

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/358913105>

Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Merkezi Isıtma Sistemleri Uygulamaları

Conference Paper · February 2022

CITATIONS
0

READS
157

4 authors, including:



Ecem Anatca

Yalova Üniversitesi

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Eyup Kulak

Yalova Üniversitesi

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Umit Unver

Yalova Üniversitesi

70 PUBLICATIONS 191 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Green Campus [View project](#)



Ph.D. Thesis [View project](#)

PROCEEDING BOOK



3rd INTERNATIONAL EURASIAN CONFERENCE ON **SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY** **(EurasianSciEnTech 2021)**

15-17 December 2021
Ankara / Turkey

ISBN : 978-625-00-9553-9

EurasianSciEnTech 2021

www.eurasiansciencetech.org

3rd International Eurasian Conference on
Science, Engineering and Technology
(EurasianSciEnTech 2021)

December 15-17, 2021 / Ankara, Turkey
www.EurasianSciEnTech.org

PROCEEDING BOOK
(Abstracts and Full-Text Papers)



Editor

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN

Copyright © 2021

ISBN: 978-625-00-9553-9

Publication Date: December 2021

All rights reserved. The right to publish this book belongs to EurasianSciEnTech 2021. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without permission. This Proceeding Book has been published as an electronic publication (e-book). Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Authors are responsible for the contents of their abstracts and full-text papers.

Congress Web Page

www.eurasiansciencetech.org

E-mail

info@eurasiansciencetech.org

CHAIRMAN OF CONFERENCE

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN

Gaziantep University, Turkey

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Ali BİLGİLİ

Ankara University, Turkey

Prof. Dr. Ayla BALABAN GÜNDÜZALP

Gazi University, Turkey

Prof. Dr. Ergül YAŞAR

İskenderun Technical University, Turkey

Prof. Dr. Mehmet Cengiz TAPLAMACIOĞLU

Gazi University, Turkey

Prof. Dr. Mehmet İslak YÜCE

Gaziantep University, Turkey

Prof. Dr. Mohammed A. IBRAHIM SHARAF

İstanbul University-Cerrahpaşa, Turkey

Prof. Dr. Murat ARI

Çankırı Karatekin University, Turkey

Prof. Dr. Osman BİLGİN

Gaziantep Islam Science and Technology University, Turkey

Prof. Dr. Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN

Gazi University, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Ahmet DEMİRBAŞ

Sivas Cumhuriyet University, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Ebru SARALOĞLU GÜLER

Başkent University, Turkey

Assoc. Prof. Dr. Haluk GÖZDE

National Defence University, Turkey

INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE*

Prof. Dr. Adnan QADIR

NED University of Engineering & Technology, Pakistan

Prof. Dr. Ahmet ŞEKEROĞLU

Niğde Ömer Halisdemir University, Turkey

Prof. Dr. Ali BİLGİLİ

Ankara University, Turkey

Prof. Dr. Ali Tuncay ÖZYILMAZ

Hatay Mustafa Kemal University, Turkey

Prof. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ

Osmaniye Korkut Ata University, Turkey

Prof. Dr. Ayla UYSAL

Süleyman Demirel University, Turkey

Prof. Dr. Ayşe AYDOĞDU

Gazi University, Turkey

Prof. Dr. Ayşe BEDELOĞLU

Bursa Technical University, Turkey

Prof. Dr. Azize AYOL

Dokuz Eylül University, Turkey

Prof. Dr. Bengi USLU

Ankara University, Turkey

Prof. Dr. Berna DENGİZ

Baskent University, Turkey

Prof. Dr. Bushra MIRZA

Quaid-i-Azam University, Pakistan

Prof. Dr. Bülent AKAY

Ankara University, Turkey

Prof. Dr. Bülent KABAK

Hitit University, Turkey

Prof. Dr. Bülent YEŞİLATA

Ankara Yıldırım Bayazıt University, Turkey

Prof. Dr. Canan CAN

Gaziantep University, Turkey

Prof. Dr. Cihangir DURAN

Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey

Prof. Dr. Deniz Sunar ÇERÇİ

Adıyaman University, Turkey

Prof. Dr. Deniz UZUNSOY

Bursa Technical University, Turkey

Prof. Dr. Didem ÖZÇİMEN

Yıldız Technical University, Turkey

Prof. Dr. Dilek ERDİRENÇELEBİ

Konya Technical University, Turkey

Prof. Dr. Ebru ŞENADIM TÜZEMEN

Cumhuriyet University, Turkey

Prof. Dr. Ebru ŞENEL	Ankara University, Turkey
Prof. Dr. Emine GÜNERİ	Erciyes University, Turkey
Prof. Dr. Erol ATAY	Hatay Mustafa Kemal University, Turkey
Prof. Dr. Fakhru'l Razi bin Ahmadun	National Defence University Malaysia, Malaysia
Prof. Dr. Faruk KARADAĞ	Çukurova University, Turkey
Prof. Dr. Fatma MEYDANERİ TEZEL	Karabuk University, Turkey
Prof. Dr. Fatma Suna BALCI	Gazi University, Turkey
Prof. Dr. Ferruh ERDOĞDU	Ankara University, Turkey
Prof. Dr. Gıyasettin KAŞIK	Selçuk University, Turkey
Prof. Dr. Gul Majid Khan	Quaid-i-Azam University, Pakistan
Prof. Dr. Gülay ZENGİN	Gaziantep University, Turkey
Prof. Dr. Hülya ÇİÇEK	Gaziantep University, Turkey
Prof. Dr. Hülya METİN GÜBÜR	Mersin University, Turkey
Prof. Dr. Hüseyin CANBOLAT	Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey
Prof. Dr. Kerim KÜÇÜK	Dokuz Eylül University, Turkey
Prof. Dr. Mehmet Bertan YILMAZ	Çukurova University, Turkey
Prof. Dr. Mehmet SARI	Aksaray University, Turkey
Prof. Dr. Medeni MASKAN	Gaziantep University, Turkey
Prof. Dr. Meltem SARIOĞLU CEBECİ	Cumhuriyet University, Turkey
Prof. Dr. Muhammad ANSAR	Quaid-i-Azam University, Pakistan
Prof. Dr. Murat Hüsnu SAZLI	Ankara University, Turkey
Prof. Dr. Mustafa ÇİĞDEM	Yıldız Technical University, Turkey
Prof. Dr. Necati OLGUN	Gaziantep, University, Turkey
Prof. Dr. Neriman BAĞDATLIOĞLU	Celal Bayar University, Turkey
Prof. Dr. Nil TOPLAN	Sakarya University, Turkey
Prof. Dr. Niyazi ŞAHİN	Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey
Prof. Dr. Nuri ÖZALP	Ankara University, Turkey
Prof. Dr. Olcayto KESKİNKAN	Çukurova University, Turkey
Prof. Dr. Oya BOZDAĞ DÜNDAR	Ankara University, Turkey
Prof. Dr. Ozan TEKİNALP	Middle East Technical University, Turkey
Prof. Dr. Salim ÇERÇİ	Adıyaman University, Turkey
Prof. Dr. Sarwat JAHAN	Quaid-i-Azam University, Pakistan
Prof. Dr. Selma DÜZYOL	Konya Technical University, Turkey
Prof. Dr. Sibel YILDIZ	Karadeniz Technical University, Turkey
Prof. Dr. Siti Khairunniza bt. Bejo	Universiti Putra Malaysia, Malaysia
Prof. Dr. Şule UĞUR	Gazi University, Turkey
Prof. Dr. Tayfun DEDE	Karadeniz Technical University, Turkey
Prof. Dr. Ümmühan ÖZDEMİR ÖZMEN	Gazi University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Abd. Rahim Abu TALİB	Universiti Putra Malaysia, Malaysia

