

T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS

MERKEZİ ISITMA SİSTEMLERİNDE ISI İSTASYONU KULLANIMININ
TEKNO EKONOMİK ANALİZİ

Emre Volkan BABUR

MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞANLIURFA

2019

Prof. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR danışmanlığında Emre Volkan BABUR' un hazırladığı “ **Merkezi ısıtma sistemlerinde ısı istasyonu kullanımının teknolojik analiz**” konulu bu çalışma 03/09/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Danışman : Prof. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Fatih ÜNAL

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Yusuf İŞİKER

Bu Tezin Makine Mühendisliği Anabilim Dalında Yapıldığını ve Enstitümüz Kurallarına Göre Düzenlendiğini Onaylarım.

Doç.Dr. İsmail HİLALİ
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	v
1. GİRİŞ	1
1.1. Isı İstasyonları.....	2
1.1.1. Hidrolik kontrollü ısı istasyonu.....	4
1.1.2. Termostatik kontrollü ısı istasyonu.....	5
1.1.3. Çift Eşanjörlü ısı istasyonu	6
1.1.4. Yerden ısıtılmal ısı istasyonu	6
1.1.5. Isı istasyonlarının konumlandırılması	7
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	11
3.1. Örnek Yapı Seçimi	11
3.2. Merkezi Isıtma Sistemi Seçimi ve Boyutlandırması	13
3.3. Kullanım Sıcak Su Sistemi Seçimi ve Boyutlandırması	13
3.4. Boyler Hesabı	14
3.5. Isı İstasyonu Hesabı	15
3.6. İşletme Maliyeti Hesabı	16
3.7. Sistemlerin Maliyet Analizi	17
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	19
4.1. Bina Isı Kaybı Hesabı.....	19
4.2. Kazan + Isı İstasyonu Hesabı.....	27
4.3. Kazan + Boyler Hesabı	36
4.4. Maliyet Analizi	45
4.4.1. İlk yatırım maliyeti	45
4.4.2. Bakım maliyeti	51
4.4.3. İşletme maliyeti	52
4.4.4. Sıştemin maliyet bileşenleri	54
4.4.5. Ekonomik analiz.....	55
SONUÇ ve ÖNERİLER.....	59
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	61

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**Merkezi Isıtma Sistemlerinde Isı İstasyonu Kullanımının
Tekno Ekonomik Analizi**

Emre Volkan BABUR

**Harran Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR
YIL: 2019, Sayfa: 61**

Enerji konusu günümüz koşullarında çok önemli bir yere sahip olup enerji verimliliği kavramı önemini giderek artırmaktadır. Türkiye, tükettiği enerjinin %70'inden fazlasını kömür, petrol ve doğalgaz olmak üzere ithal etmektedir. İthalata dayalı olan bu kaynakların verimli olarak kullanılması için 2007 yılında enerji verimliliği kanunu çıkarılmıştır. Bu kanun ile enerjinin üretim, iletim, dağıtım ve tüketim aşamalarında, endüstriyel işletmelerde, binalarda, ulaşımda enerji verimliliğinin artırılmasına ve desteklenmesine, toplum genelinde enerji bilincinin geliştirilmesine yönelik uygulanacak usûl ve esaslar belirlenmiştir. Bu kanuna göre hazırlanan binalarda enerji performansı (BEP) yönetmeliği 2007 yılı itibariyle yürürlüğe girmiştir. BEP yönetmeliğine göre, binanın toplam kullanım alanının 2.000 m²'den büyük olması halinde “merkezi ısıtma sistemi” zorunlu hale getirilmiştir. Bu yönetmelikle binaların ısıtma ve kullanım sıcak suyu ihtiyacını karşılayan kombilerin kullanımı kısıtlanmış ve merkezi ısıtma sisteminde kullanım sıcak suyu için boylerler, eşanjörler, ve sıcak su tankları gibi alternatifler gündeme gelmiştir. Genel olarak ülkemizde merkezi sistemlerinde kullanım sıcak suyu boyler ile karşılanmaktadır. Bu sistemin en büyük dezavantajları, boyler hattının yüksek boru maliyeti ve boru hatlarından olan ısı kayıplarıdır. Son yıllarda kullanım sıcak suyu için boyler sistemine alternatif olarak “ısı istasyonları” kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle yüksek katlı binalarda ısı istasyonu uygulamaları tercih edilmektedir. Isı istasyonu, merkezi sistemle ısıtılan binalarda her daireye ayrı ayrı monte edilerek, kullanım sıcak suyunu ani ısıtma prensibiyle hazırlayan ve ısıtma sisteminin kontrolünü sağlayan çok fonksiyonlu bir ünedir. Isı istasyonları konfor, sağlık, işletme ve bakım avantajları ile kullanım sıcak suyu alanında yeni bir alternatif olmuştur. Bu tez çalışmasında; yüksek katlı bir binanın merkezi ısıtma sistemi ile sıcak su ihtiyacının karşılanması durumunda iki farklı sıcak su sisteminin (boyler ve ısı istasyonu sistemi uygulamaları) karşılaştırılarak sistemlerin teknolojik ekonomik analizi yapılmıştır. Çalışma sonunda, ısı istasyonu uygulanan sistemin boylerli sisteme göre daire sayısına bağlı olarak hem ilk yatırım maliyetinde hem de işletme giderlerinde tasarruf elde edilmiştir.

ANAHTAR KELİMELER: Merkezi sistem, boyler, kullanım sıcak suyu, ısı istasyonu

ABSTRACT

MSc Thesis

Techno-Economic Analysis of the Use of Heat Stations in Central Heating Systems

Emre Volkan BABUR

**Harran University
Graduate School of Natural and Applied Science
Department of Mechanical Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR
Year: 2019, Page: 61**

Energy issue has a very important place in today's conditions and the concept of energy efficiency is increasingly increasing. Turkey, which annually consumes coal, oil and natural gas is imported 70% of the amount of energy. Energy efficiency law was enacted in 2007 for the efficient use of these resources based on imports. With this law, the procedures and principles to be applied for the production, transmission, distribution and consumption stages of energy, industrial enterprises, buildings, increasing energy efficiency in transportation and improving energy awareness throughout the society have been determined. The Energy Performance Regulation (BEP) in the buildings prepared based on this law came into force in 2007. According to the BEP regulation, if the total usage area of the building is greater than 2000 m², total central heating system bin is required. With this regulation, the use of combi boilers that meet the heating and domestic hot water needs of the buildings is restricted and alternatives such as boilers, heat exchangers, hot water tanks have been raised for the use of hot water in the central heating system. In general, domestic water is met by the domestic hot water tank. The major disadvantages of this system are the high pipe costs of the boiler line and the heat losses from the pipelines. In recent years, alternative heat stations “have been used as an alternative to the boiler system for domestic hot water. Especially in high-rise buildings, heat station applications are preferred. The heat station is a multifunctional unit, which is installed in each apartment in buildings heated by the central system, which prepares the domestic hot water with the principle of sudden heating and provides control of the heating system. Heat stations have become a new alternative in the field of domestic hot water with the advantages of comfort, health, operation and maintenance. In this thesis; In case of meeting the hot water demand of the central heating system of a high-rise building, techno-economic analysis of all systems was made by comparing three different hot water systems (boiler and heat station system applications). At the end of the study, depending on the number of apartments of the building, both the initial investment cost and the operating cost of the heat station applied system were saved when compared to the boiler system.

KEYWORDS: Central heating system, boiler, domestic heat water, heat station

TEŞEKKÜR

Tezin konusunun seçiminde, uygulanmasında ve çalışmamda yardımlarını esirgemeyen danışmanım sayın Prof. Dr. Mehmet Azmi AKTACİR' e ve tez çalışmamda bana güven veren babam(hocam) olan sayın Prof. Dr. Yunus BABUR'a ve tezi düzenlemek için yardımcı olan sayın Arş.Gör. Eray ŞİMŞEK'e. ve tesisat öğretmeni olarak uzun yıllar mekanik tesisat projeleri üzerine çalışan sayın Gökan DENİZ'e teşekkür ederim.



ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 1.1.Hidrolik kontrollü ısı istasyonu.....	5
Şekil 1.2. Termostatik kontrolü ısı istasyonu	5
Şekil 1.3.Çift eşanjörlü ısı istasyonu	6
Şekil 1.4.Yerden ısıtmalı ısı istasyonu	7
Şekil 1.5. ısı istasyonu kullanılan merkezi ısıtma tesisat şeması.	8
Şekil 3.1. Örnek yapının 1-15.kat planı projesi.....	12
Şekil 3.2. Örnek yapının (zemin kat) planı projesi.....	12
Şekil 3.3. Isı kaybı cetveli	13
Şekil 4.1. Zemin Kat Planı	23
Şekil 4.2. Birinci kat ve Üst katların Kat Planı	24
Şekil 4.3. 10NK01 Mutfak Isı kaybı hesabı	25
Şekil 4.4. Seçilen DAF ısı istasyonu	28
Şekil 4.5. Isı istasyonu kullanılarak oluşturulan kolon şeması	29
Şekil 4.6. On beşinci kat ile on dördüncü kat arası tesisat şeması.....	33
Şekil 4.7. Birinci kat ile zemin kat arası tesisat şeması	34
Şekil 4.8. Kazan dairesi tesisat şeması	35
Şekil 4.9. Boyler kullanılarak oluşturulan kolon şeması	41
Şekil 4.10. Boyler kullanılarak oluşturulan kazan dairesi	42
Şekil 4.11. Boyler kullanılarak oluşturulan birinci kat ve zemin kat	43
Şekil 4.12. Boyler kullanılarak oluşturulan onbeşinci ve ondördüncü kat	44
Şekil 4.13. Tek blok 32 daireli bina model için ısı istasyonlu sistem ve boylerli sistemin ömür boyu maliyet analizi	56
Şekil 4.14. İki blok 64 daireli bina model için ısı istasyonlu sistem ve boylerli sistemin ömür boyu maliyet analizi	57
Şekil 4.15. Dört blok 128 daireli bina model için ısı istasyonlu sistem ve boylerli sistemin ömür boyu maliyet analizi	58

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Boru çapı seçim.....	15
Çizelge 4. 1. Tuğla İç duvar k katsayısı	19
Çizelge 4.2. Kat arası döşeme k katsayısı	20
Çizelge 4.3. Tuğla dış duvar k katsayısı.....	20
Çizelge 4.4. Teras Çatı k katsayısı	21
Çizelge 4.5. Ara kat tavan k katsayısı	21
Çizelge 4.6. Zemin kat k katsayısı	22
Çizelge 4.7. Zemin kat, diğer katların ve binanın toplam ısı kaybı.....	25
Çizelge 4.8. Dairelerin radyatör seçimleri.....	26
Çizelge 4.9. 1 banyolu 2.3 ve 4 odalı konutlar için ısı istasyonu kapasitesi.....	27
Çizelge 4. 10 Toplam konut sayısına göre eş kullanım faktörleri	32
Çizelge 4.11. Tek bloklu ısı istasyonlu sistemin maliyet analizi.....	45
Çizelge 4.12. İki bloklu ısı istasyonlu sistemin maliyet analizi	46
Çizelge 4. 13 Dört bloklu yapının ısı istasyonlu maliyet analizi	47
Çizelge 4. 14 Tek bloklu boyler maliyet analizi.....	48
Çizelge 4. 15. İki bloklu boyler maliyet analizi	49
Çizelge 4. 16 Dört bloklu yapının boyler maliyet analizi.....	50
Çizelge 4. 17 Boylerli sistem ve ısı istasyonlu sistemin bakım maliyeti.....	51
Çizelge 4.18. Her iki sistemin ısıtma sezonu yakıt tüketim değerleri	52
Çizelge 4.19. Her iki sistemin ısıtma sezonu dışında kalan zamanda yakıt tüketim değerleri	52
Çizelge 4. 20. Tüm sistemlerin ısıtma sezonu işletim giderleri.....	53
Çizelge 4. 21. Tüm sistemlerin ısıtma sezonu dışında kalan zamanda işletim giderleri.....	53
Çizelge 4. 22. Tüm sistemlerin yıllık toplam işletim maliyetleri	54
Çizelge 4. 23 Tüm bina modelleri için merkezi ısıtma sisteminin maliyet bileşenleri	54
Çizelge 4. 24. Ekonomik analiz değerlerinin karşılaştırılması	58

1. GİRİŞ

Enerji verimliliği sürekli olarak günümüzde duyduğumuz kelimelerdir. Enerji verimliliği enerji miktarını düşürmeden aynı üretimi ve hizmet kalitesini sağlayarak enerji tüketiminin azalmasıdır. Dünyada sürekli artan enerji maliyetleri enerji verimliliği konusunun çok önemli olduğunu göstermektedir.

Türkiye’de cari açık sorunu ve çekirdek enflasyonun yükselmesinin en büyük sebebi enerji maliyetleridir. Türkiye son yıllarda yaptığı termik santraller, yenilenebilir enerji işletmeleri ile bu sorunun önüne geçmeyi hedeflemektedir. Ayrıca enerji maliyetleri sorununu çözmek için nükleer enerji projeleri yapılmaktadır.

Ülkemizde, 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu Resmi gazetenin 18.04.2007 tarih ve 26510 sayısı ile yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu kanuna istinaden Resmi Gazetenin 05.12.2008 tarih ve 27075 sayısı ile Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği (BEP) yayımlanmıştır. BEP yönetmeliğe göre, binanın toplam kullanım alanının 2.000 m²’den büyük olması halinde “merkezi ısıtma sistemi” zorunlu hale getirilmiştir. Son yıllarda ülkemizde yapılan konutlarda kullanılan doğalgaz ile bireysel ısıtma tercih edilmekte buda ciddi enerji kayıplarına yol açmaktadır.

Genelde, enerji tüketiminin çok olduğu yerlerden bir tanesi ısıtma sistemleridir. Merkezi ısıtma sistemlerinde kullanım sıcak suyu boyler ile karşılanmaktadır. Bu sistemin en büyük dezavantajları, boyler hattının yüksek boru maliyeti ve boru hatlarından olan ısı kayıplarıdır. Çoklu binalarda(bloklar) kullanılan boyler sistemine alternatif olarak son yıllarda “Isı İstasyonları” kullanılmaya başlanmıştır. Özellikle yüksek katlı binalarda ısı istasyonu uygulamaları tercih edilmektedir.

Isı istasyonu, merkezi sistemle ısıtılan yapılarda her daireye ayrı ayrı monte edilerek, kullanım sıcak suyunu ani ısıtma prensibiyle hazırlayan ve ısıtma sisteminin kontrolünü sağlayan çok fonksiyonlu bir ünedir. Isı istasyonları konfor, sağlık,

işletme ve bakım avantajları ile kullanım sıcak suyu alanında yeni bir alternatif olmuştur.

Bu tez çalışmasında; merkezi ısıtma sistemine sahip yüksek katlı bir binanın kullanım sıcak su ihtiyacının boyler ve ısı istasyonu sistemi ile karşılanması durumları incelenerek incelenen sistemlerin tekno ekonomik analizi yapılacaktır.

1.1. Isı İstasyonları

Isı istasyonu, merkezi sistemle ısıtılan yapılarda her daireye ayrı ayrı monte edilerek, kullanım sıcak suyunu ani ısıtma prensibiyle hazırlayan ve ısıtma sisteminin kontrolünü sağlayan çok fonksiyonlu bir ünedir. Daire ısı istasyonu, merkezi ısıtma sisteminde bir ara yüz görevi üstlenerek o dairenin enerji merkezi olmaktadır. Isı istasyonu enerji üretimi yapmaz, merkezi ısı kaynağından gelen enerjiyi daireye aktarmaktadır (Anonim, 2019).

2007 yılı itibarıyla yürürlükte olan 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu sonucu, toplam inşaat alanı 2.000 m² ve üzeri olan binalarda merkezi ısıtma sistemi kullanımı zorunlu hale getirilmiştir. Bu kanun ile birlikte ısıtma ve kullanım sıcak suyu ihtiyacını karşılayan kombilerin kullanımı kısıtlanmış ve merkezi ısıtma sisteminde kullanım sıcak suyu tedariki için boylerler, eşanjörler, sıcak su tankları gibi alternatifler gündeme gelmiştir. Yine aynı kanun gereğince, bağımsız birimlerin tüketimlerinin ölçülmesi zorunluluğu sonucu sıcak su sayaçları kullanıma sokulmuştur. Isı istasyonları, bazı olumsuzluklar içeren yukarıdaki alternatiflere bir çözüm getirmektedir. Ani su ısıtma prensibi ile sadece ihtiyaç olduğunda kullanım sıcak suyu hazırlanması, bazı enerji kayıplarını ortadan kaldırmaktadır. Bir tanktan daireye basılan kullanım sıcak suyu, uzun tesisat borularında meydana gelen enerji kaybını, sıcak su kullanımının olmadığı, borularda akışın durduğu durumlarda hem bekleyen suyun soğumasından kaynaklanan enerji kaybı, hem de kullanıcının sıcak suyu beklerken musluktan akan ve kullanılmadan tüketilmiş olan su israfı kaybını,

sorununu aşmak için resirkülasyon hattı çekildiğinde, sıcak suyun kullanımı olmadan borulardaki kat edeceği yolun çok uzun olmasından dolayı tankta dönüş sıcaklığındaki düşüş ortadan kalkmaktadır (Anonim, 2019).

Isı istasyonlarında kullanım suyu sıcaklığı hidrolik, termal veya her iki etkenin beraber olduğu kontrol sistemleriyle, 20-70 °C arasında istenilen sıcaklığa ayarlanabilir. Daire büyüklüğü ve oturan sayısına göre belirlenen sıcak su ihtiyacı, plakalı ısı eşanjörü vasıtasıyla bekleme süresine ihtiyaç duymadan karşılanmaktadır. Her bir odanın sıcaklığını kontrol edebilmek için termostatik radyatör vanalarının çalışma koşullarına uygun (optimum) ortamı sağlar (Anonim, 2019).

Isı istasyonlarında kullanım sıcak suyu depolaması olmayıp, ihtiyaç anında hazırlandığı için Lejyonella Bakterisi oluşumu riski ortadan kalkmaktadır. Isı istasyonları, merkezi ısıtma sisteminde birer ara yüzdür. Enerji üretimi yapmaz, ısı merkezinden gelen sıcak suyu, dairenin ihtiyacına göre kontrol ederek eşanjöre ya da ısıtma hattına yönlendirirler. Bundan dolayı her daireye ayrı ayrı doğalgaz hattına ve bireysel bacaya ihtiyaç yoktur. Daire içerisinde bir yanma prosesi gerçekleşmez ve özel baca bulunmadığı için baca gazından zehirlenme riski de yoktur (Anonim, 2019).

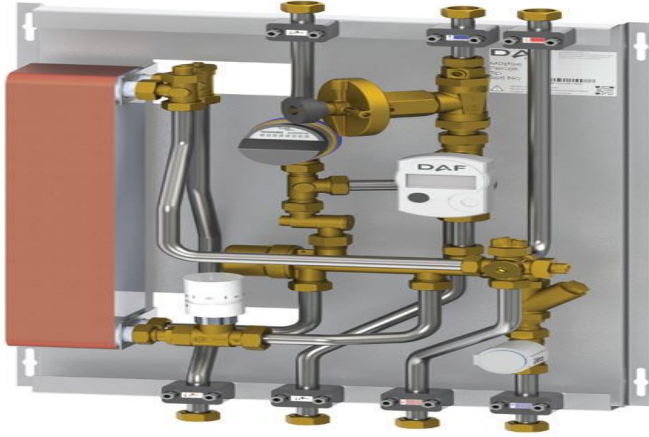
Kullanım sıcak su ihtiyacının ısı istasyonları ile karşılandığı binalarda üç ana kolona ihtiyaç vardır. Bunlar, enerji merkezinden geliş, enerji merkezine dönüş ve soğuk su şebeke geliştire. Kullanım sıcak suyu, ihtiyaç anında ısı istasyonunda hazırlandığı için boyler, sıcak su pompası, pompa panosu, boyler kalorimetreleri ve sıcak su sayaçları gibi ekipmanlara gerek kalmamaktadır.

İstasyon içine ya da dışına monte edilen ısı istasyonunda bulunan soğuk su hattı ve ısı sayacı ile her dairenin kullandığı su ve ısı miktarı belirlenir, gider dağılımlarında sayaçların değerleri göz önüne alınır. Akümülayon tankı kullanıldığında ise sisteme destek olmak üzere, Güneş kolektörleri ve ısı pompaları ilave edilebilir. Kazan dönüş sıcaklıkları çok daha düşük tutulabilmekte, bunun sonucunda yoğunlaşmalı kazanların kullanılması kolaylıkla mümkün olabilmektedir (Anonim, 2019).

