



# Tasarım Temelli Fen Eğitime Yönelik Öğrenci ve Öğretmen Değerlendirmeleri: Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı Etkinliği<sup>1</sup>

## Student and Teacher Evaluations about Design Based Science Education: “Heat Insulation is a Gain for Country” Activity

**Esra Bozkurt Altan**, Sinop Üniversitesi, [esrabozkurt@sinop.edu.tr](mailto:esrabozkurt@sinop.edu.tr), ORCID: 0000-0002-5592-1726

**Engin Karahan**, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, [ekarahan@ogu.edu.tr](mailto:ekarahan@ogu.edu.tr), ORCID: 0000-0003-4530-211X

**Öz.** Bu çalışmada “Tasarım Temelli Fen Eğitimi” (TTFE) esas alınarak hazırlanan “Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı” etkinliğine yönelik öğrenci değerlendirmelerinin ve uygulamayı yapan fen bilimleri öğretmenin uygulama deneyimine yönelik görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın modeli bütüncül tek durum çalışmasıdır. Araştırmanın çalışma grubunu altıncı sınıfta öğrenim gören 32 öğrenci ve 1 öğretmen oluşturmaktadır. Araştırmanın, öğrenci değerlendirmelerine yönelik verileri anket (TTFE Öğrenci Değerlendirmeleri Anketi) ve odak grup görüşme ile toplanmış, betimsel analiz (anket) ve içerik analizi (odak grup görüşme) ile çözümlenmiştir. Öğretmen görüşleri ile ilgili veriler ise yapılandırılmamış görüşme ile toplanmış, betimsel analiz ile çözümlenmiştir. Öğrenciler TTFE sürecini fen içeriğini öğrenmeyi sağlayıcı, günlük yaşam ile ilişkili, ilgi çekici ve motive edici olarak değerlendirmiştir. Uygulama öğretmeni de TTFE sürecini gerçek yaşama hazırlayıcı, mühendislik tasarım sürecini fark etmelerini destekleyici ve öğrenmeye motive edici yönüyle olumlu olarak değerlendirmiştir. TTFE esas alınarak hazırlanan “Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı” etkinliği fen derslerinde STEM eğitimini gerçekleştirmek isteyen öğretmenler için alternatif öneri olabilir.

**Anahtar Sözcükler:** Tasarım temelli fen eğitimi, STEM eğitimi, ısı yalıtımı.

**Abstract.** This study aimed to investigate students’ evaluations about “Heat Insulation is a Gain for Country” activity designed based on Design Based Science Education (DBSE) and the instructor’s views about her experiences during the activity. The participants of this single case study are 32 students and 1 teacher. The evaluations of the students were collected via DBSE Student Evaluation Survey and focus group interviews, whereas teacher view data was collected via an unstructured interview. Descriptive (survey and individual interview) and content analysis (focus group interview) methods were used to analyze the data. The students’ statements indicated that DBSE processes prepare them for real life, raise their awareness about engineering design, and motivate them for learning. Also, DBSE based “Heat Insulation is a Gain for Country” activity can be an alternative for teachers who want to integrate STEM education in science classes.

**Keywords:** Design based science education, STEM education, heat insulation.

### SUMMARY

#### Introduction

The integration of engineering design processes in science instruction provides an opportunity for the application of scientific knowledge and skills in real world context (National Academy of Engineering, 2009; NRC, 2012). Hence, engineering design is a key aspect for the success of the STEM education reform. Students in STEM based instruction need to learn analytical thinking skills that is used by STEM professionals, as well as integrating their scientific and mathematical knowledge and skills in design processes (Cardella, Atman, Turns & Adams, 2008). In Turkey, engineering and entrepreneurship applications have taken place in science curriculum published in 2018. In science curriculum, engineering design skills are described as: “through

<sup>1</sup> 12. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi’nde özet bildiri olarak sunulan araştırmanın genişletilmesi ile hazırlanmıştır.

the integration of science, mathematics, technology, and engineering disciplines, developing strategies to approach problems with interdisciplinary perspectives for designing value-added products” (MEB, 2018, p. 9).

The engineering education literature reveals positive outcomes of engineering design processes. These studies showed that engineering design activities have potential to help students improve their conceptual understanding through transform abstract models to physical objects (Lemons, Carberry, Swan, and Rogers, 2010; Moore, Tank, Glancy, Kersten, and Stohlmann, 2013). Similarly, the integration of engineering design activities in science instruction positively impacts middle and high school students’ science and mathematics learning regardless of their gender, socioeconomic status, and academic achievement (Apedoe, Reynolds, Ellefson, and Schunn 2008; Fortus et al, 2004; Mehalik et al, 2008; Sadler, Coyle, and Schwartz, 2000; Silk, Schunn, and Cary, 2009).

This study aims to investigate students’ evaluations of their experiences in an engineering design activity taught by a science teacher who attended a theory and practice-based project funded by TÜBİTAK. In addition, the teacher’s views about her experiences in teaching this particular engineering design activity were revealed.

## Method

The research design employed in this study was holistic single case study. Case study design is generally used in research evaluating a program or deeply investigating a phenomenon (Marshall and Rossman, 2006). Among the four different types of case study design (Yin, 2009), this study used holistic single case study design because the views of both students and teachers’ views about design-based science education (DBSE) are considered holistically.

The participants of the study were 32 sixth grade students and their science teacher from a public school. For the focus group, eight students were sampled from the whole group purposefully.

The student data was collected via design-based science education (DBSE) evaluation survey and focus group interviews, while an unstructured interview was conducted for the teacher data. Descriptive (survey and individual interview) and content analysis (focus group interview) methods were used to analyze the data.

## Results

The qualitative findings of the study indicated that DBSE based “Heat Insulation is a Gain for Country” activity helped students be prepared for real life problems, be more aware about engineering design processes and their important aspects, and be motivated for learning. The findings from the student survey indicated that students described the process informative ( $\bar{X}=8,4$ ), entertaining ( $\bar{X}=8,07$ ), and interesting ( $\bar{X}=7,6$ ). The teacher data revealed that the DBSE based activity had potential to prepare her students to real life. Moreover, during the activity, even the students with lower academic achievement and motivation were more motivated to participate in the design processes.

## Discussion and Conclusion

Problem solving and decision-making processes related to the real world problems are different from pure scientific problems (Braund et al., 2007) because these processes are too complex to explain with only content knowledge (Lee & Grace, 2012). This study showed that DBSE activities based on real world problems required students to use variety of different skills. Both the science teacher and her students highlighted that they approached the problem more comprehensively in order to use these necessary scientific and mathematical skills.

Both the literature (Lemons et al., 2010; Moore et al., 2013) and educational documents (Ministry of Education [MoE], 2018) underline the critical role of engineering design activities in

transforming abstract information to real products, hence enriching students' conceptual understanding. The DBSE activity used in this study let students design products for the purpose of solving a real-world problem can play a role to achieve this goal. Therefore, the DBSE based "Heat Insulation is a Gain for Country" activity can be a good alternative for teachers who want to integrate STEM education in their classes in order to address the objectives of the science curriculum.

## GİRİŞ

Öğrencilerin pasif bir şekilde bilgi aktarımına maruz kaldıkları ve çoktan seçmeli sorularla değerlendirildikleri geleneksel öğretim ortamlarının bilimin ne olduğu, nasıl gerçekleştirildiği (Woodburry ve Gess-Newson, 2002) ve bilimin gerçek yaşamda nasıl karşılık bulduğu (Resnick, 2006) konusunda öğrencilere yeterli akademik hazırlığı sağlamadığı farklı araştırmacılar tarafından vurgulanmıştır. Bu sebeple, eğitsel reformlar bilimsel uygulamalar ve mühendislik tasarım gibi disiplinlerarası aktif öğrenme süreçlerini ön plana koyan eylem planlarının altını çizmektedir.

Disiplinlerarası yaklaşımların öğretim programlarına entegrasyonu uzun yıllardır çalışılmakla birlikte olumlu sonuçları ortaya konulmuştur. Disiplinlerarası öğretim programları öğrencilere daha anlamlı ve etkili öğretim süreçleri yoluyla daha kalıcı ve transfer edilebilir öğrenme deneyimleri sunabilmektedir (Furner ve Kumar, 2007). Bunun yanı sıra problem-çözme ve yaratıcılık gibi temel 21. yüzyıl becerilerinin kazanılmasında da disiplinlerarası programların rolü büyüktür (Smith ve Karr-Kidwell, 2000).