Assoc. Prof. Dr. Adnan BOZDOĞAN	Osmaniye Korkut Ata University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ahmet EKİCİBİL	Çukurova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ali Osman AYAŞ	Adıyaman University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Aslıhan DEMİRDÖVEN	Tokat Gaziosmanpasa University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Aycan TOSUNOĞLU	Uludağ University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Aysel GÜVEN	Baskent University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ayşe AVCI	Sakarya University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Bahar MERYEMOĞLU	Cukurova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Başak HANEDAN	Atatürk University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Dian Darina Indah Binti Daruis	Universiti Putra Malaysia, Malaysia
Assoc. Prof. Dr. Hakan GÜNEYLİ	Cukurova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Mahmoud HAFEZİEH	Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Iran
Assoc. Prof. Dr. Mohammad SUDAGAR	Gorgan University, Iran
Assoc. Prof. Dr. Muhammad Mohsin Amman	NED University of Engineering & Technology, Pakistan
Assoc. Prof. Dr. Mustafa AKYOL	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Nemanja Kašiković	University of Novi Sad, Serbia
Assist. Prof. Dr. Özge TUFAN ÇETİN	Akdeniz University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Rani Faryal Faheem Tahir	Quaid-i-Azam University, Pakistan
Assoc. Prof. Dr. Roselina Arelhi	University of Nottingham, Malaysia
Assoc. Prof. Dr. Sadaf Zaidi	Aligarh Muslim University, India
Assoc. Prof. Dr. Selda KILIÇ ÇETİN	Cukurova University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Sezgin AYDIN	Gazi University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Süleyman Sungur TEZCAN	Gazi University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Tevfik AĞAÇAYAK	Konya Technical University, Turkey
Assoc. Prof. Dr. Ümit AYATA	Bayburt University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Aslı GİRAY KURT	Alanya Alaaddin Keykubat University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Demet DOĞAN	Gaziantep University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Doğan KAYA	Cukurova University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Ebru SARALOĞLU GÜLER	Başkent University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Halil İbrahim DEMİR	Sakarya University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Levent ÇOLAK	Baskent University, Turkey
Assist. Prof. Dr. M. Bilge İMER	Middle East Technical University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Mehmet YALÇIN	Hatay Mustafa Kemal University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Poonam Agarwal	Jawaharlal Nehru University, India
Assist. Prof. Dr. Semra ÇİÇEK	Atatürk University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Shahram DADGAR	Iranian Fisheries Sciences Research Institute, Iran
Assist. Prof. Dr. Tuba Pehlivan	Gaziantep University, Turkey
Assist. Prof. Dr. Yıldırım PALABIYIK	Istanbul Technical University, Turkey

Dr. Aainaa Izyan Nafsun	Universiti Putra Malaysia, Malaysia
Dr. Hıdır DÜZKAYA	Gazi University, Turkey
Dr. Lim Kar Sing	Universiti Malaysia Pahang, Malaysia
Dr. Ramin Ekhteiri SALMAS	King's College London, United Kingdom
Dr. Sachiyo ABURATANI	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Japan

*This list is arranged in alphabetical order.

FOREWORD

3rd International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2021) was successfully held on December 15-17, 2021 with a great participation from many countries.

The objective of *EurasianSciEnTech 2021* was to bring leading academicians, researchers, scholars as well as industrial professionals together from all over the world to exchange and share their experiences and research results to discuss the practical challenges encountered and the solutions adopted.

In this context, we welcomed precious scientists and the greatest appreciation goes to all participants whose contributions have made this conference a success. I would like to thank the organizing committee and the scientific committee for providing this intense and high quality scientific environment.

I believe that the *EurasianSciEnTech 2021* has made important contributions to you at large and hope to see you at the *4th International Eurasian Conference on Science, Engineering and Technology (EurasianSciEnTech 2022)*.

Prof. Dr. Muhittin DOĞAN

Chairman of *EurasianSciEnTech 2021*

Contents

1. ORAL PRESENTATIONS	1
1.1. ABSTRACTS	2
Prediction & Control of Shrinkage, Porosity in Steel Castings Using Solid Cast Foundry Simulation Software	3
A comparative study between the insecticidal potential of <i>Calotropis procera</i> latex against <i>Parlatoria blanchardi.Targ</i> and a commercial insecticide.....	4
Petrographic and mineralogical characterization of the Tizert copper deposit (Western Anti-Atlas, Morocco).....	5
Effect of <i>salvia chudaei</i> batt. & trarb aerial parts's extracts on α -amylase inhibitory activity.....	6
Experimental study of the effect of bending angle on the martensitic transformation of a 304L austenitic TRIP steel.....	7
Micellar Electrokinetic Chromatography Method for Ketorolac Analysis in Pharmaceutical Sample.....	8
Polyphenol oxidase from Pear (<i>Pyrus communis</i>).....	9
The influence of b-FGF and BMP-2 on <i>in vitro</i> rat bone marrow mesenchymal stem cells behavior, growth, osteogenic differentiation, and the expression of osteogenic differentiation markers	10
Synthesis of MnO ₂ /PANI Composites for Electrochemical Energy Storage.....	11
Investigation of Iron Age glassmaking technology from elemental and Pb isotope analysis.....	12
Structural, Magnetic and Magnetocaloric Properties of PrBa _{0.5} Gd _{0.5} Mn ₂ O ₆ Compound.....	13
Biocompatibility and <i>in vitro</i> drug release tests of dual drug loaded nanostructured lipid carriers.....	14
Comparison of Removal Efficiency and Destruction Level in Electrodes Used in Electrokinetic Method.....	15
Effect of PhTAD-substituted Dihydropyrrole Derivatives Compounds on ER stress genes and ATP Binding Cassette genes expression in MCF-7 Cell Line.....	16
Green Chemistry: Synthesis and characterization of boron containing sulfonyl hydrazone compound by one pot method	17
Fibroblast-derived extracellular matrix enriched PCL PolyHIPE scaffolds as pro-angiogenic wound dressings.....	18
Synthesis of Boron-Doped CoS ₂ (B-CoS ₂) Electrocatalysts	19
Sıralı Yağmur Örneklerinde Göller Bölgesine Çökelen Elementlerin Belirlenmesi	20
Yüzeysel Suları Örneklerinde Anyon-Katyon Analizlerine Genel Bir Bakış.....	21
Recycled Mussel Shell Waste as a Novel Biosorbent for Remediation of Boron from Geothermal Water.....	22
Olive Pruning Wastes as Potential Biosorbent for Removal of Boron from Aqueous Solutions	23
Design, Synthesis and Anticancer Activity of Novel Hydrazide-Hydrazone Compounds Containing 1,2,4-Triazole Ring	24
Lipase production by <i>Penicillium echinulatum</i> and optimization using Taguchi robust design	25
Locating Perinatal Health Care Facilities with <i>p</i> -Median and <i>p</i> -Center Models under Q-Coverage Requirement.....	26

ORAL PRESENTATION

Binalarda Enerji Verimliliği Açısından Merkezi Isıtma Sistemleri Uygulamaları

Ecem Anataç¹(<https://orcid.org/0000-0001-7044-7762>), Eyüp Kulak¹(<https://orcid.org/0000-0002-8110-4607>), Gözde Arınç¹(<https://orcid.org/0000-0001-6337-8527>), Ümit Ünver^{2*}(<https://orcid.org/0000-0002-6968-6181>)

¹Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Enerji Sistemleri Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye

²Yalova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü, Yalova, Türkiye

*umit.unver@yalova.edu.tr

Özet

Son yıllarda uluslararası düzeyde en çok önem atfedilen konulardan birisi iklim değişikliğidir. İklim değişikliğinden, fosil yakıtlar kullanılarak enerji tüketilmesi sorumlu tutulmaktadır. Bina sektörü en büyük enerji kullanıcılarından biridir ve tüketimin %80 den fazlası ısıtma-soğutma amaçlı gerçekleşmektedir. Bu çalışmada, en popüler ısıtma sistemlerinden biri olan merkezi ısıtma sistemi tanıtılmış, diğer ısıtma sistemlerine göre avantaj-dezavantajları belirtilmiş ve enerji verimliliği potansiyeli incelenmiştir. Ayrıca merkezi ısıtma sistemleri için örnek çalışmalardan yola çıkarak enerji etüdü akış şeması oluşturulmuş ve bu verimlilik artırıcı projeler önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Binalarda enerji verimliliği, merkezi ısıtma, bölgesel ısıtma, enerji verimliliği, enerji etüdü

Central Heating Systems Applications in terms of Energy Efficiency in Buildings

Abstract

One of the most important issues at the international level is climate change in recent years,. Consumption of energy using fossil fuels is shown as the responsible for climate change. The building sector is one of the largest energy users and more than 80% of the consumption is used for heating and cooling. In this study, the central heating system, which is one of the most popular heating systems, is introduced. Its advantages and disadvantages compared to other heating systems are stated and its energy efficiency potential is examined. In addition, based on case studies for central heating systems, an energy audit flow chart has been created and projects for efficiency-enhancing have been proposed.

