



**POLYSTREN MALZEMENİN ISIL VE BAZI FİZİKSEL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

*(STUDY OF THERMAL AND SOME PHYSICAL PROPERTIES OF
POLYSTYRENE MATERIAL)*

Ramazan SELVER*, Remzi VAROL*

ÖZET/ABSTRACT

Bu deneysel çalışmada, polystren'nin bazı ısıl ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Polystren'lerin yoğunlukları tespit edildikten sonra, polystren'nin kondüksiyonla ısı iletim katsayıları, ses izolasyon özellikleri ve yangın dayanımı bulunmuştur. Polystren'lerin kondüksiyonla ısı iletim katsayıları onların yoğunluklarına bağlıdır. Polystren'nin ses izolasyon özelliğinde, yutulan ses değeri sesin frekansının bir fonksiyonudur. Şayet Polystren sıvalı bir panel duvar olarak kullanılırsa, yangına karşı yeterli dayanımda olacaktır.

In this experimental study, some of thermal and physical properties of polystyrene are determined. After densities of polystyrenes are established, the thermal conduction coefficients, sound isolation property, and fire endurance of the polystyrenes are found out. The thermal conduction coefficients of the polystyrenes depend on their densities. In sound isolation property of polystyrene, value of absorbed noise is a function of sound frequency. If the polystyrene is used as a plaster panel wall, it will be enough endurance against to fire.

ANAHTAR KELİMELER/KEYWORDS

Polystren, Isıl özellikler, Ses izolasyon özellikleri
Polystyrene, Thermal properties, Sound isolation properties

1. GİRİŞ

Polystren çok iyi kalıpta şekillendirilebilme özelliğine sahip, parlak beyaz görünümlü, düşük maliyetli bir termoplastiktir. Ayrıca renklendirilmeye çok uygundur. Özellikleri değiştirilerek iyileştirilmiş Polystren orta seviyede mukavemetli, rijit ve gevrekli. Darbe dayanımı bazı tür lastiklerle küçük parçacıklar halinde karıştırıldığında önemli ölçüde yükselmektedir. Diğer pek çok termoplastiklerle mukayese edildiğinde sıcaklık direnci düşüktür. Ancak genel amaçlı rezin içermediği durumda; darbe direnci ve yüksek sıcaklıkta dayanım direnci yükselmektedir. Elektrik iletkenliği oda sıcaklığında çok düşük olmakla birlikte nemli ortamlarda ve yüksek sıcaklıklarda bir miktar artış meydana gelmektedir. Polystren pek çok aromatik ve klorlu çözücülerde kolaylıkla çözünür. Ancak metanol, etanol, heptane ve aseton gibi alkollerden etkilenmez (Esin,1981; İzogül, 1998). Morötesi ışınlarla uzun süreli maruz kalması durumunda yüzeysel bozulma ve ufalanmalara neden olmaktadır. Köpük ve ekstrüze edilmiş halde üretilebilen Polystren ambalajlamada, tüketilebilen sıcak ve soğuk içecek bardağı yapımında, oyuncak sanayiinde, değişik ev eşyaları yapımında kullanılmaktadır. Bunların yanısıra çok iyi bir ısı yalıtım malzemesi olması nedeniyle, izolasyon amaçlı yapı elemanı olarak tüm dünyada yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (İzogül, 1998; Yılmaz, 2000; Doğruol, 2000). Isı yalıtımı için kullanılan malzemelerin seçiminde, kullanım amacı ve yerine göre gerekli temel bazı özellikleri taşımalarına dikkat edilir. Yalıtım malzemelerinin hafif, darbe dayanımlarının yüksek, neme karşı dirençli ve buhar difüzyonuna izin vermemesi istenir. Yalıtım malzemesi, gözenekli yapısı nedeniyle ısı geçişine direnç gösterir (Yılmaz, 2000; E.İ.E, 1992). Kullanım yerlerine göre ısı yalıtım malzemelerinde aşağıdaki özelliklerin olması beklenir. Isı ve korozyon direnci yüksek olmalı, nem tutmamalı ve nemden etkilenmemelidir. Zor alev almalı, fiziksel ve kimyasal özellikleri sıcaklığa bağlı olarak değişmemeli, düşük yoğunluklu olmalı, uzun ömürlü olmalı, kokusuz ve mikro organizmaların yaşaması ve üremesine izin vermemeli, ucuz ve kolay bulunabilmelidir. Polystren yukarıda istenen şartların büyük bir çoğunluğuna uygunluk göstermektedir.