Disiplinlerarası öğretim yaklaşımlarının en günceli olan STEM eğitimi fen, teknoloji, mühendislik ve matematik disiplinlerinin entegrasyonu ile STEM alanlarındaki profesyonellerin gerçek dünyadaki uygulamalarının yansıtılması fikrine dayanmaktadır (Briener vd., 2012). Diğer taraftan Moore ve diğerleri (2014) STEM eğitimi "fen ve matematiğe dönük bilgi ve becerilerin uygulamalarını gerektiren mühendislik tasarım süreçlerini teknoloji geliştirmek için kullanılması" (s. 38) olarak tanımlamaktadır. Bu STEM tanımı mühendislik tasarım süreçlerinin fen ve matematik derslerine entegrasyonunun altını çizmektedir.

Mühendislik tasarım süreçleri gibi mühendislik uygulamalarının fen bilimleri öğretim programına entegre edilmesi bilimsel bilgi ve becerilerin gerçek dünya bağlamında uygulanabilmesi adına büyük bir fırsat sunmaktadır (National Academy of Engineering [NAE], 2009; National Research Council [NRC], 2012). Dolayısıyla mühendislik tasarım süreçleri STEM eğitiminin potansiyelinin ortaya konulması adına büyük bir önem taşımaktadır. Cardella ve diğerleri (2008) öğrencilerin STEM alanlarında çalışan profesyonellerin sahip olmaları gereken analitik düşünme becerilerini edinebilmeleri için matematik ve fen disiplini ile ilgili bilgilerini tasarım süreçlerine nasıl entegre edebileceklerini öğrenmelerinin önemine dikkat çekmiştir. Bu doğrultuda ABD'de yayımlanan Gelecek Nesil Fen Standartları (NGSS) mühendislik tasarımın bağımsız bir ders olması yerine fen bilimleri dersine entegre edilmesinin gerekliliğinin altını çizmektedir (NRC, 2012). Buna ek olarak, NGSS mühendislik uygulamalarının okul öncesinden üniversiteye kadar fen derslerine entegre edilmesini önermektedir (NGSS Lead States, 2013).

Mühendislik tasarım süreçleri, STEM disiplinlerinin entegrasyonunda öğrenme içeriği ya da bağlamı yoluyla entegrasyon için doğal birleştirici olarak düşünülmektedir (Moore vd., 2014). Mühendislik süreçleri, öğrenme etkinliklerinin sosyokültürel açıdan otantik problemler etrafında şekillenmeleri durumunda fen ve matematik disiplinlerine özgü bilgi ve becerileri kazandırmada kilit rol oynama potansiyeline sahiptir (Moore vd., 2014). Mühendislik tasarım süreçlerinin karmaşık yapıları dolayısıyla öğrencilerin sahip olmaları beklenen problem çözme, analitik düşünme ve yaratıcılık gibi üst düzey becerileri kazanmalarında kilit rol oynadığını göstermektedir (Householder ve Hailey, 2012). Bunun yanı sıra mühendislik etkinliklerinin doğasında öğrencileri motive etme ve onlarda merak uyandırarak süreçte aktif olarak yer almalarını sağlama özelliği taşımaktadır (Brophy vd., 2008).

Benzer şekilde ülkemizde 2018 yılında yayımlanan Fen Bilimleri dersi öğretim programında da fen, mühendislik ve girişimcilik uygulamaları olarak kendine yer bulmuştur (MEB, 2018). MEB Fen Bilimleri öğretim programında (MEB, 2018) mühendislik ve tasarım becerileri “fen bilimlerini matematik, teknoloji ve mühendislikle bütünleştirmeyisağlayarak, problemlere disiplinler arası bakış açısıyla, öğrencileribuluş ve inovasyon yapabilme seviyesine ulaştırarak, öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürünoluşturmalarını ve bu ürünlere nasıl katma değer kazandırılabilirler konusunda stratejileri geliştirmesi” (s. 9) olarak tanımlanmaktadır.

Mühendislik uygulamaları ile ilgili alanyazın, mühendislik tasarım süreçlerinin birçok önemli çıktısı olduğuna işaret etmektedir. Bu çalışmalar, mühendislik tasarım etkinliklerinin öğrencilerin soyut mental modelleri fiziksel objelere dönüştürmesi yoluyla onların kavramsal algılarını geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir (Lemons, Carberry, Swan, ve Rogers, 2010; Moore, Tank, Glancy, Kersten, ve Stohlmann, 2013). Benzer şekilde, çalışmalar mühendislik tasarım uygulamalarının fen bilimleri derslerine entegrasyonunun ortaokul ve lise öğrencilerinin cinsiyet, sosyoekonomik durum ve akademik başarı değişkenlerinden bağımsız olarak fen ve matematik öğrenmelerini olumlu etkilediğini göstermektedir (Apedoe, Reynolds, Ellefson, ve Schunn 2008; Fortus ve diğerleri, 2004; Mehalik ve diğerleri, 2008; Sadler, Coyle, ve Schwartz, 2000; Silk, Schunn, ve Cary, 2009). Bunlara ek olarak alanyazındaki birçok çalışma (Apedoe vd, 2008; Olds vd., 2006; Schnittka vd., 2012) mühendislik tasarım etkinliklerinin, öğrencilerin motivasyonlarını arttırarak derse aktif olarak katılmalarını sağladıklarını rapor etmiştir. Öğrencilerde artan motivasyon ve derse aktif katılım durumunun dolayısıyla onların akademik başarılarına ve anlamlı öğrenmelerine olumlu katkı sağladığı düşünülmektedir (Schnittka vd., 2012).

Bu araştırmada STEM eğitiminin fen sınıflarında uygulanabilmesine yönelik yoğun bir eğitime katılarak tasarım temelli fen eğitimi ile ilgili teorik ve uygulamalı eğitim alan [FeTeMM Eğitim Yaklaşımı: Fen Sınıflarının Disiplinler Arası Bağlarla Güçlendirilmesi adlı TÜBİTAK Projesi] bir fen bilimleri öğretmenin araştırmacılar tarafından “Tasarım Temelli Fen Eğitimi” esas alınarak hazırlanan bir etkinliği uyguladığı öğrencilerinin etkinliğe yönelik değerlendirmelerinin ve kendisinin uygulama deneyimine yönelik görüşlerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

## YÖNTEM

### Araştırmanın Modeli

Araştırma bütüncül tek durum çalışması desenindedir. Marshall ve Rossman (2006) durum çalışmasının bir programın değerlendirilmesi ya da bir olaya derinlemesine ve detaylı odaklanılan araştırmalarda kullanıldığını vurgulamaktadır. Merriam (2013) ise durum çalışmasını tanımlarken sınırlı bir sistemi derinlemesine betimleme ve analiz etmeye işaret etmektedirler. Yin (2009) durum çalışmasını araştırılan durum ve durumun analiz birimlerine göre dört desen ile ele almaktadır. Bu araştırmada öğrencilerin ve öğretmenin TTFE değerlendirmeleri bütüncül olarak ele alınmıştır. Bu nedenle araştırma bütüncül tek durum çalışması olarak planlanmıştır. Araştırmanın amacı doğrultusunda, çalışma bağlamı 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

### *1. Aşama: “Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı” adlı Tasarım Temelli Fen Eğitimi Etkinliğinin Hazırlanması ve Öğretmen Eğitimi*

Bir mesleki gelişim programı olarak hazırlanan “FeTeMM Eğitim Yaklaşımı: Fen Sınıflarının Disiplinler arası Bağlarla Güçlendirilmesi” projesine katılan öğretmenlerden projenin son günü, Tasarım Temelli Fen Eğitime (TTFE) yönelik etkinlik planı önermeleri istenmiştir. Öğretmenler 5 gruba ayrılmış ve 180 dakika süre verilerek, fen bilimleri öğretim programından kendilerinin kazanım seçmesi ve etkinlik planı hazırlamaları istenmiştir. Öğretmenler tarafından hazırlanan ders planlarının Wendell ve diğerleri (2010, s.6) tarafından önerilen TTFE öğretim planı geliştirme adımları ve Crismond (2001) tarafından tasarım

problemlerinin taşınması gereken özelliklerden yararlanılarak geliştirilen kriterler bağlamında analiz edilmiştir.

