



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

AKILLI BÖLGESEL İKLİMLENDİRME UYGULAMALARI

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

Tüm hakları saklıdır. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı'nın izni olmadan bu belgenin hiçbir kısmı elektronik ya da mekanik yollarla (fotokopi, kayıtların ya da bilgilerin arşivlenmesi, vs.) çoğaltılamaz.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı © 2024

AKILLI BÖLGESEL İKLİMLENDİRME UYGULAMALARI

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamaları” yapmak isteyen kurum ve kuruluşlara, projenin geliştirme ve uygulama aşamalarında destekleyici rehber doküman olması amacıyla hazırlanmıştır.

Kılavuzda uygulamaya yönelik bir vaka üzerinden aşamalı ve detaylı olarak açıklama yapılmıştır.

Rehberlik kılavuzu ile uygulamanın projelendirilmesine ve fizibilite çalışmalarının yapılmasına destek olunması hedeflenmektedir.

1. Uygulamanın Tanımı

Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamaları, modern teknolojilerin ve veri analitiğinin kullanıldığı, belli bir bölge veya alanın iklimlendirme sistemlerinin yönetilmesi, optimize edilmesi ve geliştirilmesi amacıyla tasarlanmış çeşitli yaklaşımları ve çözümleri ifade etmektedir. Bu uygulamalar, enerji verimliliğini artırmak, kaynak kullanımını optimize etmek, konfor düzeyini artırmak ve çevresel etkileri azaltmak gibi hedefleri gerçekleştirmek üzere tasarlanmıştır.

Binalar, endüstriyel tesisler, ticari alanlar ve şehirler gibi farklı çevresel bağlamlarda kullanılabilir. Bu uygulamalar, iklim değişikliğiyle başa çıkma çabalarında, enerji tasarrufunda ve çevresel sürdürülebilirlikte önemli bir rol oynamaktadır.

1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamaları projesinin hazırlık aşamasında ilk olarak projenin adı belirlenir.
- Proje adı belli olduktan sonra projenin uygulama alanı, büyüklüğü ve yapısı belirlenerek projenin ne kadar sürede biteceği planlanır.
- Proje uygulamaya alınmadan önce projenin tanıtıcı özeti olan Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamındaki Proje Fişi hazırlanır.

Örnek Vaka	
Proje Adı	Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamaları Projesi
Uygulama Alanı	1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi
Proje Süresi	3 yıl

Akıllı Şehir Proje Fişi, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartları kapsamında hazırlanmış olup doküman www.akillisehirler.gov.tr adresinde yayınlanan Akıllı Şehir Bilgi Paylaşım Portalı'ndan erişilebilmektedir.

1.2. Proje Teknik Bileşenleri

Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamalarına ait teknik bileşenler şunlardan oluşmaktadır:

- Bölgesel iklimlendirme (ısıtma ve soğutma) sistemleri (pompa istasyonları, borulama elemanları, vb.)
- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemi
- Bina Altı Güç İstasyonu (BAGİ)
- Ve diğer proje teknik bileşenleri

Tablo 1. Proje Teknik Bileşenleri ve Örnek Vaka için Gerekli Adetler

ISI TRANSFER İSTASYONU		
AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR
DN1250 KOLEKTÖR ve VANA GRUBU	set	1
FITTINGS	set	1
60MW PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİ	ad	2
ISI MERKEZİ İÇ BORULAMA	set	1
ARITMA VE DEPOLAMA SİSTEMİ	set	1
SCADA SİSTEMİ	set	1
ELEKTRİK İŞLERİ	set	1
İNŞAİ İŞLER	set	1
ISI MERKEZİ - POMPA İSTASYONU BORULAMA		
AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR
DN1250 BORU ve VANA GRUBU	set	1
FITTINGS	set	1
ANA POMPA İSTASYONU		
SİRKÜLASYON POMPASI (60MW - dT=40 H=4Bar 200kW)	ad	2
DN350 INLINE TIP 2100KG		
1. FAZ + YEDEK		

FREKANS KONVERTÖRÜ	ad	2
1. FAZ + YEDEK		
İSTASYON İÇİ BORULAMA	set	1
FİLTASYON SİSTEMİ	set	1
ISI MERKEZİ İÇ BORULAMA	set	1
TORTU TUTUCU SİSTEMİ - 240MW için	set	1
SCADA SİSTEMİ	set	1
İNŞAİ İŞLER	set	1
ELEKTRİK İŞLERİ	set	1
POMPA İSTASYONU - UYDU ISI MERKEZİ BORULAMA		
AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR
DN650 BORU ve VANA GRUBU	set	1
FITTINGS	set	1
UYDU ISI MERKEZİ		
AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR
SİRKÜLASYON POMPASI (60MW - dT=40 H=2Bar)	ad	2
12MW PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİ DN200	ad	6
İSTASYON İÇİ BORULAMA	set	1
FİLTASYON SİSTEMİ	set	1
ISI MERKEZİ İÇ BORULAMA	set	1
SCADA SİSTEMİ	set	1
ELEKTRİK İŞLERİ	set	1
UYDU ISI MERKEZİ - TÜKETİCİ BORULAMA		
AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR
BORU ve VANA GRUBU - DEĞİŞKEN ÇAPLARDA	set	1
FITTINGS	set	1
TÜKETİCİ ISI MERKEZİ		
AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR
SON TÜKETİM NOKTASI SETİ - 240KW	ad	250
ELEKTRİK İŞLERİ	set	1
SCADA SİSTEMİ	set	1

Örnek Vaka

200.000 kişinin yaşayacağı 1.000 hektarlık örnek proje alanında;

İklimlendirme amaçlı bir ana ısı merkezi kurulacaktır. Bu tesiste pompa grupları, grafik izleme sistemleri, SCADA yönetim sistemleri ve ek birimler bulunacak şekilde düzenlenmelidir. Proje kapsamında kullanılacak arazi alanı 1.250 m² olarak öngörülmüştür.



Şekil 1. Ana Pompa İstasyonu Örneği

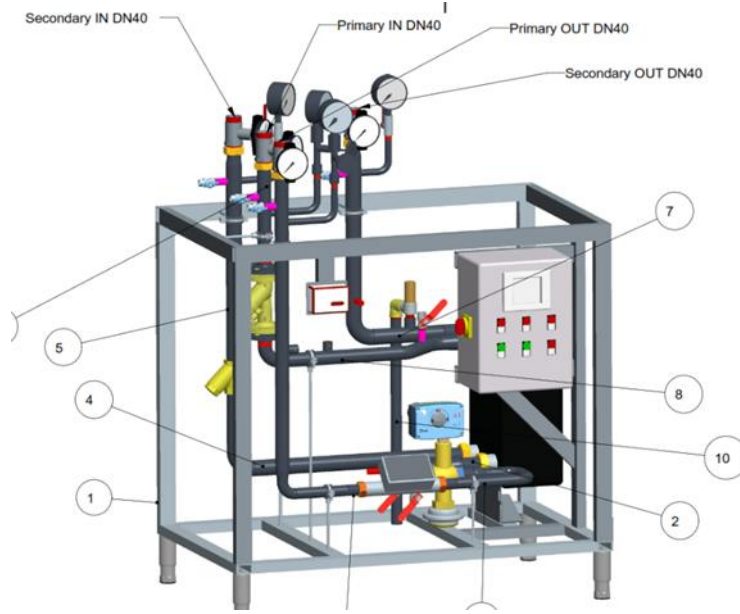
Ana pompa istasyonundan konumlandırılacak uydu ısı transfer merkezlerine poliüretan kaplı yer altında taşınması yapılacak gidiş ve dönüş olmak üzere DN650 borulama dağıtım hattı yapılması gereklidir. Borulama için koordinasyon Devlet Su İşleri (DSİ) ile yapılmalı ve mümkün ise toplulaştırma altyapısı ile entegre edilmelidir.



Şekil 2. Örnek Ön İzoleli Boru İmalatları

Proje kapsamında 6 uydu ısı merkezi kurulacaktır. 6 adet (7 asıl, 1 yedek) ısı değiştirici ve hizmet verilecek pompa grupları konumlandırılacaktır.

Dağıtım hatları tesis mekanik odalarına giriş sağlamalı ve bu noktada merkezi SCADA sistemi ile sürekli haberleşecek bina altı ısı transfer istasyonları konumlandırılmalıdır.



Şekil 3. Örnek İstasyon-240 kW

Sabit sermaye yatırım tutarı çalışması mekanik tesisat imalatları, pompa grupları alımı ve montajı, elektrik tesisat imalatları ve otomasyon imalatını içermektedir. İmalat aşamaları aşağıdaki başlıklar altında özetlenmektedir:

1. Isı Transfer İstasyonu
2. Isı Transfer İstasyonu-Ana Pompa İstasyonu Nakil Hatları
3. Ana Pompa İstasyonu
4. Pompa İstasyonu-Uydu Isı Merkezleri Nakil Hatları
5. Uydu Isı Merkezleri
6. Uydu Isı Merkezi-Bina Altı Isı Transfer İstasyonları Nakil Hatları
7. Isı Merkezler-Bina Altı Isı Transfer İstasyonları

1.3. Proje Girdileri

Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamalarına ait proje girdileri aşağıda sıralanmıştır:

- Isı kaynağı yatırımı
- Rezerv yapı alanları
- Ve diğer proje girdileri

1.4. Beklenen Çıktılar

Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamalarına ait beklenen çıktılar şu şekildedir:

- Enerji tasarrufu sağlanması
- Enerji verimliliğinin artırılması
- Konfor düzeyinin iyileştirilmesi
- Kaynak kullanımının optimize edilmesi ve olumsuz çevresel etkilerin azaltılması
- Hava sirkülasyonunu ve filtreleme sistemlerini optimize ederek iç mekân hava kalitesini artırması
- Ve diğer proje çıktıları

1.5. Projenin performans göstergeleri

Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamalarının performans göstergeleri, projenin başarı seviyesini ölçmek için kullanılan ölçülebilir ve belirli hedeflerdir. Bu performans göstergeleri, Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamaları projesinin amaçlarına ulaşip ulaşmadığını değerlendirmek, etkinliğini ve verimliliğini ölçmek için kullanılır.

Performans göstergeleri arasında:

- Yatırım geri dönüş süresi
- Enerji kaynaklarının tüketilme oranındaki azalma
- Karbondioksit salınımı azaltımı
- Ve diğer proje performans göstergeleri bulunmaktadır.

2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

2.1. Proje Kapsamı

Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamalarının kapsamı geniş ve çeşitlidir, çünkü farklı alanlarda ve bağlamlarda iklimlendirme ihtiyaçları ve hedefleri farklılıklar gösterebilmektedir. Bu uygulamalar, enerji tasarrufu, sürdürülebilirlik ve konfor gibi önemli hedeflere ulaşmak için modern teknolojileri ve veri analitiğini kullanarak entegre yaklaşımlar sunmaktadır.

Akıllı İklimlendirme Uygulamaları, binaların ısıtma, soğutma, havalandırma ve hava kalitesi yönetim sistemlerini içerir. Büyük ticari veya endüstriyel tesislerde, üretim alanlarında veya ofislerde enerji verimliliği ve iç mekân konforunu artırmak için akıllı iklimlendirme uygulamaları kullanılır. Şehirlerde, akıllı bölgesel iklimlendirme uygulamaları, toplu taşıma, sokak aydınlatması, yeşil alanlar ve diğer

altyapı sistemleriyle entegre edilerek enerji verimliliği ve yaşam kalitesini artırmayı amaçlar. Yenilenebilir enerji kaynakları, enerji depolama sistemleri ve akıllı şebekeler gibi altyapı unsurları, enerji verimliliğini artırmak ve enerji tüketimini optimize etmek için akıllı iklimlendirme uygulamalarıyla entegre edilebilir. İç mekân hava kalitesinin izlenmesi ve iyileştirilmesi için akıllı sensörler ve filtreleme sistemleri kullanılır.

2.2. Proje Gerekçesi

Proje kapsamında, rezerv alanlarında üretilen enerjinin akıllı bölgesel iklimlendirme sistemlerini beslemek üzere birden fazla dağıtım noktasından dağıtılması hedeflenmektedir. Bu enerji taşıma hatları aracılığıyla tüketim noktalarına iletilerek etkin bir şekilde kullanılacaktır.

Proje, bölgesel iklimlendirme yöntemiyle ısıtma ve soğutma alt yapısının bir merkezden son tüketim noktalarına taşınmasını amaçlamaktadır. Bu hedef doğrultusunda, bölge halkının ısınma ve soğutma ihtiyaçlarının daha etkin ve verimli bir şekilde karşılanması hedeflenmektedir. Yapılacak yatırımlarla birlikte, bölgede yaşayan halkın tüketim maliyetlerinde azalma sağlanması amaçlanmaktadır. Aynı zamanda, doğal kaynakların en verimli şekilde kullanılmasıyla çevresel sürdürülebilirlik de hedeflenmektedir.

2.3. Mevcut Durum

Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti

- Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamalarına yönelik dünyadaki güncel trendler incelenir.
- Bu trendlere bağlı güncel teknoloji, yazılım, otomasyon, ekipman, yapı, ürün vs. incelenir.

Proje konusu ile ilgili Türkiye’de mevcut durumun tespiti

- Türkiye’deki mevcut Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamalarına yönelik alt ve üst yapı uygulamaları incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti

- Bu uygulamaları gerçekleştiren kurum ve firmalarla bilgi-tecrübe-fikir alış verişi yapılır.
- Başarılı süreçler arasında kıyaslama yapılarak bölge için en uygun teknoloji, yapı, ekipman, otomasyon, yöntem ve ürün belirlenir.
- Süreç içerisindeki karşılaşılan olumlu ve olumsuz durumlara dair bilgi notları hazırlanır ve bilgi havuzuna eklenir.

Literatür Araştırması

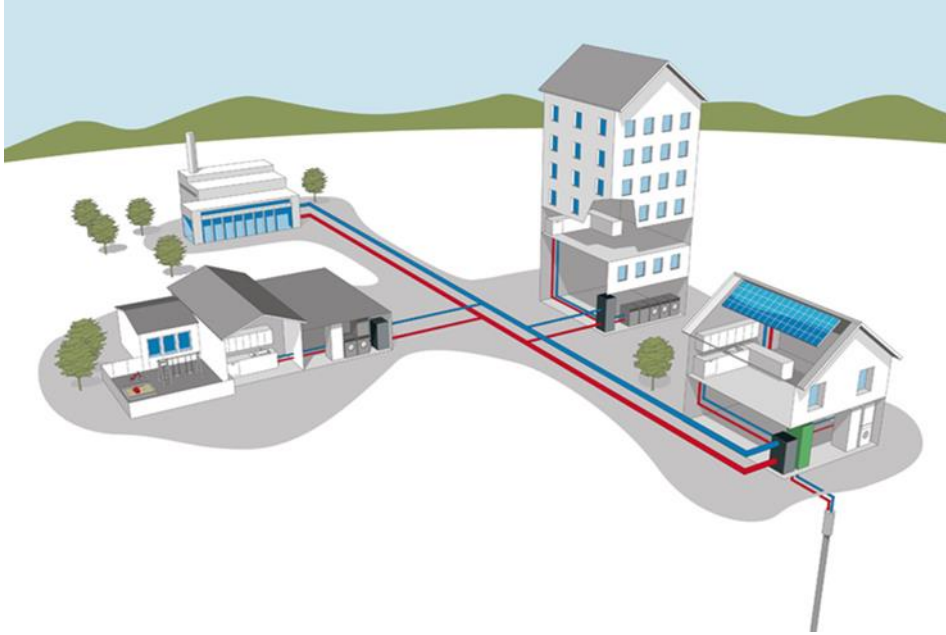
Literatür araştırması, bu projeyi uygulayacak kurum ve kuruluşlara mevcut durum hakkında bilgi vermek ve konu hakkında fikir sahibi olmalarını sağlamak amacıyla hazırlanmıştır.

Dünya nüfusunun ve yaşam standartlarının sürekli artışı, günümüzün en acil ve önemli konularından biri olan enerji ihtiyacını giderek artırmaktadır. Ancak, üzerinde yaşadığımız gezegenin sunduğu fosil enerji kaynaklarının sınırlılığı ve her yerde kolayca erişilebilir olmaması, uzun vadede sürdürülebilir bir enerji çözümü oluşturmak için alternatifler arayışını zorunlu kılmaktadır.

Dünya genelinde artan nüfus ve yaşam standartları, enerji ihtiyacının hızla artmasına neden olmaktadır. Bu ihtiyaç, özellikle elektrik ve iklimlendirme enerjisi olmak üzere hayati alanlarda karşılanmalıdır. Ancak, fosil yakıtların sınırlı olması ve enerji üretim maliyetlerinin yüksek olduğu bazı ülkelerde, köklü ve sürdürülebilir enerji çözümlerine ihtiyaç vardır. Bu noktada, çeşitli araştırmalar, elektrik ve iklimlendirme enerjisinin ortak üretim tesisleri kurularak verimliliğin artırılabilirliğini göstermektedir. Kuzey Avrupa ülkeleri, yüksek iklimlendirme enerjisi ve sınırlı fosil yakıt kaynakları nedeniyle bu konuda öncü çalışmalar yürütmektedir [8]. Elektrik enerjisi yönetim sistemlerinde olduğu gibi, mekanik tesisat sistemlerinde de entegre çözümler geliştirilebilir ve ileri teknolojilerle birleştirilebilir. Türkiye'deki iklimlendirme enerji ihtiyacı, genellikle dış kaynaklardan temin edilmektedir. Bu durumda, yerel enerji kaynaklarının entegre sistemlerle kullanılması gerekmektedir. Jeotermal enerji gibi önemli bir kaynak, başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, mevcut elektrik üretim santrallerinin kombine çevrim santrallere dönüştürülmesi ve elde edilen ısı enerjisinin entegre sistemlerde kullanılmasıyla verimlilik artırılabilir ve dışa bağımlılık azaltılabilir. Merkezileştirilmiş iklimlendirme enerjisi üretimi, sürdürülebilirlik ve enerji etkin tasarım önemlidir ve yeni yatırımların öncelikli hedefi olmalıdır. Enerji etkin kombine çevrim sistemlerinin bölgesel ısıtma/soğutma enerji üretim, dağıtım ve yönetim sistemleriyle entegre edilmesi, ülkenin kaynaklarını daha verimli kullanmasını ve ekonomik sürdürülebilir çözümler sunmasını sağlar. Bu yaklaşım, aynı zamanda CO2 salınımını azaltarak toplum sağlığını korumak ve gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakmak için önemli bir adımdır. 2015 yılında Türkiye'deki elektrik üretim santrallerinin %25 atık ısı kabulü ile konut ısıtma ihtiyacının %30'unun karşılanabileceği hesaplanmıştır. Bu, doğalgaz ithalatının %12 oranında düşürülebileceği anlamına gelmekte ve yaklaşık 2 milyar USD değerinde gaz ithalatının azaltılabileceğini göstermektedir [8]. Bu durum, yerli enerji kaynaklarının etkin kullanılmasıyla enerji bağımlılığının azaltılması ve ekonomiye olumlu katkı sağlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Bölgesel iklimlendirme, farklı enerji kaynaklarının entegre edildiği bir sistemdir ve bu sistem sayesinde birçok binanın ısıtma ve soğutma ihtiyacı karşılanmaktadır. Bu enerji kaynakları arasında elektrik santralleri, güneş tarlaları, ısı pompaları, jeotermal kaynaklar, endüstriyel tesisler ve çöp yakma gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır. Böylece, bölgedeki çeşitli yapıların ısıtma ve soğutma ihtiyaçları, farklı

enerji kaynaklarının birleşimi sayesinde etkili bir şekilde sağlanmaktadır. Aynı zamanda, çevre dostu yaklaşımların da benimsendiği bu sistem, sürdürülebilir enerji kullanımını teşvik etmekte ve enerji verimliliğini artırmaktadır.



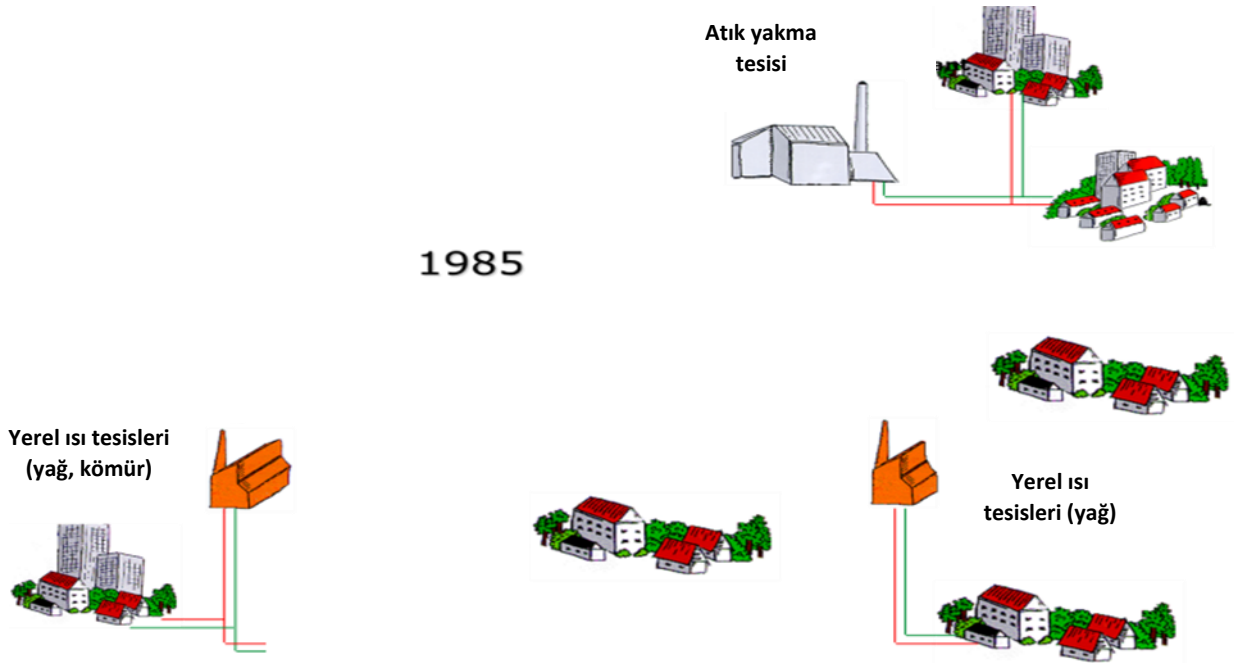
Şekil 4. Bölgesel Isıtma Sisteminin Şematik Gösterimi [6]

Türkiye’de nüfus artışı ve şehirleşme sürecinin hızlanması, konut ihtiyacını önemli ölçüde artırmış ve buna paralel olarak enerji talebini de artırmıştır. Bu büyüyen enerji talebinin çoğunluğu fosil yakıtlardan elde edilen enerji kaynaklarıyla karşılanmaktadır. Ancak, doğalgazdaki dışa bağımlılık ve arz güvenliği sorunları, enerji verimliliği konusunu tüketimin yanı sıra üretimin de önemli bir meselesi haline getirmektedir.

