

## Yerden Isıtma Sisteminde Kullanılan Oksijen Bariyerli Boruların Isıtmaya Etkisi

Kardelen ÇÖMLEKÇİ<sup>1\*</sup>, Üsame DEMİR<sup>2\*</sup>, Muhammed ELİTAŞ<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Makine Mühendisliği ABD, Türkiye  
[kardelen.comlekci@gmail.com](mailto:kardelen.comlekci@gmail.com)

<sup>2</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Türkiye [usame.demir@bilecik.edu.tr](mailto:usame.demir@bilecik.edu.tr)

<sup>3</sup>Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Türkiye, [muhammed.elitas@bilecik.edu.tr](mailto:muhammed.elitas@bilecik.edu.tr)

**Özet** – Günümüz teknolojinin gelişmesi ile yaşam alanlarında daha konforlu alanlar oluşturulmak istenilmektedir. Bu konfor alanlarında ısıtma yöntemi olarak farklı yollara başvurulmaktadır. Yerden ısıtma sisteminde bu tercihlerden biridir. Bu çalışmada, 16 mm çapında 2 mm kalınlığa sahip olan oksijen bariyeri sağlayan 3 katmandan oluşan PEX hammaddeli boru kullanılmıştır. Pex boru test odası içerisine salyangoz tipi adı verilen döşeme sistemi ile döşenmiştir. Test odası içerisindeki sıcaklıklar kontrol edilebilmesi amacıyla farklı yerlerde konumlandırılmış termokuplar ile sıcaklık ölçümleri alınmıştır. Ortam ısı ve test odası içerisindeki sıcaklık sabit tutularak ölçümler yapılmıştır. Toplamda 7 saatlik zaman diliminde belli aralıklarla alınan ölçümler doğrultusunda test odası içerisindeki ısı verileri elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler** – Yerden ısıtma, Oksijen bariyeri, PEX, Isı transferi, Sıcaklık, Termokupl,

### I. GİRİŞ

Yerden ısıtma sistemleri ülkemize ilk defa Kayseri’de kullanılmıştır. Ülkemizde bakır boruların yardımıyla kullanıma başlanmış. Sistemde amaç insan ve mekan arasında oluşan ısı transferi değerlendirilerek yerden ısıtma sisteminde mekan ile insan vücudu arasındaki ısı kaybını minimize etmektir. Bu ısı transferi de yerden ısıtma sisteminin uygunluğunu ortaya çıkarmıştır [1].

Yerden ısıtma sistemi, zemin üzerine gömülü borular içerisinden sıcak suyun akması ile ısıyı dikey ve yatay bir şekilde oda içerisinde dağıtabilen sistemlerdir. Bina zeminlerinin ısıtılması veya soğutulmasının sağlanması otuz yıldan fazla bir süredir kullanılan eski bir Avrupa tekniğidir. Yerden ısıtma ile geleneksel ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması ısıtma sağlanması için daha düşük bir enerji tüketimiyle karşılanabilmektedir [2]. Yerden ısıtma sisteminde ısı transferini düzenleyecek olan denklemler için başlangıç sıcaklığını her defasında alınmalıdır. Giriş sıcaklığı yüksek olduğunda ısıtma süresinin de önemli ölçüde azaltılabileceği sonucuna varmışlar [3]. Çift cidarlı serpantin, serpantin ve module edilmiş spiral şekilli üç farklı boru sistemi düzenlemesi ile oda içerisindeki sıcaklık dağılımını

simüle edildiğinde serpantin sistemin termal sıcaklık koşullarının kötü şartlarda periyodik olarak hava hareketi döngüsü olduğunu, çift cidarlı serpantinde daha kötü bir sıcaklıkta olduğu tespit edilir. En iyi sonuca ise spiral düzende rastlanır [4]. Döşeme sıcaklığı 29 °C derece üstüne çıkmayacak şekilde ayarlamak istenilmektedir. 29 °C'yi geçmesi durumunda ortamda ısı transferi sağlanmakta ve fazla ısı ortamda bulunan kişilere rahatsızlık verebilmektedir [5]. Zamana bağlı ve zamandan bağımsız bir şekilde yerden ısıtma sistemi döşeli boruların bulunduğu ortamda zamandan bağımsız yapılan incelemelerde boru arası mesafeler artmıştır. Boru arası artan mesafe yüzey sıcaklığını azaltmakta ve bölgesel sıcaklık farkı oluşturmaktadır. Boru arası mesafesi az tutulduğunda yüzey sıcaklık konfor ısısına ulaşabilmektedir [6].