TTFE, Wendell ve diğerleri (2010) tarafından önerilen fen derslerine mühendislik tasarım sürecinin nasıl entegre edilebileceğine yönelik bir modeldir. Bu modele göre süreç, 8-10 fen kazanımı ile ilgili bilgi ve becerileri içeren bir büyük tasarım görevi/problemi ile başlar. Büyük tasarım görevinin mühendislik alanındaki problemler gibi başarı kriterleri ve kısıtlamaları vardır. Öncelikle öğrencilerden büyük tasarım görevini tanımlamaları, problemdeki kriter ve kısıtlamaların neler olduğunu tespit etmeleri istenir. Ardından öğrencilerin bu problemi çözmek için ne gibi bilgi ve becerilere sahip olunması gerektiğini fark etmeleri sağlanır. Öğrencilerin büyük tasarım görevini tamamlamak için kazanmaları gereken bilgi ve becerileri kazanacakları mini araştırma/tasarım etkinlikleri gerçekleştirilir. Etkinliklerden sonra öğrencilere büyük tasarım görevi tekrar hatırlatılır ve çözüm önerileri geliştirmeleri ve büyük tasarım görevindeki kriter ve kısıtlamaları dikkate alarak çözüm önerilerinden birine karar vermeleri istenir. Ardından çözüme yönelik prototip geliştirilir. Öğrencilerin tasarım çözümleri test edilir. Gerekiyorsa tasarıma yönelik iyileştirmeler ya da yeniden tasarlama gerçekleştirilir. Süreç öğrencilerin tasarımlarına yönelik sunumları ile sonlanır.

Öğretmenlerin TTFE modelini esas alarak hazırladıkları etkinlik planları başka bir araştırma kapsamında incelenmiş ve öğretmenlerin etkinlik hazırlama yeterlikleri edinmiş oldukları tespit edilmiştir (Bozkurt Altan ve Ercan, 2016). Bu çalışmada kullanılmak üzere öğretmenlerin hazırladıkları etkinlik planları araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Etkinliklerden biri seçilerek, revize edilmiş ve "Isı Yalıtımı ve Ülke Kazanımı" adlı etkinlik planı geliştirilmiştir. Söz konusu etkinlik 6. Sınıf 6. Ünite'de yer alan, 6.6.1. başlıklı "Madde ve Isı" konusuna ilişkin, maddelerin ısı iletimi bakımından sınıflandırılması, binalarda ısı yalıtımının önemi, aile ve ülke ekonomisi ve kaynakların etkili kullanımı, binalarda kullanılan ısı yalıtım malzemelerinin seçilme ölçütleri ve alternatif ısı yalıtım malzemeleri geliştirilmesi kazanımlarını kapsayan niteliktedir. Etkinlikte öğrencilere bir büyük tasarım görevi (Isı yalıtımını sağlayacakları bina tasarımı) ve bu büyük tasarımı gerçekleştirmek için gerekli bilgi ve becerileri edinmelerini sağlayacak mini tasarım (Gazozu soğuk tutalım) ve araştırmalar (Energy 3D: Enerji verimliliğini araştırıyoruz!, Binalarda ısı yalıtımı nerelerde yapılır?) sunulmuştur. Detaylarından kısaca bahsedilen etkinlik planı için öğrenci ve öğretmenlere ayrı kılavuz hazırlanmıştır. Etkinlik planı ekte sunulmaktadır.

Etkinliğe başlamadan önce etkinlik planı ve öğretmen kılavuzu, uygulamayı gerçekleştirecek bir fen bilimleri öğretmenine gönderilmiştir. [Etkinliği uygulayacak bir öğretmen Sinop ilinde görev yapıyor olması nedeniyle kolay ulaşılabilirlik ilkesi çerçevesinde belirlenmiştir.] Öğretmen etkinliği inceledikten sonra uygulama sürecine yönelik 60 dakikalık bir hazırlık eğitimi verilmiştir.

## **2. Aşama: Öğretmenin TTFE Uygulaması, Öğretmen ve Öğrenci Görüşlerinin Belirlenmesi**

Etkinlik, Wendell, vd. (2010) tarafından önerilen TTFE süreci ekseninde gerçekleştirilmiştir. Etkinliğin uygulaması 3 hafta, 12 ders saatini kapsayacak biçimde planlanmıştır. Uygulama bitiminde tüm öğrencilerin etkinliğe yönelik görüşmeleri anket ile belirlenmiştir. Derinlemesine veri sağlamak amacıyla sınıftan seçilen 8 öğrenci ile odak grup görüşme gerçekleştirilmiştir.

### **Araştırmanın Çalışma Grubu**

Bu araştırmanın çalışma grubunu amaçlı örneklem seçme yöntemlerinden uygun örnekleme ile belirlenen Sinop ilinde bir devlet okulunda 6. Sınıfa devam eden 32 öğrenci ve 1 fen bilimleri öğretmeni oluşturmaktadır.

Fen bilimleri öğretmeni, 21 yıllık deneyime sahiptir, lisans eğitimini fen fakültesinde tamamlamıştır ve pedagojik öğretmenlik sertifikası vardır. Uygulamayı gerçekleştiren fen bilimleri öğretmeni öncelikle kendini öğretmenlik deneyimi süresince yenilikçi uygulamaları takip etmeye çalışan bir öğretmen olarak tanımlamıştır.



Öğrencilerin etkinliğe yönelik değerlendirmelerini derinlemesine inceleyebilmek amacıyla etkinlikte sunulan tasarım görevindeki değerlendirme sonucuna göre 32 öğrenci arasından maksimum çeşitliliği sağlayacak biçimde seçilen 8 öğrenci ile odak grup görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

### **Verilerin Toplanması ve Analizi**

Araştırmanın verileri anket, odak grup görüşme ve yapılandırılmamış görüşmeler ile toplanmıştır.

### ***Tasarım Temelli Fen Eğitimi Öğrenci Değerlendirmeleri Anketi***

Araştırmada öğrencilerin etkinliğe yönelik görüşlerini belirlemek üzere Schinitka ve Richards'ın (2008) araştırmalarında öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi etkinliklerine yönelik değerlendirmelerini tespit etmek amacıyla hazırladıkları "Tasarım Temelli Fen Eğitimi Öğrenci Değerlendirmeleri Anketi" esas alınarak hazırlanan anket formu kullanılmıştır. Schinitka ve Richards (2008) tarafından hazırlanan ankette 10 adet likert tipi soru ve 3 açık uçlu soru yer almaktadır. Bu araştırma için hazırlanan ankete araştırmacılar tarafından 5 adet likert tipi soru daha eklenmiştir. Ankette yer alan likert tipi maddeler öğrencilerin, etkinliği kendilerini ne kadar öğrenmiş hissettikleri, ilgi çekicilik, motivasyonu sağlama, takım çalışması, tasarım süreci, içerik, günlük yaşam ile ilişki kurma gibi yönleriyle değerlendirmelerine ilişkindir. Anketteki maddelerin tamamı olumludur. Açık uçlu sorular öğrencilerin etkinliği en iyi ve kötü yönü ile değerlendirmeleri ve etkinlikte öğrenmeleri amaçlanan yönlerin neler olduğu ile ilgilidir. Ankette yer alan likert tipi maddelerin (1 ile 10 arası derecelendirme) her biri basit istatistiksel hesaplama ile nicel analiz edilmiştir. Açık uçlu sorular için betimsel analiz yapılmıştır.

### **Odak Grup Görüşme**

Öğrencilerin etkinliğe yönelik değerlendirmelerini derinlemesine inceleyebilmek amacıyla 8 öğrenci ile odak grup görüşme gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar tarafından hazırlanan yarı yapılandırılmış "TTFE Etkinliği Öğrenci Değerlendirmeleri Odak Grup Görüşme Formu" öğrencilerin etkinliği öğrenci merkezilik, düşünmeye/araştırma yapmaya sevk etme, günlük yaşam ile ilişki, farklı bakış açısı kazandırma, takım çalışması, ön bilgiler ile anlamlılık gibi boyutlarıyla değerlendirmesini sağlayacak biçimde hazırlanmış 6 soru ve alternatif sordalardan oluşmaktadır. Görüşme ortalama 80 dakika sürmüştür. Öğrencilerin bilgisi ve izni ile görüşme ses kaydına alınmıştır. Kayıtlar yazılı olarak elektronik ortama aktarılmış ve veriler içerik analizi ile çözümlenmiştir.