Keywords: Energy Efficiency in Buildings, Central Heating, district heating, energy efficiency, energy audit

1. Giriş

Enerji; iş yapabilme kapasitesidir (Bedeloğlu ve ark, 2010), değişikliklere neden olma kabiliyetidir (Çengel ve Boles, 2008), sanayi sektörünün en önemli ve en temel girdilerinden biri olarak görülmektedir (Çoban ve Kılınç, 2016), geçmişten günümüze insanoğlunun yaşamını devam ettirebilmesi için doğadan direkt olarak ya da dolaylı olarak kullandığı kaynaktır (Kırlı ve Kulu, 2016).

Enerji verimliliği; sanayi, tarım, konut gibi farklı sektörlerde alınan ürünün kalitesini ve verimini azaltmaya gerek duyulmadan birim ürün veya hizmet için daha az enerji kullanımını sağlamaktır. Enerji verimliliğinin efektif olarak uygulanması sonucunda çevreye sağlanacak olumlu etkileri yanında, bireysel ve ülke ekonomisine de büyük katkılar olacağı net olarak görülmektedir (Kırbaç, 2019). Sonuç olarak sürdürülebilirliği sağlamak ve daha temiz bir atmosfer için enerjiyi daha verimli kullanmak iyi bir alternatif haline gelmiştir (Ünver vd, 2019).

Dünya genelinde tüketilen enerjinin büyük bir kısmı binalarda gerçekleşmektedir. Binalarda ve binaların ısınma sistemlerinde gerçekleştirilecek çeşitli yöntemler ile enerji tasarrufu sağlanabilir. Türkiye’de toplam enerji tüketiminin %31’i ve toplam elektrik tüketiminin %43’ü konutlarda kullanılmaktadır. Binalarda kullanılan enerjinin %82’si ise ısınma amaçlı harcanmaktadır. Dolayısıyla enerji kullanım oranlarına göz önüne alındığında, ısınma amaçlı kullanılan enerjinin diğer enerjilere oranla payı büyük olmaktadır. Diğer alanlardaki gibi, ısı enerjisi üretiminde de enerji %100 verimle kullanılamaz. Ancak oluşan kayıpların en aza

indirilmesiyle kullanılan enerjiden %25–50 oranlarında tasarruf etmek mümkündür (Efe, 2008; Çomaklı vd., 2011).

Binalar için belirlenecek ısıtma sistemlerine karar verirken, farklı parametreler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu parametreler içerisinde binanın ne amaçla kullanıldığı, binada bulunan bölümlerin kullanım süreleri, kullanılabilir yakıt türleri, projeye ayrılan bütçe bulunmaktadır. Binanın en ekonomik ve en uygun şekilde ısıtılabilmesi için farklı ısıtma alternatifleri değerlendirilmelidir. Örneğin enerjinin büyük bölümünün ısıtma amaçlı kullanıldığı konutlarda, bireysel ısıtma ve merkezi ısıtma sistemleri arasında tercih yapılabilmektedir (Türkeri). Yapılacak bu tercih, binalarda ısı konforu sağlamak için önemlidir. Isıl konfor; kişinin bulunduğu çevreyle ilgili bir sorunu-şikâyeti olmaması hali veya insanın sıhhatli ve üretken olabileceği ısı parametrelerinin sağlanması olarak açıklanabilir (Ünver vd., 2020). Isıl konfor için ısı, kararlı durumda üretilen ısı ve ısı transfer eşit olmalıdır (Ünver vd., 2003).

Merkezi ısıtma, binada bulunan bütün kullanıcıların tek bir merkezden ısıtılmasıdır. Merkezi ısıtmada, bir merkezden üretilen ısı, taşıyıcı akışkanlar tarafından ısıtılacak bölgeye gönderilmektedir. Bireysel ısıtma ise her bir dairenin kendi ısıtma sistemini kullanmasıdır. Merkezi ısıtma sistemlerinde kazanların kullanılmasının yanı sıra bireysel ısıtma sistemlerinde kombiler, kat kaloriferleri, sobalar, şömineler, şofbenler ve termosifonlar kullanılmaktadır. Merkezi ısıtma sisteminde kullanılan kazanların verimi bireysel kombilere oranla daha yüksek olmaktadır. Ayrıca binadaki hacimler sürekli ısıtılmakta ve dolayısıyla yakıt tüketimi daha az olmaktadır. Bireysel sistemlerde ise çalışma-durdurma işlemleri sırasında oluşan yakıt sarfiyatı ve bina içerisinde bulunan diğer dairelerin dengeli ısıtılmaması sistemde kayıplara neden olmaktadır (UGETAM; Çetinkaya, 2012; Çomaklı vd., 2006).

Can (1994), merkezi ısıtma sistemleri ile alakalı yürüttüğü bir çalışmada; merkezi ısıtma sisteminde kullanılacak tek bir baca ve uygun filtreleme ile hava kirliliğini azaltıcı etkide olacağı dile getirilmiştir. Solmaz ve Alkan (2017), merkezi ısıtma sistemlerinde otomasyon uygulaması üzerine çalıştığı bir çalışmada; merkezi ısıtma sisteminin kullanımının yanında, otomasyon sistemlerle desteklenmesi halinde %15-20 civarında enerjinin tasarruf edildiği söylenmektedir. Ayrıca Altaş'a (2010) göre merkezi ısıtma sisteminde; tüm hacimlerin dengeli ısıtılmaktadır, apartman boşluklarının ısıtılması nedeniyle ısı kayıpları düşmektedir ve oda sıcaklıkları otomatik olarak kontrol edilmektedir. Böylece oluşabilecek yakıt israfının ve dolayısıyla enerji kaybının önüne geçmek mümkün olmaktadır.

Bu makale; merkezi ısıtma sistemlerini açıklayarak, bireysel sistemler ile karşılaştırma olanağı sunmuştur. Merkezi ısıtma sisteminde bulunan elemanlar, bağlantı şeması ve sistemi etkileyen parametreler incelenmiştir. Yapılan araştırmaların sonucunda ise merkezi ısıtma sistemi için yapılabilecek enerji etüdü açıklanmıştır.

2. Merkezi Isıtma Sistemleri

Merkezi ısıtma sistemlerinin bilinen tarihi Roma döneminde bulunan jeotermal sıcak su kaynakları ile evlerin, seraların ve hamamların ısıtılmasına dayanmaktadır. 14. yüzyılda tahta borular ile jeotermal suların dağıtıldığı Fransa da bulunan Chaudes-Aigues Cantal köyü, yapılan ilk planlı projelerden biri olmasının yanı sıra, hala işletilmektedir. 1877 yılında, New York'ta Mühendis Birdsill Holly tarafından kurulan sistem ise ilk ticari işletme konumundadır. Her evin bireysel ısıtma ile enerji kayıplarını yaşadığını fark etmesiyle; merkezi sistemde ısı üretmiş, ısıyı yüksek izolasyonlu buhar hatları ile taşımış, çevredeki evleri ısıtıttıktan sonra, dönüş hattında gelen suyun litresi üzerinde fiyatlandırmıştır (Arıcan, 2017).

Ağrı'nın Doğubayazıt ilçesinde bulunan, yapımına 1685 yılında başlanan ve doksan dokuz yıl süren İshak Paşa Sarayı Dünya'da kalorifer ve su sistemine sahip ilk bina olmaktadır. Türkiye'de Topkapı Sarayı'ndan sonra ikinci büyük yapı olmaktadır. Yapının büyüklüğü ve çevrenin olumsuz iklim koşullarına sahip olması nedeniyle, sarayın içine bir nevi merkezi ısıtma sistemi yapılmış olmaktadır. Oluşturulan sistemde ocaklarda ısıtılan sıcak su toprak künkler vasıtasıyla yapı içerisinde dolaştırılmaktadır (Yazgan ve Kadanalı, 2012; Begiç, 2020; Karabulut ve Köksal).

