- Roth, W. (2001). Learning Science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.
- Ryan, M., Camp, P., & Crismond, D. (2001). Design rules of thumb – connecting science and design. *Meetings of the American Educational Research Association*, Seattle, WA
- Sadler, P. M., Coyle, H. P., & Schwartz, M. (2000). Engineering competitions in the middle school classroom: Key elements in developing effective design challenges. *The Journal of the Learning Sciences*, 9, 299–327.
- Sandelowski, M. (1996). Using qualitative methods in intervention studies. *Research in Nursing & Health*, 19(4), 359-364.
- Smith, R. L. (2012). Mixed methods research design: a recommended paradigm for the counseling profession. In *Ideas and research you can use: VISTAS*. Web site: <http://www.counseling.org/Resources> adresinden 23 Aralık 2013 tarihinde edinilmiştir.
- Şeker, H. ve Gençdoğan, B. (2006). *Psikolojide ve eğitimde ölçme aracı geliştirme*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Tal, T., Krajcik, J. S. ve Blumenfeld, P. C. (2006). An observational methodology for studying group design activity. *Research in Engineering Design*, 2(4), 722-745.
- Tekindal, S. (2009). *Okullarda ölçme ve değerlendirme yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Vattam, S. S. & Kolodner, J. L. (2008). On foundations of technological support for addressing challenges facing design-based science learning. *Pragmatics and Cognition*, 16, 406–437.
- Wendell, K. B. (2008). The theoretical and empirical basis for design-based science instruction for children. Unpublished Qualifying Paper, Tufts University.

- Wendell, K. B., Connolly, K. G., Wright, C. G., Jarvin, L., Rogers, C., Barnett, M., & Marulcu, I. (2010). Incorporating engineering design into elementary school science curricula. *American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition*, Louisville, KY.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (7. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.