

GAZLA ÇALIŞAN RADYANT ISITICILARIN AVANTAJLARI VE PROJELENDİRME DETAYLARI

Kerem ÜNLÜ

1. ÖZET

Endüstriyel ve Ticari tesislerde mekân yüksekliği arttıkça konveksiyonla ısıtma yapmak zorlaşmaktadır. Bu durum yatırım ve işletme maliyetlerinin artmasına neden olur.

1950'li yıllardan beri dünyada özellikle endüstriyel ve ticari tesislerde kendisine uygulama alanı bulan Radyant ısıtma sistemleri, 1990'ların başından beri ülkemizde de kullanılmaktadır. Radyant ısıtma sistemlerinde prensip geleneksel ısıtma sistemlerine göre farklıdır. Geleneksel ısıtıcılarda ısı transferi "tasınım(konveksiyon)" vasıtasıyla yapılarak ortam havası belirli bir sıcaklığa getirilmek suretiyle ısı konfor artırılır. Buna karşın radyant ısıtıcılar ise ısı transferinin diğer bir tipi olan "ısınım" yaymak suretiyle cisimleri ısıtırlar. Kapalı mekânlardaki Radyant ısıtma sistem uygulamalarında da öncelikle ısınım etkisi hissedilir ve bilahare mekândaki hava ısınan cisimlerden tasınım vasıtasıyla aldığı enerji ile ısınır. Konvansiyonel üfleme sistemlere göre birçok avantaj getiren bu sistemler özellikle önce yatırım ve daha sonra da işletme maliyetlerinde önemli tasarruf sağlarlar.

Bu çalışmada Gazla Çalışan Radyant Isıtıcı tipleri, projelendirme esasları, avantajları ve uygulama örnekleri irdelenecektir.

2. RADYANT ISITMA TEKNİĞİ



Şekil 1. Dünya ve Güneş

2.1 IŞINIM İLE ISI TRANSFERİ

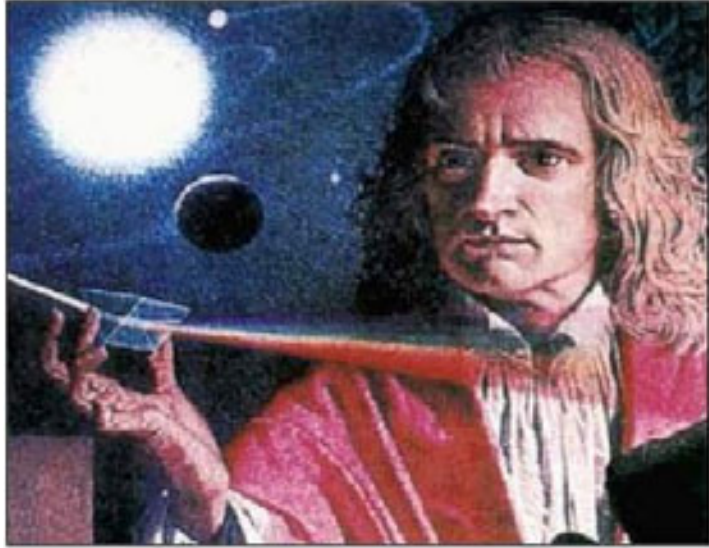
Isı transferi, sıcaklıkları farklı iki veya daha fazla nesne arasında iletim, konveksiyon ya da ısınım yoluyla (veya bu yolların birbiri ile olan kombinasyonlarıyla) gerçekleşen enerji transferinin incelenmesidir. Isınım yolu ile ısı transferi de, elektromanyetik dalgalar vasıtasıyla olan ısı transferidir [Wikipedia]. Sonlu sıcaklıktaki (0°K üzeri) her cisim, atomlarının ya da moleküllerinin elektron yapılarındaki değişim hareketinden ötürü, elektromanyetik dalgalar yayarlar. Cismin sıcaklığının artması, atom ve moleküllerin hareketini arttırdığından elektromanyetik dalga şiddeti yani ısı ısınımı da artmaktadır [Halıcı, Gündüz,1998]. Isınım ile ısı transferi ideal bir boşlukta bile gerçekleşebilmektedir. Güneşten gelen enerji uzay boşluğunu kat ederek dünyamıza ulaşır ve dünyamızı ısıtır. Bu, ısınım yolu ile ısı transferine en güzel örnektir.

Gerçek cisimlerin yaydığı ısınım aşağıdaki formülle (Stefan-Boltzmann ısı ısınım kanunu) hesaplanmaktadır:

$$Q = B C A T^4$$

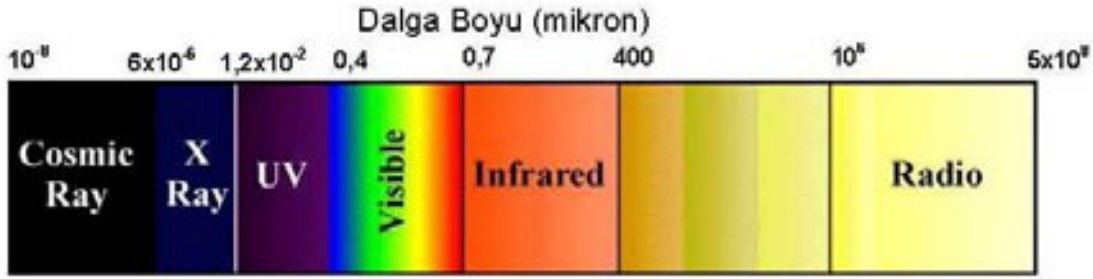
- B : Stefan-Boltzmann katsayısı ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)
 C : Cismin ısınım yayma katsayısı ($0 < C < 1$)
 A : Isınımı yayan yüzeyin alanı (m^2)
 T : Isınımı yayan yüzeyin mutlak sıcaklığı ($^{\circ}\text{K}$)