Polystren son yıllarda ülkemizde de önemli bir yapı elemanı olan panel duvar üretiminde kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle ülkemizin toplam enerji tüketiminin % 60 gibi yüksek bir miktarı ithal kaynaklardan sağlandığı gözönüne alındığında polystren'nin önemini daha da artırmaktadır. Bunun yanısıra ülkemizde enerji tüketiminin önemli bir kısmı hacim ısıtılmasında kullanıldığı ve Türkiye'de birim hacim başına ısıtmada kullanılan enerjinin, Fransa'dan % 42 ve İsveç'ten % 230 daha fazla olması yalıtımı ve yalıtım malzemelerinin önemini artırmaktadır. Karşılaştırma yapılan ülkeler gözönüne alındığında, ülkemizdeki ısıtma amaçlı yakıt tüketiminin coğrafi konum ve şartlardan kaynaklanmadığı açıktır. Binaların dış yüzeylerinde oluşan ısı kayıplarının azaltılması ortaya çıkacak CO₂ emisyonlarını azaltacaktır. Sözü edilen bu durum özellikle çevre bilinci açısından önemlidir. Ayrıca panel duvar olarak kullanılan polystyren'in düşük yoğunluğa sahip olması, yapıların daha hafif olmasına ve dolayısıyla diğer inşaat malzemelerinden tasarrufa neden olacaktır (Karakoç, 1997; Çelik, 1980; Dağsöz, 1998).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada kullanılan Polystren malzemeler, ticari olarak İzogül A.Ş. (Gönen-Isparta)'de üretilen değişik yoğunluklardaki deneyin gerektirdiği boyut ve şekilde alınarak hazırlanmıştır.

Tüm deneylerde kullanılan polystren'nin önce yoğunlukları belirlenmiştir. Yoğunluk belirlenmesinde ± 0.01 gr. hassasiyetli kuyumcu terazisinde dijital olarak tartılan 10 mmx10 mmx10 mm boyutlarındaki dikdörtgenler prizması şeklindeki numuneler kullanılmıştır. Çizelge 1'de deneylerde kullanılan polystren'nin ölçülen yoğunluk değerleri verilmektedir.

Çizelge 1. Deneylerde kullanılan polystren'nin ölçülen yoğunluk değerleri

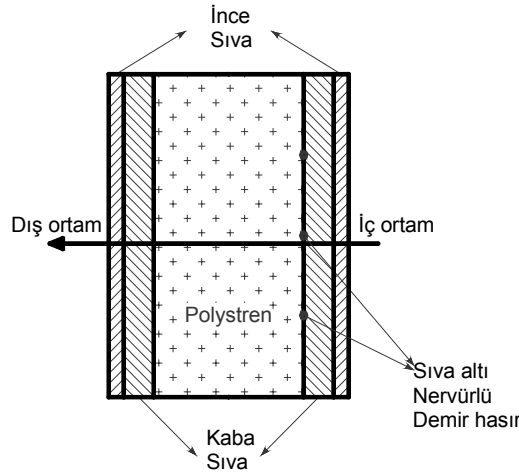
Polystren Yoğunlukları	12 (kg/m ³)	18 (kg/m ³)	20 (kg/m ³)	24 (kg/m ³)	26 (kg/m ³)	30 (kg/m ³)
Ölçülen Yoğunluk	11.4	15.1	17.5	23.9	24.8	27.4

Yukarıdaki çizelgede görüldüğü gibi ölçülen değerler ile Polystren yoğunlukları arasındaki fark, malzemenin uzun süre beklemesinden ve hava şartlarından kaynaklanmaktadır.

2.1. Deneylerde Kullanılan Numuneler

Her bir malzeme grubunun yoğunlukları belirlendikten sonra, aynı malzeme kütüklerinden ısı iletim katsayılarının belirlenmesinde kullanılan ϕ 25mm, L=30mm boyutlarındaki silindirik numuneler iç çapı ϕ 25mm olan ısıtılmış dairesel metalik tel kullanılarak kesilmiştir.