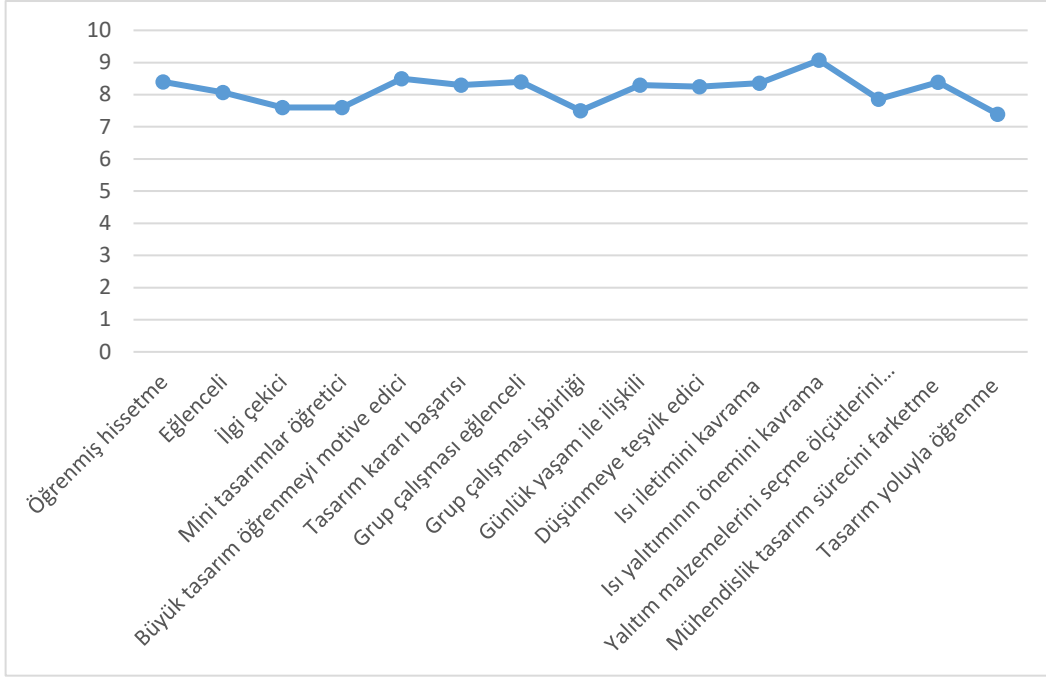
### ***Yapılandırılmamış Görüşme***

Uygulamayı gerçekleştiren öğretmenin TTFE uygulama sürecine yönelik deneyimleri yapılandırılmamış görüşme ile alınmıştır. Görüşme ortalama 60 dakika sürmüştür. Öğretmen ile yapılan görüşmeye yönelik bulgular betimsel analiz ile çözümlenmiştir.

## **BULGULAR**

### **Öğrenci Değerlendirmelerine Yönelik Bulgular**

Araştırma kapsamında anket ile elde edilen öğrenci değerlendirmeleri Grafik 1'de sunulmuştur.



**ŞEKİL 1.** Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimine yönelik değerlendirmelerine ilişkin bulgular

Anket ile elde edilen öğrenci değerlendirmelerine yönelik bulgular öğrencilerin büyük oranda kendilerini öğrenmiş hissettiklerini ( $\bar{X}=8,4$ ), etkinlikler süresince yaşadıkları deneyimin eğlenceli ( $\bar{X}=8,07$ ), ilgi çekici ( $\bar{X}=7,6$ ) olduğunu düşündüklerini göstermektedir. Öğrencilerin tasarım temelli fen eğitimi sürecinde mini tasarımların büyük tasarım için bilgi ve beceriler elde etmeye katkı sağlayıcı olduğunu düşündükleri ( $\bar{X}=7,4$ ) tespit edilmiştir. Öğrenciler büyük tasarım görevini çoğunlukla öğrenmeye motive edici olarak değerlendirmiştir ( $\bar{X}=8,5$ ) ve öğrencilerin büyük oranda tasarım kararlarını başarı ile tamamladıklarını düşündükleri  $\bar{X}=8,3$  belirlenmiştir. Öğrenciler takım çalışması ( $\bar{X}=8,4$ ) bakımından etkinliği olumlu bulduklarını belirtmişlerdir ancak grup arkadaşlarının etkinlik süresince alınan kararlara etkisini ( $\bar{X}=7,5$ ) bundan daha az bir oranda olumlu değerlendirdikleri tespit edilmiştir. Öğrenciler etkinliği büyük oranda günlük yaşam ile ilişki kurmaya uygun ( $\bar{X}=8,3$ ) ve kendilerini düşünmeye araştırmaya yapmaya yönlendirici ( $\bar{X}=8,25$ ) olduğu yönünde değerlendirmiştir. Ünite kazanımlarını gerçekleştirme noktasında öğrencilerin değerlendirmeleri etkinliğin maddeleri ısı iletimi bakımından sınıflandırmak ( $\bar{X}=8,36$ ), binalarda ısı yalıtımının önemini kavramak ( $\bar{X}=9,07$ ) ve ısı yalıtım malzemelerinin seçim kriterlerinin nasıl belirlendiğini anlamaya ( $\bar{X}=7,86$ ) katkı sağlayıcı nitelikte olduğunu göstermektedir. Etkinliğin mühendislerin nasıl tasarımlar yaptığını anlamaya katkı sağlayıcı olma yönü ( $\bar{X}=8,39$ ) ve tasarım yaparken fen öğrenmeye katkı sağlaması ( $\bar{X}=7,39$ ) yönleriyle de öğrenciler tarafından olumlu yönde değerlendirildiği tespit edilmiştir. Grafik 1’de de görüldüğü gibi öğrenciler tüm kriterler açısından olumlu yönde değerlendirmeler yapmıştır.

Anket formunda öğrencilere yöneltilen açık uçlu sorulardan biri olan “Sizce öğretmeniniz bu etkinlikte size ne öğretmeye çalışıyordu?” sorusuna öğrencilerin büyük bir kısmı (f=19) ünite kazanımlarının bir kısmını içeren cevaplar vermiştir. Öğrenci ifadelerinden birkaçı şöyledir:

“Isı yalıtımının önemini ve yalıtım nasıl yapılacağını...” Ö12

“Yalıtım nasıl yapılabilir ve hangi malzemelerle yapılır...” Ö18

“Yalıtım malzemelerini tanımamız, yalıtımın önemini anlamamız ve nasıl yapılacağını öğrenmemizi sağlamaya çalıştı...” Ö13

Öğrencilerin bir kısmı ise öğretmenin ne öğretmeye çalıştığını mühendislik tasarım sürecine vurgu yaparak (f=13) açıklamaya çalışmıştır.

“Mühendis gibi yalıtım sorununu çözümlenerek yalıtım konusunu öğrenmemizi...” Ö16

*"İstanbul'daki bir evin yalıtımı problemi vardı onu çözdürmeye çalıştı. Hem mühendis gibi düşündük ve çalıştık hem yalıtım konusunu öğrendik. Öğretmen bizim hem öğrenmemizi hem düşünmemizi istedi." Ö9*

Öğrencilere ankette ayrıca TTFE deneyiminin en iyi ve en kötü yanının ne olduğu sorulmuştur. Öğrencilerin deneyimin en iyi yanını mühendis gibi çalışmak (f=16) ve düşünmek (f=12), gerçek bir probleme çözüm bulmaya çalışmak (f=11) ile açıklamıştır. Öğrenciler deneyimin en kötü yanını ise sınıfta gürültü olması (f=2), gruptaki herkesin aynı derecede çalışmaması (f=2) ve uygulama yaparken bilgisayarın şarjının bitmesi (f=1) olarak ifade etmişlerdir. Birkaç öğrencinin görüşü şöyledir:

*"En iyi yönlerinden biri mühendisler gibi iş yapmaktı, en kötüsü sınıfta bir gürültü olmasıydı." Ö15*

*"Sorun gerçekten gerçek olası en güzeliydi, bizim binaya da ısı yalıtımı yapılıyordu. Ben bu malzemeleri görüyordum." Ö14*

*"Bence en iyi yanı mühendisler gibi çalışmamızdı. Fiyatı iyi ama enerji verimliliği düşük hangisini kullanmalıyız gibi düşünceler mühendisler gibi olduğumuzu göstermişti. En kötü bilgisayarın şarjı bittiğinde oldu. Ama sonra çalıştırdık." Ö9*