Merkezi ısıtma sistemleri birden fazla hanenin bir kazan dairesi tarafından ısıtılmasıdır. Çoğunlukla 12 veya daha fazla bağımsız bölüm içeren binalarda kullanılır. Ayrıca ilk yatırım maliyeti ve tesisatın işletme şartları açısından tavsiye edilir. Merkezi ısıtma sistemleri genel olarak soğuk iklimlerde yer alan konutlar ve kamu binalarında kullanılmaktadır. Kullanılan en yaygın merkezi ısıtma sistemi kalorifer sistemleridir. Kalorifer sistemleri ise temel olarak kazan, brülör, pompa, genleşme tankı, tesisat boruları ve radyatörlerden oluşmaktadır. Dolayısıyla kullanılan yakıt fark etmeksizin amaç, sistemde bulunan akışkanı ısıtarak radyatörlere dağıtmak ve hacmi ısıtmaktır. Merkezi ısıtma sisteminde verimliliği sağlamak için kazan

seçiminde binada ihtiyaç duyulan ısı kapasiteyi karşılamak önem arz ettiği gibi radyatörlerin dikkatle seçilip yerleştirilmesi de enerji tasarrufuna katkı sağlamaktadır (Çomaklı, 2006; Çetinkaya, 2012; Türkeri).

3. Merkezi Isıtma Sistemi ile Bireysel Isıtma Sisteminin Kıyaslanması

Tablo 1 de merkezi ısıtma sistemi ile bireysel ısıtma sisteminin kıyaslaması bulunmaktadır.

Tablo 1. Merkezi ısıtma sistemi ve bireysel ısıtma sistemi karşılaştırması (Isısan, Türkeri , Altaş, 2010).

Merkezi Isıtma Sistemleri	Bireysel Isıtma Sistemi
Kat ve daire duvarları arasında ısı yalıtımı olmaması durumunda tüm daireler merkezi ısıtma ile ısınacağından ısı kaybı ve yakıt tüketiminin artması ve yan duvar ve döşemelerin soğumasıyla konfor bozulması söz konusu değildir.	Kat ve daire duvarları arasında ısı yalıtımı olmaması durumunda tüm daireler bireysel ısıtma ile ısınacağından ısıtma sistemini kullanmak kişinin isteğine kalır. Sistemin çalışmaması durumunda ısı kaybı ve yakıt tüketiminin artması ve yan duvar ve döşemelerin soğumasıyla konfor bozulması söz konusudur.
Suyun sıcaklığını kazan kapasitesini belirler.	Kullanıcı istediği konfor şartlarını kendisi belirler.
Sadece bina çatısında baca bulunur ve mesafeleri fazladır.	Her daire baca bulunması, çıkan gazların diğer daireleri rahatsız etmesine ve dış cephe boyası kararmalarına sebep olur.
Kazan dairesine ihtiyaç vardır, bu sebeple binada yer kaplar.	Daha az yer kaplar ve montajı kolaydır.
Otomatik kontrol imkanı sayesinde yakıt tüketimi azalır, bu sebeple sistemin kullanma verimi yüksektir.	Kombi verimi kazana göre düşüktür. Cihazın ısıtılmaya ihtiyaç duyulmadığı esnada sürekli açılıp kapanması kötü yanmaya ve yakıt sarfiyatına sebep olur.
Yakıt masrafı tek elden takip ve tahsil edilir.	Son kullanıcı bireysel faturalama nedeniyle enerji tasarrufuna daha fazla dikkate eder.

4. Merkezi Isıtma Sisteminde Bulunan Elemanlar ve Bağlantı Şeması

Merkezi ısıtma sisteminin ana elemanları aşağıdaki gibidir;

Sirkülasyon pompası, tesisattaki suyun hareketini hızlandırmak amacıyla kullanılır (MEB, 2015).

Genleşme tankı, merkezi ısıtma sisteminde olası bir genleşmeyi kontrol etmek amacıyla kullanılır. Isınan su hacimce %4 büyümekte ve genleşme tankına ihtiyaç duymaktadır. Genleşme tankı, sistem parçalarının ısı genleşmelerden dolayı zarar görmesini önler (APHC, 2020).

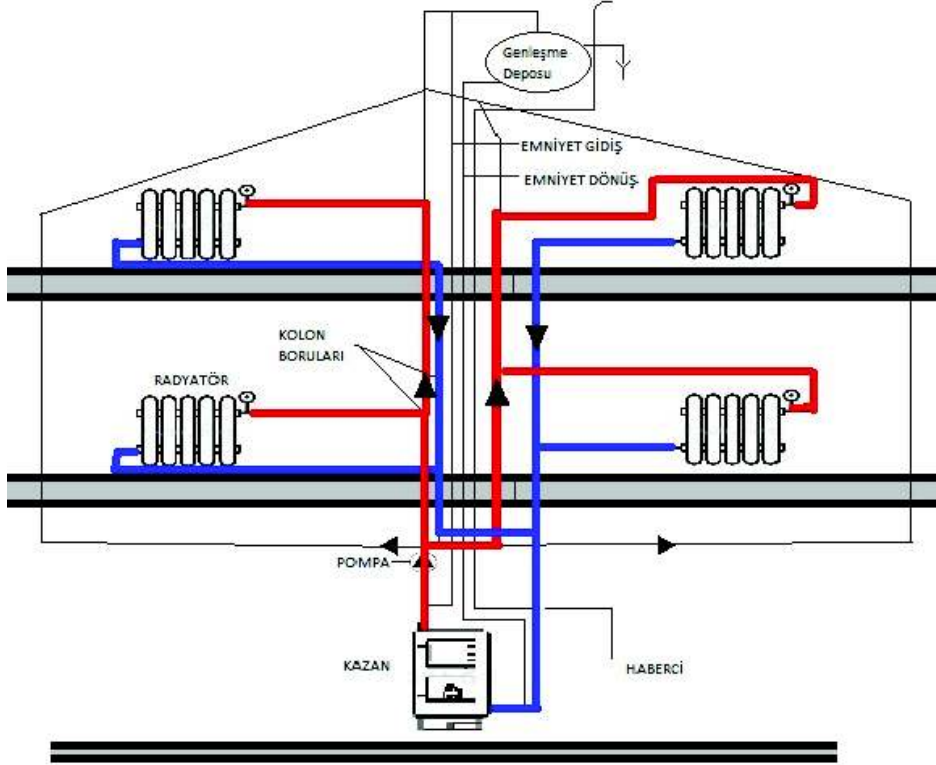
Radyatörler ise bakır, alüminyum veya çelikten imal edilirler. Radyatör içindeki akışkanın ısısını, oda havasına aktararak çalışır (Anastasiadis,2020; APHC, 2020).

Kazanlarda üretilen sıcak su, borular yardımı ile radyatör, konvektör, sıcak hava apareyi gibi ısıtıcı elemanlara taşınmaktadır. Burada ısısını ortama transfer ederek kazana geri döner. Sistemde bulunan suyun ısınması ile artan su hacmi genleşme deposunda toplanır. Şekil 1’de merkezi ısıtma sistemi şematik olarak gösterilmektedir. Sistemde bulunan suyun dolaşımı pompa yardımı ile yapılmaktadır. Merkezi ısıtmalı sistemler için ortalama mutfak sıcaklığı 18 °C, banyo için 26 °C, oturma odası için 22 °C, yatak odası ve dükkân gibi mahaller 20 °C olacak şekilde dizayn edilir (MEGEP; Isısan).

Merkezi ısıtma sistemi ısı taşıyan ortamın cinsine göre farklı şekillerde adlandırılmaktadır.

- Sıcak Sulu Isıtma; sistemde ısı taşıyıcı ortam 90 °C’ a kadar ısıtılan sudur. Sistem atmosfere açık veya kapalı olarak tasarlanabilmektedir. Sistem sıcak ve soğuk su arasında bulunan özgül ağırlık farkından yararlanarak çalışmaktadır. Ayrıca devrede bulunan bir pompa ile dolaşım sağlanır.

- Kızgın Sulu Isıtma; sistemde 110 °C' den 200 °C' ye kadar ısıtılan su kullanılmaktadır. Atmosfere kapalı bir sistem olmasının yanı sıra suyun buharlaşmasını engellemek amacıyla devamlı bir karşı basınç uygulanmaktadır.



Şekil 1. Merkezi ısıtma sistemi şeması (Şimşek, 2013)

- Buharla Isıtma; sistem üç alt başlık içerisinde incelenmektedir. Buhar kazanının çıkış basıncının 1,5 bar ve sıcaklığın en fazla 110 °C olduğu alçak basınçlı sistem; çıkış basıncının 1,5 bar' dan ve sıcaklığın 110 °C' dan yüksek olduğu yüksek basınçlı sistem ve basıncın 0,05 ile 0,75 bar arasında olduğu, sıcaklığın ise en az 65 °C olan vakumlu sistem olarak adlandırılmaktadır.
- Sıcak Havayla Isıtma; sistemde merkezde ısıtılan hava kanallar ile ısıtılması gereken ortama iletilir. Sistem genel anlamda ısıtmanın yanında hava değişiminin olması istenilen yerlerde kullanılmaktadır (Isıtma Sistemleri Ders Notu; Isısan).

