



COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

Akıllı Şehir Rehberlik Uygulamaları Projesi

İKLİMLENDİRME ALTYAPISI ADAPTİF HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ 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

İKLİMLENDİRME ALTYAPISI ADAPTİF HAVALANDIRMA SİSTEMLERİ UYGULAMALARI REHBERLİK KILAVUZU

Bu kılavuz, akıllı şehir uygulamalarından olan “İklimlendirme Altyapısı Adaptif Havalandırma Sistemleri” kurmak 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

Bu uygulama “İklimlendirme Altyapısı” ve “Adaptif Havalandırma Sistemleri” projeleri, ısıtma, havalandırma ve soğutma olarak bölgesel iklimlendirme uygulamalarını detaylandırmak amacıyla yapılan çalışmaları içerir. İklimlendirme Sistemleri ile enerji verimliliği sağlanarak binaların ve kullanıcılarının deneyiminin optimize edilmesi temel alınmaktadır. Tasarlanan iklimlendirme altyapıları ve sistemleri konut ve ticari alanlar gibi farklı kullanımlara göre çeşitlilik gösterecektir. Belirlenen iklimlendirme sistemine göre kullanılacak iklimlendirme altyapısı seçilmelidir. İklimlendirme altyapıları;

- Sıcak sulu sistemler,
- Kızgın sulu sistemler ve
- Buharlı sistemlerdir.

1.1. Projenin Adı, Uygulama Yeri ve Süresi

- İklimlendirme Altyapısı Adaptif Havalandırma Sistemleri 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 | İklimlendirme Altyapısı Adaptif Havalandırma Sistemleri Uygulamaları Projesi |
| Uygulama Alanı | 1000 Ha yerleşim alanı – 200.000 kişi |
| Proje Süresi | Proje süresi kurulum yapılacak alana ve kullanıma bağlı olarak belirlenir. Süreç yaklaşık olarak 18 ay şeklinde düşünülebilir. |
| 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

İklimlendirme Altyapısı Adaptif Havalandırma Sistemleri projesinin teknik bileşenleri aşağıda her bir sistem için açıklanacak olan iklimlendirme tiplerine göre değişiklik göstermektedir. Öncelikle her bir sistem açıklanacak, ardından bahsedilen sistem için gerekli olan elemanlara yer verilecektir.

1.2.1. İklimlendirme Altyapısı Sistemleri

- **Sıcak Sulu Sistemler:** Bölgesel ısıtma sistemlerinden biri olup, küçük tesislerin ısıtması için kullanılan sıcak sulu sistemler, bakım kolaylığı ve işletme güvenliği açısından talep görmektedir. Bu sistemin dezavantajı ise, ısı yükünün artmasıyla belirli bir seviyeden sonra (yaklaşık 20 Gcal/h) ekonomik olmamasıdır. Alman Endüstri Normu DIN 4751'e göre, bu sistemle kurulan ısı merkezleri meskûn mahallelerin içine, altına veya yanına konumlandırılabilir. Yine bu norma göre, sıcak sulu sistemler, genişleme deposu açık atmosfere ya da 5 mSS basınç yaratan bir sifon (DIN 4750) ile indirekt açık sistemlerdir. Bir sıcak su ısıtma sistemi, kapalı sistem olarak tasarlandığında, kızgın su ısıtma sistemleri için geçerli olan TS 2736 (Haziran 1977) veya DIN 4752'nin kurallarına uyulması gerekmektedir. Bu durumda, nötr gaz basıncına veya membranlı ve hava yastıklı genişleme tanklarına ihtiyaç duyulur [1].
- **Buharlı Sistemler:** Bu sistemler buhara endüstriyel amaçlarla gereksinim duyulduğu sürece kullanılmaktadır. Buhar üreticilerinin 0.5 atü (Atmosfer Üstü Basınç)'den daha yüksek basınç üretmesi durumunda bu üreticiler yüksek basınçlı olarak tanımlanmaktadır. Bir buhar üreticisinin, ürettiği basınç 0,5 atü (Atmosfer Üstü Basınç)'den fazla olduğu durumda bu sistem yüksek basınçlı buhar santrali olarak nitelendirilmektedir. Türk Standardı TS 2736 (Haziran 1977) Ek-2 santrallerin tesisi için geçerlidir [1]. Kazanın su hacmi ile emniyet ventili ayar

basıncının su hacmi ile çarpımı 10'dan az ve tüm kazanlar için bu çarpımın toplamı 50'nin altında olmalıdır. Bu şart, buhar santral dairelerinin meskûn mahallerin içinde veya yakınında inşa edilebilmesi için de geçerlidir. Bu kurala uyulmaması durumunda, ısı santrali, meskûn binaların dışında, güvenlik kurallarına uygun olarak ayrı bir binada inşa edilmelidir.

- **Kızgın Sulu Sistemler:** Sıcak sulu sistemler ile buharlı bölgesel ısıtma sistemlerinin faydalarını ortak paydada buluşturan sistem ise kızgın sulu ısıtma sistemleridir. Buharlı ısıtmaya karşı tercih edilmesinin sebeplerinin başında kızgın sulu sistemde kondens boruları, kondens depoları ve kondens pompalarına ihtiyaç duyulmaması gelmektedir. Böylelikle bu bileşenler için gerekli olan işletme, bakım, tamirat ve korozyon sorunlarıyla da karşılaşılmamaktadır. Kızgın sulu sistemde boru şebekesinin döşenmesi daha kolaydır. Buharlı boru hatları, yoğuşma suyunu almak için testere dişi veya zikzak şeklinde döşenir. Kızgın su sistemleri hem merkezi hem de mahalli otomatik ısı kontrolü seçeneklerini sağlar. Merkezi otomatik ısı yükü kontrolü sayesinde, gidiş sıcaklığı dış hava sıcaklığına göre kontrol edilerek tesisat üzerindeki ısı kayıpları azaltılmaktadır. Buharlı sistemlerde boru kayıpları, kızgın sulu sistemlere göre daha fazladır. Kızgın sulu sistemlerde boru şebekesi ve kazan hacmi, ısı akümülatörü görevi görerek brülörlere ani yükler gelmesini engeller. Kızgın sulu tesisat, buharlı tesisatlara kıyasla daha uzun ömürlüdür.

DIN 4752'ye göre, Kızgın Sulu Sistemler aşağıdaki gruplara ayrılır: Grup 1, maksimum 130°C olan tesisleri içerir. Grup 2, 130°C'nin üzerinde olan veya 130°C'nin altında olup da Grup 1'deki şartlara uymayan tesisleri içerir.

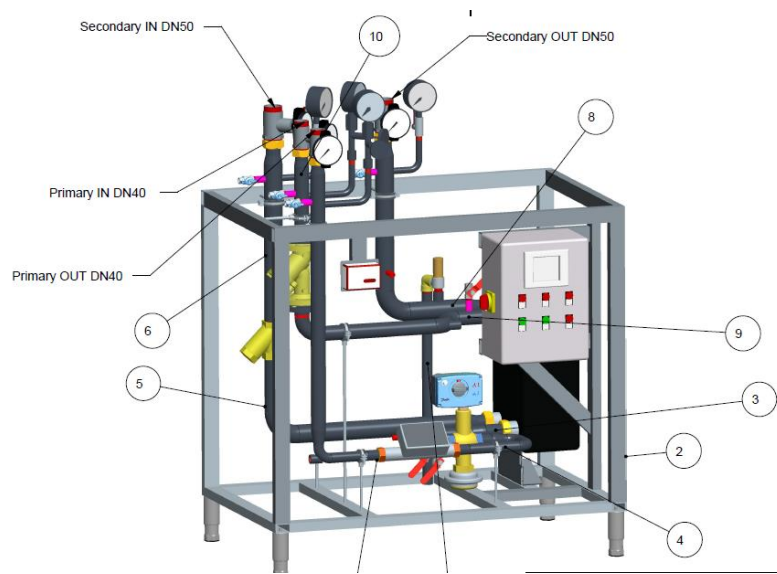
- Grup 1a, maksimum gidiş sıcaklığına basınç sınırlaması yaparak güvenlik ventiliyle ayarlanır ve statik yükseklik 50mmSS'nin üzerinde olamaz.
- Grup 1b, maksimum gidiş sıcaklığı termostatik olarak ayarlanır ve işletme basıncı 1.5 atü'den 6.5 atü'ye kadar olabilir. Grup 1a ve 1b kurallarına göre tesis edilen kızgın sulu ısı merkezleri, konutların ve sosyal alanların altına ve üstüne, çalışma alanlarının içine, altına ve üstüne, konutların bitişiğine yerleştirilebilir.
- Grup 2 tesisleri ise meskûn binaların altında veya yanında tesis edilemez, ancak meskûn binaların açığında güvenlik kurallarına uygun bir bina olarak inşa edilebilir. DIN 4752, Grup 1a ve Grup 1b'de tanımlanan tesisler için malzeme ve tesisin kurulumu bakımından bazı kolaylıklar sağlar.

1.2.2. Bina Altı Güç İstasyonları ve İklimlendirme Altyapısı

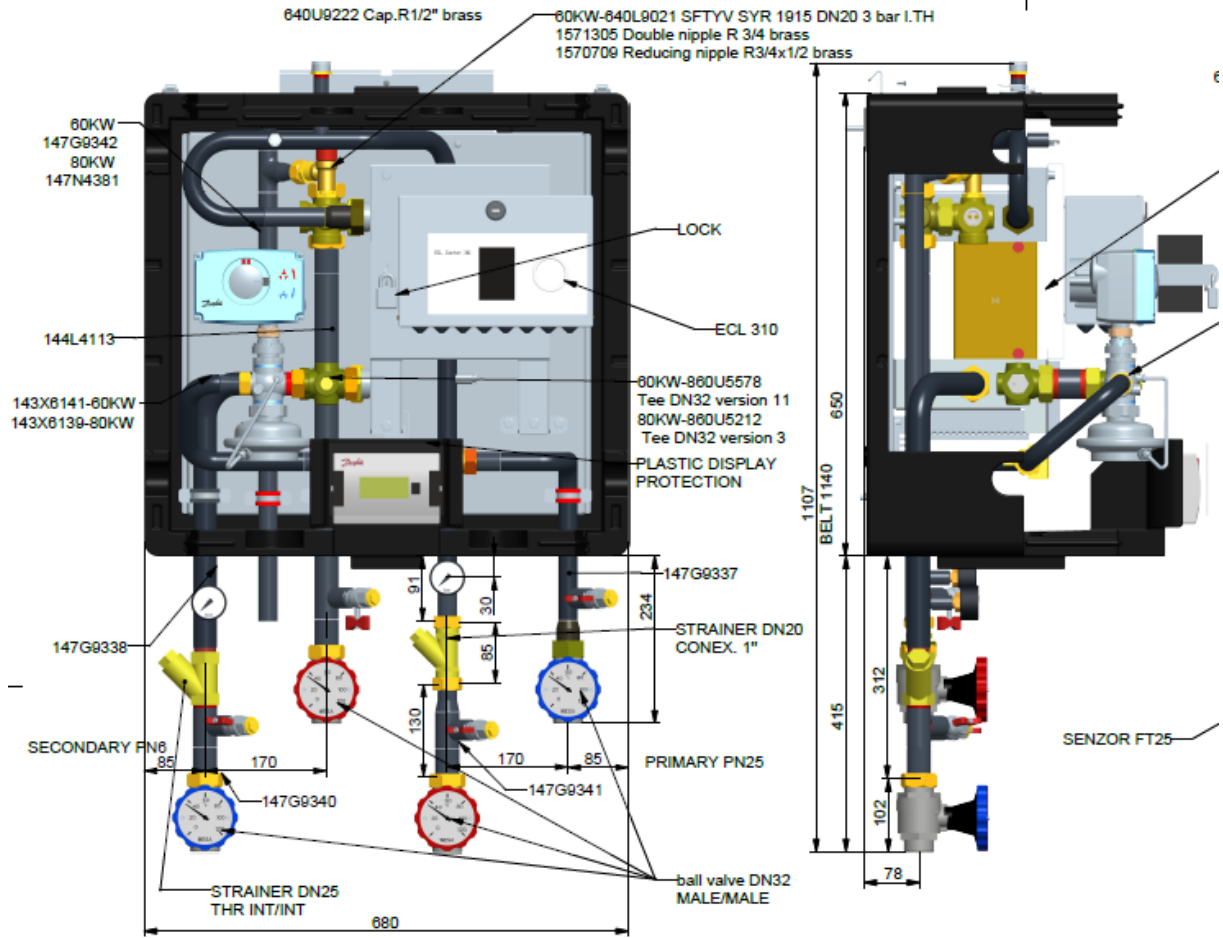
Bina Altı Güç İstasyonu (BAGİ), bölgesel ısıtma sistemine doğrudan bağlanıp çalışan bir ısı transfer istasyonudur. Bu istasyonlar, yüksek basınç ve sıcaklık uygulamalarında son kullanıcıları korumak veya

ısı transferini belirli bir disiplin içinde yapmak amacıyla bina mekanik tesisatının bölgesel ısıtmaya bağlandığı noktalarda kurulur. BAGİ'ler binanın ısıtılması yanında, binada kullanılacak sıcak suyun üretilmesini de şebekeden çekmiş olduğu ısı enerjisi ile sağlamaktadır.