Yangın deneyinde kullanılan yangın odası, yukarıda adı geçen fabrikanın üretim tesislerinde üretilmiş Polystren kütükten 1.5mx1.5mx1.5m boyutlarında hazırlanmıştır. Yangın odasında kullanılan duvarlar normal binaların yapımında kullanılan panel duvarlar şeklindedir. Deneylerde kullanılan panel duvarlar enine kesiti şematik olarak Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Panel duvarın enine kesiti

Şekil 1’de ortada 10 cm kalınlığa sahip 12 kg/m^3 yoğunluklu Polystren her iki yüzeyinde $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ örgülü, ϕ 4.2mm hasır nervürlü çelik taşıyıcı elemanlar ve bunun her iki yüzeyinde 2 cm kalınlığında kaba sıva ile bunun üzerine 1 cm kalınlığında ince sıvadan oluşmaktadır. Yangın odası toprak zemin üzerine inşa edilmiş olup üzeri yanmaz, sızdırmazlık sağlayan malzeme ile kapatılmıştır. Bu yangın odasının bitişik iki yüzeyinde $40\text{cm} \times 40\text{cm}$ boyutlarında pencereler açılmıştır. Pencerelerin iç yüzeyleri de kaba ve ince sıva ile kapatılmıştır.

Ses izolasyonu deneylerinde 10 cm kalınlığında $1\text{m} \times 1\text{m}$ boyutlarında 12 kg/m^3 yoğunluğa sahip numuneler kullanılmıştır. Hazırlanan numuneler imal edildiği şekilde deney aparatına yerleştirilerek deney gerçekleştirilmiştir.

2.2. Deneylerin Yapılması

Isı iletim katsayısının ölçülmesinde SDÜ, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Mekanik ve Isı Laboratuvarında mevcut bulunan “Experimental Heat Conduction Unit, H940” ısı transfer ölçüm cihazı kullanılmıştır. Deney cihazında, hazırlanan Polystren numuneler, izolasyon malzemesi olarak kullanılan silindirik boru şeklinde teflon içerisine yerleştirilmiştir. Isıtıcı ve soğutucu başlıklar arasına sıkıştırılmak suretiyle silindirik deney numunesinin simetri eksenini ile cihazdaki ısıtıcı ve soğutucu silindirik başlıkların simetri eksenleri, yatay düzleme paralel olacak şekilde aynı doğrultuya getirilerek ölçümler yapılmıştır. Sıkıştırma basıncı yüzey temasını iyi bir şekilde gerçekleştirilecek şekilde ayarlanmıştır. Numuneye verilen ısı yükü farklı değerlerde uygulanarak, hesaplanan ısı iletim katsayılarının aynı numune için, yaklaşık aynı değerlerde olduğu görülmüştür.

$$Q = kA \frac{dT}{dx} \quad (1)$$

eşitliği kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır (Frank ve David, 1990). Burada,

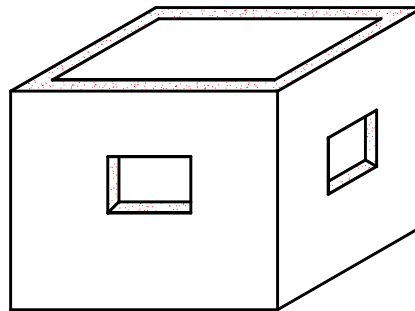
Q: Silindirik ısıtıcının vermiş olduğu ısı yükü [W],

k: Hesaplanması istenen malzemenin ısı iletim katsayısı [W/m K],

A: Silindirik numunenin kesit alanı [m^2],

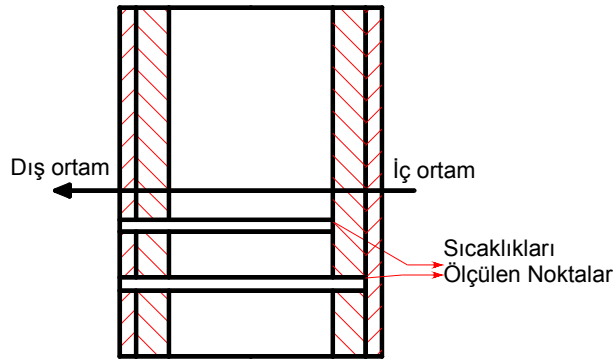
$\frac{dT}{dx}$: Sıcaklık gradyanı [K/m].

