

TTMD

Adına Sahibi
Bekir Erdoğru Boz

Yazı İşleri Müdürü
Abdullah Bilgin

Genel Yayın Yönetmeni
Prof. Dr. T. Hikmet Karakoç

Yayın Kurulu

Gürkan Arı
İ. Zeki Aksu
Ali Rıza Dağlıoğlu
Abdullah Bilgin
Aytekin Çakır
Dr. İbrahim Çakmanus
Erbay Çerçioğlu
Orhan Gürson
Halim İman
Prof. Dr. T. Hikmet Karakoç
Selami Orhan
Fevzi Özel
E. Aybars Özer
Seden Çakıroğlu Özteker
Tayfun Sümbül
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Günerhan

Dergi Yayın Sorumlusu
Gülten Acar

İletişim

Bestekar Sk. Çimen Apt.
No: 15/2 06680 Kavaklıdere-Ankara
Tel: 0.312. 419 45 71 - 419 45 72
Faks: 0.312. 419 58 51
web: <http://www.ttmd.org.tr>
e-mail: ttmd@ttmd.org.tr

TTMD Yönetim Kurulu

Bekir Erdoğru Boz (Başkan)
Abdullah Bilgin (Başkan Yrd.)
Halim İman (Başkan Yrd.)
Hüseyin Erdem (Başkan Yrd.)
İbrahim Çakmanus (Genel Sekreter)
C. Selçuk Bayer (Muhasep Üye)
İbrahim Akdemir (Üye)
Hırant Kalataş (Üye)
Prof. Dr. Abdurrahman Kılıç (Üye)
İ. Zeki Aksu (Üye)
Gökhan Özbek (Üye)
Cafer Ünlü (Üye)
Sarven Çilingiroğlu (Üye)

32. Sayının Ekidir

Yerden Isıtma Sistemleri

Gültekin Şabin, Mak. Müh.

Doğan Varol, Mak. Müh.

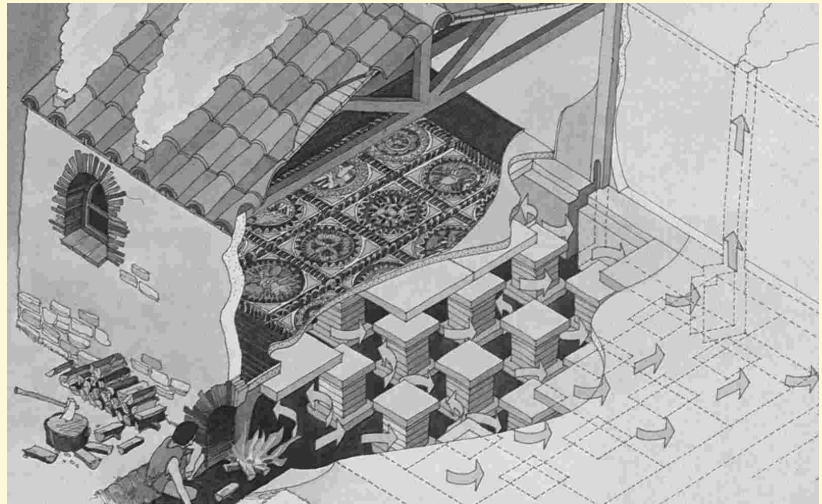
1. Tanım

Isıtma sistemleri arasında kullanılabilirliği gün geçtikçe artan bu sistemde; yapı elemanı içerisinde, belirli ölçülerde yerleştirilmiş borulardan geçirilen sıcak akışkan sayesinde ısıtılan yapı elemanı düşük sıcaklığa sahip büyük bir ısıtıcı panel şeklinde etki göstermektedir. Isı transferi temel denkleminde görüleceği üzere, transfer edilen ısıyı arttırmak için ya ortam ile ısıtıcı arasındaki sıcaklık farkı artırılmalı ya da ısıtma yüzey alanı artırılmalıdır. Yerden ısıtma işte bu prensibe uygun olarak düşük sıcaklık ile büyük alandan yapılan ısı transferi prensibine göre çalışmaktadır.

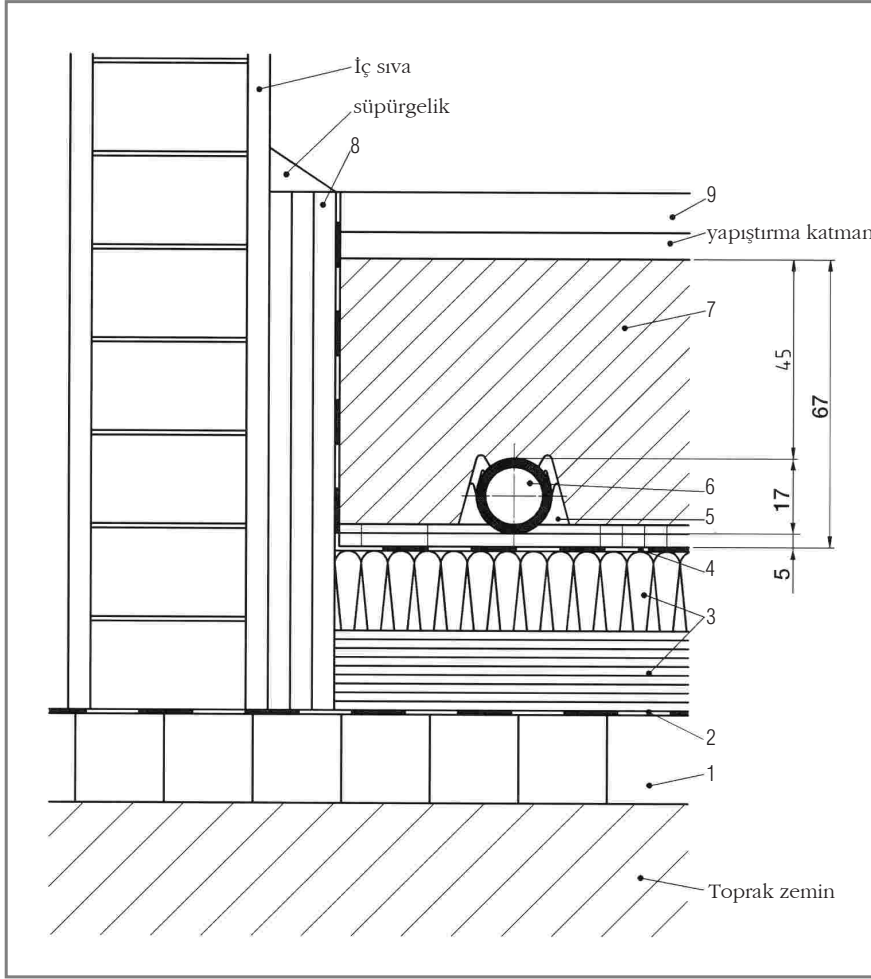
Günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak yerden ısıtma prensibi ile; duvardan veya tavandan ısıtma ve yine yerden, tavandan, duvardan soğutma uygulamaları yapılmaya başlamıştır. Mimari kolaylıklar sağlayan bu sistemler daha sonraki bölümlerde detaylandırılacaktır.

2. Çalışma Prensibi

Düşük sıcaklıkta kollektörlere gönderilen su her bir hattan dağılarak borulara geçmekte ve ısınıcı boru etrafını tamamen saran şap tabakasına iletmektedir. Şap tabakasını geçerek yüzey kaplamasına ısı aktarıldıktan sonra tabandan ortama hem ısıtma hem de taşınım yoluyla ısı aktarılmaktadır. Isıtma oranı % 60 - 75 mertebelerindedir. Isının büyük oranda ısıtma yoluyla iletimi sebebiyle ortamdaki hava hızı oldukça düşük olmaktadır.



Resim 1. Yerden ısıtma, teorisi geçmişe dayansa da teknoloji ile birlikte sürekli gelişmektedir.



Şekil 1. Tipik yerden ısıtma kesiti.