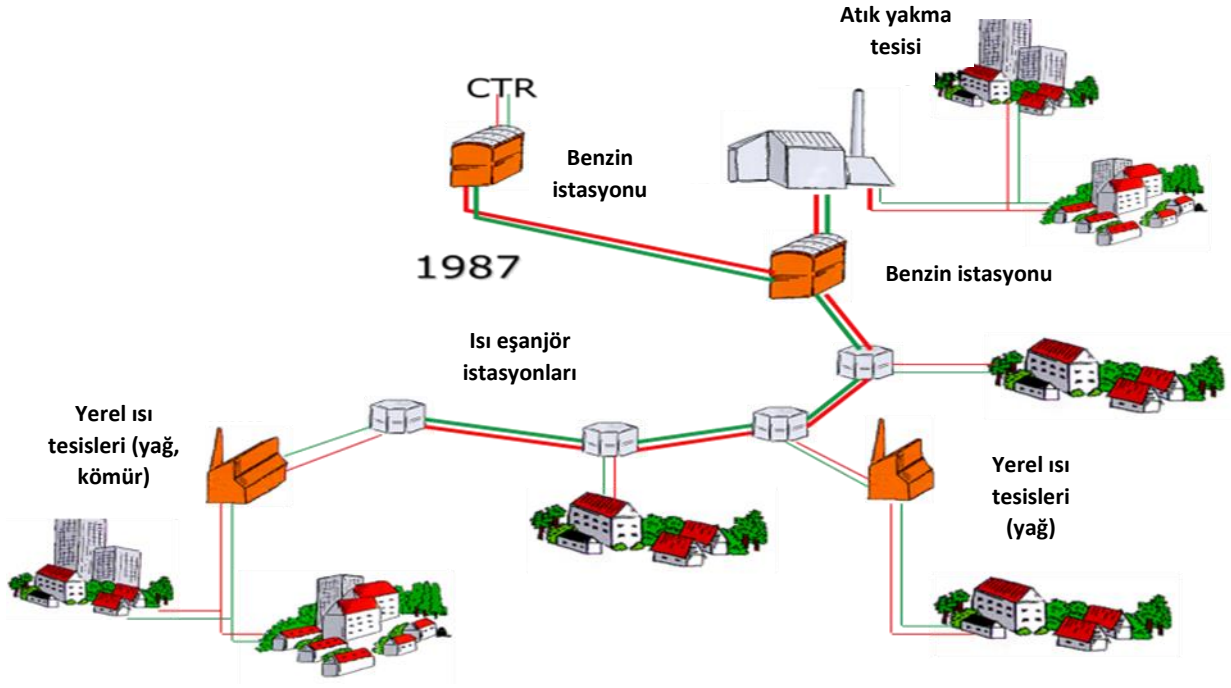
Günümüzdeki teknolojiyle inşa edilmiş doğalgaz kombine çevrim elektrik santralleri, oldukça verimlidir ve verimlilikleri %60 civarına ulaşmaktadır. Ancak, bu santrallerde elde edilen enerjinin %40’ı ısı olarak atmosfere kaybedilmektedir. Bu durum, atıl durumda olan bu ısı potansiyelinin enerji tasarrufu açısından büyük bir fırsat sunmaktadır, özellikle de hızla büyüyen konutlaşma süreçleriyle birlikte Türkiye’de önemli katkılar sağlanabilir [6]. En yüksek elektriksel verimliliğe sahip olan santrallerde bile kullanılmayan ısı enerjisi, önemli bir potansiyel oluşturmaktadır ve bu potansiyel, Türkiye’de hızla artan konutlaşma ile birlikte daha da önem kazanmaktadır. Bu atıl ısı, enerji tasarrufu açısından büyük bir fırsat sunmaktadır. Doğru yönetildiğinde ülkemize önemli enerji kazançları sağlama potansiyeli bulunmaktadır. Doğalgaz kombine çevrim elektrik santralleri, günümüz teknolojiyle yüksek verimlilik sağlayarak enerji üretmektedir. Ancak, elde edilen enerjinin büyük bir kısmı ısı olarak kaybedilmekte ve potansiyel enerji tasarrufu göz ardı edilmektedir. Özellikle hızla gelişen konutlaşma süreçleri, bu atıl

ısı potansiyelinin kullanımını daha da önemli hale getirmekte ve Türkiye'ye büyük ölçüde enerji tasarrufu sağlama imkânı sunmaktadır.

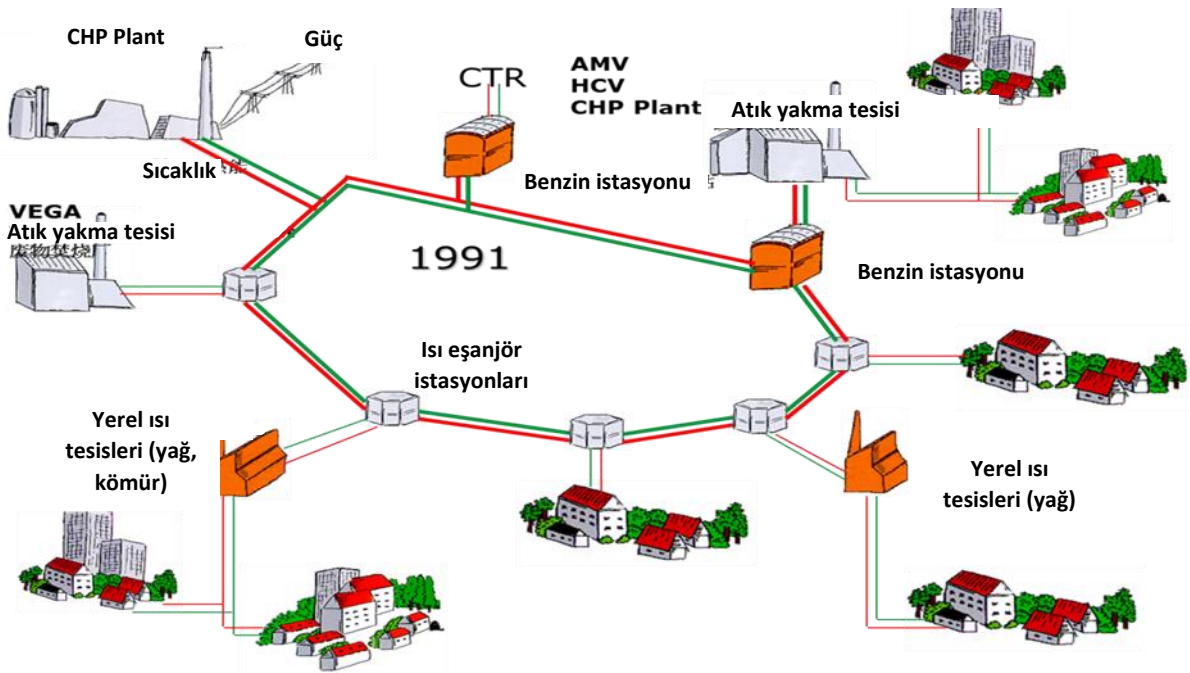
Danimarka, bölgesel iklimlendirme konusunda dünya çapında en gelişmiş ülkelerden biridir. Başkent Kopenhag'da ısıtma sistemlerinin %98'i ve ülke genelinde ise %64'lük bir kapsama alanıyla enerji verimli iklimlendirme sistemlerine sahiptir. Danimarka, 1973 yılında yaşanan petrol krizi sonrasında ısıtma sistemlerinde değişiklik yapmaya başlamış olup, bu yüksek oranlara ulaşmak için yaklaşık 50 yıllık bir dönüşüm süreci geçirmiştir [6]. Gelişmeler devam etmekte olup, ülke, enerji tasarrufu ve çevre dostu iklimlendirme sistemleri konusunda öncü bir rol oynamaya devam etmektedir.



Şekil 5. Kopenhag Bölgesel Isıtma Sistemi 1985 [6]



Şekil 6. Kopenhag Bölgesel Isıtma Sistemi 1987 [6]



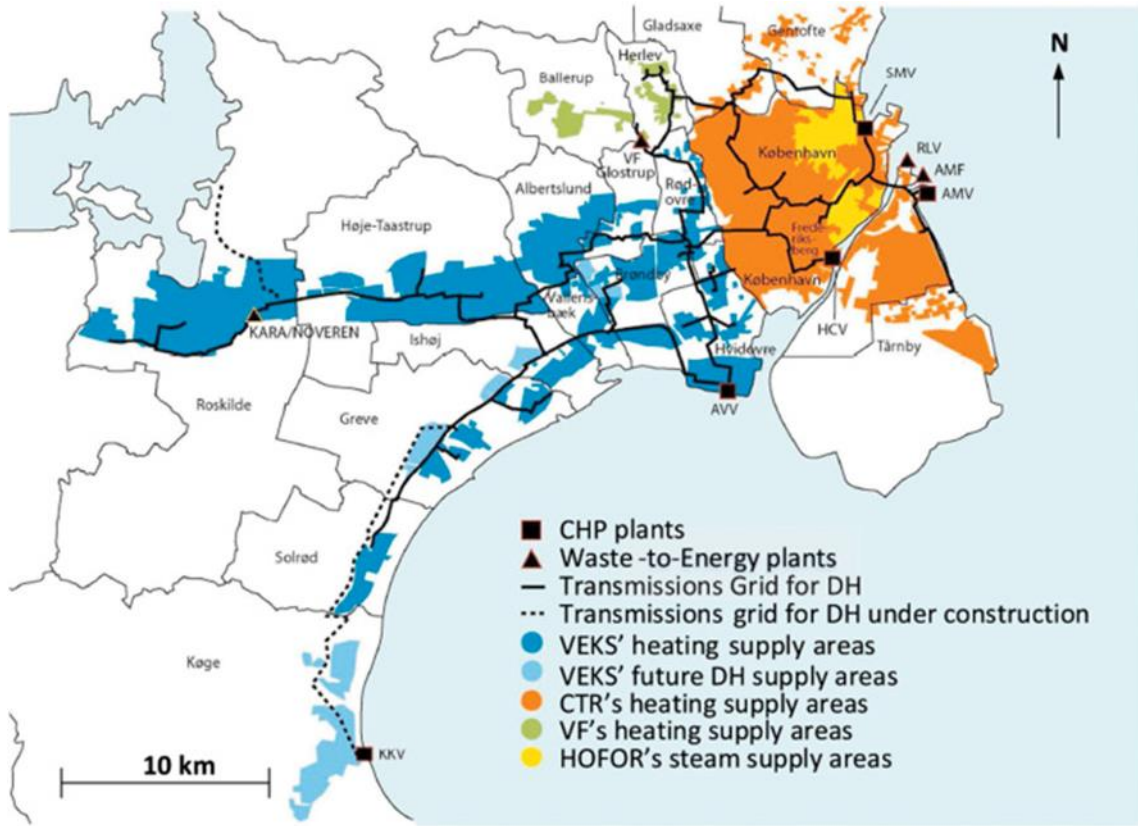
Şekil 7. Kopenhag Bölgesel Isıtma Sistemi 1991 [6]

Bölgesel ısıtma sistemleri, lokal çözümlerle başlayarak zamanla komşu şebekelerle birleşerek büyümüş ve günümüzde büyük bir yapıya dönüşmüştür. Danimarka'nın bölgesel ısıtma sistemi, tarihsel gelişimini şu aşamalarda yaşamıştır:

- 1979 yılında Isı Temin Kanunu'nun yayınlanmasıyla temelleri atılmıştır.
- 1984'te Kopenhag için Isı Planı oluşturulmuş ve bölgesel ısıtma ve santrallerin gelişimi hızlanmıştır.

- 1993 yılında Danimarka Hükümeti, 1,4 milyon ton biokütle ile elektrik üretimini destekleyen bir karar almıştır.
- 2009'da Kopenhag bölgesel ısıtma sistemi, şehrin %98'ine ulaşmıştır.
- 2015 yılında Kopenhag'da, 2010 yılına göre %20 karbon emisyonu azaltılarak çevre dostu adımlar atılmıştır.
- 2025 yılında ise dünyanın ilk karbon nötr başkentinin Kopenhag olması hedeflenmektedir [6].

Bu süreçte Danimarka'nın bölgesel ısıtma sistemi, önemli adımlar atarak çevreye duyarlı, verimli ve sürdürülebilir bir yapıya dönüşmüştür. Bu başarılar, diğer ülkeler için de ilham kaynağı olmuştur ve enerji sektöründe çevre dostu yaklaşımların önemini vurgulamaktadır.



Şekil 8. Günümüz Kopenhag Bölgesel Isıtma Sistemi [5]

Şekil 8'de görselleştirilen Kopenhag Bölgesel Isıtma Sistemi, farklı renklerle belirtilmiş üç dağıtım şirketi, iletim hatları ve kaynakların dağılımını göstermektedir. Bu harita, şehre hizmet veren altyapının geniş ve çeşitlilik gösteren yapısını ortaya koymaktadır. Sistem, farklı kaynakların uzaklığına bakılmaksızın sisteme dahil edilmesi çalışmaları sayesinde büyük bir esnekliğe sahip olmuş ve bu da sistemdeki karlılığı artırmıştır [6].

Kopenhag Bölgesel Isıtma Sistemi 2017 rakamlarıyla:

- 30.780 km boru hattı

- 64% kapsama alanı
- 50% yenilenebilir enerji

oranlarıyla kullanıcılarına hizmet vermektedir [6].

Kopenhag dışında, nüfus yoğunluğunun daha düşük olduğu senaryoda bile, bölgesel ısıtma sisteminin ekonomik açıdan avantajlı bir seçenek olduğu açıktır. Ülke genelinde, Kopenhag dışında, 400'ün üzerinde mikro-şebeke bulunmaktadır ve nüfus yoğunluğunun artmasıyla bu mikro-şebekelerin birleşmesi beklenmektedir.



Şekil 9. Kopenhag Bölgesel Isıtma Sistemi Kaynak Santrali [6]

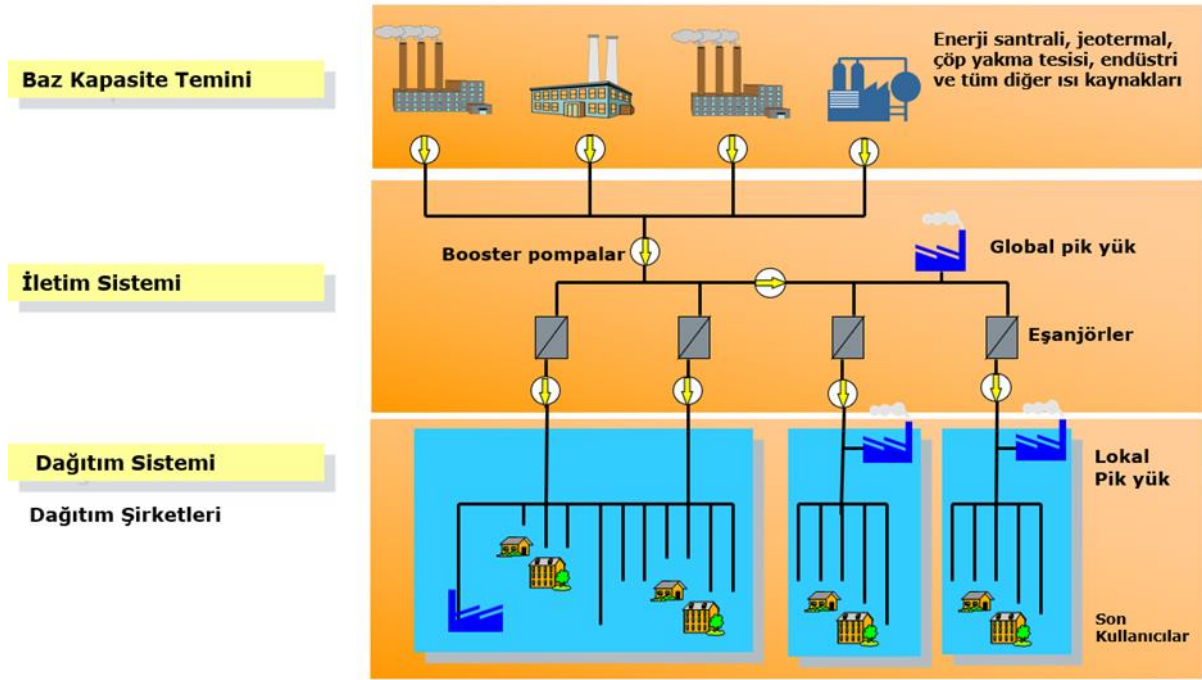
Günümüzde Kopenhag'da çalışan sistemin ısı kaynakları aşağıdaki gibidir [6]:

- | | |
|---|------------|
| • 3 adet Kombine Isı ve Elektrik Santrali | 1,800 MJ/s |
| • 3 adet Çöp Yakma ve 1 adet Jeotermal Santrali | 400 MJ/s |
| • Yedek ve Pik yük Kazanları | 1,400 MJ/s |
| • 3 adet Isıl Depo | 660 MJ/s |

Kopenhag Bölgesel Isıtma Sistemi temel olarak 3 bacak üzerine oturtulmuştur [6].

- Sisteme ısı satan kaynaklar
- Isı iletim firması
- Dağıtım şirketleri

Farklı şehirlerde dağıtım şirketleri olmadan doğrudan son kullanıcılara faturalama uygulamaları da mevcuttur.



Şekil 10. Kopenhag Bölgesel Isıtma Sistemi Genel Yapı [6]

Türkiye'de bölgesel ısıtma uygulamaları, 1980'li yıllarda jeotermal enerjiyle başlamıştır. Gönen ve Balçova bölgeleri, bu tür enerji kaynağıyla yapılan ilk uygulamalardır ve günümüzde tüm Türkiye genelinde 100.000 konut eşdeğeri bina jeotermal enerji ile ısıtılmaktadır [6].

1999 yılında Esenyurt'ta faaliyete geçen Doğalgaz Kombine Çevrim Jenerasyon Santrali, bugüne kadar 1,4 milyar kilovat saat elektrik ve 130 milyon kilovat saat ısı üreterek bölgesel ısıtma uygulamalarına önemli katkı sağlamıştır. Bu santral sayesinde 10.000 konut eşdeğeri yapının, içinde bulunan evler, okullar, hastaneler, ofisler ve ticarethaneler 20 yıl süresince ısıtma ve sıcak su ihtiyaçları karşılanmıştır. 20 yıllık yap-işlet-devret süresinin sona ermesiyle, 22 Mayıs 2019 tarihinde santral Elektrik Üretim Anonim Şirketi (EÜAŞ)'ne devredilmiştir. Bu sayede Esenyurt ve Soma bölgelerinde jeotermal dışında kısıtlı kaynak kullanımıyla bölgesel ısıtma uygulamalarının başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlanmıştır [6].

Jeotermal ve Termik santrallerin yanı sıra, endüstriyel tesislerde de açığa çıkan atık ısıların ekonomik olarak değerlendirilmesi amacıyla farklı uygulamalar bulunmaktadır. Özellikle şeker fabrikalarında gerçekleşen işlemler sonucunda açığa çıkan ısı, tesis içindeki idari binalar ve lojmanların ısıtılmasında kullanılabilir. Bu yöntem sayesinde atık ısının değerlendirilmesi ve enerji tasarrufu sağlanmaktadır. Ayrıca, çöp ve çamur yakma tesisleri günümüzde sadece elektrik üretiminde değil, aynı zamanda atık ısının ekonomik kazanca dönüştürülmesi için çalışmalar sürdürülmektedir. Ülke

genelinde bu tür tesislerin atık ısılarının etkin bir şekilde kullanılması ve enerji kayıplarının minimize edilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Bu yöntemler, sürdürülebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve çevre dostu uygulamaların yaygınlaştırılması açısından önem taşımaktadır.



Şekil 11. Esenyurt Kojenerasyon Santrali [6]

Bu sistem, güç santrali uygulamalarının etkinliğini yükselterek verimliliğini %30 oranında artırmış ve Esenkent sakinlerinin 20 yıl süresince ısıtma maliyetlerini ortalama %40 daha düşük seviyeye indirmiştir [6]. Bu başarılı uygulama, hem işletme sahibi için hem de son kullanıcılar için önemli faydalar sağlamıştır. Verimliliği artırılan bu güç santrali sistemi sayesinde, daha az enerji kaybı yaşanmış ve daha fazla enerji üretilerek kaynakların daha etkin kullanılmasına olanak sağlanmıştır. Bu da çevresel açıdan önemli bir adım olarak değerlendirilmektedir. Öte yandan, Esenkent sakinleri de bu uygulamadan büyük ölçüde yararlanmıştır. Daha düşük ısıtma maliyetleri sayesinde ekonomik açıdan rahatlamış ve uzun bir dönem boyunca daha uygun fiyatlarla konutlarını ısıtmışlardır. Bu da hem vatandaşların yaşam kalitesini artırmış hem de ekonomik açıdan tasarruf etmelerine olanak sağlamıştır. Bu uygulama, başarılı bir şekilde toplumun geniş kesimlerine pozitif etkiler sağlamış ve enerji kullanımında verimli ve ekonomik çözümlerin önemini vurgulamıştır.