Bölge revizyonunda, istasyondan sonra kurulacak iklimlendirme altyapısı, yalnızca bölge tasarrufunu sağlayacak şekilde olmadan, tüketici tasarrufunu da sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır. Döşemeden ısıtma/soğutma sistemleri, termostatik vana bulunan radyatör sistemleri ve fancoil uygulamaları gibi örnek sistemler, tasarruf sağlamak için kullanılabilir.



Şekil 1. Duvar Tipi Bina Altı Güç İstasyonu (BAGİ) [1]

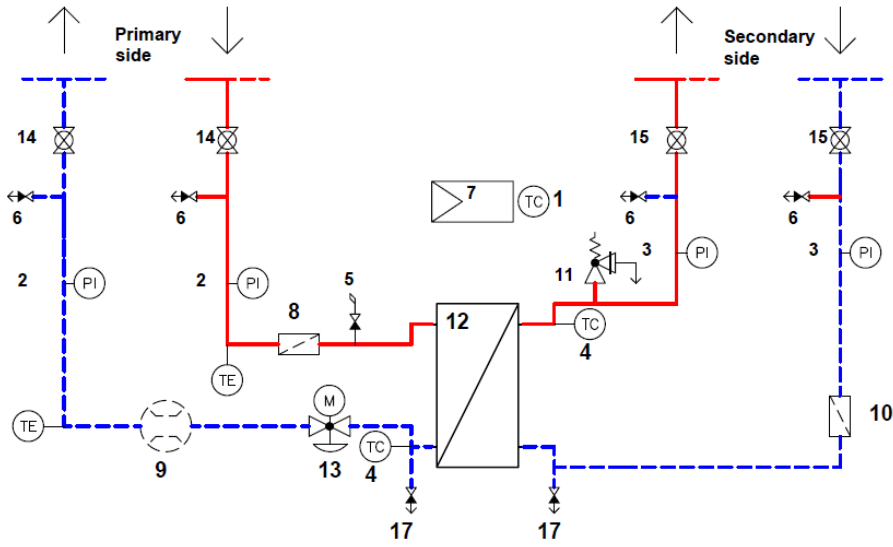


Şekil 2. BAGE-İç Görünüm [1]

Son kullanıcıların kullandığı ekipmanların radyatör, termostatik radyatör vanası, akümülyasyon tankı, boyler gibi büyük bir kısmı en fazla 6 bar 95°C işletme şartlarına uygundur. Bina içindeki tesisat bölgesel ısıtma şebekesinden bina altı güç istasyonları aracılığıyla ayrılır. Böylelikle son kullanıcılara optimum işletme koşulları sağlanmaktadır. Bu istasyonlar, belirli kalite standartlarını sağlayarak içindeki parçalarıyla birlikte uzun yıllar işletmede kalacak ekipmanlar olarak tasarlanmalıdır. Bu kalite standartları şu şekildedir:

- Borular ve taşıyıcı gövde boyanmalıdır. Primer devredeki tüm ekipmanların basınç sınıfı, şebeke basıncının minimum 1,3 katı, sekonder devrede minimum PN6 olmalıdır. Bina altı güç istasyonu, yetkisiz erişimi engellemek için kilitlenebilir ve bir pencere arkasından kilitli haldeyken kalorimetresi okunabilecek şekilde olmalıdır. 2018/68/AB "Basıncılı Ekipmanlar Yönetmeliği"ne uygun olarak bina altı istasyonun üretimi yapılmalıdır.
- Kalorimetre: MID Onaylı, EN1434 standardına göre minimum 1:100 dinamik ölçüm aralığı için Class 2 hassasiyetinde, Ultrasonik, M-Bus haberleşmeli, Minimum 10 yıl pil ömrüne sahip olmalıdır.

- Eşanjör: Lehimli, Plaka malzemesi minimum 0.3 mm AISI316, Primer devre maksimum basınç kaybı en fazla 10 kPa, Sekonder devre maksimum basınç kaybı en fazla 15 kPa'a göre boyutlandırılmış, bağlantı noktaları paslanmaz çelikten imal ve dış dişli olmalıdır.
- Debi Limitlemeli Basınçtan Bağımsız Motorlu Kontrol Vanası: Primer devrede BAGİ'nin ihtiyacı olan maksimum debiyi gövdesi üzerinde limitleyen, otoritesi devredeki fark basınç değişikliklerinden etkilenmeyen modelden seçilmelidir. Güvenlik için genellikle TS EN 14597 standardına uygun yay geri dönüşlü oransal bir motorla kontrol edilirler.
- Kontrol Kutusu: Dış hava kompanzasyonu yapabilen, BAGİ ve daire girişlerindeki kalorimetreler ve su sayaçlarından gelen tüketilen enerji, debi, gidiş ve dönüş sıcaklığı değerlerini bir iletişim protokolü ile toplayarak merkezi otomasyona aktarabilen, BAGİ primer devresindeki vana motorunu ısı merkezinden alacağı komut doğrultusunda oransal olarak kontrol edebile; üzerine takılan dış hava, gidiş-dönüş suyu sıcaklık sensörlerinden gelen bilgileri merkezi otomasyona aktarabilen, boylar sıcaklığını izleyerek istenen su sıcaklığını sabit tutabilen özelliklerde olmalıdır.
- İzolasyon: BAGİ tamamı kolayca sökülüp takılabilen, minimum 37 mm kalınlığında $\lambda = 0.035$ W/mK ısı iletkenlik katsayısına sahip yalıtım malzemesi ile izole edilmiş olmalıdır.
- Borulama: Giriş ve çıkış borularının tamamının üzerinde küresel vanalar, termometreler ve manometreler bulunmalı, primer ve sekonder devrede pislik tutucular olmalı, istasyonun en üst noktasında hava atıcı olmalı, sekonder devrede emniyet ventili bulunmalı, kimyasal temizlik ve boşaltma için gerekli ağızlar bulunmalıdır.
- Kablolama: BAİ içindeki tüm elektrik uç bağlantıları yapılmış olmalıdır. Dış hava sıcaklık sensörü bağlantısı, 1~230V elektrik bağlantısı, dairelerdeki sayaçlardan gelen iletişim bağlantısı ve merkezi otomasyon iletişimi için uç bağlantısı ayrıca yapılmalıdır.
- Sekonder devredeki boylar, genişleme tankı ve sirkülasyon pompaları genellikle bina altı güç istasyonuna dahil değildir. Ancak özel uygulamalarda gerekiyorsa bu ekipmanlar BAGİ'na dahil edilir.



Şekil 3. BAGi Şematik Gösterimi [1]

Tablo 1. BAGi Parça Listesi [1]

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

Merkezi bir otomasyon sistemine bina altı güç istasyonlarının dahil edilebilirliği önemli bir husustur. Bina altı güç istasyonları yapay zekâ ve yazılım teknolojileri gelişmeden önce, yalnızca kendi kontrol paneli üzerinden dış hava sıcaklığına göre çalışmaktaydı. Günümüzde hava durumu tahmini verilerini internetten çekip yazılımlar aracılığıyla sisteme bilgileri yükleyerek, sıcaklık ve basınç verilerinin son kullanıcılar için anlamlı bir hale dönüştüren bina altı güç istasyonları, yapay zekâ ile birlikte çalışabilir duruma gelmiştir. Aşağıda istasyonlar ile entegre çalışabilecek yazılımın detayları listelenmektedir:

İstasyonlarda kullanılan yazılım olan Bölgesel Isıtma Kontrol Yazılımı, istasyonların kontrol kutularından ve ölçüm noktalarından topladığı bilgileri kullanmaktadır. Topladığı bilgilerle saatlik, günlük, haftalık, aylık, mevsimlik ve yıllık olarak farklı zaman periyotları için yük profilleri oluşturmaktadır. Bölgesel ısıtma sistemi için optimum işletme bilgilerini oluşturduğu yük profillerinden planlayan ve sistemin gereksinim duyduğu enerjinin dağıtımını sağlayan sistem bu yazılımdır.

- **Genel Özellikler:**

- Server (bulut) bazlı SCADA çözümünü lokal (özel) bir bulut kurma imkanıyla sağlamaktadır.
- LAN veya WAN ağlarına HTML5 protokolünü kullanarak güvenli bir şekilde bağlanmaktadır.
- Chrome, Safari, Firefox gibi tarayıcılarla erişim sağlanmaktadır.

- **Fonksiyonel Özellikler:**

- Yetkisiz erişimi önlemek ve güvenliği sağlamak için kullanıcıların şifre girmesi beklenmektedir.
- Veriyi işlemek için bina altı güç istasyonlarından alacağı gerçek zamanlı ölçümlere ve görselleştirilmiş akış diyagramlarına ihtiyaç duymaktadır.
- Bilgiyi toplayacağı binaların ve bina altı güç istasyonlarının isimlerine erişim sağlamalıdır.
- Bina altı güç istasyonlarının konum bilgilerine harita üzerinde belirtilmiş olarak ulaşabilmelidir.
- Bina altı güç istasyonları ve binaların kullanıcılarının adları, adresleri, cihazların tipleri, versiyonları, seri numaraları gibi statik bilgilerine görselleştirilmiş haliyle erişim sağlayabilmelidir.
- Uzaktan erişim sağlayarak sisteme bağlı cihazların ayarlarını değiştirebilmelidir.
- Ölçmüş olduğu bilgilerin kaydını tutup arşivlemesini yapabilmeli, yine bu bilgileri grafik ve tablo olarak özetleyebilmelidir.
- CVS dosyası olarak arşivlenen verilerin dışa aktarımını sağlayabilmelidir.
- Kullanıcıya özel akış diyagramı oluşturabilmelidir.
- Bir ana sayfa oluşturup, bu sayfada sistem performansının temel göstergelerine yer verebilmelidir.
- Otomatize çalışıp, bina altı güç istasyonlarının kontrol kutularını tanıyabilmeli ve çalışma modunu da otomatize edebilmelidir.
- Faturalandırma işlemleri için rapor formatı hazırlayıp, günlük, haftalık veya aylık periyotlarla otomatik ve özelleştirilmiş raporlar oluşturabilmelidir.