Odak grup görüşme ile elde edilen bulgular da anket ile elde edilen bulguları desteklemiştir. Öğrenciler tasarım temelli öğrenme sürecini öğrenci merkezli, düşünmeye/araştırmaya yapmaya yönlendirici, öğretici, günlük yaşam ile ilgili, farklı bakış açısı geliştirmeye katkı sağlayan, motive edici, işbirlikli çalışmaya uygun ve mühendislerin çalışma sürecini anlamaya katkı sağlayan olması yönüyle değerlendirmiştir. Öğrencilerin görüşlerinden birkaçı şöyledir:

*"...Amcam gemi mühendisi ona nasıl çalıştıklarını hep soruyordum, şimdi onunla konuştuklarımızın bazıları tam oldu. Mühendislerin nasıl çalıştığını fark etmiş olduk..." Ö5*

*"Bizim grupta bir arkadaş vardı. Kötülemek gibi olmasın normalde pek dersi dinlediğini sanmıyorum ama bu etkinlikle yeni bir şeyler öğrenmeye çalıştığını ve isteklendiğini gördüm, üstelik bize katkı sağlamaya çalıştı..." Ö2*

*"Bence bu etkinlik başarılı, çok başarılı oldu. Bu tasarımı yaparken bir mühendislin, inşaatçının, mimarın nasıl çalıştığını hangi sorunları çözmeye çalıştığını öğrendik. Yalıtım malzemelerini nasıl seçeceğimizi öğrendik..." Ö3*

*"Bence grup ile çalışmak iyi oldu. Herkes fikrini söyleyince çok fikir oldu farklı bakmaya çalıştık önce ve sonra en iyisini seçtik..." Ö6*

*"Günlük yaşamla ilişkilendirilince daha iyi anladım. Dışarıda bir evin çevresi için köpük kullandıklarını görmüştüm, fakat sebebini bilmiyordum, sorduğumda yalıtım demişlerdi ama açıkçası anlamlandıramamıştım. Şimdi anladığımı hissettim." Ö7*

*"Benim dikkatim çok dağınıktır. Bu etkinlikte öyle olmadı hem istekliydim hem de çok eğlendim yaparken..." Ö8*

*"...Küçük resimden büyüğe ulaşmak gibi olması çok motive ediciydi bence..." Ö6*

Öğrenciler sürece yönelik olumsuz buldukları unsurları ise en çok grup arkadaşları ile işbirliği sağlayamamak, etkinlikler esnasında gürültü olması, fiziksel aksaklıklar ve geleneksel öğretim sürecine alışık olmak ile ifade etmişlerdir.

*"Etkinlikler esnasında biraz gürültü olmasından dolayı öğrenci merkezli olması benim hoşuma gitmedi." Ö4*

*"Bizim grupta işbirliği olmadı, olsaydı daha çok hoşuma giderdi. Tüm yük benim üzerimde oldu." Ö5*



*“Öğretmen konuyu anlatıp, tahtaya yazıyordu, espri yapıyordu, test yapıyordu, ben öyle daha iyi anlıyordum.”Ö1*

*“Bilgisayarın şarjını getirmemiştin. Şarj bitince sadece o etkinlikteki kısımda anlamadım.” Ö1*

### **Öğretmen Değerlendirmesine Yönelik Bulgular**

Katılımcı fen bilimleri öğretmeni, öğretim programını yetiştirme çabası ve sınav sistemini gerekçe göstererek sınıfında tam olarak yapılandırmacı ortam kuramadığını en fazla küçük çaplı uygulamalar gerçekleştirebildiğini belirtmiştir. Katıldığı FeTeMM-STEM öğretmen eğitimi programında yaklaşımın teorik alt yapısını anladığını, programda örnek uygulamalara katılması sebebiyle uygulamaların nasıl yürütüleceği hakkında fikir sahibi olduğuna ancak ders planı geliştirmek noktasında kendini yeterli hissetmediğine vurgu yapmıştır. Uygulama öğretmeni gerçekleştirdiği tasarım temelli fen eğitimi uygulamasını en çok öğrencileri gerçek yaşama hazırlamaya katkı sağlayıcı olması ve öğrencilerin mühendislik tasarım sürecini fark etmelerini desteklemesi ve öğrenmeye motive edici olması yönünden kıymetli bulunduğunu belirtmiştir. Bazı öğrencilerin *“Mühendisler de böyle mi düşünüyor? Mühendis gibi mi çalışıyoruz? Bugün babama mühendis gibi çalıştığımızı söyleyeceğim.”* gibi söylemlerde bulunduğunu belirtmiş, bu durumu öğrencilerin motive olması ile açıklamıştır. Ayrıca derslerinde pek aktif olmayan iki öğrencisinin sürece dahil olma çabasını gördüğünü ve bu nedenle süreci motive edici bulunduğunu belirtmiştir. Uygulama sürecinde akademik başarısı yüksek olan birkaç öğrencinin geleneksel öğretim sürecine alışkın olmalarından dolayı etkinliği zaman kaybına sebep olma açısından sorguladığını ve bunları kendisine ilettiğini belirtmiştir. Öğrencilerinin bu tür uygulamalara alışık olmamasının bu duruma sebep olabileceğini ifade etmiştir. Uygulama öğretmeni etkinliği iyi planlanmış bulunduğunu ve bu nedenle kendi çekincelerinden biri olan zamanı yetiştirememesinin bu etkinlikte sorun oluşturmadığını fark ettiğini belirtmiştir. Bu etkinliğin iyi bir planlama yapabilirse süre yetiştirememesinin kaygısının ortadan kalkacağını düşüncesini geliştirmesine katkı sağladığını belirtmiştir.

## **TARTIŞMA ve SONUÇ**

Tasarım temelli fen eğitimi (TTFE) süreçleri esas alınarak gerçekleştirilen “Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı” etkinliğinin öğrenciler ve uygulama öğretmenin deneyimleri üzerinden yaptıkları değerlendirmelerini ortaya koymayı amaçlayan bu çalışma sonucunda, öğrencilerin TTFE sürecini fen içeriğini öğrenmeyi sağlayıcı, günlük yaşam ile ilişkili, ilgi çekici ve motive edici olarak değerlendirdikleri, uygulama öğretmenin ise TTFE sürecini gerçek yaşama hazırlayıcı, mühendislik tasarım sürecini fark etmelerini destekleyici ve öğrenmeye motive edici yönüyle olumlu bulunduğu görülmüştür. Alanyazındaki çalışmalar mühendislik tasarım süreçleri ile ilgili eleştirilerin tasarım görevlerinde öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinden uzak “tak ve çalıştır” (Leonard ve Derry, 2011) ya da deneme-yanılma (Roth, 2001) yolları ile ilerleyebileceği üzerinde yoğunlaştığını göstermektedir. Bu durum mühendislik tasarım süreçlerinin öğrenmeden ziyade el becerileri kazanmaya yönelik olabileceğini göstermektedir. Bu araştırma sürecinde gerçekleştirilen tasarım temelli etkinliğin öğrenciler tarafından fen kazanımlarını edinmelerine katkı sağlayıcı olarak değerlendirilmesi öğrenme üzerindeki etkisine işaret etmektedir.

Karahan'ın (2014) da belirttiği gibi birçok mühendislik tasarımı aktivitesinde öğrenciler süreç içerisinde fen bilgilerini kullanma gereği duymamakta ya da süreç sonunda fen ile ilgili kavramları öğrenememektedirler. Bunun yanı sıra tasarım süreçlerinde izledikleri yolları sorgulama şansı bu tarz deneme-yanılma odaklı yapılandırma sebebiyle neredeyse sıfıra inmektedir. Zira MEB (2016) tarafından yayınlanan STEM eğitimi raporunda “STEM eğitiminde kullanılması gereken metodun yaparak, bozarak öğrenmeyi içeren “tinkering metodu” olması gerektiği” ifadesi STEM Eğitiminin başarısını tehdit eden bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu argümanı destekleyen bir görüş olarak Moore ve diğerleri (2010) fen bilimleri ve matematik içermeyen mühendislik tasarım süreçlerinin “tinkering” olarak adlandırıldığını belirterek bu metodu pedagojik açıdan eleştirmiştir. Bu çalışmada ortaya çıkan veriler ise mini tasarımların

büyük tasarımlar için gerekli bilgi ve becerileri edinmek için kullanılmasını gerektirecek şekilde yapılandırılmış TTFE etkinliklerinin öğrencilerin konu ile ilgili temel bilgi ve becerileri edinmelerini sağladığını göstermektedir. Bunun yanı sıra öğrenciler bu süreci ilgi çekici, öğrenmeye isteklendirici, araştırma yapmaya sevk edici, günlük yaşamla ilişki kurmaya uygun olarak değerlendirmiştir.