3. Yapısı

Döşeme Konstrüksiyonu

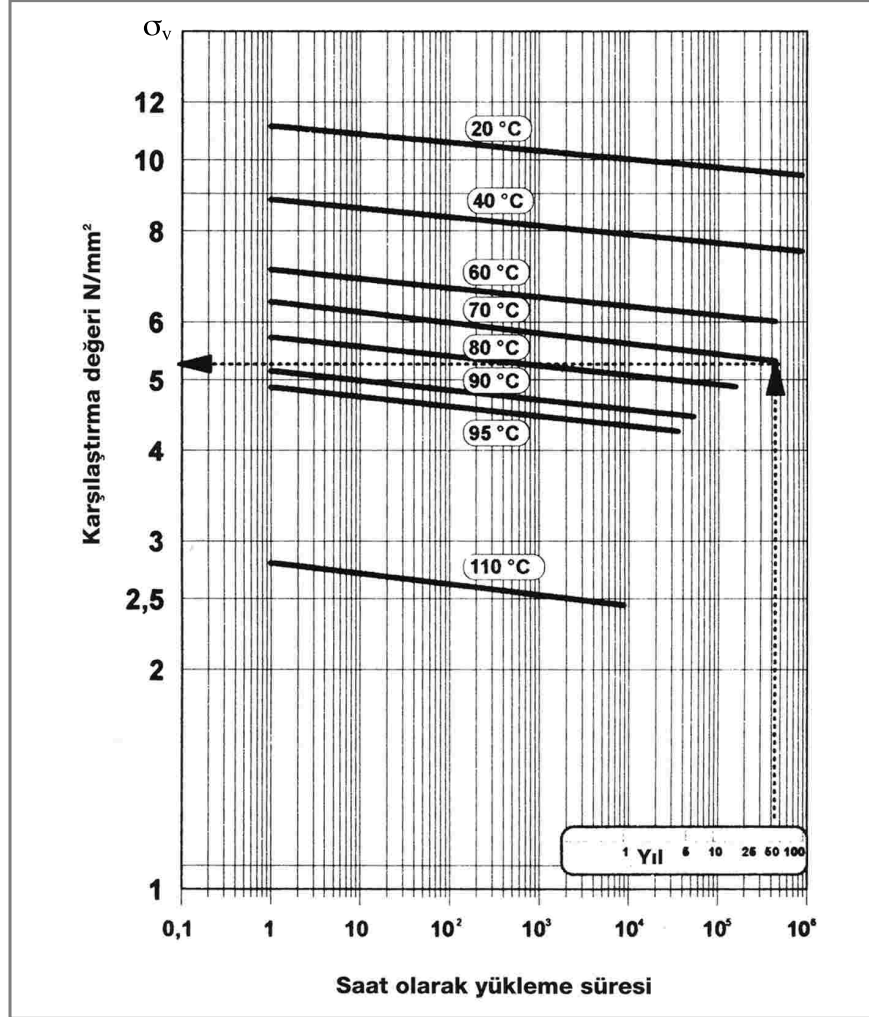
Şekil 1’de tipik konstrüksiyon kesiti ve eleman numaraları görülen yerden ısıtma sisteminin oluşturan yapı elemanları aşağıdaki şekilde açıklanmıştır.

- 1) Zemin Katmanı : Genellikle binalarda kat betonu olarak adlandırılmakla birlikte, değişik uygulamalarda yükü taşıyıcı yapı elemanı olarak isimlendirilebilir. Çelik konstrüksiyon veya doğrudan toprak temaslı uygulamalar buna örnektir. Bu katman mutlaka aynı kotta olmalıdır. Bu kısımda olabilecek düzensizlikler daha sonra üzerine konulacak diğer tüm yapı elemanlarının yerleştirilmesinde sorun oluşturmaktadır.
- 2) Nem Bariyeri : Daha sonradan üzerine konulacak olan izolasyon katmanına zemin katmanından gelebilecek nemin zarar vermemesi için kullanılmaktadır. Temelden gelebilecek böyle bir risk yoksa kullanılmayabilir.
- 3) Yalıtım : Sistemin en önemli kısımlarından biri olan yalıtım tabakası, fiziksel ve karakteristik açılarından farklı alternatifleri mevcuttur. Temel etken ısı yalıtım katsayısıdır. Önceki uygulamalarda strapor olarak isimlendirilen minimum 16 kg/m^3 yoğunlukta expanded polistren levhalar (EPS) kullanılmaktaydı. Ancak zaman içerisinde zemin yükünü karşılayamayarak çökmeler oluşması sebebiyle yeni uygulamalarda yerlerini renkli olarak imal edilen extrüde polistren levhalara (XPS) bırakmışlardır. Bu ürünler imalat tarzı gereği oluşan iç yapısı sayesinde daha yüksek yoğunluklara

($32-40 \text{ kg/m}^3$ yoğunlukta) çıkabilmekte ve bunun sonucunda da daha yüksek ısı yalıtım katsayısı ve zemin yüklerine dayanım kabiliyetine sahip olmaktadır. Ayrıca otomobil, makine gibi ağır ürünlerin sergilendiği showroomlarda yerden ısıtma avantajlarından faydalanmasını sağlamıştır. Yine aynı hammaddelerden mamul olup değişik imalat kalıplarından geçirilerek üzerine hiçbir yardımcı malzeme kullanmadan doğrudan boruların yerleştirildiği özel kanallara sahip yalıtım malzemeleri de kullanılabilir.

- 4) Kaplama Folyo: Yine izolasyon malzemesini üzerine atılacak şap tabakasının neminden ve daha sonra meydana gelebilecek nemden korumak için kullanılan bir kaplama tabakasıdır. Genellikle $0,10-0,15 \mu$ kalınlığında naylon branda kullanılabilir.
- 5) Boru Şekillendiriciler : Yalıtım malzemesi tarif edilirken belirtildiği üzere, kendinden kanallı yalıtım malzemeleri kullanıldığı zaman herhangi bir yardımcı malzemeye ihtiyaç duyulmadan borular projeye uygun olarak gerekli ara mesafeler korunarak yerleştirilebilir. Düz levha şeklinde yalıtım malzemeleri kullanıldığında ise; üzerinde boru geçme kısımları olan ve bu kısımlar mesafeler rahatlıkla ayarlanabilmesi için eşit standart şekilde yerleştirilmiş “ Boru tutucu lama” şeklinde isimlendirilebilen malzemelerdir. Genellikle plastik esaslı olup kendi üzerindeki çengeller yardımıyla, bu yoksa ilave lama tutucu klipsler yardımıyla yalıtım malzemesine tutturulur. Özellikle borunun dönüş yaptığı kısımlarda da boru tutucu klipsler kullanılır.
- 6) Boru: Sistemin ana malzemesi olan borular dağıtım kolektörlerinden sonra zemin içerisine girerek proje şartlarına uygun olan ara mesafeler, boru uzunluğu, döşeme şekli korunarak yerleştirilir. Borular literatürde çelik, bakır ve plastik hammaddeli olarak kullanılabileceği belirtilse de çelik borunun korozyon dezavantajı, bakır borunun maliyet dezavantajı ve plastik borularda son yıllarda gelişen ileri teknoloji sonucunda oluşan kalite, fiyat, temin, dayanıklılık gibi avantajları sebebiyle plastik esaslı borular büyük bir

çoğunlukla tercih edilmektedir. Gerek yüksek sıcaklık ve basınç dayanımları gerekse donma sıcaklıklarındaki dayanımları PE-X boruları bu sistem için ideal hale getirmiştir. Polietilen borulara çeşitli kimyasal veya fiziksel yöntemler uygulanarak yapılan “Crosslink” (Çapraz Bağlama) işlemi sonucu elde edilen borular Pe-X şeklinde tanımlanmaktadır. Pe-X borular TS 10762 ve DIN 16892 ‘ye göre çevre tesirli gerilme (σ_v) değeri 70 °C ‘de 50 yıl dayanım şartlarında 5,55 N/mm² ‘ye ulaşmaktadır (Şekil 2).



Şekil 2. PE-X borular için süreye bağlı iç basınç dayanıklılığı diyagramı.

Borudaki gerilme (iç basınca bağlı olarak) aşağıdaki gibi hesaplanabilir.

$$\sigma_v = P \cdot \frac{(D - s)}{20 \cdot s} \quad (1)$$

Bu formülde;

σ_v : Çevre Tesirli Gerilme (N/mm²)

P : İç basınç değeri (bar)

D : Boru dış çapı (mm)

s : Boru et kalınlığı (mm) olarak verilmiştir.

Yerden ısıtmada en çok kullanılan boru 17 x 2 mm. ve 16 x 2 mm. ölçülerinde olduğu için bunun üzerinde bir örnek uygulama yapmakta fayda vardır.

$$5,55 = P \cdot \frac{(17 - 2)}{20 \cdot 2} = P \cdot \frac{15}{40} = 0,375 P \Rightarrow P = 14,8 \text{ bar}$$

DIN 4726'ya göre güvenlik faktörü $\geq 2,5$ istendiğine göre 17 x 2 mm. boru 5,92 bar ve 70 °C'de 50 yıl ömre sahiptir. Bu değerler 16 x 2 mm. boru için 6,34 bar, 70 °C 'de 50 yıldır.

Çapraz bağlama yöntemlerinden önemli olan üçü şu şekilde açıklanmaktadır.