Elde edilen bu sonuçlar her bir numune için hesaplanan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak bulunmuştur. Farklı yoğunluklardaki Polystren malzeme için bu deneyler ve hesaplamalar tekrarlanmıştır. Yangın deneyleri, Şekil 2’de şematik olarak gösterilen yangın test odasında gerçekleştirilmiştir.



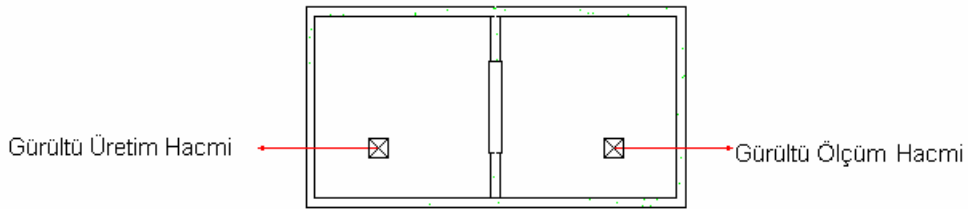
Şekil 2. Yangın test odasının şematik görünüşü

Yangın test odasının dikey duvar yüzeylerinin değişik yerlerinden 8 mm çapında açılan deliklerden J-tipi termokupul kullanılarak sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Söz konusu delikler dış yüzeyden başlanarak delinmiştir. Toplam 22 adet delik delinmiş olup, bunların 11 tanesi Polystren-kaba iç sıva arakesitine kadar, diğer 11 tanesi ise ilk 11 tanesinden 2 cm daha derindeki noktalara kadar (kaba iç sıva-ince iç sıva arakesiti) delinerek sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Bahsedilen bu iki gurup delikler birbirine yaklaşık 5 cm uzaklıktadırlar. Yangın testinin yapıldığı andaki çevre sıcaklığı $+10^{\circ}\text{C}$ olarak ölçülmüştür. Yangın test hücresinin içerisinde talaş-gazyağı ve odun karışımı yakacak malzemesi yakılarak yangın çıkartılmıştır. Toplam deney süresi bir saat seçilmiştir. Deneylerde duvar üzerinde sıcaklık ölçülen noktalar Şekil 3'te gösterilmektedir.



Şekil 3. Yangın test deneyinde duvar üzerinde sıcaklıkları ölçülen noktalar

Ses izolasyon deneyleri; Pakpen A.Ş.'de (Konya) bulunan, ses izolasyon ölçüm setinde gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan numune deney odasına yerleştirilmiş ve numune ile numune tutucu arasındaki ses izolasyonu tam olarak gerçekleştirilmiştir. Gürültü oluşturulan hacimde, değişik frekanslarda 100 dB şiddetinde gürültü oluşturulmuş ve numunenin diğer tarafından dB olarak gürültü şiddetleri ölçülmüştür. Verilen ve diğer taraftan ölçülen gürültü değerleri karşılaştırılmış sonuçta aradaki fark ses izolasyon miktarı olarak belirlenmiştir. Deney odası şematik olarak Şekil 4'te gösterilmektedir.