- **İletişim Özellikleri:**

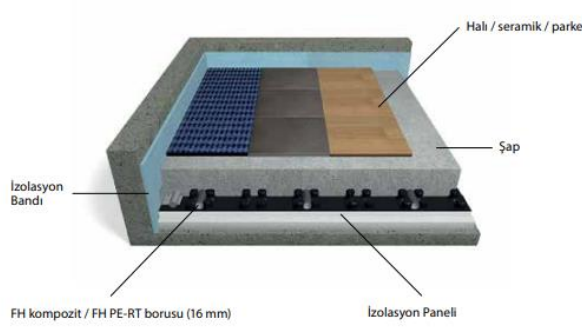
- Modbus RTU (RS-485)
- Modbus TCP (TCP/IP)
- OPC desteği
- Cihazlarla TCP/IP Modbus iletişimi için en az AES-128 bit şifreleme sağlamalıdır.

1.2.3. Döşemeden Isıtma ve Soğutma Altyapısı

Hidronik (Sulu) Döşemeden Isıtma Sistemi genel ısı ihtiyacının zemine döşenmiş olan borularıyla karşılanmasıdır. Döşemeden ısıtma termostatları, oda sıcaklığını zeminden ölçmektedir. Bu ısıtma sistemiyle hedeflenen, ısının her alana eşit ve sabit bir biçimde dağılmasını sağlamaktır. Bahsedilen işlem boruların üzerindeki beton bloğun ısıtılmasıyla sağlanmaktadır. Bu sistemin elemanları zemin ısı izolasyonu, döşemeden ısıtma boruları ve sıcaklığı kontrol eden; oda termostatu ve zemin sensörüdür. Konut ısıtmasının yanında ofis, hastane, otel, sağlık ve SPA merkezleri gibi ticari kullanım amaçlı tasarlanmış yapılarda da sıklıkla tercih edilmektedir. Döşemeden ısıtma sistemi, kullanıcılara ideal nem ve ısı değerlerini kolaylıkla sunmaktadır. Sistemde çıkılan sıcaklık yaklaşık 50 °C seviyesinde olması ve konvansiyonel sistemlere göre sıcaklık farkının daha az olması sebebiyle, enerji tasarrufu sağlar. Enerji tasarrufu sağladığı bir diğer nokta ise, altyapı iklimlendirme suyunun soğutma hattından alınarak döşemeden soğutma sisteminde değerlendirilebilmesidir. Buradaki önemli nokta, yoğuşmanın engellenmesidir. Döşemeden uygulama sistemlerinde oda termostatu, kontrol paneli ve aktüatör gibi özel ekipmanlara mahal sıcaklıklarını denetlemek için gereksinim duyulmaktadır.

Sıvı şap

- Çimento şapa kıyasla zemin **kalınlığı** azalır.
 - Çimento şapa kıyasla zemin **ağırlığı** azaltılmıştır.
 - Kalınlık ve ağırlığın azaltılması örn. tamirat ve yenilemelerde önemli bir unsur olabilir.
- Sıvı şaplar çoğunlukla daha pahalıdır.



| | | Sıvı* | Çimento | |
|-----------------------------------|----------------------|-------|---------|---|
| Şap kalınlığı | [mm] | 65 | 85 | |
| Yalıtım kalınlığı [mm] | [mm] | 35 | 35 | |
| Yapı yüksekliği [mm] | [mm] | 100 | 120 | Döşeme cilası dışında yükseklik |
| Ağırlık | [Kg/m ²] | 140 | 176 | Zemin cilası dışında ağırlık |
| Termal direnç (R) | [m ² K/W] | 0.87 | 0.87 | Döşeme ısıtma paneli için termal direnç değeri |
| Termal iletim çarpanı (U) | [W/m ² K] | 0.96 | 0.96 | Termal yalıtım gereksinimi için bina talimatnamesini kontrol edin |
| Dağıtım yükü | [kN/m ²] | <2.0 | <2.0 | |
| Nokta yük (> 20 cm ²) | [kN] | <2.0 | <2.0 | |
| Etkili ses altı gürültü azaltıcı | [dB] | 28 | 28 | DIN 4109'a göre hesaplanan değer. 12 cm'den kalın beton plakalara uygulanır (DIN 4109; m ² > 276 kg/m ²) |

* CAF F5 katkı maddeli çimento sıvaya dayalı örnek. Diğer CAF katkı maddelerinin kullanılması kalınlık ve ağırlığı etkiler.

Şekil 4. Döşemeden Uygulama Kesiti [1]



Şekil 5. Döşemeden Uygulama Görsele [2]

1.2.4. Fan-Coil Altyapısı

Filtreden geçirilen havanın fan yardımı ile soğuk veya sıcak bir yüzeyin (serpantin) üzerinden geçirilerek şartlandırılması prensibiyle çalışan fan-coil cihazları ile ortamdaki havanın sıcaklığı, yaz aylarında ise buna ek olarak havanın nemi kontrol edilmektedir. Fan-coil cihazları ile yazın soğuma sağlamanın yanında kışın da ısıtma sağlanmaktadır. Hava kalitesinin iyileştirilmesi, havanın filtrelenerek, seçime bağlı olarak dış hava ile karıştırılarak gerçekleştirilmektedir.

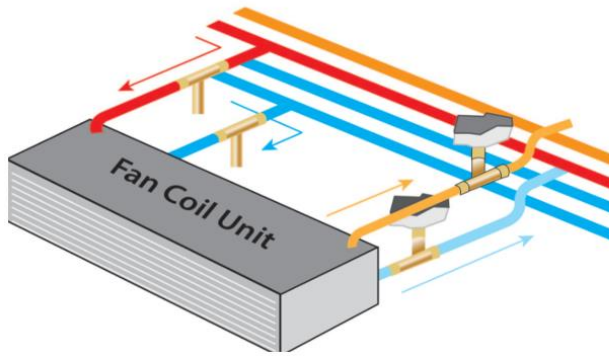
Fan-coil çeşitleri kasetli veya kasesiz, döşeme veya gizli tavan tipi, basınçlı tip, yüksek duvar tipi veya kasetli dört yöne üflemlili tipte; mimari seçimlere ve uygulamalara göre tercih edilmektedir. İki borulu fan-coil sistemi ünitesinde tek serpantin bulundurup, borularından yalnızca sıcak ya da soğuk su geçmesine olanak sağlar. Böylelikle ısıtma veya soğutma işlemi yapılabilir. Dört borulu fan-coil sisteminde ise birbirinden ayrı iki serpantin, bulundurduğu hem sıcak hem de soğuk su ile o sırada ısıtma ya da soğutma işlemi yapılmasına göre, vanalarıyla kullanılacak serpantinden gerekli suyun dolaşmasını sağlamaktadır.

Fan-coil tipleri arasından özellikle basınçlı tip, kanala bağlanıp, yüksek dış statik basınç kayıplarını karşılamak üzere tasarlanmıştır. Bir diğer tip olan kasetli dört yöne/tek yöne üflemlili fan-coiller, tasarım ve estetik kaygılarının gözetildiği, modüler asma tavan uygulamaları gibi örneklerde görülmektedir. Yoğuşma suyunun cebri eğim gerektirmeden uzaklaştırılması konusunda ise drenaj pompasının kullanımı sayesinde gerçekleştirilmektedir.

Fan-coil sistemleri günümüzde daha gelişmekte, hem sistem yapısı hem de sistemin elemanları olarak kullanılan cihazların kalitesinin artmasıyla, daha konforlu ve daha verimli çalışarak, sistemin önceden sahip olduğu bazı olumsuzlukları ortadan kaldırmaktadır. Fan-coil motorlarının performans değerlerinin ve ekonomik ömürlerinin artması, motorlardaki özel yatakların kullanılması sayesinde gerçekleştirilmektedir. Bu gelişmelerin yanında, ses seviyelerinde de ciddi bir iyileştirme gözlemlenmektedir. İç havalı fan-coil ve taze hava sisteminin karışım havalı fan-coil sistemine göre daha sık tercih edilmesiyle, filtrasyon işlemi daha iyi sağlanmış ve taze hava oranının artırılması sağlanmaktadır.

İki borulu fan-coil tesisatına göre dört borulu fan-coil sistemlerinin daha çok tercih edilmesiyle, iki borulu sistemin çoğunlukla geçiş dönemlerinde zafiyet yaratması önlenmektedir.

2 ve/veya 3 yollu oransal vana kullanımının yaygınlaşmasıyla sıcaklık kontrolü açısından daha konforlu ve daha ekonomik işletme koşulları oluşturulmaktadır. Termostat ve kontrol cihazlarının geliştirilmesi sayesinde fan-coiller gece-gündüz işletmesi, donma kontrolü, üfleme havası limitlemesi, otomatik fan devri ayarı gibi pek çok uygulamayı yapabilecek hale gelmektedirler.



Şekil 6. Fan-Coil Bağlantı Şeması [3] ve Uygulama Örneği [4]

1.2.5. Radyatör Altyapısı

Isıtma için kullanılan ve sisteminin içerisinde geçiren suyun ısıtılması temelinde çalışan radyatörler, iklimlendirme altyapısı için en fazla kullanılan altyapı sistemlerindedir.

Radyatör sistemlerinde radyasyon ve konveksiyon ile ısıtma olarak iki seçenek bulunmaktadır. Radyasyon ile ısıtma, ışıma yöntemi ile ısıtma olarak da isimlendirilen bu yöntemde radyatörün şekli ve rengi oldukça önem taşımaktadır. Radyatör renginin enerji verimliliği konusunda etkisi bulunmaktadır. Bronz ya da alüminyum olarak tasarlanan radyatörler %50 daha fazla ısınma verimliliği sağlamaktadır. Bu yöntemde sistemde taşınan suyun %30'u ışıma yöntemi ile transfer edilmektedir. Bu sebeplerden yola çıkarak, konveksiyon ile ısıtma tipine göre daha verimli bir sistem olduğu görülmektedir.

Radyatör sistemleri radyatörün şekline ve malzemesine göre döküm, panel, dilimli çelik ve alüminyum olarak dört farklı seçenekten oluşmaktadır.

- Dilimli çelik radyatörler ile demir radyatörler birbirine pek çok açıdan benzemesine rağmen, çelik radyatörlerin maliyetinin diğer seçeneklere göre daha uygun olması, çelik radyatörleri en çok tercih edilen seçenek haline getirmektedir.
- Panel radyatörlerin kurulum maliyetleri diğer seçeneklere kıyasla daha ekonomik olmasına rağmen tercih edilmemesi gereken bir radyatör seçeneği olmasına sebep olan pek çok eksiklikleri de bulunmaktadır. Örneğin, diğer radyatör seçenekleri arasından en dayanıksızdır. Ayrıca enerji verimliliğinin düşük olması sebebiyle de ekonomik olarak sürdürülebilir bir sistem değildir. Kullanım alanlarının da kısıtlı olduğu düşünüldüğünde, panel radyatörlerin mecbur kalınmadığı sürece tercih edilmesi önerilmemektedir.
- Alüminyum radyatörler ise enerji verimliliği en yüksek olan radyatör tipidir. Radyatör tipleri arasında en geniş yüzey hacmini olan seçenek olması sebebiyle, geniş alanlara fazlaca ısı yayabilmektedir. Enerji verimliliği açısından değerlendirildiğinde, ekonomik bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır.

- Termostatik vana kullanılması radyatör altyapısında sistemin dengelenmesini sağlayıp, ihtiyaç fazlası sistem pompalarının çalışmasının önüne geçerek, enerji verimliliğini sağlamak konusunda büyük önem taşımaktadır.