Daire girişlerine, şaft boşluklarına, daire önlerine veya daire içerisine konulan ısı istasyonları, o dairenin ısı enerjisi merkezi olmaktadır. Isı istasyonları, dairelerdeki basınç farkına göre devri ayarlanabilen bir sirkülasyon pompası ile beslenir. Ayrıca her istasyonda ısıtma hattına konulan zon ventili yardımı ile o daire kendisi için uygun olan sıcaklığı verecek enerji (merkezi sıcak su) ile beslenebilir. Bireysel bölümlerin (odaların) sıcaklık kontrolü ise termostatik ventiller yardımı ile gerçekleşir. Yeterli debide kullanılacak sıcak su üretimini sağlamak için sistem plakalı ısı değiştiriciyle donatılır ve oransal çalışan hidrolik kontrolör vasıtasıyla sıcak su üretimine öncelik verilir. Isı istasyonlarına monte edilen soğuk su sayacı ve ısı sayacı ile her dairenin kullandığı soğuk su miktarı ve tükettiği ısı enerjisi miktarı belirlenir. Tüketim(gider) hesaplamasında sayaçların değerleri göz önüne alınır. Isı istasyonu, merkezi sistemle ısıtılan yapılarda her daireye ayrı ayrı monte edilir. Isı istasyonu, kullanım sıcak suyunu ani ısıtma prensibiyle hazırlayan ve ısıtma sisteminin kontrolünü sağlayan çok fonksiyonlu bir ünedir. Daire ısı istasyonu, merkezi ısıtma sisteminde bir ara yüz görevi üstlenerek o dairenin enerji merkezi olur. Isı istasyonu enerji üretimi yapmaz, merkezi ısı kaynağından gelen enerjiyi daireye aktarır (Anonim, 2019).

1.1.1. Hidrolik kontrollü ısı istasyonu

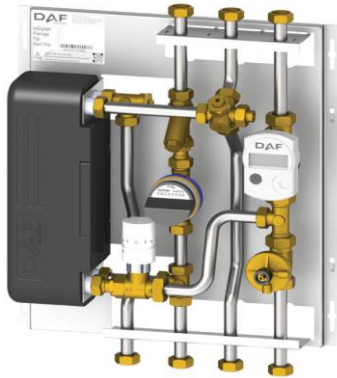
Hidrolik kontrollü ısı istasyonlarında kontrol hem hidrolik hem de termostatik olarak yapılır. Sistem kullanım sıcak suyu öncelikli çalışır. Daire içerisinde kullanım sıcak suyu tüketimi başladığında hidrolik kontrolör ile tüketilen sıcak su ihtiyacıyla orantılı olarak eşanjöre giren kazan debisi ayarlanır. En yüksek sıcak su tüketimine ulaşıldığında ısıtma hattı tamamen kapanır ve kullanım sıcak suyu konfor koşulları her zaman en üst seviyede tutulur. Bununla beraber termostatik sıcaklık kontrol vanası ile kullanım suyu istenilen sıcaklığa ayarlanabilir (Anonim, 2019).



Şekil 1.1. Hidrolik kontrollü ısı istasyonu

1.1.2. Termostatik kontrollü ısı istasyonu

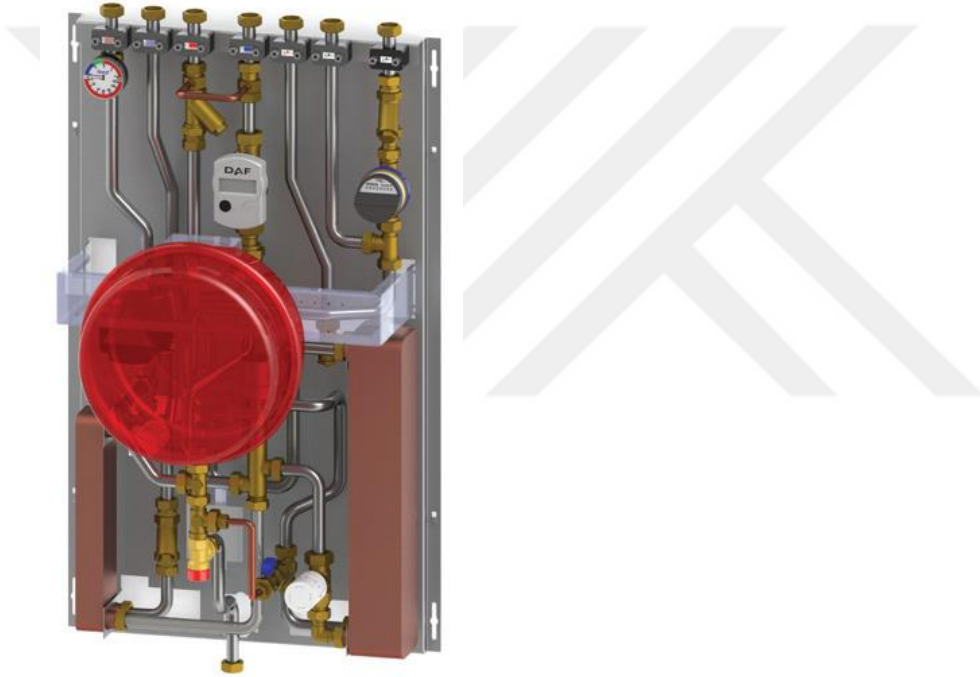
Termostatik kontrollü ısı istasyonlarında kontrol sıcaklığa bağlı yani termostatik olarak yapılmaktadır. Sistem, kullanım sıcak suyu öncelikli çalışmaktadır. Ancak kullanım sıcak suyu tüketimi devam ederken de ısıtma işlevi de kısmi olarak sürdürülmektedir. Sistem temel olarak, bir adet termostatik sıcaklık kontrolörü ve bir eşanjörden oluşmaktadır. Termostatik sıcaklık kontrolörü duyar elemanı eşanjörün içerisine daldırılmıştır, böylece daire içerisinde kullanım sıcak suyu tüketimi başladığında duyar eleman soğumaya başlar ve termostatik sıcaklık kontrolörü açılmaktadır. Kazandan gelen sıcak su eşanjöre yönelir ve kullanım sıcak suyunu ısıtmaya başlar. Daire içerisinde sıcak su tüketimi sona erdiğinde eşanjör içerisindeki duyar eleman ısınır ve eşanjör devresini kapanır. Sistem soğuyuncaya kadar kapalı kalmaktadır. (Anonim, 2019).



Şekil 1.2. Termostatik kontrolü ısı istasyonu

1.1.3. Çift eşanjörlü ısı istasyonu

Çift eşanjörlü ısı istasyonlarında kazandan gelen su, ısıtma eşanjörünün primer hattına yönlendirilir. Eşanjörün sekonder tarafı ise daire ısıtma devresi için kullanılmaktadır. Isı istasyonunda ısıtılan su frekans invertörlü bir sirkülasyon pompası ile daire ısıtma hattına basılır, daire de soğuyan su ısınmak üzere ısı istasyonuna geri döner. Sistem kapalı devre haline getirildiği için ısı istasyonu içerisine bir genleşme tankı dahil edilmiştir. Daire ısıtma hattının sıcaklık kontrolü radyatör veya yerden ısıtma sistemine göre değişiklik göstermektedir. (Anonim, 2019).



Şekil 1.3.Çift eşanjörlü ısı istasyonu

1.1.4. Yerden ısıtmalı ısı istasyonu

Çoğunlukla kazan sıcaklıkları yerden ısıtma besleme suyu sıcaklıklarına göre yüksektir. Bu sıcaklığın istenen noktaya getirilebilmesi için ısı istasyonu uygulamaları kompakt, efektif ve verimli çözümler sunmaktadır. Bunun sağlanabilmesi için ısı istasyonu içerisine bir adet yerden ısıtma karışım kiti eklenir.

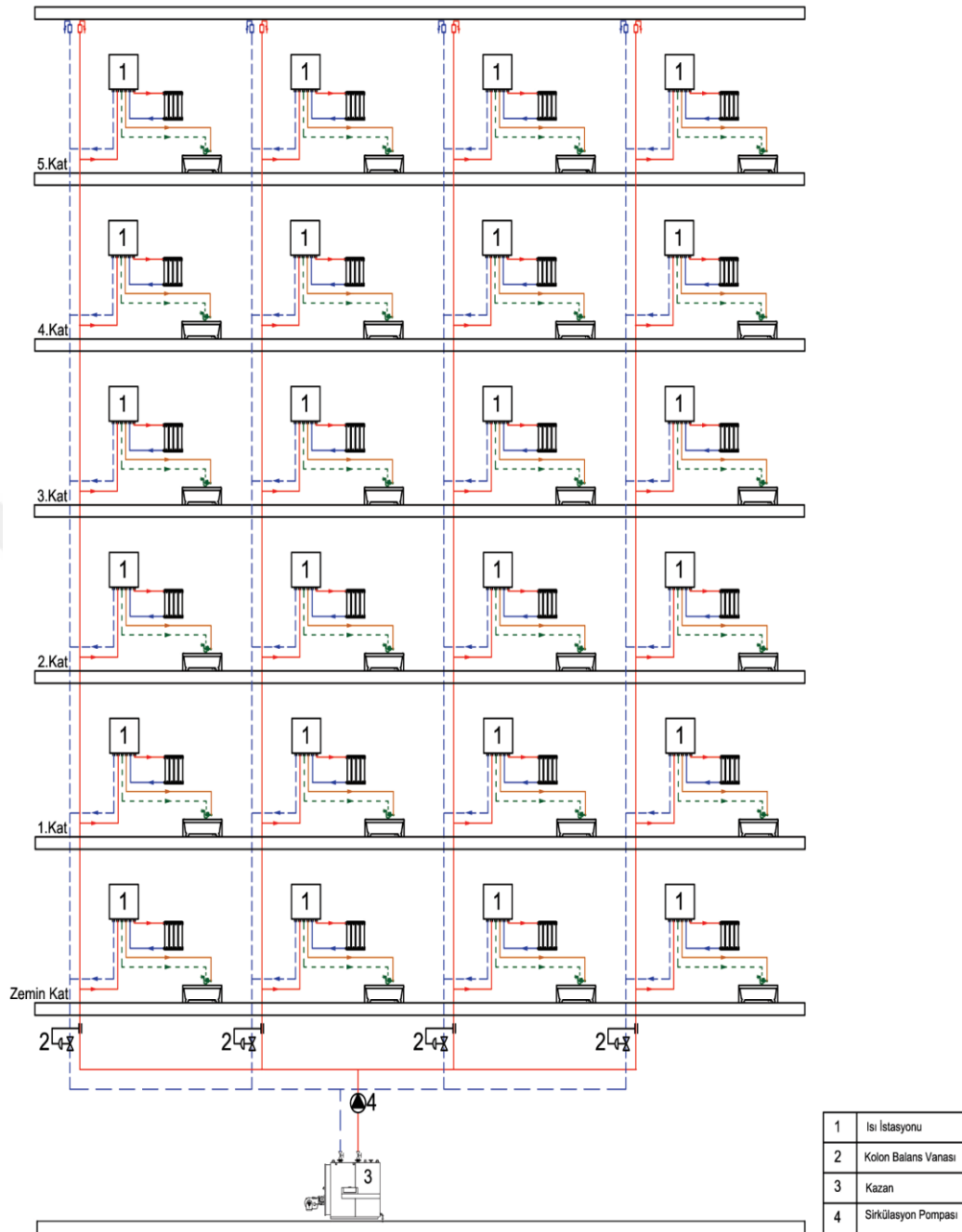
Yerden ısıtmalı ısı istasyonları kullanım sıcak suyu bakımından iki farklı kontrol sistemiyle sunulmaktadır. Bunlar, Hidrolik Kontrollü Yerden ısıtma Isı İstasyonları ve Termostatik Kontrollü Yerden Isıtma Isı İstasyonları'dır (Anonim, 2019).



Şekil 1.4.Yerden ısıtmalı ısı istasyonu

1.1.5. Isı istasyonlarının konumlandırılması

Isı istasyonlarının bina içerisinde konumlandırılması Şekil 1.5'de gösterilmiştir. Şekilde 1 numara ile gösterilen ısı istasyonlarıdır. Isı istasyonu daire girişlerine konumlandırılır. Hem ısıtma hattı hem de kullanım sıcak suyu hattı ısı istasyonlarının içinden geçerek daireye girmektedir.



Şekil 1.5. Isı istasyonu kullanılan merkezi ısıtma tesisat şeması (Anonim, 2019).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Oğuz, Y. ve Kırmacı, V (2015), ısıtma sistemlerinin maliyet analizi, hem binanın direkt doğalgazlı tasarlanması, hem de daha önce kömürlü merkezi ısıtma sistemi olan binanın doğalgaz merkezi ve doğalgaz bireysel sisteme dönüşümü göz önünde bulundurularak, hangi sistemin daha ekonomik olduğunu tespit etmeye yönelik yürüttükleri çalışmada, en çevreci ve en ekonomik ısıtma sisteminin doğal gazlı merkezi ısıtma sistemi olduğunu rapor etmişlerdir.

Baskos ve ark. (1999), merkezi ısıtma sistemlerinde yakıt tasarrufunu sağlamak için enerji yönetim metodu geliştirmiş, bu metodu gerçek bir sistemde uygulamış ve % 14 lük bir yakıt tasarrufu sağlandığını tespit etmiştir.

Türkeri, A. (2019), bireysel ve merkezi sistemlerin tanıtımını yaparak ilk yatırım, enerji tasarrufu ve işletme ekonomisi açısından karşılaştırılmasını amaçlayan bir çalışma yürütmüştür. Bireysel ve merkezi ısıtma sistemlerinin 20 daireli bir apartman modelinde karşılaştırılması sonucu ilk yatırım maliyeti, işletme giderleri, amortisman giderleri ve diğer giderlerin toplamı olan toplam maliyet açısından 20 daireli bir apartman için merkezi ısıtma sisteminin daha ekonomik olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Acarkan, B. (2005), bireysel ve merkezi ısıtma sistemlerinde verimlilik ve ekonomiklik analizi yapmış, hazırlanan karşılaştırma tabloları doğrultusunda, merkezi ısıtma sistemlerinde, bireysel ısıtma sistemine göre, ilk yatırım maliyeti olarak yaklaşık %30' luk bir kazanç sağlandığını rapor etmiştir. Ayrıca binalarda yalıtım uygulanması ile yaklaşık %20' lik bir enerji tasarrufu sağlandığını da tespit etmiştir.

Savaşan, M. (2007), yaptığı yüksek lisans çalışmasında, merkezi ve bireysel ısıtma sistemlerinin termoekonomik analizini yapmış, bireysel ısıtma sistemlerinde ilk yatırım maliyetinin merkezi ısıtma sistemlerine göre daha fazla olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Demir, A. (2000), İstanbul'da bulunan 12 daireli bir apartmanın ısıtılması için merkezi sistem (klasik merkezi sistemle ısıtmadan farklı olarak her daire girişinde ısı sayacı kullanılmıştır) ile bireysel (kombili) sistemin yatırım ve işletme maliyetleri

yönünden karşılaştırılması yapmıştır. Merkezi ısıtma sistemlerinin işletme ve yatırım maliyeti açısından en ekonomik sistem olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Gürenli, M. ve Atamtürk, U. (2011), merkezi kullanım sıcak suyu sistemlerinde en yaygın iki sistem olan, “hızlı boyler” ile “depo şarj sistemi” arasında bir karşılaştırma yapılmış, düşük ısıtma kapasiteli küçük sistemlerde hızlı boyler kullanılması daha avantajlı iken talebin daha büyük olduğu yerlerde ve kullanma suyunun kireçli olduğu uygulamalarda depo şarj sistemi daha uygun bir sistem olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Çomaklı, K. ve ark. (2011), konutlarda merkezi ısıtma sistemlerinde doğalgaz , fueloil ve kömür yakıt tipleri ilk kurulum ve işletme maliyetleri olarak karşılaştırılmış doğalgazlı sistemin ilk yatırım maliyeti olarak en fazla olduğu görülmüştür ve yıllık işletme maliyeti açısından en ekonomik sistemin doğalgazlı sistem olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Recknagel H. ve ark (2000), Tercih yaparken göz önüne alınması gereken, ısıtma sisteminin sadece ilk yatırım maliyeti ya da işletme giderleri değil, bunlarla birlikte amortisman giderlerinin ve diğer giderlerin de değerlendirilmesiyle ortaya çıkan toplam maliyetidir. Bu nedenle, yapı projelerinin mümkün olan en erken safhalarında ısıtma sistemi tercihi üzerinde düşünülmeli ve bu aşamada uzman mekanik tesisat mühendisi devreye girmelidir. Binalarda harcanan enerjinin önemli bir kısmı ısıtma ve sıcak su hazırlamaya ayrıldığı için, özellikle enerji tasarrufu açısından düşünülecek olursa sistem tercihi konusunda erken harekete geçmek önem kazanacağını tespit etmiştir.

Ülkemizde Isı istasyonu ile ilgili olarak Makine Mühendisleri Odasının düzenlediği ve konuşmacı olarak Makine Müh. Oğuz AYDOĞAN’ in verdiği seminer çalışmaları bulunmaktadır. Isı istasyonu uygulamalarında DAF ENERGY Isı İstasyonu uygulamaları kitabı kullanılarak projelerin boyutlandırılması yapılmaktadır.

Bu tez çalışmasında merkezi ısıtma sistemlerinde kullanım sıcak su ihtiyacının karşılanmasında kullanılan boyler sistemi ile bu sisteme alternatif olarak sunulan ısı istasyonu sistemlerinin daire sayısında bağlı olarak tekno ekonomik analizin yapılarak literatüre katkı sunulması amaçlanmıştır.

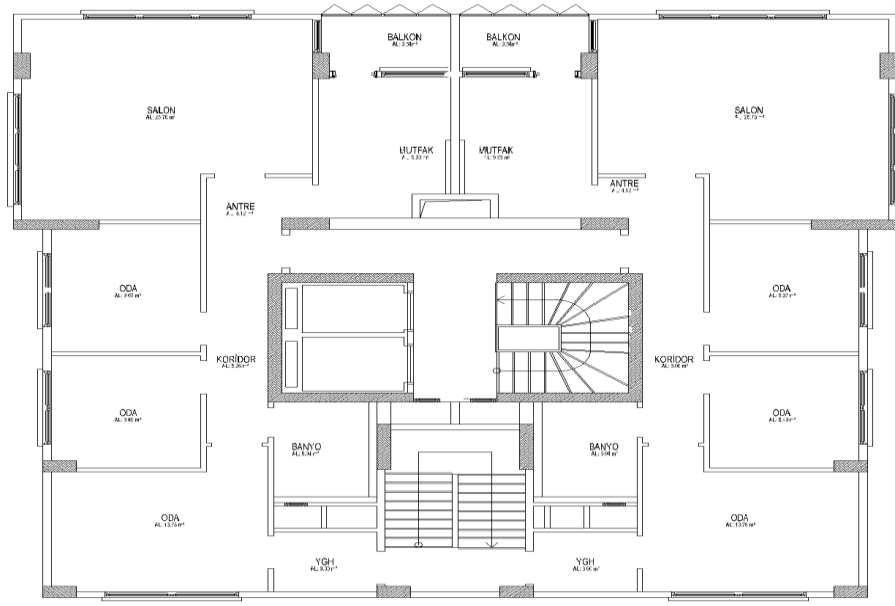
3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışmasında merkezi ısıtma sistemlerinde bina kullanım sıcak su ihtiyacının karşılanmasında yaygın olarak kullanılan boyler sistemine alternatif olarak kullanılan ısı istasyonu uygulamalarının tekno ekonomik analizi gerçekleştirilmiştir. Yapı tek bloklu ve iki bloklu olarak daire sayısı artacak şekilde tasarım yapılmıştır. Daire sayısı artırılarak iki sistem birbiriyle karşılaştırılmıştır. Birinci Sistem Kazan+Boylar, ikinci sistem Kazan+Isı İstasyonu sistemidir.