İzmir Jeotermal AŞ, Türkiye'nin en büyük jeotermal kaynaklı bölgesel ısıtma uygulamasını gerçekleştiren kuruluştur. Balçova Narlıdere Jeotermal sahası, 1980'li yılların başından itibaren deneme amaçlı kullanılmış ve 1990'lı yılların sonunda düzenli olarak konut ısıtması için faaliyete geçirilmiştir. Günümüzde ise Balçova ilçesinin büyük bir kısmı ve Narlıdere ilçesinin bir bölümü, bu sistem sayesinde ısıtma hizmeti almakta ve sıcak su temin etmektedir. Isıtma hizmeti sunulan alan, 2017 yılı sonu itibarıyla yaklaşık 36.636 konut eşdeğerine ulaşmış ve yaklaşık 23.210 aboneye hizmet

verilmiştir [2]. Bu önemli başarı, jeotermal enerjinin etkin bir şekilde kullanılmasının ve çevre dostu ısınma çözümlerinin toplum için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. İzmir Jeotermal AŞ'nin başarılı çalışmaları, sürdürülebilir enerji uygulamalarının yaygınlaştırılmasına ve çevre üzerindeki olumlu etkilerinin artırılmasına önemli bir katkı sağlamaktadır.

Tablo 2. İzmir Jeotermal Birim Fiyat Karşılaştırması [6]

ENERJİ TÜRÜ	Kasım 2018 Yakıt Birim Fiyatları	TL/Yıl	Δ (%)
	Krş (TL)/1000 kcal		
Jeotermal Enerji(Kalorimetre esaslı abonelik)	11,71	937	
Doğal Gaz (8250 kcal/m ² ve 107 % yanma verimliliği)	16,62	1.330	42
Kömür (sibirya kömürü)	39,34	3.147	236
Fuel Oil No:4	65,95	5.276	463
Elektrik (konut tarifesi)	73,89	5.911	531
LPG (dökme)	71,50	5.720	511
Dizel	87,09	6.967	644

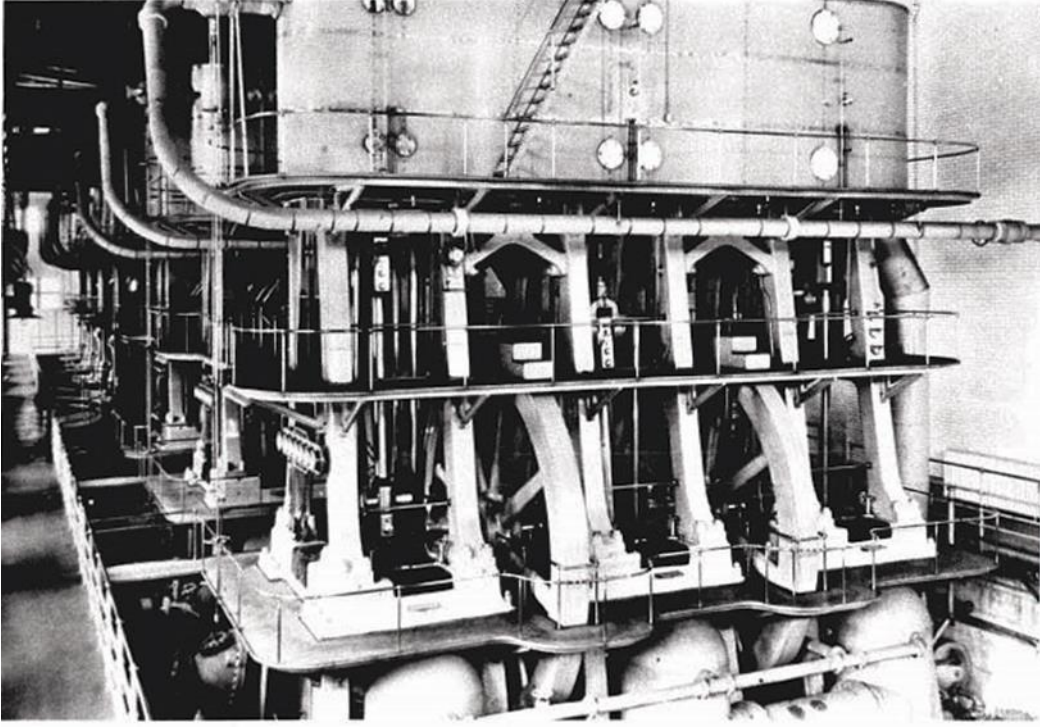
İzmir dışındaki jeotermal uygulamalar genellikle Ege Bölgesinde yoğunlaşmış gözükse de tüm Türkiye genelinde rastlamak mümkündür. Özellikle Afyon ve Kütahya uygulamaları, İzmir iklimine kıyasla daha zorlayıcı olduğundan toplam konut eşdeğeri ısıtması düşük olmasına rağmen daha yüksek kapasiteler sunmaktadır [6].

Tablo 3. Türkiye Geneli Jeotermal Uygulama Kapasiteleri

30 EKİM 2018 TÜRKİYE JEOTERMAL ENERJİLİ BÖLGESEL ISITMA VERİLERİ							
Şehir	Merkez/İsim	Üretim Miktarı m ³ /saat	Sıcaklık C	Teorik Kapasite		Fiili Kapasite	
				Konut Eşdeğeri	%	Konut Eşdeğeri	%
Afyon	Merkez (Afjet)	1500	95	30.000	18	25.256	21
Afyon	Sandıklı (Sanjet)	1440	80	18.000	11	15.700	13
Ağrı	Diyadin	180	78-82-85	2.000	1	540	0
Ankara	Kızılcahamam	63	75	3.000	2	2.400	2
Balıkesir	Gönen	-	60-70	2.500	2	2.500	2
Balıkesir	Edremit	1440	58	7.500	5	5.200	4
Balıkesir	Bigadiç	54	98	3.000	2	3.000	2
Bursa	Merkez	1080	88	5.400	3	350	0
Denizli	Sarayköy	260	145	5.000	3	2.200	2
İzmir	Balçova-Narlıdere	1850	90-144	50.500	31	37.052	31
İzmir	Bergama	180	65	850	1	400	0
İzmir	Dikili	200	80	2.500	2	1.500	1
İzmir	Çeşme	49	57				
Kırşehir		983	55	1.800	1	1.800	1
Kütahya	Simav	828	130-150	15.000	9	14.000	12
Manisa	Salihli	540	88	12.000	7	8.000	7
Nevşehir	Kozaklı	?	94	3.500	2	1.300	1
Yozgat	Sarıkaya	180	57	2000	1	0	0
Yozgat	Yerköy	648	65	1.000	1	250	0
			TOPLAM	165.550	100	121.448	100

Bölgesel ısıtma, yoğun nüfusa sahip şehirleşmiş bölgelerde ekonomik olarak sürdürülebilir bir ısıtma çözümü sunmaktadır. Bu nedenle, bölgesel ısıtmanın gelişimi endüstri devrimiyle birlikte başlamış kabul edilebilir. Tarihsel olarak, bölgesel ısıtmanın gelişimi çeşitli dönemlere uzanmaktadır:

- Roma döneminde, jeotermal sıcak suların kullanımıyla evler, hamamlar ve seralar ısıtılmaktaydı. Bu, jeotermal enerjinin bölgesel ısıtma amaçlı kullanımına dair erken bir örnektir.
- Fransa'daki Chaudes-Aigues Cantal köyünde, 14. yüzyılda yapılan ilk planlı projelerden biri olarak tahtadan borular aracılığıyla jeotermal suların dağıtımı gerçekleştirilmiş ve bu sistem günümüzde hala işletmededir.
- Ancak, bölgesel ısıtmanın modern anlamda ilk resmi ticari işletmesi, Mühendis Birdsill Holly tarafından 1877 yılında New York'ta devreye alınan sistemdir. Bu gelişme, bölgesel ısıtmanın yaygınlaşması ve endüstriyel ölçekte uygulanmasının önemli bir adımı olmuştur [6].



Şekil 12. Holly Bölgesel Isıtma Sistemi Buhar Jeneratörleri [6]

Holly Bölgesel Isıtma sistemi, kısa sürede büyük bir başarı elde ederek 3 yıl içinde fabrikalar dahil 5 km'lik bir sisteme ulaşmıştır. New York'ta hala devam eden en büyük bölgesel ısıtma sistemlerinden biri olan bu sistem, çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Evlerin ısıtılmasının yanı sıra lokanta mutfakları, çamaşırhaneler ve absorpsiyonlu soğutma sistemleri gibi farklı mekânlarda da kullanılmaktadır [6].

Günümüzde New York şehrinin yaklaşık %10'u, merkezi buhar sistemiyle ısıtılmaktadır. Ancak buhar üretiminin yüksek karbon emisyonuna sebep olması ve New York'un 2050 yılına kadar karbon emisyonlarını %80 azaltma hedefi göz önüne alındığında, bu sistemin sıcak suya dönüştürülmesi planlanmaktadır [6]. Bu dönüşüm, Danimarka'nın benzer bir uygulaması örneğine dayanarak gerçekleştirilecektir. Bu adım, çevre dostu ve sürdürülebilir enerji çözümlerinin benimsenmesine yönelik önemli bir adım olup, New York şehrinin enerji kullanımında ve karbon emisyonlarında önemli bir iyileştirme sağlamayı hedeflemektedir. Bu şekilde, şehirdeki bölgesel ısıtma sistemi modern ve çevreci bir yaklaşımla daha etkin bir şekilde kullanılmaya devam edecektir.



Şekil 13. New York Buhar Kaynaklı Bölgesel Isıtma Sistemi [6]

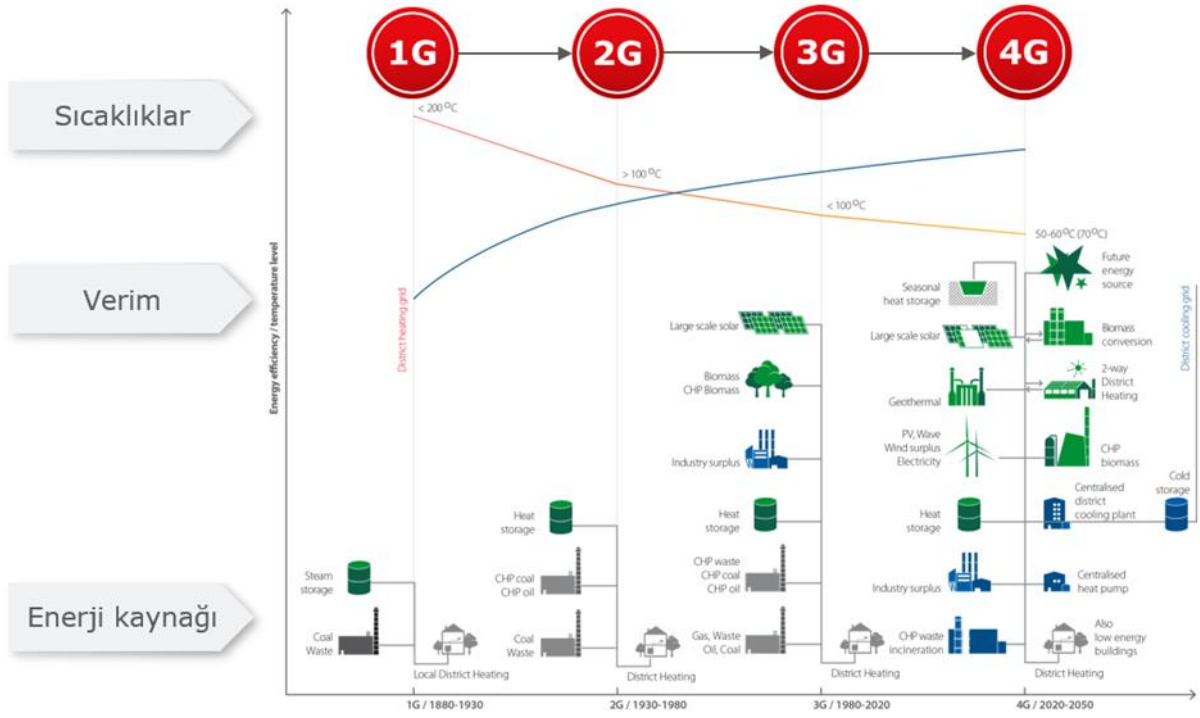
Kopenhag, çöp yakma santraliyle 1903 yılında bölgesel ısıtma alanında önemli bir adım atmıştır. 1 Aralık 1903'te hizmete giren bu santral, çöplerin yakılmasıyla üretilen ısıyı buhar şeklinde elde etmiş ve bu enerji hastane, belediye binası, çocuk yurdu ve yoksullar evi gibi yeni yapılan yapıların ısınmasında kullanılmıştır.



Şekil 14. Danimarka İlk Çöp Yakma Tesisi [6]

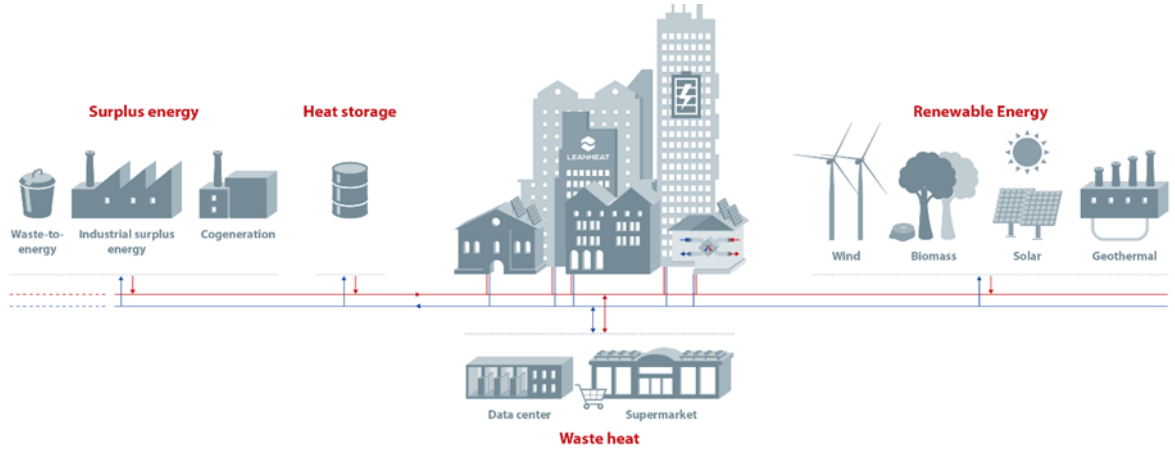
Eski dönemlerde, 1900'lü yıllarda, bölgesel ısıtma şebekelerinin kurulması, ısıtma sistemlerinin tanımını değiştirdi. Bireysel ve merkezi ısıtma yöntemlerine ek olarak, "bölgesel ısıtma" terimi mühendislik çalışmalarına dahil edilmiştir. İlk bölgesel ısıtma sistemleri büyük kapasiteli buhar kazanları kullanılarak şehirlerin ısınması için oluşturulmuştur. 1900'lerin başındaki bu uygulamalarda

enerji maliyetleri ve karbon emisyonları görece önemsizken genellikle "Şehir Isıtması" olarak adlandırılmışlardır. Bu sistemler, özellikle büyük şehirlerde Moskova ve New York gibi yerlerde kullanılmıştır. Zamanla, akışkan sıcaklıkları düşmüş ve buhar yerine sıcak ve kızgın su kullanılmaya başlanmıştır. Sıcak suyun tercih edilmesiyle birlikte ısı kaynakları da çeşitlenmiştir. Bu gelişme sayesinde ısıtma sistemleri nüfusun daha az yoğun olduğu ilçeler ve köylere de yayılmaya başlamış ve bu noktadan itibaren "bölgesel ısıtma" olarak anılmaya başlanmıştır [6].



Şekil 15. Bölgesel Isıtma Nesilleri ve Su Sıcaklıkları [6]

Günümüzde, bölgesel ısıtma çeşitli kaynaklardan elde edilen ısı enerjisinin düşük maliyetle veya hatta sıfır maliyetle toplu bir sıcak su şebekesiyle birçok kullanıcıya dağıtıldığı sistemlerdir. Bu sistemler, 4. Nesil olarak adlandırılmakta ve tam otomasyona sahiptir, aynı zamanda ana yükünü yenilenebilir enerji kaynakları karşılamaktadır.



Şekil 16. Alternatif Enerji Kaynaklarının Entegrasyonu ile Bölgesel Isıtma [7]

Teknolojinin ilerlemesi sayesinde, günümüzde 200°C'nin üzerindeki buharla çalışan bölgesel ısıtma sistemleri, besleme suyu sıcaklıklarının 70°C'lere kadar düşmesiyle daha verimli bir şekilde işletilebilmektedir. Bu gelişme, sistemde daha fazla enerji kaynağının entegre edilmesine olanak tanırken işletmenin karlılığını ve ısıl kapasitesini artırarak daha sürdürülebilir bir çevresel performans elde edilmesine yardımcı olmaktadır.

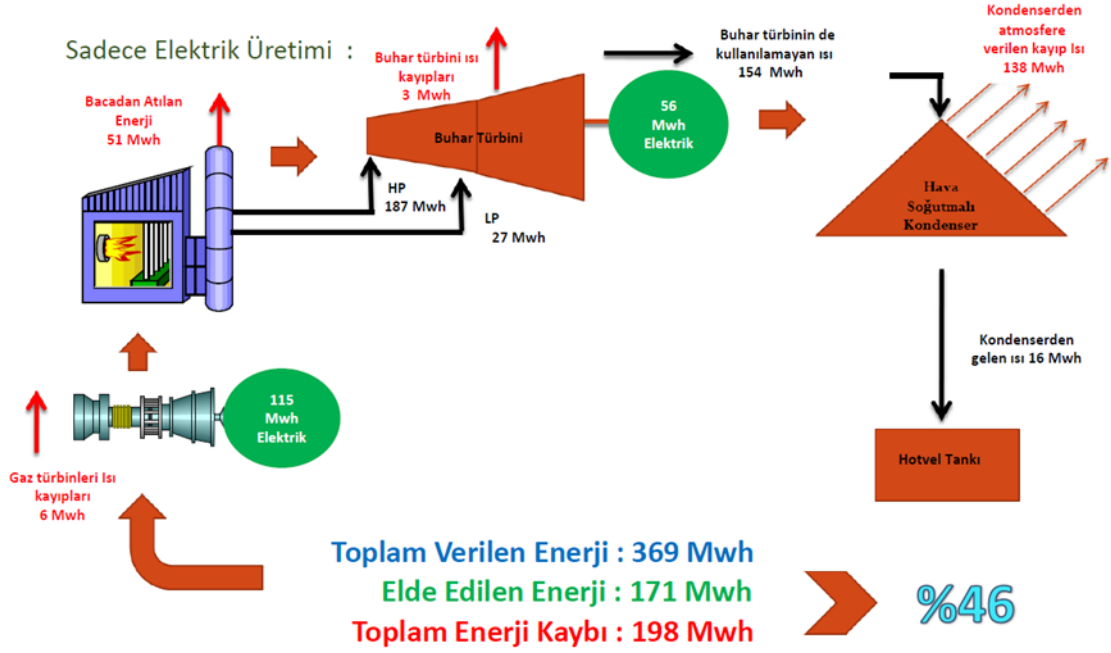
Bölgesel ısıtma sistemi, bireysel kullanıma göre çok daha verimli enerji tüketimine sahip olması ve bakım, işletme, güvenlik açısından daha maliyet etkin bir çözüm sunmasıyla dikkat çekmektedir.

Kullanım oranını etkileyen en önemli etkenler arasında şunlar yer almaktadır:

- Hava kalitesinin korunması ve çevresel sınırlamaların gözetilmesi
- Şehrin yerleşimi ve bölgesel ısıtma için uygun borulama altyapısı
- Tüketim noktalarının birbirlerine yakınlığı (örneğin, evlerin, fabrikaların yakın olması)
- Alternatif enerji kaynaklarına erişim imkânları
- Geçerli yasal mevzuat ve düzenlemeler
- Şehir veya bölgenin gelişim planları
- Ekonomik avantajlar

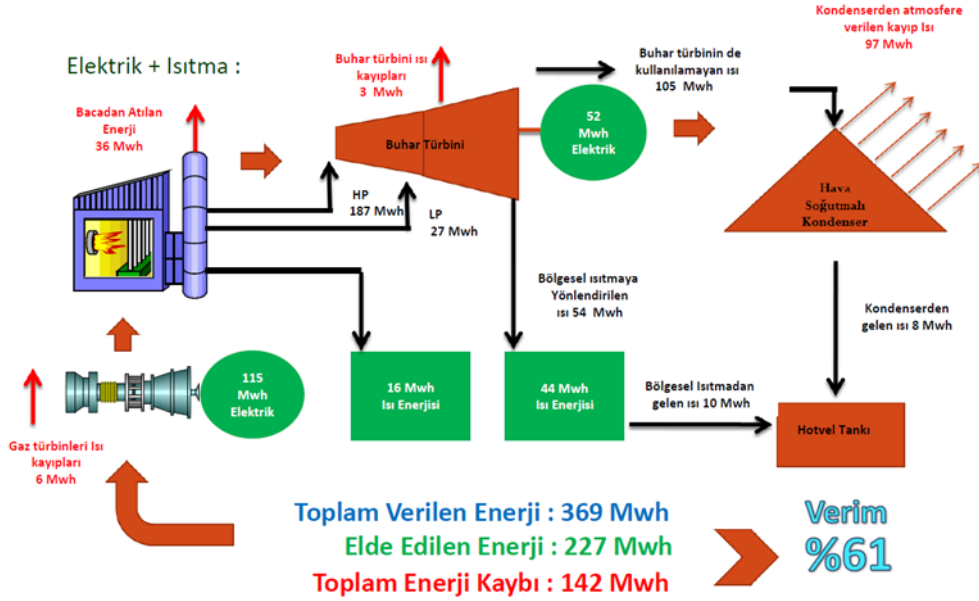
Bölgesel ısıtma için yapılan kaynak iyileştirmeleri, ekonomik ve karbon emisyonu açısından en etkin çözümleri sağlayarak bu sistemlerin verimliliğini artırmaktadır. Esenyurt bölgesel ısıtma sisteminde kullanılan termik santral, bu tür iyileştirmelerin yapıldığı bir örnektir [6].