Bu araştırmanın amacı oksijen bariyerli boruların ısı verimliliği üzerindeki etkisini incelemektir.

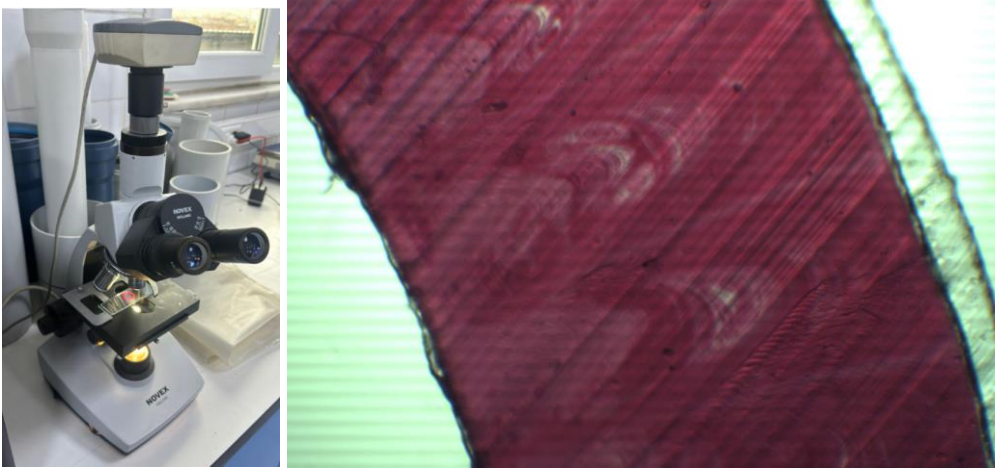
## II. MATERYAL VE YÖNTEM

Yerden ısıtma sistemlerinde kullanılan borular ana hammaddesi PEX olan çapraz bağlı yüksek yoğunluklu polietilendir. Standartlara göre yüksek yoğunluklu olan borular yüksek sıcaklıklara dayanamazken, moleküllerinin çapraz bağlı hale getirilmesi sonucunda elde edilen PEX hammadde sayesinde üretilen borular yüksek sıcaklıklara uzun süre boyunca dayanabilmektedir. Deney sırasında kullanılan PEX boru aynı zamanda oksijen bariyeri de sağlamaktadır.



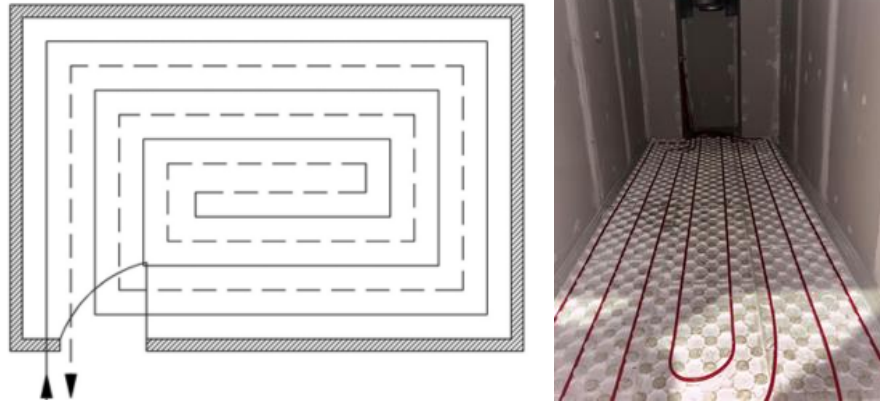
Şekil 1. PEX hammadde ile yapılan OXYPEX yerden ısıtma borusu

3 katmanlı yapısı sayesinde dış yüzeyden boru içerisine hava girişini engellenmektedir. Katman kalınlıkları kontrolü için Novex marka mikroskop kullanılmaktadır. Mikroskop görüntüsü şekil 2'de katman dağılımları incelenmiştir.



Şekil 2. Mikroskop görüntüsü

Sistemde sıcak su tankı içerisindeki su ısıtılarak pompa yardımı ile test odası içerisine döşenmiş olan boruların içerisine sıcak su basılmaktadır. Kullanılan boru 16 mm çapında, 2 mm kalınlığındadır. 14 m<sup>2</sup> alana döşenmiş olan bu borular strafor üzerinde salyangoz tipi adı verilen döşeme yöntemi kullanılmıştır. Salyangoz tipi yapılan döşemelerde döşemenin her yerinde aynı ortalama sıcaklık görülebilmektedir