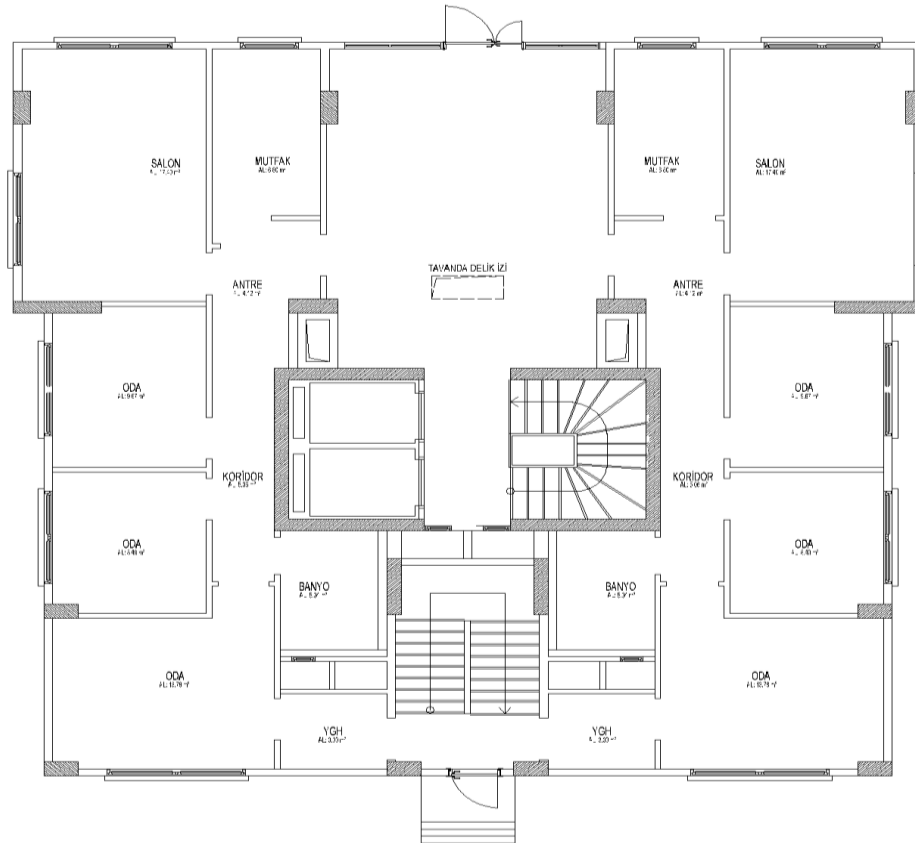
Çalışmada aşağıda belirtilen yöntem uygulanmıştır.

3.1. Örnek yapı seçimi

Bu çalışmada belirlenen amaca uygun olarak yüksek katlı bir bina seçilmiştir. Şekil 3.1 ve 3.2’de örnek yapının mimari projesi gösterilmiştir. Bu çalışmada yapı tek blok,iki bloklu ve dört bloklu olarak tasarlanmıştır. İstanbul’da yapılacak olan bina kat mimari planı değişmeden 15 kat ve zemin kat ile birlikte toplam 16 kat olarak merkezi ısıtma sistemi kullanılmıştır. 16 katlı bina tek bloklu,iki bloklu ve üç bloklu olarak tasarlanıp, kat mimari planları aynı kalmıştır. Tek bloklu yapı 32 daire, iki bloklu yapı 64 daire, üç bloklu yapı 128 daireden oluşmaktadır. Bina, ülkemizde yürürlükte olan BEP yönetmeliğine uygun olarak projelendirilmiştir. Her bir dairede, 3+1 oda, mutfak ve tuvalet bulunmaktadır. Binanın ısıtma projesinde herhangi bir değişikliğe gidilmeden sadece kullanım sıcak suyu projesi değiştirilip boyler ve ısı istasyonu karşılaştırılması yapılmıştır.



Şekil 3.1. Örnek yapının 1-15.kat planı projesi



Şekil 3.2. Örnek yapının (zemin kat) planı projesi

3.2. Merkezi Isıtma Sistemi Seçimi ve Boyutlandırması

Bu çalışmada binanın ısıtma ve kullanım sıcak su sistemi merkezi sistem olarak projelendirilmiştir. Bu amaçla ilk olarak binanın ısı kaybı hesaplanmıştır. Binanın ısı kaybı hesabında gerekli değerler Makine Mühendisleri Odası (MMO) kalorifer tesisatı kitabından alınmıştır (Anonim, 2002a). Şekil 3.3’de yalnız mutfak için ısı kaybı cetveli gösterilmiştir. Aynı ısı cetveli kullanılarak diğer odaların ısı kayıpları bulunmuştur. Hesaplama için gerekli değerler MMO’nın yayınından alınmıştır (Anonim, 2002a). Elde edilen toplam ısı kaybına göre kalorifer tesisatı 80/60 °C’ye göre boyutlandırma yapılmıştır. Isıtma gerekli olan kazan, radyatör gibi cihazların üretici firmaların kataloglarından kapasitelerine uygun olarak seçilmiştir. Bu projede kazanlar kaskad kombi kazan olarak tasarlanmıştır.

Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				
İşareti	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Yüzey	Adet	Çıkarılan	Hesaba Giren	K Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	ZD Birleşik	ZW Kat Yük.	ZH Yön	Z Toplam Zam	QH Isı İhtiyacı
		cm	m	m	m ²	Ad.	m ²	m ²	$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$	°C	W	%	%	%	1+%	W
DAİRE: 3-5-7-9-11-13-15-17-19-21																
			10NK01		MUTFAK		20 °C		9,33		m ²					
ÇCP	K		2,40	2,2	5,3	1		5,3	2,40	23	291					
DD1	K		2,4	3,0	7,2	1	5,3	1,9	0,60	23	26					
İD1	B		4,20	3,0	12,6	1		12,6	2,51	5	158					
İD1	G		2,40	3,0	7,2	1		7,2	2,51	10	181					
TA1					9,3	1		9,3	0,40	23	86					
DÖ2					9,3	1		9,3	2,37	5	111					
											853	20	15	5	1,4	1195
			Qs = a x l x R x H x Δt x Ze x Ad.													
			Qs = 2,0	6,2	0,9	0,7	23	1,0	1,0							180
												TOPLAM ISI KAYBI				1374

Şekil 3.3. Isı kaybı cetveli

3.3. Kullanım Sıcak Su Sistemi Seçimi ve Boyutlandırması

Projede çalışmasında binanın kullanım sıcak su ihtiyacı Kazan+Boyer ve Kazan+Isı istasyonu olmak üzere iki farklı şekilde projelendirilmiştir. 3.4 ve 3.5’de boyler hesabı ve ısı istasyonu hesabı detaylı olarak anlatılmıştır.

3.4. Boyler Hesabı

Boyer ısı değiştiricisi olup, bir ısı üretici ile beraber çalışması gerekmektedir. Konutlarda boyleri kullanabilmek için kat kaloriferi kazanı gerektiği gibi merkezi ısıtma sisteminde kullanılması durumunda kazanın ısıl gücüne ihtiyaç duyulur. Konutlarda boyler kullanılması durumunda ASHRAE standardına göre su sıcaklık değeri en fazla 50°C değerinde olmalıdır (Anonim, 2002b).

Bu çalışmada boyler hesabı için Çizelge 3.1’de verilen tablo kullanılmıştır. Çizelge 3.1 MMO’nun kalorifer tesisatı kitabından sayfa 336 ve sayfa 337 kullanılarak hazırlanmıştır (Anonim, 2002a).

Sıcak su kullanım cihazlarının sıcak su kapasitesi belirlenip daire sayısı ile çarpıldığında toplam sıcak su ihtiyacı bulunur (Anonim, 2002b). Boyler sistemleri için eş kullanım değeri 0,30 olarak alınır. Toplam sıcak su ihtiyacı ile eş kullanım faktörü çarpıldığında ortalama ani ihtiyaç debisi bulunur. Boyler hacmini bulmak için ortalama ani ihtiyaç faktörünü 1,25 l/h değeri ile çarpılarak boyler hacmi bulunur ve bulunan bu değer boyler üretici kataloğundan seçilir (Anonim, 2002b).

Boyer serpantini ısıl kapasitesini (Q_s) bulmak için denklem 3.1 kullanılır. Denklem 3.1’e göre sıcak su ihtiyacı (M_s), suyun özgül ısısı (c), suyun yoğunluğu (q) ve boyler su çıkış sıcaklığı ($T_ç$) ile boyler su giriş sıcaklığının (T_g) farkı çarpılır. Son olarak boyler ısı ihtiyacını belirlemek için denklem 3.2 kullanılır. Denklem 3.2’ye göre suyun ısıtılma zamanı konutlar için bir saat olarak alınmıştır [Anonim, 2002b].

$$Q_s = M_s * c * q * (T_ç - T_g) \quad (3.1)$$

$$\text{Boyer ısı ihtiyacı} = \frac{Q_s}{\text{Suyun ısıtılma zamanı}} \quad (3.2)$$

Boyler seçiminden sonra ısıtma tesisatı ve tesisatının boyutlandırılması yapılmıştır. Bu hesaplamalarda Çizelge 3.1’de verilen tablo kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Boru çapı seçim(Anonim, 2002a)

$\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$		ISITMADA BORU ÇAPLARI	
kcal / h - kcal / h	İNÇ...	DN...	kW - kW
0 - 2 000	1/2"	DN 15	0.0 - 2.3
2 000 - 6 000	3/4"	DN 20	2.3 - 7.0
6 000 - 12 000	1"	DN 25	7.0 - 14.0
12 000 - 24.000	1 1/4"	DN 32	14.0 - 27.9
24 000 - 40.000	1 1/2"	DN 40	27.9 - 46.5
40 000 - 75 000	2"	DN 50	46.5 - 87.2
75 000 - 160 000	2 1/2"	DN 65	87.2 - 186.0
160 000 - 270 000	3"	DN 80	186.0 - 314.0
270 000 - 450 000	4"	DN 100	314.0 - 523.3
450 000 - 700 000	5"	DN 125	523.3 - 814.0
700 000 - 1 200 000	6"	DN 150	814.0 - 1 395.3
1 200 000 - 2 500 000	8"	DN 200	1 395.3 - 2 907.0
2 500 000 - 6 000 000	10"	DN 250	2 907.0 - 6 976.7

3.5. Isı İstasyonu Hesabı

Öncelikle dairelerde bulunan lavabo, duş, küvet gibi sıcak su kullanımı olan birimlerin toplamına göre dairelerin her birinin kullanım sıcak su ihtiyaçları belirlenir. Dairelerin kullanım sıcak su ihtiyaçlarının belirlenmesiyle birlikte, ısı istasyonu kapasitesi ve kullanım sıcak suyu hazırlamak için gerekli merkezi sıcak su debileri de bulunabilir.

Isıtma için ısı kaybı hesabı yapıldıktan sonra gerekli radyatörler mimari yapıya uygun olarak yerleştirilir. Her bir daire için ısı yükü bulunur.

Kullanım sıcak suyu sıcak su debileri ve ısıtma için hesaplanan ısı yükü bilindiğine göre, merkezi sıcak su kolonlarının ve kolon-istasyon bağlantı borularının boyutlandırılması için hangi hatta ne kadar debiye ihtiyacı olduğu, eş kullanım sayıları ile birlikte kısmi olarak hesaplanır.

Hatlardan geçebilecek maksimum debiler belirlendikten sonra, basınç kayıpları ve akış hızları da göz önünde bulundurularak merkezi sıcak su kolonlarının ve kolon-istasyon bağlantı borularının boyutlandırılması yapılır. Bu borular boyutlandırıldıktan sonra boru basınç kayıpları ve yerel kayıplar hesaplanarak en fazla dirençle karşılaşacak olan kritik hattaki toplam basınç kaybı belirlenir. Kritik hattaki toplam basınç kaybı hesaplandıktan sonra şartlara uygun sirkülasyon pompası secimi yapılır. Kazan gücü, eş kullanım sayılarına göre belirlenen toplam kullanım sıcak suyu ihtiyacı ve ısıtma kapasitesini karşılayacak şekilde belirlenir.

Bu çalışmada gerekli hesaplamalar DAF ENERGY'nin "Isı İstasyonu Uygulamaları" kitabında yayınlanan yöntemine uygun olarak yapılmıştır (Anonim, 2019).

3.6. İşletme Maliyeti Hesabı

Boylar sisteminin ve kazan sisteminin toplam enerji giderlerinin tespitinde öncelikle tüketilen doğalgaz miktarının bulunması gerekir. Bir saatte tüketilen doğalgaz miktarının ($V_{yakıt}$) bulunmasında denklem 3.3 kullanılmıştır ve birimi m^3/h 'tir. Burada, Q_{kazan} kazanın kapasitesini, η_{kazan} kazan verimini ve $H_{yakıt}$ doğalgazın ısı değeri göstermektedir.

Hesaplama, kazanlar için 116 kW kaskad kombi kazan kullanılmıştır. Isıtma sezonunda tek bloklu projede boylerli için toplam kapasite 455.84 kW iken ısı istasyonlu sistemde 519.36 kW'tır. İki bloklu projede boylerli sistem için toplam kapasite 1 367.52 kW iken ısı istasyonlu sistemde 996.48 kW'tır. Her iki durumda, kazan verimleri 0.92 ve doğalgazın alt ısı değeri 9.6 kW/m^3 olarak alınmıştır.

$$V_{\text{yakıt}} = \frac{Q_{\text{kazan}} \eta_{\text{kazan}}}{H_{\text{yakıt}}} \quad (3.3)$$

Yıllık toplam doğalgaz tüketimi için kazanın toplam çalışma saatinin bulunması gerekir. İstanbul ilinin ısıtma sezonu 1 Kasım ile 1 Nisan arası toplam 150 gündür (Bulut ve Aktacir, 2011). Bu tez çalışmasında kazanların ısıtma sezonunda günlük 10 saat çalıştığı kabul edilmiştir. Gece 12 ile sabah 10 arası çalışmadığı varsayılmıştır. Isıtma sezonu dışında kalan diğer zamanlarda kullanım sıcak suyu ihtiyacı için kazanlar günlük 2 saat çalıştığı kabul edilmiştir.

Sistemin toplam yıllık doğalgaz tüketimi ($V_{\text{yakıt_yıl}}$) için saatlik yakıt debisi ($V_{\text{yakıt}}$) ile çalışma süresiyle ($T_{\text{çalışma}}$) çarpılarak bulunur (Denklem 3.4).

$$V_{\text{yakıt_yıl}} = V_{\text{yakıt}} * T_{\text{çalışma}} \quad (3.4)$$

Sistemin işletim maliyeti ($E_{\text{işletim}}$) için, sistemin toplam yıllık doğalgaz tüketimi ($V_{\text{yakıt_yıl}}$) ile doğalgaz m^3 fiyatı ($P_{\text{yakıt}}$) çarpılır. İstanbul ili için 01.07.2019 tarihi itibarı ile İGDAŞ verilerine göre abone doğalgaz KDV hariç fiyatı 1,1641 m^3/TL 'dir.

$$E_{\text{işletim}} = V_{\text{yakıt_yıl}} P_{\text{yakıt}} \quad (3.5)$$

3.7.Sistemlerin Maliyet Analizi

Boyutlandırması ve cihaz seçimi yapılan sistemlerin ilk yatırım maliyetleri güncel piyasa değerlerine göre belirlenmiştir. Daha sonraki adımda her iki sistemin teknolojik analiz gerçekleştirilmiştir. Ekonomik analiz için ömür boyutu maliyet analiz (LCC) yöntemi kullanılmıştır. Bu analiz yönteminin hesap adımları aşağıda açıklanmıştır (Aktacir M.A, 2005).

İlk olarak incelenecek sistemler için iskonto oranı (P) denklem 3.6'ya göre hesap edilir. Bu eşitlikte i faiz oranını ve n ömürü göstermektedir.

$$P = \frac{(i+1)^n - 1}{i(i+1)^n} \quad (3.6)$$

İskonto oranı yani P bulunduktan sonra sistemin ömrü boyunca bugünkü (PWC) değeri hesaplanır. Bunun için eşitlik 3.7 kullanılmıştır.

$$PWC = [\text{İlk Yatırım Maliyeti} + (\text{İşletme Maliyeti} * P)] \quad (3.7)$$



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1.Bina Isı Kaybı Hesabı

Bina yapı elemanlarından iç duvar, dış duvar, döşeme ve çatının toplam ısı transfer katsayısı (K) hesaplanarak çizelge 4.1-4.6’da verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Tuğla İç duvar k katsayısı

YAPI ELEMANININ ADI			K W / m² K	KALINLIĞI cm	SEMBOLÜ
TUĞLA İÇ DUVAR			2,51	19	İD1
BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		d (m)	L (W/mK)	d/l , 1/a (m²K/W)	K (W/m²K)
Sıra No	1 / a _i	—	—	0,13	2,510
	1 / a _d	—	—	0,13	
4,4	yalnız alçı harcı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04	
5,1	İç Tuğla	0,15	2,5	0,06	
4,4	yalnız alçı harcı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
1/K = 1/a_i + d_n/l_n + 1/a_d (W / m² K) YÜZEYSEL ISIL İLETİM DİRENCİ a_i= 7,7 W / m² K a_d= 7,7 W / m² K					

Çizelge 4.2. Kat arası döşeme k katsayısı

YAPI ELEMANININ ADI			K W / m² K	KALINLIĞI cm	SEMBOLÜ
KAT ARASI DÖŞEME			2,37	20	DÖ2
BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		d (m)	l (W/mK)	d/l , 1/a (m²K/W)	K (W/m²K)
Sıra No	1 / a _i	—	—	0,13	2,372
	1 / a _d	—	—	0,17	
1,1	granit,bazalt, mozaik, mermer vb.	0,02	3,5	0,01	
4,6	çimento harçlı şap	0,04	1,4	0,03	
5,1	donatılı beton	0,12	2,5	0,05	
4,4	yalnız alçı harcı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
1/K = 1/a _i + d _n /l _n + 1/a _d (W / m² K)			YÜZEYSEL ISIL İLETİM DİRENCİ		
			a _i =	7,7	W / m² K
			a _d =	5,9	W / m² K

Çizelge 4.3. Tuğla dış duvar k katsayısı

YAPI ELEMANININ ADI			K W / m² K	KALINLIĞI cm	SEMBOLÜ
TUĞLA DIŞ DUVAR			0,50	29,5	DD1
BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		d (m)	L (W/mK)	d/l , 1/a (m²K/W)	K (W/m² K)
Sıra No	1 / a _i	—	—	0,13	0,502
	1 / a _d	—	—	0,04	
4,4	yalnız alçı harcı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04	
7,4	yatay delikli tuğlalarla duvarlar	0,20	0,33	0,61	
4,1	kireç harcı kireç-çimento harcı	0,03	1	0,03	
10,6	poliüretan sert köpük levhalar	0,04	0,035	1,14	
4,2	çimento harcı	0,005	1,6	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
1/K = 1/a _i + d _n /l _n + 1/a _d (W / m² K)			YÜZEYSEL ISIL İLETİM DİRENCİ		
			a _i =	7,7	W / m² K
			a _d =	25	W / m² K

Çizelge 4.4. Teras Çatı k katsayısı

YAPI ELEMANININ ADI			K W / m² K	KALINLIĞI cm	SEMBOLÜ
TERAS ÇATI			0,50	33,5	TA1
BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		d (m)	L (W/mK)	d/l , 1/a (m²K/W)	K (W/m²K)
Sıra No	1 / a _i	–	–	0,13	0,50
	1 / a _d	–	–	0,04	
9,17	Karomozaik	0,03	1,03	0,03	
4,6	çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,02	
10,6	poliüretan sert köpük levhalar	0,055	0,035	1,57	
9,9	polimer bitümlü su yalıtım örtüleri	0,02	0,19	0,11	
4,6	çimento harçlı şap	0,03	1,4	0,02	
5,1	donatılı beton	0,15	2,5	0,06	
4,1	kireç harcı kireç-çimento harcı	0,02	1	0,02	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
$1/K = 1/a_i + d_n/l_n + 1/a_d \quad (W / m^2 K)$			YÜZEYSEL ISIL İLETİM DİRENCİ		
			a _i =	7,7	W / m² K
			a _d =	25	W / m² K