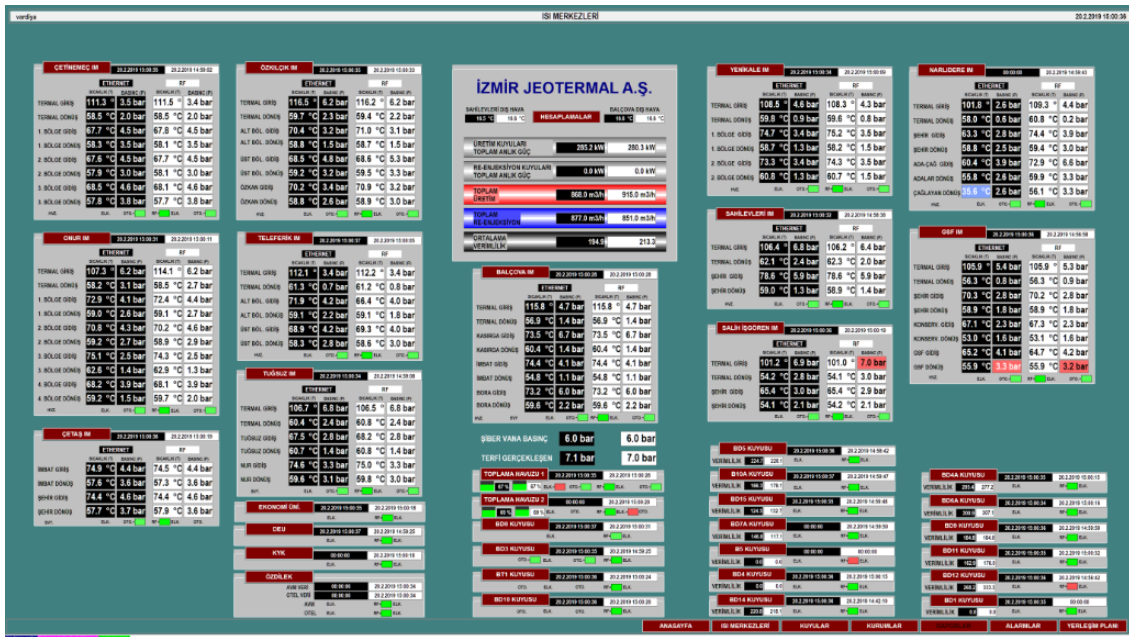
Şekil 7. Termostatik Vana Görseli [5]

1.2.6. Kalorimetre ve Faturalandırma

Kalorimetre sistemleri dairelerin veya işletmelerin girişlerine konarak, iklimlendirme işlemlerinin faturalandırmasını sağlar. Kalorimetreler aracılığıyla, işletmelerin kayıp kaçak tespitleri, sıcaklık değerlerinin okunması ve tüketim miktarlarının görüntülenmesi gerçekleştirilebilmektedir.

Bölgesel iklimlendirmeye örnek olarak İzmir Jeotermal Sistem'in 27700 kalorimetresi, el terminali ile uzaktan okunarak, Merkezi Isıtma ve Sıcak Su Sistemlerinde Gider Paylaşım Yönetmeliği'ne göre faturalandırılmaktadır.

İzmir Jeotermal, sayaç sistemleri ile ilgili yeni yönetmeliğe göre sayaçlar üzerinde çalışmaktadır.



Şekil 8. İzmir Jeotermal Kalorimetre Görüntüleme Ekranı [1]



Şekil 9. Kalorimetre Görseli [6]

1.3. Proje Girdileri

İklimlendirme altyapıları için proje girdileri şunlardır:

- Binaların tasarım özellikleri,
- Kullanım amacı,
- Çevre şartları,
- Bina konumu,
- Sıcaklık,
- Nem,
- Hava hareketleri,
- Güneş ışınları,
- Isı kaynakları ve
- Bina içindeki insan ve ekipmanların ısı üretim miktarı gibi faktörlerdir.

1.4. Beklenen Çıktılar

İklimlendirme altyapıları projesi kapsamında beklenen çıktılar aşağıdaki gibidir:

- Binaların iç ortam sıcaklığı,
- Nem oranı,
- Havalandırma,
- Hava kalitesi ve
- Enerji verimliliği gibi faktörler ile,
- Sıcaklık ve nem düzeyleri,
- Havalandırma debisi,
- İç hava kalitesi ve

- Enerji tüketimi gibi ölçümlerin yanında,
- Enerji verimliliği ve
- Karbon salınımı projenin çıktılarını oluşturmaktadır.

1.5. Projenin performans göstergeleri

İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri projesinin performans göstergelerinin amacı, proje performansının izlenmesi, analiz edilmesi ve değerlendirilmesi için bir çerçeve sağlamaktır. Bu göstergeler, proje yöneticilerine, yüklenicilere ve diğer ilgili taraflara projenin ilerlemesi hakkında net bir görünüm sağlar. Bu performans göstergeleri sayesinde, projenin başarısını ölçmek ve gerekli düzeltici önlemleri almak için gereken veriler elde edilir. İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri projesinin performans göstergeleri şunlardır:

- Enerji tüketimi: İklimlendirme sistemleri, binaların toplam enerji tüketiminde önemli bir paya sahiptir. İyi bir iklimlendirme sistemi, enerji tüketimini düşürerek tasarruf sağlamalıdır.
- İç hava kalitesi: İklimlendirme sistemleri, iç mekân havasının temizliği, taze havanın verimi ve nem oranı gibi faktörlerin kontrolüne yardımcı olur. İyi bir iklimlendirme sistemi, kullanıcıların sağlıklı bir ortamda bulunmasını sağlamalıdır.
- Konfor: İklimlendirme sistemi, kullanıcıların sıcaklık, nem ve hava akışı gibi faktörlerin kontrol edilmesi ile konforlu bir ortam sağlar. İyi bir iklimlendirme sistemi, kullanıcıların rahatlığına önem verir ve istenilen konfor seviyelerine ulaşmayı hedefler.
- Bakım ve işletme maliyetleri: İyi bir iklimlendirme sistemi, düşük bakım ve işletme maliyetleri ile uzun ömürlü olmalıdır.
- Karbon salınımı: İklimlendirme sistemleri, enerji tüketimleri nedeniyle karbon salınımına neden olabilirler. İyi bir iklimlendirme sistemi, karbon salınımını azaltarak çevresel sürdürülebilirliği artırmalıdır.

2. Proje Kapsamı ve Gerekçe

2.1. Proje Kapsamı

İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projesinin kapsamı, binaların iç ortamını kontrol etmek ve enerji verimliliğini artırmak için yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanmasıdır.

Bu proje, adaptif havalandırma sistemleri ve iklimlendirme altyapısı tasarımlarını, farklı iklim koşullarına ve kullanım senaryolarına uyum sağlayacak şekilde geliştirmeyi amaçlar. Bu sistemler, binaların iç ortam sıcaklığını, nem oranını ve havalandırma debisini kontrol ederek, enerji tüketimini azaltmaya yardımcı olur. Adaptif havalandırma sistemleri, sensörler ve otomatik kontrol cihazları

kullanarak, iç ortam koşullarını sürekli olarak izler ve dış hava koşullarına göre havalandırma sistemlerinin çalışmasını ayarlar. Bu sayede enerji tasarrufu sağlanır ve bina içi hava kalitesi korunur.

İklimlendirme altyapısı tasarımı, bina boyutlarına, kullanım senaryolarına ve iklim koşullarına göre özelleştirilir. Yüksek verimli ısıtma, havalandırma ve klima (HVAC) sistemleri kullanılarak enerji verimliliği artırılır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı da desteklenir.

Bu proje, çevre dostu binaların inşasına yönelik bir adım olarak görülmekte ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için önemli bir araç olarak değerlendirilmektedir.

2.2. Proje Gerekçesi

Dünyanın kısıtlı kaynakları ve iklim değişikliğinin günümüzdeki etkileri düşünüldüğünde, kaynakları verimli kullanmak günden güne çok daha büyük önem taşımaktadır. Dünyanın yenilenemez fosil yakıt kaynakları gittikçe tükenmektedir. Bunun için alternatif enerji arayışlarına gidilmelidir. Konut enerji tüketimi diğer sektörler ile kıyaslandığında tüm payın %25'ine sahip ve bu tüketimin %64'ü konut iklimlendirme sistemlerine aittir [7]. Bu bilgiler ışığında, enerji tüketimi konusunda verim sağlamak bir gereklilik haline gelmektedir. İklim krizinin etkilerinin şiddetlenmesi, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik konularını daha kritik bir konuma getirmektedir. Çevre dostu iklimlendirme ve havalandırma sistemleri dolayısıyla daha az emisyon üreteceğinden, mevcut karbon ayak izini de küçültecektir.

Binaların iç hava kalitesi, insan sağlığı üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. İyi bir havalandırma sistemi, binaların iç ortamındaki havanın taze ve temiz kalmasını sağlar. Projenin bir diğer gerekçesi, adaptif havalandırma sistemleriyle daha iyi bir iç hava kalitesi sağlamak ve insan sağlığını korumaktır.

İklimlendirme ve havalandırma teknolojileri hızla gelişmektedir. Projenin bir diğer gerekçesi, yeni teknolojileri kullanarak daha verimli ve uygun maliyetli bir iklimlendirme ve havalandırma sistemi tasarlamak ve uygulamaktır. Enerji fiyatları dünya genelinde artmaktadır. İyi tasarlanmış ve uygulanmış bir iklimlendirme ve havalandırma sistemi, enerji maliyetlerini düşürür. Gerekçelerden bir başkası, bina sahiplerine ve işletmecilerine maliyet tasarrufu sağlamak için daha verimli bir iklimlendirme ve havalandırma sistemi sunmaktır.

Amaçlar:

- Enerji verimliliğini artırmak
- İç ortam konforunu iyileştirmek
- İç hava kalitesini korumak
- Çevresel sürdürülebilirliği desteklemek

- Teknolojik inovasyonu destekleyip yaygınlaştırmak

Hedefler:

- İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri için en sürdürülebilir alternatifleri değerlendirip, karbon ayak izini küçültmek
- Sıcaklık, nem ve hava akışı gibi parametrelerin sürekli olarak izlenmesiyle kullanıcılara daha rahat, temiz ve sağlıklı bir ortam sunmak
- Enerji tüketiminin büyük bir kısmını oluşturan iklimlendirme sistemlerinin sebep olduğu karbon salınımını ve çevresel etkilerini azaltmak
- Yeni teknolojilerin geliştirilmesi ve uygulanması yoluyla iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerinde teknolojik inovasyonu teşvik etmek

2.3. Mevcut Durum

Proje konusu ile ilgili dünyada mevcut durumun tespiti

- İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri 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 İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri uygulamaları incelenir.
- Proje için gerek duyulan alanlarda hizmet alınabilecek firmalar belirlenir.

Daha önce yapılan çalışmaların başarı-başarısızlık durumlarının tespiti

İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri, doğru şekilde tasarlanmalı ve uygulanmalıdır. Hatalı tasarım veya yanlış uygulama durumlarında, beklenen performans elde edilemeyebilir ve enerji verimliliği, konfor veya hava kalitesi gibi hedefler gerçekleşmeyebilir. Benzer şekilde, iyi bir işletim ve bakım programının eksikliği, iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerinin performansını olumsuz etkileyebilir.

Yetersiz bakım ve düzenli kontrol, sistemlerin verimini düşürebilir ve istenilen sonuçların elde edilmesini engelleyebilir. İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri, bina tasarımı, kullanım senaryoları ve iklim koşullarına uyumlu olmalıdır. Yanlış tasarlanmış veya kötü bakımlı havalandırma sistemleri, iç mekân hava kalitesi sorunlarına neden olabilir. Örneğin, yetersiz hava temini veya filtrelerin düzenli olarak değiştirilmemesi gibi durumlar, kirletici maddelerin birikmesine

ve sağlık sorunlarına yol açabilir. İklİmlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerinin kullanıcıların beklentilerini karşılamaması, kullanıcı memnuniyetsizliğiyle sonuçlanabilir. Örneğin, kullanıcılar sıcaklık, nem veya hava akışı konusunda istedikleri konfor düzeyini sağlayamazlarsa, projenin başarısı sorgulanabilir.

İklİmlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerinin uygulanması ve işleimi, yüksek maliyetler gerektirebilir. Eđer proje bütçesi yeterli şekilde planlanmaz veya maliyet tahminleri yanlış yapılırsa, projenin maliyetleri kontrol altına alınamaz ve başarısızlıkla sonuçlanabilir.