Gerçek dünya problemleri ile ilgili problem çözme ve karar verme süreçleri saf bilimsel sorunlardan çok farklıdır (Braund ve diğerleri, 2007) çünkü bu süreçler içerik bilgisi ile açıklanamayacak kadar komplekstir (Lee ve Grace, 2012). Gerçek dünya problemini merkeze alarak tasarım temelli fen eğitimi esas alınarak yürütülen etkinlik süreci gerek öğrenciler gerekse de uygulama öğretmeni açısından birçok farklı beceriyi kazandırması açısından olumlu olarak değerlendirilmiştir. Uygulama öğretmeni de tasarım temelli fen eğitimi esas alınarak yürütülen etkinlik sürecini öğrencileri gerçek yaşama hazırlamaya katkı sağlayıcı, mühendislik tasarım sürecini fark etmelerini destekleyici ve öğrenmeye motive edici olarak açıklamıştır. Öğrenciler ise süreci mühendislik tasarım için gerekli bilgi ve becerileri edinmek hususunda faydalı bulmuşlardır. Otantik problemler üzerinden gerçekleştirilen mühendislik tasarım süreçlerinin fen bilimleri ve matematik disiplinlerine özgü üst düzey becerileri kazandırmadaki rolü (Householder ve Hailey, 2012; Moore vd., 2014) göz önünde bulundurulduğunda, hem uygulama öğretmeni hem de öğrencilerinin bu süreçlere karşı olumlu görüşlerini ortaya koymaları bu becerileri kazanmaları adına bir ön koşulu gerçekleştirmiş olmaları anlamına gelebilmektedir.

Alanyazındaki çalışmalarla benzer olarak (Lemons ve diğerleri, 2010; Moore ve diğerleri, 2013), bu araştırma bulguları da mühendislik tasarım etkinliklerinin öğrencilerin soyut bilgilerini tasarımlar yoluyla somutlaştırmaları yoluyla kavramsal algılarını geliştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. MEB 2018 Fen Bilimleri dersi programı da öğrencilerin edindikleri bilgi ve becerileri kullanarak ürün oluşturmalarının ve bu ürünlere katma değer kazandırılabilirmelerinin altını çizmektedir (MEB, 2018). Öğrencilerin günlük hayatta deneyimledikleri bir gerçek dünya problemi bağlamında sunulan bu tasarım temelli etkinliğin, elde edilen bulgular da değerlendirildiğinde, bu hedeflere ulaşmada önemli bir rol oynayabileceği görülmektedir.

Çoğu araştırmacı gerçek dünya bağlamındaki problem çözme süreçlerine odaklanmak yerine, öğrencilerin edindiklerini düşündükleri bilgi ve farkındalığa değinmişlerdir (Pata ve Zimdin, 2008). Bu çalışmaya benzer tasarım temelli uygulamalar ile problem odaklı öğrenme süreçlerini merkeze alan araştırmalar STEM literatürünün gelişmesine olanak verebilir. Ayrıca, Tasarım Temelli Fen Eğitimi esas alınarak hazırlanan "Isı Yalıtımı Ülke Kazanımı" adlı etkinliğe yönelik öğrenci değerlendirmeleri etkinliğin fen derslerine FeTeMM eğitimini yansıtmak isteyen öğretmenler için alternatif öneri olabilir.

## KAYNAKÇA

- 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.
- Bozkurt Altan, E. ve Ercan, S. (2016). STEM education program for science teachers: perceptions and competencies. *Journal of Turkish Science Education*, 13(Special issue), 103-117.
- Braund, M., Lubben, F., Scholtz, Z., Sadeck, M., Hodges, M. (2007). Comparing the effect of scientific and socio-scientific argumentation tasks: lessons from South Africa. *School Science Review*, 88(324), 67-76.
- Breiner, J.M., Harkness, S.S., Johnson, C.C., & Koehler, C.M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M., & Rogers, C. (2008). Advancing engineering education in P-12 classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.

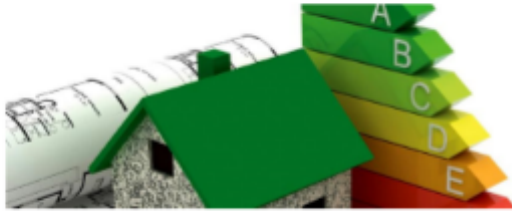
- Cardella, M., Atman, C. J., Turns, J. & Adams, R. (2008). Students with differing design processes as freshmen: case studies on change. *International Journal of Engineering Education* 24(2):246-259.
- Crismond, D. (2001). Learning and using science ideas when doing investigate-and-redesign tasks: A study of naive, novice, and expert designers doing constrained and scaffolded design work. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 791-820.
- Fortus, D., Dershimer, R.C., Krajcik, J., Marx, R.W., & Mamlok-Naaman, R. (2004). Design-based science and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 1081-1110.
- Furner, J. M., & Kumar, D. D. (2007). The mathematics and science integration argument: A stand for teacher education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(3), 185-189.
- Householder, D. L., & Hailey, C. E. (Eds.). (2012). Incorporating engineering design challenges into STEM courses. *Engineering & Technology Education*, Retrieved from: <http://ncete.org/ash/pdfs/NCETECaucusReport.pdf>
- Karahan, E. (2014). STEM özelinde fen ve mühendislik eğitimi. <https://enginkarahan.com/2014/08/05/stem-ozelinde-fen-ve-muhendislik-egitimi/> 3 Temmuz 2016 tarihinde indirilmiştir.
- Lee, Y. C. & Grace, M. (2012). Students' reasoning and decision making about a socio scientific issue: A cross-context comparison. *Science Education*, 96(5), 787-807.
- 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.
- Lemons, G., Carberry, A., Swan, C., Jarvin, L., & Rogers, C. (2010). The benefits of model building in teaching engineering design. *Design Studies*, 31(3), 288-309.
- Marshall, C. & Rossman, G. B. (2006). *Designing qualitative research (4th Edition)*. USA: Sage Publications.
- MEB (2016). STEM Eğitim Raporu. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı, Yenilikçi Eğitim Teknolojileri Müdürlüğü. ISBN: 978-975-11-3989-4. [http://yegitek.meb.gov.tr/STEM\\_Egitimi\\_Raporu.pdf](http://yegitek.meb.gov.tr/STEM_Egitimi_Raporu.pdf) adresinden 7 Haziran 2017 tarihinde indirilmiştir.
- MEB (2018). *Fen bilimleri dersi öğretim programı*. Ankara: MEB Yayınları.
- Mehalik, M.M., Doppelt, Y., Schuun, 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), 71-85.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma desen ve uygulama için bir rehber* (S. Turan, Çev.). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., Kersten, J. A., & Stohlmann, M. S. (2013). "A framework for implementing engineering standards in K-12". Paper presented at the 2013 Annual Meeting of the Association of Science Teacher Educators. Charleston: South Carolina.
- Moore, T. J., Roehrig, G. H., Lesh, R., & Guzey, S. S. (2010). New directions for STEM integration on what it means to "understand" concepts and abilities needed for success beyond school in the 21st century.
- Moore, T.J., Stohlman, M.S., Wang, H.H., Tank, K.M., Glancy, A.W., & Roehrig, G.H. (2014). Implementation and integration of engineering in K-12 STEM education. In S. Purzer, J. Strobel, & M. Cardella, (Eds.), *Engineering in Precollege Settings: Synthesizing Research, Policy and Practices*. West Lafayette, IN: Purdue University Press.
- National Academy of Engineering [NAE] & National Research Council [NRC] (2009). *Engineering in K-12 education: Understanding the status and improving the prospects*. Washington, DC: National Academies Press.
- National Research Council. (2012). *Monitoring progress toward successful K-12 STEM education: A nation advancing? Washington, DC: National Academies Press.*
- NGSS Lead States. (2013). *Next Generation Science Standards: For states, by states*. Washington, DC: National Academies Press.
- Olds, S., Harrell, D., & Valente, M. (2006). Get a grip! A middle school engineering challenge. *Science Scope*, 20(3), 21-25.
- Pata, K., Zimdin, L. (2008). Teaching for environmental awareness and conceptual coherence of air related problems. Thinking and acting outside the box. A European contribution to the UN Decade of Education for Sustainable Development: CEEE 10th conference (Conference on Environmental Education in Europe). Ed. Paul Pace. Malta, Valletta: Malta University.
- Resnick, L.B. (1986). Mathematics and science learning: A new conception. *Science*, 220(4596), 477-478.
- Roth, W. (2001). Learning science through technological design. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 768-790.