Ayrıca merkezi ısıtma sisteminde bulunan elemanlar üretildikleri malzemelere göre sınıflandırılabilir. Kazanlar, cinsine göre çelik ve döküm kazanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar. Döküm kazanlara dilimler halinde taşınarak kazan dairelerine monte edilebildiğinden dar yerlerde rahatlıkla uygulanabilirler. Kazanlar da kendi içlerinde üflemlili brülörlü ve atmosferik brülörlü olarak ayrılmaktadır. Üflemlili brülörlü kazanlar tercihe göre yüksek ısıl kapasitede üretilebilir. Hava/yakıt oranı ayarlanabilir ve yüksek verime sahiptir. Atmosferik brülörlü kazan sessiz çalışır, ilk yatırım maliyeti düşüktür ve arıza ihtimali azdır (Türkeri).

5. Merkezi Isıtma Sistemini Etkileyen Parametreler

Merkezi ısıtma sistemini etkileyen parametreler, yalıtım kalınlığı, dış hava sıcaklığı, kapı malzemesi, kat yüksekliği, ısı geçirgenlik değeri, pencere tipi, yakıcı çıkış sıcaklığı ve yakıt cinsidir.

Burçin (2014)'in yaptığı çalışmaya göre, dış hava sıcaklığı, yalıtım kalınlığı, yakıcı çıkış sıcaklığının artması durumunda doğrusal olarak ısı kaybı azalır, böylece yakıt miktarı da azalmaktadır. Yakıt miktarının azalması aynı zamanda CO₂ salınım miktarının da azalmasını sağlamaktadır. Yakıcı cinsi göz önüne alındığında, doğalgazın diğer yakıtlara göre alt ısıl değerinin ve veriminin yüksek, emisyon katsayısının ise düşük olması, merkezi ısıtma sistemi için avantajlı bir yakıt olmasını sağlar. Kapı malzemesi ısı geçirgenlik değeri, pencere malzemesi ısı geçirgenlik değeri ve kat yüksekliği arttığında ise ısı kaybı değerinde artış olmaktadır. Buna bağlı olarak kullanılacak radyatör uzunluğu, doğalgaz miktarı CO₂ salınımı artmaktadır (Dereli ve Koçu, 2010; Tunay, 2014).

6. Merkezi Isıtma Sistemlerinin Avantaj ve Dezavantajları

Merkezi ısıtma sistemleri, diğer ısıtma sistemlerine kıyasla hem avantaj hem de dezavantaja sahiptir. En önemli avantajları şu şekilde sıralanabilir;

- Merkezi ısıtma sisteminde çeşitli enerji kaynakları birlikte kullanılabilir.
- Çok daireli binalarda ilk yatırım maliyeti ve işletme giderlerini kapsayan toplam maliyet düşüktür.
- Sistem ekipmanları kazan dairesinde bulunduğu için ses, koku, duman vb. rahatsızlık verebilecek durumlar hane sakinlerinden uzaktadır.
- Tadilat ve dönüşümler sadece kazan dairesinde yapılır. (Türkeri) (Altaş, 2010).

Merkezi ısıtma sistemlerinin dezavantajları ise aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Borulardaki su hacmi fazladır, bu sebeple yüksek hacimli genleşme deposuna ihtiyaç duyulur.
- Borulardaki su hacminin fazla olması, sistemin ısınma süresinin gecikmesine sebep olur ve buna bağlı olarak yakıt gideri artar.
- Boruların izolasyon maliyeti yüksektir ve ısı kaybı esnasında yoğuşma sebebiyle borularda oluşacak rutubet izolasyonların zamanla bozulmasına sebep olur. (Altaş, 2010).

1. Merkezi Isıtma Sisteminde Mevzuat ve Enerji Verimliliği Çalışmaları

- Mevzuatta yeni yapılacak binalarda toplam kullanım alanı 1000 metrekareden büyük olduğunda merkezi ısıtma yapılması şart olarak sunulmuştur. (BEPY, md. 13/3-4).
- Mevzuattaki bir diğer maddede ise 500 kilowatt ve üzerindeki ısıtma kazanlarında, süreç boyunca kazan ve tesisatta oluşan kireçlenmeyi önlemek amacıyla su yumuşatma sistemlerinin kurulması gerektiği açıklanmaktadır. Bunun sebebi kirecin kazan verimliliğinin düşmesine sebep olmasıdır. Ancak yalnızca ısıtma sistemlerinde kullanılan kazanlarda sistem kapalı olduğundan sadece tadilat ve kaçak durumlarında sisteme su beslenir. Bu sebeple yumuşatma/şartlandırma sistemi kurulumu gereksiz bir maliyet olmaktadır (Olgun vd., 2009).
- Mevzuattaki düzenlemede merkezi ısıtma sistemlerinde sıhhi sıcak suyun 60 °C'yi aşmayacak şekilde tasarım yapılacağı belirtilmiştir. Depolanan ve kullanım noktalarına nakledilen sıcak suyu düşük sıcaklıkta tutularak ısı kaybı azaltılmaktadır (Olgun vd., 2009).
- Isıtma sisteminde katı yakıt kullanılan kazanların 15 yıllık çalışma, sıvı veya gaz yakıt kullanılan kazanların da 20 yıllık çalışma süresini doldurduğunda değişimleri şarttır (Olgun vd., 2009).
- Radyatör yüksekliğinin, pencerenin altında kalan duvarın yüksekliğini geçmemesi dikkat edilerek radyatör seçilir. Büyük pencere sayısı çok olan hacimlerde ısı kaybının fazla olması sebebiyle ısının homojen olarak dağıtılması için her pencere önüne radyatör yerleştirilmesi gerekir (Kilis 7 Aralık Üniversitesi Ders Notu).
- Termostatik vana kullanılması radyatörlerde enerji verimliliğini artırmaktadır. Termostatik vana, ayarlanan sıcaklık değerine göre ısıtıcının sıcak su akışını kesmek ya da açmak yoluyla ısıtıcının ısını kontrol etmektedir. Oda sıcaklığında istenilen sıcaklığı tutularak konfor ve yakıt tüketiminde %20'ye varan tasarruf sağlanabilmektedir (Alarko Carrier).
- Doğal gaz diğer enerji kaynaklarından daha ucuzdur. Yüz metrekarelik bir dairede pişirme, ısınma, sıcak su ihtiyacı doğalgaz kullanımında maliyet, kömürden %62, odundan %71, elektrikten ise %76 daha düşük olmaktadır. Böylelikle binalarda ısıtma ve sıcak su sistemlerinde doğalgaz enerjisi kullanımı binanın enerji verimliliğini artırır (Çetinkaya, 2012).
- Sistemdeki debi değeri bilindiğinde, sistem basıncı da belirlenebilir. Bu sistem için pompanın hem hidrolik veriminin yüksek olması hem de maliyetinin uygun olması önem taşımaktadır. Pompanın ekonomik kullanımı için en yüksek verimi sağlayan debide çalışması gerekmektedir. Bu nedenle pompa seçiminde çalışma noktası, en yüksek verim noktasından bir miktar fazla olmalıdır. (Bulgurcu vd., 2013). Ayrıca mevzuata göre sıhhi sıcak su hazırlama sistemlerinde bulunan pompalar için akışkan debisine, basınca veya zamana göre değişkenlik gösteren debi seçilmelidir (Olgun vd., 2009).