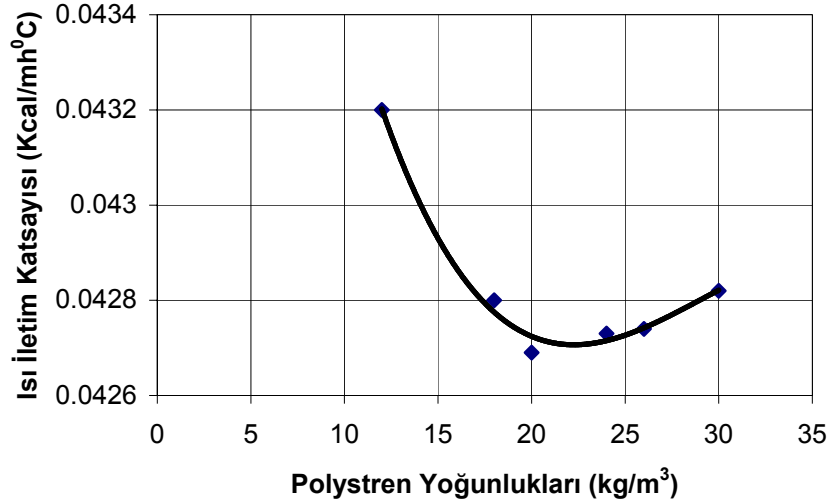


Şekil 4. Ses izolasyon deneyi odası

3. DENEY SONUÇLARI VE TARTIŞMA

3.1. Isı İletim Katsayısı

Deneylerden elde edilen sonuçlar Şekil 5'te gösterilmektedir. Şekilde görüldüğü gibi Polystren yoğunluklarına bağlı olarak ısı iletim katsayıları değişiklik göstermektedir.



Şekil 5. Polystren'in ısı iletim katsayısı değerleri

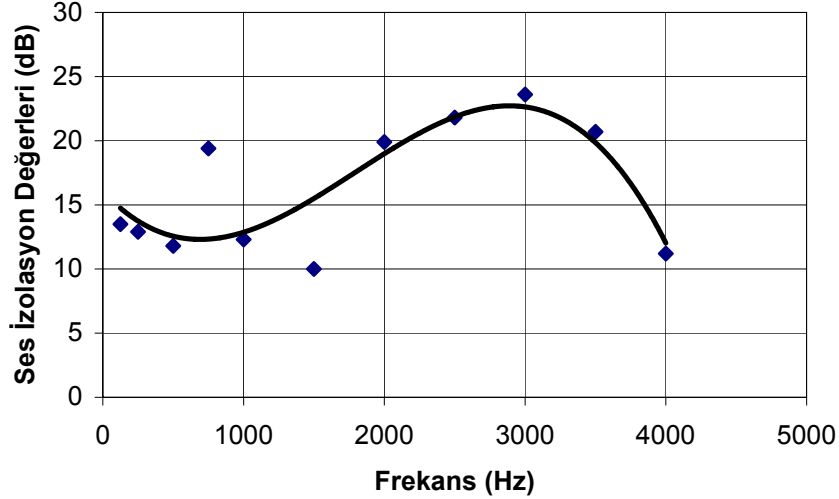
Deneyde kullanılan Polystren yoğunluk değerlerine karşılık kCal/mh⁰C olarak kondüksiyonla ısı iletim katsayısının değeri 3. dereceden bir polinom eğrisinde görüldüğü gibi yoğunluğa bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Polystren'in yoğunluklarına göre ısı iletim katsayıları, yoğunluk artarken belli bir değere kadar düşmekte ve daha sonra yoğunluk artmasına paralel olarak ısı iletim katsayısında artış gözlenmektedir. En düşük ısı iletim katsayısı değeri 20-22 kg/m³ yoğunluklar için bulunmuştur. Düşük yoğunluğa sahip polystren'in çok yüzlü büyük partiküllerden oluşması, bu partiküllerin birleşme noktalarındaki boşluklar kadar, yüksek yoğunluğa sahip polystren'in küçük partiküllerden oluşması da aynı şekilde birim malzeme hacmindeki partikül sayısının fazla olmasına karşılık partiküller arasında kalan boşluk miktarı artmaktadır. Dolayısıyla yüksek ve düşük yoğunluklu Polystren'e göre orta yoğunluktaki Polystren malzemenin birim hacmindeki partiküller arasındaki boşluğun diğerlerine göre daha az olması ısı iletim katsayısının düşük olmasına neden olmaktadır.