3. RADYANT ISITICILAR



Şekil 2. Sir Frederick William Herschel

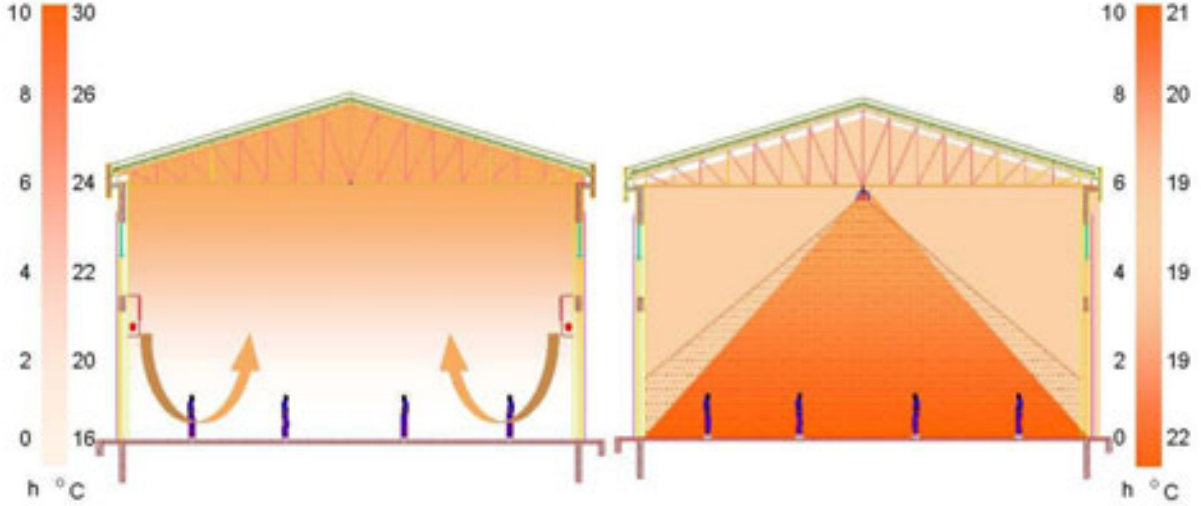
Dalga boyu 0,7 ile 400 mikron arasında değişen elektromanyetik dalgalar kızılötesi (infrared) ısınlar olarak adlandırılır (Şekil 3). 1800 yılında Sir Frederick William Herschel (1738 - 1822) adında bir astronom kızılötesi ısınların ısıtıcı etkisini keşfetmiştir. Bir prizma yardımıyla yayılan güneş ışığının ısısını ölçmek için kullandığı termometrenin üzerinde, mavi ışığın en az miktarda ısı artısına neden olduğunu ancak rengin kırmızıya dönüşürken sıcaklığın da arttığını bulmuştur. William Herschel'in bulduğu ve termometre üzerinde daha yüksek bir sıcaklığa ulaşmasını sağlayan spektrum aslında kırmızı spektrumun ötesidir, kızılötesi spektrumdur.



Şekil 3. Elektro manyetik spektrum

Bu kesif, ilerleyen yıllarda ısınım prensibi ile ısıtma yapan cihazların bulunmasına ilham kaynağı olmuştur. Zaman içerisinde, ısınım ile ısıtma yapan cihazlar piyasada Radyant Isıtıcı, Kızılötesi Isıtıcı, Infrared Isıtıcı adlarını almıştır.

Radyant ısıtıcıların kullanıldığı mekânlarda konvansiyonel olarak ısıtma yapılan ortamlara göre farklı bir ısınma şekli tezahür eder. Güneşin dünyamızı ısıttığı gibi, radyant ısıtıcıların yüzeylerinden yayılan ısınlar da ortam havasını ısıtmadan direkt olarak mekândaki cisimleri ve insanları ısıtırlar. Ortamdaki hava ise belirli bir süre sonra, cisimlerden tasınım yoluyla aldığı enerjiyle ısınır. Bu temel prensip özellikle yüksek mekânlarda ve açık hava ısıtmasında birçok avantaj doğurmaktadır. Sıcak hava üflenerek ısıtılan yerlerde, sıcak hava, soğuk havadan daha az yoğunluğa sahip olduğundan ötürü, yükselerek ortamın tavanında birikir. Bu durumda, yükseklik arttıkça, tabandaki hava sıcaklığını arttırmak giderek zorlaşmaktadır. Pratik uygulamalar göstermektedir ki (Şekil 3), 10 m'lik bir yapıda yerden 1,8 m yükseklikteki hava sıcaklığını 18°C'ye getirmek için hava üfleme sistemlerinde asık altı sıcaklık yaklaşık 30°C'yi bulurken, Radyant ısıtıcıların kullanıldığı yapılarda bu sıcaklık 21°C civarındadır.



Şekil 4. Hava üfleme ve Borulu Radyant Isıtıcılarda bina sıcaklık katmanları

Radyant ısıtıcılar ortamdaki havayı direkt olarak ısıtmadıklarından özellikle cihazlar ilk çalıştırıldığı anda havanın ısınmasından değil, bir ısıl konfor artışından söz etmek gerekir. Ortamdaki hava sıcaklığı T_h ise ve kullanılan Radyant ısıtıcıların sağladığı "Isıl Konfor Artışı" da T_a ise. Ortamda hissedilen konfor sıcaklığı $T_k = T_h + T_a$ olmaktadır. T_a kullanılan ısıtıcının cinsine, kapasitesine, yüzey sıcaklığına, ortamın izolasyonuna ve cihazın asıldığı yüksekliğe bağlı olarak değişiklik arz eder.

4 RADYANT ISITICI TİPLERİ

Radyant ısıtıcılar pratikte iki ana grup altında incelenebilmektedirler:

4.1 Düşük Yoğunluklu Radyant Isıtıcılar

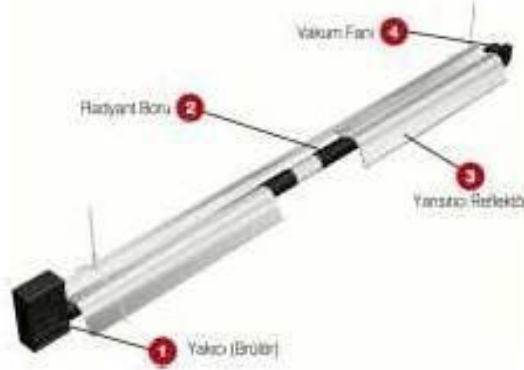
Radyant yüzey sıcaklığı 200 ile 815 °C arasında olan ısıtıcılara düşük yoğunluklu Radyant ısıtıcılar denir [RG]. Bu ısıtıcıların yüzeyinden yayılan ışınımın dalga boyları 2 ile 10 mikron arasında değişebilmektedir. Çeşitli tiplerdeki borulu radyant ısıtıcılar (gaz yakıtlı) ve evsel tip elektrikli ısıtıcılar bu kategoride yer almaktadır.