Esenyurt Termik Santrali



Şekil 17. Esenyurt Termik Santrali Sadece Elektrik için Kullanılması Senaryosu [6]

Santral tipik olarak sadece elektrik üretimi amacıyla planlanması durumunda ortalama verim %46 olarak çıkmaktadır. Santralin elektrik ve ısıtma için kullanılması durumunda [6]:



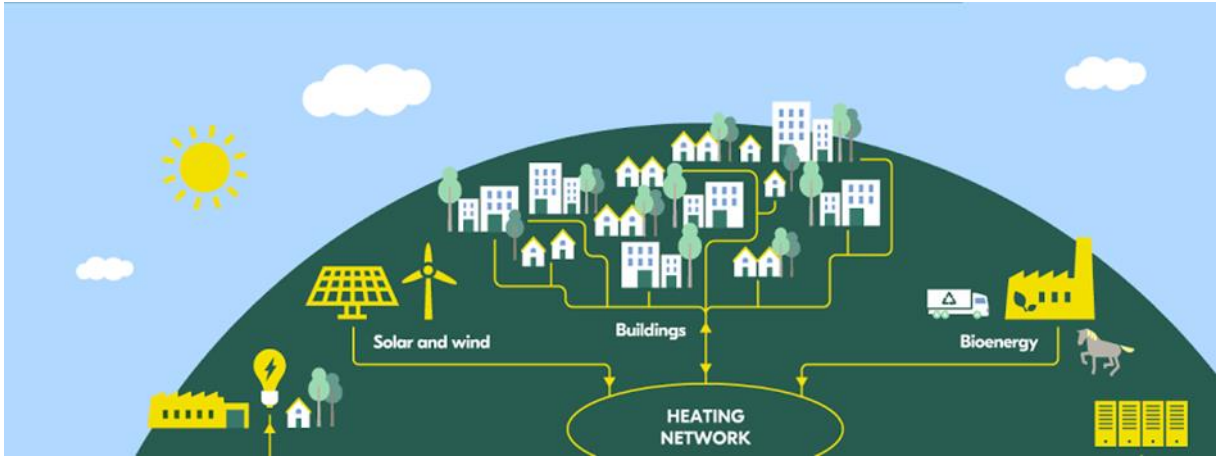
Şekil 18. Esenyurt Termik Santrali Elektrik ve Isıtma için Kullanılması Senaryosu [6]

Bu artan verimlilik %61 oranında olup oluşturulan ekstra değer, kaynağın değeri konusunda önemli bir motivasyon kaynağıdır [3].

Bölgesel ısıtma sistemlerinde, dağıtım hatları yatırımı genellikle en büyük maliyeti oluştururken aynı zamanda en yüksek faydayı sağlayan ekipmanlardır. Bu dağıtım hatları, hizmet verilen alanın

büyükliğini ve potansiyel olarak entegre edilebilecek alternatif ısı kaynaklarını belirleyerek ısı maliyetlerinin düşürülmesine olanak tanımaktadır.

Genellikle gece saatlerinde elektrik tüketiminin düşük olduğu zamanlarda, ısı ihtiyacı en yüksek seviyededir ve bu durumda elektrik birim fiyatına göre ısı birim fiyatı karlı hale gelebilmektedir. Bu durumda, elektrikten ısı pompalarıyla ısı üretilmesi veya santral elektrik kapasitesinin ısı üretimine yönlendirilmesi gibi yöntemlerle yüksek karlılık elde edilebilir. Aynı şekilde, dönemsel olarak devreye alınabilecek biokütle ve çöp santralleri gibi alternatif enerji kaynakları ile ısı üretim maliyetleri düşürülerek işletmelerin karlılıkları artırılabilir [6].



Şekil 19. Rüzgâr, Termal ve Biyokütle Santrallerinin Bölgesel Isıtmaya Entegrasyonu [6]

Bireysel kullanıcılar için, verimi düşük ve işletmesi zor olan kömür sobalarının yerine temiz ve konforlu bölgesel ısıtma sistemi oldukça avantajlıdır. Özellikle ülkemizde ısıtmanın ithal doğalgazla sağlandığı düşünüldüğünde, fiyatlama faktörü son kullanıcılar için önemli bir husustur. Yerel kaynaklarla işletilen ve fiyat dalgalanmalarından etkilenmeyen bölgesel ısıtma sistemi, fiyat ve arz güvenliği konusunda son kullanıcılar için cazip bir seçenek sunmaktadır [6].



Şekil 20. Bina Altı Sıcak Su Hazırlama ve Isıtma İstasyonu [6]

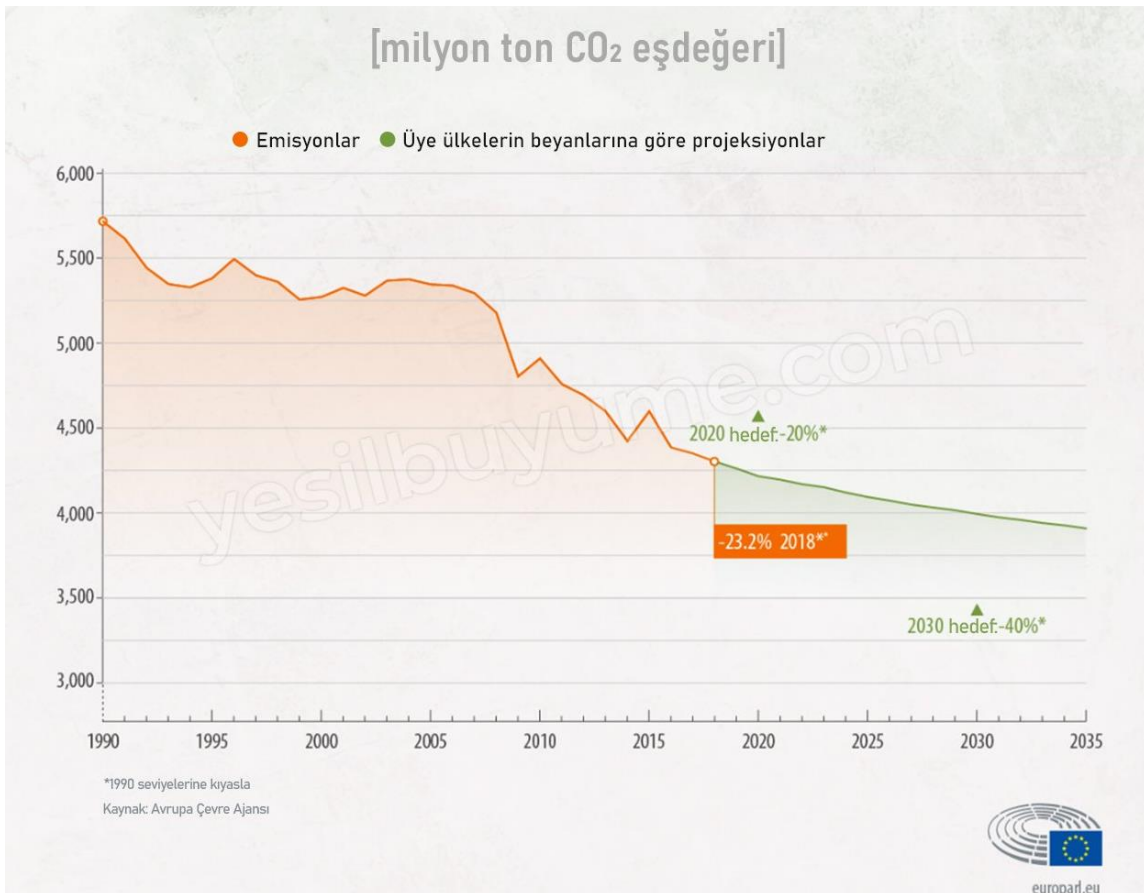
Bölgesel ısıtmanın en önemli avantajlarından biri, ekonomik ve işletme faydalarının yanı sıra karbon emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmasıdır. Avrupa Birliği'nin 2020 yılı için koyduğu [6]:

- 1990 yılına göre emisyonları 20% azaltma
- Yenilenebilir enerji oranını 20%'ye çıkarma
- Enerji verimliliğini 20% arttırma

Hedeflerinden daha iddialı hedefleri 2030 yılı için koymuştur [6]:

- 1990 yılına göre emisyonları 40% azaltma
- Yenilenebilir enerji oranını 32%'ye çıkarma
- Enerji verimliliğini 32% arttırma

Yapılan çalışmalar, bu hedeflere geleneksel ısıtma yöntemleriyle ulaşmanın zor olduğunu ortaya koymuştur. Bu nedenle, Avrupa Birliği genelinde bölgesel ısıtma projeleri teşvik edilmiş ve yatırımlar hız kazanmıştır [6].



Şekil 21. Avrupa Birliği Karbon Emisyonları ve Hedefleri [9]

Türkiye, Paris Anlaşması'nda emisyonlara sınır koyma niyetini kabul etmiş olsa da, henüz bu konuda taahhüdü bulunmamaktadır. Ancak önümüzdeki dönemde Avrupa Birliği'nin iddialı hedeflerinin,

Türkiye'yi de etkileyeceği öngörülmektedir. Son zamanlarda, termik santrallere getirilen filtrasyon zorunluluğu, çevre politikalarının sıkılaştırılmasının bir göstergesi olup emisyon yatırımları yapan kurumların ticari açıdan daha avantajlı şartlara sahip olacağı bir ekonomik model Avrupa Ekonomik Topluluğu içinde giderek yaygınlaşmaktadır [6].

2.4. İhtiyaç Analizi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi

Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri, hava kirliliği ve karbondioksit emisyonları gibi çevresel etkileri azaltarak enerji güvenliğini artırmayı amaçlayan önemli teknolojilerdir. Ancak Uluslararası Enerji Kuruluşu'nun (IEA) uzmanları, bu sistemlerin önemi ve değeri konusunda gereken ilginin, IEA'daki karar organları, Avrupa Komisyonu ve birçok ülkenin hükümet yetkilileri tarafından tam olarak fark edilmediğine dikkat çekmektedir.

Özellikle Orta ve Doğu Avrupa ülkelerindeki bazı sistemlerin yetersiz bakım nedeniyle verimsiz çalışması, bu sistemler hakkında yanıltıcı söylemlere ve yanlış anlamalara yol açmıştır. Ancak aslında bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri, atık ısıların değerlendirilmesine imkân tanıyan bir yapıya sahiptir. Bu sistemler, doğrudan doğalgaz kullanımından daha yüksek verim sağlamak ve yenilenebilir enerji kaynaklarının daha etkin şekilde kullanılmasını teşvik etmektedir.

Bu nedenle, bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri, çevresel etkilerin azaltılması ve enerji verimliliğinin artırılması açısından oldukça değerli bir çözüm sunmaktadır. Bu konudaki doğru bilgi ve anlayışın yayılması, bu sistemlerin potansiyelinden tam olarak yararlanılmasına yardımcı olacaktır.

Bölgesel ısıtma sistemlerinin temel prensibi oldukça basit ancak etkilidir: Bu sistem, ön-yalıtımlı borular aracılığıyla birçok ısıtma enerjisi tüketiciye sıcak su sağlama esasına dayanmaktadır. Ana hedef, tüketicilerin ısıtma ve sıcak su ihtiyaçlarını karşılamaktır. Bu ısıtma enerjisi tüketicileri genellikle konutlar olmakla birlikte, hastaneler, endüstriyel tesisler ve yurtlar gibi yerler de bu ekonomik ve çevre dostu sistemlerden yararlanabilmektedir [10].

Bölgesel sistemler, şehrin genelini kapsayacak şekilde tasarlanmakta ve uygulanmaktadır. Bu sistemler, doğalgaz sistemlerine benzer bir dağıtım mantığı kullanmaktadır: Sıcak suyu konutlara taşıyan boru dağıtım şebekesi, şehrin tamamını kapsayacak şekilde kurulmaktadır (doğalgaz sistemlerinde ise doğalgaz konutlara taşınmaktadır). Boru dağıtım şebekesinde, ısı kaybını minimize etmek amacıyla ön-yalıtımlı borular kullanılmaktadır [10].

Isıtma enerjisi tüketicilerine taşınan sıcak su, neredeyse her tür enerji kaynağından üretilebilmektedir. Mevcut örneklerden de görülebileceği gibi, bu ısı kaynakları (sadece bunlarla sınırlı olmamakla birlikte): (i) Birleşik Isı ve Elektrik Santralleri (CHP-Combined Heat and Power), (ii) endüstriyel atık ısı ve (iii)

biyokütle (biomass), jeotermal, direkt doğal ısı kaynakları gibi yenilenebilir enerji kaynakları olabilir [10].

Bölgesel soğutma sistemlerinin temel ilkesi bölgesel ısıtma sistemlerine oldukça benzemektedir: Konutlar ve diğer tüketicilerin soğutma ihtiyaçları, şehir şebekesinde dolaştırılan soğuk su vasıtasıyla karşılanmaktadır. Isıtma örneğinde olduğu gibi, bu soğutma sistemlerinde de ön-yalıtımlı borular kullanılmaktadır. Şehir şebekesinde dolaştırılan soğuk su, merkezi olarak birçok kaynaktan üretilmektedir. Mevcut sistemlerde yaygın olarak kullanılan soğuk enerji kaynakları şunlar olabilir: (i) Doğal soğuk su rezervuarları (deniz, göl, nehir gibi su kütlelerinin derinliklerinde bulunan doğal soğuk su bölgeleri), (ii) absorpsiyonlu sistemler ve (iii) büyük ölçekli ısı pompaları gibi yöntemler [10].

Bölgesel enerji sistemleri, enerji tüketicilerini tek bir sistem altında birleştirerek çevre dostu enerji kaynaklarının ekonomik olarak kullanılmasını sağlamaktadır. Örnek olarak, endüstriyel tesislerde atılan baca gazlarında bulunan ısı enerjisi, bölgesel ısıtma sistemi varsa, sıcak su üretiminde kullanılabilir ve bu sıcak su şehir boru şebekesi aracılığıyla konutlara iletilmektedir [10].

Özellikle İskandinav ülkeleri gibi birçok ülkede, ülke genelindeki ısı talebinin büyük bir kısmı (%50'nin üzerinde) bölgesel ısıtma sistemleri ile karşılanmaktadır. Ancak Avrupa Birliği'nin toplam ısı talebi göz önüne alındığında, bölgesel ısıtma sistemi genel ısı talebinin sadece küçük bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle, bölgesel ısıtma sistemlerinin yaygınlaşma potansiyeli büyük olup ülkelere göre farklılık göstermektedir. Ayrıca, dünya genelinde soğutma ihtiyacı da artmaktadır ve bu nedenle bölgesel soğutma sistemlerinin kullanımı da artmaktadır.

Bölgesel soğutma sistemleri, soğutma ihtiyacını iki farklı şekilde karşılayabilmektedir: (i) Soğutulmuş suyun bölgesel soğutma dağıtım şebekesi ile tüketicilere ulaştırılması, (ii) Bölgesel ısıtma şebekesi aracılığıyla ısı kaynaklı soğutuculara sıcak su sağlanması ve bu soğutucular tarafından üretilen soğuk suyun ayrı bir merkezi soğutma şebekesi ile tüketicilere iletilmesi.

Özellikle Amerika Birleşik Devletleri gibi soğutmanın büyük bir ihtiyaç olduğu ülkelerde, bölgesel soğutma sistemlerinin kullanımı önemli ölçüde artmıştır. Bu sistemlerin ekonomik olarak işletilmesi için endüstriyel atık ısılarını değerlendiren birçok soğutma teknolojisi mevcuttur.

Proje ile ilgili beklentiler ve paydaşlara sağlanan faydalar ile çözüm getirilen problem ve sıkıntılarının tespiti

Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamaları projesinde bazı temel beklenti ve faydalar şunlar olabilir:

- Binaların ısıtma, soğutma ve havalandırma ihtiyaçlarını daha etkili bir şekilde yöneterek enerji tüketimini azaltması
- Enerji maliyetlerinde düşüşe ve daha sürdürülebilir enerji kullanımına olanak tanınması

- İç mekân konforunu artırması
- Daha iyi iç hava kalitesinin, çalışanların ve ziyaretçilerin sağlığı ve genel yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkiler sağlaması
- Uzaktan izleme ve kontrol yetenekleri sunması
- Daha iyi kaynak yönetimi ile çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlaması
- Potansiyel sorunları önceden tespit etmesi ve kullanıcılara uyarılar göndermesi ile ani arızaların önüne geçilmesi

Projenin başarılı olmasını sağlayacak güçlü yönlerin ve başarısızlığa neden olabilecek zayıf yönlerin tespiti

- Güçlü Yönler
 - Bölgesel ısıtma sistemi, bireysel kullanıma göre çok daha verimli yatık tüketimine sahip olmasının yanında bakım, işletme ve güvenlik anlamında çok daha maliyet etkin bir çözümdür. Bölgesel ısıtma amacıyla kaynakta yapılan iyileştirmeler hem ekonomik hem de karbon emisyonu bazında en etkin çözümü sağlamaktadır.
- Zayıf Yönler
 - Yatırım maliyetleri
 - Altyapı ihtiyaçları

2.5. Talep Analizi

Proje ile üretilecek ürünlere ve/veya sunulacak hizmetlere yönelik mevcut talebin tespiti

- Nüfus, tüketim alışkanlıkları, dikkate alınarak talep miktarları belirlenir.

Bölgede kurulacak olan sistem yapısının ve bölge yapılarının talepleri:

- Binaların bölgesel iklimlendirme bağlantıları bina bodrumlarında ısı teshin merkezlerinden sağlanacaklar bina altı ısı merkezleri çoklu bloklara hitap etmelidir.
- Bina için ısıtma sistemleri radyatör ile sağlanmalıdır.
- Bina giriş çıkış suyu 70/50 °C olmalıdır.
- Bina kritik yön zammı kuzey olmalıdır.

Bina yapısında kullanacak kaplama malzeme detayları:

- Pencere ve kapı hava sızdırma katsayısı: $a = 2,0$
- Kapı pencereler plastik (PVC) çerçeveli 16 mm, boşluklu 4+16+4+(Low-e) çift camdır.

Yerleşim merkezi	Sıcaklık	Yerleşim merkezi	Sıcaklık	Yerleşim merkezi	Sıcaklık
ADANA	0R	BALIKESİR	-3R	İZMİR	0R
ADAPAZARI	-3R	BOLU	-15	İZMİT	-3R
ADİYAMAN	-9	BURSA	-6R	KONYA	-12
AFYON	-12R	ÇANAKKALE	-3R	MALATYA	-12
AĞRI	-24	DİYARBAKIR	-9R	SAMSUN	-3R
ANKARA	-12R	ERZURUM	-21	SİVAS	-18
ANTALYA	+3R	GAZİANTEP	-9	TEKİRDAĞ	-6R
ARTVİN	-9	GÜMÜŞHANE	-12	TRABZON	-3
AYDIN	-3R	İSTANBUL	-3R	ZONGULDAK	-3R

Şekil 22. Çeşitli Yerleşim Merkezleri için Dış Sıcaklık Değerleri

ISITILACAK ORTAMIN ADI	SICAKLIĞI* (°C)	ISITILACAK ORTAMIN ADI	SICAKLIĞI* (°C)
1- KONUTLAR		5- FABRİKA YAPILARI	
- Oturma odası (Salonlar)	+22	- Ağır iş yapan atölye ve montaj yeri	+15
- Yatak odası	+20	- Hafif iş yapan atölyeler	+18
- Antre, hela, mutfak	+18	- Kadın işçilerin çalıştığı örgü, biçki ve dikiş atölyeleri	+20
- Banyo	+26	6- CEZAEVİ VE TUTUKEVİ	
- Merdiven	+10	- Tek odalar, yatak odaları	+20
2- İŞ VE İDARE BİNALARI		- Hafif iş atölyesi ve koğuş	+18
- Berber, terzi dükkanı	+20	- Banyo, duş, soyunma hacimleri	+26
- Lokanta, otel, pansiyon odası	+20	- Hela	+15
- Bekleme odası	+20	7- ÇEŞİTLİ YERLER	
- İş atölyesi oturarak çalışma	+20	- Sergi evleri, müzeler, genel gardoplar	+15
- Tesviye, torna, marangoz vb. atölye	+18	- Sinema ve tiyatro salonları	+18
- Demir, döküm ve pres vb. atölyeler	+18	- Garajlar	+10
- Elektrik, bobinaj vb. atölyeler	+20	- Ahır ve ağıl	+12
- Motor ve yenileştirme atölyesi	+20	Yüzme havuzu	
- Kaporta, boya vb. iş atölyesi	+18	- Bekleme salonu	+18
- Merdiven ve asansör boşluğu	+15	- Banyo ve duş odalarına geçiş yolu	+20
- Koridor, hela	+15	- Soyunma ve giyinme odaları	+22
- Toplantı salonu	+20	- Kurma ve duş odaları	+20+22
- Sinema, tiyatro, diskotek, gazino vb. eğlence salonları	+18	- Yüzme havuzu hacmi	+22+25
- Büro hacimleri (Md. Memur odası)	+20	Roma hamamı ve sauna	
- Arşiv hacimleri	+15	- Soyunma ve son terleme odası	+22
3- OKULLAR**		- Birincil terleme hacmi	+40+ 50
- Derslik, doğal bilim öğretimi için özel hacimler, pedagoji merkezleri, çeşitli amaçlar için kullanılan salonlar, öğretmen, yönetici ve kreş odaları	+22	- İkincil terleme hacmi	+50+60
- Derslik öğretim mutfağı ve iş atölyesi	+15+18	- Yıkanma ve duş hacmi	+26
- Öğretim aracı deposu, laboratuvar, vestiyer	+15	- Sıhhi banyo hacmi	+26
- Duş, soyunma ve giyinme odaları	+26	Sera binaları	
- Revir, doktor ve muayene odaları	+24	- Normal çiçek ve bitkiler	+15
- Koridor, merdiven ve asansör boşluğu, kapalı tenefüs salonları ve helalar	+10+15	- Sıcak iklim bitkileri	+25
- Kreşlerde koridor, merdiven ve asansör boşluğu hela	+15	- Büro hacmi	+20
- Okullarda konferans salonları	+18	- Merdiven ve asansör boşluğu	+18
- Jimnastik (spor) salonu	+15	- Jimnastik Salonu	+18
- Ortopedik jimnastik salonu	+20	- Kütüphane ve okuma salonu	+10
4- HASTANE YAPILARI		- Ambar ve depolar	+18
- Hasta yatak ve poliklinik odası	+20	- Çoğunluklu dükkanlar	+18
- Banyo, duş, ameliyat, röntgen ve röntgen soyunma odaları	+22	(*) Projeyi yaptıran tarafından başka bir değer istenmedikçe projesi düzenlenecek yapının ısı gereksinimi bu iç ortam sıcaklıklarına göre hesaplanacaktır.	
- Eczane, laboratuvar hacimleri	+20	(**) Dersliklerin sıcaklıkları, normal pencere havalandırmasıyla dinlenme sıralarında (tenefüslerde) 18°C altına düşürülebilir.	
- Merdiven ve asansör boşluğu, koridor, bekleme salonu, hol ve helalar	+18	NOT : Hastane, fabrika, cami, tiyatro vb. gibi yapıların hacim iç sıcaklıkları projeyi yaptıranla birlikte saptanmalıdır.	