3.2. Yangın Deneyi Sonuçları

Şekil 3'te detay resmi verilen Polystren duvarlardan alınan sıcaklık ölçüm değerleri belirlenmiş ve en yüksek sıcaklık değerinin iç mahalde kaba-ince sıva ara yüzeyinde, 139 °C olduğu görülmüştür. Yangın sonrası duvarların sıvaları incelenerek, herhangi bir çatlak, düşme ve deformasyon izlerinin olup olmadığı aranmış, bir olumsuzluk gözlenmemiştir. Deney numunesinde kritik bölgelerdeki sıvalar kaldırılarak, polystren'de herhangi bir yanma, deformasyon, kendini çekme veya bozulmaya rastlanmamıştır. Bu durum, sıvalı haldeki polystren'in panel duvar olarak kullanılabilceğini ve yüksek sıcaklığa dayanabileceğini göstermektedir.

3.3. Ses İzolasyonu Deney Sonuçları

Ses izolasyonu deneylerinde elde edilen değerler Şekil 6’da gösterilmektedir. Deneyde uygulanan ses frekans değerlerine karşılık dB olarak ses izolasyon değerleri 3. dereceden bir polinom eğrisinde görüldüğü gibi frekansa bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Şekil 6’da verilen eğriden de görüldüğü gibi ses izolasyon değerlerinin 2000-3500 Hertz frekans aralığında en yüksek olduğu gözlenmektedir.



Şekil 6. Ses izolasyon değerleri

Bu aralık değerinin ise bahsedilen numune için ses izolasyonu açısından uygun olduğu sonucuna varılmıştır.

4. SONUÇLAR

Değişik amaçlı kullanım alanı bulan ve önemli bir termoplastik olan polystyren’in bazı ısıl ve fiziksel özelliklerini belirlemek üzere yapılan deneylerden aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

- Polystyren malzemenin ısıl iletim katsayısı malzemenin yoğunluğuna bağlıdır. 20-22 kg/m³ yoğunluklu Polystyren en düşük ısıl iletim katsayısına sahiptir.
- Panel duvar yapımında Polystyren kullanılması durumunda sıvalı halde yüksek sıcaklığa dayanabilmektedir. Bir saate kadar yangına dayanımı yeterli seviyededir.
- Polystyren malzemenin ses izolasyonu değeri, gürültü kaynağı sesin frekansına bağlı olarak değişmektedir. 12 kg/m³ yoğunluklu Polystyren 2000-3500 Hz. frekans aralığında ~% 28 ses izolasyonu değerine sahiptir.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, bu çalışmada kullanılan Polystren malzemelerin temininde ve yangın deney test odasının hazırlanmasında ve uygulanmasında yardımcı olan İzogül A.Ş.'ne (Isparta), ve ses izolasyon deneylerinin yapımında yardımcı olan Dr. Memiş Işık'a ve imkanlarının kullanımına izin veren Pakpen A.Ş. (Konya) yetkililerine teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Çelik P.A. (1980): “Mevcut Binalarda Isıtmada Kullanılan Enerjinin Tasarrufu”, TÜBİTAK, Yapı Araştırma Enstitüsü, Ankara, s. 9-21.
- Dağsöz A.K. (1998): “Türkiye’de Derece Gün Sayıları, Ulusal Enerji Tasarruf Politikası Yapılarda Isı Yalıtımı”, s. 89-108.
- Doğruol A. (2000): “Yapılarda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri ve Çelik Hasır Örgü İçerisine Yerleştirilen Polistren Panel Duvarlar”, S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Sıhhi Tesisat Bölümü, Bitirme Ödevi.
- E.İ.E. (1992): “ Binalarda Isı Kayıplarının Azaltılması”, Binalarda Enerji Tasarrufu Serisi 3, Ağustos.
- Esin A.(1981): “Properties of Materials for Mechanical Design”, METU, Sanem Matb., Gaziantep.
- Frank P.I., David P.D. (1990): “Fundamentals of Heat and Mass Transfer”, Third Edition.
- İzogül A. Ş. (1998): “Ürün Kataloğu”, Isparta.
- Karakoç H. (1997): “ Enerji Ekonomisi”, DemirDöküm, Teknik Yayınları.
- Yılmaz M. (2000): “Isı Yalıtımı”, S.D.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi, Sıhhi Tesisat Bölümü, Bitirme Ödevi.
- Yılmaz S. (2000): “Styropor’ların Isı İletim Katsayılarının İncelenmesi”, S.D.Ü. Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Bitirme Ödevi.