Borulu tip Radyant ısıtıcılar iki ana baslık altında incelenir:

1. Tek yakıtlı borulu radyant ısıtıcılar
2. Çok Yakıtlı borulu radyant ısıtıcılar

4.1.1 Tek Yakıtlı Borulu Radyant Isıtıcılar

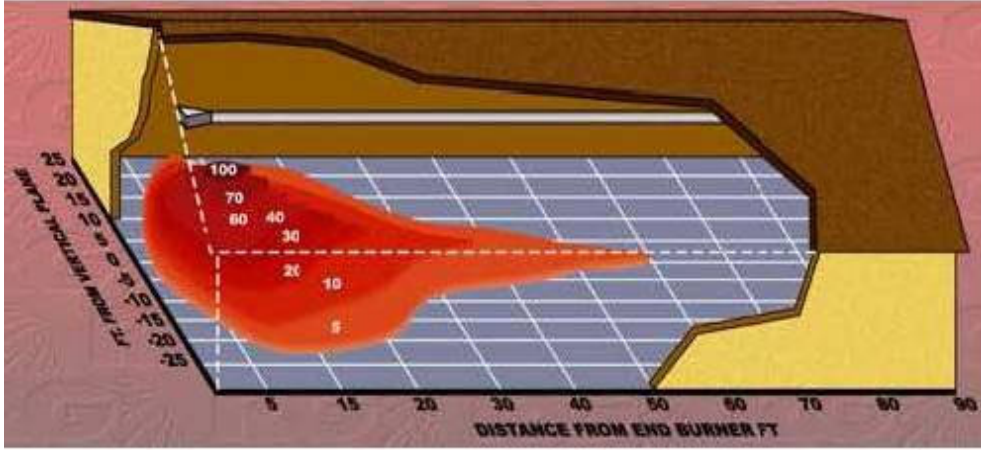
Türk Standartları Enstitüsünün TS EN 416-1 1 no'lu standardı tek yakıtlı Radyant ısıtıcı sistemlerden bahseder. Tek yakıtlı ısıtıcılar, Düz tip ve U tip olarak iki ana baslık altında toplanır. Şekil 3'de Düz tip bir vakumlu Radyant ısıtıcı görülmektedir. Brülör (1), Radyant boru (2), Yansıtıcı Reflektör (3), ve Vakum Fanı (4) olmak üzere 4 ana parçadan oluşan bu cihazların çalışma prensibi aşağıdaki gibidir:



Şekil 5. Tek yakıtlı düz tip borulu radyant ısıtıcı

1. Cihaz çalıştırıldığında ilk olarak vakum fanı çalışır ve Radyant boru içerisindeki havayı emerek dışarı atmak suretiyle içeride vakum oluşturur.
2. Vakum seviyesi belirli bir değere ulaştığında brülörün ateşleme modülüne bağlı vakum şalteri bunu hisseder ve ateşleme devresini açar.
3. Ateşleme devresi açılınca, brülörün elektronik selenoid vanası gaz girişine müsaade eder ve aynı anda cihazın ateşleme elektrotu da çakmaya baslar.
4. Gaz hava karışım oranı uygun seviyeye geldiğinde brülörün içerisinde alev oluşur. Bu alev sistemin sonundaki vakum fanı vasıtasıyla emilir.
5. Sistem dışına çıkmak için tüm Radyant boruları kat etmek zorunda olan yanmış gaz, Radyant boruları ısıtmak suretiyle soğurlar.
6. Isınan Radyant borular ısıyı yaymaya başlarlar. Boruların üst yüzeyinden çıkan ısınlar ise reflektörler vasıtasıyla aşağıya yansıtılırlar.
7. Böylelikle gaz yakılarak ortaya çıkan ısı radyant boruların yaymış olduğu ısınıma dönüştürülür ve cihazın alt kısmında bulunan cisimler, insanlar, makineler, taban vs. bu sayede ısınır.

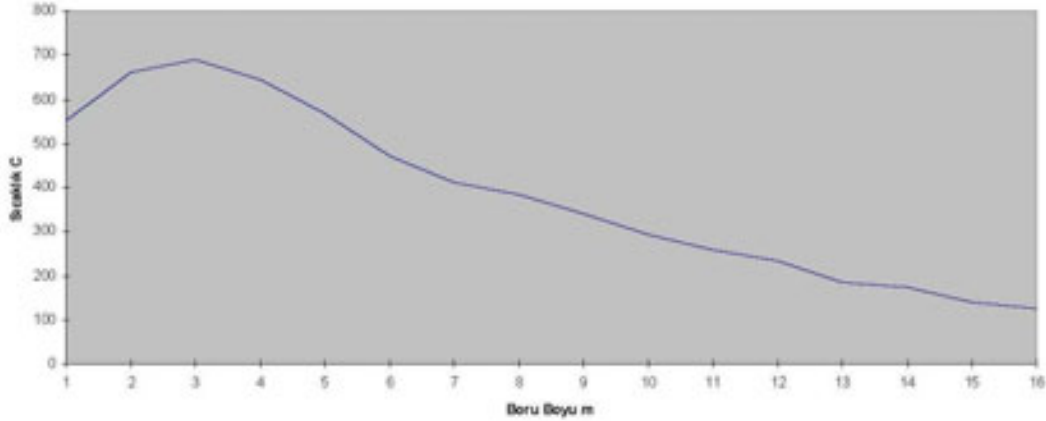
Düz tip Radyant ısıtıcıların radyant borularında brülöre yakın olan taraftaki boru sıcaklığı vakum fanına yakın olan taraftaki boru sıcaklığına göre fazladır. Dolayısı ile de brülöre yakın taraftaki ısınım yoğunluğu da daha fazladır. (Sekil 6)