I) Kimyasal Bağlama :

a) Peroksid Ağdalama (Engel) Yöntemi
Boru üretilirken yüksek sıcaklıkta peroxid aracılığı ile reaktif kökler oluşturularak yüksek basınç altında extrüder içerisinde reaksiyona sokulması ve C – C bağları üzerinden çapraz bağlar oluşturulması yöntemidir. Bu işlem sonucu zaten iyi vasıflara sahip polietilen daha da mükemmel hale gelerek sıcaklık, basınç ve donmaya karşı çok dirençli hale gelmektedir. Bu yöntem ile üretilen borular Pe-Xa olarak isimlendirilir.

b) Silan (Dow) Yöntemi :

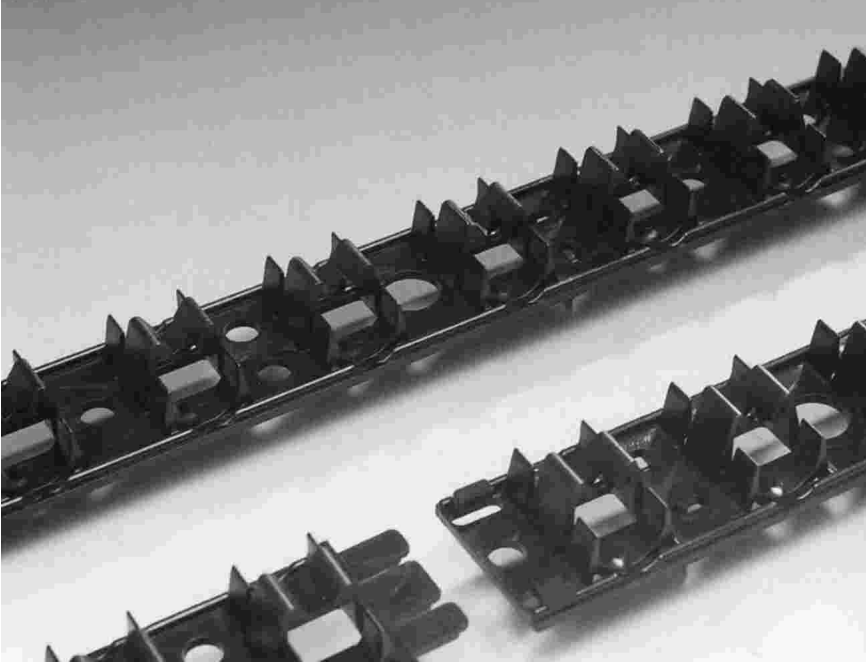
Yine boru üretilirken hidrosilikon yardımıyla silan bağlarının C – Si – O – Si – C bağları üzerinden extrüder makine içerisinde oluşturulması yöntemidir. Pe-Xb olarak isimlendirilir.

II) Fiziksel Bağlama : Işınlama Yöntemi

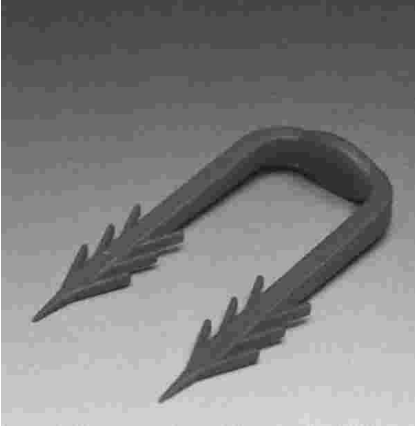
Bu yöntemde ise kimyasal bağlamanın aksine, boru imalatı bittikten belirli bir süre sonra reaktörlerde enerji bakımından zengin ışınlar altından geçirilerek her bir metresinin fiziksel olarak çapraz bağlarının oluşturulması yöntemidir. Pe-Xc olarak isimlendirilir.

Oksijen Bariyeri :

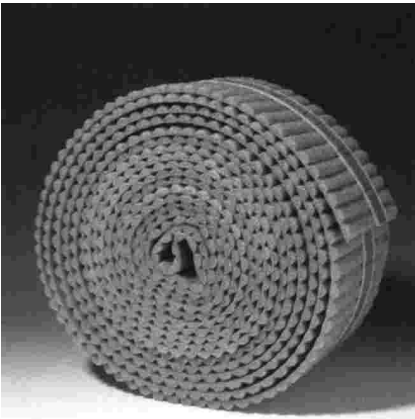
Oksijen geçirimi sonucu ısıtma sistemi içerisindeki su oksijen iyonları açısından daha zenginleşmekte ve dolayısıyla sistemdeki metal kısımlar daha çabuk korozyon etkisi altında kalmaktadır. Tüm yapı elemanları oksijen geçirmektedir. Plastik esaslı borular yapıları gereği oksijen geçirimine oldukça müsaittirler. DIN 4726 normlarına göre oksijen geçirim değeri minimum 0,1 g/m³xd değerinde olmalıdır. Bunu sağlayabilmek için bazı borular alüminyum folyo tabakası ile bazı borular EVAL olarak isimlendirilen kimyasal bir tabaka ile kaplanarak oksijen bariyerli hale getirilmektedir. Tüm plastik borulu ısıtma sistemlerinde oksijen bariyerli olanlar tercih edilmelidir, ancak yerden ısıtma sistemlerinden boru metrajının da fazlalığı sebebiyle oksijen bariyerli boru kullanmak bir zorunluluktur. Günümüzde birçok kazan üretici firma bu teknik sebepler doğrultusunda yetkili servislerinden yerden ısıtmalı sistemlerde oksijen bariyerli boru kullanılmamış ise kazan ile sistemin bir plakalı ısı eşanjörü ile ayrılmasını istemektedir.



Resim 2. Boru şekillendirmede kullanılan boru tutucu lama örneği.



Resim 3. Boru tutucu klips.



Resim 4. Kenar izolasyon bandı.

7) Şap : Boruların etrafını çepeçevre saran ve borunun verdiği ısıyı kendi üzerine alıp döşeme malzemesine aktaran tabakadır. İçerisinde herhangi bir şekilde hava tabakası kalmayacak şekilde ve borunun döşeme şeklini bozmayacak şekilde genellikle 300 dozajlı beton olarak atılmalıdır. Borulara zarar vermemek için istenen kotlarda belirli yerlere atılacak beton için yürüme ve taşıma yolları yapılmalı ve aralar daha sonra bu yollar kullanılarak yapılmalıdır. Boruların etrafını tam sarmasını temin için şap iki defada atılabilir. Şap kalınlığı ortalama 50 mm olmalıdır. Daha düşük şap kalınlıkları hem ısının düzensiz iletilmesine hem de şapta çatlamalara sebep olur. Yine daha yüksek şap kalınlıkları geç ısınmalara ve ısınmayan bölgeler oluşmasına sebep olur.

8) Kenar İzolasyon Bandı : Borular sayesinde ısınan şap tabakasının dış duvarlara veya ısıtılmayan mahallere bakan cephelerinde oluşabilecek ısı kaybını engellemek için yalıtım malzemeleri kullanılır. Kullanılan yalıtım malzemesinden belirli ölçülerde kesilerek yapılabileceği gibi hazır rulo şeklinde temin edilip kenarlara yapıştırılabilen yalıtım malzemeleri de kullanılabilir.

9) Döşeme Malzemesi : Son kullanıcının isteklerine göre belirlenmiş olan zemin kaplama malzemesidir. Mermer, seramik, parke, halı, granit gibi malzemeler kullanılabilir. Özellikle halı ve bazı parke türlerinin ısı geçirme katsayıları oldukça düşüktür. Bu malzemenin kullanılacağı projeye mutlaka bildirilmelidir ki hesapları buna göre yapsın.

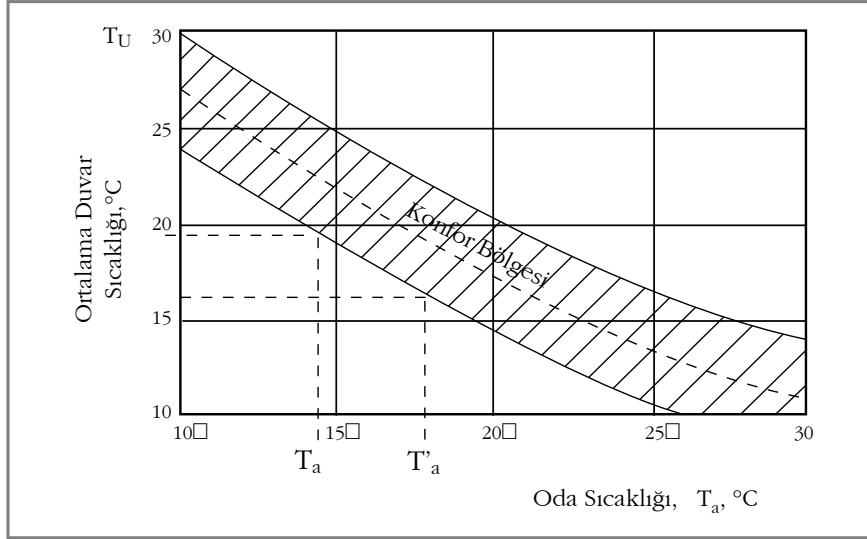
4. Yerden Isıtmanın Faydaları

a) Mimari Tasarım Rahatlığı : Isıcam teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak daha büyük camlara sahip mekanların kullanım oranları artmaktadır. Bu ve benzer yerlerde cam önlerine konulması gereken ısıtıcı elemanların (radyatör, fan-coil) kapladığı hacim iç dekorasyonda kısıtlamalar getirmektedir. Yerden ısıtmada bu tür dezavantajlar yoktur.