- 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(3), 299-327.
- Schnittka, C.G., Bell, R.L., & Richards, L.G. (2010). Save the penguins: Teaching the science of heat transfer through engineering design. *Science Scope*, 34(3), 82-91.
- Schnittka, C., & Richards, L. (2008, June), Teacher and student feedback about engineering design in middle school science classrooms: a pilot study. Pittsburgh, Pennsylvania: Annual Conference & Exposition. 12 April 2012 retrieved from <https://peer.asee.org/3340>
- Silk, E.M., Schunn, C.D., & Cary, M.S. (2009). The impact of an engineering design curriculum on science reasoning in an urban setting. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 209-223.
- Smith, J., & Karr-Kidwell, P. (2000). The interdisciplinary curriculum: A literary review and a manual for administrators and teachers. Retrieved from ERIC database. (ED443172).
- 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*. Louisville, KY: American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition. 20 March 2012 retrieved from <http://ceeo.tufts.edu/documents/conferences/2010kwkccwljcrmbim.pdf>
- Woodburry, S., & Gess-Newsome, J. (2002). Overcoming the paradox of change without difference: A model of change in the arena of fundamental school reform. *Educational Policy*, 16(5), 763-782.

## EK: ISI YALITIMI ÜLKE KAZANIMI ETKİNLİĞİ



### MÜHENDİSİN TASARIM GÜNLÜĞÜ: ISI YALITIMI ÜLKE KAZANIMI



Grup Üyeleri:

## ISI YALITIMI ÜLKE KAZANIMI

### 2017'de Isı Yalıtımı Olmayan Bina Kalmayacak!

Enerjinin % 75'ünü ithal eden Türkiye'nin 2011 yılında ortalama enerji ithalatı 50 milyar dolar oldu. Ve buna rağmen Türkiye maalesef enerjisini verimli kullanmıyor. Ülkemizde enerjinin yüzde 34'ü konutlarda kullanılıyor, bu enerjinin de yüzde 80'i ısıtma amaçlı tüketiliyor. Bir de soğutma amacıyla yaz aylarında havaya sarf edilen enerji var. Yani enerji verimliliğinde en büyük karadelik ısı yalıtımı... (Hürriyet, 17.01.2012)



### BÜYÜK TASARIM GÖREVİ:

Sizden İstanbul ili Sarıyer ilçesinde dört cephesi de açık olan (çevresinde hiçbir bina ya da yapı bulunmayan) 120 m<sup>2</sup> arsa üzerine kurulacak tek katlı bina tasarlamamız bekleniyor. Tasarımınızın başarısı, evinizde en iyi ısı yalıtımı yaparak maksimum enerji verimliliği sağlayabilmeniz, malzemelerin kullanım ömrü ve tasarımın toplam maliyeti ile değerlendirilecektir.

### Tasarım problemin tanımlanması

	Başarı Kriterleri	Kısıtlamalar
1.		
2.		
3.		
4.		



Yukarıda genel hatları ile sunulan tasarım göreviniz için binanın sahip olması gereken bazı özellikler ve bu özellikleri yerine getirmek için kullanabileceğiniz alternatifler aşağıda ayrıntılı olarak ifade edilmiştir. Büyük tasarımınızın gerçekleştirirken bu alternatiflerden hangilerini kullanacağınızı verilen tablolar üzerinde belirtir misiniz? Neden bu seçimleri yaptığınızı tabloların yanındaki boşluğa (açıklamalar) açıklayınız. Eğer seçim yapamadığınız bir tablo varsa bu seçimi gerçekleştirerek için nedeni öğrenmeniz gerektiğini yine tabloların yanındaki boşluğa yazınız.



#### Tasarım Öneriniz ve Açıklamalarınız:

✓ **Tasarlayacağınız yapıda 3 cam bulunacaktır. Camları yerleştireceğiniz cephelere siz karar vermelisiniz (Her cephede en fazla 1 cam bulunabilir).**

	Kuzey	Güney	Doğu	Batı
1. Camın Konumu				
2. Camın konumu				
3. Camın konumu				

✓ **Pencerelerin malzemesine karar vermelisiniz.**

Seçenekler	Kararınız
Plastik çerçeve	
Ahşap çerçeve	
Metal Çerçeve	

*Pencerelerin herisi plastik, metal ya da ahşap seçeneklerinden biri olabilir. Karar verdiğiniz bir seçeneği (3) işaretleyiniz.*

✓ **Tasarlayacağınız yapının duvar malzemesine karar vermelisiniz.**

Seçenekler	Kararınız
Beton blok	
Boşluklu tuğla	
Kireç-kum tuğla	

*Duvar malzemesi için belirtilen seçeneklerden karar verdiğiniz birini işaretleyiniz.*

✓ **Binanın zemin (temel) malzemesine siz karar vermelisiniz.**

Seçenekler	Kararınız
Beton	
Kil/Alüvyon	

*Binanın zemin malzemesi için belirtilen seçeneklerden karar verdiğiniz birini işaretleyiniz.*

✓ **Duvarların ve zeminin ısı yalıtımı için kullanılacak malzemelere karar vermelisiniz.**

Seçenekler	Duvar	Zemin
Cam/taş yünü		
Strofof Köpük		
Manar Levha		

*Binanın duvar ve zemin yalıtımı için seçeneklerden birer tanesini işaretleyiniz.*

**Önerdiğiniz tasarımın başarılı olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?**

#### Açıklamalar:

#### Mini Tasarım: Enerji Verimliliğini Araştırıyoruz...

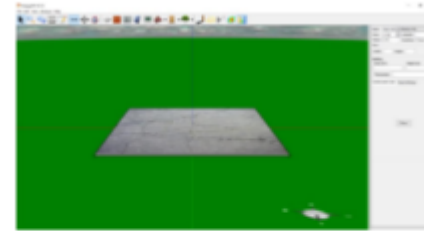


Energy 3D programını kullanarak bir yapı tasarlamalıyız. Tasarlayacağımız yapının 1 cephesine cam yerleştirmemiz gerekiyor. Yapımızın başarılı bir tasarım olması için evi ısıtmak için gerekli enerji olabildiğince düşük olmalı yani enerji verimliliğini dikkate almalıyız.

Energy 3D programında tasarlayacağımız yapının konum bilgileri şöyle olacak:

- ✓ İl: İstanbul
- ✓ Tarih: 3 Şubat 2016
- ✓ Saat: 13:00
- ✓ Zeminin Boyutu: Programın hazır sunduğu zemin olmalı
- ✓ Binanın yükseldiği: 2 metre
- ✓ Pencere, duvarın ortasında olmalı

1. Program kısayolu üzerine çift tıklayınız, karşınıza şöyle bir ekran gelecek.



1

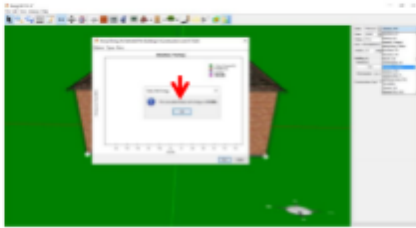
2. Duvar işareti üzerine tıklayıp, zeminin kenarlarına teker teker yerleştirerek, yapının dört duvarını oluşturunuz. Duvarların yüksekliği okunabilmektedir.

3. Çatı işaretine tıklayarak, duvarlar üzerine yerleştirin.

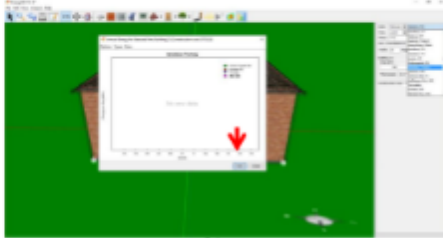
4. Pencere işaretine tıklayarak, istediğiniz boyutu ayarlayarak duvarın ortasına yerleştirin.

5. Sağ tarafta konum bilgilerinin seçilmesi gerekiyor. İstanbul ili, Şubat 2016 tarihi ve 13:00 saati buradan seçilmektedir.

6. Program görüntüsünün sol üst kısmında bulunana "Analysis" sekmesine tıklayın ve buradan "Run Daily Energy Analysis For Building" seçeneğini tıklayın. Karşınıza çıkan sayfanın (14) sağ alt kısmındaki "run" sekmesine tıklayın. Karşınıza çıkan değer yapının ısınması için günlük enerji değerini vermektedir.