Şekil 23. Isıtma Sistemi Projelendirmesinde İç Ortam Hava Sıcaklıkları

Mevcut yönetmelikler uyarınca yapılar için ısı kayıp hesap raporları için TS2164 ve TS EN12831 referans alınabilir. İlgili hesaplamaların yapılabilmesi için bilgisayar destekli simülasyon yazılımı kullanılmalıdır.

Talebin gelecekteki gelişim potansiyeli ve talep için gelecek öngörülerin tespiti

- Geleceğe yönelik nüfus, ekonomi ve teknoloji öngörülerini dikkate alınarak hesaplamalar yapılır.

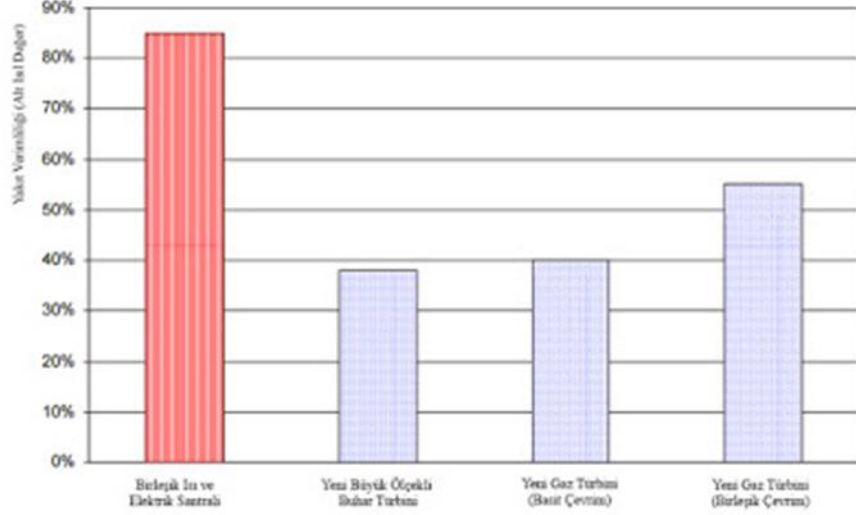
3. Teknik Analiz ve Alternatif Teknolojilerin Değerlendirilmesi

Fiziki/Mekânsal Büyüklük

- Fiziki/mekânsal büyüklük projenin gerçekleşeceği şehir, kent, mahalle, bölge, yaşam alanına bağlıdır.
- Akıllı Bölgesel İklimlendirme sistemleri projesi kapsamında projenin mekânsal gereksinimleri başlangıçta yapılacak kapsamlı ve detaylı bir analiz ile belirlenir.
- Gereksinimler doğrultusunda alternatif enerji kaynaklarına yönelik santraller, istasyonlar ve ek tesisler için gereken mekânların büyüklüğüne karar verilir.

Kapasitenin Belirlenmesi

- Anahtar plan konularındaki etki: Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri, kapsayıcı ve kolaylaştırıcı özellikleri nedeniyle, birçok planlama bağlamında önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistemler, ulusal ve aynı zamanda uluslararası düzeyde geçerli olan planların oluşturulmasında mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır. Özellikle enerji talebindeki artış nedeniyle yeni elektrik üretim santrallerinin kurulması gerektiğinde, birleşik ısı ve elektrik üretim santralleri seçenekleri gözden geçirilmelidir. Geleneksel olarak sadece elektrik üreten santrallerde, içlerinde bulunan ısı çevrimi sonucu düşük kalitede büyük miktarda atık ısı oluşmaktadır. Bu atık ısı potansiyeli, sadece elektrik üreten santrallerin birleşik ısı ve elektrik üretim santralleri olarak tasarlanması veya mevcut sistemlerin dönüştürülmesi yoluyla bölgesel ısıtma sistemlerinde değerlendirilebilir. Aksi takdirde, bu atık ısı potansiyeli israf edilmektedir (Şekil 24).



Şekil 24. Verimlilik Karşılaştırması

Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri, birleşik ısı ve elektrik üretim santrallerinin uygulanmasında kritik bir rol oynamaktadır, çünkü bu sistemler sayesinde dağıtım ağları kurulmakta ve geniş bir tüketici havuzu (farklı ısı tüketimi gereksinimleri olan çeşitli tüketici grupları) oluşturma potansiyeli artmaktadır. Örneğin, başlangıçta sadece endüstriyel alanları ısıtan bir bölgesel ısıtma ağı, ilerleyen süreçte ticari, kurumsal ve büyük binalara da ısı sağlama yeteneği kazanabilir. Bu tür tüketiciler için gereken sıcaklık düşük olduğundan, birleşik ısı ve elektrik üretim santrali daha yüksek sıcaklıklı endüstriyel ısı üretim santrallerine göre daha verimli bir şekilde çalışabilmektedir. Ek olarak, endüstrinin elektriğe olan bağımlılığı arttıkça, düşük kaliteli ısı kaynakları olarak kullanılan büyük ölçekli endüstriyel ısı artıkları daha zor bulunabilir hale gelecektir. Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri, kentsel binaları birleşik ısı ve elektrik üretim tesisleri ile daha istikrarlı ve uzun vadeli bir ortaklık içinde konumlandırarak enerji verimliliğini artırma potansiyeli sunmaktadır.

- Karbondioksit azaltımı: Önümüzdeki yüzyıl boyunca, sera gazı seviyelerinin azaltılması çabaları, çevresel planlamada en öncelikli hedeflerden biri olacaktır. Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri ile birleşik ısı ve elektrik üretim tesisleri, sera gazı emisyonlarının kontrolünde şimdiye kadar büyük katkılarda bulunmuştur. Bu teknolojiler, uluslararası hedeflere ulaşmak için hala büyük bir potansiyele sahiptir [10].

Dünya genelinde, yılda 11 ila 12 ekzajul (EJ) arasında ısı tüketimi, bölgesel ısıtma sistemleri aracılığıyla karşılanmaktadır (Toplam enerji talebinin yaklaşık %5'ini oluşturmaktadır; Endüstri, konut, ticari ve umumi alanlar dahildir). Bu oran, OECD ülkelerinde %2 iken diğer ülkelerde %7 olarak gözlemlenmektedir. Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemlerinin kullanımıyla elde edilen karbondioksit emisyonlarının düşüş miktarı oldukça etkileyicidir ve Kyoto Protokolü'nde

belirtilen karbondioksit azaltma hedefinin neredeyse yarısına denk gelmektedir. Küresel çapta, bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri ile birleşik ısı ve elektrik üretim tesisleri (özellikle endüstriyel birleşik ısı ve elektrik santralleriyle birlikte) yakıt kaynaklı karbondioksit emisyonlarını %3-4 oranında düşürmüştür. Bu, 1998 yılında kaydedilen 22.700 Mton dünya emisyonuna kıyasla yılda 670-890 Mton'luk bir düşüş anlamına gelmektedir. Bu iki sistem kullanıldığında en büyük düşüş oranı %15 ile Rusya'da gerçekleşmiştir.

İlerleyen dönemde, bu iki entegre sistem küresel karbondioksit emisyonlarında daha fazla azalma sağlama potansiyeline sahiptir. Bu hedefe ulaşmak için aşağıdaki adımlar atılabilir [10]:

1. Bölgesel Isıtma ve Soğutma Sistemlerinin Yaygınlaştırılması:
 - Yeni ısıtma ihtiyacı olan bölgelerde planlı bir şekilde sistemin kurulması.
 - Mevcut sistemlerin dağıtım ağının genişletilerek daha fazla kullanıcıya erişim sağlanması.
 2. Birleşik Isı ve Elektrik Üretim Tesislerinin Kullanım Oranının Arttırılması:
 - Mevcut bölgesel ısıtma ve soğutma sistemlerinde birleşik ısı ve elektrik üretim tesislerinin payının arttırılması (Mevcut durumda üretim payı sadece %48).
 3. Mevcut Yakıtların İkame Edilmesi:
 - Kömür gibi yüksek emisyonlu yakıtların mevcut sistemlerde alternatiflerle değiştirilmesi (%38'lik bir paya sahip).
- **Biyokütle dönüşümü:** Biyokütle yakıtlarının yenilenebilir enerji alanında önemli bir rol oynayacağı öngörülmektedir. Hatta mevcut bölgesel ısıtma sistemleri zaten atık çöpler, odun artıkları ve diğer biyokütle kaynaklarını yakarak ısı sağlayan birleşik ısı ve elektrik üretim tesislerinden beslenmektedir. Bu tesisler, gelecekteki enerji sistemlerinin temel prototip örneklerini oluşturacak potansiyele sahiptir. Bu sayede gelecekte biyokütle kaynakları, düşük kaliteli ısı sağlama yetenekleriyle daha fazla ön plana çıkabilecektir. Ancak, mevcut ve gelecekteki yenilenebilir enerji çözümlerinin analizlerinde, dağıtım ağlarının kritik önemi bazen yeterince göz ardı edilebilmektedir [10].
 - **Kentsel hayat kalitesi:** Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri, yoğun nüfuslu bölgelerde en yüksek verimliliği sunmaktadır. Küresel ölçekte artan şehirleşme eğilimi, özellikle gelişen ekonomilerde ve bölgesel soğutma sektöründe büyüyen pazar fırsatları sunmaktadır. Bu büyüme eğilimi, enerji ve çevre konularını ön plana çıkarırken bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri sürdürülebilir kentsel gelişim stratejilerinin önemli bir parçası haline gelebilecektir. Bölgesel ısıtma ve soğutma ağı teknolojisi, etkili kentsel planlamayı destekleyerek mekânın daha verimli kullanılmasına yardımcı olmaktadır. Bu sistemler, kent içi hava kirliliğinin kontrol

edilmesine, yaşam kalitesinin artırılmasına ve şehir merkezlerinin canlılığının korunmasına katkı sağlamaktadır [10].

- Enerji güvenliği: Enerji güvenliği, gün geçtikçe daha fazla ulusal ve uluslararası planların odak noktası haline gelmektedir. Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri ile birleşik ısı ve elektrik üretim tesisleri, enerji güvenliği konusunda temel bir rol oynamaktadır. Bu iki sistem, aşağıdaki yöntemlerle enerji güvenliğini artırmaktadır [10]:
 1. Elektrik Üretimini Yakın Talep Alanlarında Gerçekleştirme: Elektrik üretimini, yüksek talep olan bölgelerde gerçekleştirerek iletim ve dağıtım kayıpları minimize edilebilir veya ortadan kaldırılabilir.
 2. Pik Elektrik Talebini Azaltma: Özellikle yaz aylarında yaşanan aşırı elektrik talebini azaltmak için bölgesel soğutma sistemleri kullanılabilir. Yüksek verimli elektrik soğutucuları veya ısı kaynaklı soğutucularla üretilen soğuk enerji, aşırı talebi dengelemekte yardımcı olabilir.
 3. Talebi Dengeleme: Termal enerji depolama sistemleri sayesinde enerji talebi, aşırı talep dönemleri dışındaki zamanlara kaydırılabilir. Depolanan sıcak su, soğutulmuş su veya buz, ihtiyaç olduğunda kullanılabilir veya uzun dönem depolarda saklanabilir.
 4. Yakıt Esnekliğini Artırma: Bölgesel ısıtma ve soğutma sistemleri, farklı yerel yakıtların kullanılmasına olanak tanır, bu da enerji güvenliğini artırır. Bu şekilde, enerji temini ve fiyatlarındaki değişikliklerin etkisi en aza indirilmiş olur [10].

Yapısal Proje Gereksinimleri

Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamaları için yapısal proje gereksinimleri aşağıda verilmiştir:

- Alternatif enerji kaynaklarına yönelik santrallerin projelendirilmesi
- Bina Altı Güç İstasyon (BAGİ)'lerinin projelendirilmesi
- Dağıtım altyapısının projelendirilmesi

Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

Proje kapsamında ihtiyaca göre kurulacak çeşitli sistemlerin yazılım ve donanım gereksinimleri aşağıdaki gibi sıralanmıştır:

- Bina Altı Güç İstasyonu
 - Dış hava sensörü
 - Manometre
 - Sıcaklık sensörü

- Hava atıcı
- Drenaj ağızı
- Elektronik kontrolör
- Kalorimetre
- Emniyet ventili
- Eşanjör
- Debi limitlemeli basınçtan bağımsız motorlu vana
- Küresel vana
- SCADA sistemi
- Bölgesel ısıtma kontrol yazılımı

Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.

- **Bölgesel Isıtma Sistemleri:** Bölümleri aşağıda verilmektedir.
 - Isı Santralleri: Bölgesel ısıtma sistemi, birçok ısı kaynağının entegre edilebilmesi ve bu ısı kaynaklarının uygun maliyetlerle veya yan ürün olarak elde edilmesi özelliği ile merkezi ısıtma sistemlerinden temel olarak ayrılmaktadır. Bu sistem, sadece geleneksel enerji santralleri değil, aynı zamanda şeker pancarı, çimento, demir çelik gibi atık ısı üreten endüstriyel süreçlerden gelen ısıyı da verimli bir şekilde kullanabilmektedir.
 - Termik Santral ve Kombine Çevrim Santralleri: Bu santraller, doğalgaz, linyit, taşkömürü gibi çeşitli yakıtları kullanarak enerji üretmektedir. Yüksek basınç ve sıcaklık altında oluşturulan buhar, özellikle elektrik üretiminde kullanılmaktadır [6].

Buharın türbinlerdeki enerjisi elde edildikten sonra, çevrimin tamamlanabilmesi için buharın tekrar su haline dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm sırasında açığa çıkan ısı, genellikle soğutma kuleleri aracılığıyla atmosfere atılmaktadır. Ancak bu atık ısıdan faydalanmanın maliyetleri nispeten yüksek olduğundan, genellikle tercih edilmemektedir. Genel uygulama, elektrik üretiminde kullanılan buharın ara aşamalardan çekilerek eşanjörler yardımıyla bölgesel ısıtma sistemine destek sağlaması şeklindedir.
 - Isı Pompaları: Isı pompalarının kullanımı genellikle elektrik ağıyla uyumlu bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu sistemler, genellikle elektrik birim fiyatının daha düşük olduğu gece saatlerinde devreye alınmaktadır. Isı pompaları, çeşitli kaynaklardan ısıyı alarak doğrudan bir sistem içine veya günlük veya mevsimsel depolama tanklarına aktarabilmektedir. Bu yaklaşım, enerji ve ısının en verimli şekilde kullanılmasını ve getirisinin en üst düzeye çıkarılmasını amaçlamaktadır. Özellikle rüzgâr santralleri, hidroelektrik santraller gibi enerji sistemleri, bölgesel ısıtma sistemine entegre edilerek daha verimli bir şekilde kullanılabilir [6].

Tablo 4. 2023 EPDK Elektrik Birim Fiyat Tarifesi [1]

EPDK Tarafından Onaylanan ve 1 Temmuz 2023 Tarihinden İtibaren Uygulanacak Faaliyet Bazlı Tarifeler										
1/7/2023		Faaliyet Bazlı Tüketici Tarifeleri (kr/kWh)				Güç Bedeli Hariç Toplam Tarifeler (kr/kWh)				
İletim Sistemi Kullanıcıları	Görevli Tedarik Şirketinden Enerji Alan İletim Sistemi Kullanıcıları	Perakende Tek Zamanlı Enerji Bedeli	Perakende Gündüz Enerji Bedeli	Perakende Puant Enerji Bedeli	Perakende Gece Enerji Bedeli	Dağıtım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece
	Tüketici	258.4316	261.7649	421.0652	133.1935	0.0000	258.4316	261.7649	421.0652	133.1935
Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Dağıtım Sistemi Kullanıcıları	Perakende Tek Zamanlı Enerji Bedeli	Perakende Gündüz Enerji Bedeli	Perakende Puant Enerji Bedeli	Perakende Gece Enerji Bedeli	Dağıtım Bedeli	Tek Zamanlı	Gündüz	Puant	Gece
	Orta Gerilim Çift Terimli						Orta Gerilim Çift Terimli			
	Sanayi	241.8802	245.0997	399.0138	120.8756	37.9163	279.7965	283.0160	436.9301	158.7919
	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer	219.3600	221.8773	366.0631	107.1546	59.0916	278.4516	280.9689	425.1547	166.2462
	Mesken	119.2748	121.8171	214.4121	47.7707	58.5300	177.8048	180.3471	272.9421	106.3007
	Tarımsal Faaliyetler	129.8143	131.4603	225.4160	56.3807	48.6664	178.4807	180.1267	274.0824	105.0471
	Aydınlatma	200.7493				56.7151	257.4644			
	Orta Gerilim Tek Terimli						Orta Gerilim Tek Terimli			
	Sanayi	250.7106	254.0440	413.3443	125.4726	41.8818	292.5924	295.9258	455.2261	167.3544
	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer	219.8349	222.3522	366.5380	107.6288	73.7099	293.5448	296.0621	440.2479	181.3387
	Mesken	116.2298	118.7722	211.3659	44.7248	72.2696	188.4994	191.0418	283.6355	116.9944
	Tarımsal Faaliyetler	128.1934	129.8395	223.7953	54.7589	60.5948	188.7882	190.4343	284.3901	115.3537
	Aydınlatma	201.1455				70.7477	271.8932			
	Alçak Gerilim Çift Terimli						Alçak Gerilim Çift Terimli			
	Sanayi	243.7926	246.9597	398.3934	124.7379	64.7998	308.5924	311.7595	463.1932	189.5377
	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer (30 kWh/gün ve altı)	145.4124	224.2787	368.4643	109.5558	87.8175	233.2299	312.0962	456.2818	197.3733
	Kamu ve Özel Hizmetler Sektörü ile Diğer (30 kWh/gün üstü)	221.7619	224.2787	368.4643	109.5558	87.8175	309.5794	312.0962	456.2818	197.3733
	Mesken (8 kWh/gün ve altı)	48.2187	115.7700	208.3645	41.7225	85.8883	134.1070	201.6583	294.2528	127.6108
	Mesken (8 kWh/gün üstü)	113.2271	115.7700	208.3645	41.7225	85.8883	199.1154	201.6583	294.2528	127.6108
	Şehit Aileleri ve Muharip Malul Gaziler	6.1590				58.2521	64.4111			
Tarımsal Faaliyetler	126.3044	130.6149	221.9068	52.8699	72.1579	198.4623	202.7728	294.0647	125.0278	
Aydınlatma	202.9688				84.1099	287.0787				
Genel Aydınlatma	389.0440				84.1099	473.1539				



Şekil 25. Isı Pompaları [6]

- Güneş Tarlaları: Güneş tarlaları, güneş ışınlarını kullanarak suyu ısıtma ilkesine dayanmaktadır. Bu sistemler, suyu doğrudan ısıtmak için kullanılabileceği gibi, parabolik toplayıcılar veya yansıtıcı aynalar aracılığıyla suyun sıcaklığını 700°C seviyelerine kadar çıkarabilmektedir. Bu yüksek sıcaklıklar, elektrik üretimi için de kullanılabilenlerdir, ancak başlangıç yatırım maliyeti ve işletme zorlukları nedeniyle genellikle tercih edilmemektedir. Güneş tarlaları, mevsimsel depolama çukurlarıyla birlikte tasarlandığında en etkili sonuçları elde etmektedir. Yaz aylarında güneşin bol olduğu ve talebin düşük olduğu dönemlerde

depolanan ısı enerjisi, mevsim geçişlerinde sistemle uyumlu bir şekilde kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, baz yükün bir kısmını ve yaz aylarının enerji ihtiyacını karşılamak için ideal bir çözüm sunmaktadır [6].

Danimarka'nın Silkeborg bölgesinde gerçekleştirilen ve bu alanda yapılan en büyük ölçekli çalışmalardan birisi olan proje, bölgesel ısıtma sistemiyle entegre edilen bir güneş enerjisi sistemi örneğidir. Bu sistem, yıllık enerji ihtiyacının %20'sini karşılamakta olup (4400 konut eşdeğeri), aynı zamanda 15700 ton/yıl CO₂ emisyonunu azaltmıştır [6].

Bu örnek projenin bazı temel özellikleri şunlardır:

- Toplam Güneş Kolektörü Alanı: 156694 m²
- Toplam Kolektör Sayısı: 12.346
- Mevsimsel Depolama Kapasitesi: 4 x 16.000 m³
- Yıllık Üretim Kapasitesi: 80.000 MWh



Şekil 26. Silkeborg Güneş Tarlası [6]

- Çöp yakma santralleri: Modern şehirlerin büyümesiyle birlikte artan çöp sorununa çözüm sunan önemli tesislerdir. Geleneksel vahşi çöp depolama alanları sınırlı alan ve güvenlik problemleri nedeniyle terk edilirken çöp yakma tesisleri çöpün doğrudan yakılması veya metan gazlarının yakılması yoluyla enerji üretimine olanak sağlayarak çöp sorununa sürdürülebilir bir çözüm sunmaktadır [6].