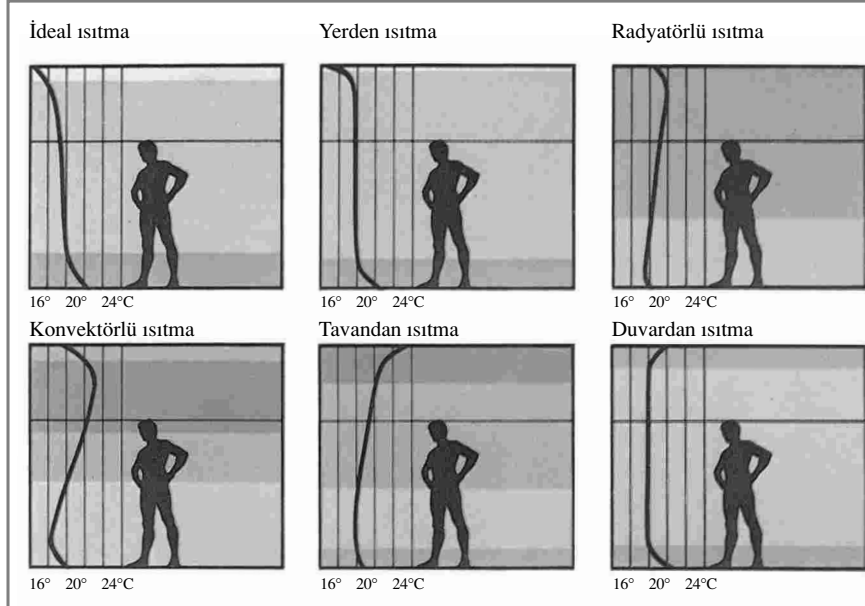
b) Isı Kayıp Değerleri : Yerden ısıtmada zeminden olan ısı kaybı bünyesinde bulunan izolasyon malzemesinin de katkısıyla minimum seviyede ve ihmal edilebilir değerlerdedir. Duvarlar, diğer ısıtma sistemlerine göre daha sıcaktır. Bunun sonucu olarak ısı kayıp değeri hesaplanırken istenen mahal sıcaklığı 2 - 3 °C daha düşük hesaplanmaktadır. İç duvar - oda sıcaklığı konfor ilişkisi Şekil 3'de görülmektedir. Dış duvar önlerine konulan ısıtıcı elemanlar olmadığı için aşırı ısınan duvar yoktur. Sistem sıcaklıkları düşük mertebelerde olduğu için iletim sırasındaki kayıplar azalmaktadır. Hava sirkülasyonu az olduğu için enfiltrasyon kayıpları azdır. Radyatörlü sistemde hava dolaşım hızı 0,22 m/s iken yerden ısıtmada 0,06 m/s gibi çok küçük değerlerdedir.

c) İlk Yatırım ve işletme maliyetleri : Isı kayıp değerlerinin düşüklüğü sebebiyle daha küçük çaplı malzemeler ve kazan seçilebilir. Bünyesinde bulunan ve maliyetini artırıcı etki yapan izolasyon malzemesi yerden ısıtma olmayan birçok binada kullanılmaya başlamıştır. Düşük sıcaklıklar ve ısı kayıpları sebebiyle daha az yakıt tüketilmektedir.

d) Sistem esnekliği : Kolaylıkla merkezi sistemden bireysel ısınmaya veya tersi geçiş yapılabilir. Kat veya oda kontrolü



Şekil 3. İç duvar - oda sıcaklığı - konfor ilişkisini gösteren diyagram.



Resim 5. İdeal ısıtmaya göre ısıtma sistemlerinin karşılaştırılması.



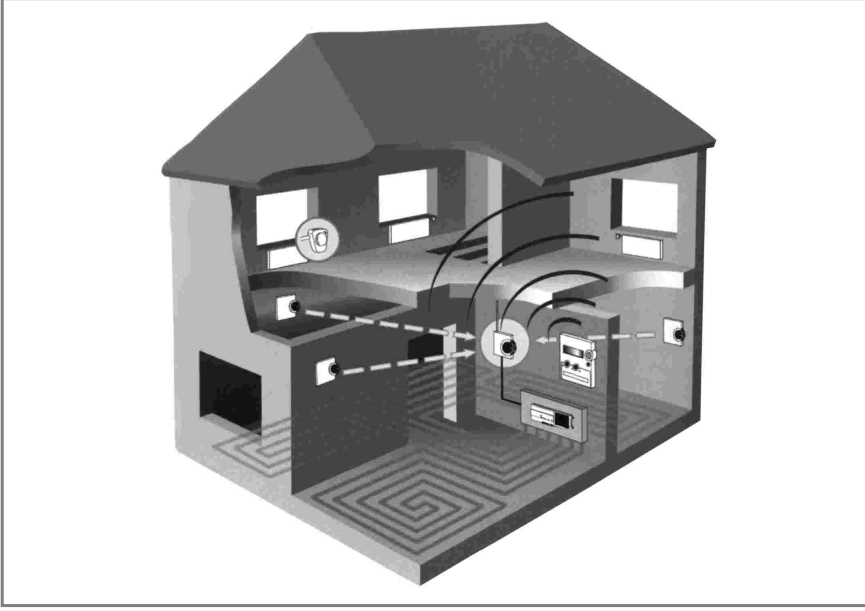
Resim 6. Yerden ısıtmanın uygulama şekli.

kollektörlerden rahatlıkla yapılabilir. Soğutma sistemi olarak kullanılabilir. Enerji kesilmelerinde ısı ataleti sebebiyle 1 – 2 gün bile ısıtma yapmadan idare edilebilir (Ancak tekrar rejime girmesinde aynı oranda geç olur).

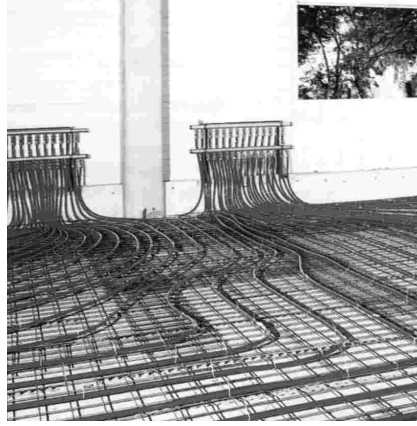
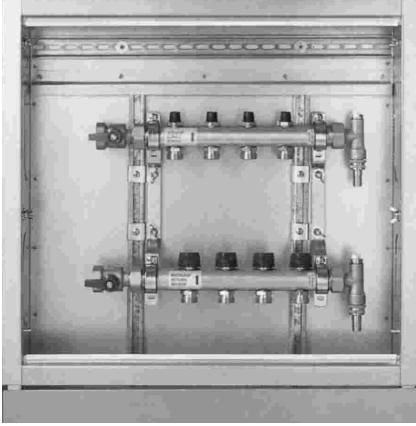
- e) İnsan Konforu : Yapılan araştırmalar sonucu insanlar ayak ile baş seviyesi arasında 2 – 3 °C fark olduğu durumlarda kendisini konforunda hissetmektedir. Bu sistemde döşeme sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasında fark küçük olduğundan ortamda mikrop ve toz sirkülasyonu azdır. Kış şartlarında nem dengesini sağlamak için dışarıdaki soğuk havayı ortama vermeye gerek yoktur. Diğer yandan radyatör yüzeylerinden geçerken yanan hava nemini kaybetmekte ve ortamı sürekli havalandırmak gerekmektedir.