Son olarak, herhangi bir teknik arıza veya sorun durumunda, iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri verimsiz hale gelebilir. Ekipman arızaları, kontrol sistemlerindeki sorunlar veya enerji kaynaklarındaki kesintiler gibi faktörler, sistemlerin çalışmamasına veya beklenen performansı sağlayamamasına neden olabilir.

Bu başarısızlık durumlarının önlenmesi için;

- Doğru tasarım,
- Uygun uygulama,
- Düzenli bakım,
- Kullanıcı gereksinimlerinin dikkate alınması ve
- Kalite kontrol önlemlerinin alınması önemlidir.
- Ayrıca, proje yönetimi ve risk yönetimi süreçlerinin etkin bir şekilde uygulanması da başarıyı artırabilir.

Literatür Araştırması

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

Günümüzde binaların tükettiği enerji talebi nüfus artışına, elektriğe ve konutlara erişim sebebiyle gittikçe artmaktadır. İvmelenen bu tüketim kontrol altına alınmadığı takdirde iklim değişikliğinin etkileri daha çarpıcı bir biçimde gözlenecektir. Binaların enerji tüketiminin büyük bir kısmı iklimlendirme sistemlerini kapsamaktadır [8]. Hem konut hem de ofis, hastane, okul, otel ve alışveriş merkezleri benzeri ticari kullanımlarda konforu sağlamak için pek çok enerji çeşidi kullanılmaktadır. Türkiye’de enerji tüketiminin %30’unun kaynağı binalardır. Her binanın enerji tüketimini kullanım amaçlarına göre değişmektedir. Örneğin ticari binalar tükettikleri enerjilerin yarısından fazlasını ısıtma ve aydınlatma için kullanmaktadırlar. Hizmet kapasitesi büyüdükçe tüketilen enerji de artacağından böyle alanlarda merkezi bir ısıtma ve soğutma sistemini kullanmak en verimlisidir. Bölgesel sistemler hem enerji tasarrufunu hem de bakım maliyetlerini azaltmayı sağlamaktadır [9].

İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerinde verimli enerji tüketimi açısından dünyada pek çok başarılı örnek bulunmaktadır. Örneğin, Hollanda'nın Amsterdam kentindeki EDGE Amsterdam West binası kullanmış olduğu inovatif ısıtma ve soğutma çözümlerini NovoCon® aktüatörleriyle sağlamaktadır. Binadaki havalandırma çözümleri genellikle doğal havalandırma olarak değerlendirilse de, binanın donatıldığı havalandırma çözümleri yüksek teknoloji ve enerji verimliliği odaklıdır [10]. Bir başka örnek olarak, Çin'in Guangzhou kentinde bulunan Pearl River Kulesi, binanın formu gereği rüzgarların yönünü istediği şekilde yönlendirerek tasarım ve sürdürülebilirliği aynı noktada buluşturmaktadır. Karşılaştığı rüzgârın bir kısmını binadaki iklimlendirme sistemlerine enerji üreten türbinlere yönelterek, sürdürülebilir bir HVAC (Heating, ventilation and air conditioning; Türkçe karşılığıyla, ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme) sistemi ortaya koymaktadır [11]. Rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen enerjinin binaların iklimlendirme sistemlerinde kullanıldığı pek çok uygulama bulunmaktadır. Bahreyn Dünya Ticaret Merkezinin tasarımı ve altyapısı da bu sistem temelinde kurulmuştur. Rüzgâr türbinleri ticaret merkezinin kulelerinin toplam enerji tüketiminin bir kısmını karşılamaktadır [12].

Projenin bağlantılı olduğu başlıca alanlar şunlardır:

- Akıllı şehircilik
- İklim değişikliği ve sürdürülebilirlik
- İç mekân konforu ve sağlık
- Akıllı bina yönetimi
- Yapay zekâ ve veri analitiği

2.4. İhtiyaç Analizi

Projeye duyulan ihtiyacı ortaya koyan verilerin incelenmesi

İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri uygulamalarına duyulan gereksinim, çevresel sürdürülebilirlik ve enerji tasarrufu hedefleriyle ilgilidir. Geleneksel iklimlendirme sistemleri, enerji tüketimi açısından yüksek maliyetli ve çevreye zararlı olabilirler. Bununla birlikte, akıllı iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri, binanın iç mekanlarının koşullarını sürekli olarak izleyerek ve değişen dış koşullara göre uyum sağlayarak, enerji tasarrufu sağlayabilirler. Ayrıca, bu sistemler, iç mekân kalitesini artırarak, çalışanların ve kullanıcıların konforunu ve verimliliğini artırabilirler. Bu nedenle, akıllı iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri, sürdürülebilirlik ve enerji tasarrufu hedefleriyle uyumlu bina yönetimi için önemlidir.

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

- Projenin, tedarik sürecindeki aracı kurumlardan kaynaklanan fiyat değişimine etkisinin analiz edilmesi
- İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemlerinin yaygın kullanımı için gereksinimlerin belirlenmesi
- İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemlerinin uygulanacağı bölgelerde yaşanacak uygulama zorluklarının belirlenmesi

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

- **Güçlü Yönler:**

- İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri, enerji tasarrufu sağlar. Sensörler ve veri analitiği kullanarak, bina içindeki sıcaklık, nem, hava kalitesi ve insan varlığı gibi faktörleri izleyerek, enerji tüketimini optimize ederler. Bu sayede, enerji maliyetleri düşer ve çevresel etki azalır.
- İç mekân konforunu artırmak için tasarlanmıştır. İklimlendirme sistemleri, hava kalitesini iyileştirerek, sıcaklık ve nem seviyelerini ideal düzeyde tutarak, çalışanların ve kullanıcıların konforunu ve sağlığını destekler.
- Adaptif havalandırma sistemleri, dış hava koşullarına ve iç mekân ihtiyaçlarına göre otomatik olarak ayarlanabilir. Bu sistemler, anlık değişikliklere hızlı bir şekilde tepki verebilir ve enerji tasarrufu sağlamak için havalandırma hızını ve sıcaklık ayarlarını optimize eder.
- İklimlendirme altyapısı, sensörler ve veri analitiğiyle entegre çalışarak binanın performansını izler ve değerlendirir. Yapay zekâ ve makine öğrenimi algoritmaları kullanarak, sistemler otomatik olarak en verimli çalışma modunu belirleyebilir ve enerji tüketimini optimize edebilir.
- İklimlendirme sistemleri, uzaktan izleme ve yönetim özelliklerine sahiptir. Bu sayede, bina yöneticileri ve mühendisler, sistemlerin performansını uzaktan izleyebilir, ayarlamalar yapabilir ve hataları hızlı bir şekilde teşhis edebilir.

- **Zayıf Yönler:**

- İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri genellikle geleneksel sistemlere kıyasla daha yüksek maliyetlidir. Bu sistemlerde kullanılan sensörler, veri analitiği yazılımları, otomasyon ekipmanları ve diğer ileri teknolojiler maliyetli olabilir. Bu durum, başlangıç yatırımının daha yüksek olmasına neden olabilir.
- Sistemlerin kurulumu ve bakımı, geleneksel sistemlere kıyasla daha karmaşık olabilir. Sensörlerin doğru bir şekilde yerleştirilmesi, veri analitiği yazılımlarının yapılandırılması

ve otomasyon sistemlerinin entegrasyonu gibi işlemler uzmanlık gerektirebilir. Bu da kurulum ve bakım maliyetlerini artırabilir.

- Herhangi bir teknolojik sistemde olduğu gibi, iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerinde de teknik sorunlar ve hatalar ortaya çıkabilir. Sensör arızaları, veri analitiği hataları, otomasyon sistemlerindeki kesintiler gibi durumlar performansı etkileyebilir ve işletmeler için sorunlar yaratabilir.
- Akıllı iklimlendirme sistemleri, kullanıcılar hakkında hassas verileri toplayabilir ve işleyebilir. Bu durum, veri güvenliği ve gizlilik endişelerine neden olabilir. Verilerin doğru bir şekilde korunması, yetkisiz erişimden ve kötü niyetli kullanımdan korunması önemlidir.
- Akıllı iklimlendirme sistemleri, kullanıcıların yeni bir teknolojiyi anlamalarını ve doğru bir şekilde kullanmalarını gerektirebilir. Bu sistemlere alışma süreci ve kullanıcı eğitimi zaman alabilir. Ayrıca, bazı kullanıcılar yeni teknolojilere başlangıçta direnç gösterebilir ve kabul süreci zor olabilir.

2.5. Talep Analizi

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

Günümüzde enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik önemli konular haline gelmiştir. İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri, enerji tüketimini azaltarak çevresel etkileri minimize etmeyi hedefler. Bu nedenle, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşma amacıyla bu sistemler tercih edilmelidir.

İyi bir iç mekân kalitesi, sağlık ve konfor açısından önemlidir. İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri, hava kalitesini iyileştirerek, temiz ve sağlıklı bir iç ortam sağlar. Bu nedenle, çalışma verimliliği ve çalışanların sağlığına odaklanan şirketler ve bireyler bu tür sistemlere talep gösterir. Ayrıca, akıllı bina teknolojilerinin gelişimi, iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerine olan talebi artırmıştır. Bu sistemler, sensörler ve otomasyon teknolojisiyle entegre edilebilir ve binaların enerji verimliliğini ve işletme performansını iyileştirebilir.

Birçok ülkede, enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik konularında yasal düzenlemeler ve teşvikler bulunmaktadır. Bu düzenlemeler, iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerine olan talebi artırır. Enerji tasarrufu sağlayan ve çevresel etkileri azaltan bu sistemlere geçiş teşvik edilir.

Bu faktörlerin birleşimi, iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerine olan talebin artmasına ve bu alanda ürün ve hizmetlere yönelik büyüme potansiyeli yaratmasına yol açmaktadır.

Bu sistemlerin kurulması için talebi belirleyen temel etkenler ve göstergeler:

- Enerji maliyetlerinin yüksek olması sebebiyle şirketlerin ve bireylerin enerji tasarrufuna ve verimli iklimlendirme çözümlerine yönelmeleri
- İklim değişikliği ve çevresel etkilerin giderek artmasıyla, şirketlerin ve bireylerin sürdürülebilirlik hedeflerine odaklanmaları
- Ülkelerin yapmış olduğu yasal düzenlemeler ve teşvikler
- İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerindeki teknolojik gelişmelerin daha verimli, akıllı ve kullanıcı odaklı çözümlerin ortaya çıkarması
- Verimlilik ve performans göstergeleri
- İç mekân kalitesi ve konforunu iyileştirmesi

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 binanın büyüklüğüne ve türüne bağlıdır.
- Proje küçük binalardan büyük projelere kadar farklı büyüklüklerdeki her türlü bina için uygulanabilir. Ancak uygulama sürecinde bina büyüklüğü, bina kullanım amacı ve bölgesel iklim koşulları gibi faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle, her projenin benzersiz özellikleri göz önünde bulundurularak özelleştirilmiş bir yaklaşım gerektirir.