Bu tesisler, büyük hacme sahip çöplerin uzak bölgelere taşınmasının pratik olmadığı durumlarda öne çıkmaktadır. Çöp yakma tesisleri sayesinde çöplerin yakılmasıyla elde edilen ısı enerjisi, elektrik üretimi için kullanılabilir. Aynı zamanda çöpten elde edilen metan gazları da yakılarak enerji üretimi sağlanmaktadır. Bu şekilde çöp yakma tesisleri hem çevresel etkileri azaltmakta hem de enerji üretimini teşvik etmektedir.



Şekil 27. Viyana Çöp Yakma Santrali [6]

Çöp yakma santralleri, şehirlerin ürettikleri çöp miktarına göre ölçeklendirilebilen, sürekli ve ekonomik bir yakıt kaynağına sahip tesislerdir. Bu tesisler, belediyeler için çeşitli sorunların aynı anda çözülmesini sağlayan ve giderek daha fazla tercih edilen çözümler arasında yer almaktadır.

Bu tesisler, şehirlerin çöp üretim kapasitesine göre tasarlanabilmekte ve sürekli olarak işletilebilmektedir. Aynı zamanda düşük maliyetli yakıt kullanımı, enerji üretimini ekonomik hale getirmektedir. Üstelik bu santraller, sadece elektrik üretimi için değil, aynı zamanda ısı üretimi için de kullanılabilir. Türkiye’de de sadece elektrik üretimi amaçlı kurulmuş çöp yakma santralleri mevcuttur ve bu tesisler sadece bölgesel enerji şebekelerine bağlanmayı beklemektedir. Bu tesisler, enerji ihtiyacının karşılanmasında ve çevresel sorunların çözümünde önemli bir rol oynamaktadır.

- Çamur Yakma Santralleri: Şehirlerin ürettikleri atık suların yüksek karbon içeriğine sahip olduğu bir gerçektir. Bu atık sular, doğrudan akarsu veya denize deşarj edilemeyecek şekilde kirletici özelliklere sahiptir, bu nedenle işlenmesi gerekmektedir. Gelen atık çamurun içerdiği su buharlaştırılarak çamurun nem oranı %30’un altına düşürüldüğünde, çamurun yakıt olarak kullanılması mümkün hale gelmektedir [4].

Bu noktada, çamur yakma santrali hem kendi yakıtını üretirken hem de ısı ve elektrik üretimini sağlayan bir yapıya dönüşmektedir. Bu santraller, belediyeler tarafından çeşitli sorunların çözümünde kullanılan ve önemli avantajlar sunan çözümler arasında yer almaktadır. Özellikle çamur yakma santrali, atık su işleme sürecini daha sürdürülebilir ve ekonomik hale getirirken enerji üretimi sağlamaktadır.

Dünyada bu alanda en büyük örneklerden biri olan Hong Kong'daki T-Park, çamur yakma santrallerinin ne kadar etkili ve verimli olabileceğini göstermektedir. Bu tesis, çamurun enerjiye dönüştürülmesi ve atık yönetimi konusundaki çözümlerde ileri bir adımdır [4].

- Günlük çamur işleme kapasitesi: 2.000 Ton
- Isı kapasitesi: 4.000 konut eşdeğeri



Şekil 28. Kurutma Sonrası Çamur [6]

- Biyokütle Santralleri: Geleneksel kömüre alternatif olarak ortaya çıkmış işletmelerdir ve farklı yakıtları kullanarak önemli avantajlar sunmaktadır. Talaş, saman, prina, fındık kabuğu, ayçiçeği kabuğu, mısır koçanı, portakal kabuğu gibi çeşitli kaynaklar, biyokütle kazanlarında yakıt olarak kullanılabilir. Biyokütlenin genellikle düşük ısı değeri ve yüksek emisyon içeriği bulunmaktadır. Bu nedenle, biyokütle santrallerinin ilk yatırım maliyetleri, nitelikli kazan ve baca sistemlerinin gerekliliği dolayısıyla yüksek olmaktadır. Ayrıca, biyokütle tedarikinin güvenliği ve sürdürülebilirliği iyi analiz edilmelidir [6].

Dünyanın en büyük biyokütle santrali, Finlandiya'da bulunmaktadır ve 265 MW kapasiteye sahiptir. Bu santral, 2002 yılından beri faaliyet göstermektedir ve bir kâğıt fabrikasına 100 MW, bölgesel ısıtma kullanıcılarına ise 60 MW ısı sağlamaktadır. Bu örnek, biyokütle santrallerinin geniş kapasiteli enerji üretimi ve ısı sağlamada ne kadar etkili olabileceğini göstermektedir [2].



Şekil 29. Alhomens Kraft Finlandiya Biyokütle Santrali [6]

- Isı Dağıtım Şebekesi: Sistem kurulum ve işletme maliyetlerinde en büyük paya sahip olan bileşendir. Bu sistem, önceden yalıtımlı borular aracılığıyla bir galeri içinde veya doğrudan toprağa gömülerek ısı kaynağından son kullanıcılara akışkanın aktarılmasını sağlamaktadır.

Isı dağıtım şebekesi içerisinde yer alan ekipmanlar [6]:

- Isı kaynaklarındaki eşanjörler
- Ön izolasyonlu borular
- Pompa istasyonları
- Bina altı güç istasyonları

Sistemin en büyük yatırım kalemi ön yalıtımlı borulardır ve yatırımın değerlendirilmesi aşağıdaki gibi gerçekleştirilir [6]:

- Eşzamanlılık faktörleri
 - ✓ Boru boyutlandırma küçük sanayi siteleri (KSS) için Euroheat ve Power tarafından önerilen eşzamanlılık faktörleri uygulanmaktadır.
 - ✓ Karma bina alanı için ortam ısıtma eşzamanlılık faktörleri
- Boru boyutlandırma parametreleri
 - ✓ Besleme sıcaklığı
 - ✓ Dönüş sıcaklığı
 - ✓ Maksimum akış hızı
 - ✓ Maksimum basınç düşmesi
 - ✓ Maksimum sistem basıncı

Günümüzde seçilen borular, 3. seri izolasyonlu ön yalıtımlı plastik borudur [6].



Şekil 30. Ön izolasyonlu Boruların Doğrudan Toprağa Gömülmesi [6]

Şebekenin en zorlu işletme koşullarından biri kaçaklarla başa çıkmaktır. Özellikle toprağa gömülü sistemlerde görülen kaçaklar, zamanla paslanma, ağır yük veya hatalı imalat gibi faktörlerden kaynaklanmakta ve bu kaçaklar ısı ve su kaybına neden olarak işletme karlılığını olumsuz etkilemektedir. Bu tür sorunların önüne geçmek amacıyla borularda uzaktan kaçak izleme yöntemleri kullanılmalıdır. Bu yöntemde, izolasyon içine yerleştirilen kablo çiftleri kullanılmaktadır. Bu kablolar, suyla temas ettiklerinde direnç değerleri değişmekte ve boruda kaçak olduğu bilgisi merkezi bir sisteme iletilmektedir. Bu sayede kaçak durumları tespit edilerek hızla müdahale edilebilmektedir [6].

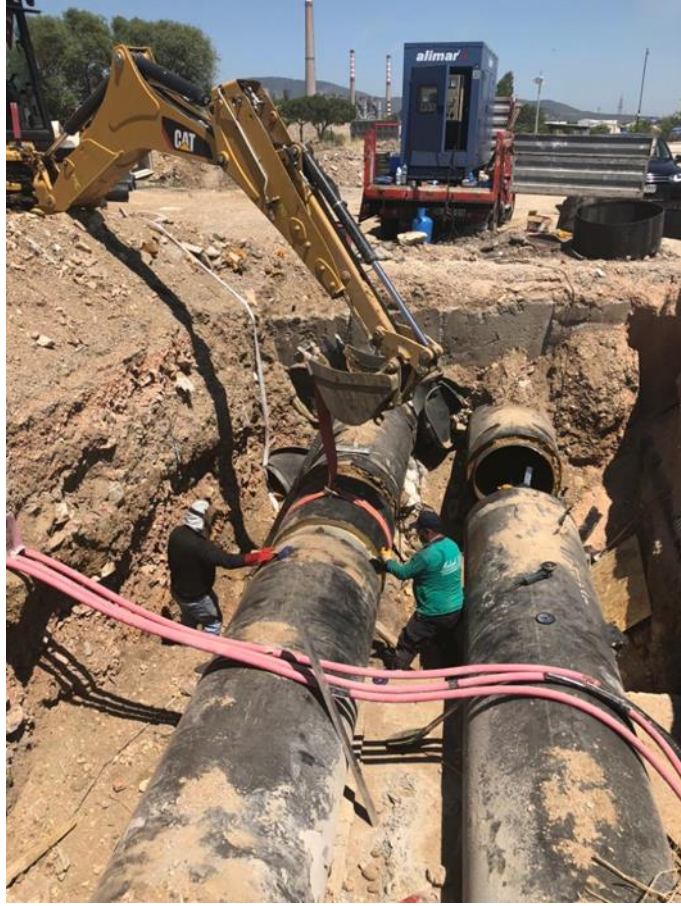


Şekil 31. Ön izolasyonlu Boruların Üzerindeki Kaçak İzleme Kabloları [6]

Şebekeyi yöneten şirket, büyüklüğüne bağlı olarak, son kullanıcılara ısı hizmetlerini doğrudan sunmakta veya son kullanıcılara hizmet sağlayan firmalarla işbirliği yapmaktadır. Doğrudan son kullanıcılarla çalışmak, daha yüksek birim fiyatlarla ısı sağlamak anlamına gelmektedir; ancak bu yaklaşım, özelleşmiş personel, çağrı merkezi ve 7/24 saha desteği gibi altyapı yatırımlarını gerektirmektedir [6]. Diğer bir seçenek ise, son kullanıcılara hizmet veren firmalarla işbirliği yapmaktır. Bu yaklaşım, işletme maliyetlerini paylaşmayı ve daha geniş bir müşteri tabanına erişmeyi sağlamaktadır.



Şekil 32. Ön İzolasyonlu Borularla Kaçak İzleme [6]

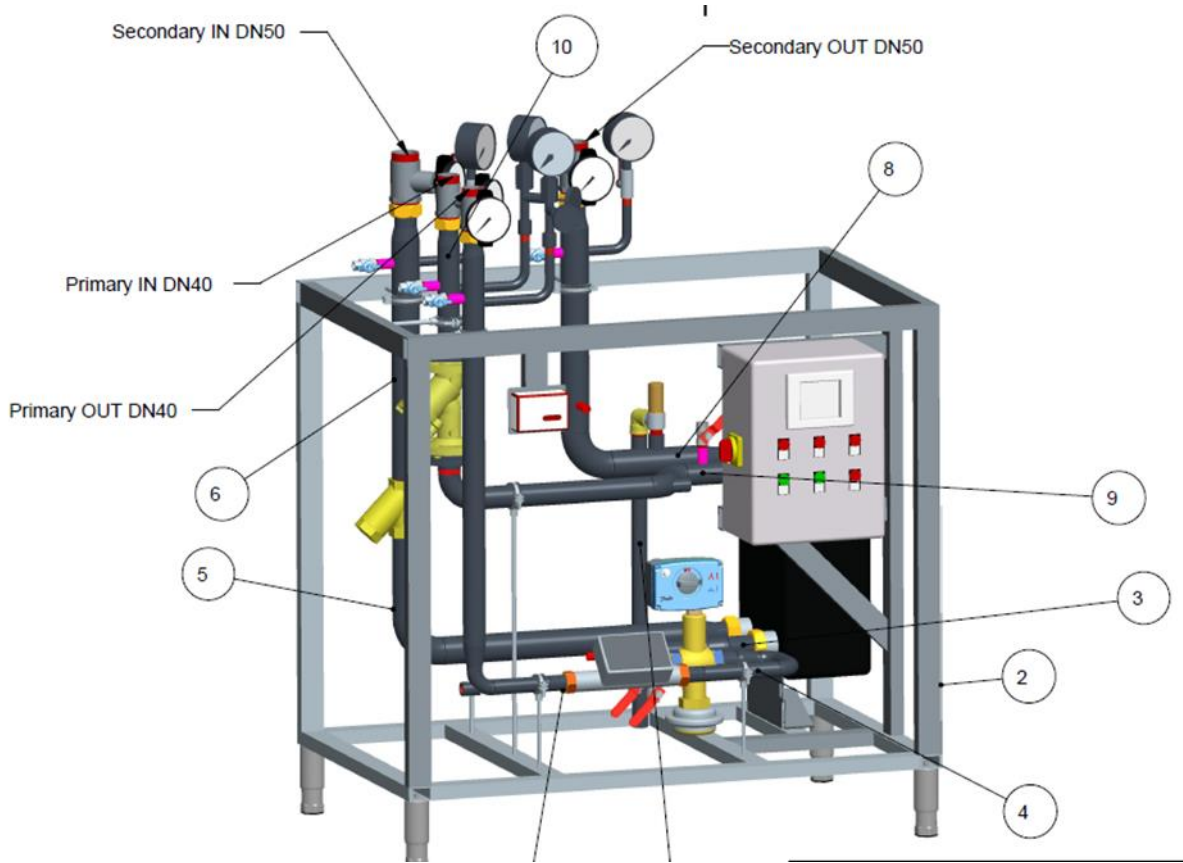


Şekil 33. Manisa Soma Ön İzolasyonlu Boru Uygulaması [6]

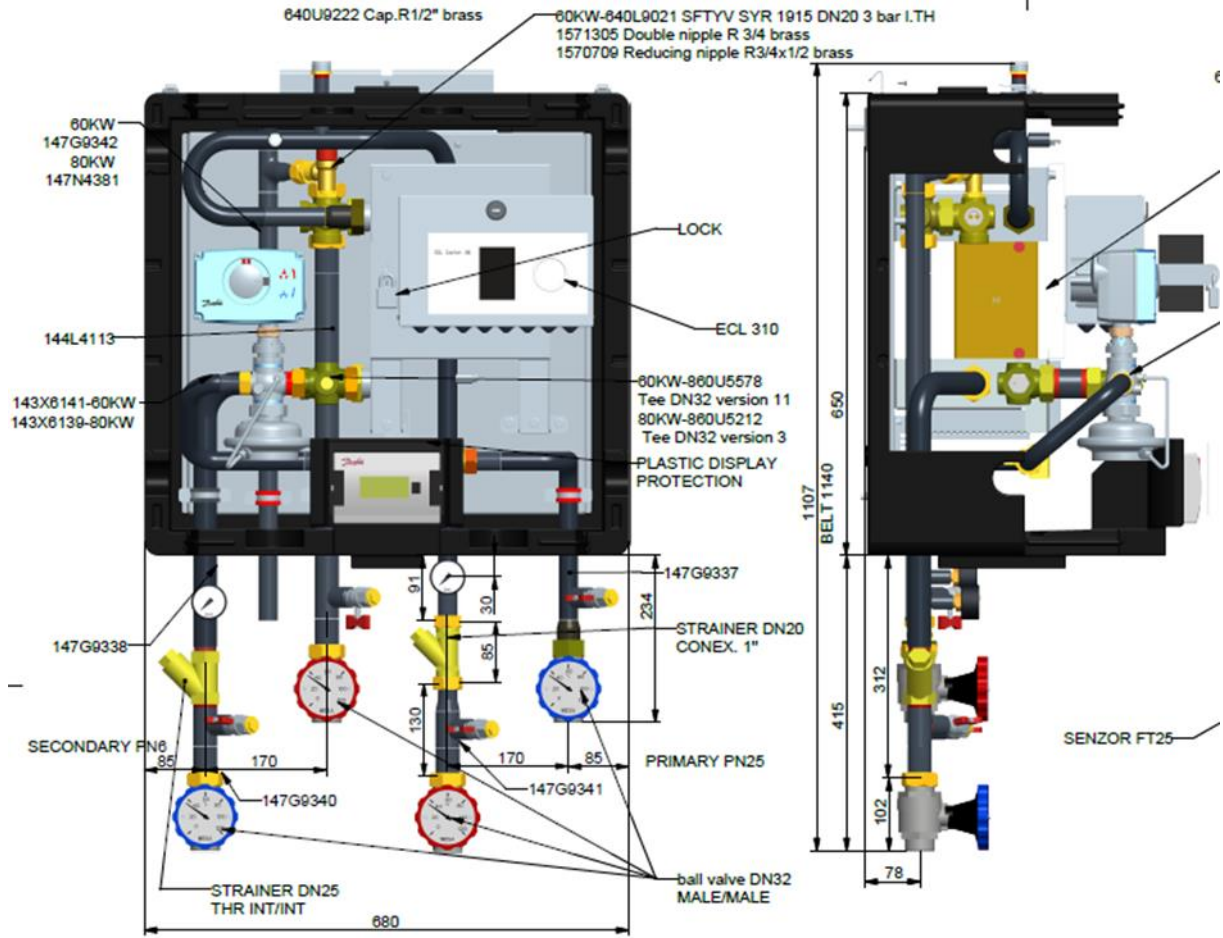
- **Bina Altı Güç İstasyonları:** Bina Altı Güç İstasyonu (BAGİ), bina içerisinde endirekt çalışma koşulları sağlayarak bölgesel ısıtma sistemine doğrudan bağlanan bir ısı transfer istasyonudur. Bu istasyonlar, yüksek basınç ve sıcaklık gerektiren uygulamalarda kullanıcı güvenliğini sağlamak veya ısı transferini belirli bir standartta gerçekleştirmek amacıyla bina mekanik tesisatının bölgesel ısıtma sistemine entegre olduğu noktalara yerleştirilmektedir. BAGİ istasyonları, ısı enerjisini şebekeden alarak binanın ısıtılmasını sağlamanın yanı sıra, kullanım sıcak suyunun üretimini de gerçekleştirmektedir [6].



Şekil 34. Duvar Tipi Bina Altı Güç İstasyonu [6]



Şekil 35. Yer Tipi Bina Altı Güç İstasyonu Tasarımı – Soma [6]



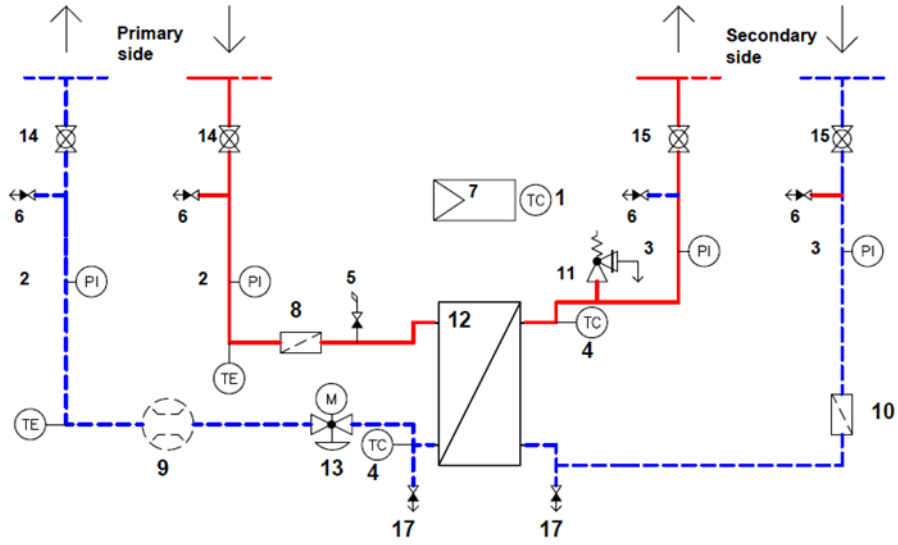
Şekil 36. Bina Altı Güç İstasyonu - İç Görünüm [6]

Son kullanıcı ekipmanlarının büyük çoğunluğu (radyatörler, termostatik radyatör vanaları, akümülyasyon tankları, kazanlar, vb.), genellikle maksimum 6 bar basınç ve 95°C sıcaklık koşullarına uygun olarak tasarlanmıştır. Bina altı güç istasyonları, bina içi tesisatını bölgesel ısıtma şebekesinden ayırarak son kullanıcılara uygun ve güvenli işletme koşulları sağlamaktadır. Bu istasyonlar, içerdikleri parçaların kalite standartlarını belirli bir düzeyde karşılayarak uzun yıllar boyunca güvenilir bir şekilde işlevini sürdürmelidir [6].

- Borular ve taşıyıcı gövde özenle boyanmış olmalıdır. Primer devredeki tüm ekipmanlar, şebeke basıncının en az 1.3 katı olan bir basınç sınıfına sahip olmalıdır. Sekonder devrede ise minimum PN6 basınç sınıfı gerekmektedir. Bina altı güç istasyonu (BAGİ), yetkisiz erişimi engellemek amacıyla kilitlenebilir olmalıdır. Kilitli olduğunda kalorimetre okunabilirliği için bir pencere olmalıdır. Ayrıca, Bina altı istasyonları 2018/68/AB "Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği"ne uygun olarak üretilmiş olmalıdır.
- Kalorimetre: MID onaylı olmalıdır (Üreticilerin, ölçü aletlerinin üretiminden, pazara sürme ve kullanıma koyulmasına kadar ki süreçte yerine getirilmesi zorunlu olan gereksinimleri içermektedir) ve EN1434 standardına göre en az 1:100 dinamik ölçüm aralığı için Class 2

hassasiyetine sahip olmalıdır. Ultrasonik teknoloji kullanarak çalışmalı ve M-Bus haberleşme protokolüne sahip olmalıdır. Ayrıca, en az 10 yıl pil ömrüne sahip olmalıdır.