Şekil 3. Salyangoz tipi döşeme

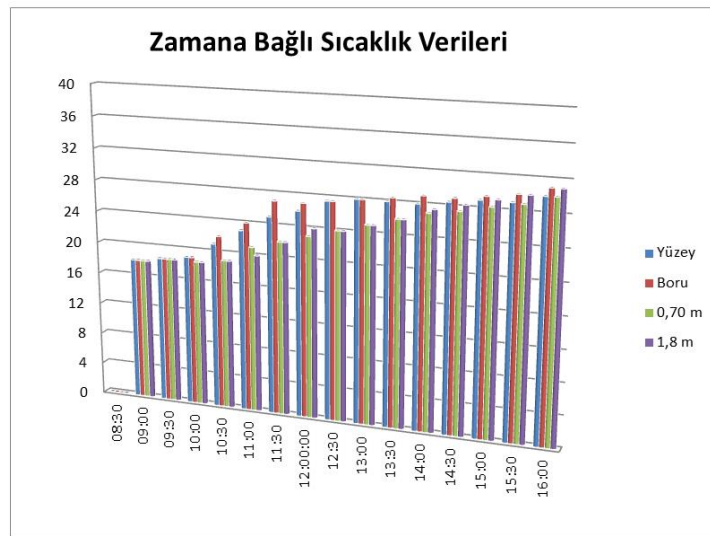
Deney tesisatının tamamlandığında kazan içerisine şebeke suyu bağlanmıştır. Su kazanı içerisindeki suyu ısıtmaya yarayan rezistans sayesinde suyun sıcaklığı maksimum 70°C'ye kadar ayarlanmıştır. Isıtılmış olan su sistem içine pompa yardımı ile basılmaktadır.

Deney test odası iç ortamında birbirinden bağımsız dört farklı konumda yerleştirilen termokuplar sırası ile strafor, boru yüzeyi, yerden 0.7 m yükseklik ve yerden 1.8 m yüksekliğe yerleştirilmiş olarak ısı ölçümleri alınmaktadır. Termokuplar sayesinde yüzey sıcaklıklarının dağılımları ve ortalama bir sıcaklıkları ölçülebilmektedir. Gün içerisinde 7 saatlik bir dilimde yarım saat arayla termokuplarda gösterilen sıcaklık değerleri aynı zamanda ortam sıcaklığı ile karşılaştırılmıştır.

### III. BULGULAR

Test odasında strafor üzerinde, boru üzerinde, yerden yüksekliği 0.7 m ve 1.8 m olan konumlara yerleştirilen termokuplardan ölçüm alınmıştır. Test odası içindeki ısıyı ve suyun ısısını ortam koşulları ile aynı derece tutarak başlanılan deneyde her yarım saatte bir ölçüm alınmıştır.

Ölçümler sabah saat 9 civarında yaklaşık olarak 18°C iç ortam sıcaklığında başlamış ve iç ortam sıcaklığı 31°C'ye geldiğinde sona ermektedir. Bu süre zarfında test odasının dışındaki sıcaklık 19°C'den 25°C'ye kadar çıkmaktadır. Zeminde döşenmiş olan oxypex boru test odasındaki 0.7 m ile 1.8 m yükseklikteki seviyelerde sıcaklık farkı ortalama olarak 1°C olarak ölçülmektedir.



Şekil 4. Zamana bağlı alınan sıcaklık grafiği

Tablo 1. Zamana bağlı Alınan sıcaklık verileri

	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	16:00
■ Yüze		18	18,5	19	21	23	25	26	27,5	28	28	28	28,5	29	29	30
■ Boru		18	18,5	19	22	24	27	27	27,5	28	28,5	29	29	29,5	30	31
■ 0,70 m		18	18,5	18,5	19	21	22	23	24	25	26	27	27,5	28,3	28,9	30
■ 1,8 m		18	18,5	18,5	19	20	22	24	24	25	26	27,5	28,3	29,2	30	31

Farklı zamanlarda ortamın sıcaklığı incelendiğinde yerleştirilen termokupların konumlarına göre farklı sıcaklıklar olduğu görülmektedir. Kazan içerisinde bulunan sudaki sıcaklık artışı oksijen bariyerli boruya aktarılmış olsa da borunun dışarıya aktardığı ısıda değişkenlik oluşmaktadır. Tablo 1'de verilen değerler incelendiğinde de boru altındaki strafor, borunun kendi ısısı, duvardan iki noktadan alınan ısılar farklıdır.