Kapasitenin Belirlenmesi

İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projesi için kapasitenin belirlenmesindeki kriterler aşağıda verilmiştir:

- Binanın büyüklüğüne göre ne kadar iklimlendirme kapasitesine ihtiyaç duyulacağını belirlenmesi
- Binanın kullanım amacının belirlenmesi
- Bölgesel iklim koşullarının dikkate alınması
- Bina içerisindeki ısı yükleri, soğutma yükleri, havalandırma talepleri gibi faktörlerin tespiti
- Sistemin enerji verimliliği hedefleri belirlenerek kapasite gereksinimlerinin optimize edilmesi

Yapısal Proje Gereksinimleri

Entegre Bina Güvenlik Sistemleri projesi için yapısal proje gereksinimleri şunlardır:

- Havalandırma kanallarının boyutu, yerleşimi ve yönlendirmesi, bina içindeki hava akışını optimize edilmesi
- Hava giriş ve çıkış açıklıklarının açıklıkların yerleşimi, boyutu ve sayısı, bina içindeki hava sirkülasyonunu sağlamak için planlanması
- Isıtma ve soğutma ünitelerinin yerleşiminin, sayısı ve kapasitesinin, bina içindeki sıcaklık kontrolünü sağlamak amacıyla yapılması
- Sistemin etkin ve verimli çalışabilmesi için sıcaklık, nem, hava kalitesi gibi parametreleri ölçen sensörlerin kullanılması
- Güç kaynağı için uygun elektrik tesisatının döşenmesi
- Projenin yapılacağı binanın enerji ve ısı kaybını en aza indirmek için izolasyon ve yalıtımının olması
- Etkin bir hava akışı ve sirkülasyonu sağlamak için kanalların ve boruların doğru boyutlandırılması, yerleşimi ve yönlendirmesinin doğru bir şekilde yapılması

Yazılım ve Donanım Gereksinimleri

İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projesi için yazılım ve donanım gereksinimleri şunlardır:

- Kontrol yazılımı
- Otomasyon yazılımı
- Veri analizi ve raporlama yazılımı
- Sensörler
- Aktüatörler
- Kontrol panelleri
- İletişim altyapısı
- Veri depolama ve sunucu altyapısı

Alternatif teknolojiler nelerdir? Karşılaştırma yapınız.

Projede kullanılacak donanımların projenin başarılı ya da başarısız olmasında önemli bir yeri vardır. Alternatif teknolojilerin sahip oldukları avantajlar ve dezavantajlarla değerlendirilerek uygun olan tercih edilmelidir. Kurulumun zor olduğu ve operasyon maliyetlerinin yüksek olacağı alternatifler seçilirse beklenen avantajlar ve tasarruflar gerçekleştirilemeyebilir. Bu nedenle, var olan teknolojiler için detaylı inceleme yapıldıktan sonra en uygunu seçilmelidir. Teknolojik gelişme süreçlerinin hızla gerçekleşmesi sebebiyle, yakın gelecekte farklı teknolojiler ve çözümlerin de ortaya çıkacağı düşünüldükçe yeni teknolojilerle entegre çalışacak sistemin varlığı önemli hususlardandır. Entegre bir

platform ve bunun için bilgisi ve tecrübesiyle çalışan bir yazılım ve donanım ekibinin varlığı bu süreçte önemlidir.

İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri türleri açısından farklı bileşenlere sahiptirler. Sistemin temel düzeydeki bileşenleri şu şekildedir:

- **Sensörler:** İklimlendirme sistemlerinde kullanılan sensörler, çeşitli parametreleri ölçerek ortamın koşullarını izler. Sıcaklık, nem, hava kalitesi gibi değişkenleri algılayan sensörler, sistem için önemli veri sağlar.
- **Kontrol Sistemleri:** İklimlendirme sistemlerinin çalışmasını yöneten ve kontrol eden bir dizi elektronik kontrol sistemine ihtiyaç vardır. Bu sistemler, sensörlerden gelen verileri analiz eder ve sıcaklık, nem, hava akışı gibi parametreleri ayarlayarak istenen iç mekân koşullarını sağlar.
- **HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) Sistemleri:** HVAC sistemleri, ısıtma, havalandırma ve klima işlevlerini yerine getiren sistemlerdir. Bu sistemler, ısıtma ve soğutma ünitelerini, hava dağıtım kanallarını, fanları ve filtreleri içerir.
- **Aktüatörler:** İklimlendirme sistemlerinde kullanılan aktüatörler, sensörlerden alınan verilere göre hareket ederek sistemdeki değişiklikleri gerçekleştirir. Örneğin, ısıtma veya soğutma ünitelerini kontrol eden valfler veya fan hızını ayarlayan motorlar aktüatör olarak kullanılabilir.
- **Veri Analizi ve Kontrol Yazılımları:** İklimlendirme sistemlerinin veri toplama, analiz etme ve kontrol etme süreçlerini yöneten yazılımlara ihtiyaç vardır. Bu yazılımlar, sensör verilerini izleyerek sistem performansını değerlendirir, enerji tüketimini optimize eder ve gerektiğinde ayarlamalar yapar.
- **Enerji Kaynakları:** İklimlendirme sistemlerinin çalışması için enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Bu kaynaklar elektrik, doğal gaz, güneş enerjisi, jeotermal enerji vb. olabilir. Enerji kaynakları, ısıtma, soğutma ve havalandırma işlevlerini sağlar.

Geçiş Kontrol Yönetim yazılımları özellikleri:

- Bina yöntem sistemi
- HVAC kontrol yazılımları
- Veri analitiği yazılımları
- Enerji yönetim sistemleri
- Hava kalitesi izleme yazılımları
- Uzaktan erişim ve izleme yazılımları
- Veri entegrasyonu yazılımları
- Modelleme ve simülasyon yazılımları

- IoT (Nesnelerin İnterneti) platformları

Teknoloji seçiminin dayandığı kriterler nelerdir? Açıklayınız.

- Teknoloji yeni mi?
- Teknoloji yerli mi?
- Teknoloji yerli değilse, yerleştirilebilir mi?
- Bina ve işletme ihtiyaçları
- Esneklik
- Ölçeklendirme kolaylığı
- Teknik uyum
- Entegrasyon kolaylığı

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

Projenin zaman planı; proje alanının büyüklüğü, şehrin ihtiyaçları ve öncelikleri, hangi risklere karşı hangi çözümlerin en fazla fayda sağlayacağı gibi birçok etmene göre değişiklik gösterecektir. Projenin başında tüm paydaşları ile yapılacak kapsamlı ve detaylı bir analiz projede kullanılacak ana bileşenleri ve adetleri belirlemek için gereklidir. Bu analizde ihlallerin hangilerinin daha öncelikli olduğu ve buna karşı alınacak tedbirlerin ne kadar etkili olacağını inceleyerek süreç ve bir uygulama planı çıkarılır.

1. Proje kapsamının belirlenmesi ile proje yönetim planı
2. Sistem Planlama
 - Uygulama vaziyet planlarının çizimi
 - Metraj, bütçe ve finans takviminin hazırlanması
3. İhale süreci
 - İhale dokümanı (Request for Proposal-RFP)
 - İhaleye çıkma
 - Ürünlerin seçimi ve onayı
 - Satın alma ve sözleşme süreci
4. Altyapı faaliyetleri
 - Sunucu Platform kurulumu
 - Kurulacak iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri için gerekli donanımlarının alt yapısının hazırlanması
 - Mevcutta bulunan sistemin ve donanımının incelenmesi
 - Sistem donanımlarının ve elemanlarının montajları/kurulumları
 - Sistem testi ve devreye alma

5. Bakım ve destek devir işlemleri
 - Optimizasyon

4. Finansal Analiz

Yatırım bütçesinin planlanmasında aşağıdaki maliyet kalemleri göz önüne alınmalıdır.

- Sensörler
- Aktüatörler
- Kontrol sistemleri
- Veri iletişimi
- Adaptif kontrol algoritmaları
- Uzaktan izleme ve yönetim
- Bakım ve onarım
- Donanım ve yazılım maliyetleri
- Montaj ve kurulum
- Bina yönetim sistemlerine uyarlamak için gerekli entegrasyon maliyetleri
- Sistemi kullanacak personeller için eğitim maliyetleri
- Danışmanlık maliyetleri
- Test ve doğrulama maliyetleri
- Bakım ve işletme maliyetleri

İşletim maliyetlerinin hesaplanmasında aşağıdaki temel parametreler göz önüne alınmalıdır.

- Yıllık elektrik tüketimi
- Yetkin çalışan maliyeti
- Donanım bakım-onarım maliyetleri
- Yazılım maliyetleri

Örnek Vaka

1000 hektar büyüklüğünde, 200.000 nüfuslu ve 65.000 konutun olduğu varsayılan bir bölgede 2625 tane bina için İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemlerinin uygulanacağı kabul alınarak hesaplamalar yapılmıştır. Projede ısı kayıpları da göz önünde bulundurulmaktadır. Türkiye ısı kayıpları açısından dört bölgeye bölünmüştür ve örnek olarak İstanbul'un ısı kaybı ele alınmıştır. Projenin uygulanacağı alanın analizine ve ihtiyacına göre sayılar tekrar belirlenmelidir. Mevcut yönetmelikler uyarınca yapılar için ısı kayıp hesap raporları için TS2164 ve TS EN12831 referans alınabilir.

Aşağıdaki tablolarda 1000 hektar rezerv alanı için karşılaşılabilecek ısı ihtiyacı, bölgesel ısı kayıpları ve ısıtma sistemi projelendirmesinde iç ortam hava sıcaklıkları listelenmiştir. Bu projede kullanılan teknoloji stabil ve bilinen bir teknoloji olduğu için alternatif olarak daha yüksek bir teknolojiye sahip ekipmanlar için hesaplama yapılmamıştır.

Proje kapsamındaki toplam rezerv alanı 1000 hektardır. Çevrenin öngörülen emsal ortalaması 1.59 baz alınarak toplam izin verilecek yapı alanlarında 464,78 hektar ticari ve konut alanı yapılacaktır. Türkiye ısı kaybı anlamında 4. Bölgeye bölünmüştür ve İstanbul 2. Bölgede yer almaktadır. 2. Bölge ısı kaybı değeri ortalama 45kcal/h (52,5 Watt) olarak hesaplanmaktadır. Aşağıda bulunan çizelgede bölgede oluşacak ısı ihtiyacının ortalama miktarı belirtilmiştir.

Tablo 2. Rezerv Alan Toplam Isı Hesabı

| | Alan(ha) | İnşaat Alanı(ha) | Isı İhtiyacı (MW) |
|---------------------|----------|------------------|-------------------|
| Rezerv Alanı | 1.000 | 594,79 | 312,26 |

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

Rezerv alanı için toplam ihtiyaç 240 MW gözükmektedir. Toplam akıllı bölgesel iklimlendirme yatırım tutarı 4 faz olarak düşünülmüştür, altyapı imalat imalatları toplam 240 MW kapasite ile ekipman alımları ise 60 MW ilk faz kapasitesi referans alınarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Çeşitli Yerleşim Merkezlerin İçin Dış Sıcaklık Değerleri

| 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 |

Tablo 4. Isıtma Sistemi Projelendirmesinde İç Ortam Hava Sıcaklıkları

| 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 dikis 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 gardiolar | +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 |
| - Dersli öğretim mutfağı ve iş atölyesi | +15+18 | - Yıkama 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 teneffüs 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 | | |
| - Eczane, laboratuvar hacimleri | +20 | | |
| - Merdiven ve asansör boşluğu, koridor, bekleme salonu, hol ve helalar | +18 | | |

(*) Projeyi yaptıran tarafından başka bir değer istenmedikçe projesi düzenlenecek yapının ısı gereksinimi bu iç ortam sıcaklıklarına göre hesaplanacaktır.
(**) Dersliklerin sıcaklıkları, normal pencere havalandırmasıyla dinlenme sıralarında (teneffüslerde) 18°C altına düşürülebilir.
NOT : Hastane, fabrika, cami, tiyatro vb. gibi yapıların hacim iç sıcaklıkları projeyi yaptıranla birlikte saptanmalıdır.

Bölgede kurulacak olan sistem yapısının ve bölge yapılarının talepleri aşağıdaki gibi olabilir:

Binaların bölgesel iklimlendirme bağlantıları bina bodrumlarında ısı teshin merkezlerinden sağlanacaklar bina altı ısı merkezleri çoklu bloklara hitap edecektir.

Bina için ısıtma sistemleri radyatör ile sağlanacaktır

Bina giriş çıkış suyu 70/50 °C olacaktır.

Bina kritik yön zammı kuzey olacaktır.

Bina yapısında kullanacak kaplama malzeme detayları aşağıdaki gibi olabilir:

Pencere ve kapı hava sızdırma katsayısı: a = 2,0

Kapı pencereler plastik (PVC) çerçevesi 16 mm, boşluklu 4+16+4+(Low-e) çift camdır.