5. Sıkça Sorulan Sorular

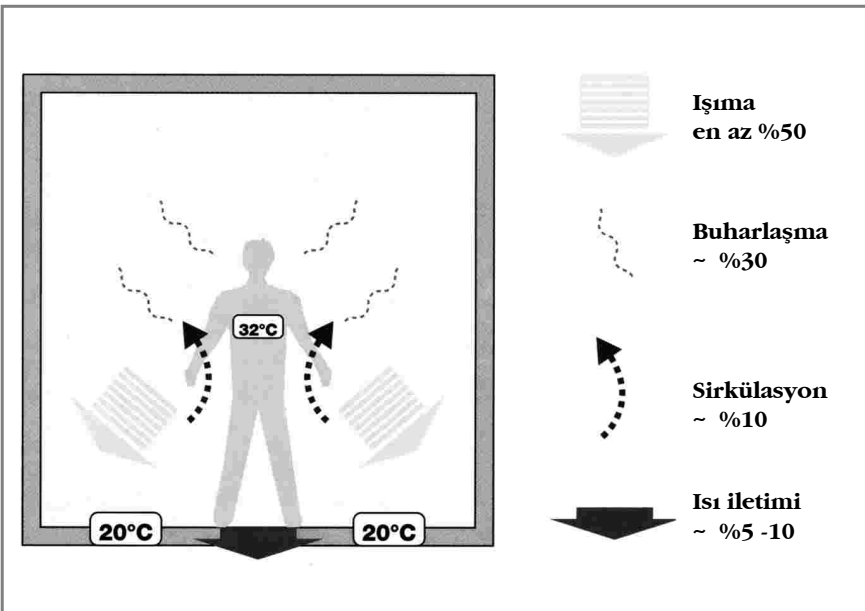
- a) Ortamda daha çok toz olur mu ? Yerden ısıtmada zemin sıcaklığı ile ortam sıcaklığı arasındaki fark çok az olduğu için (6 - 9 °C) hava yoğunluk farkı az olmakta ve dolayısıyla hava sirkülasyonu da az olmakta ve zeminde bulunan tozların sirkülasyonu minimum düzeyde olmaktadır. Ayrıca oda neminin normal düzeyde kalması nedeniyle mikroorganizmaların üreme olasılığı daha azdır. Çocuk yuvalarında kullanılabilirleri en güzel örneklerdendir.
- b) Borular delinirse ne yapılır? Normal şartlar altında plastik borular (Pe-X) basınç ve sıcaklığa bağlı olarak ortalama 50 yıl dayanımlı olarak üretilir. Sistem imalatı bittikten sonra basınç testi yapılarak herhangi bir kaçak olup olmadığı kontrol edilir ve sistem devreye alınır. Borular 100 m, 160 m, 240 m, 500 m gibi ölçülerde kangal olarak fabrikalardan test edilerek temin edildiği için ve imalatı da genellikle ek yapılmadığı için kaçak olma ihtimali çok azdır. Parke, eşik profili gibi zemin döşeme malzemeleri uygulanırken, klozet, duş teknesi gibi vitrifiyeler monte edilirken veya mahaller sonradan alçıpan paneller ile bölünürken zemine açılan delikler sebebiyle uygulamalarda bazen borularda delinmeler olabilmektedir. Bu tür durumlarda delinen yer belli olduğu için hemen boru ekleme parçaları (özellikle sıkı geçme manşonlu



Resim 7. Yerden ısıtmanın otomatik kontrol ile birlikte uygulaması.



Resim 8. Kolektör dolabı, kolektör ve uygulama örneği.



Resim 9. İnsan vücudundan ısı dağılımı.

ve sökülemeyen tip) kullanılarak en az tahribatla problem giderilir.

c) Sağlık problemleri oluşturur mu ? Tüm ısıtma sistemlerinde olduğu gibi işletme şartları aşılarak tesisata giden su sıcaklığı arttırılırsa zemin sıcaklığı odalarda istenilen maksimum 29 °C sınırını aşacaktır. Bu durum eğer uzun süreli devam ederse ayaklarda hafif şişmeler oluşabilir ve zaten hissedilebilir bir durum olduğu için kullanıcı müdahalesi gerekebilir. Ayaklarında varis olanlar daha dikkatli olmak durumundadır. Bu sistemde toz sebebiyle astım hastalarının rahatsız olmalarını gerektirecek bir durum da söz konusu değildir. Bu sebeplerle sağlık açısından herhangi bir problem olmadığı gibi özellikle romatizmal ağrıların başlıca sebeplerinden olan ayaklarda üşüme olmaması büyük bir avantajdır.

d) Yerden ısıtma radyatörlü sisteme göre pahalı mıdır ? Sistemler karşılaştırılırken aynı özelliklerdeki malzemelerin kullanılması gereklidir. Radyatör olarak panel, döküm, alüminyum tip, boru olarak çelik, ppr-c, bakır, Pe-X kullanılma durumu fiyatlarda etkili olmaktadır. Katlar arası izolasyon kullanıcı tarafından zaten kullanılması tavsiye edilmektedir. İşletme maliyetlerinin düşüklüğü ve konfor şartları da düşünülürse yerden ısıtmasız radyatörlü sistemlere göre rekabet edebilecek fiyatlara yaklaşmaktadır.

6. Yerden Soğutma

Yerden soğutma, sistem olarak aynı borulardan soğuk akışkanını (genellikle su) geçirilmesi sayesinde ortamın soğutulması şeklinde çalışır. İnsan ile geniş alanlı soğuk yüzeyler arasında enerji alışverişi daha ziyade ısıma yoluyla gerçekleşir. Bu durumda hava ceryanı meydana gelmeksizin vücut ısısı serin zemine ulaşmaktadır. Çalışma sıcaklığı olarak genellikle +15 ile +19 °C arası soğuk su gidiş geliş prensibine göre çalıştırılır. Bu sıcaklıktaki su ise ısı pompaları veya kapasite değerlerine bağlı olarak soğutma grupları ile elde edilebilir. Bu sayede zemin sıcaklığı 19 -20 °C değerlerinde tutularak Resim 9'da görüldüğü gibi toplam ısı aktarımının en az % 50'sini ısıma yoluyla gerçekleştirilmektedir.

7. Duvardan Isıtma

Döşeme alanının ortama verilmesi gereken toplam ısıyı veremeyecek derecede az olması veya hamam gibi temas edildiğinde konfor artırıcı etki oluşturması istenen durumlarda duvardan ısıtma yapılabilir. Prensip olarak yerden ısıtma ile benzer olmakla birlikte, uygulama sırasında bazı noktalara dikkat etmek gerekir. Borular yere paralel olarak ancak hafifçe yukarı yükselen bir eğimde döşenmelidir. Ayrıca yapı elemanı olarak kullanılan malzemeler daha mukavim ve yüzey tutunma direnci yüksek olmalıdır. Çatlakları engellemek için hasır örgü şeklinde malzemeler kullanılabilir. Sıva kalınlığı 30 - 40 mm olabilmektedir. Döşeme sıcaklığı 35°C olarak hesaplanabilir. Duvardan ısıtmada tasarımcıları en çok endişelendiren konu olan sistemde oluşan havanın birikerek en üst seviyede toplanmasıdır. Yapılan uygulamalarda suyun boru içerisindeki hızı 0,15 m/s değerini geçtiği durumlarda hava oluşmadığı görülmüştür.

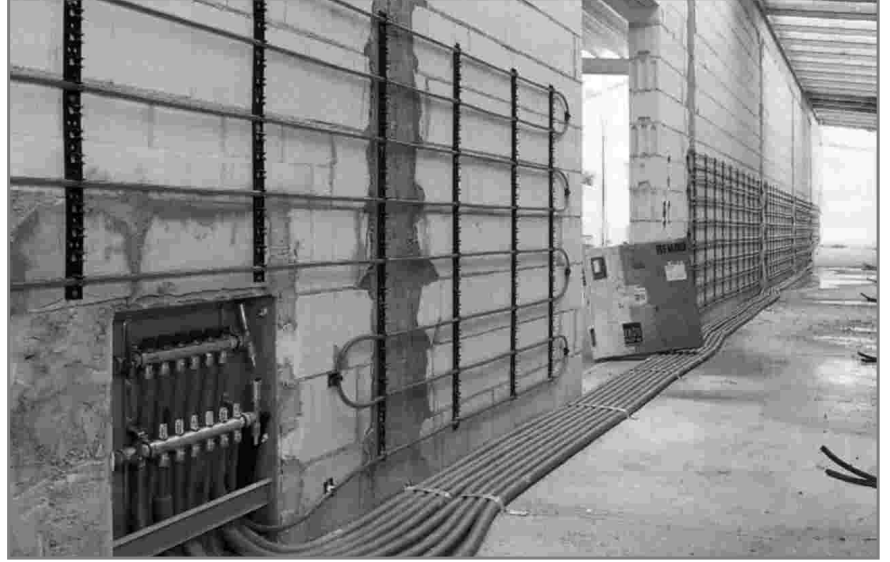
8. Tavandan Isıtma – Soğutma

Bu yöntemde borular bina imalatı yapılırken fabrikada hazırlanmış boru döşenmiş hasır çeliklerin kat betonu içerisine gömülmesi şeklindedir. Borular fabrikada döşenmeye hazır halde çelik hasırlar üzerine montajı yapılarak sevk edilirler. İnşaat hızına sevk-yatın yetişememesi durumlarında da yerinde döşeme yapılabilir.