Şekil 6. Düz tip borulu radyant ısıtıcı ısınım dağılımı

Aşağıdaki tablo 50 kW'lık bir düz tip borulu radyant ısıtıcının, radyant borusu boyunca yüzey sıcaklıklarını vermektedir:

Tablo 1. 50 kW'lık düz tip borulu radyant ısıtıcı boru yüzey sıcaklıkları

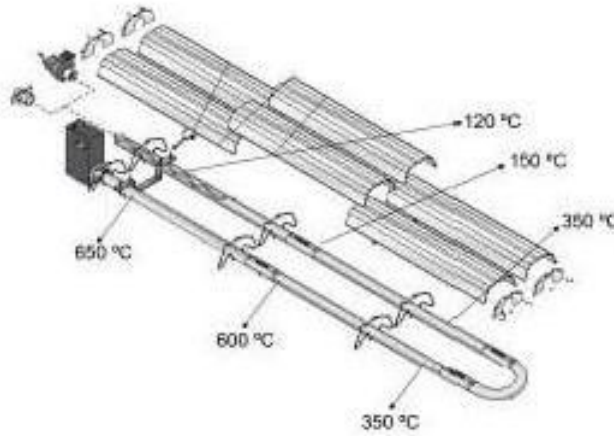


Isı dağılımındaki bu farklılık ilk bakışta bir dezavantaj gibi gözükse de uygulama sekline göre önem arz etmeyebilir. Düz tip ısıtıcılar, mekânın tümü ısıtıldığında ve cihazlar uygun şekilde yerleştirildiği takdirde homojen bir ısı dağılımına sahip olabilirler. Aslında genel ısıtmada homojen ısı dağılımı spot ısıtma kadar önem arz etmemektedir. Toplam kurulu güç, mekân soğukken 30 dakika içerisinde konfor sıcaklığına ulaştıracak şekilde seçildiği zaman, ısı dağılımındaki değişiklikler rahatsız edici olmamaktadır. Bunlara ilaveten, cihazların brülör yönleri ısıyı eşit olarak dağıtacak ve ısı kaybının çok olduğu kapı veya pencere taraflarına denk gelecek şekilde yerleştirildiği takdirde, ısı dağılımı daha eşit gerçekleştirilmiş olur (Sekil 7).



Şekil 7. Örnek düz tip borulu radyant ısıtıcı yerleşimleri

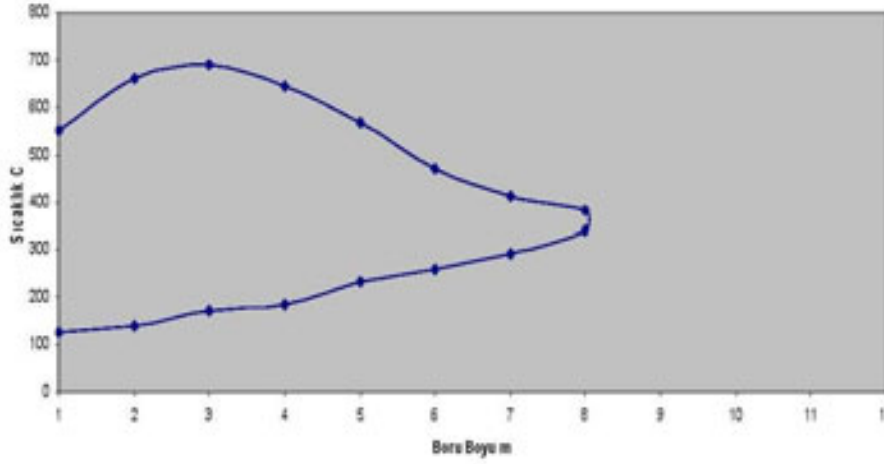
Düz tip radyant ısıtıcıların ısı dağılımındaki farklılıklar bu dezavantajı gideren U-tip borulu radyant ısıtıcıların geliştirilmesine sebebiyet vermiştir. U-tip ısıtıcıların temel farkı, düz tip ısıtıcılarda tek sıra olan radyant boruların bir U boru ile çift sıra haline getirilmesidir (Şekil 8).



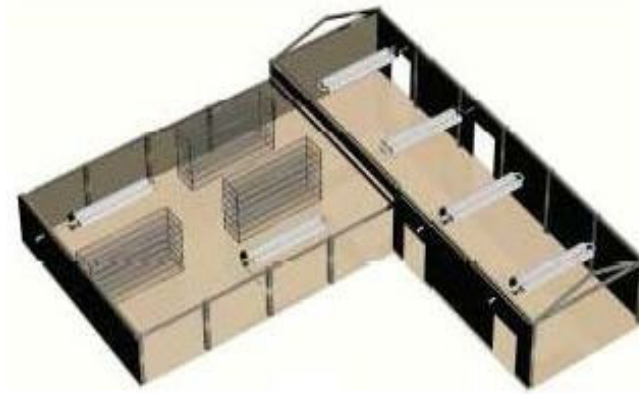
Şekil 8. Örnek U tip borulu radyant ısıtıcı

U-tip bir vakumlu borulu radyant ısıtıcıda, fan yine en son boruya bağlıdır ancak, cihaz ortadan ikiye katlı bir düz tip ısıtıcı olduğundan, en soğuk boru yüzeyi ile en sıcak boru yüzeyi yan yana gelir. Bu durum tüm ısıtıcı yüzeyi boyunca devam eder. Örneğin en sıcak boru yüzeyi 650°C olan bir ısıtıcıda, en soğuk yüzeyi 120°C civarındadır ve bu iki yüzey yan yanadır. Aynı ısıtıcıda 350°C yüzey sıcaklığı olan borunun yanındaki boru ise yine 350°C civarındadır. Bu özellik U-tip borulu radyant ısıtıcıların düz tip ısıtıcılara nazaran daha homojen bir ısı dağılımına sahip olmalarını sağlar. Dolayısıyla da U-tip ısıtıcılar direkt ve lokal ısı ihtiyaçlarına daha iyi cevap verebilmektedirler.