Çizelge 4.5. Ara kat tavan k katsayısı

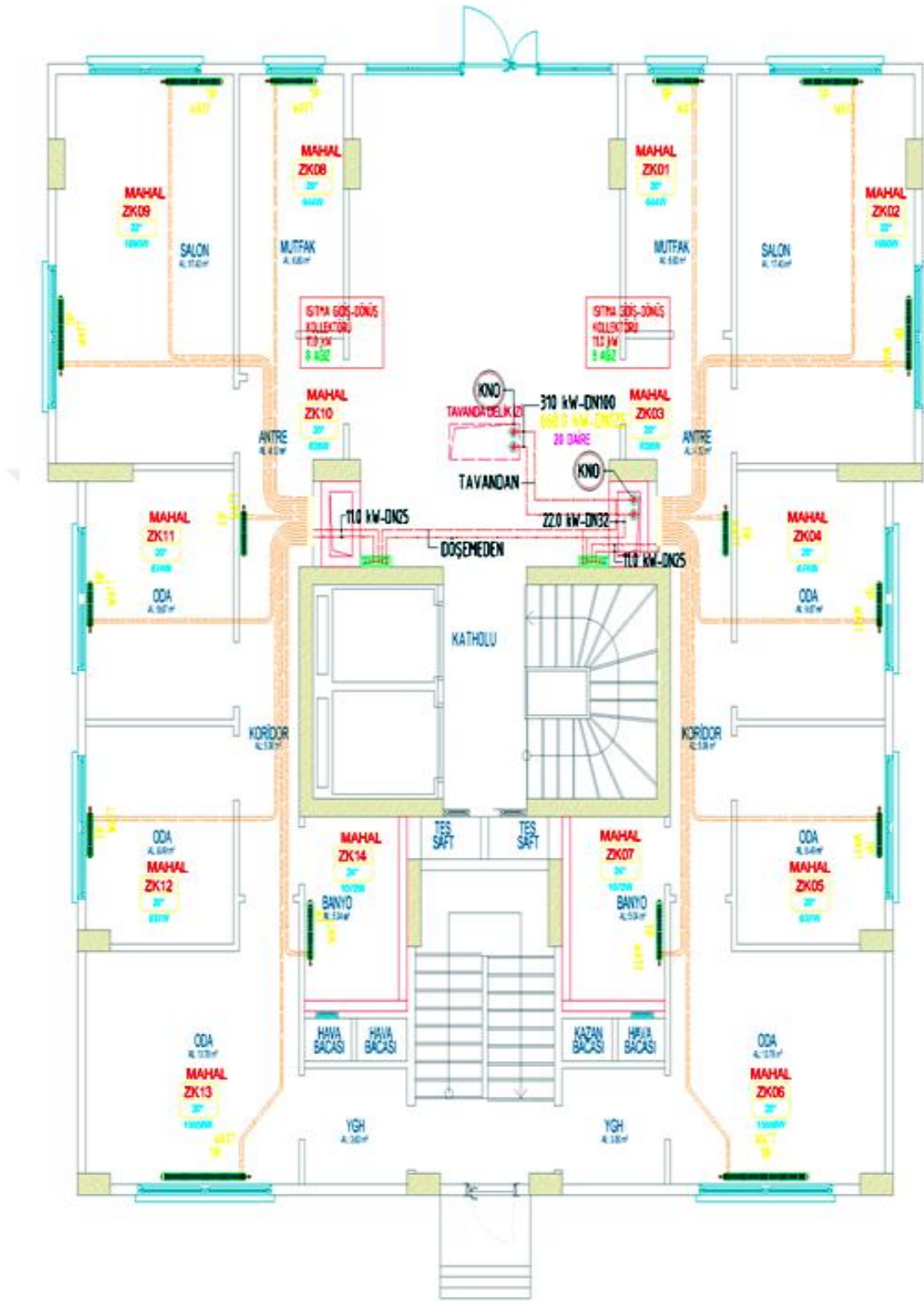
YAPI ELEMANININ ADI			K W / m² K	KALINLIĞI cm	SEMBOLÜ
ARA KAT TAVAN			2,20	24	TA2
BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		d (m)	L (W/mK)	d/l , 1/a (m²K/W)	K (W/m²K)
Sıra No	1 / a _i	–	–	0,13	2,20
	1 / a _d	–	–	0,17	
1,1	granit,bazalt, mozaik, mermer vb.	0,02	3,5	0,01	
4,1	kireç harcı kireç-çimento harcı	0,05	1	0,05	
5,1	donatılı beton	0,15	2,5	0,06	
4,4	yalnız alçı harcı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
$1/K = 1/a_i + d_n/l_n + 1/a_d \text{ (W / m² K)}$			YÜZEYSEL ISIL İLETİM DİRENCİ		
			a _i =	7,7	W / m² K
			a _d =	5,9	W / m² K

Çizelge 4.6. Zemin kat k katsayısı

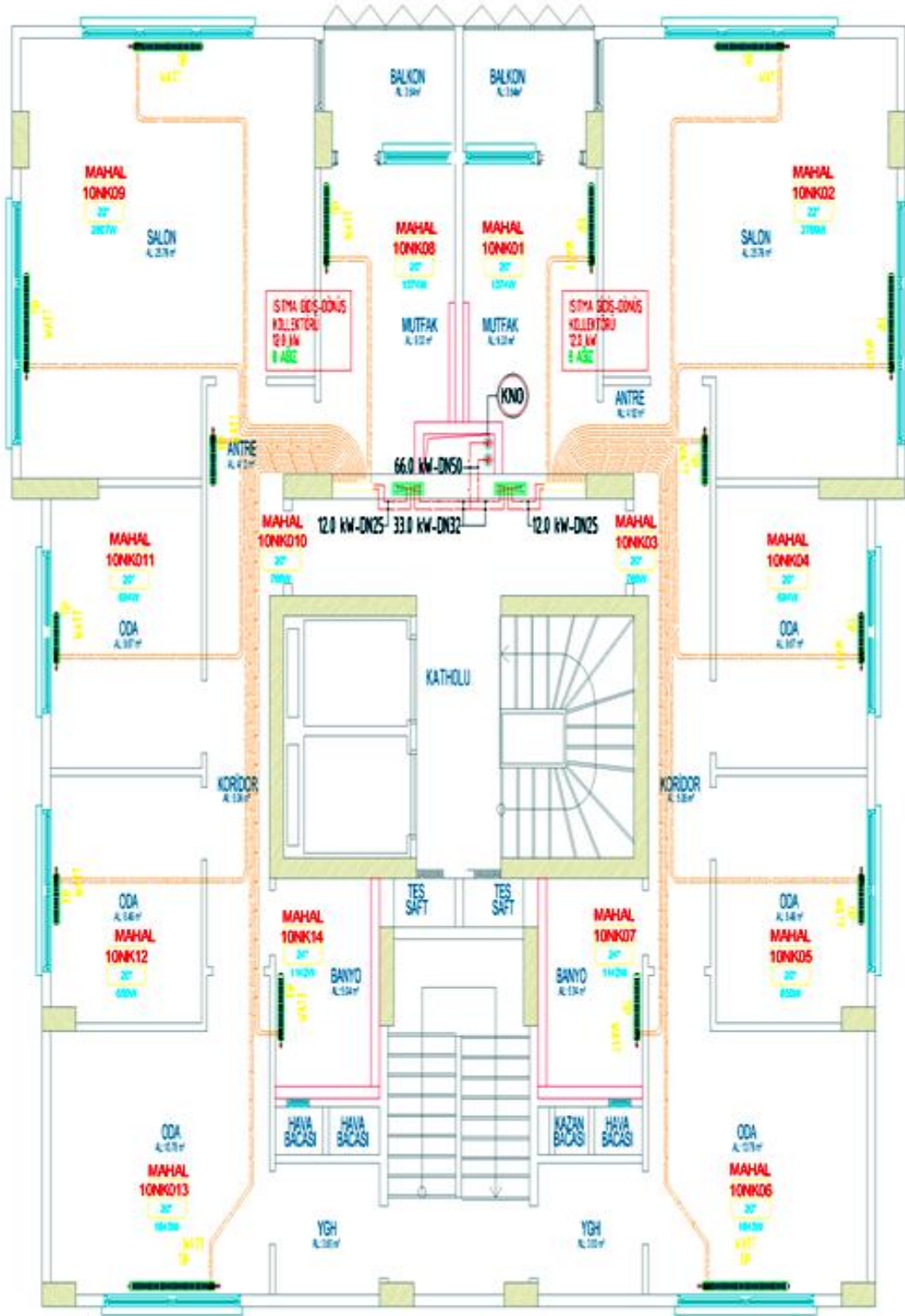
YAPI ELEMANININ ADI			K W / m ² K	KALINLIĞI cm	SEMBOLÜ
ZEMİN KAT DÖŞEME			0,54	25	DÖ1
BİNADAKİ YAPI ELEMANLARI		d (m)	L (W/mK)	d/l , 1/a (m ² K/W)	K (W/m ² K)
Sıra No	1 / a _i	–	–	0,13	0,541
	1 / a _d	–	–	0,17	
1,1	granit,bazalt, mozaik, mermer vb.	0,02	3,5	0,01	
4,6	çimento harçlı şap	0,04	1,4	0,03	
10,6	poliüretan sert köpük levhalar	0,05	0,035	1,43	
5,1	donatılı beton	0,12	2,5	0,05	
4,4	yalnız alçı harcı kullanılarak (agregasız) yapılmış sıva	0,02	0,51	0,04	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
			0	0,00	
$1/K = 1/a_i + d_n/l_n + 1/a_d \quad (W / m^2 K)$			YÜZEYSEL ISIL İLETİM DİRENCİ		
			a _i =	7,7 W / m ² K	
			a _d =	25 W / m ² K	

Her bir dairenin ısı kaybı hesabı yapılarak binanın toplam ısı kaybı bulunmuştur. Hesaplama Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 de verilen kat planı kullanılmıştır. Şekil 4.3’de 10NK01 numaralı odanın ısı kayıp cetveli verilmiştir. Bu odanın toplam ısı kaybı 1 374 W olarak hesaplanmıştır. Dairenin diğer odaları ve diğer katların ısı kayıpları aynı yöntemle tespit edilerek Çizelge 4.7’de verilmiştir. Buna göre tek bloklu binanın toplam ısı kaybı 275 204 kW olarak bulunmuştur.

İki bloklu binada her iki bina birbirinin tipik aynı örneği olduğu için çizelge 4.7 kullanılarak birinci blok ısı kaybı 275 204 kW ikinci blok ısı kaybı 275 204 kW değeri bulunmuştur. Bundan sonra, hesaplanan ısı kayıplarına göre her bir odanın radyatörü seçilmiştir. Bu projede PKKP 22 tip radyatör kullanılmıştır (Anonim, 2002a). Çizelge 4.8’de radyatör kapasiteleri verilmiştir.



Şekil 4.1. Zemin Kat Planı



Şekil 4.2. Birinci kat ve Üst katların Kat Planı

Yapı Bileşeni			Alan Hesabı					Isı Kaybı Hesabı				Zamlar				
İşareti	Yön	Kalınlık	Uzunluk	Yükseklik veya Genişlik	Yüzey	Adet	Çıkarılan	Hesaba Giren	K Katsayısı	Sıcaklık Farkı	Zamsız Isı Kaybı	ZD Birleşik	ZW Kat Yük.	ZH Yön	Z Toplam Zam	QH Isı İhtiyacı
		cm	m	m	m ²	Ad.	m ²	m ²	$\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C}$	°C	W	%	%	%	1+%	W
DAİRE: 3-5-7-9-11-13-15-17-19-21																
			10NK01		MUTFAK		20 °C		9,33		m²					
ÇCP	K		2,40	2,2	5,3	1	5,3	2,40	23	291						
DD1	K		2,4	3,0	7,2	1	5,3	1,9	0,60	23	26					
İD1	B		4,20	3,0	12,6	1	12,6	2,51	5	158						
İD1	G		2,40	3,0	7,2	1	7,2	2,51	10	181						
TA1					9,3	1	9,3	0,40	23	86						
DÖ2					9,3	1	9,3	2,37	5	111						
											853	20	15	5	1,4	1195
			Qs =	a	x	l	x	R	x	H	x	Δt	x	Ze	xAd.	
			Qs =	2,0	6,2	0,9	0,7	23	1,0	1,0						180
TOPLAM ISI KAYBI																1374

Şekil 4.3. 10NK01 Mutfak Isı kaybı hesabı

Çizelge 4.7. Zemin kat, diğer katların ve binanın toplam ısı kaybı

Zemin Kat	Oda no	Isı kaybı W
1 nolu daire	ZK01 (Mutfak)	749
	ZK02 (Salon)	1 690
	ZK03 (Antre ve Koridor)	826
	ZK04 (Oda)	674
	ZK05 (Oda)	637
	ZK06 (Yatak odası)	1 514
	ZK07 (Banyo)	1 072
2 nolu daire	ZK08 (Mutfak)	749
	ZK09 (Salon)	1 690
	ZK10 (Antre ve Koridor)	826
	ZK11 (Oda)	674
	ZK12 (Oda)	637
	ZK13 (Yatak odası)	1 514
	ZK14 (Banyo)	1072
Zemin Kat Tek Daire Isı Kaybı (W)		(14 324*1 KAT) = 14 324 W
1.Kat ile 15.kat Tek Daire Isı Kaybı (W)		(17 392*15 KAT)= 260 880 W
Binanın Toplam Isı kaybı (W)		275 204 W

Çizelge 4.8. Dairelerin radyatör seçimleri (Anonim, 2002a)

Kat	Oda no	Radyatör (W)
Zemin kat 1 ve 2 nolu daireler	ZK01 (Mutfak)	960
	ZK02 (Salon)	960 - 2 adet
	ZK03 (Antre ve Koridor)	960
	ZK04 (Oda)	960
	ZK05 (Oda)	960
	ZK06 (Yatak odası)	1 920
	ZK07 (Banyo)	1 440
	Her daire toplam yük	9 120 W
1. kat ve 15. kat arasındaki daireler	1-10 K08 (Mutfak)	1 600
	1-10 K09 (Salon)	1 440- 2 adet
	1-10 K10 (Antre ve Koridor)	960
	1-10 K11 (Oda)	960
	1-10 K12 (Oda)	960
	1-10 K13 (Yatak odası)	1 920
	1-10 K14 (Banyo)	1 440
	Her daire toplam yük	10 720 W
TOPLAM RADYATÖR YÜKÜ	TOPLAM 32 DAİRE	339 840 W

Radyatör hesabı aşağıdaki, hesaba göre yapılmıştır. Bunun için ZK01 (mutfak) mahalın radyatör hesabı açıklanmıştır. Çizelge 4.7’de ZK01 mahalın ısı kaybı 749 W değeri bulunmuştur.

Bu tezde kullanılan Tip:22 PKKP 600/1 000 radyatörün birim verimi 1 600 W/m olarak alınmıştır. MMO’nun kalorifer tesisatı yayınına göre mahalde kullanılacak radyatör için yeterli uzunluğu hesaplanmasında denklem 4.1’e göre hesaplanmıştır.

$$\text{Radyatör Uzunluğu(m)} = \frac{\text{Mahal Yüğü(W)}}{\text{Radyatörün Birim Verimi}\left(\frac{\text{W}}{\text{m}}\right)} \quad (4.1)$$

Denklem 4.1 kullanılarak, ZK01 mahalının ısı kaybı 749 W ve radyatör verimi 1 600 W/m olduğundan ZK01 için radyatör uzunluğu 0.47 m bulunur. Radyatör verimleri montaj yerine göre değişmektedir. Buna göre örnek projemizde verim kaybı %20 (Anonim, 2002a) olacağı kabul edilmiştir. 0.47 m olarak bulunan radyatör uzunluğu %20 artırılarak radyatörün gerçek uzunluğu 0.56 m bulunur. 0.56 m radyatör

imalatını piyasada bulunmaması sebebiyle, piyasada bulunan en yakın imalat olan 0.60 m uzunluktaki radyatör proje hesabında kullanılır.

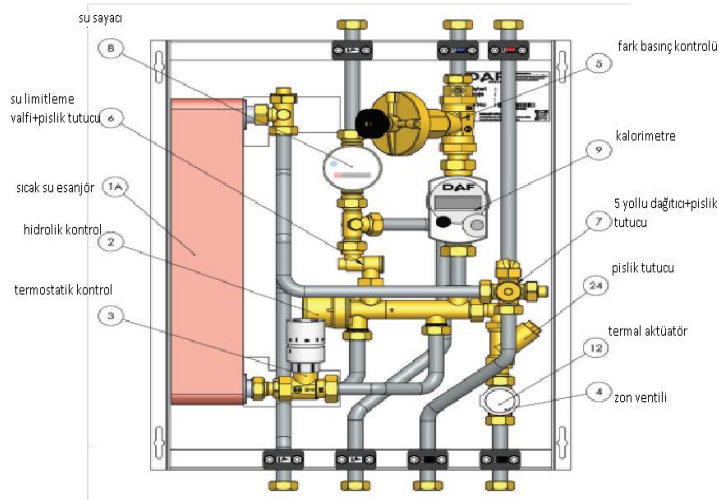
4.2.Kazan + Isı İstasyonu Hesabı

Bir projede; gerekli merkezi ısıtma beslemesinin ve boru çaplarının belirlenmesinde, kazan gücünün hesaplanmasında ve pompa seçiminde öncelikle bilinmesi gereken dairelerdeki gerekli kullanım sıcak su debisi ve sıcaklığı ihtiyacıdır. Bu ihtiyaçların belirlenmesi için dairelerdeki duş, küvet, lavabo gibi sıcak su kullanımı olan kısımların sayıları saptanır. Çizelge 4.9’da verilen değerler DAF energy ısı istasyonları uygulamaları kitabından alınmıştır. Çizelge 4.9’da kullandığımız ısı istasyonunun değerleri verilmiştir. (Anonim, 2019).

Çizelge 4.9. 1 banyolu 2.3 ve 4 odalı konutlar için ısı istasyonu kapasitesi

	Debi (litre/dakika)	Eş kullanım	Litre/dakika	Kapasite (kW)
Duş	9	1	9	
Lavabo	3	0	0	
Eviye	3	1	3	
Toplam			12	33

Hesaplanan binanın her dairesinde bir tuvalet/banyo ve bir mutfak olduğundan çizelge 4.9’a göre toplam sıcak su debisi 12 litre/dakika ve kullanım suyu çıkış sıcaklığı 50 °C olduğunda her bir daire için ısı istasyonu kapasitesi 33 kW’tır. (Anonim, 2019). Bu kapasiteye uygun olarak DAF markanın Hydrotherm he-71 model ısı istasyonu seçilmiştir. (Anonim, 2019). Şekil 4.4’te seçilen ısı istasyonunun şematik resmi görülmektedir.

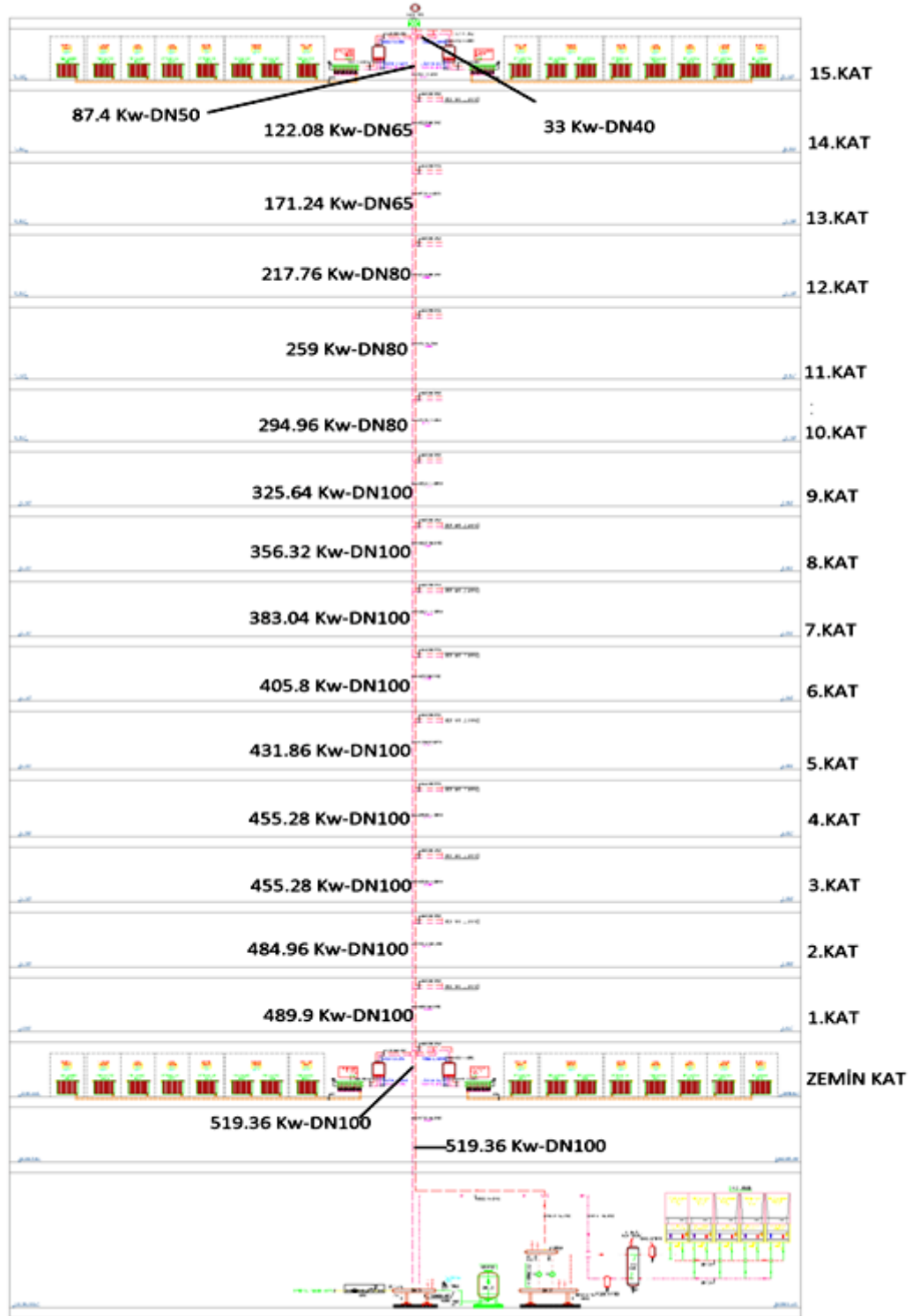


Şekil 4.4. Seçilen DAF ısı istasyonu

Merkezi ısıtma sistemi ve kullanım sıcak su sisteminde kullanılan ısı istasyonu için oluşturulan tesisat şeması Şekil 4.5'te verilmiştir. Bu tesisatta kritik hat kazan ile 15.kat ısı istasyonu arasındaki hattıdır. Bu hattın boyutlandırılması çizelge 3.1'e göre yapılmıştır.