Merkezi ısıtma sisteminde enerji verimliliği adı altında yapılan örnek çalışmalar aşağıdaki gibidir:

- Solmaz ve Alkan, yaptığı çalışmada merkezi ısıtma sistemlerinin otomasyon ile kesintisiz kontrol edilmesi halinde %15-20 oranında enerji tasarrufu sağlandığını ifade etmektedir. Bu sistemin kontrol edilmesi ile ihtiyaç fazlalığını ve yüksek sıcaklıklarda meydana gelen ısı kaybını önlemek mümkündür. Erken uyarı bildirimleri sayesinde ısıtma sisteminin daha verimli ve kesintisiz çalışabilir (Solmaz ve Alkan, 2017).
- Kim ve diğerleri, yaptığı çalışmada üniversite binalarındaki 7,8 m*7,2 m ve 3,0 m yüksekliğinde bir konferans salonu seçilerek aralıklı merkezi ısıtma sistemini deneyler ve dinamik simülasyonlarla incelemişlerdir. Dinamik simülasyon doğruluğunu, iç hava sıcaklığı, üç durumdaki dış hava sıcaklığı durumu için ölçülerek kontrol edilmiştir. Aralıklı kontrolün ısıtma programı, dış sıcaklığa bağlı olarak simüle edilmiştir. Bu çalışmada açma-kapama kontrolü ve güçlendirilmiş yalıtımın etkisi aralıklı merkezi ısıtma için hesaplanmış ve iç ortam hava sıcaklığı, enerji tasarrufu ve PMV değerleri için karşılaştırılmıştır. Geleneksel aralıklı merkezi ısıtma sistemleri dış hava sıcaklığına göre belirlenir ve belirlenmiş programa göre çalışır. Bu sistemde iç mekan termal ortamının konforunu tutmak zordur. Sömestr tatili boyunca sıcaklığın 18-32°C arasında ve kış tatillerinde ise 17-29°C aralığında dalgalanmaların oluşu sistemi konfordan uzaklaştırmaktadır. Açma-kapama kontrolü için sıcaklık aralığı 20-22°C arasındadır ve bu sebeple kullanım şartları için uygundur. Açma-kapama kontrolünde, sıcaklığın aşılması engellediğinde enerjiden yaz tatilinde %25, kış tatillerinde %37,9 tasarruf edildiği görülmüştür. Geleneksel aralıklı merkezi ısıtma sistemine kıyasla iç mekan termal ortamını hem daha uygun seviyede tutabilmekte hem de daha az enerji kullanıldığı görülmektedir. Uygulaması kolay bir açma-kapama kontrol sistemi, geleneksel aralıklı merkezi ısıtma sisteminden, termal konfor, enerji tasarrufu ve PMV dalgalanması açısından daha avantajlıdır. (Kim vd., 2010)

7. Merkezi Isıtma Sistemlerinde Enerji Etüdü

Merkezi ısıtma sistemleri içerisinde enerjinin daha verimli kullanılabilmesi için; temel tüketim noktalarından ölçümler alınarak, enerji verimlilik potansiyelinin ortaya çıkarılması hedeflenmektedir. Merkezi ısıtma sisteminde temel tüketim ve kaybın gerçekleştiği noktalar kazanlar, pompalar, baca ve dış cephe olarak sıralanabilir.

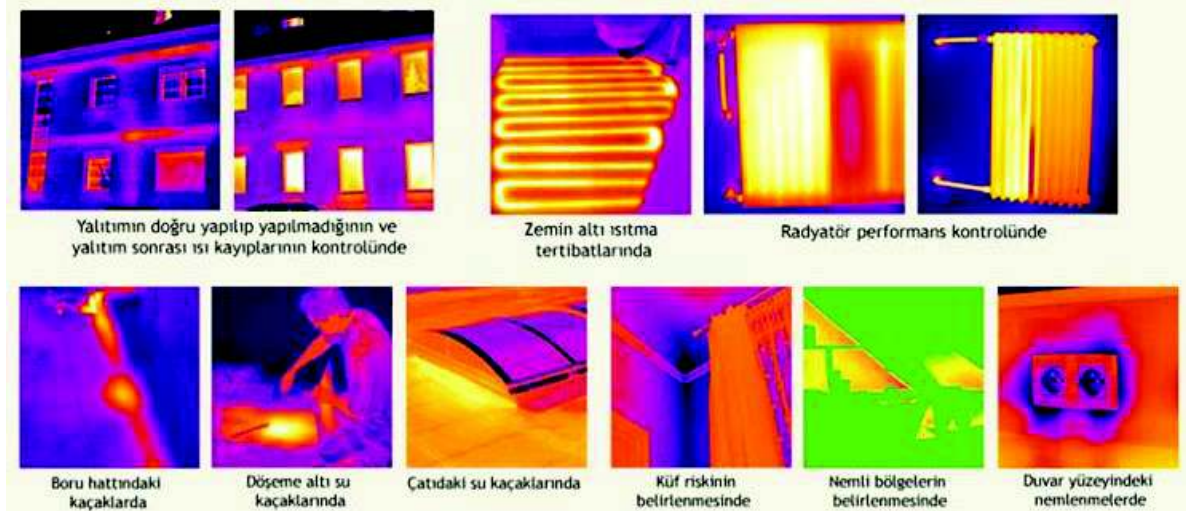
- Enerji etüdü için bir diğer önemli parametre ise bina kabuklarında ısı yalıtım durumlarıdır. Binalarda ısı yalıtımı termal kamera ve ısıl geçirgenlik katsayısı değeri ölçüm cihazları ile incelenmektedir. Isıl geçirgenlik katsayısı (U-değeri), yapı elemanlarının ısı transferine karşı gösterdiği dirençtir. U değeri küçük olursa, yapıdaki ısı kaybı da düşük olmaktadır.



Şekil 2. U değeri ölçümü gösterimi (Testo Acumen, 2014)

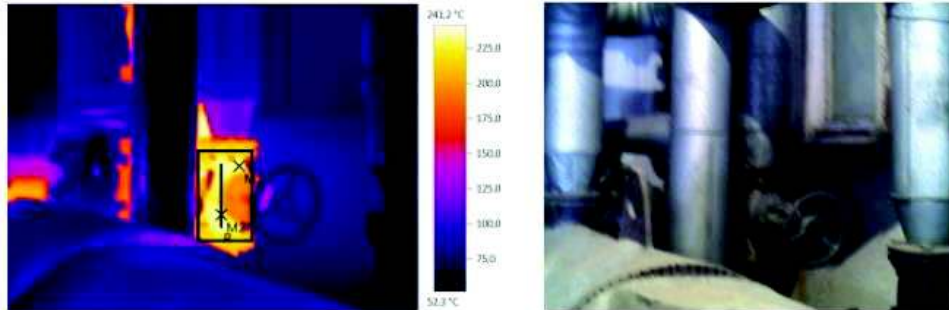
Merkezi ısıtma sistemlerinde termal kamera ile görüntüleme yöntemi; kayış kasnak aşınması, kaplin hasarı, rulman ısınması, motor gibi dönen elemanların aşınma ve mekanik sorunların tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Termal kameraların en yaygın kullanım alanları, binalarda ısı kayıplarının ve yalıtım durumlarının ölçülmesidir (Termal Kamera Ölçümleri, 2021).

Yalıtımın yetersiz görüldüğü durumlarda, 5cm kalınlıkta taş yünü ile yalıtım yapılabilir. Böylece hem kayda değer miktarda ekonomik kazanç sağlanır hem de enerji tasarrufu yapılabilir (Rüşen vd., 2018)



Şekil 3. Termal kamera ile binada gözlemlenen kayıplar (İzomerk)

- Isı merkezlerinde bulunan kazanların yüzey sıcaklığı kızıl ötesi ve termal kamera ile ölçülebilmektedir. Kazanlarda buhar taşıyan tesisat elemanlarının ısılarını korumak önemlidir. Tesisatta ısının hangi noktalardan kaybolduğu termal görüntüleme cihazları ile kolaylıkla belirlenebilmektedir. Vanalarda, bağlantı elemanlarında, eşanjörde oluşabilecek kayıplar da termal kameralar ile kolayca bulunabilmektedir (Termal Kamera Ölçümleri, 2021).



Şekil 4. Termal kamera ile merkezi ısıtma sistemlerinde gerçekleşen ısı kaybının gözlemlenmesi (Termal Kamera Ölçümleri, 2021)

Kazan içerisinde iyi bir yanma için gereken fazla hava oranı yakıt tipine ve yakıcı sisteme göre değişiklik göstermektedir. Kazanda iyi bir yanma olması için oksijen-hava oranının %3-5 aralığında olmalıdır (Karanfil vd., 2019; Kuprianov, 2004) Kazanda yanan yakıt ısısının önemli bir miktarı egzoz baca gazı yoluyla kaybedilir. Bu gazın sıcaklığı yaklaşık olarak 150-250 °C arasında değiştiği gibi kaybedilen ısı enerjisinin yaklaşık %10-30 'una tekabül eder (Rüşen vd., 2018). Buna bağlı olarak enerji etüdü için haftalık alınan baca gazı verileri içerisindeki CO ve O2 bileşenlerine göre, kazana beslenen hava ve yakıt oranı değiştirilebilmektedir (Celep vd., 2016).