Tablo 2. U tip borulu radyant ısıtıcı boru yüzey sıcaklıkları



Sekil 9'da aynı mekân içerisinde farklı ihtiyaçlar için U tip cihaz kullanımı gösterilmiştir. Bitişik nizam iki holden sağdaki holde cihazlar genel ısıtma için kullanılırken, soldaki holde cihazlar raflar arasındaki lokal ihtiyaçlar için kullanılmıştır.



Şekil 9. Örnek U tip borulu radyant ısıtıcı yerleşimleri

4.1.2 Çok Yakıclı Borulu Radyant Isıtıcılar

Türk Standartları Enstitüsünün TS EN 777-1, TS-EN 777-2, TS-EN 777-3 ve TS-EN 777-4 no'lu standartları Çok Yakıclı Borulu Tip Radyant Isıtıcıları içerir. Bu standartlarda 4 tip çok yakıclı radyant ısıtıcıdan bahsedilir:

D Tipi Çok yakıclı radyant ısıtıcı: Brülörlerde fan bulunmazken bağlı buldukları ortak hattın sonunda bir fan bulunan ve her bir tali hatta sadece bir brülör bağlı bulunan cihazlar.

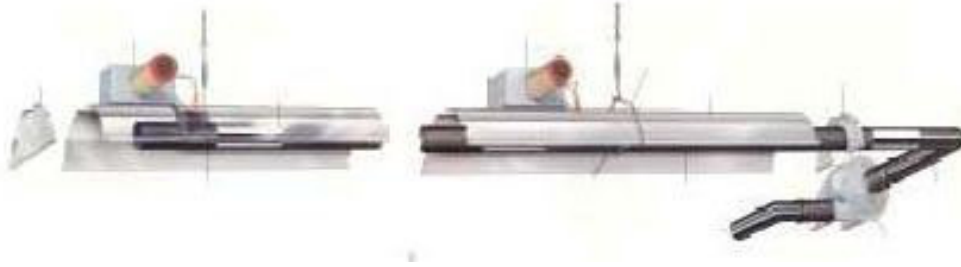


Şekil 10. Değişik konfigürasyonlardaki D tipi çok yakıclı borulu radyant ısıtıcılar

E Tipi Çok yakıclı radyant ısıtıcı: Her bir brülörünün kendi fanı bulunan fakat bağlı bulunduğu ortak hat üzerinde başka fan bulunmayan ve her bir tali hatta sadece bir brülör bağlı bulunan sistemler.

F tipi Çok yakıclı radyant ısıtıcı: Her bir brülörünün kendi fanı bulunan ve bağlı bulunduğu ortak hat üzerinde de müşterek bir fan bulunan ve her bir tali hatta sadece bir brülör bağlı bulunan sistemler.

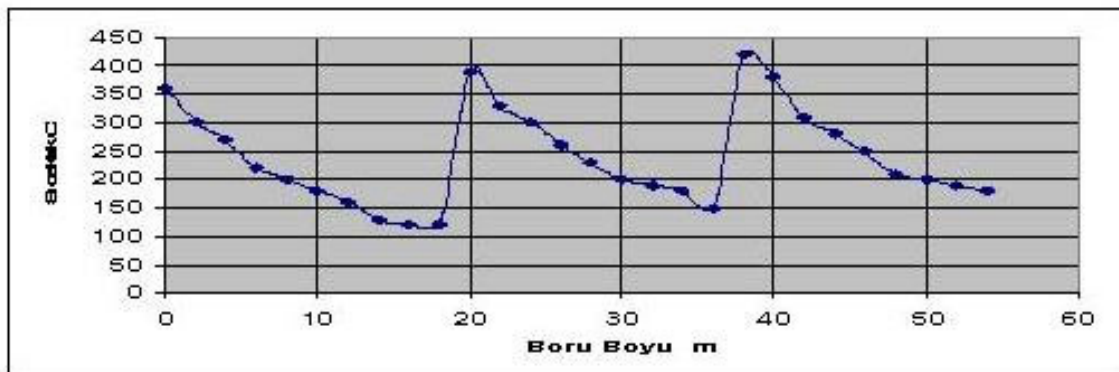
H tipi Çok yakıclı radyant ısıtıcı: Aynı hat üzerinde birden fazla brülörün ortak fana sahip bir hatta bağlı bulunduğu ve her bir tali hat için iki veya daha fazla brülör kullanılan sistemler.



Şekil 11. H tipi çok yakıclı borulu radyant ısıtıcı

Çok yakıclı sistemlerde yukarıda bahsi geçen tiplere bağlı olarak, tek yakıclı cihazlara göre bir dizi avantajı söz konusudur. Ancak verimlilik ve düşük yakıt tüketimi konusunda H tipi cihazlar ön plana çıkmaktadırlar. H tipi cihazlarda boru hattı boyunca birden fazla brülör kullanıldığı için egzoz gazı sıcaklığı sistemin verimini maksimize edecek şekilde düşürülebilmektedir. Ayrıca sık aralıklarla nispeten küçük kapasitelerdeki yakıclılar kullanılabildiğinden, ısı dağılımı da daha eşit olmaktadır.

Tablo 3. 55 m uzunlukta 30 kW'lık 3 yakıclı kullanılan H tipi bir sistemdeki boru yüzey sıcaklıkları.