Şekil 4.5'den görüleceği gibi, ısı istasyonu her daire girişinde olmak üzere her katta 2 adet yerleştirilmiştir. Isı istasyonu kapasitesi çizelge 4.9'a göre her daire için kullanım suyu kapasitesi 33 kW'tır. Isıtma için her bir dairenin radyatör yükü 10.720 kW'tır. Zemin kat radyatör yükü her bir daire için 9.12 kW'tır. Toplam yük daire başına 43.7 kW olup her katta iki daire bulunmasından dolayı kat başı toplam ısı yükü 87.4 kW olacaktır. Her daire girişinde boru çapları Çizelge 3.1'e göre DN40 çaplı boru belirlenmiştir. Aşağıdaki formül kullanılarak toplam ısı yükü bulunur.

$$\text{Toplam Isı Yüğü} = \text{Radyatör Yüğü} + (\text{Kullanım suyu yüğü} * \text{Eş kullanım faktörü}) \quad (4.3)$$



Şekil 4.5. Isı istasyonu kullanılarak oluşturulan kolon şeması

Denklem (4.3) kullanılarak 15.kat kolon boru çapını bulmak için toplam ısıtma ve kullanım sıcak suyu yükünü denklemde yerine yazarak toplam ısı yükü belirlenir. 15. katı besleyen kolon parçasının çapı Çizelge 3.1 kullanılarak DN50 olarak belirlenmiştir. En üst kattan yani 15. kattan işleme başlanılacaktır. Denklem (4.3) kullanılarak her katın kolon boru çapı bulunur. 15. katta 66 kW olan ısı istasyonu ve radyatör yükü 20,74 kW olan radyatör yükü ile toplam ısı yükü 87.4 kW olacaktır. Ancak, toplam ısı yükü hesabında eş kullanım faktörünün kullanılması gerekir. Eş kullanım faktörü, toplam daire sayısı içinde aynı anda sıcak su kullanan daire sayısını veren, tecrübeler dayanan ve daire sayılarına göre belirlenen bir katsayıdır. Çizelge 4.10'da toplam daire sayısına göre eş kullanım faktörleri verilmiştir (Anonim, 2019). Bu çizelgeden, 14. katta hattan toplam 4 daire beslendiğinden eş kullanım faktörü 0,60 olarak alınmıştır. Denklem (4.3) kullanılarak toplam ısı yükü bulunur. Radyatör yükü toplam 339.840 kW, ısı istasyonları toplam yükü 1 056 kW ve eş kullanım faktörü binada 32 daire bulunduğu için 0.17'dir. Denklem (4.3) kullanılarak ısı istasyonları toplam yükü ile eş kullanım faktörünü çarpıldığında 179.52 kW bulunur. Denklem (4.3)'e göre radyatör yükü olan 339.84 kW değeri ile 179.52 kW değerini topladığımız zaman toplam ısı yükü 519.36 kW bulunur.

Bina ısı yükünü karşılamak için doğalgaz yakıtlı kombi kazan seçimi yapılmıştır. Toplam ısı yükü 519.36 kW olduğu için 5 adet 116 kW gücünde ECA felis serisi duvar tipi yoğunmalı kazan seçilmiştir. Şekil 4.8'de kazan dairesi tesisat şeması gösterilmiştir.

Yapı tek blokluk olarak hesaplandığında toplam ısı yükü 519.36 kW bulunur. İki blokluk olarak hesaplama yapılırken toplam 64 tane daire ve 64 tane ısı istasyonu bulunur. Çizelge 4.9'dan her bir ısı istasyonu için kullanım suyu kapasitesi 33 kW'tır. 64 tane daire için toplam ısı istasyonu kapasitesi 2 112 kW bulunur. Eş kullanım faktörü çizelge 4.10'a göre 0.14'dir. Denklem (4.3)'e göre kullanım suyu yükü ile eş kullanım faktörü çarpıldığında 295.68 kW bulunur. Toplam radyatör yükü her bir yapı birbirinin mimari olarak ve kat sayısı olarak aynı olduğu için tek blokluk olarak bulduğumuz radyatör yükünü iki ile çarparak iki blokluk yapının toplam radyatör yükünü buluruz.

Toplam radyatör yükü 679.68 kW'tır. Denklem (4.3)'e göre radyatör yükü ile 316.8 kW toplandığında 975.36 kW bulunur.

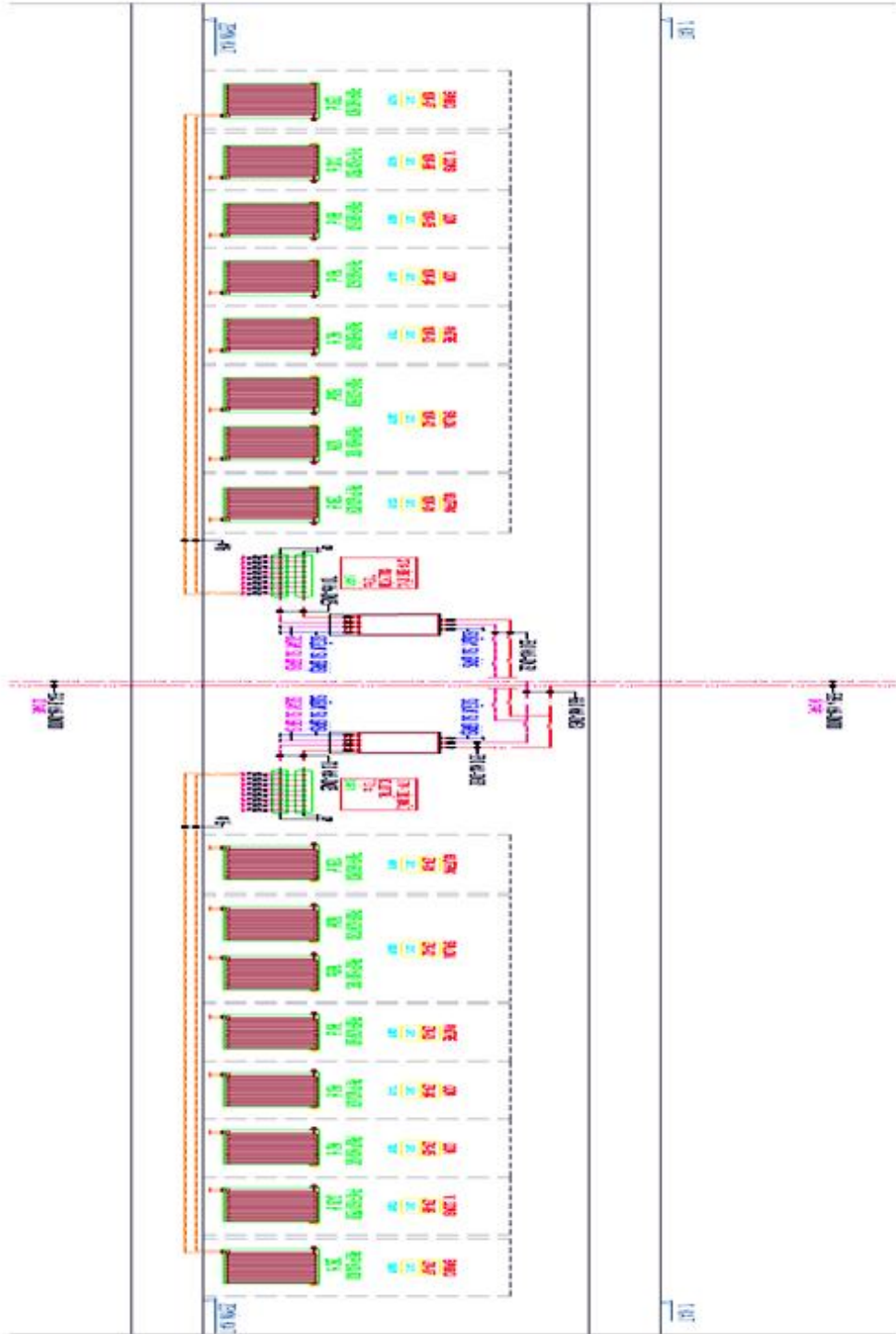
İki bloklu yapının ısı yükünü karşılamak için doğalgaz yakıtlı kombi kazan seçimi yapılmıştır. Toplam ısı yükü 975.36 kW olduğu için 9 adet 116 kW gücünde ECA felis serisi duvar tipi yoğunmalı kazan seçilmiştir.

Yapı dört bloklu olarak hesaplandığında 128 tane daire ve 128 tane ısı istasyonu bulunur. Çizelge 4.9'dan her bir ısı istasyonu için kullanım suyu kapasitesi 33 kW'tır. 128 daire için toplam ısı istasyonu kapasitesi 4 224 kW bulunur. Eş kullanım faktörü çizelge 4.10'a göre 0.09'dur. Denklem (4.3)'e göre kullanım suyu yükü ile eş kullanım faktörü çarpıldığında 380.16 kW bulunur. Toplam radyatör yükü her bir yapı birbirinin mimari olarak ve kat sayısı olarak aynısı olduğundan tek bloklu olarak bulduğumuz radyatör yükünü dört ile çarparak dört bloklu yapının toplam radyatör yükünü buluruz. Toplam radyatör yükü 1 359.36 kW olarak bulunur. Denklem (4.3)'e göre radyatör yükü ile 380.16 kW toplandığında 1 739.56 kW bulunur.

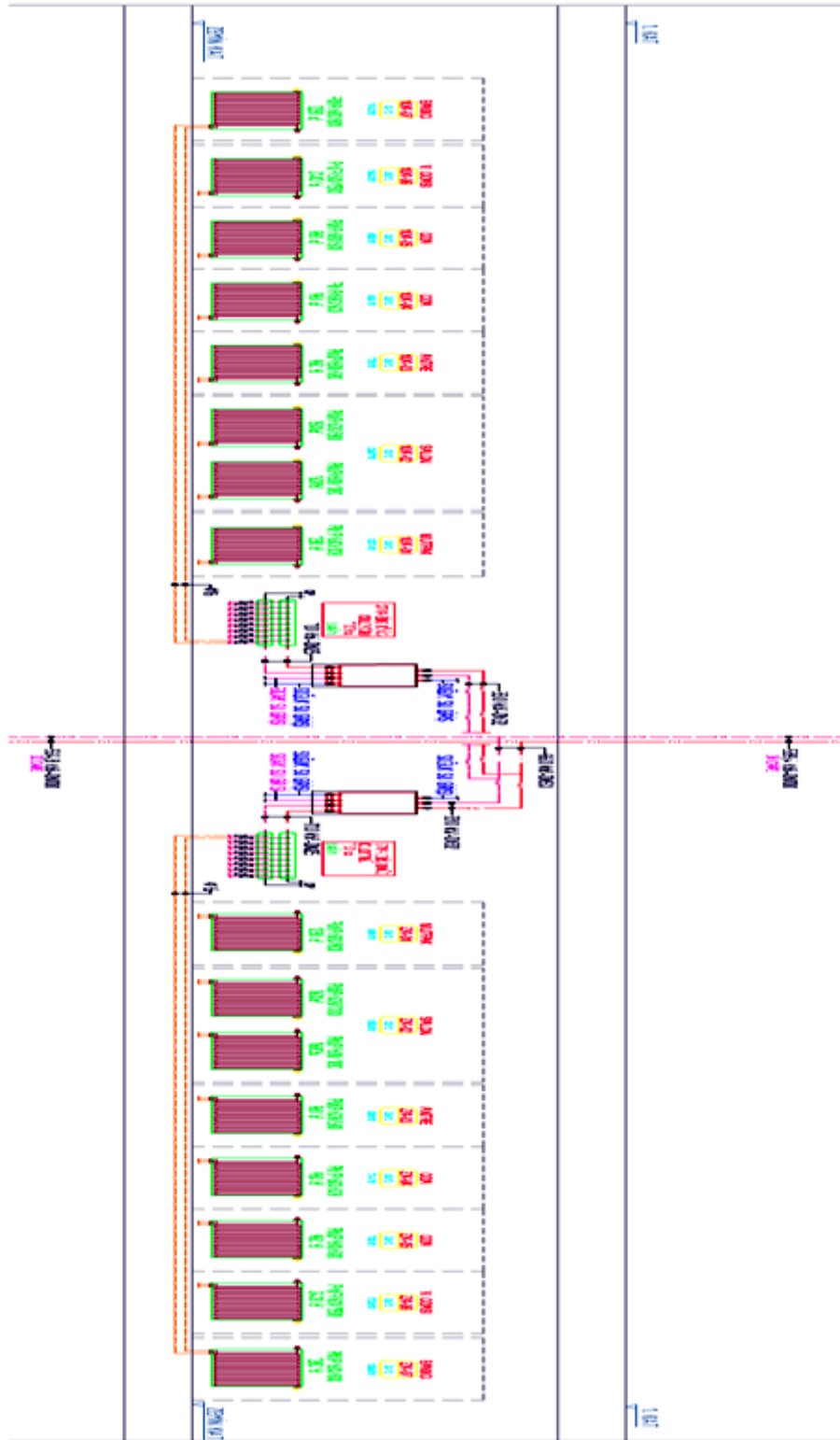
Dört bloklu yapının ısı yükünü karşılamak için doğalgaz yakıtlı kombi kazan seçimi yapılmıştır. Toplam ısı yükü 1 739.56 kW olduğu için 15 adet 116 kW gücünde ECA felis serisi duvar tipi yoğunmalı kazan seçilmiştir.

Çizelge 4. 10 Toplam konut sayısına göre eş kullanım faktörleri (Anonim, 2019)

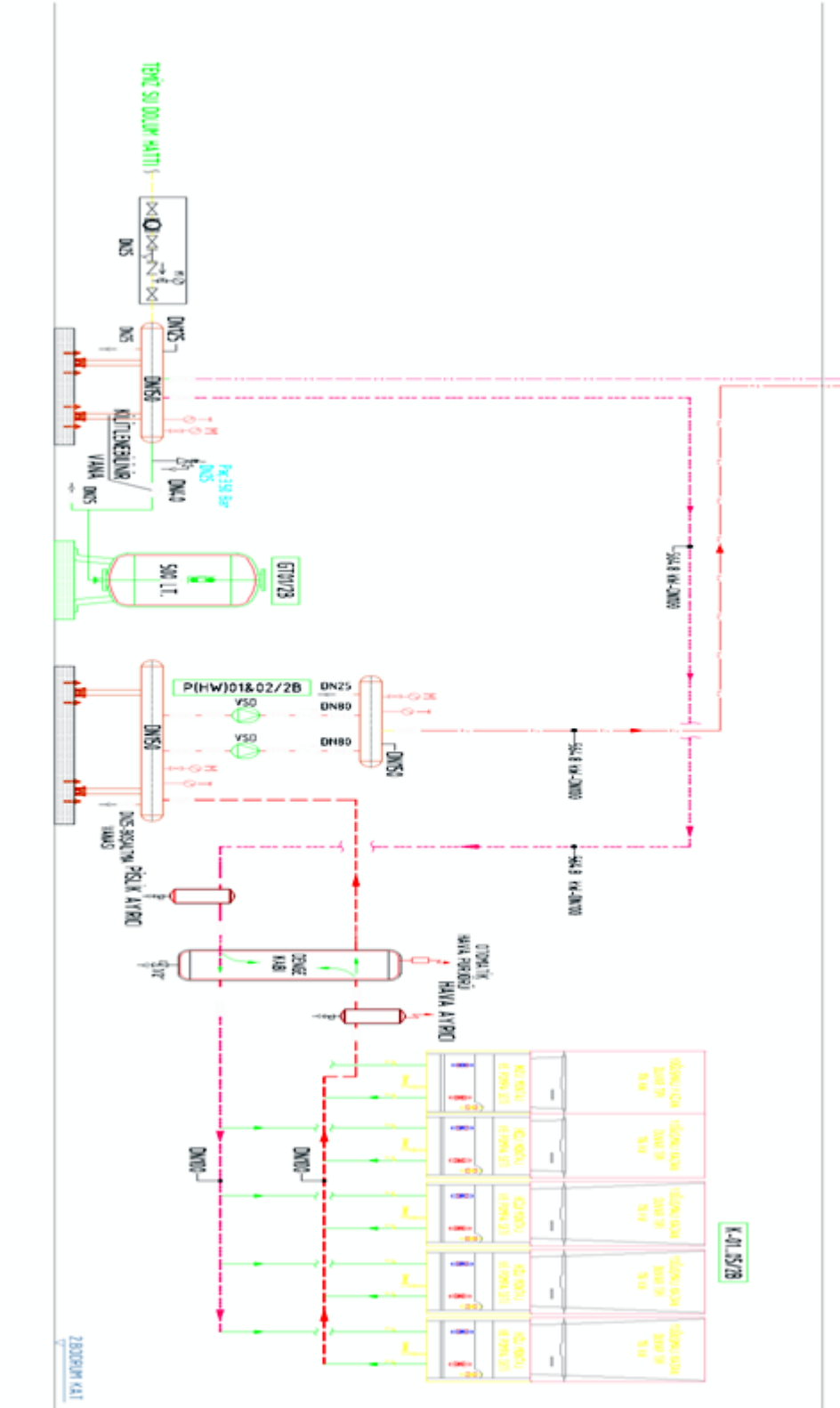
Daire Sayısı	Eş kullanım faktörü
1-2	1.00
3	0.65
4	0.60
5	0.55
6	0.54
7	0.52
8	0.50
9	0.48
10	0.46
11	0.44
12	0.42
13	0.40
14	0.38
15	0.36
16	0.35
17	0.34
18	0.32
19	0.31
20	0.29
21	0.28
22	0.27
23	0.26
24	0.25
25	0.24
30	0.20
35	0.17
60	0.15
65	0.14
80	0.13
90	0.11
100	0.10
105	0.10
115	0.09
120	0.09
130	0.09
150	0.09



Şekil 4.6. On beşinci kat ile on dördüncü kat arası tesisat şeması



Şekil 4.7. Birinci kat ile zemin kat arası tesisat şeması



Şekil 4.8. Kazan dairesi tesisat şeması

4.3.Kazan + Boyler Hesabı

Merkezi ısıtma sistemi ve kullanım sıcak su sisteminde kullanılan boyler için oluşturulan tesisat şeması Şekil 4.9’de verilmiştir. Bu tesisatta kritik hat, kazan ile 15.kat ısı istasyonu arasındaki hattıdır. Bu hattın boyutlandırılması çizelge 3.1’e göre yapılmıştır.

Toplam kullanım sıcak suyu yükünü bulmak için; Lavabo, duş ve mutfak eviyesi toplam tüketim değerleri ve eş zaman faktörü verileri MMO’nun Sıhhi tesisat proje hesaplama kitabından alınmıştır (Anonim, 2002b). Toplam tüketim bulunduktan sonra denklem (4.4)’e göre ısıtma gücü bulunur.

Lavabonun sıcak su ihtiyacı 7.5 litre/saat, banyonun sıcak su ihtiyacı 150 litre/saat, evyenin sıcak su ihtiyacı 40 litre/saat olarak alınır (Anonim, 2002b). Toplam daire sayısı 32 olduğu için toplam lavabo sıcak su ihtiyacı 240 litre/saat, toplam banyo sıcak su ihtiyacı 4 800 litre/saat, toplam evye sıcak su ihtiyacı 1 280 litre/saat olarak bulunur. Toplam sıcak su ihtiyacı için toplam lavabo sıcak su ihtiyacı, toplam banyo sıcak su ihtiyacı ve toplam evye sıcak su ihtiyacı toplanır. Bu toplama sonucunda toplam sıcak su ihtiyacı 6 320 litre/saat bulunur.