Şekil 5: Kazanda olan ısı dengesi (Celeb vd. 2016)

Şekil 5’de bir kazanda gerçekleşen ısı dengesi görülmektedir. Kazan için verim değerini tespit edebilmek için belirli ölçümler alınması gerekmektedir. Bu ölçümler; baca gazı emisyonları, yakıt sarfiyatı, kazan dönüş suyu sıcaklığı, kazan yüzey sıcaklığı, kazan sıcaklıklarının termal kamerayla kontrolü ve kazan dairesinin ortam sıcaklığıdır.

Baca gazı emisyon ölçümü; baca gazı analiz cihazları ile yapılmaktadır. Bu cihaz yanma sonucu oluşan baca gazını analiz ederek elde edilen emisyon değerlerini ana kontrol modülüne bildirmektedir (Hızıroğlu, 2007). Kükürtdioksit (SO₂), azotmonoksit (NO), oksijen (O₂), karbonmonoksit (CO) gazlarının derişimleri, baca gazının sıcaklığı, ortamın sıcaklığı gibi parametreler baca gazı analiz cihazları ile ölçülür. Baca gazındaki yanma verimini hesaplamak için gerekli olan parametreler baca gazı sıcaklığı (FT), ortam sıcaklığı (AT), bacada ölçülen oksijen (O₂) değeridir. Baca gazı yanma verimi aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$\eta = 100 - qA \quad (1)$$

$$qA = \left[(FT - AT) \left[\frac{A_2}{(21 - Q_2) + B} \right] \right] - XK \quad (2)$$

Denklemden verilen η değeri yanma verimini ifade etmektedir. qA ise baca gazı kaybını belirtir. FT baca gazı sıcaklığı değerini ve AT ortam sıcaklığını göstermektedir. Ayrıca $\frac{A_2}{B}$ yakıtta özel olan katsayıları nitelemektedir. O₂ değeri ise ölçülen oksijen değeridir. Yoğuşmalı sistemler için önemli olan XK değeri; yoğuşma sıcaklığına ulaşamadığında qA' nın negatif değer aldığı belirten katsayıdır. "Yoğuşma sıcaklığının altına inilmediyse XK =0 olmalıdır" (Tesisat Dergisi, 2011).

Portatif baca gazı analiz cihazlarında karbondioksit gazı elektrokimyasal yolla ölçülemez ve bu sebeple hesaplanır. CO₂ gazı hesaplama formülü aşağıdaki gibidir.

$$CO_2 = \frac{CO_{MAX} \cdot (21 - O_2)}{21} \quad (3)$$

CO₂ gazının bulunmasının ardından fazla hava katsayısı bulunabilir. Tam yanma için gerekli olan teorik oksijenden daha fazla oksijene ihtiyaç vardır. Sisteme verilen fazla havanın teorik hava ihtiyacına oranı fazla hava katsayısını (λ) vermektedir. Fazla hava katsayısı aşağıdaki formülle bulunabilir;

$$\lambda = \frac{CO_{2MAX}}{CO_2} = 1 + \frac{O_2}{21 - O_2} \quad (4)$$

Pompa; içerisinde oluşan akışın hızı debimetre ile ölçülmektedir. Bir pompanın performansı motorun gücüne, çarkın şekli ve boyutuna bağlıdır. Pompa içerisindeki basınç arttıkça, akış hızı artmaktadır. Pompanın sağlayacağı güç hidrolik verim, akışkan yoğunluğu, debi, pompa basma yüksekliği, yoğunluk ve motor verimine bağlıdır. Pompa verimi yüksek olsa dahi, pompanın yer seçimi uygun olmadığı takdirde verimli sonuçlar alınmamaktadır (Rüşen vd., 2018). Sisteme uygun pompa seçimi için izlenmesi gereken adımlar aşağıdaki gibidir;

- Sistemin ihtiyacını belirlemek
- Sistemde değişken ihtiyaçların olup olmadığını belirlemek
- Toplam sistem kayıplarını belirlemek (tesisat vb)

Bu adımların ardından sistem kayıp ve ihtiyacına uygun pompa seçilir. (SETAŞ Enerji)

Pompada debi hesabı formül ile de yapılabilir. Debi formülü aşağıdaki gibidir;

$$Q = \frac{V \cdot n \cdot \mu}{1000} \quad (5)$$

Denklemden bulunan debi (Q)'nin birimi Litre/dakika ve pompanın iletim hacmi (V) birimi cm³/d'dir. Denklemden kullanılan (n) değeri ise kullanılan elektrik motorunun dakikada yaptığı devir miktarıdır. Son olarak μ değeri pompanın volümetrik verimini ifade etmesinin yanında 0,90-0,95 değerleri arasında alınabileceği söylenmektedir (HPA Teknoloji).



Şekil 6. Ultrasonik debimetre ile akış ölçümü (Sıvı Debi Ölçer)

8. Öneri ve Sonuçlar

Türkiye’de konutlarda kullanılan enerjinin %82’si ise ısınma amaçlı harcanmaktadır. Isınma amaçlı kullanılan enerjinin payı büyük olması sebebiyle bu alanda yapılacak enerji verimliliği çalışmaları büyük önem arz etmektedir. Diğer alanlardaki gibi, ısı enerjisi üretiminde de enerji %100 verimle kullanılamaz. Oluşan kayıpları en aza indirerek kullanılan enerjiden %25–50 oranlarında tasarruf etmek mümkündür. Konutlarda ısıtma amaçlı olarak kullanılacak sistemler, bireysel ısıtma ve merkezi ısıtma sistemleridir. İlk yatırım maliyeti ve tesisatın işletme şartları açısından, 12 veya daha fazla hane içeren binalarda merkezi ısıtma sistemi kullanımı tavsiye edilmektedir. Mevzuata göre yeni yapılacak olan binalarda toplam kullanım alanı 1000 metrekareden büyük ise merkezi ısıtma sistemlerinin yapılması şarttır. Doğalgazın diğer yakıtlara göre alt ısı değerinin ve veriminin yüksek, emisyon katsayısının ise düşük olması sebebiyle merkezi ısıtma sistem için tavsiye edilen bir yakıttır. Ayrıca doğalgaz kullanımında maliyet, kömürden %62, odundan %71, elektrikten ise %76 daha düşük olmaktadır. Merkezi ısıtma sistemi kullanılan binadaki hacimler sürekli ısıtılmakta olduğundan yakıt tüketimi daha az olmaktadır. Merkezi ısıtma sisteminde kullanılan gaz yakıtlı kazanların 20 yıllık çalışma süresini doldurduğunda değişimleri şarttır. Isıtıcının sıcak su akışını kesmek ya da açmak yoluyla ısıtıcının ısısını termostatik vana ile kontrol edilmesi mümkündür ve kullanımında %20’ye varan tasarruf sağlar.

Kaynakça

Alarko Carrier: “Termostatik Radyatör Vanaları”, 2011. Alarko Carrier Sanayi ve Ticaret A.Ş.

Altaş, S., 2010. Kızılcahamam Jeotermal Merkezli Isıtma Sistemi İle Klasik Merkezi Isıtma Sisteminin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