4.2 Yüksek Yoğunluklu Radyant Isıtıcılar

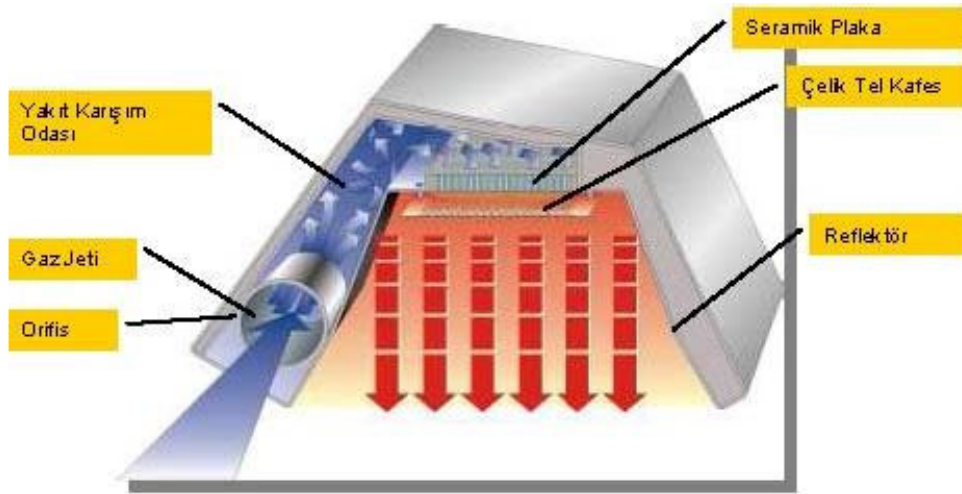
Radyant yüzey sıcaklığı 815 °C ve üzerinde olan ısıtıcılara Yüksek Yoğunluklu Radyant ısıtıcılar denir [RG]. Yüksek yoğunluklu ısıtıcıların yüzeyinden yayılan ısınların dalga boyları 1 ile 6 mikron arasındadır. Seramik plakalı radyant ısıtıcılar (doğalgazlı), seramik plakalı bahçe, veranda ve teras ısıtıcıları ve yüksek yüzey sıcaklığına sahip, özellikle de endüstriyel tip elektrikli Radyant ısıtıcılar bu kategoride yer alırlar.



Şekil 12. Seramik Plakalı Radyant Isıtıcı

Seramik plakalı Radyant ısıtıcılar, literatürde açık alevli olarak da adlandırılabilirler. Açık alev ifadesi bu cihazların ısınım yayma seklinden ileri gelmektedir. Cihazların aşağıda tarif edildiği şekilde çalışırlar (Şekil 13)

1. Gaz jeti bir orifis yardımıyla venturi içersine gönderilir ve Venturide basınç düşüşüne neden olur. Bu düşüş sayesinde vakum etkisi ortaya çıkar ve cihaz içersine atmosferden hava emilir.
2. Venturi yapısı gaz jetini yakacak uygun oranda hava emer şekilde dizayn edilmiştir. Bu sayede yakıt karışım odasında, ideal yanma şartlarında hava gaz kısmını elde edilir.
3. Bu karışım seramik plakalara ulaşır ve plakalar üzerindeki deliklerden geçerek dışarı çıkmaya çalışır. Tam dışarı çıktığı noktada da yanarak seramik yüzeyinde kısa bir alev oluşturur. Yani her bir delik aslında bir brülör gibi çalışır.
4. Seramik yüzeyindeki kısa alev seramiğin sıcaklığını yükseltir ve dolayısıyla da kızarmasına neden olur. Kızaran seramikler ısınım yaymaya baslar ve cihazın reflektörleri sayesinde de alt seviyelere yönlendirilirler.
5. Cihaz verimini arttırmak amacıyla kimi ısıtıcılarda izolasyon ve ısıl ataleti rezerve eden çelik tel kafesler de kullanılabilirler.



Şekil 13. Seramik Plakalı Radyant Isıtıcı İç Yapısı

4.3 Düşük Ve Yüksek Yoğunluklu Isıtıcıların Kıyaslaması

2.1 no'lu bölümde de ifade edildiği gibi ısınım ile yapılan ısı transferi ısınım yapılan yüzeyin sıcaklığının dördüncü kuvveti ve yüzey alanı ile doğru orantılıdır. Yani bir cismin yüzey alanı sabit tutulup yüzey sıcaklığı 2 katına çıkarıldığında o yüzeyden ısınım ile yayılan enerji tam 16 misli artmaktadır. Sıcaklığı sabit tutulup, yüzey alanı 2 misline çıkarıldığında ise ısınım şiddeti de 2 misline çıkmaktadır. Aynı kapasiteye sahip hem düşük yoğunluklu hem de yüksek yoğunluklu ısıtıcılar incelendiğinde, düşük yoğunluklu Radyant ısıtıcılar yüksek yoğunluklu cihazlara göre daha düşük yüzey sıcaklığına sahiptiler. Bu durum, birim yüzeyden yayılan ısınım enerjisinin daha düşük olması manasına gelir. Ancak düşük yoğunluklu cihazların da yüzey alanları yüksek yoğunluklu cihazlara göre çok daha fazladır. Eğer aynı kapasitedeki Düşük ve Yüksek yoğunluklu iki farklı cihaz, aynı yüksekliğe asılırsa, düşük yoğunluklu ısıtıcı enerjisini daha fazla alana yayarken, yüksek yoğunluklu ısıtıcı ise daha küçük bir alanı daha yüksek sıcaklıklara çıkarabilmektedir. Bu iki farklı özellik, farklı uygulama alanlarında ön plana çıkmaktadır. Bir mekânın tamamı ısıtılmak isteniyorsa, yani genel ısıtma yapılacak ise bu durumda, daha fazla alanı kapsayabilecek borulu Radyant ısıtıcıları seçmek daha verimli olabilmektedir. Yüksek yoğunluklu cihazlar ise "spot" ısıtma denilen, bölgesel, lokal ihtiyaçlara ve izolasyonun kötü olduğu mekânlardaki direkt ısı ihtiyaçlarına daha iyi cevap verebilmektedirler. Buna mukabil, cihaz kullanımları uygulamadan uygulamaya ve kullanıcının tercihine bağlı olarak değişiklik arz edebilir. Düşük yoğunluklu cihazların spot ısıtma amaçlı ve benzer şekilde yüksek yoğunluklu cihazların da genel ısıtma amaçlı kullanılması mümkündür.

5. GAZ YAKITLI RADYANT ISITICILARIN UYGULAMA ALANLARI

Gaz yakıtlı radyant ısıtıcılar ilk etapta endüstriyel uygulamalar için geliştirilmiş olsalar da günümüzde değişik ihtiyaçlar için de kullanılabilirler. Pratikte borulu tip radyant ısıtıcıların 4 m'nin açık alevli ısıtıcıların ise 5 m'nin altındaki bir yüksekliğe monte edilmeleri aşırı ısınma hissine neden olduğundan tercih edilmemektedirler. İstisnai olarak dış ortam uygulamalarında cihaz montaj yüksekliği daha düşük olabilmektedir.