Bina inşaatı sırasında döşenen bu borulara daha sonra kollektörler bağlanır. Yazın soğutma grubundan gelen su, kışın ısıtma kazanından gelen su ile sistem çalıştırılır. Soğuk tavan etkisi ile ortamda oluşan ısı alınır. Isıtmada ise ısı hem alt hemde üst kata dağıtılır. Sistemde en üst katın tavanına da döşeme yapılarak sistem tamamlanır.

9. Elektrikli Yerden Isıtma

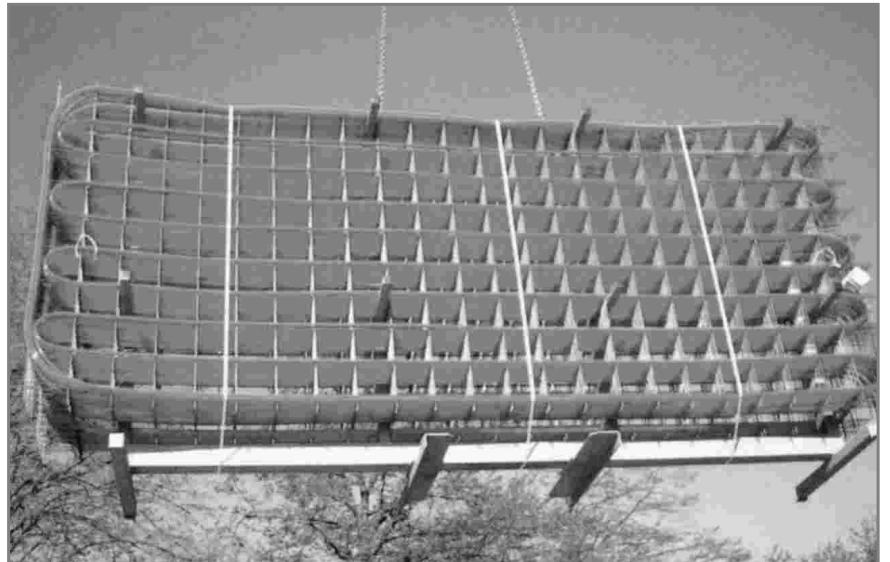
Yerden ısıtma büyük bir çoğunlukla borular içerisinden geçirilen akışkanın enerjisini ortama aktarmaksız şeklinde olmaktadır. Yeni sayılabilecek gelişmelerden bir tanesi de yerden ısıtmanın elektrikle yapılabilmesidir. Özel elektrik kabloları ve ayar termostatları kullanarak çalıştırılan sistemin temel prensibi kablolardan geçen akımın oluşturduğu ısıyı döşemeye aktarılmasıdır. Donma gibi bir riski olmaması en büyük avantajıdır. Ancak



Resim 10. Duvardan ısıtma uygulaması.



Resim 11. Tavandan ısıtma ve soğutma sisteminde borular inşaat yapımı sırasında döşenmektedir.



Resim 12. Borular fabrikada döşenmeye hazır hale getirilerek sevk edilir.

ülkemizde olduğu gibi elektrik fiyatlarının yüksek olduğu yerlerde maliyetleri yüksek olmakla birlikte merdiven, otopark girişi, mağaza ve apartman girişleri, kaldırımlar gibi yerlerde kullanılması oldukça uygundur.

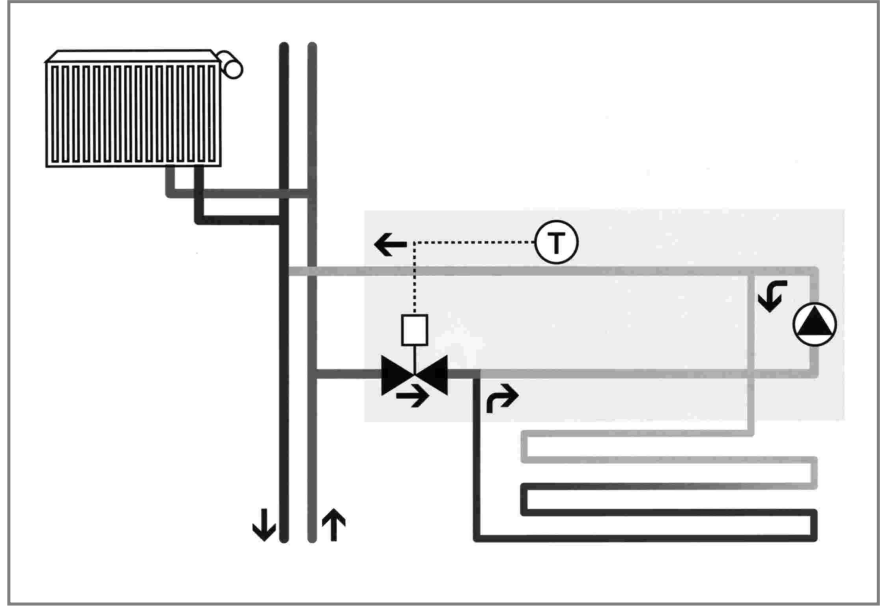
10. Teknolojik Gelişmelerle Uyumu

Günümüzde enerji tasarrufu bütün gelişmiş ülkeler tarafından desteklenmekte ve yeni tasarruflu sistemler kullanılmaya başlanmaktadır. Güneş enerjisi, jeotermal enerji, toprak veya su kaynaklı ısı pompaları, yoğunlaşmış düşük sıcaklık kazanları gibi uygulamaların kullanım alanları artmaktadır. Bu teknolojilerin en büyük ortak özellikleri ısıtma sırasında düşük sıcaklık, sürekli rejim ile daha yüksek verim verebilmeleridir. Bu gibi teknolojilerden elde edilen düşük sıcaklıktaki enerji en verimli şekilde yerden ısıtma sistemi ile mahallerde kullanılabilir.

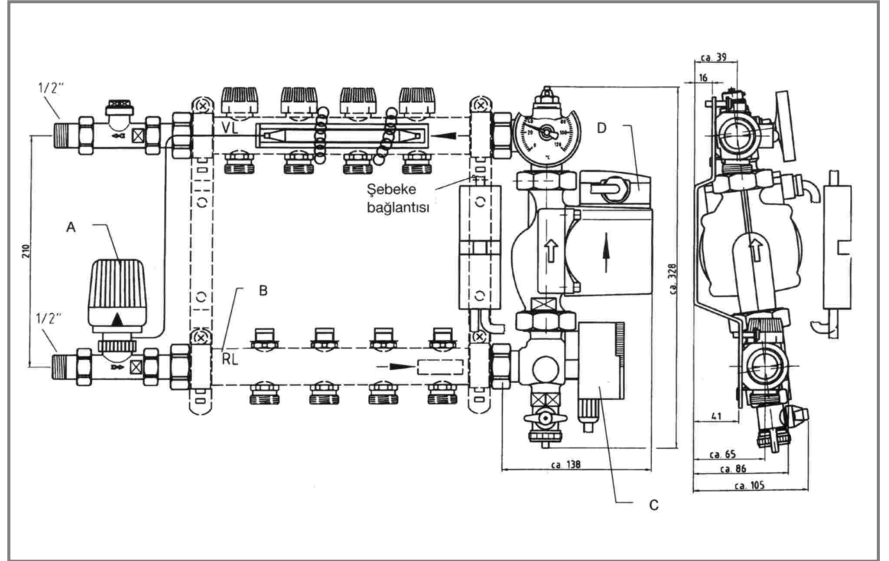
11. Proje ve Uygulamada Dikkat Edilmesi Gerekenler

Boru uzunlukları mümkün olduğu kadar eşit seçilmeli ve ortalama 80 ile 100 metre civarında döşeme yapılmalıdır. Böylece ortalama basınç kaybı 1,5 mSS olacaktır. Proje üzerinde boru döşeme aralıkları (modülasyon) ve kolektörden çıkan borunun döşeme uzunluğu belirtilmelidir. Büyük ve izolasyonu çok iyi mahallerde döşeme alanını sadece bir kısmı yeterli olabilir ancak eşit sıcaklık dağılımlarını sağlamak üzere geniş aralıklarla da olsa tüm döşemeye boru yerleştirilmelidir. Mümkünse dış cephelere bakan kısımlar ayrı birer hattan ve daha sık olarak döşenmelidir. Isıtma devresinde gidiş suyunu ayarlamak için üç yollu veya dört yollu karışım vanaları kullanılmalıdır. Yalıtım malzemesi serilecek mahal aynı kotta ve temiz olmalıdır. Aksi halde şap sırasında verilecek kot seviyesi dengesiz ısınmalara yol açacaktır. Borular özellikle dönüş noktalarında kırılma yapmayacak şekilde döşenmelidir. Kolektör bağlantılarında, eşik, merdiven veya basamak köşelerinde muhafaza spirali kullanılmalıdır. Dilatasyonlarda mümkünse geçirilmemelidir, mecbur kalırsa kılıf kullanılmalıdır. Şap atılırken boru ile şap arasında hava boşluğu kalmamalıdır. Elenmiş kum, su, çimento ve istenirse; ısı geçişini arttıran, betonun çabuk sertleşmesini sağlayan, şapın kırılmamasını sağlayan çeşitli katkı maddeleri karıştırılarak elde edilen 300 dozajlı şap ile kaplama işlemi yapılabilir.