- Arıcan, E., 2017. Bölgesel Isıtma Tarihçe ve Avrupa Uygulamaları, Enerji Verimliliği Haftası, 6. Enerji Verimliliği Formu ve Fuarı (TURKOTED).
- Anastasiadis S. 2020. Understanding Central Heating Systems. www.homeadviceguide.com:https://www.homeadviceguide.com/wp-content/uploads/2016/05/UnderstandinCentral-Heating-Systems-HomeAdviceGuide.pdf
- Association of Plumbing and Heating Contractors. 2020. Understanding Central Heating Systems. <https://www.aphc.co.uk/wp-content/uploads/2019/07/UNDERSTANDING-CENTRAL-HEATING-SYSTEMS-Dec13.pdf>
- Bedeloğlu A.Ç, Demir, A, Bozkurt, Y. 2010. Fotovoltaik Teknolojisi: Türkiye ve Dünyadaki Durumu, Genel Uygulama Alanları ve Fotovoltaik Tekstiller. Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(2): 43-58
- Begić H.N, 2020. İshak Paşa Sarayı Mimari Bezemelerinin Giyim-Kuşamda Kullanımı Üzerine Bir Çalışma. Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi XLVIII, 2020/1, 220-236.
- Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEPY). Resmi Gazete 27075, md. 13/3-4 2008. Erişim 12 Ocak 2021, <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2008/12/20081205-9.htm>
- Bulgurcu H, İlten N, Kon O, 2013. Merkezi Isıtma Yapılan Bir Binadaki Su Dolaşım Pompasının Sistem Eğrileri Yardımıyla Optimum Seçimi ve Hesaplama Yöntemlerinin İncelenmesi. 11. ULUSAL TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ – 17/20 NİSAN 2013, İZMİR, S.257-261.
- Can M, 1994. Merkezi Isıtma Sistemlerinin Teknik Ve Ekonomik Analizi Ve Hava Kirliliğini Azaltmadaki Önemi. Çevre Dergisi, OCAK-ŞUBAT-MART 1994 SAYI: 10 S: 30-36.
- Celep G.K, Rüşen, S.E, 2016. Application of Economizer for Waste Heat Recovery from Exhaust Flue Gas in Steam Boiler: a Case Study in a Biscuit Factory. 4th International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science (ISITES), Antalya
- Çengel Y. A, Boles, M. A, 2008. Termodinamik Mühendislik Yaklaşımıyla. İzmir Güven Kitabevi.
- Çetinkaya E, 2012. Binalarda Enerji Verimliliğinin Analizi. Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Çoban, O, Kılınc, N. Ş, 2016. Enerji Kullanımının Çevresel Etkilerinin İncelenmesi. Marmara Coğrafya Dergisi, 33: 589-606
- Çomaklı K, Çakır U, Efe Ş, 2011. Farklı Bina Tipleri Ve Yakıtlar İçin Merkezi Isıtma Sistemlerinin Maliyet Analizi. X. ULUSAL TESİSAT MÜHENDİSLİĞİ KONGRESİ.
- Çomaklı, K, Yüksel B, Bakırcı K, 2006. Bölgesel Isıtma sistemleri Boru Hatlarında Meydana Gelen Enerji ve Ekserji Kayıpları, Tesisat Mühendisliği Dergisi, Sayı:91, S.33-38.
- Efe Ş, 2008. Erzurum’da Kullanılan Isıtma Sistemlerinin Ekonomik Analizi, Yüksek Lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
- Hızıroğlu S, 2007, Yakma Yönetim ve Brülör Kontrol Sistemleri, TTMD Dergisi 51 (2007) 12-18
- HPA Teknoloji, Hidrolik Hesaplar, <http://www.hpa.com.tr/tr/pdf/hidrolik/formuller.pdf> [12.01. 2021]
- Isıl Geçirgenlik Katsayısı (U-Değeri) Nedir ?, Onur Enerji, <https://www.onurenerji.com.tr/olcumler/isi-yalitim-olcumu-isol-gecirgenlik-u-degeri-katsayisi/> [12.01.2021]
- ISITMA TESİSATI KİTABI “ISISAN”
- İzomerK Yalıtım Sistemleri Enerji İnşaat Taah. Danışmanlık Mobilya Gıda A.Ş. <http://www.izomerkyalitim.com/pages.php?id=119> [12.01.2021]
- Karabulut, K. ve Köksal Y, AĞRI İLİNİN TURİZM POTANSİYELİ VE TURİZMİ GELİŞTİRMEYE YÖNELİK ÇÖZÜM ÖNERİLERİ.

- Karanfil, G., Ener Rusen, S., Topcu, M.A., Celtek, S.A. Ve Rusen, A., 2019. "Application Of Recuperator For Waste Heat Recovery From Exhaust Flue Gas In Hot Water Boiler In Central Heating Plant", Eskişehir Technical University Journal Of Science And Technology Applied Sciences And Engineering, 2019.
- Kaynaklı, O., Unver, U., Kılıç, M., "Exergy Analysis of a Lithium Bromide/Water Absorption Refrigeration System.", IEEEES-1 The First International Exergy, Energy and Environment Symposium, 13-17 July 2003, İzmir
- Kırbaç. İ. 2019. Binalarda Enerji Verimliliği Uygulamaları : MAKU Mühendislik Mimarlık Fakültesi Örneği , Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 10(2) , s. 141-149.
- Kırlı, M., Kulu, T. 2016. Enerji yönetimi ve enerji muhasebesi. Journal of Human Sciences, 13(3): 4891-4905.
- Kim M.S., Kim, Y. ve Chung, K.S., 2010. Improvment Of İntermittent Central Heating System Of University Building. Energy and Buildings (2010) 83-89.
- Kilis 7 Aralık Üniversitesi MYO, Isıtıcı Elemanlar.
- Koçu, N., Dereli, M., 2010. Dış duvarlarda ısı yalıtımı ile enerji tasarrufu sağlanması ve detaylarda karşılaşılan sorunlar. V. Ulusal Çatı & Cephe Sempozyumu, İzmir, 9 s.
- Kuprianov VI. Applications of a cost-based method of excess air optimization for the improvement of thermal efficiency and environmental performance of steam boilers. Renew. Sustain. Energy Rev. 2005; 9: 474–498
- Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), 2007. Tesisat Teknolojisi ve İklimlendirme, Merkezi Isıtma Tesisatı 1, Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2015). Merkezi Isıtma Sistemleri. Ankara.
- Olgun, B., Kurtuluş, O., Gültek, S. ve Heperkan, H.A., (2009), Enerji Verimliliği ve Türkiye'deki Mevzuat, IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, S:397-407.
- Rüşen S.E., Topçu M.A., Celep G.K., Çeltek S.A., Rüşen A., Üniversite Kampüs Binaları için Enerji Etüdü: Örnek Çalışma, Ç.Ü. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 33(2), 2018.
- SETAŞ Enerji A.Ş., Pompa ve Fan Sistemlerinde Enerji Verimliliği, Elektrik Mühendisleri Odası, https://www.emo.org.tr/ekler/6df78147e41f780_ek.pdf [12 Ocak 2021]
- Sıvı Debi Ölçümleri, Onur Enerji, <https://www.onurenerji.com.tr/olcumler/sivi-debisi-olcumleri/> [12.01.2021]
- Solmaz, R. ve Alkan, A., 2017. Merkezi Isıtma Sistemlerinde Verimi Arttırmak İçin Dinamik Kontrol ve Otomasyon Uygulaması, KSU Mühendislik Bilimleri Dergisi, 20(1), 2017.
- Şimsek, E., 2013. Isıtma Sistemleri, Balıkesir Üniversitesi Ders Notu.
- Termal Kamera Ölçümleri, Onur Enerji, <https://www.onurenerji.com.tr/olcumler/termal-kamera-olcumleri/> [12.01.2021]
- Tesisat Dergisi, Baca Gazı Analizinde Ölçüm Parametreleri, 7 Haziran 2011, 185. Sayı. http://www.tesisat.com.tr/yayin/130/_2932.html#.X_2QcegZPa
- Testo Acumen, 2014. Are the walls energy efficient ? Find out with testo 635 U value measurement, [Web günlük postası], <http://testo-india.blogspot.com/2014/05/are-walls-energy-efficient-find-out.html> [07.05.2014]
- Tunay, B., Merkezi Isıtma Sisteminde Etkili Olan Parametrelerin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Hitit Üniversitesi, Çorum.
- Türkeri A. Bireysel Ve Merkezi Isıtma Sistemlerinin Tanıtımı Ve Karşılaştırılması
- UGETAM, "Mühendisler İçin Doğal Gaz İç Tesisatı Projelendirme ve Uygulama Kuralları", www.ugetam.com.tr

- Unver, U., Kara, O., 2019. Energy Efficiency by Determining the Production Process with the Lowest Energy Consumption in a Steel Forging Facility. *Journal of Cleaner Production*. Vol.215, pp: 1362-1370. Doi:10.1016/j.jclepro.2019.01.168
- Ünver, Ü, Adıgüzel, E , Adıgüzel, E , Çivi, S , Roshanaei, K . 2020. Türkiye’deki İklim Bölgelerine Göre Binalarda Isı Yalıtım Uygulamaları . *İleri Mühendislik Çalışmaları ve Teknolojileri Dergisi* , 1 (2) , 171-187. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/imctd/issue/59372/805008>
- Yazgan, Ş. ve Kadanalı, E., 2012, Ağrı İlinin Kırsal Turizm Potansiyelinin Değerlendirilmesi, *KMÜ Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* 14 (22): 5-10.