Radyant ısıtıcılar, özellikle geleneksel metotlarla ısıtılması zor veya imkânsız olan büyük ve yüksek mekânlarda, izolasyonun kötü olduğu mekânlarda, yarı açık veya dış ortam ısıtma uygulamalarında oldukça başarılı bir şekilde ısıtma yapabilmektedirler. Fabrikalar, atölyeler, servis istasyonları, ibadethaneler, stadyumlar, spor salonları, depolar, hangarlar, fuar sergi salonları, seralar, hayvan çiftlikleri bunlara örnek olarak gösterilebilir. Hâlihazırda Türkiye'de yukarıda bahsi geçen tesislerden binlercesinde gaz yakıtlı radyant ısıtma sistemleri kullanılmaktadır. Sadece birer örnek olması açısından borulu tip cihaz uygulamalarına Vestel City içindeki tüm fabrika binalarının ve açık alevli cihaz uygulamalarına Fenerbahçe Stadyumunun tribünlerinin ısıtma sistemleri gösterilebilir.

6. GAZ YAKITLI RADYANT ISITICILARIN PROJELENDİRİLMESİ

Radyant ısıtıcılar için projelendirme yapılırken aşağıdaki üç adım izlenmelidir:

6.1 Isı Kaybı Hesabı

İlk etapta müessesenin ısı ihtiyacı belirlenir. Endüstriyel tesislerde ısı kaybı hesabı aşağıdaki parametreler göz önüne alınarak hesaplanmalıdır:

1. Doğal Hava Değişimi Isı Kaybı Hesabı
2. Mekanik Egzoz Isı Kaybı Hesabı
3. Çatı Isı Kaybı Hesabı
4. Taban Isı Kaybı Hesabı
5. İletimsel Isı kayıpları Hesabı
6. Başka Isı Kaynaklarından Isı Kazancı Hesabı

Endüstriyel tesislerin çoğunda büyük kapılar bulunmaktadır. Bu kapılar is yerinin imalatına göre de çok sık açılıp kapanabilmekte hatta bazı müesseselerde mesai boyunca açık kalmaktadır. Bu durum, Doğal Hava Değişiminin çok yüksek olmasına sebebiyet verir. Dolayısıyla ısı kayıpları hesaplanırken işletmenin doğal hava değişimine çok dikkat edilmelidir.

6.2 Radyant Ayar Faktörü

Yurtdışında özellikle de ABD'de Radyant ısıtıcılar yıllardır (50 yılı aşkın) kullanılmaktadır. Bu uzun süreli deneyim, Radyant Ayar Faktörü (RAF) uygulamasını da beraberinde getirmiş ve Amerikan ASHRAE'nin (Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Birliği) 93 no'lu bildirisinde de yer alarak literatüre geçmiştir. Radyant Ayar Faktörü, kullanılan ısıtıcının termal verimine bağlı olarak, hesaplanan ısı kaybından %15-20 arası daha az bir ısıtıcı gücü kullanılarak uygulanır. Bu değer cihaz verimi %90'nın üzerinde ise %20, altında ise %15 olarak tercih edilmelidir. Bir önceki bölümlerde bahsi geçen Radyant Isıtmanın avantajları bu tasarrufu mümkün kılmaktadır. Örneğin ısı kaybı 100.000 kcal/sa'lik olan bir mekânda kullanılacak ısıtıcının termal verimi %90 ise, 80.000 kcal/sa'lik bir sistem tercihi yeterli olabilecektir.

6.3 Yükseklik Ayar Faktörü

Radyant Isıtıcıların sağladıkları avantajlar mekânın tabanında oluşturdukları ısı rezervinden ileri gelmektedir [RG]. Mekânın yüksekliği arttıkça da yerdeki ısı rezervi giderek etkisini yitirmektedir. Pratikte, cihazların asıldığı yükseklik 6 m'yi geçmediği zaman herhangi bir sorun olmadığı keşfedilmiştir. Ancak yükseklik 6 m'yi geçtiğinde, toplam ısıtma kapasitesi fazla her bir metre için %3,5 arttırılmalıdır. Örneğin, radyant cihazlar 8 m yüksekliğe monte edilecek ve radyant ayar faktörü ile azaltılmış ısıtma kapasitemiz 100.000 kcal/sa ise, %7 (2 x %3,5) arttırılarak 107.000 kcal/sa olarak hesaplanmalıdır.

7. ENERJİ TASARRUFU VE İŞLETME MALİYETLERİNDEKİ YANSIMASI

Bu bölümde önceden konvansiyonel sistem kullanmış ve daha sonradan Radyant ısıtmaya geçmiş bir örnek bina üzerinden Radyant ısıtmanın tasarrufu rakamsal olarak gösterilmektedir:

Isıtılacak bina aşağıdaki özellikleri haizdir:

Proje Adı	: Örnek Bina
Dış Sıcaklık	: -6 C
İç Sıcaklık	: 18 C
Sıcaklık Farkı	: 24 C
Uzunluk	: 100 m.
Genişlik	: 80 m.
Alanı	: 8.000 m ²
Çevresi	: 360 m.
Tavan Tepe Yüksekliği	: 11.6 m.
Tavan Kiriş Yüksekliği	: 9,2 m.
Binanın Hacmi	: 83.200 m ³
Montaj Yüksekliği	: 7.5 m.
Tahmini Saatlik Hava Değişimi	: 3/4
Derece-Gün Sayısı	: 1700
Mesai Başlama Bitiş Süresi	: 24 saat
Yıllık Çalış. Süresi (C.tesi dahil)	: 1.457 saat
Hava Değişimi Isı Kaybı	: 464.256 kcal/sa
Mekanik Egzost Isı Kaybı	: 0 kcal/sa
Tabandan Isı Kaybı	: 192.000 kcal/sa
İletimsel (tavan,duvar,kapı,pen. vs.) Isı Kaybı	: 531.790 kcal/sa
Başka Kaynaklardan Elde Edilen Isı	: 0 kcal/sa