Bununla beraber, bir bina için gerekli olacak BAGİ teknik bileşenleri aşağıda verilmiştir.

Tablo 5. BAGİ (650KW) Kalemleri

| BAGİ | | |
|------------------------|-------|--------|
| AÇIKLAMA | BİRİM | MİKTAR |
| PLAKALI EŞANJÖR 650 KW | set | 2 |
| PLC OTOMASYON | set | 1 |
| İÇ BORULAMA | set | 1 |
| KALORİMETRE | set | 2 |
| SİRKÜLASYON POMPALARI | set | 2 |
| ELEKTRİK İŞLER | set | 1 |
| İNŞAİ İŞLER | set | 1 |
| MEKANİK İŞLER | set | 1 |

Yukarıda belirtilen iş kalemleri için gerekli yatırım devam eden tablo içerisinde yer verilmiştir.

Tablo 6. Belirtilen iş kalemleri için gerekli ekipman yatırımları

| MALZEME | BİRİM | MİKTAR |
|--|-------|--------|
| Siyah Çelik Borular | | |
| Kaynaklı bağlantılı | | |
| DN100 | m | 80 |
| DN150 (Kolektör imalatında ve revizyonunda kullanılacaktır) | m | 12 |
| DN250(Yol altı geçiş kılıfı olarak kullanılacaktır) | m | 30 |
| Boru montaj malzeme bedeli (tüm fitting ve askı malzemesi dahildir.) | set | 1 |
| PPRC Kompozit Borular | | |
| 50mm | m | 40 |
| Boru montaj malzeme bedeli (tüm fitting ve askı malzemesi dahildir.) | set | 1 |
| 2 KAT ANTİPAS İLE BORU BOYANMASI | | |
| 2" - 4" arası | m | 80 |
| VANALAR | | |
| Kelebek vanalar | | |
| Lug Tipi 4" | ad | 19 |
| ÇEKVALFLER | | |
| Disk tip çekvalf | | |
| Klapeli, gövdesi döküm, klapesi paslanmaz çelik, PN16 4" | ad | 2 |
| PİSLİK TUTUCULAR | | |
| Dışli pislik tutucular | | |

| | | |
|--|------|----|
| Y tipi 4" | ad | 6 |
| SİRKÜLASYON POMPALARI | | |
| Sirkülasyon pompaları (1asil+1 yedek) V:32m3/h H:9,5mSS 1 asıl+1 yedek, inline, 360-4000rpm | ad | 2 |
| BAĞINÇTAN BAĞIMSIZ DEBİ LİMİTLEME ve FARK BASINÇ KONTROL VANALARI | | |
| Motor dahil | | |
| DN65 | ad | 2 |
| ULTRASONİK KALORİTME (M-BUS) | | |
| Isıtma, Debi: 32 m3/h DN65 | ad | 2 |
| TERMOMETRE VE MANOMETRE | | |
| Termometre | ad | 10 |
| Manometre | ad | 10 |
| BORU İZOLASYONU | | |
| Isıtma boruları - elastomerik kauçuk | | |
| Çap - Kalınlık | | |
| 4" - 25mm | m | 60 |
| PLAKALI EŞANJÖR | | |
| Kapasite: 650 kW - 50kPA Primer devre: 62/40 C Sekonder devre: 38/60 C 316 Kalite | ad | 2 |
| İNŞAİ İŞLER | | |
| Drenaj çukuru açılması, Karot İmalatları, Kuranglez İmalatı, Yol Kazı İşlemler, Boru yataklama işlemleri | set | 1 |
| PLC Kontrollü Otomasyon Panosu Ve Kablolaması | set | 1 |
| 1,5KW Monofaze Frekans konvertörü | adet | 2 |
| 0-100'C, 4-20mA Sıcaklık Transmitteri | adet | 5 |
| 0-16Bar Basınç Transmitteri | adet | 2 |

Bina altı giriş istasyonu kurulduktan sonra gerçekleştirilen iklimlendirme altyapısı uygulamalarında, zemin altı ısıtma veya radyatör sistemleri tercih edilebilir, fakat işletmelerde genellikle fan-coil uygulamaları tercih edilmektedir. Bu uygulamalar, hava sirkülasyonunun yoğun olduğu ve taze hava ihtiyacının olduğu alanlarda daha sık kullanılır. Ayrıca, fan-coil uygulamaları tavan yüksekliğini etkilediği için tercih edilmemektedir.

BAGİ için belirtilen iş kalemleri için bütçe devam eden tablo içerisinde yer verilmiş olup; örnek 650 KW bina altı giriş istasyonu kapsamında yapılacak yatırım toplam bütçesi **22.433,50 Amerikan dolarıdır.**

Tablo 7. Belirtilen iş kalemleri için gerekli ekipmanların maliyetleri

| MALZEME | BİRİM | MİKTAR | TOPLAM BİRİM FİYAT (\$)* | TOPLAM (\$)* |
|---|-------|--------|--------------------------|--------------|
| AÇIKLAMA | | | | |
| Siyah Çelik Borular | | | | |
| Kaynaklı bağlantılı | | | | |
| DN100 | m | 80 | 11,71 | 936,68 |
| DN150 (Kolektör imalatında ve revizyonunda kullanılacaktır) | m | 12 | 20,39 | 244,73 |
| DN250(Yol altı geçiş kılıfı olarak kullanılacaktır) | m | 30 | 35,00 | 1.049,98 |
| Boru montaj malzeme bedeli (tüm fitting ve askı malzemesi dahildir.) | set | 1 | 882,32 | 882,32 |
| PPRC Kompozit Borular | | | | |
| 50mm | m | 40 | 6,48 | 259,39 |
| Boru montaj malzeme bedeli (tüm fitting ve askı malzemesi dahildir.) | set | 1 | 109,30 | 109,30 |
| 2 KAT ANTİPAS İLE BORU BOYANMASI | | | | |
| 2" - 4" arası | m | 80 | 0,60 | 47,94 |
| VANALAR | | | | |
| Kelebek vanalar | | | | |
| Lug Tipi 4" | ad | 19 | 53,39 | 1.014,42 |
| ÇEKVALFLER | | | | |
| Disk tip çekvalf | | | | |
| Klapeli, gövdesi döküm, klapesi paslanmaz çelik, PN16 4" | ad | 2 | 43,71 | 87,43 |
| PİSLİK TUTUCULAR | | | | |
| Dışli pislik tutucular | | | | |
| Y tipi 4" | ad | 6 | 48,43 | 290,61 |
| SİRKÜLASYON POMPALARI | | | | |
| Sirkülasyon pompaları (1asil+1 yedek) V:32m3/h H:9,5mSS 1 asıl+1 yedek, inline, 360-4000rpm | ad | 2 | 459,00 | 918,00 |
| BAĞINÇTAN BAĞIMSIZ DEBİ LİMİTLEME ve FARK BASINÇ KONTROL VANALARI | | | | |
| Motor dahil DN65 | ad | 2 | 1.428,00 | 2.856,00 |
| ULTRASONİK KALORİTME (M-BUS) | | | | |
| Isıtma, Debi: 32 m3/h DN65 | ad | 2 | 306,00 | 612,00 |

| TERMOMETRE VE MANOMETRE | | | | |
|--|------|----|----------|-----------|
| Termometre | ad | 10 | 8,21 | 82,08 |
| Manometre | ad | 10 | 7,62 | 76,22 |
| BORU İZOLASYONU | | | | |
| Isıtma boruları - elastomerik kauçuk | | | | |
| Çap - Kalınlık | | | | |
| 4" - 25mm | m | 60 | 2,20 | 132,25 |
| PLAKALI EŞANJÖR | | | | |
| Kapasite: 650 kW - 50kPA | ad | 2 | 3.060,00 | 6.120,00 |
| Primer devre: 62/40 C | | | | |
| Sekonder devre: 38/60 C | | | | |
| 316 Kalite | | | | |
| İNŞAİ İŞLER | | | | |
| Drenaj çukuru açılması, Karot İmalatları, Kuranglez İmalatı, Yol Kazı İşlemler, Boru yataklama işlemleri | set | 1 | 1.530,00 | 1.530,00 |
| PLC Kontrollü Otomasyon Panosu Ve Kablolaması | set | 1 | 3.213,00 | 3.213,00 |
| 1,5KW Monofaze Frekans konvertörü | adet | 2 | 140,25 | 280,50 |
| 0-100'C, 4-20mA Sıcaklık Transmitteri | adet | 5 | 191,25 | 956,25 |
| 0-16Bar Basınç Transmitteri | adet | 2 | 114,75 | 229,50 |
| GENEL TOPLAM | | | | 22.433,50 |

*Verilen fiyatlar 2021 yılının teknolojisine ve fiyatlandırılmasına göre hazırlanmış olup, gelişen teknolojiye göre güncellenmesi ve buna göre değerlendirilmesi gerekmektedir.

Bina altı giriş istasyon kurulumu sonrası yapılacak iklimlendirme altyapı uygulamalarının ortalama m2 fiyatlarına bakacak olursak;

- Döşemeden ısıtma sistemlerinin metrekaresi başına maliyetleri, kontrol sisteminin detaylarına bağlı olarak değişebilmektedir ve genellikle 13-27 \$+KDV aralığında yer almaktadır.
- Radyatör uygulamaları ise yerden ısıtma sistemlerine göre daha ekonomik bir seçenek olup, metrekaresi başına maliyetleri genellikle 10 \$+KDV bantlarında bulunmaktadır.
- Fan-coil uygulamaları ise işletmelerde hava sirkülasyonunun yoğun olduğu ve taze hava ihtiyacının bulunduğu alanlarda daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Fiyatları uygulama türüne ve ek gereksinimlere bağlı olarak değiştiğinden, metrekaresi başına birim fiyat hesaplaması yanıltıcı olabilir.

5. Ekonomik Analiz

İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri projelerinin ekonomik analizi, yatırımın getiri ve maliyetlerini değerlendirmeyi amaçlar. Bu analiz, projenin ekonomik sürdürülebilirliğini değerlendirmek, maliyetleri optimize etmek ve uzun vadeli ekonomik faydaları belirlemek için önemlidir. Ekonomik analiz genellikle yatırım maliyetleri, enerji tasarrufu, işletme ve bakım maliyetleri, işletme süresi boyunca elde edilen tasarruflar, mülkiyet maliyeti ve geri dönüş süresi gibi faktörleri içerir. Projelerin geri dönüş süresi, net bugünkü değer, iç verim oranı gibi finansal göstergeler hesaplanarak değerlendirilir. Ekonomik analiz sonuçları, karar vericilere projenin finansal getirilerini, maliyetlerini ve sürdürülebilirliğini anlamaları için bilgi sağlar. Bu şekilde, iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projelerinin ekonomik açıdan değerlendirilmesi, doğru yatırım kararlarının alınmasına yardımcı olur ve uzun vadeli ekonomik faydaların elde edilmesine katkıda bulunur.

İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri projesinin ekonomik etkileri şunlardır:

- Bu sistemlerin kullanılması, enerji tüketiminde önemli bir azalmaya yol açar. İyi tasarlanmış ve verimli çalışan bir iklimlendirme altyapısı, enerji maliyetlerini düşürerek işletme giderlerini azaltır.
- Adaptif havalandırma sistemleri, otomatik olarak ortam koşullarını algılayarak enerji verimliliğini optimize eder. Bu da işletme ve bakım maliyetlerinde azalmaya neden olur. Ayrıca, sistemlerin uzaktan izlenebilmesi ve yönetilebilmesi sayesinde, operasyonel verimlilik artar ve işletme maliyetleri düşer.
- İç ortam kalitesini artırır ve çalışanların konforunu sağlar. Böylelikle, daha sağlıklı ve konforlu bir çalışma ortamı, çalışanların verimliliğini ve performansını artırır.
- Enerji tasarrufu sağlayarak doğal kaynakların daha verimli kullanılmasına yardımcı olur. Azaltılan enerji tüketimi, sera gazı emisyonlarının azalmasına ve çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunur.
- İyi planlanmış ve sürdürülebilir bir iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemi, bir gayrimenkulün değerini artırabilir. Bu sistemler, yeşil binalar olarak kabul edilir ve artan bir şekilde talep gören sürdürülebilirlik özelliklerini sunar. Bu da gayrimenkul değerinde artış sağlayabilir.