Toplam sıcak su ihtiyacı 6 320 litre/saat ani ihtiyaç değeridir. 32 dairelik bir binada aynı saatte bütün bu cihazların kullanılmayacağı için toplam sıcak su ihtiyacı ile eş kullanım faktörünü çarparak daha ekonomik sıcak su kapasitesi belirleriz. Eş kullanım faktörünü 0.3 olarak alınabilir (Anonim, 2002b). Eş kullanım faktörü ile toplam sıcak su ihtiyacını çarpılırsa ortalama sıcak su kapasitesi 1 896 litre/saat olarak bulunur. 1 896 litre/saat olarak bulunan boyler hacmi üretici kataloglarından 2 000 litre/saat olarak seçilir. Boyler serpantini ısı kapasitesini denklem (4.4) kullanılarak bulunur.

$$Q_S = M_S * c * q * U * (T_{\phi} - T_g) \quad (4.4)$$

Denklem (4.4)'e göre Q_s serpantin ısı kapasitesidir, birimi kW 'tır. M_s sıcak su ihtiyacıdır, birimi litre/saniyedir. C suyun özgül ısısıdır, birimi kJ/kg°C'dir. q suyun yoğunluğudur, birimi kg/litredir. T_c boyler su çıkış sıcaklığıdır, birimi °C'dir. T_g boyler su giriş sıcaklığıdır, birimi °C'dir. Denklem (4.4)'e göre M_s yani sıcak su ihtiyacı için bulunan 2 000 litre/saat değerinin birimini litre/saat yapmak için 3 600'e bölünür. Bu işlemin sonucunda sıcak su ihtiyacı 0.555 litre/saat çıkar. Suyun yoğunluğunu 1 kg/litre ve özgül ısısı 4.18 kJ/kg°C alınır. Boyler su çıkış sıcaklığı 60°C, boyler giriş su giriş sıcaklığı 10°C alınır (Anonim, 2002b) Bu değerler denklem (4.4)'te yerine koyulduğunda serpantin ısı kapasitesi 116 kW olarak bulunur. Çizelge 3.1. kullanılarak boru çapı DN65 olarak belirlenir.

Şekil 4.9'da görüldüğü gibi, her daire girişinde ısıtma yükü 10.7 kW'tır. Her bir katta iki daire bulunmasından dolayı kat başı toplam ısı yükü 21.44 kW olacaktır. Her daire girişinde boru çapları Çizelge 3.1'e göre DN25 çaplı boru belirlenmiştir.

Toplam ısıtma yükünü bulmak için en üst kattan yani 15. kattan işleme başlanılacaktır. 15. katı besleyen kolon parçasının çapı Çizelge 3.1 kullanılarak DN32 olarak belirlenmiştir. 15. katta toplam 21.44 kW olan ısı yükü 14. kata gelince toplam 42.88 kW olacaktır. Şekil 5.11'de 15.kat ve 14.kat tesisat şeması detaylı olarak gösterilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, 15. katta ısı yükü 21.4 kW iken 14. katta 42.8 kW'a yükselmiştir.

15 ve 14. katlar için yapılan ısı yükü hesabı geri kalan diğer katlar için uygulanmıştır. Şekil 4.11'de 1. kat ve zemin kat için tesisat şeması detaylı olarak gösterilmiştir. Şekilden görüleceği gibi, 1. katta ısı yükü 321.6 kW olarak bulunmuştur. Zemin katta ise bu değer 339.84 kW'a yükselmiştir. Bu değer 32 daireli binanın toplam ısıtma yükünü vermektedir. Şekil 4.10'da kazan dairesi tesisat şeması gösterilmiştir. Binanın toplam ısı yüküne 116 kW kapasiteli boylerin yükü katılarak toplam ısı yükü 455.84 kW olarak bulunur.

Bina ısı yükünü ve boyler yükünü karşılamak için doğalgaz yakıtlı kombi kazan seçimi yapılmıştır. Toplam ısı yükü 455.84 kW olduğundan 4 adet 116 kW gücünde E.C.A felis serisi duvar tipi yoğuşmalı kazan seçilmiştir. Şekil 4.10'da kazan dairesi tesisat şeması gösterilmiştir.

Tek bloklu yapıda toplam ısı yükü 455.84 kW bulunur. İki bloklu yapıda daire sayısı 32'den 64'e çıkacağı için boyler sistemi için yeniden tasarım yapılır.

Lavabonun sıcak su ihtiyacı 7.5 litre/saat, banyonun sıcak su ihtiyacı 150 litre/saat, evyenin sıcak su ihtiyacı 40 litre/saat olarak alınır (Anonim, 2002b). Toplam daire sayısı 64 olduğu için toplam lavabo sıcak su ihtiyacı 480 litre/saat, toplam banyo sıcak su ihtiyacı 9 600 litre/saat, toplam evye sıcak su ihtiyacı 2 560 litre/saat olarak bulunur. Toplam sıcak su ihtiyacı için toplam lavabo sıcak su ihtiyacı, toplam banyo sıcak su ihtiyacı ve toplam evye sıcak su ihtiyacı toplanır. Bu toplama sonucunda toplam sıcak su ihtiyacı 12 640 litre/saat bulunur.

Toplam sıcak su ihtiyacı 12 640 litre/saat ani ihtiyaç değeridir. 64 dairelik bir yapıda aynı saatte bütün bu cihazların kullanılmayacağı için toplam sıcak su ihtiyacı ile eş kullanım faktörünü çarparak daha ekonomik sıcak su kapasitesi belirleriz. Eş kullanım faktörünü 0.3 olarak alınabilir (Anonim, 2002b). Eş kullanım faktörü ile toplam sıcak su ihtiyacını çarpılırsa ortalama sıcak su kapasitesi 3 792 litre/saat olarak bulunur. 3 792 litre/saat olarak bulunan boyler hacmi üretici kataloglarından 4 000 litre/saat olarak seçilir. (Anonim, 2002b). Boyler serpantini ısı kapasitesini denklem (4.4) kullanılarak bulunur. Serpantin ısı kapasitesi 232.22 kW olarak bulunur. Çizelge 3.1. kullanılarak boru çapı DN80 olarak belirlenir.

Yapının ısıtma yükü iki bloklu olduğu için tek blok için alınan 339.84 kW ısıtma yükü değeri 2 ile çarpılır. Bu çarpım sonucunda 679.68 kW iki bloklu yapının ısıtma yüküdür. Serpantin ısı kapasitesi ile iki bloklu yapının ısıtma yükü toplandığında, iki blok için toplam ısı yükü 911.68 kW bulunur.

İki bloklu yapı için yapı ısı yükünü ve boyler yükünü karşılamak için doğalgaz yakıtlı kombi kazan seçimi yapılmıştır. Toplam ısı yükü 911.68 kW olduğundan 8 adet 116 kW gücünde E.C.A felis serisi duvar tipi yoğunmalı kazan seçilmiştir (Anonim, 2002b).

Tek bloklu yapıda toplam ısı yükü 455.84 kW bulunur. Dört bloklu yapıda daire sayısı 32'den 128'e çıkacağı için boyler sistemi için yeniden tasarım yapılır.

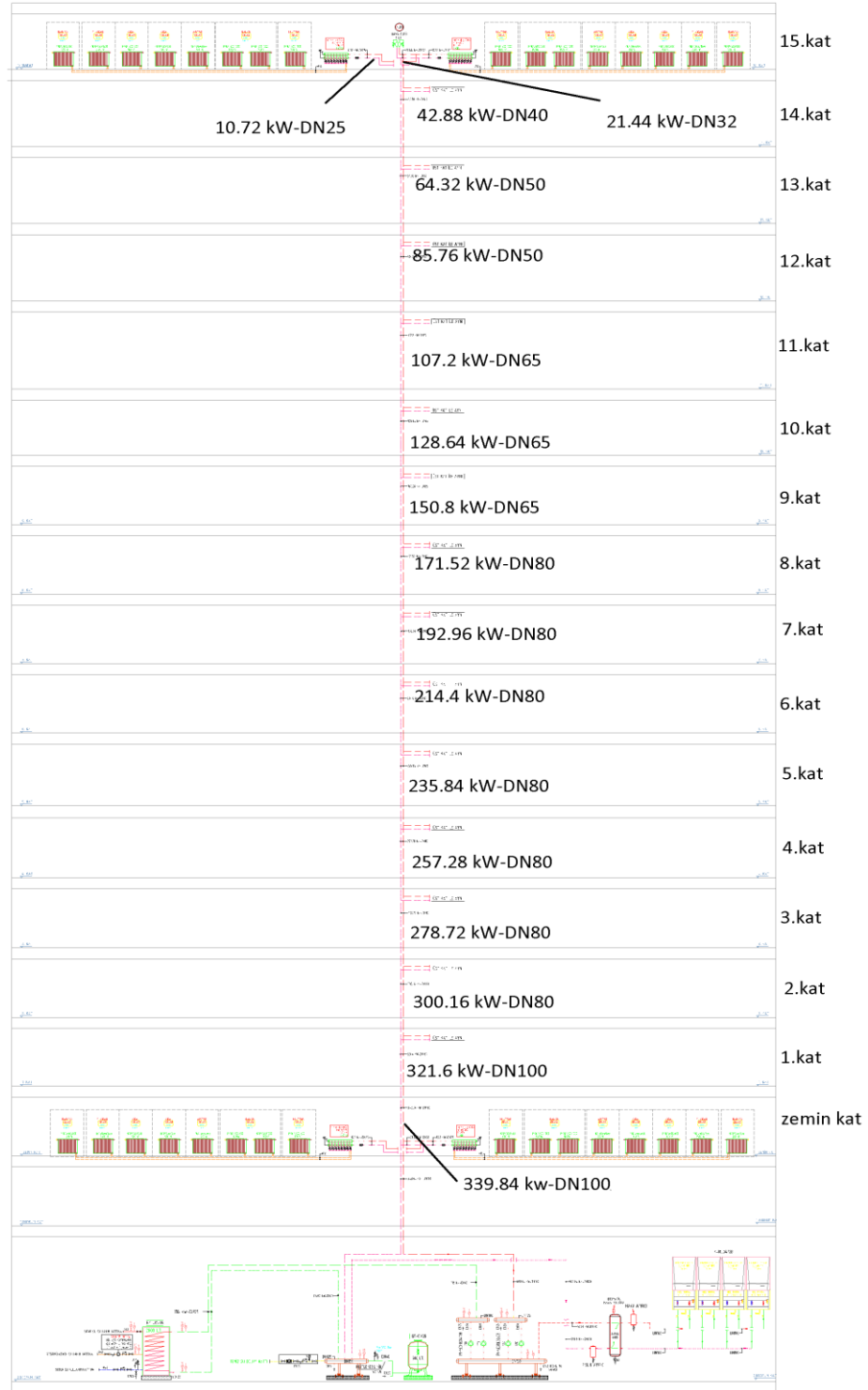
Lavabonun sıcak su ihtiyacı 7.5 litre/saat, banyonun sıcak su ihtiyacı 150 litre/saat, evyenin sıcak su ihtiyacı 40 litre/saat olarak alınır (Anonim, 2002b). Toplam daire sayısı 128 olduğu için toplam lavabo sıcak su ihtiyacı 960 litre/saat, toplam banyo sıcak su ihtiyacı 19 200 litre/saat, toplam evye sıcak su ihtiyacı 5 120 litre/saat olarak bulunur. Toplam sıcak su ihtiyacı için toplam lavabo sıcak su ihtiyacı, toplam banyo sıcak su ihtiyacı ve toplam evye sıcak su ihtiyacı toplanır. Bu toplama sonucunda toplam sıcak su ihtiyacı 25 280 litre/saat bulunur.

Toplam sıcak su ihtiyacı 25 280 litre/saat ani ihtiyaç değeridir. 128 dairelik bir yapıda aynı saatte bütün bu cihazların kullanılmayacağı için toplam sıcak su ihtiyacı ile eş kullanım faktörünü çarparak daha ekonomik sıcak su kapasitesi belirleriz. Eş kullanım faktörünü 0,3 olarak alınabilir (Anonim, 2002b). Eş kullanım faktörü ile toplam sıcak su ihtiyacını çarpılırsa ortalama sıcak su kapasitesi 7 584 litre/saat olarak bulunur. 7 584 litre/saat olarak bulunan boyler hacmi üretici kataloglarından 8 000 litre/saat olarak seçilir. (Anonim, 2002b). Boyler serpantini ısı kapasitesini denklem (4.4) kullanarak bulunur. Serpantin ısı kapasitesi 464.44 kW olarak bulunur. Çizelge 3.1 kullanılarak boru çapı DN100 olarak belirlenir.

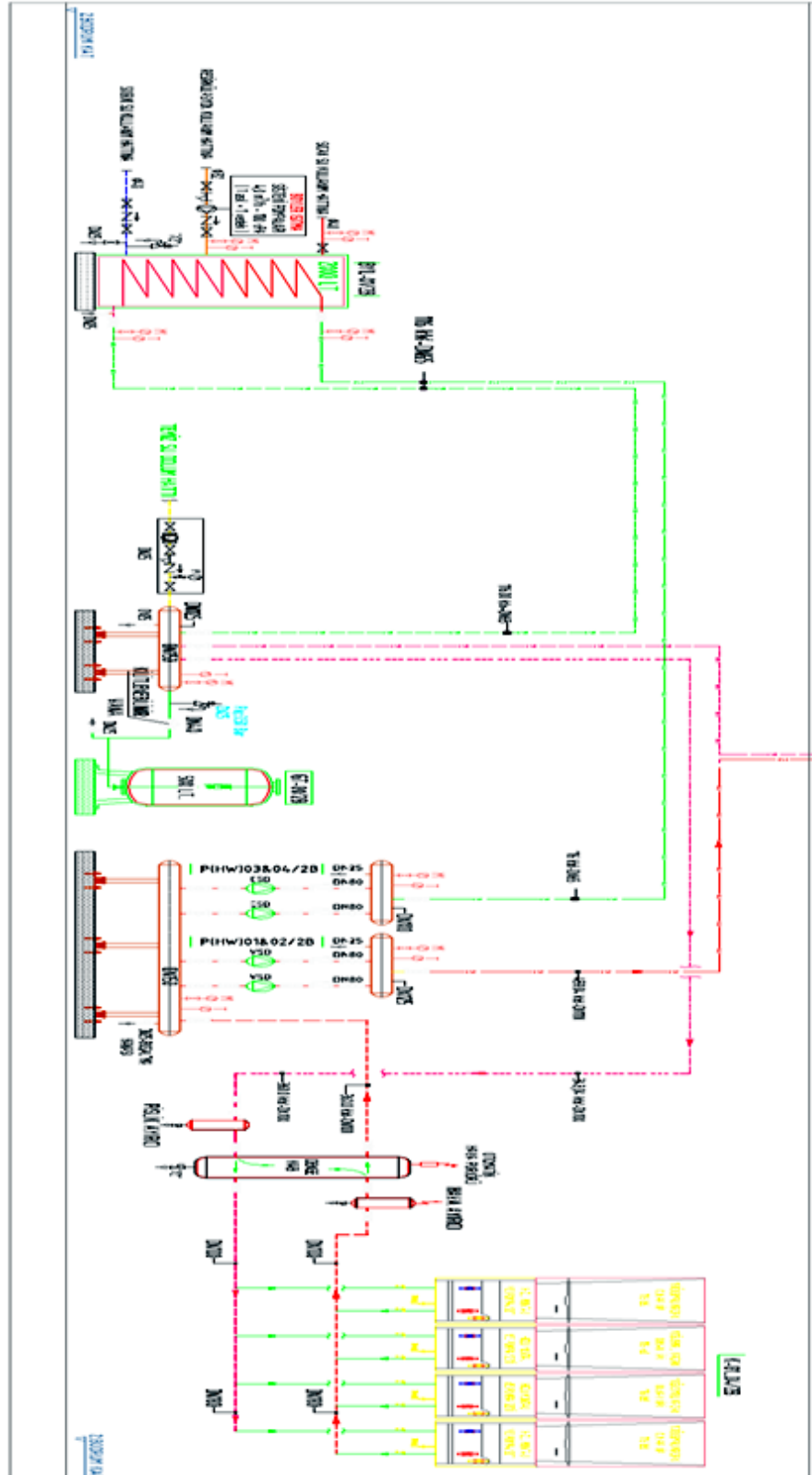
Yapının ısıtma yükü dört bloklu olduğu için tek blok için alınan 339.84 kW ısıtma yükü değeri 4 ile çarpılır. Bu çarpım sonucu olan 1 359.36 kW, dört bloklu yapının ısıtma yüküdür. Serpantin ısı kapasitesi ile dört bloklu yapının ısıtma yükü toplandığında, dört blok için toplam ısı yükü 1 823.36 kW bulunur.

Dört bloklu yapı için yapı ısı yükünü ve boyler yükünü karşılamak için doğalgaz yakıtlı kombi kazan seçimi yapılmıştır. Toplam ısı yükü 1 823.36 kW olduğundan 16 adet 116 kW gücünde E.C.A felis serisi duvar tipi yoğuşmalı kazan seçilmiştir (Anonim, 2002b).

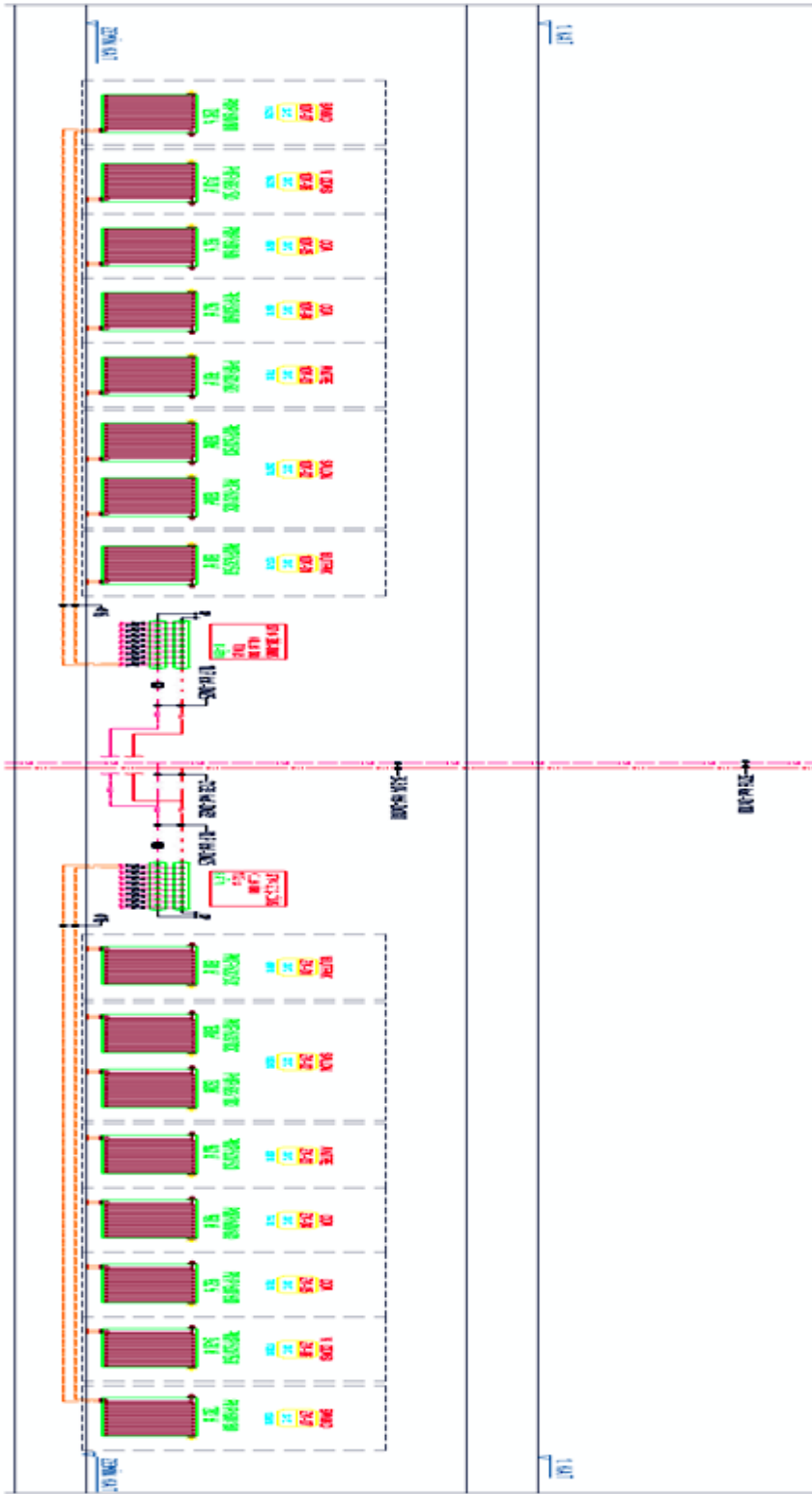




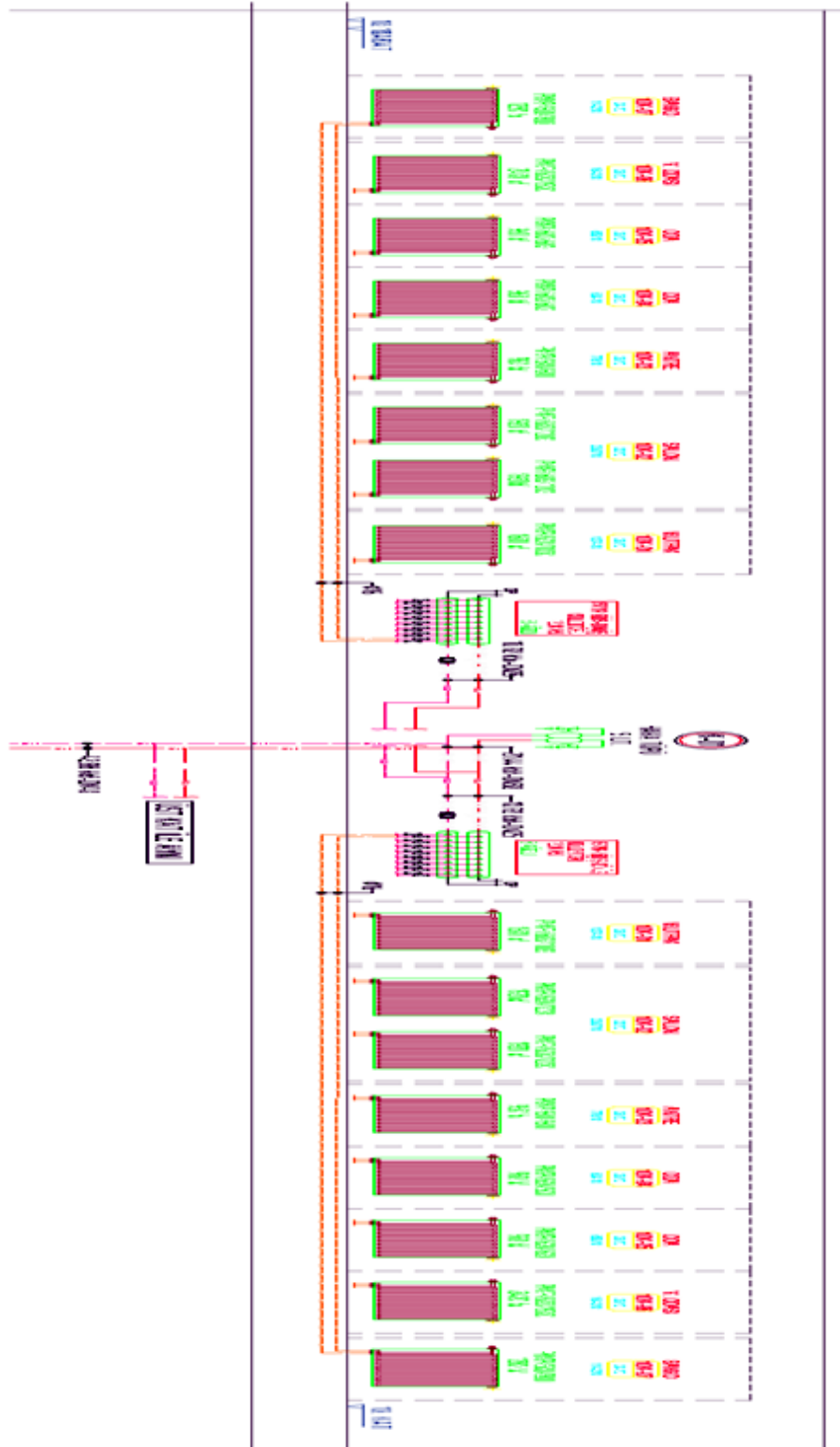
Şekil 4.9. Boyler kullanılarak oluşturulan kolon şeması