GENEL ISI KAYIPLARI TOPLAMI : 1.188.046 kcal/sa

Bina hava üfleli bir sistemle ısıtıldığında aşağıdaki yıllık giderleri haizdir:

Isı Kaybı	: 1.188.046 kcal/sa
Sistem Genel Verimi	: 72 %
Olması Gereken Sistem Kurulu Gücü	: 1.652.129 kcal/sa
Yakıt Türü	: Doğalgaz
Yakıt Isıl Değeri	: 8.250 kcal/Nm ³
Saatlik Yakıt Tüketimi	: 200,2 Nm ³ /sa
Yıllık Yakıt Tüketimi	: 291.775 Nm ³ /yıl
Yakıt Fiyatı	: 0,52 YTL/m ³
Yıllık Yakıt Tüketimi Bedeli	: 151.273 YTL

Bakım Maliyeti Oranı Doğalgaz Tüketiminin % 7'si kadar

Bakım Maliyeti Tutarı	: 10.620 YTL
Bakım Personeli Adedi (3 vardiyaya 1 kişi)	: 1 kişi
Bakım Personeli Maaşı	: 700 YTL/ay
Personel Maliyeti (6 ay)	: 4.200 YTL
Yıllık Bakım ve Personel Maliyeti	: 14.820 YTL
Aparey Gücü	: 50.000 kcal/sa
Aparey Sayısı	: 30 adet
Aparey Saatlik Elektrik Tüketimi	: 1,5 KW
Sirkülasyon Pompaları Saatlik Elek. Tüketimi	: 5 KW
Brülör Saatlik Elektrik Tüketimi	: 3 KW
Toplam Saatlik Elektrik Tüketimi	: 53 KW
Toplam Yıllık Elektrik Tüketimi	: 77.221 KW
Elektrik Fiyatı	: 0,12 YTL
Yıllık Elektrik Tüketim Bedeli	: 9.266 YTL

TOPLAM YILLIK İŞLETME GİDERİ :175.359 YTL

Aynı bina borulu Radyant ısıtıcı kullanmaya başladıktan sonra aşağıdaki giderlere ulaşmıştır:

Isı Kaybı	: 1.188.046 kcal/sa
Yakıcı Verimi	: 85 %
Radyant Ayar Faktörü (R.A.F.)	: 15 %
Yükseklik Ayar Faktörü (Y.A.F.)	: 5,25 %
Olması Gereken Sistem Kurulu Gücü	: 1.250.418 kcal/sa
Yakıt Türü	: Doğalgaz
Yakıt Üst Isıl Değeri	: 8.250 kcal/Nm ³
Saatlik Yakıt Tüketimi	: 151,5 Nm ³ /sa
Yıllık Yakıt Tüketimi	: 220.735 Nm ³ /yıl
Yakıt Fiyatı	: 0,52 YTL/m ³
Yıllık Yakıt Tüketimi Bedeli	: 114.782 YTL

Bakım Maliyeti Oranı Doğalgaz Tüketiminin % 1,5'i kadar

Bakım Maliyeti Tutarı	: 1.721 YTL
Bakım Personeli Adedi	: 0 kişi
Bakım Personeli Maaşı	: 0 YTL/ay
Personel Maliyeti (6 ay)	: 0 YTL
Yıllık Bakım ve Personel Maliyeti	: 1.721 YTL
Radyant Gücü	: 47.300 kcal/sa
Radyant Sayısı	: 28 adet
Radyant Saatlik Elektrik Tüketimi	: 0.075 KW
Toplam Saatlik Elektrik Tüketimi	: 2.1 KW
Toplam Yıllık Elektrik Tüketimi	: 3.059 KW
Elektrik Fiyatı	: 0.12 YTL
Yıllık Elektrik Tüketim Bedeli	: 367 YTL

TOPLAM YILLIK İŞLETME GİDERİ : 116.870 YTL

GENEL MUKAYESE

KONVANSİYONEL SİSTEM İŞLETME GİDERLERİ	: 175.359 YTL
RADYANT SİSTEM İŞLETME GİDERLERİ	: 116.870 YTL
TASARRUF MİKTARI	: 58.489 YTL
RADYANT SİSTEM TASARRUF ORANI	: 33,3 %

KAYNAKLAR

- [1] [Wikipedia] www.wikipedia.org
- [2] [Halıcı, Gündüz, 1998] F. HALICI, M.GÜNDÜZ; Örneklerle Isı Geçişi, Nil Matbaacılık; Adapazarı; 1998
- [3] [RG,1994] Sir Wiliam Herschel Infrared Handbook, Roberts Gordon Inc. 1994
- [4] [Ashrea] Ashrae Transactions Volume 93, Part 1
- [5] [Cukurova] Çukurova Isı Bilgi Bankası http://www.cukurovaisi.com/bilgi_bankasi.asp?menuid=6§ionid=1
- [6] [TSE] TS EN 416, TS EN 777/1, TS EN 777/2, TS EN 777/3, TS EN 777/4
- [7] [Leinhard, 2006] JOHN H. L_ENHARD V, A Heat Transfer Professor, Massachusetts Institute of Technology Textbook, 3rd edition, 2006

ÖZGEÇMİŞ**Kerem ÜNLÜ**

1978 yılında İstanbul'da doğmuştur. Lise eğitimini Özel Doğuş lisesi'nde tamamladıktan sonra, 2000 yılında Yıldık Teknik Üniversitesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun olmuştur. Aynı yıl Türk eğitim Vakfı bursiyeri olarak Hamburg Teknik Üniversitesi'nde Mechatronics bölümünde yüksek lisansa başlamış ve burayı da 2003 yılında bitirerek yurda dönmüştür. 2003 yılında halen aile şirketleri olan Çukurova Isı Sistemleri'ne Kalite Yönetim sorumlusu olarak girmiştir. Bir süre Dış Ticaret sorumlusu olarak çalıştığı bu firmada halen Pazarlama Müdürü olarak görev almaktadır. Çalışmalarına 2005 yılında askerlik görevini yerine getirmek için 6 ay ara vermiştir. İyi derecede İngilizce ve Almanca bilmektedir.