- Eşanjör: Lehimli bir tasarıma sahip olmalıdır. Plaka malzemesi en az 0.3 mm kalınlığında AISI316 paslanmaz çelik olmalıdır. Primer devrede maksimum 10 kPa basınç kaybına izin verilmelidir, sekonder devrede ise bu değer en fazla 15 kPa olmalıdır. Eşanjörün bağlantı noktaları paslanmaz çelikten imal edilmeli ve dış dişli olmalıdır.
- Debi Limitlemeli Basınçtan Bağımsız Motorlu Kontrol Vanası: Primer devrenin ihtiyacı olan maksimum debiyi limitleyen bir yapıya sahip olmalıdır. Ayrıca, otoritesi devredeki fark basınç değişikliklerinden etkilenmeyecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu tür vanalar genellikle güvenlik amaçları için TS EN 14597 standardına uygun olarak yay geri dönüşlü oransal bir motorla kontrol edilmektedir.
- Kontrol Kutusu: Dış hava koşullarına uyum sağlayabilen nitelikte bir kontrol kutusu gerekmektedir. Bu kontrol kutusu, Bina Altı Güç İstasyonu (BAGİ) ve daire girişlerindeki kalorimetreler ile su sayaçlarından gelen tüketim verilerini toplama yeteneğine sahip olmalıdır. Bu verileri iletişim protokolü aracılığıyla merkezi otomasyon sistemine aktarabilmelidir. Aynı zamanda, BAGİ'nin primer devresindeki vana motorunu merkezi ısı merkezinden gelen komutlara uygun olarak oransal bir şekilde kontrol edebilmelidir. Ayrıca, dış hava sıcaklığı, gidiş-dönüş suyu sıcaklığı sensörlerinden alınan bilgileri merkezi otomasyon sistemine iletebilmelidir. Kontrol kutusu, boiler sıcaklığını izleyerek istenilen su sıcaklığını sabit tutma özelliğine sahip olmalıdır.
- İzolasyon: BAGİ'nin izolasyonu, minimum 37 mm kalınlığında ve $\lambda = 0.035$ W/mK ısıl iletkenlik katsayısına sahip yalıtım malzemesi ile sağlanmalıdır. Bu izolasyon malzemesi tamamıyla çıkarılabilir olmalıdır.
- Borulama: Giriş ve çıkış borularının üzerinde küresel vanalar, termometreler ve manometreler bulunmalıdır. Ayrıca, primer ve sekonder devrelerde pislik tutucuların bulunması gerekmektedir. İstasyonun en üst noktasında hava atıcı olmalı, sekonder devrede emniyet ventili bulunmalı ve kimyasal temizlik ile boşaltma işlemleri için gerekli ağızlar yer almalıdır.
- Kablolama: BAGİ içindeki tüm elektrik uç bağlantıları tamamlanmış olmalıdır. Dış hava sıcaklık sensörü bağlantısı, 1~230V elektrik bağlantısı, dairelerdeki sayaçlardan gelen iletişim bağlantısı ve merkezi otomasyon iletişimi için uç bağlantıları ayrı ayrı sağlanmalıdır.
- Sekonder Devre Ekipmanları: Tipik olarak, BAGİ içerisinde yer almayan ekipmanlar arasında sirkülasyon pompaları, genleşme tankı ve boiler yer alır. Ancak özel durumlarda ihtiyaç duyulması halinde bu ekipmanlar BAGİ'ye dahil edilebilir [6].



Şekil 37. Bina Altı Güç İstasyonu Şematik Gösterimi [6]

Tablo 5. Bina Altı Güç İstasyonu Parça Listesi [6]

No	Parça Açıklaması
1	Dış Hava Sensörü
2	Manometre
3	Manometre
4	Sıcaklık Sensörü
5	Hava Atıcı
6	Drenaj/Temizlik Ağızı
7	Elektronik Kontrolör
8	Pislik Tutucu
9	Kalorimetre
10	Pislik Tutucu
11	Emniyet Ventili
12	Lehimli Eşanjör
13	Debi Limitlemeli Basınçtan Bağımsız Motorlu Vana
14	Küresel Vana - Termometre
15	Küresel Vana - Termometre
17	Drenaj Ağızı

Bina altı güç istasyonlarının kurulum aşamasında özellikle dikkat edilmesi gereken konulardan biri, bu istasyonların merkezi bir otomasyon sistemiyle entegre edilebilme yeteneğidir. Başlangıçta kendi kontrol panelleriyle sınırlı olan bu istasyonlar, günümüzde hava durumu tahminlerine dayalı enerji yüklemesi yapabilen yazılımlar ve yapay zekâ tarafından işlenen son kullanıcı verileriyle entegre çalışabilme kapasitesine sahip hale gelmiştir. Bina altı güç istasyonları, optimize bir şekilde işlem yapabilen yazılım özellikleri ile aşağıdaki gibi bir işleyişe sahiptir [6]:

Bölgesel Isıtma Kontrol Yazılımı, bina altı güç istasyonlarından gelen verileri ve sistemin ölçüm noktalarından elde edilen bilgileri analiz ederek saatlik, günlük, haftalık, aylık, mevsimsel ve yıllık yük profillerini oluşturmaktadır. Bu profiller, bölgesel ısıtma sisteminin ideal işletme şartlarını belirlemeye yardımcı olmakta ve sistemin enerji ihtiyacını etkili bir şekilde dağıtmak için bir program oluşturmaktadır [6].

Genel Özellikler:

- Lokal (özel) bir bulut kurma imkanıyla, server (bulut) bazlı SCADA çözümü sağlar.
- HTLM5 protokolünü kullanarak LAN veya WAN ağlarına güvenli (https) olarak bağlanabilir.
- Chrome, Safari, Firefox gibi programlarla erişebilir.

Fonksiyonel Özellikler:

- Yetkisiz erişimi engellemek için şifre kullanarak giriş yapılabilir.
- Bina altı güç istasyonlarının gerçek zamanlı ölçüm değerlerine ve görselleştirilmiş akış diyagramlarına erişilebilir.
- Binaların ve bina altı güç istasyonlarının listesine erişilebilir.
- Bina altı güç istasyonlarının yerlerine harita üzerinden işaretlenmiş şekilde ulaşılabilir.
- Bina altı güç istasyonları ve binaların görselleştirilmiş statik verilerine (kullanıcıların adı ve adresine, cihaz tipi, versiyonu, seri numarasına) ulaşılabilir.
- Bağlı cihazların ayarlarını uzaktan değiştirebilir.
- Ölçülen tüm verileri arşivleyebilir, arşivlenmiş tüm verileri grafik ve tablo olarak gösterebilir.
- Arşivlenen verileri CVS dosyası olarak dışa aktarabilir.
- Kullanıcıya özel akış diyagramı oluşturabilir.
- Sistem performansının ana göstergelerini içeren bir ana sayfa oluşturabilir.
- Bina altı güç istasyonlarındaki kontrol kutularını otomatik olarak algılayabilir ve çalışma modunu otomatik olarak tanıyabilir.
- Faturalandırma için özelleştirilmiş rapor alabilir, rapor formatı oluşturabilir, günlük, haftalık veya aylık periyotlarla otomatik rapor alabilir [6].

İletişim Özellikleri:

- Modbus RTU (RS-485)
- Modbus TCP (TCP/IP)
- OPC desteği
- Cihazlarla TCP/IP Modbus iletişimi için en az AES-128 bit şifreleme sağlamalıdır.

- **SCADA Altyapısı: İzmir Jeotermal,** Türkiye'nin en büyük uygulamalarından biri olup 36.636 konut eşdeğerine sahiptir. Bu sistem, merkezi bir SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) sistemi tarafından yönetilmektedir. SCADA sistemi aracılığıyla 43 farklı birim tek bir noktadan yönetilmektedir [6].

Tablo 6. SCADA Sistemi ile Tek Noktadan Yönetilen Birimler [6]

ISI MERKEZİ	13 Adet
ÜRETİM KUYUSU	13 Adet
REENJEKSİYON KUYUSU	5 Adet
TOPLAMA HAVUZU VE TERFİ İST.	2 Adet
KURUMSAL ABONE	10 Adet

Otomasyon sistemi, Redundant Radyo Frekansı (Rf) ve Fiber Network Haberleşme altyapısına sahiptir. Bu altyapı sayesinde debi, basınç, sıcaklık, seviye ve enerji bilgileri toplanmaktadır. Bu bilgiler, BIS merkezinde bulunan SCADA sistemi tarafından 2 operatör aracılığıyla yönetilmektedir.

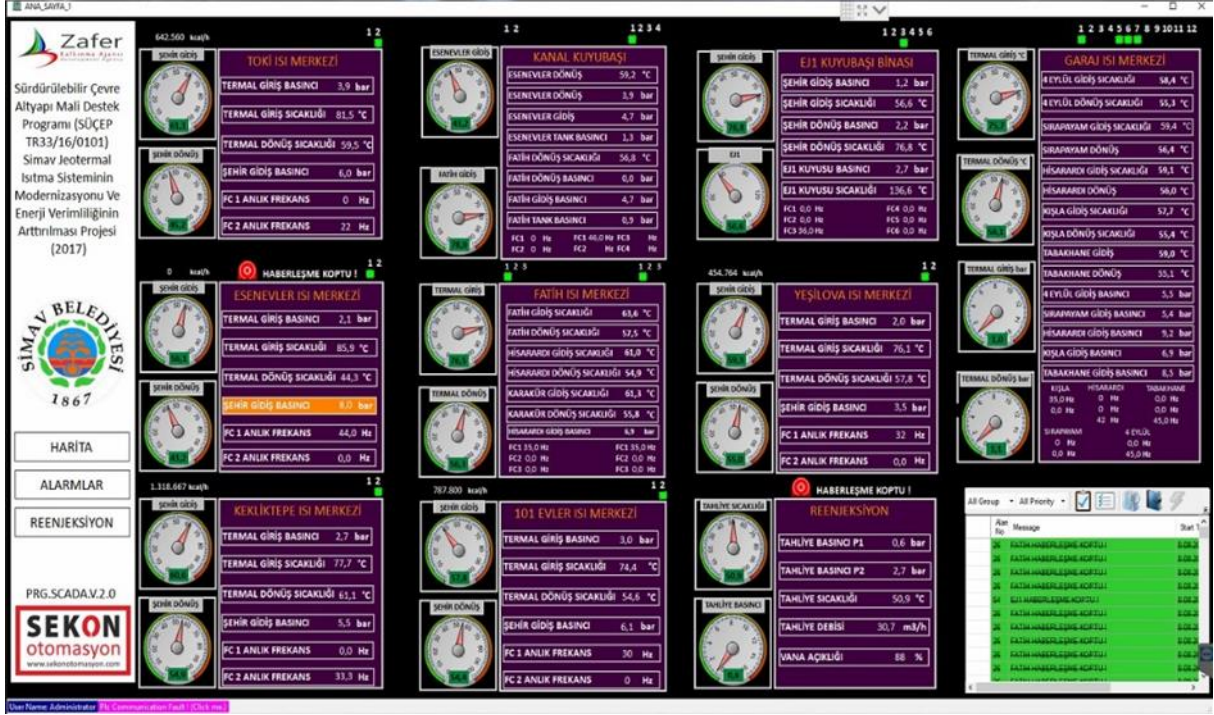
Fatura işlemleri ve kalorimetre verileri de sistem üzerinde yer almaktadır. 27.700 kalorimetre, el terminalleri vasıtasıyla uzaktan okunarak merkezi ısıtma ve sıcak su sistemlerinde Gider Paylaşım Yönetmeliği'ne uygun şekilde faturalandırma yapmaktadır. İzmir Jeotermal, yeni ölçüm sistemleri yönetmeliğine uygun olarak sayaçlarla ilgili çalışmalar yürütmektedir.

Simav Jeotermal, Türkiye'nin köklü jeotermal uygulamalarından biridir ve otomatik kontrol sistemlerine geçiş sürecini 2015 yılında başlatmıştır. Bu süreç, günümüzde de devam etmektedir. Simav jeotermal sistemi, güncel kapasitesi olarak 15.500 konut eşdeğerine hizmet vermektedir [6].

SCADA sistemi tarafından yönetilen birimlerin sayısı ise 10'dur.

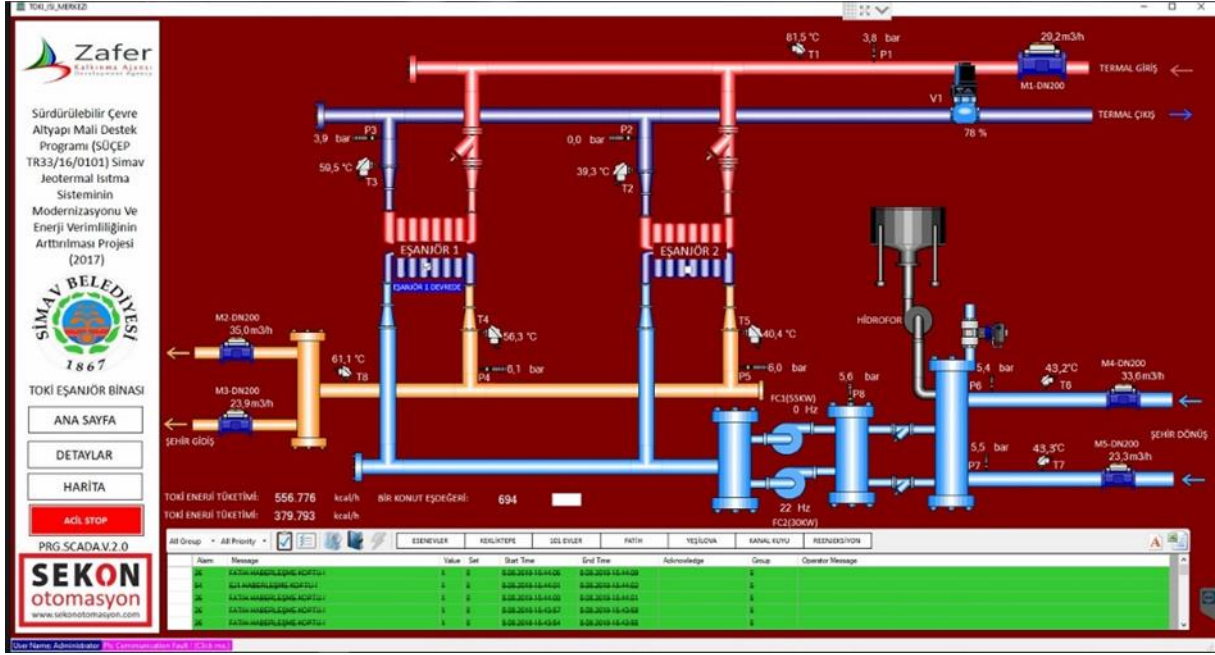
Tablo 7. SCADA Sistemi ile Tek Noktadan Yönetilen Birimler [6]

ISI MERKEZİ	9 Adet
REENJEKSİYON KUYUSU	1 Adet



Şekil 38. Simav Jeotermal SCADA Sistemi [6]

Isı merkezlerinde, vanaların otomatik çalıştırılmasının yanı sıra frekans konvertörlerinin de uzaktan ve ΔP kontrollü olarak otomatik çalıştırılmasını sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Türkiye'de ilk defa Simav Jeotermal projesinde gerçekleştirilen bu otomasyon dönüşümü, önemli ölçüde elektrik enerjisi tasarrufu sağlamıştır. Lokasyonlar arası iletişim için Wi-Fi kullanılmaktadır ve tüm lokasyonlardaki arızalara uzaktan müdahale edilebilmektedir. Projede, 1000'den fazla bina altında elektrik aktüatörlü basınçtan bağımsız balans vanaları ve otomatik kontrol sistemi kullanılmıştır. Tüm bu sistemler, merkezdeki SCADA Sistemi üzerinden 1 operatör tarafından yönetilmektedir [6].



Şekil 39. Simav Bina Altı Hizmet Noktaları [6]

Simav Jeotermal Otomasyon Sistemi Yatırım Analizi [6]:

Aşağıda yer alan veriler Simav Belediyesi iç raporlarından alınmıştır. Proje Zafer Kalkınma Ajansı desteği ile tamamlanmıştır.

2016 Aralık ayı ve 2018 Aralık ayı arasındaki 24 aylık süreçte;

İhbarname Sayısı (Ad)	Isıtılan Alan (m ²)	Elektrik Tüketimi (kWh/yıl)	m ² .kWh/yıl(%27 tasarruf)
2016 Aralık 8490	1.196.605	9.418.008.82	7,87
2017 Aralık 9068	1.218.324	8.808.157.62	7,23
2018 Aralık 9633	1.249.161	7.167.431.78	5,74

Artan abone sayısına (1143 abone) rağmen azalan elektrik tüketimi 2.250.577 kWh'tir.

Elektrik Enerjisinden tasarruf; 2.250.577.04 kWh	Personelden tasarruf; 18 nöbetçi personel
2.250.577.04 kWh x 0,68 TL = 1.530.392,39 TL	18 x 3.250 TL x 24 = 1.404.000,00 TL
Projelerden gelen hibe;	Termal ısı enerjisinden tasarruf %40 1100 KE
600.000,00 TL + 800.000,00 TL = 1.400.000,00 TL	1100 konut x 137x2 yıl = 2.411.200,00 TL

Projelerin maliyeti : 1.341.860,00 + 2.700.000,00 = 4.041.860,00 TL

Toplam kazanımlar : 1.530.392,39 + 1.404.000,00 + 1.400.000,00 + 2.411.200 = 6.745.592,39 TL

Yapılan yatırım kendini 24 ayda amorti ederek Simav Belediyesi 2.703.732,39 TL kar elde etmiştir.

Simav Belediyesi yapmış olduğu dijitalizasyon çalışmalarıyla kaynağını daha etkin ve sürdürülebilir olarak kullanmaya başlamıştır.

Afyonkarahisar'da bulunan **Afyonkarahisar Jeotermal**, Türkiye'nin en büyük jeotermal enerji dağıtım sistemlerinden biridir. Bu sistem, 14000 KE kapasiteye sahip enerji sağlamaktadır. SCADA sistemi kullanılarak tek bir merkezden yönetilen bağımsız birim sayısı ise 36'dır [6].

ISI MERKEZİ	6 Adet
ÜRETİM KUYUSU	24 Adet
REENJEKSİYON KUYUSU	6 Adet

Radyo Frekansı (RF) Haberleşme yöntemi sayesinde bağımsız birimler, merkezi SCADA sistemine bilgi iletimi sağlamaktadır. Bu sistem, turizm hattı projesi ile kaplıcalara termal su dağıtımını gerçekleştirmektedir. Tesiste bulunan Türkiye'nin en modern iletişim altyapılarından biri, gelecek yıllarda Isı Merkezlerini kontrol eden SCADA yazılımlarının modernizasyonunu planlamaktadır. Bu plan kapsamında şu hedefler belirlenmiştir [6]:

1. Bina Altlarının merkezi SCADA sistemleri ile haberleştirilmesi.
2. Bina altlarına takılması öngörülen kontrol panellerinin merkezden kontrol edilmesi.
3. Elektrik aktüatörlü basınçtan bağımsız oransal vanaların takılması ve kontrol edilmesi.
4. Yeni nesil kontrol panelleri ile değiştirilmesi planlanan kalorimetreler ve ısı pay ölçerlerin okunması, kalorimetrelerden sürekli veri akışının sağlanması. Bu sayede arızalar daha hızlı tespit edilecek ve etkili bir şekilde müdahale edilebilecektir.
5. Hava tahmin sisteminden otomatik olarak alınacak bilgiler doğrultusunda bina altı vana set değerlerine anlık olarak müdahale edilmesi ve maksimum ΔT optimizasyonunun gerçekleştirilmesi. Aynı şekilde ısı merkezlerindeki vanaların ve pompaların set değerlerine otomatik olarak müdahale edilmesi.
6. Sistemden gelen set değerlerine göre kuyuların otomatik olarak kontrol edilmesinin planlanması.

Bu planın uygulanması ile birlikte sistem daha verimli ve etkili bir şekilde yönetilebilecek, enerji tasarrufu sağlanacak ve olası arızalar hızla çözüme kavuşturulabilecektir.

Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.

- 1) *Teknoloji yeni mi.*
- 2) *Teknoloji yerli mi*

- 3) *Teknoloji yerli değilse yerleştirilebilir mi*
- 4) *Enerji verimliliği*
- 5) *İklimsel ve coğrafi koşullar*
- 6) *Uyum ve entegrasyon*
- 7) *Bina ve altyapı özellikleri*
- 8) *Çevresel etkiler*
- 9) *Güvenlik*
- 10) *Maliyet*

Teknik tasarım süreçlerini (süreç tasarımı, makine-donanım, inşaat işleri, arazi düzenleme, yerleşim düzeni vb.) açıklayınız.

1. Proje kapsamının belirlenmesi ile proje yönetim planı oluşturulması
2. Sistem planlaması
 - a. Uygulama vaziyet planlarının çizimi
 - b. Metraj-bütçe ve finans takviminin hazırlanması
3. İhale süreci
 - a. İhale dokümanı
 - b. İhaleye çıkma
 - c. Ürünlerin seçimi ve onayı
 - d. Satın alma ve sözleşme süreci
4. Altyapı ve kurulum faaliyetleri

4. Finansal Analiz

Finansal analiz kapsamında yatırım bütçesi, işletim maliyetleri ve gelirler belirlenerek yatırımın geri dönüş süresi tespit edilmelidir. Yatırım geri dönüş süresi hesaplanırken projenin kapsam ve boyutu doğrultusunda hesaplamalar yapılmalıdır.

Yatırım bütçesinin planlanmasında aşağıdaki maliyet kalemleri göz önüne alınmalıdır.

- DN1250 kolektör ve vana grubu
- Fittings

- 60mw plakalı ısı değiştirici
- Isı merkezi iç borulama
- SetAritma ve depolama sistemi
- SCADA sistemi
- Elektrik işleri
- İnşaat işleri
- Sirkülasyon pompası
- Frekans konvertörü
- İstasyon içi borulama
- Filtrasyon sistemi
- Tortu tutucu sistemi
- Son tüketim noktası seti

İşletim maliyetlerinin hesaplanmasında aşağıdaki temel parametreler göz önüne alınmalıdır.