Şekil 4.10. Boyler kullanılarak oluşturulan kazan dairesi



Şekil 4.11. Boyler kullanılarak oluşturulan birinci kat ve zemin kat



Şekil 4.12. Boyler kullanılarak oluşturulan onbeşinci ve ondördüncü kat

4.4. Maliyet Analizi

4.4.1. İlk Yatırım Maliyeti

Bu çalışmada incelenen iki farklı sistemin piyasa koşullarına göre ilk yatırım maliyetleri hesaplanmıştır. Çizelge 4.11’de tek bloklu olan yapının ısı istasyonu sisteminin maliyet analizi sunulmuştur. Yapılan analize göre tek bloklu binanın ısı istasyonu sisteminin maliyeti 24 030 €’dur.

Çizelge 4.11. Tek bloklu ısı istasyonlu sistemin maliyet analizi

ISI İSTASYONLU SİSTEMİN MALİYET ANALİZİ		Miktar	Birim fiyat (€)	Toplam fiyat (€)
SAYAÇLAR	Sıcak su sayacı	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	Soğuk su sayacı	32	35	1 120
	DN20/25kalorimetre	32	100	3 200
BOYLER	Hızlı boyler 1000 litre	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	Boiler kalorimetreleri (Çap DN50 varsayılmıştır.)	Kullanılmasına gerek yoktur.		
BOYLER SİRİKÜLASYON POMPALARI (Pompa fiyatlarının üzerine işçilik ve diğer bağlantı ekipmanları için %30 koyulmuştur.)	12 m ³ / h-10 mss	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	4.2 m ³ / h-5 mss	Kullanılmasına gerek yoktur.		
BORULAR (Sirkülasyon Hattı) (Ortalama çapa göre fiyatlandırılmıştır.)	Dikişili borular	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	Boru izolasyonu	Kullanılmasına gerek yoktur.		
BALANS VANALARI (Daire Başına)		Kullanılmasına gerek yoktur.		
PİSLİK TUTUCU (Daire Başına)		Kullanılmasına gerek yoktur.		
KÜRESEL VANALAR (Daire Başına)		32	10	320
VANA, EKLEME, ÇEK VALF, PİSLİK TUTUCU(Sihhi tesisat hatlarında)		Kullanılmasına gerek yoktur.		
ISI İSTASYONU		32	270	8 640
5 Tane 116 kW Kaskad Kombi Kazan		10 750		
TOPLAM MALİYET		24 030 Euro		

Çizelge 4.12’de iki bloklu olan yapının ısı istasyonu sisteminin maliyet analizi sunulmuştur. Maliyet analizi sonuçlarına göre, iki bloklu yapının toplam sistem maliyet analizi 45 910 €’dur.

Çizelge 4.12. İki bloklu ısı istasyonlu sistemin maliyet analizi

ISI İSTASYONLU SİSTEMİN MALİYET ANALİZİ		Miktar	Birim fiyat (€)	Toplam fiyat (€)
SAYAÇLAR	Sıcak su sayacı	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	Soğuk su sayacı	64	35	2240
	DN20/25kalorimetre	64	100	6 400
BOYLER	Hızlı boyler 1000 litre	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	Boyer kalorimetreleri (Çap DN50 varsayılmıştır.)	Kullanılmasına gerek yoktur.		
BOYLER SİRİKÜLASYON POMPALARI (Pompa fiyatlarının üzerine işçilik ve diğer bağlantı ekipmanları için %30 koyulmuştur.)	12 m ³ / h-10 mss	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	4.2 m ³ / h-5 mss	Kullanılmasına gerek yoktur.		
BORULAR (Sirkülasyon Hattı) (Ortalama çapa göre fiyatlandırılmıştır.)	Dikişili borular	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	Boru izolasyonu	Kullanılmasına gerek yoktur.		
BALANS VANALARI (Daire Başına)		Kullanılmasına gerek yoktur.		
PİSLİK TUTUCU (Daire Başına)		Kullanılmasına gerek yoktur.		
KÜRESEL VANALAR (Daire Başına)		64	10	640
VANA, EKLEME, ÇEK VALF, PİSLİK TUTUCU(Sıhhi tesisat hatlarında)		Kullanılmasına gerek yoktur.		
ISI İSTASYONU		64	270	17 280
9 Tane 116 kW Kaskad Kombi Kazan		19 350		
TOPLAM MALİYET		45 910 Euro		

Çizelge 4.13’de dört bloklı olan yapının ısı istasyonu sisteminin maliyet analizi sunulmuştur. Maliyet analizi sonuçlarına göre, dört bloklı yapının toplam sistem maliyet analizi 85 370 €’dur.

Çizelge 4. 13 Dört bloklı yapının ısı istasyonlu maliyet analizi

ISI İSTASYONLU SİSTEMİN MALİYET ANALİZİ		Miktar	Birim fiyat (€)	Toplam fiyat (€)
SAYAÇLAR	Sıcak su sayacı	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	Soğuk su sayacı	128	35	4 480
	DN20/25kalorimetre	128	100	12 800
BOYLER	Hızlı boyler 1 000 litre	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	Boiler kalorimetreleri (Çap DN50 varsayılmıştır.)	Kullanılmasına gerek yoktur.		
BOYLER SİRİKÜLASYON POMPALARI (Pompa fiyatlarının üzerine işçilik ve diğer bağlantı ekipmanları için %30 koyulmuştur.)	12 m ³ / h-10 mss	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	4.2 m ³ / h-5 mss	Kullanılmasına gerek yoktur.		
BORULAR (Sirkülasyon Hattı) (Ortalama çapa göre fiyatlandırılmıştır.)	Dikişili borular	Kullanılmasına gerek yoktur.		
	Boru izolasyonu	Kullanılmasına gerek yoktur.		
BALANS VANALARI (Daire Başına)		Kullanılmasına gerek yoktur.		
PİSLİK TUTUCU (Daire Başına)		Kullanılmasına gerek yoktur.		
KÜRESEL VANALAR (Daire Başına)		128	10	1 280
VANA, EKLEME, ÇEK VALF, PİSLİK TUTUCU(Sıhhi tesisat hatlarında)		Kullanılmasına gerek yoktur.		
ISI İSTASYONU		128	270	34 560
15 Tane 116 kW Kaskad Kombi Kazan		32 250		
TOPLAM MALİYET		85 370 euro		

Çizelge 4. 14 Tek bloklu boyler maliyet analizi

BOYLERLİ SİSTEM MALİYET ANALİZİ		Miktar	Birim fiyat (€)	Toplam fiyat (€)
SAYAÇLAR	Sıcak su sayacı	32	35	1 120
	Soğuk su sayacı	32	35	1 120
	DN20/25kalorimetre	32	100	3 200
BOYLER	Hızlı boyler 2000 litre	1	2 000	2 000
	Boyer kalorimetreleri (Çap DN50 varsayılmıştır.)	1	500	500
BOYLER SİRİKÜLASYON POMPALARI (Pompa fiyatlarının üzerine işçilik ve diğer bağlantı ekipmanları için %30 koyulmuştur.)	12 m ³ / h-15 mss	2	1 650	3 300
	4.2 m ³ / h-7.5 mss	2	500	1 000
BORULAR (Sirkülasyon Hattı) (Ortalama çapa göre fiyatlandırılmıştır.)	Dikişili borular	150	7	1 050
	Boru izolasyonu	150	4	600
BALANS VANALARI (Daire Başına)		32	40	1 280
PİSLİK TUTUCU (Daire Başına)		32	5	160
KÜRESEL VANALAR (Daire Başına)		32	10	320
VANA, EKLEME, ÇEK VALF, PİSLİK TUTUCU (Sihhi tesisat hatlarında)		1	2 000	2 000
YER MALİYETİ (Her boiler yaklaşık 5m ² yer kaplar.)		1	2 500	Hesap edilmemiştir.
4 Tane Kaskad Kombi Kazan			8 600	
TOPLAM MALİYET			26 220 €	

Çizelge 4. 15. İki bloklu boyler maliyet analizi

BOYLERLİ SİSTEM MALİYET ANALİZİ		Miktar	Birim fiyat (€)	Toplam fiyat (€)
SAYAÇLAR	Sıcak su sayacı	64	35	2 240
	Soğuk su sayacı	64	35	2 240
	DN20/25kalorimetre	64	100	6 400
BOYLER	Hızlı boyler 2000 litre	1	4 000	4 000
	Boyer kalorimetreleri (Çap DN50 varsayılmıştır.)	1	500	500
BOYLER SİRKÜLASYON POMPALARI (Pompa fiyatlarının üzerine işçilik ve diğer bağlantı ekipmanları için %30 koyulmuştur.)	12 m ³ / h-15 mss	4	1 650	6 600
	4.2 m ³ / h-7.5 mss	4	500	2 000
BORULAR (Sirkülasyon Hattı) (Ortalama çapa göre fiyatlandırılmıştır.)	Dikişili borular	300	7	2 100
	Boru izolasyonu	300	4	1 200
BALANS VANALARI (Daire Başına)		64	40	2 560
PİSLİK TUTUCU (Daire Başına)		64	5	320
KÜRESEL VANALAR (Daire Başına)		64	10	640
VANA, EKLEME, ÇEK VALF, PİSLİK TUTUCU (Sihhi tesisat hatlarında)		2	2 000	4 000
YER MALİYETİ (Her boiler yaklaşık 5m ² yer kaplar.)		1	2 500	Hesap edilmemiştir.
8 Tane Kaskad Kombi Kazan			17 200	
TOPLAM MALİYET			52 000 €	

Çizelge 4. 16 Dört bloklu yapının boyler maliyet analizi

BOYLERLİ SİSTEM MALİYET ANALİZİ		Miktar	Birim fiyat (€)	Toplam fiyat (€)
SAYAÇLAR	Sıcak su sayacı	128	35	4 480
	Soğuk su sayacı	128	35	4 480
	DN20/25kalorimetre	128	100	12 800
BOYLER	Hızlı boyler 2 000 litre	1	4 000	4 000
	Boyer kalorimetreleri (Çap DN50 varsayılmıştır.)	1	500	500
BOYLER SİRİKÜLASYON POMPALARI (Pompa fiyatlarının üzerine işçilik ve diğer bağlantı ekipmanları için %30 koyulmuştur.)	12 m ³ / h-15 mss	8	1 650	13 200
	4.2 m ³ / h-7.5 mss	8	500	4 000
BORULAR (Sirkülasyon Hattı) (Ortalama çapa göre fiyatlandırılmıştır.)	Dikişili borular	600	7	4 200
	Boru izolasyonu	600	4	2 400
BALANS VANALARI (Daire Başına)		128	40	5 120
PİSLİK TUTUCU (Daire Başına)		128	5	640
KÜRESEL VANALAR (Daire Başına)		128	10	1 280
VANA, EKLEME, ÇEK VALF, PİSLİK TUTUCU (Sihhi tesisat hatlarında)		4	2 000	8 000
YER MALİYETİ (Her boiler yaklaşık 5m ² yer kaplar.)		1	2 500	Hesap edilmemiştir
16 Tane Kaskad Kombi Kazan			34 400	
TOPLAM MALİYET			99 500 €	

11 Temmuz 2019 Euro/TL paritesi 6.43’dir. Buna göre her iki sistemin ilk yatırım maliyetleri TL’ye dönüştürülmüştür. Tek bloklu ısı istasyonu sisteminin ilk yatırım maliyeti 154 512.9 TL, iki bloklu olan yapının ısı istasyonu sisteminin ilk yatırım maliyeti 295 201.3 TL dört bloklu ısı istasyonu sisteminin ilk yatırım maliyeti 548 929.1 TL’dir. Tek bloklu boylerli sisteminin ilk yatırım maliyeti 168 594.6 TL, iki bloklu boylerli sistemin ilk yatırım maliyeti 334 360 TL, dört bloklu boylerli sistemin ilk yatırım maliyeti 639 785 TL’dir.

4.4.2. Bakım Maliyeti

Boyerler sisteminin yılda en az bir kere periyodik bakımının yapılması lazımdır. Boyler sisteminin yıllık ortalama bakım maliyeti 1 500 TL'dir. Isı istasyonlu sistemin her dairenin önünde bulunan ısı istasyonu için periyodik bakım yapılır. Daire başına ortalama aylık gider 5 TL olup yıllık toplam gider 1 920 TL'dir. İki bloklu yapının daire sayısı iki katına çıktığı için ısı istasyonu bakım maliyeti iki katına çıkmaktadır. Dört bloklu yapının daire sayısı dört katına çıktığı için ısı istasyonu bakım maliyeti dört katına çıkmaktadır. Boyler bakım maliyeti de boyler hacmi büyüdüğü için yaklaşık olarak dört kat artmaktadır. Çizelge 4.17'de yıllık olarak bakım giderleri yer almaktadır. Bu çalışmada gerçekleştirilen ömür boyu maliyet analizinde Çizelge 4.17'de verilen değerler dikkate alınmıştır.

Çizelge 4. 17 Boylerli sistem ve ısı istasyonlu sistemin bakım maliyeti

	Boyerler yıllık bakım gideri	Isı istasyonu yıllık bakım gideri
Sayaç okuma ve periyodik bakım (pil değişimi, esanjör bakımı)	-	Tek blok için; 5 TL aylık *32 daire=160 TL aylık, 12*160 = 1 920 TL yıllık İki blok için; 5 TL aylık *64 daire=320 TL aylık, 12*320 = 3 840 TL yıllık Dört blok için; 5 TL aylık *128 daire=640 TL aylık, 12*320 = 7 680 TL yıllık
Boyerler Periyodik bakım	Tek blok için; Yılda en az 1 kere 1 500 TL İki blok için; Yılda en az 1 kere 3 000 TL Dört blok için; Yılda en az 1 kere 6 000 TL	-

4.4.3. İşletme Maliyeti

Bu çalışmada incelen her iki sistemin yakıt tüketim değerleri, ısıtma sezonu için Çizelge 4.18’de ve ısıtma sezonu dışında kalan zaman için Çizelge 4.19’da verilmiştir. Her iki sistem ısıtma sezonunda günde 10 saat çalışma süresinden sezonda toplam 1500 saat çalışmıştır. Geri kalan diğer zamanlarda günlük 2 saat çalışma süresinden toplam 430 saat toplam çalışma süresi elde edilmiştir.

Çizelge 4.18. Her iki sistemin ısıtma sezonu yakıt tüketim değerleri

Sistem	Kazan yükü kW	Verim	Çalışma süresi h	Yakıtın ısı değeri kW/m ³	Saatlik yakıt tüketimi m ³ /h	Toplam yakıt tüketimi m ³
Tek blok Kazan+Isı istasyonu	519.36	0.92	1 500	9.6	49.772	74 658
İki blok Kazan+Isı istasyonu	975.36	0.92	1 500	9.6	93.472	140 208
Dört blok Kazan+Isı istasyonu	1 739.52	0.92	1 500	9.6	166.704	250 056
Tek blok Kazan+Boyler	455.84	0.92	1 500	9.6	43.69	65 535
İki blok Kazan+Boyler	911.90	0.92	1 500	9.6	87.39	131 085
Dört blok Kazan+Boyler	1 823.36	0.92	1 500	9.6	174.74	262 110

Çizelge 4.19. Her iki sistemin ısıtma sezonu dışında kalan zamanda yakıt tüketim değerleri

Sistem	Kazan Yüğü kW	Verim	Çalışma süresi h	Yakıtın Isıl değeri kW/m ³	Saatlik Yakıt tüketimi m ³ /h	Toplam yakıt tüketimi m ³
Tek blok Kazan+Isı İstasyonu	519.36	0.92	430	9.6	49.772	21 401.96
İki blok Kazan+Isı İstasyonu	975.36	0.92	430	9.6	93.472	40 192.96
Dört blok Kazan+Isı İstasyonu	1 739.52	0.92	430	9.6	166.704	71 682.72
Tek blok Kazan+Boyler	455.84	0.92	430	9.6	43.690	18 786.70
İki blok Kazan+Boyler	911.90	0.92	430	9.6	87.390	37 577.70
Dört blok Kazan+Boyler	1 823.36	0.92	430	9.6	174.740	75 138.20

Her iki sistemin ısıtma sezonu toplam yakıt tüketim değerleri Çizelge 4.18’de verilmiştir. Çizelge 4.19’da ise her iki sistemin ısıtma sezonu dışında kalan zaman için toplam yakıt tüketim değerleri verilmiştir. Bu veriler kullanılarak sistemlerin toplam işletim maliyetleri belirlenmiştir. Her iki sistemin yıllık toplam işletim giderleri, ısıtma sezonu için Çizelge 4.20’de, ısıtma sezonu dışında ise Çizelge 4.21’de verilmiştir. Çizelge 4.20’den görüleceği gibi, ısıtma sezonunda sistemlerin işletme maliyeti; Tek

bloklu yapıda Kazan+Isı istasyonu sistemi için 86 909.38 TL, İki bloklu yapıda Kazan+Isı istasyonu sistemi için 163 216.13 TL ve dört bloklu yapıda Kazan+Isı istasyonu sistemi için 291 090.19 TL olarak bulunmuştur. Kazan+Boyleler sistemi için; tek bloklu yapıda 76 289.29 TL , İki bloklu yapıda 152 596.05 TL ve dört bloklu yapıda 305 122.25 TL'dir. Çizelge 4.21'den görüleceği gibi, ısıtma sezonu dışında sistemlerin işletme maliyeti; tek bloklu yapıda Kazan+Isı istasyonu sistemi için 24 914.02 TL, iki bloklu yapıda Kazan+Isı istasyonu sistemi için 46 788.62 TL ve dört bloklu yapıda Kazan+Isı istasyonu sistemi için 83 445.85 TL'dir. Kazan+Boyleler sistemi için; Tek bloklu yapıda 21 869.60 TL , iki bloklu yapıda 43 744.20 TL , dört bloklu yapıda 87 468.38 TL'dir.