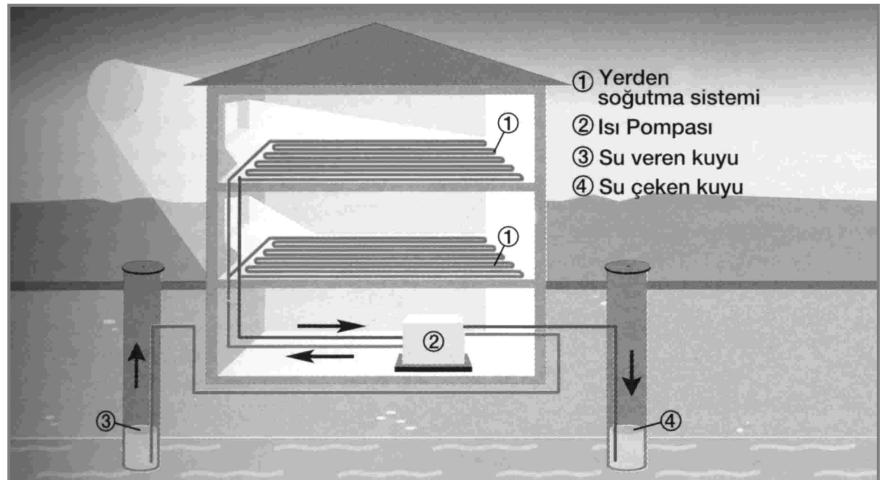
Diğer yandan yerden ısıtmada hesaplara esas olacak sıcaklıklar Tablo 1’de, uygulama örnekleri ise Şekil 16,17,18,19,20,21’de verilmiştir.



Resim 13. Radyotörlü sistem ve yerden ısıtmanın aynı kolona bağlanarak çalıştırılması.



Resim 14. Karışım kontrollü yerden ısıtma kolektörü.



Resim 15. Gelişen teknoloji ürünlerinden olan su kaynaklı ısı pompası ile yerden soğutma uygulaması.

Tablo 1. Yerden ıstıtmada mahal besap sıcaklığı ve müsaade edilebilir döşeme sıcaklıkları.

MAHAL ADI	DÖŞEMEDEN ISITMA			KLASİK SİSTEM	
	Ta (C)	Eşdeğer Tk (C)	Maksimum Tp (C)	Ta (C) (TS2164' göre)	Tk (C)
1. KONUTLAR					
-Oturma odası (salon)	+ 18	+ 22	+ 26	+ 22	+ 19
-Yatak odası	+ 17	+ 20	+ 29	+ 20	+ 17
-Antre, koridor	+ 17	+ 21	+ 29	+ 18	+ 16
-Hela, mutfak	+ 17	+ 20	+ 29	+ 18	+ 16
-Banyo	+ 20	+ 23	+ 29	+ 26	+ 23
-Merdiven (1)	+ 10	+ 10	+ 29	+ 10	+ 7
2. İŞ VE İDARE BİNALARI					
-Dükkan	+ 18	+ 20	+ 29	+ 20	+ 17
-Lokanta, otel, pansiyon odası	+ 18	+ 20	+ 29	+ 20	+ 18
-Bekleme odası	+ 18	+ 20	+ 29	+ 20	+ 17
-Koridor, hela	+ 16	+ 19	+ 29	+ 15	+ 13
-Toplantı salonu	+ 18	+ 20	+ 29	+ 20	+ 18
-Büro hacimleri	+ 19	+ 21	+ 26	+ 22	+ 19
-Arşiv hacimleri	+ 16	+ 18	+ 26	+ 15	+ 13
-Merdiven	+ 10	+ 10	+ 29	+ 10	+ 7
3. OKULLAR					
-Derslikler	+ 18	+ 20	+ 26	+ 20	+ 17
-Laboratuvar, atelye	+ 17	+ 20	+ 29	+ 18	+ 15
-Teneffüs salonları, helalar	+ 15	+ 17	+ 29	+ 10 + 15	+ 7 + 13
-Spor salonu	+ 17	+ 19	+ 26	+ 15	+ 13
-Konferans salonu	+ 17	+ 20	+ 29	+ 18	+ 16
-Öğretmen odası	+ 18	+ 21	+ 26	+ 20	+ 18
-Revir	+ 18	+ 21	+ 29	+ 24	+ 22
-Duş ve giyinme odaları	+ 21	+ 23	+ 26	+ 26	+ 23
-Kreş odaları	+ 18	+ 21	+ 25	+ -	+ -
-Oyun odaları	+ 18	+ 20	+ 25	+ -	+ -
4. HASTANE YAPILARI					
-Hasta odası	+ 18	+ 20	+ 25	+ 20	+ 18
-Banyo, duş, ameliyat odası (2)	+ 18	+ 20	+ 25	+ 20	+ 18
-Eczane, laboratuvar hacimleri	+ 18	+ 20	+ 25	+ 20	+ 17
-Merdiven, koridor, bekleme salonu, helalar	+ 16	+ 18	+ 29	+ 20	+ 17
5. CEZA VE TUTUKEVİ					
-Odalar	+ 18	+ 20	+ 26	+ 20	+ 18
-Hafif iş atelyesi ve montaj yeri	+ 16	+ 18	+ 26	+ 18	+ 15
-Banyo, duş, soyunma hacimleri	+ 20	+ 23	+ 26	+ 26	+ 23
-Hela	+ 15	+ 18	+ 29	+ 15	+ 13
6. FABRİKA YAPILARI					
-Ağır iş atelyesi ve montaj yeri	+ 15	+ 17	+ 26	+ 15	+ 12
-Hafif iş atelyesi	+ 17	+ 19	+ 29	+ 18	+ 16
-Kadın işçilerin çalıştığı örgü, biçki, dikiş yerleri	+ 18	+ 20	+ 26	+ 20	+ 18
7. ÇEŞİTLİ YERLER					
-Cami	+ 16	+ 17	+ 26	+ 15	+ 13
-Sergi evleri	+ 15	+ 17	+ 26	+ 15	+ 13
-Sinema, tiyatro solanları	+ 16	+ 18	+ 26	+ 18	+ 16
-Garajlar	+ 10	+ 12	+ 26	+ 10	+ 7
-Ahır ve ağıl	+ 12	+ 14	+ 25	+ 12	+ 9
-Yüzme havuzu					
-Bekleme salonu	+ 18	+ 21	+ 29	+ 18	+ 16
-Havuz çevresi	+ 21	+ 23	+ 26	+ 22 + 25	+ 20 + 23
-Soyunma, giyinme odaları	+ 19	+ 22	+ 26	+ 22	+ 20
-Duş hacmi ve geçişleri	+ 19	+ 22	+ 26	+ 20	+ 20
-Merdivenler	+ 18	+ 20	+ 26	+ 18	+ 16
-Hamam (3)	+ 23	+ 25	+ 26	+ 25	+ 23
-Jimnastik salonu	+ 16	+ 18	+ 26	+ 18	+ 15
-Lokanta	+ 17	+ 19	+ 29	+ 18	+ 16
-Kütüphane	+ 18	+ 20	+ 26	+ 20	+ 18
-Seralar (4)					
-Normal bitkiler	+ 14	+ 15	+ 22	+ 15	+ 14
-Sıcak iklim bitkileri	+ 22	+ 25	+ 24	+ 15	+ 23