6. Sosyal Etkinin Analizi

İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri projesinin sosyal etkileri şöyle sıralanabilir:

- İç mekanlarda daha sağlıklı ve konforlu bir ortam sağlar. İyi bir iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemi, hava kalitesini iyileştirir, sıcaklık ve nem düzeylerini kontrol altında tutar ve gürültüyü azaltır. Bu da çalışanların ve kullanıcıların sağlık, konfor ve memnuniyetini artırır.
- Daha iyi iç ortam kalitesi, çalışanların sağlık ve refahını olumlu yönde etkiler. İyi bir iklimlendirme sistemi, havadaki zararlı maddelerin filtrasyonunu sağlar, buna karşılık iş yerinde alerjenlerin, tozların ve diğer kirleticilerin azalmasına yardımcı olur. Bu da solunum rahatsızlıklarının azalmasına, alerji semptomlarının hafiflemesine ve genel olarak sağlıklı bir çalışma ortamının oluşmasına katkıda bulunur.
- İyi bir iç ortam kalitesi, çalışanların verimliliğini ve performansını artırır. Konforlu bir çalışma ortamı, odaklanmayı artırır, yorgunluğu azaltır ve iş performansını olumlu yönde etkiler. İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri, çalışanların daha iyi hissetmesini ve motivasyonlarını artırmasını sağlar.
- Bu projeler, okullar, üniversiteler ve diğer eğitim kurumları için de önemlidir. İyi bir iç ortam kalitesi, öğrencilerin ve öğretmenlerin odaklanmasını ve öğrenme yeteneklerini artırır. Konforlu bir ortam, öğrencilerin sağlıklı ve üretken bir şekilde öğrenmelerine olanak tanır.
- İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projeleri, sosyal eşitlik ve erişilebilirlik açısından önemlidir. İyi bir iç ortam kalitesi, herkesin sağlıklı ve konforlu bir şekilde mekanlardan faydalanabilmesini sağlar. Engellilerin ve yaşlıların da dahil olduğu herkes için erişilebilir ve kullanıcı dostu bir ortam sunar.

7. Çevresel Etkinin Analizi

İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri projesinin topluma ve genel olarak çevrenin korunmasına sağlayacağı faydaları:

- Enerji tüketimini optimize ederek enerji verimliliğini artırır. Daha etkin ısıtma, soğutma ve havalandırma işlemleriyle enerji tasarrufu sağlanır. Bu da enerji kaynaklarının korunmasına ve karbon salınımının azaltılmasına yardımcı olur.
- Sera gazı emisyonlarını azaltarak iklim değişikliğiyle mücadeleye katkı sağlar. Enerji verimliliği ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına geçişle birlikte, bu sistemler iklim değişikliğine neden olan etkileri azaltmaya yardımcı olur.

- İyi bir iç ortam havası kalitesi sağlayan bu sistemler, hava kirleticilerini filtreleyerek iç mekanlarda daha temiz bir hava sağlar. Bu, solunum rahatsızlıklarının azalmasına ve genel sağlık koşullarının iyileştirilmesine katkıda bulunur.
- Su kullanımını azaltan teknolojileri içerir. Sistemler, su tasarruflu ekipmanlar ve su geri dönüşümü gibi yöntemlerle su tüketimini minimize eder ve su kaynaklarının korunmasına yardımcı olur.
- Bu sistemler, enerji kullanımının optimize edilmesi ve doğru sıcaklık, nem ve hava kalitesi kontrolü ile atık miktarını azaltır. Daha az enerji tüketimi ve daha etkin işletme yönetimi sayesinde, atık miktarı ve çevreye olan etkileri azaltılır.
- İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri, sürdürülebilirlik ilkelerini destekler. Enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı, atık azaltma ve çevresel etkilerin azaltılması gibi özelliklerle, bu sistemler sürdürülebilir bir geleceğe katkı sağlar.

8. Risk Analizi

İklimlendirme Altyapısı ve Adaptif Havalandırma Sistemleri projesinde karşılaşılabilecek önemli riskler şunlardır:

- Yatırım maliyetleri, bütçe aşmaları, finansman eksikliği ve ekonomik dalgalanmalar gibi mali risklerle karşılaşılabılır. Proje maliyetlerinin doğru bir şekilde tahmin edilmemesi veya beklenmedik ek maliyetlerin ortaya çıkması, projenin başarısını etkileyebilir.
- Kullanılan teknolojilerin yeterli performansı sağlayamaması, işletme ve bakım süreçlerinde yaşanan sorunlar, donanım arızaları ve uyumluluk problemleri gibi teknolojik risklerle karşılaşılabılır. Bu tür sorunlar, projenin işlevselliğini ve verimliliğini olumsuz etkileyebilir.
- Hatalı planlama, eksik tasarım veya yanlış ölçümler gibi riskler projenin başarısını etkileyebilir. İklimlendirme ve havalandırma sistemlerinin gereksinimlerin doğru bir şekilde belirlenmemesi veya kullanıcı ihtiyaçlarının dikkate alınmaması, sistemin istenen performansı sağlamamasına yol açabilir.
- İşletme ve bakım süreçlerinde yaşanan aksaklıklar, düzenli bakımın yapılmaması veya personel eğitimindeki eksiklikler gibi risklerle karşılaşılabılır. Bu durum, sistemin verimliliğini düşürebilir, enerji tüketimini artırabilir ve kullanıcı rahatlığını etkileyebilir.
- İklim değişikliği, iklimlendirme ve havalandırma sistemlerinin performansını etkileyebilir. Artan sıcaklık, nem ve hava koşulları, sistemlerin verimliliğini azaltabilir veya aşırı yüklenmelere neden olabilir. Ayrıca, doğal afetler (sel, deprem vb.) sistemlere zarar verebilir ve projenin başarısını etkileyebilir.

- İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projeleri, bölgesel veya ulusal düzeydeki yasal düzenlemelere tabidir. Yasa dışı veya uyumsuz uygulamalar, proje için hukuki sorunlar ve yaptırımlarla sonuçlanabilir. Ayrıca, mevzuat değişiklikleri veya yeni düzenlemeler, projenin maliyetlerini artırabilir veya süreçlerini etkileyebilir.

9. Genel Değerlendirme ve Sonuç

İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projeleri, binalarda enerji verimliliğini artırmayı, iç mekân konforunu sağlamayı ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemeyi amaçlayan önemli girişimlerdir. Bu projeler, çeşitli teknolojik çözümler ve akıllı sistemler kullanarak binaların ısıtma, soğutma ve havalandırma ihtiyaçlarını optimize etmeyi hedefler.

Bu projelerin amacı, enerji tüketimini azaltarak çevresel etkileri en aza indirmek ve enerji maliyetlerini düşürmektir. İyi tasarlanmış iklimlendirme ve havalandırma sistemleri, enerji verimliliğini artırarak karbondioksit emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunur. Böylelikle, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir rol oynar. Bu sistemler aynı zamanda iç mekân konforunu artırmayı hedefler. Optimize edilmiş bir iklimlendirme ve havalandırma sistemi, sıcaklık, nem ve hava kalitesini ideal seviyelerde tutar. Böylece, çalışanların verimliliğini artırır, sağlık sorunlarını önler ve yaşam kalitesini yükseltir.

İklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projelerinin olumlu yönleri arasında enerji tasarrufu, sürdürülebilirlik, kullanıcı konforu, sağlık ve iç mekân kalitesi yer almaktadır. Bu sistemler, yenilikçi teknolojiler ve akıllı otomasyon sayesinde enerji verimliliği sağlar ve binaların çevresel etkilerini azaltır. Aynı zamanda, enerji maliyetlerini düşürerek işletme maliyetlerinde tasarruf sağlar. Bunun yanı sıra, iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projeleri, geleceğe yönelik bir vizyonun parçasıdır. Sürdürülebilir binaların tasarımı ve işletimi, yeşil bina sertifikasyonlarını sağlamak için önemli bir faktördür. Bu projeler, çevreye duyarlılık ve enerji verimliliği konusunda toplumda farkındalık yaratır ve örnek teşkil eder.

Sonuç olarak, iklimlendirme altyapısı ve adaptif havalandırma sistemleri projeleri, enerji verimliliği, iç mekân konforu ve çevresel sürdürülebilirlik açısından büyük öneme sahiptir. Bu projeler, binaların enerji performansını iyileştirirken aynı zamanda kullanıcıların yaşam kalitesini artırır.

10. Kaynakça

[1] TÜBİTAK- TÜSSİDE. (Nisan 2021). Esenler Belediyesi Akıllı Şehir Uygulamaları Fizibilite Projesi.

İklimlendirme Altyapısı Adaptif Havalandırma Sistemleri Ön Fizibilite Raporu.

- [2] *Hizmetlerimiz - Kandemir Mühendislik Çorlu*. (2023, January 25). Kandemir Mühendislik Çorlu.
<https://kandemirmuh.com/hizmetlerimiz/>
- [3] *Fancoil Servisi-Fancoil Bakımı-Fancoil Satışı-Fancoil Tamiri-Fancoil*. (n.d.). Mcsgrupsoğutma.
<https://www.mcsmuhendislik.com/fancoil-bakimi-servisi-sozlesmesi-1>
- [4] *Optimal Heating Solutions For Hotels | Biddle*. (n.d.). Biddle. <https://www.biddle-air.co.uk/en/applications/hotels>
- [5] *1/2*. (2023, April 9). Trendyol.com. <https://www.trendyol.com/danfoss/1-2-kose-tip-termostatik-radyator-vana-takimi-p-35638810>
- [6] *Sistemleri, D. E. | I. V. S.* (n.d.). *Derin Enerji | Isıtma ve Soğutma Sistemleri*. derinenerji.com.
<https://www.derinenerji.com.tr/urun/Danfoss-Ultrasonik-Kalorimetre>
- [7] Taştan, M. (2019). Akıllı Ev Uygulamaları için Yeni Nesil IoT Denetleyici ile Gerçek Zamanlı Uzaktan İzleme ve Kontrol Uygulaması. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23(2), 481–487. <https://doi.org/10.19113/sdufenbed.524110>
- [8] Calautit, J. K., & Chaudhry, H. N. (2022). Sustainable Buildings: Heating, Ventilation, and Air-Conditioning. *Energies*, 15(21), 8208. <https://doi.org/10.3390/en15218208>
- [9] İsa, K., & Onat, A. (2012). *İklimlendirme ve soğutma sistemlerinde enerji verimliliği* (2nd ed., Vol. 2). Friterm Termik Cihazlar San. ve Tic. A. Ş.
https://www.researchgate.net/publication/289539471_Iklimlendirme_ve_Sogutma_Sistemlerinde_Enerji_Verimliliği
- [10] *HVAC flexibility & Energy monitoring in EDGE Amsterdam West multi-tenant healthy & smart office*. (n.d.). <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/case-stories/dhs/hvac-flexibility-energy-monitoring-in-edge-amsterdam-multi-tenant-healthy-smart-office/>
- [11] Al-Kodmany, K. (2014). GREEN TOWERS AND ICONIC DESIGN: Cases from Three Continents. *ArchNet-IJAR*, 8(1), 11. <https://doi.org/10.26687/archnet-ijar.v8i1.336>
- [12] *AirTech HVAC Case Study Bahrain World Trade Centre*. (n.d.).
<http://www.airtech.com.bh/airtech-hvac-case-studies/world-trade-centre/>