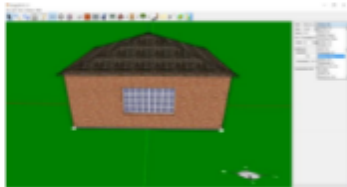


13



14

7. Pencereyi yerleştirdiğiniz duvarın hangi yönde olduğunu sağ alt kısımdaki pusula işaretinden anlayabilirsiniz. (N: Kuzey, S:Güney, W: Batı, E: Doğu yönü göstermektedir)



15

8. Pencereyi diğer cephelerdeki duvarlara yerleştirmek için Mouse sol tuşunu evin üstüne tıklayıp evi istediğiniz yöne döndürebilirsiniz. Pencereyi diğer cephelere yerleştirmek için pencerenin üzerine tıklayarak "copy" tuşuna basıp istediğiniz cepheye yapıştırabilirsiniz.

- Pencereyi değişik cephelere koyduğunuzda ortaya çıkan günlük ısınma için gerekli enerji miktarını tabloya not ediniz.


(Her cephede kullandığımız pencerenin boyutları aynı olmalı)

Cephenin Yönü	Günlük Isınma Enerji Miktarı
Kuzey	
Güney	
Doğu	
Batı	

Tabloyu yorumlayalım...

- ✓ Pencereyi hangi cepheye yerleştirdiğinizde binanın günlük ısınması için gerekli enerji en düşük oldu? Sizce bu durumun sebebi ne olabilir.

Pencerelerin boyutlarını arttırdığınızda ısıtma maliyetlerini tespit ederek tabloya yerleştiriniz. (Boyutları değiştirirken cephenin hep aynı olması gerektiğini unutmayalım)



Pencere			Günlük Isıtma Enerji Miktarı
En	Boy	ALAN	

✓ Pencere alanı arttıkça günlük ısıtma enerji miktarında nasıl bir değişim oldu? Sizce bu durumun sebebi nedir?

*Yapılarda pencerelerin yönü ve boyutları ısı yalıtımını nasıl etkiler? Aile, ülke ekonomisi ve kaynakların kullanımını açısından nasıl bir yerleştirme uygun olur?*

8

**Mini Tasarım: Gazozu Soğuk Tutalım!**

Buzdolabında 8 saat boyunca soğutulmuş gazozlar var ve 2 saatlik bir yolculuğa çıkarırken yanınıza birkaç tane gazoz almak istiyorsunuz. Gazozunuzu yolculuğunuz için en soğuk tutacak şekilde bir tasarım gerçekleştirmenizi istiyoruz.



**Malzemeler:**

- 3 Adet Soğuk Gazoz
- Alüminyum Folyo
- Plastik Bardak
- Strafor Köpük
- Cam Yünü
- Makas
- Bant



Tasarımını gerçekleştirmek için nelerin bilinmesi gerektiğini, bu bilgilerin hangilerini zaten bildiğini hangilerini ise araştırman gerektiğini düşünüyorsun?

9



**Araştırmanızda ne tür bilgiler elde ettiniz? Kısaca not ediniz.**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

.....

.....

Aşağıda belirtilen boşluğa gerçekleştirmeyi düşündüğün tasarımı olabildiğince detaylı olarak çizer misiniz? Çizimin daha anlaşılır olması için çizim üzerinde açıklamalara yer vermelisiniz.

**Tasarımınız gazoru en soğuk tutan tasarım oldu mu?**


Evet

Hayır

- **Cevabınız evet ise**, sizin tasarımınızın diğer gruplara göre gazoru en soğuk tutmasına sebep olan ne olmuştur? Diğer gruplardan birinin tasarımı ile kendi tasarımınızı karşılaştırmız.
- **Cevabınız hayır ise**, neden sizin tasarımınız gazoru en soğuk tutmadı? Gazoru en soğuk tutan tasarımı yapan grup ile sizin tasarımınızı karşılaştırmız.

Karşılaştırmanızı yaparken aşağıda yer alan sorular size yol gösterebilir...

- ✓ Diğer grupta sizinle aynı malzemeleri kullanmış mı?
- ✓ Hangi malzemeyi daha çok ya da daha az kullanmış? Bu malzemelerin ısı yalıtımına katkısı nedir?
- ✓ Malzemelerin konumları nasıldı?





### Mini Araştırma:



## Binalarda ısı yalıtımı nerelerde yapılır?



Sizce yalıtımsız binalarda ısı kaybı nerelerden olur?

- ✓ .....
- ✓ .....
- ✓ .....
- ✓ .....

Belirttiğimiz kısımlarda olabileceğini düşündüğümüz ısı kayıplarını en çok ısı kaybına sebep olandan en az ısı kaybına sebep olan kısımlara doğru sıralayınız.

Neden böyle bir sıralama yaptınız? Açıklayınız.

.....

.....

.....

42

### Yalıtımsız Bir Evde Enerji Kaybı



En çok ısı kaybına sebep olan kısımların duvarlar ve pencereler olduğunu görüyoruz!

### Piyasa Araştırması Yapalım...

> Sizce duvarlardan kaynaklanan ısı kaybını engellemek için ısı yalıtımını sağlamak üzere ne tür malzemeler kullanılmalıdır?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

43

**Büyük Tasarım görevinizde duvarın yalıtımı için size sunulan seçenekleri hatırlayalım.**

- ✓ Cam/Taş Yünü
- ✓ Strafor Köpük
- ✓ Mantar Levha



❖ Bu ürünleri sağladıkları ısı yalıtımı bakımından araştırınız. Hangisi daha başarılı ısı yalıtımı sağlamaktadır? Sıralayınız.

❖ Size verilen mühendis market kataloğundaki bilgilerden yola çıkarak ürünleri fiyat ve dayanıklılık-uzun ömürlülük bakımından araştırınız.

14

**> Sizce pencerelerden kaynaklanan ısı kaybını engellemek için ısı yalıtımını sağlamak üzere neler yapılabilir?**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Büyük Tasarım görevinizde pencereler için size sunulan seçenekleri hatırlayalım.**

- ✓ Plastik sızdırmaz çift cam
- ✓ Ahşap sızdırmaz çift cam
- ✓ Metal (alüminyum) sızdırmaz çift cam

❖ Bu ürünleri ısı yalıtımı bakımından karşılaştırmak üzere araştırma yaparak, ulaştığınız bilgileri özetleyiniz.

❖ Size verilen mühendis market kataloğundaki bilgilerden yola çıkarak ürünleri fiyat ve dayanıklılık-uzun ömürlülük bakımından araştırınız.

15



## MÜHENDİS MARKET KATALOĞU

### PENCERE YAPI MALZEMELERİ

#### Plastik Çerçeve



Maliyet: 8.000 TL  
Kullanım Ömrü: 21 yıl

#### Ahşap Çerçeve



Maliyet: 5.000 TL  
Kullanım Ömrü: 9 yıl

#### Metal Çerçeve



Maliyet: 20.000 TL  
Kullanım Ömrü: 27 yıl

### DUVAR ve ZEMİN ISI YALITIM MALZEMELERİ

#### Cam/taş yünü



Maliyet: 24.000 TL  
Kullanım Ömrü: 16 yıl

#### Strafor Köpük



Maliyet: 12.000 TL  
Kullanım Ömrü: 18 yıl

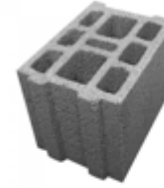
#### Mantar Levha



Maliyet: 16.000 TL  
Kullanım Ömrü: 14 yıl

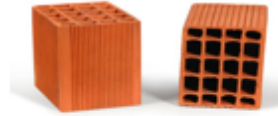
### DUVAR YAPI MALZEMELERİ

#### Beton Briket



Maliyet: 13.500 TL  
Kullanım Ömrü: 56 yıl

#### Boşluklu Tuğla



Maliyet: 6.000 TL  
Kullanım Ömrü: 64 yıl

#### Kireç-kum taşı



Maliyet: 10.800 TL  
Kullanım Ömrü: 80 yıl

### BINA ZEMİN (TEMEL) MALZEMESİ

#### Beton



Maliyet: 16.000 TL  
Kullanım Ömrü: 180 yıl

#### Kil/Alüvyon



Maliyet: 8.000 TL  
Kullanım Ömrü: 40 yıl