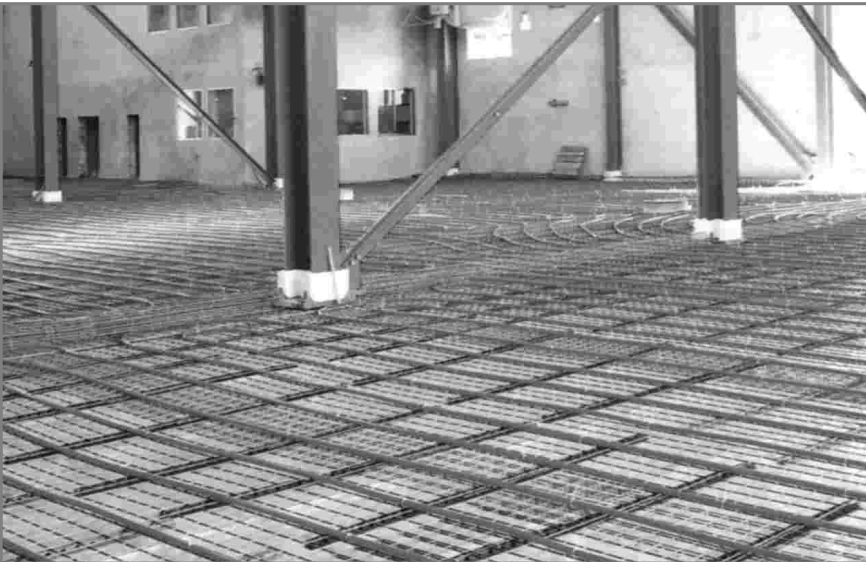
- (1) - Yerden ısıtma bu gibi yerlerde merdiven sahanlıklarında ve gerekirse duvarda yapılır.
- (2) - Aktif röntgen çekimi yapılan odalarda veya yoğun ışın tedavi odalarında radyasyonun suyu etkilememesi için yerden ısıtma dahil, sıcak sulu ısıtma yapılmamalıdır.
- (3) - Konforu artırmak için göbektaşı ve duvarlardan da panel ısıtması yapılır.
- (4) - Yerden ısıtma seçiminde bitki türüne dikkat edilmelidir.



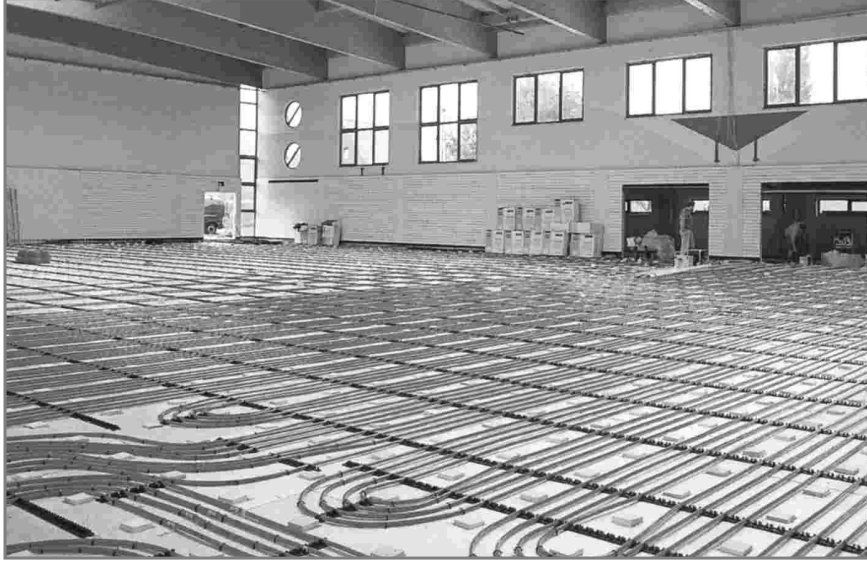
Resim 16. Almanya Leverkusen stadındaki uygulama.



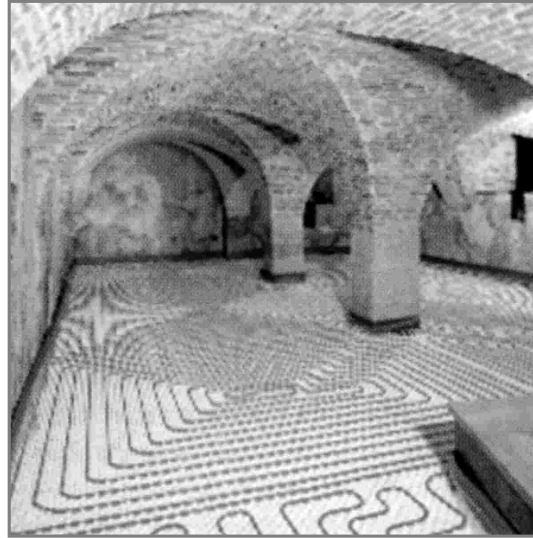
Resim 17. Açık alan kar eritme amaçlı yerden ısıtma sistemi.



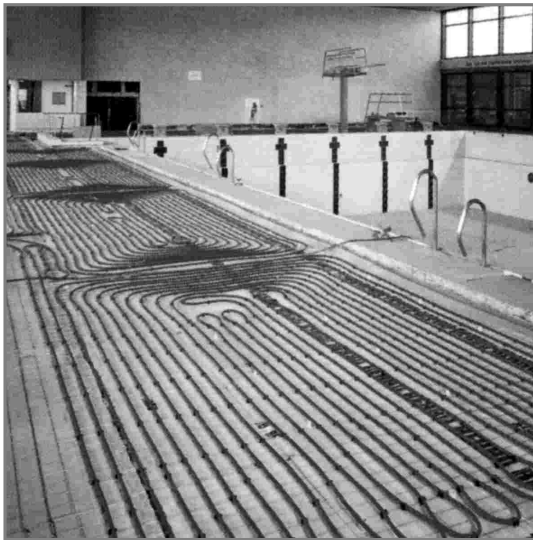
Resim 18. Fabrika alan ısıtması.



Resim 19. Spor salonunda yapılan bir uygulama



Resim 20. Restorant ısıtması için yapılan bir uygulama



Resim 21. Yüzme havuzunda kenar ısıtması uygulaması

13. İlgili Standartlar

- 1) DIN 4725 : Yerden Isıtma.
- 2) DIN 4726 : Termoplastik Borular.
- 3) DIN 16892 : Pe-X Borular.
- 4) TS 10762 : Çapraz bağlı Polietilenden İmal Edilen Plastik Borular.
- 5) TS 11260 : Döşemeden ısıtma terimleri ve tarifler.
- 6) TS 11261 : Döşemeden ısıtma projelendirme esasları.

14. Kaynaklar

- 1) Herrmann, H. 2004, Yerden Isıtma Sistemleri, TTMD Ankara Bölge Seminer Notları.
- 2) Şahin, G. 2004, Yerden Isıtma Sistemleri, TTMD Ankara Bölge Seminer Notları.
- 3) Recknagel, Isıtma ve Klima El Kitabı, Oldenburg Verlag (TTMD yayını), 1998 edition.
- 4) Kılış, B.,1990, Yerden Isıtma Sistemleri Teori, Tasarım ve Uygulama Esasları.
- 5) Rehau Yerden Isıtma Sistem Tamamlayıcılar Teknik Bilgi Kataloğu.
- 6) TS 10762 Mart 1993, Çapraz Bağlı Polietilen (Pe-X) 'den İmal edilen Plastik Borular.

Yazarlar,

Gültekin Şabin,

1973 yılında Ankara'da doğdu. 1990 Yenimahalle Elektrik Teknik Lisesi'ni bitirdi. 1994 yılında Hacettepe Üniversitesi Zonguldak Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1994-1996 yıllarında ODTÜ ve Gazi Üniversitesinde Yüksek Lisans dersleri aldı. 1996 - 1997 yıllarında plakalı eşanjör ithalat - satış ile ilgili bir firmada çalıştıktan sonra 1997 yılında Gentem Mühendislik Firması'nı kurdu. Yerden ısıtma ağırlıklı olmak üzere ısıtma sistemleri taahhüt ve satış işlerinde faaliyet göstermektedir. İngilizce bilen Gültekin Şabin, evli ve bir çocuk babasıdır.

Doğan Varol,

1972 yılında Yozgat'da doğdu. 1989 Bilecik Lisesi'ni bitirdi. 1994 yılında Hacettepe Üniversitesi Zonguldak Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 1995 - 1997 yıllarında ısıtma soğutma ile ilgili sektörde çalıştıktan sonra 1997 yılında Gentem Mühendislik Firması'nı kurdu. Yerden ısıtma ağırlıklı olmak üzere ısıtma sistemleri taahhüt ve satış işlerinde faaliyet göstermektedir.