#### IV. SONUÇLAR

Oksijen bariyerli Pex boru 16 mm çapında 2mm kalınlığında sisteme döşenmiş olarak yapılan çalışmada elde edilen sonuçlar;

- Farklı zaman aralıklarında kazan içerisindeki suyun ısınması ile test odası içerisinde farklı sıcaklıklar elde edilmektedir.
- Sistemde farklı yerlerde yerleştirilmiş termokuplar sayesinde öncelikli ısının hangi konumda daha yüksek olduğu tespiti yapılabilmektedir. Test odası içerisinde boru yüzeyindeki ısı ile odanın üst seviyesindeki ısı en yüksek değerdedir.
- Elde edilen sonuçlarda döşemeden yapılan ısıtma sisteminde daha eşit bir dağılım olduğu görülmektedir.
- Test odası yerden yüksekliği 0.7m ve 1.8m olan seviyelerdeki sıcaklık farkı 1 °C olarak ölçülmektedir.
- Düzenek ısıtma süresi 7 saattir. Süre zarfında boru yüzey sıcaklığı diğer ölçüm yerleri ile aynı sıcaklıkta ölçülmüştür.

Sonuç olarak kullanılan boru çapı ve kalınlığı, akışkan suyun boruya giriş sıcaklığı, dış ortamın sıcaklığı, borunun boyu, ortam ısıtma süresinde farklılıklar oluşturmaktadır.

#### KAYNAKLAR

[1] Yerden ısıtma sisteminin tarihçesi. Erişim adresi: <https://www.karbonisitificilm.com/yerden-ısıtma-sisteminin-tarihcesi/>.Erişim tarihi: 9.12.2024

[2]Wu X., Zhao J., Olesen B., Fang L. & Wang F., (2015) Radyant Zemin ısıtma ve soğutma sistemlerinin yüzey sıcaklığını ve ısı transferini hesaplamak için yeni ve basitleştirilmiş bir model. Enerji ve Binalar. Erişim adresi:<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378778815301675>. Erişim tarihi: 12.12.2024

[3]Oubenmoh S., Allouhi A., Mssad A., Saadani R., Kousksou T., Rahmoune M. & Bentaleb M., Some particular design considerations for optimum utilization of under floor heating systems. Case Studies in Thermal Engineering 12 (2018) 423-432.Erişim adresi: <https://doi.org/10.1016/j.csite.2018.05.010> Erişim tarihi:10.11.2024

[4] Aacharya A., Khanal S. Humagain B., Kattel S. & Baral B. (2021). CFD analysis of temperature distribution of different piping arrangement used in radiant floor heating system. Kathmandu

University Journal of Science, Engineering and Technology, Vol. 15, No. 2, August 2021. Erişim adresi: [https://www.researchgate.net/profile/Sangit-](https://www.researchgate.net/profile/Sangit-Kattel/publication/353817895_CFD_analysis_of_temperature_distribution_of_different_piping_arrangement_used_in_radiant_floor_heating_system/links/6113277f0c2bfa282a374202/CFD-Analysis-of-Temperature-Distribution-of-Different-Piping-Arrangements-Used-in-Radiant-Floor-Heating-System.pdf)

[Kattel/publication/353817895 CFD analysis of temperature distribution of different piping arrangement used in radiant floor heating system/links/6113277f0c2bfa282a374202/CFD-Analysis-of-Temperature-Distribution-of-Different-Piping-Arrangements-Used-in-Radiant-Floor-Heating-System.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Sangit-Kattel/publication/353817895_CFD_analysis_of_temperature_distribution_of_different_piping_arrangement_used_in_radiant_floor_heating_system/links/6113277f0c2bfa282a374202/CFD-Analysis-of-Temperature-Distribution-of-Different-Piping-Arrangements-Used-in-Radiant-Floor-Heating-System.pdf).

Erişim tarihi: 12.11.2024

[5] Dođan V., (2011) Klima sistemlerinde ısıtıcı ve soğutucu su sıcaklığının belirlenmesi, ısıtma sistemlerinde su dağıtımı ve kollektör bağlantıları. Veli Dogan:Sablon 23.06.2011 17:27 Page 44. Erişim adresi: <https://www.vemeks.com.tr/assets/pdf/teknik-yayin-8.pdf>. Erişim tarihi: 9.11.2024

[6] Dil D., Arıcı M. & Karabay H. (2010) Yerden ısıtma uygulamalarında boru mesafesi ve su sıcaklığının Zemin yzey sıcaklığı üzerindeki etkisi. mslm:Sablon 30.04.2010 10:39 Page 52. Erişim adresi: [https://konya.mmo.org.tr/sites/default/files/628a03ab5f5f868\\_ek.pdf](https://konya.mmo.org.tr/sites/default/files/628a03ab5f5f868_ek.pdf). Erişim tarihi: 10.11.2024