- Yıllık Elektrik Tüketimi
- Yetkin Çalışan Maliyeti
- Donanım Bakım-Onarım Maliyetleri

Giderlere ek olarak aşağıda örnekleri paylaşılan gelirler de hesaba katılarak geri dönüş süresi hesaplanabilmektedir:

- Hat Katılım Bedeli
- İstasyon Bedeli
- Güvence Bedeli
- Kalorimetre Bedeli
- Isı Satış Gelirleri

Örnek Vaka

200.000 kişinin yaşayacağı 1.000 hektarlık örnek vaka için maliyet hesabı yapılmıştır. Bu doğrultuda; Yatırım toplam kalemleri incelendiğinde gerekli bütçenin KDV hariç 4.306.295,16 \$ olduğu görölmektedir. Projenin tamamlanma süresi 3 yıl olarak öngörülmektedir ve tüm yatırımın bu süreç içerisinde yapılması gerekmektedir. Bu yatırımın yanında eklenecek olan tutar 1 yıllık işletme gideri olan tutar KDV dahil 600.462,65 \$.

Tablo 8. Sabit Sermaye Yatırım Tutarı

SABİT SERMAYE YATIRIM TUTARI	
ISI TRANSFER İSTASYONU	436.460,63 \$
Isı Merkezi- Pompa İstasyonu Borulama	55.722,88 \$
Ana Pompa İstasyonu	498.795,07 \$
Pompa İstasyonu- Uydu Isı Merkezi Borulama	33.132,48 \$
Uydu Isı Merkezi	222.647,46 \$
Uydu Isı Merkezi- Tüketici Borulama	66.867,45 \$
Tüketici Isı Merkezi	2.992.677,86 \$
TOPLAM (KDV Hariç)	4.306.303,83 \$
TOPLAM (KDV Dahil)	5.081.438,52 \$

Tablo 9. Toplam Yatırım Tutarı

HARCAMA KALEMLERİ	TUTAR
1. Makine ve Donanım	3.757.248,59 \$
2. Montaj Giderleri	384.877,78 \$
3. İşletmeye Alma Giderleri	939.312,14 \$
4. İşletme Sermayesi İhtiyacı	600.462,65 \$
Toplam Yatırım Tutarı	5.681.901,16 \$

Yatırım ile birlikte kurulacak işletmenin gelir başlıkları aşağıda listelenmiştir;

- Hat Katılım Bedeli
- İstasyon Bedeli
- Güvence Bedeli
- Kalorimetre Bedeli
- Isı Satış Gelirleri

Tablo 10. Isı Transfer İstasyon İş Kalemleri

ISI TRANSFER İSTASYONU		
AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR
DN1250 KOLEKTÖR ve VANA GRUBU	set	1
FITTINGS	set	1

60MW PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİ	set	2
ISI MERKEZİ İÇ BORULAMA	set	1
ARITMA VE DEPOLAMA SİSTEMİ	set	1
SCADA SİSTEMİ	set	1
ELEKTRİK İŞLERİ	set	1
İNŞAİ İŞLER	set	1

Yukarıda belirtilen iş kalemleri için bütçe çalışmasına Tablo 11 içerisinde yer verilmiş olup bu kapsamda yapılacak yatırım toplam bütçesi 436.460,63 \$'dır.

Tablo 11. Isı Transfer İstasyon Bütçesi

ISI TRANSFER İSTASYONU	BİRİM	MİKTAR	MALZEME BİRİM FİYAT	MALZEME TOPLAM	İŞÇİLİK BİRİM FİYAT	İŞÇİLİK TOPLAM	TOPLAM BÜTÇE
DN1250 KOLEKTÖR ve VANA GRUBU	set	1	18.674,69 \$	18.674,69 \$	6.626,5 \$	6.626,5 \$	25.301,19 \$
FITTINGS	set	1	9.036,14 \$	9.036,14 \$	3.313,25 \$	3.313,25 \$	12.349,39 \$
60MW PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİ	set	2	90.361,44 \$	180.722,88 \$	6.024,09 \$	12.048,18 \$	192.771,06 \$
ISI MERKEZİ İÇ BORULAMA	set	1	30.722,89 \$	30.722,89 \$	30.722,89 \$	30.722,89 \$	61.445,78 \$
ARITMA VE DEPOLAMA SİSTEMİ	set	1	18.087,28 \$	18.087,28 \$	6.024,09 \$	6.024,09 \$	24.111,37 \$
SCADA SİSTEMİ	set	1	36.144,57 \$	36.144,57 \$	6.024,09 \$	6.024,09 \$	42.168,66 \$
ELEKTRİK İŞLERİ	set	1	9.036,14 \$	9.036,14 \$	9.036,14 \$	9.036,14 \$	18.072,28 \$
İNŞAİ İŞLER	set	1	54.216,86 \$	54.216,86 \$	6.024,09 \$	6.024,09 \$	60.240,95 \$
GENEL TOPLAM				356.641,45 \$		79.819,23 \$	436.460,63 \$

Tablo 12. Toplam Yatırım Tutarı

ISI MERKEZİ - POMPA İSTASYONU BORULAMA							
AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR	MALZEME BİRİM FİYAT	MALZEME TOPLAM	İŞÇİLİK BİRİM FİYAT	İŞÇİLİK TOPLAM	TOPLAM BÜTÇE

DN1250 BORU ve VANA GRUBU	set	1	30.722,89 \$	30.722,89 \$	12.650,6 \$	12.650,6 \$	43.373,49 \$
FITTINGS	set	1	9.036,14 \$	9.036,14 \$	3.313,25 \$	3.313,25 \$	12.349,39 \$
GENEL TOPLAM				39.759,03 \$		15.963,85 \$	55.722,88 \$
ANA POMPA İSTASYONU							
SİRKÜLASYON POMPASI (60MW - dT=40 H=4Bar 200kW) DN350 INLINE TIP 2100KG 1. FAZ + YEDEK	ad	2	30.120,48 \$	60.240,96 \$	6.024,09 \$	12.048,18 \$	72.289,14 \$
FREKANS KONVERTÖRÜ 1. FAZ + YEDEK	ad	2	30.120,48 \$	60.240,96 \$	6.024,09 \$	12.048,18 \$	72.289,14 \$
İSTASYON İÇİ BORULAMA	set	1	18.072,28 \$	18.072,28 \$	6.024,09 \$	6.024,09 \$	24.096,37 \$
FİLTREASYON SİSTEMİ	set	1	108.433,73 \$	108.433,73 \$	24.096,38 \$	24.096,38 \$	132.530,11 \$
ISI MERKEZİ İÇ BORULAMA	set	1	30.722,89 \$	30.722,89 \$	30.722,89 \$	30.722,89 \$	61.445,78 \$
TORTU TUTUCU SİSTEMİ - 240MW için	set	1	60.240,96 \$	60.240,96 \$	12.048,19 \$	12.048,19 \$	72.289,15 \$
SCADA SİSTEMİ	set	1	18.072,28 \$	18.072,28 \$	4.216,86 \$	4.216,86 \$	22.289,14 \$
İNŞAİ İŞLER	set	1	18.072,28 \$	18.072,28 \$	5.421,68 \$	5.421,68 \$	23.493,96 \$
ELEKTRİK İŞLERİ	set	1	9.036,14 \$	9.036,14 \$	9.036,14 \$	9.036,14 \$	18.072,28 \$
GENEL TOPLAM				383.132,48 \$		115.662,59 \$	498.795,07 \$

POMPA İSTASYONU - UYDU ISI MERKEZİ BORULAMA

AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR	MALZEME BİRİM FİYAT	MALZEME TOPLAM	İŞÇİLİK BİRİM FİYAT	İŞÇİLİK TOPLAM	TOPLAM BÜTÇE
DN650 BORU ve VANA GRUBU	set	1	18.674,67 \$	18.674,67 \$	6.626,5 \$	6.626,5 \$	25.301,17 \$
FITTINGS	set	1	5.421,68 \$	5.421,68 \$	2.409,63 \$	2.409,63 \$	7.831,31 \$
GENEL TOPLAM				24.096,35 \$		9.036,13 \$	33.132,48 \$

UYDU ISI MERKEZİ

AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR	MALZEME BİRİM FİYAT	MALZEME TOPLAM	İŞÇİLİK BİRİM FİYAT	İŞÇİLİK TOPLAM	TOPLAM BÜTÇE
SİRKÜLASYON POMPASI (60MW - dT=40 H=2Bar)	ad	2	24.096,38	48.192,76 \$	1.385,54 \$	2.771,08 \$	50.963,84 \$
12MW PLAKALI ISI DEĞİŞTİRİCİ DN200	ad	6	15.060,24 \$	90.361,44 \$	1.807,22 \$	10.843,32 \$	101.204,76 \$

İSTASYON İÇİ BORULAMA	set	1	6.024,09 \$	6.024,09 \$	6.024,09 \$	6.024,09 \$	12.048,18 \$
FİLTREASYON SİSTEMİ	set	1	7.228,91 \$	7.228,91 \$	2.409,63 \$	2.409,63 \$	9.638,54 \$
ISI MERKEZİ İÇ BORULAMA	set	1	6.626,5 \$	6.626,5 \$	1.807,22 \$	1.807,22 \$	8.433,72 \$
SCADA SİSTEMİ	set	1	18.072,28 \$	18.072,28 \$	4.213,86 \$	4.213,86 \$	22.286,14 \$
ELEKTRİK İŞLERİ	set	1	9.036,14 \$	9.036,14 \$	9.036,14 \$	9.036,14 \$	18.072,28 \$
GENEL TOPLAM				185.542,12 \$		37.102,34 \$	222.647,46 \$

UYDU ISI MERKEZİ - TÜKETİCİ BORULAMA

AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR	MALZEME BİRİM FİYAT	MALZEME TOPLAM	İŞÇİLİK BİRİM FİYAT	İŞÇİLİK TOPLAM	TOPLAM BÜTÇE
BORU ve VANA GRUBU - DEĞİŞKEN ÇAPLARDA	set	1	42.771,08 \$	42.771,08 \$	12.650,6 \$	12.650,6 \$	55.421,68 \$
FITTINGS	set	1	9.036,14 \$	9.036,14 \$	2.409,63 \$	2.409,63 \$	11.445,77 \$
GENEL TOPLAM				51.807,22 \$		15.060,23 \$	66.867,45 \$

TÜKETİCİ ISI MERKEZİ

AÇIKLAMA	BİRİM	MİKTAR	MALZEME BİRİM FİYAT	MALZEME TOPLAM	İŞÇİLİK BİRİM FİYAT	İŞÇİLİK TOPLAM	TOPLAM BÜTÇE
SON TÜKETİM NOKTASI SETİ - 240KW	ad	250	11.746,98 \$	2.936.745 \$	210,84 \$	52.710 \$	2.989.455 \$
ELEKTRİK İŞLERİ	set	1	1.807,22 \$	1.807,22 \$	602,4 \$	602,4 \$	2.409,62 \$
SCADA SİSTEMİ	set	1	602,4 \$	602,4 \$	210,84 \$	210,84 \$	813,24 \$
GENEL TOPLAM				2.939.154,62 \$		53.523,24 \$	2.992.677,86 \$
GENEL TOPLAM				3.980.133,27 \$		326.167,61 \$	4.306.303,83 \$

Isı Merkezi ve Ana Pompa İstasyonu arasında imalatı yapılacak boru ve ek malzemelerinin yatırım bedeli 55.722,88 \$'dır.

İklimlendirme kaynak arazisinde bir Ana Isı Merkezi Kurulacaktır. Pompa grupları, grafik izleme, SCADA Yönetim ve ek birimler bu tesis alanında konumlandırılacaktır. Ön görülen arazi alanı 1.250 m2 olarak planlanmıştır.

Ana Pompa İstasyonu yatırımı kapsamında ön görülen toplam imalat bütçesi 498.795,07 \$'dır.

Proje kapsamında 6 uydu ısı merkezi kurulacaktır. Yapılacak yatırımın toplam bütçesi yaklaşık 222.647,46 \$'dır.

Ticari ve konut alanlarına dağıtım hatları taşınması durumunda, taşınacak dağıtım hattının çap dağılımı değişik ebatlarda yapılacak olup toplam yatırım bütçesi yaklaşık 66.867,45 \$'dır.

Dağıtım hatları tesis mekanik odalarına giriş sağlayacak ve bu noktada merkezi SCADA sistemi ile sürekli haberleşecek bina altı ısı transfer istasyonları konumlandırılacaktır. İlgili yatırımın toplam yaklaşık yatırım bütçesi 2.992.677,86 \$'dır.

Proje kapsamında öngörülen malzeme toplam bedeli 3.980.133,27 \$, işçilik toplam bedeli 326.167,61 \$.

Toplam yatırım bedeli ise KDV hariç 4.306.303,83 \$'dır.

Akıllı bölgesel ısıtma proje örnekleri ülkemizde incelendiğinde yapılan yatırımlar ve geri dönüş süreleri ortalama olarak 10 yıl olduğu görülmüştür.

5. Ekonomik Analiz

Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamalarının ekonomik etkileri oldukça çeşitlidir. Bu tür uygulamalar, enerji verimliliği sağlayarak işletme maliyetlerini düşürmektedir. Binaların ısıtma, soğutma ve havalandırma sistemlerinin daha akıllıca yönetilmesi sayesinde enerji tüketimi azaltmakta, bu da enerji faturalarının düşmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca, daha iyi iklimlendirme ve hava kalitesi, çalışanların ve müşterilerin konforunu artırmakta, bu da verimliliği ve memnuniyeti artırarak işletmelere olumlu etkiler sağlamaktadır. Akıllı iklimlendirme sistemleri aynı zamanda uzaktan izleme ve kontrol yetenekleri sayesinde bakım ve onarım süreçlerini optimize etmektedir. Böylece işletmelerin kesinti sürelerini azaltmasına yardımcı olmaktadır. Tüm bunlar bir araya geldiğinde, Akıllı Bölgesel İklimlendirme Uygulamaları işletmelerin rekabetçiliğini artıracak, sürdürülebilirlik hedeflerine katkı sağlayacak ve uzun vadede ekonomik tasarruflar elde etmelerine yardımcı olacaktır.

6. Sosyal Etkinin Analizi

Bölgesel iklimlendirme sistemi, kullanıcı konforunu artırarak halkın huzurunu sağlayacak ve ekonomik avantajlar sunacaktır. Aynı zamanda yeni istihdam fırsatları yaratarak bölgenin ekonomik canlanmasına katkı sağlayacaktır.

Bu sistemin kullanılmasından itibaren gerçekleşecek olan nüfus artışıyla birlikte yeni yaşam alanlarına talep artacak ve buna yönelik yeni iş alanları doğabilecektir. Sürekli izleme ve otomasyon sistemleri sayesinde kaynakların etkin ve verimli kullanımı sağlanacak, bu da israfı önleyerek kaynak ömrünü uzatacak ve bölgelere ve ülkeye doğrudan ve dolaylı yarar sağlayacaktır.

Yeni yatırımların bölgeye çekilmesi, yerel ve bölgesel ürünlere olan talebi artırarak üretim ve istihdamı çeşitli alanlarda yükseltecek, bölge ekonomisini olumlu etkileyecektir. Projeyle birlikte enerji temini maliyetleri düşeceği için konut ve ticari tesislere çekici bir enerji alternatifi sunulacak ve bu da bölgeye

yatırım çekmeyi artıracaktır. Bu yatırımların artmasıyla birçok sektör gelişecek ve bölge halkının refah seviyesi yükselecektir.

Sonuç olarak, bölgesel iklimlendirme sistemi bölgedeki arazi ve yapıların değerini artırarak sürdürülebilir bir kalkınma ve refah artışına katkı sağlayacaktır.

7. Çevresel Etkinin Analizi

Proje, bir bileşik ısı-güç santralinde üretilen atık ısının bölgesel iklimlendirme amaçlı kullanılmasını amaçlamaktadır. Bu tür santrallerin yüksek çevrim verimleri, genellikle %90'ların üzerindedir. Bu bağlamda, proje enerji tasarrufuna büyük katkı sağlamaktadır.

Projenin ikinci önemli faydası, enerji tasarrufu potansiyeli sayesinde CO₂ salınımını ciddi ölçüde azaltacak olmasıdır. Avrupa Birliği'nin 2030 yılı hedefleri arasında, karbon salınımını 1990 yılındaki seviyelerin %40 altına indirme hedefi bulunmaktadır. Bu iddialı hedefin Türkiye için de yakın gelecekte önemli bir hedef haline geleceği açıktır.

8. Risk Analizi

Projenin uygulanması sırasında karşılaşılabilecek başlıca zorlukların önde geleni olarak, projenin altyapı tasarımı ile uyumlu olmamasından kaynaklanan ısı ihtiyacının hesaplanması ve analizindeki zorluklar yer almaktadır. Aynı şekilde, öngörülen yapılaşma alanlarının tahmin edilenden fazla olması durumunda, ısı ihtiyacını karşılamak için yeni merkezi ısı kaynak merkezleri oluşturulması gerekebilecektir.

Projenin ekonomik ve mali getirisini etkileyebilecek riskler arasında, dağıtım ağlarında kayıp kaçak bedellerinin artması yer almaktadır. Bunun yanı sıra, dağıtım ağlarının ve bölgesel iklimlendirme merkezlerinin yeterli bakım ve kontrol yapılmaması, sistem verimliliğinin düşmesine ve yatırımın geri dönüş süresinin uzamasına yol açabilecektir.

Teknolojideki hızlı gelişmeler dağıtım ağı yapısını etkilemese de, bölgesel iklimlendirme merkezlerinin teknolojik altyapısını güncellemeyi gerektirmektedir. Ancak, bu güncellemeler genellikle yatırımın geri dönüş süresinin tamamlandığı noktada gerçekleştirilmektedir.

Bölgesel iklimlendirme sistemlerinin etkili işlemesi için izleme merkezlerinin doğru ve anlık takip yapması önemlidir. İzleme merkezlerinin teknolojik olarak güçlü olması, enerji kayıplarının engellenmesi ve sistemin verimliliğinin korunması açısından kritiktir.

Bölgesel iklimlendirme sistemleri, teknolojik değişimlere kolaylıkla adapte olmaktadır. Mevcut sistemler, eski ve yeni teknolojilerin entegrasyonu ile güncellenebilmektedir. Ancak güncellenmeyen sistemler, enerji verimliliğini düşürebilmekte ve yeni alternatif sistemlere göre geride kalabilmektedir.

9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

200.000 kişinin yaşayacağı 1.000 hektarlık bir alana kurulacak akıllı bölgesel iklimlendirme altyapı uygulaması ilçe istihdamına ve enerji verimliliğine katkı sağlayacaktır. Proje kapsamında iklimlendirme de kullanılacak kaynaklar, ilgili belediye tarafından belirlenecek altyapı güzergah planı ile entegre edilerek santraller içerisinde kurulacak ısı merkezi ve bölgesel iklimlendirme sistemi ile akıllı bölgesel iklimlendirme yapılması planlanmalıdır.

10. Yol Haritası

Enerjinin ısı transfer istasyonundan bina altı güç istasyonlarına taşınması sıcak su ortamında yapılmaktadır. Tüketicilerin enerjiyi radyatörler üzerinden kullanacağı planlanmış olsa da bu yöntem yerden, fan coil aracılığıyla ısıtma ve soğutma için de uygun bir sıcaklık aralığına sahiptir.

Yurtdışındaki örneklere de bakıldığında, projenin kabul edilmesi durumunda enerji verimliliği alanında önemli bir adım atılmış olacağı açıktır.

Şebekenin dikkatlice tesis edilmesi büyük önem arz etmektedir.

Dikkat edilmesi gereken bir diğer husus da oluşturulacak rezerv alanlarındaki ticari ve konut yapılarının nüfusunun artma eğiliminin önüne geçilmesidir. Oluşabilecek emlak rantı, bu konuda zorlayıcı bir etki oluşturabilir.

11. Kaynakça

[1] EPDK Tarifeler. (tarih yok). EPDK: <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-1327/elektrik-faturalarina-esas-tarife-tablolari> adresinden 23 Ağustos 2023 tarihinde alınmıştır.

[2] İzmir Jeotermal. (2019). 27 Ağustos 2023 tarihinde https://www.izmirjeotermal.com.tr/hakkimizda_balcova_narlidere_jeotermal_saha_isletmesi adresinden alındı.

[3] Çalık, Ö. (2017). Türkiye'deki Örnek Kojenerasyon Bölge Isıtma Uygulamaları. TURKOTED.

[4] Alholmens Kraft. (tarih yok). Alholmens Kraft. Alholmens Kraft: <https://www.alholmenskraft.com/en/home> adresinden alınmıştır.

- [5] Bach, B., Werling, J., Ommen, T., Münster, M., Morales, J.M., & Elmegaard, B. (2016). Integration of large-scale heat pumps in the district heating systems of Greater Copenhagen. *Energy*, 107, 321-334.
- [6] Kırşehir İl Özel İdaresi. (Haziran 2020). Kırşehir Jeotermal Otomasyon Kumanda Sistemi Yatırımı Fizibilite Raporu. <https://www.ahika.gov.tr/assets/upload/dosyalar/kirsehir-jeotermal-otomasyon-kumanda-sistemi-fizibilite-raporu--revize.pdf> adresinden 04.12.2023 tarihinde erişildi.
- [7] Johansen, K., Werner, S., (2022). Something is sustainable in the state of Denmark: A review of the Danish district heating sector, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume 158, 112117, ISSN 1364-0321, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112117>.
- [8] Yatağan Gıda, Tarım Ve Hayvancılık Müdürlüğü. (2020). Termik Santral Kaynaklı Atık Isı İle Sera Fizibilite Raporu. https://geka.gov.tr/uploads/supports_v/yatagan-termik-santral-kaynakli-atik-isi-ile-sera-fizibilitesi.pdf adresinden 04.12.2023 tarihinde erişildi.
- [9] <https://yesilbuyume.org/avrupa-yesil-mutabakati/>
- [10] İstanbul Büyükşehir Belediyesi, İSBAK. (2017). Bölgesel Isıtma ve Soğutma Sistemleri. https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2017/08/02-03_duyguerten_isitmasogutmasistemleri.pdf adresinden 05.12.2023 tarihinde erişildi.