Çizelge 4.22'de tüm sistemlerin yıllık işletim maliyetleri toplamı verilmiştir. Çizelgeden görüleceği gibi, tek bloklu yapıda sistemlerin yıllık işletme maliyetleri, Kazan+Isı istasyonu sistemi için 111 823.40 TL iken Kazan+Boyleler sistemi için 98 158.89 TL olarak bulunmuştur. Buna göre ısı istasyonlu sistemin toplam işletim maliyeti, boylerli sisteme göre %12 daha yüksek bulunmuştur. İki bloklu yapıda ısı istasyonlu sistemin toplam işletim maliyeti, boylerli sisteme göre %7 daha yüksek ve dört bloklu yapıda ise %5 daha düşük tespit edilmiştir.

Çizelge 4. 20. Tüm sistemlerin ısıtma sezonu işletim giderleri

Sistem		Toplam yakıt tüketimi m ³	Yakıt maliyeti TL/m ³	İşletim gideri TL
Kazan+Isı istasyonu	Tek blok	74 658	1.1641	86 909.38
	İki blok	140 208	1.1641	163 216.13
	Dört blok	250 056	1.1641	291 090.19
Kazan+Boyleler	Tek blok	65 535	1.1641	76 289.29
	İki blok	131 085	1.1641	152 596.05
	Dört blok	262 110	1.1641	305 122.25

Çizelge 4. 21. Tüm sistemlerin ısıtma sezonu dışında kalan zamanda işletim giderleri

Sistem		Toplam yakıt tüketimi m ³	Yakıt maliyeti TL/m ³	İşletim gideri TL
Kazan+Isı istasyonu	Tek blok	21 401.96	1.1641	24 914.02
	İki blok	40 192.96	1.1641	46 788.62
	Dört blok	71 682.72	1.1641	83 445.85
Kazan+Boyleler	Tek blok	18 786.70	1.1641	21 869.60
	İki blok	37 577.70	1.1641	43 744.20
	Dört blok	75 138.20	1.1641	87 468.38

Çizelge 4. 22. Tüm sistemlerin yıllık toplam işletim maliyetleri

Bina	İşletim Maliyeti		
	Kazan+Isı istasyonu (TL)	Kazan+Boyerler (TL)	İşletme Maliyeti Oranı (Kazan+Boyerler)/(Kazan+Isı ist.)/
Tek blok	111 823.40	98 158.89	0.88
İki blok	210 004.75	196 340.25	0.93
Dört blok	374 536.04	392 590.63	1.05

4.4.4. Sistemin Maliyet Bileşenleri

Bu tez çalışmasında incelenen her iki sistemin maliyet bileşenleri; ilk yatırım, bakım, işletme ve toplam maliyetten oluşmaktadır. Çizelge 4.23’de Tüm bina modelleri için boylerli sistem ve ısı istasyonlu sistem kurulması durumunda sistemlerin maliyet bileşenleri sunulmuştur. Çizelgeden görüleceği gibi, tüm bina modellerinde Isı istasyonlu sistemin ilk yatırım maliyeti, boylerli sisteme göre daima daha düşük olarak tespit edilmiştir. İşletme giderleri ise daire sayısına bağlı olarak değişmektedir. Tek bloklu ve iki bloklu yapılarda boylerli sistem avantajlı iken dört bloklu yapıda ısı istasyonlu sistem daha avantajlı duruma gelmiştir.

Çizelge 4. 23 Tüm bina modelleri için merkezi ısıtma sisteminin maliyet bileşenleri

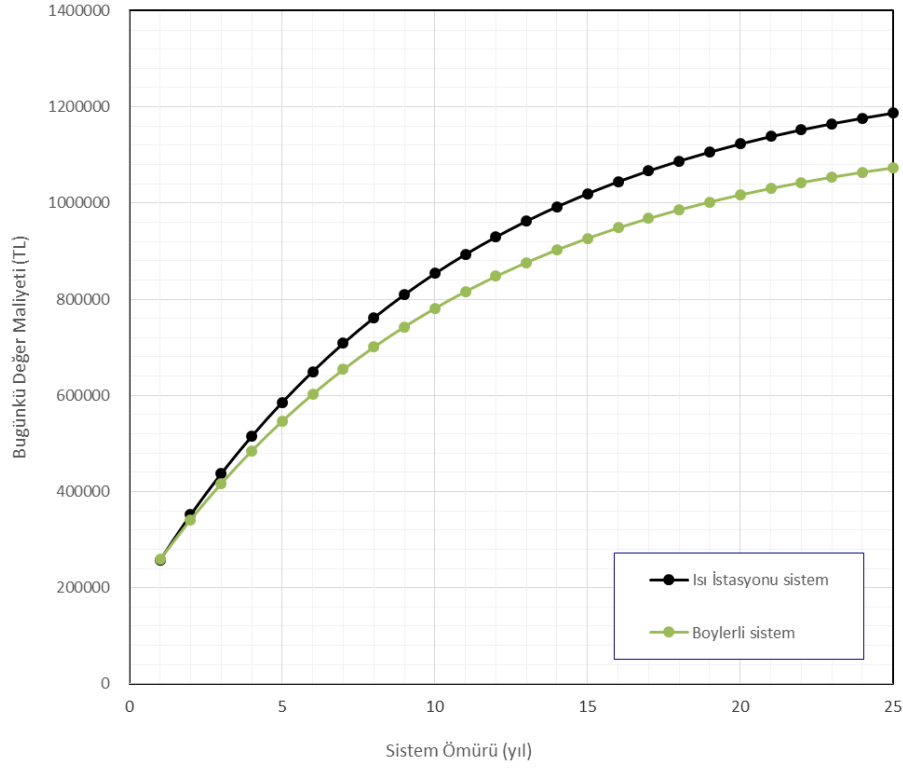
Bina	Maliyetler	Kazan+Isı istasyonu (TL)	Kazan+Boyerler (TL)
Tek blok 32 daireli	İlk yatırım	154 512.90	168 594.60
	Bakım	1 920.00	1 500.00
	İşletme	111 823.40	98 158.89
	Toplam	268 256.30	268 253.49
İki blok 64 daireli	İlk yatırım	295 201.30	334 360.00
	Bakım	3 840.00	3 000.00
	İşletme	210 004.75	196 340.25
	Toplam	509 046.05	533 700.25
Dört blok 128 daireli	İlk yatırım	548 929.10	639 785.00
	Bakım	7 680.00	6 000.00
	İşletme	374 536.04	392 590.63
	Toplam	931 145.14	1 038 375.63

4.4.5. Ekonomik Analiz

Bu tezde incelenen boylerli ve ısı istasyonlu ısıtma sisteminin bugünkü değer maliyeti yöntemine göre ekonomik değerlendirilmesi yapılmıştır. Tek bloklu ve iki bloklu yapılarda ısı istasyonlu sistemin ilk yatırım maliyeti boylere göre daha avantajlı ama işletme maliyeti boylerli sisteme göre dezavantajlıdır. Dört bloklu yapıda yani daire sayısı daha da arttığında hem ilk yatırım maliyeti olarak hem de işletme maliyeti olarak ısı istasyonlu sistemin avantajlı olduğu görülmüştür. Bugünkü değer maliyeti yöntemi hesaplamalarında faiz oranı %10 ve merkezi sistemin kullanım ömrü 25 yıl olarak alınmıştır.

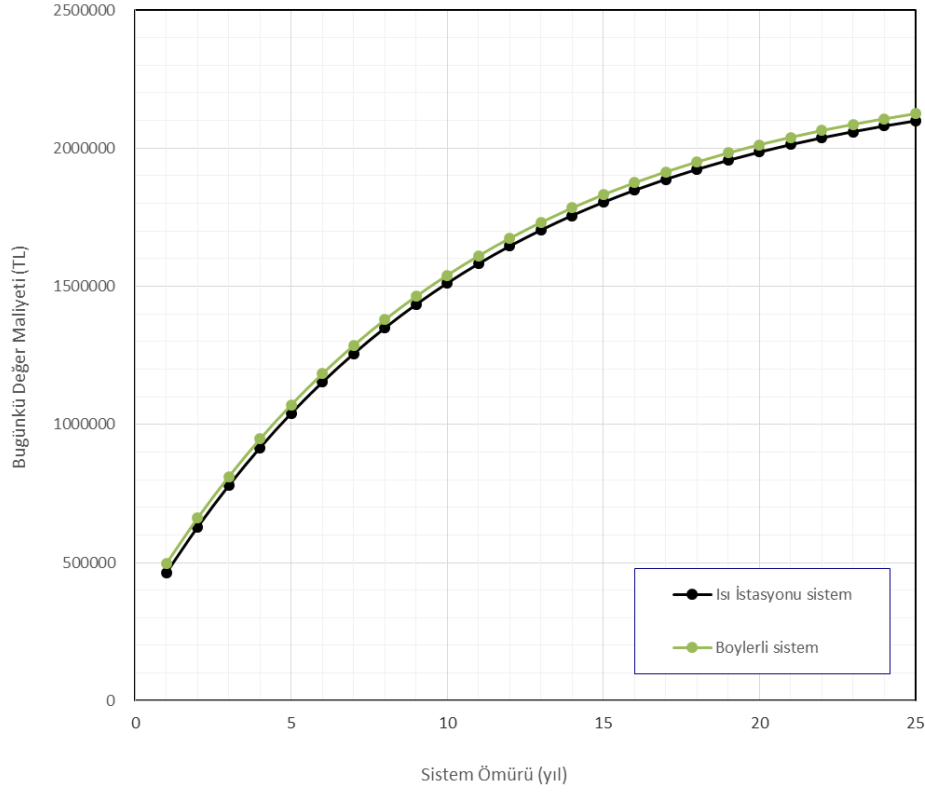
Şekil 4.13.'de ömür boyu maliyet analizine göre tek bloklu yapının her iki sisteme göre bugünkü değer maliyetinin yıllık değişimi gösterilmiştir. Şekil 4.14.'de iki bloklu yapının her iki sisteme göre bugünkü değer maliyeti grafik olarak verilmiştir. Şekil 4.15.'de dört bloklu yapının her iki sisteme göre bugünkü değer maliyeti gösterilmiştir. Ayrıca, bu tez çalışmasında hesaplanan tüm binalar için elde edilen ekonomik analiz sonuçları karşılaştırılarak Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Şekil 4.13.'den görüleceği gibi, tek blok 32 daireli bina modelinde, merkezi ısıtma sisteminde ısı istasyonu sisteminin tercih edilmesi durumunda 25 yılsonunda bugünkü değer maliyeti 1 186 966.29 TL olarak bulunmuştur. Boylerli sistemin tercih edilmesi durumunda ise 25 yılsonunda bugünkü değer maliyeti 1 073 204.52 TL olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre tek blok 32 daireli bina modelinde 25 yılsonunda, boylerli sistemin ısı istasyonu sistemine göre 113 761.77 TL'lik (%10'luk) bir kazanç sağlayacağı görülmüştür.



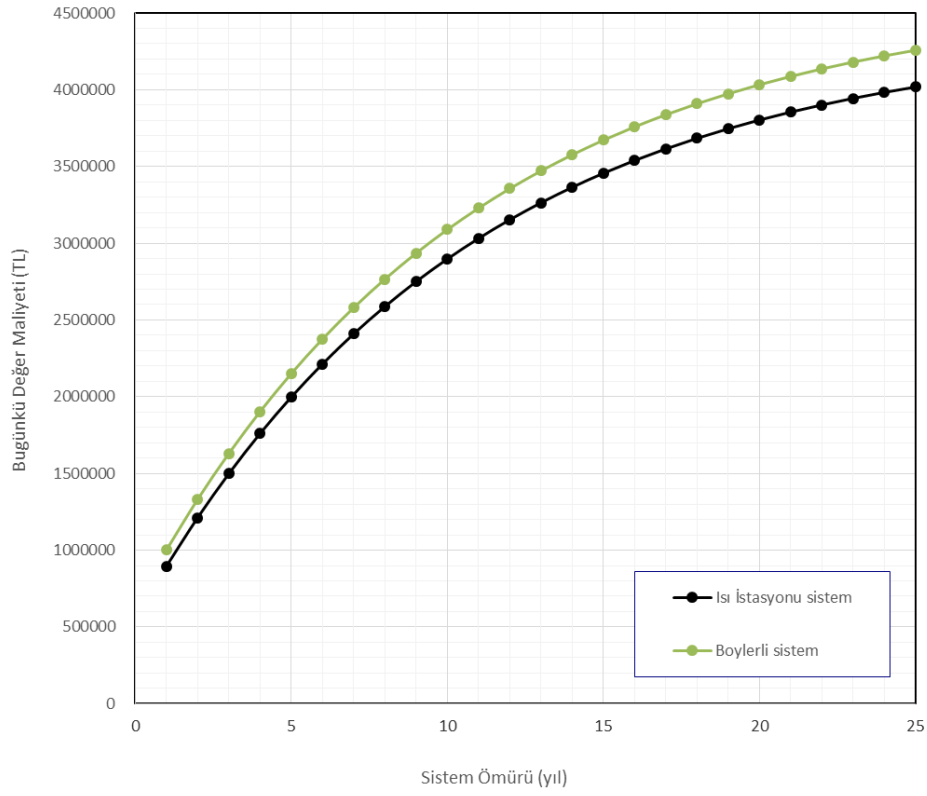
Şekil 4.13. Tek blok 32 dairesi bina model için ısı istasyonlu sistem ve boylerli sistemin ömür boyu maliyet analizi

Şekil 4.14.'den görüleceği gibi, Çift blok 64 dairesi bina modelinde, ısı istasyonlu sistemin 25 yılsonunda bugünkü değer maliyeti 2 098 624.22 TL olarak bulunmuştur. Boylerli sistemin 25 yılsonunda bugünkü değer maliyeti ise 2 124 714.02 TL olarak hesaplanmıştır. 25 yılsonunda, her iki sistemin bugünkü değer maliyeti yaklaşık olarak birbirine eşit çıkmıştır. Ekonomik açıdan iki sistemde aynı kazancı sağlayacaktır.



Şekil 4.14. İki blok 64 dairesi bina model için ısı istasyonlu sistem ve boylerli sistemin ömür boyu maliyet analizi

Şekil 4.15.'den görüleceği gibi, Dört blok 128 dairesi bina modelinde, merkezi ısıtma sisteminde ısı istasyonu sisteminin tercih edilmesi durumunda 25 yılsonunda bugünkü değer maliyeti 4 018 319.39 TL olarak bulunmuştur. Boylerli sistemin tercih edilmesi durumunda ise 25 yılsonunda bugünkü değer maliyeti 4 257 808.10 TL olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre tek blok 32 dairesi bina modelinde 25 yılsonunda, ısı istasyonlu sistemin boylerli sisteme göre 239 488.71 TL'lik (%6'lık) bir kazanç sağlayacağı görülmüştür.



Şekil 4.15. Dört blok 128 dairesi bina model için ısı istasyonlu sistem ve boylerli sistemin ömür boyu maliyet analizi

Çizelge 4. 24. Ekonomik analiz değerlerinin karşılaştırılması

Bina	Bu günkü değer maliyeti		
	Kazan +Boyer (TL)	Kazan +Isı İstasyonu(TL)	Kazanç Oranı (Kazan+Boyer/Kazan+Isı İstasyonu)
Tek blok 32 daire	1 073 225.67	11 86 966.29	0.90
Çift blok 64 daire	2 124 714.02	2098624.22	1.01
Dört blok 128 daire	4 257 808.10	4 018 319.39	1.06

5.SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, İstanbul’da aynı mimari özelliğe sahip ve merkezi ısıtma sistemi ile ısıtılan tek bloklu, iki bloklu ve dört bloklu bir yapının kullanım sıcak su ihtiyacının karşılanmasında kullanılan iki farklı sistemin tekno-ekonomik analizleri yapılmıştır. Bu binada kullanım sıcak suyu için ısı istasyonu sistemi ve boyler sistemi karşılaştırılmıştır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre, tek bloklu, iki bloklu ve dört bloklu yapıların tamamında ilk yatırım maliyetine göre bir değerlendirme yapıldığında ısı istasyonlu sistem, boylerli sisteme göre daha avantajlı olmaktadır. Dört bloklu yapıda hem ilk yatırım maliyeti hem de işletme maliyeti olarak ısı istasyonlu sistem daha avantajlı bulunmuştur. Daire sayısının arttığı bina modellerinde ısı istasyonlu sistem daha avantajlı hale geldiği görülmüştür. Dolayısıyla, kullanım sıcak suyu için ısı istasyonu kullanılan sistemlerin boylerli sistemlere göre işletme maliyetinin daha düşük çıkması daire sayısı ile orantılı olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Daire sayısının 64 altına düştüğü bina modellerinde boylerli sistemlerin ısı istasyonu sistemlerine göre avantajlı olduğu sonucuna varılmıştır. Yüksek katlı binalarda daire sayısı arttıkça ısı istasyonlu sistemler işletme maliyeti açısından daha avantajlı duruma geçmektedir. Ancak bu tür büyük yatırımlı projelerde, her iki sistemin ekonomik analizi yapılarak değerlendirmeye alınması en doğru sonucu verecektir.

KAYNAKLAR

- ANONİM, 2019, DAF ENERGY Isı İstasyonu uygulamaları kitabı, e-book.
- ANONİM, 2002a, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2002, Kalorifer Tesisatı, Yayın no: MMO/352/4.
- ANONİM, 2002b, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2002, Sıhhi Tesisat Proje Hazırlama Esasları, Yayın no: MMO/260/2.
- BULUT H. ve AKTACİR M. A. “Determination of Free Cooling Potential: A Case Study for Istanbul, Turkey” *Applied Energy* 88 (2011) 680–689.
- İGDAŞ Perekende Satış, (Erişim Tarihi 11.7.2019),
<https://www.igdas.istanbul/perakende-satis/>
- AKTACİR M. A. 2005, Influence of Outdoor Air Conditions on Operating Capacity of Air Conditioning Systems, PhD thesis, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği ABD. Adana
- ECA Felis Tipi Yoğuşmalı Kazanlar, (Erişim Tarihi 18.7.2019),
<https://www.eca.com.tr/isitma-sogutma/merkezi-isitma-sistemleri/duvar-tipi-yogusmali-kazanlar/e-c-a-felis-serisi-duvar-tipi-yogusmali-kazanlar>
- OĞUZ, Y., ve KIRMACI, V. 2015. Bartın İlinde Kullanılan Isıtma Sistemlerinin Ekonomik ve Çevresel Etkilerinin İncelenmesi. *Mühendislik ve Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 3(1), 4-10.
- BAKOS, G. C., SPIROU, A. and TSAGAS, N. F. 1999. Energy Management Method for Fuel Saving in Central Heating Installations. *Energy and Buildings*, 29(2), 135-139.
- ACARKAN B. 2005, Bireysel ve Merkezi Isıtma Sistemlerinde Verimlilik ve Ekonomiklik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
- SAVAŞAN M. 2005, Merkezi ve Bireysel Isıtma Sistemlerinin Termoekonomik Analizi. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
- TÜRKERİ A. 2019, Bireysel ve Merkezi Isıtma Sistemlerinin Tanıtımı ve Karşılaştırılması. Doğalgaz Semineri, (11.07.2019), s.181-188
- DEMİR A. 2000, Isı Sayaçlı Merkezi Isıtma Sistemi İle Bireysel Isıtma Sisteminin Teknik Ve Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
- GÜRENLİ M. ve ATAMTÜRK U. 2011, Türkiye’de Yaygın Olan Kullanım Sıcak Suyu Sistemlerine Genel Bir Bakış Hızlı Boyler ve Depo Şarj Sisteminin Karşılaştırma Analizi. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, İzmir, s.545-556.
- ÇOMAKLI K., ÇAKIR U. ve EFE Ş. 2011, Farklı Bina Tipleri ve Yakıtlar İçin Merkezi Isıtma Sistemlerinin Maliyet Analizi. X. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16 Nisan, İzmir, s.1945-1953.
- RECKNAGEL H. , SPRENGER E. and SCHRAMEK E.R. 2000, Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik. Oldenburg Verlag.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Emre Volkan BABUR
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : Fatih, 1991
Telefon : 05414338777
e-mail : emrevolkanbabur@gmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı	İlçe/İl	Bitirme Yılı
Lise	: Esentepe İMKB Lisesi	ŞANLIURFA	2009
Üniversite	: Harran Üniv. Makine Mühendisliği	ŞANLIURFA	2013
Yüksek lisans	: Harran Üniv. Makine Mühendisliği	ŞANLIURFA	2019

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2015	Varangel Asansör	Makine Müh.
2016	Torunlar 5.Levent Projesi	Makine Müh.
2017	Babacan Premium Projesi	Makine Müh.
2019...	TüvTürk Araç Muayene İstasyonları	Makine Müh.

YABANCI DİLLER

İngilizce