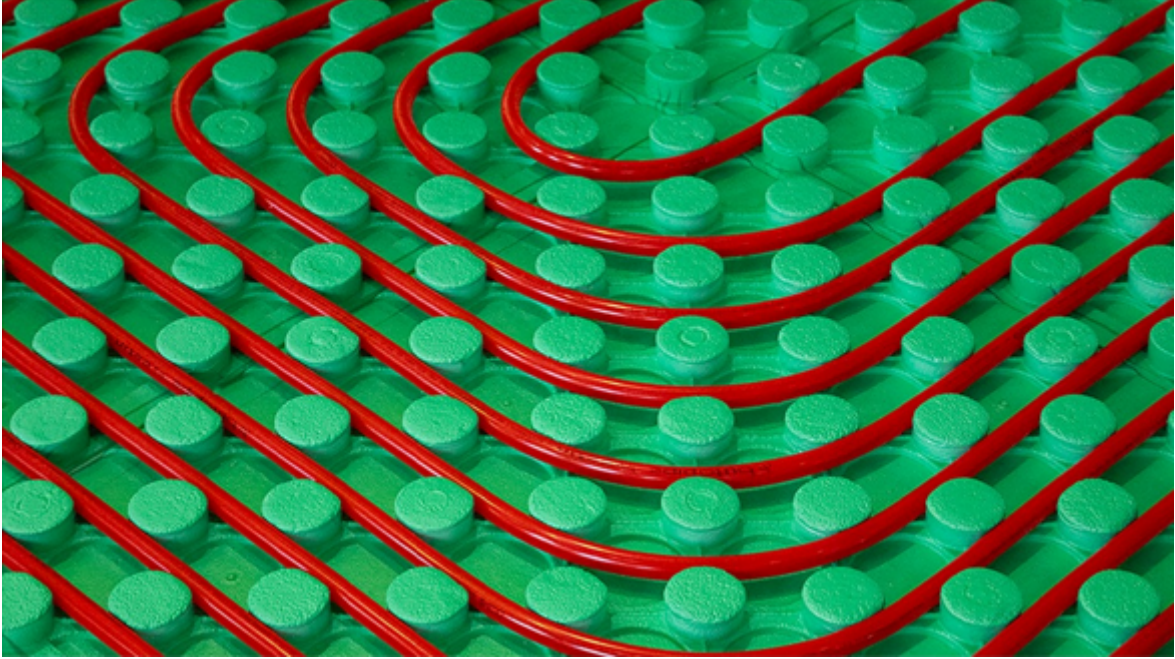


Zeminden Isıtma Tesisatlarında Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri

Buğra Çetin
Makine Yüksek Mühendisi
bugracetin@cetingrup.com.tr
Çetin Grup Enerji
Eylül 2025



Çetin Grup Enerji, yıllardır edindiği mühendislik tecrübesi ve saha deneyimiyle zeminden ısıtma sistemlerinde yüksek teknolojiye dayalı, güvenilir çözümler sunmaktadır. Zeminden ısıtma, yalnızca konforlu ve homojen ısı dağılımı sağlamakla kalmaz; aynı zamanda enerji verimliliği ve sürdürülebilirlik açısından da modern binaların en uygun çözümlerinden biridir. Ancak bu sistemlerin başarısı, doğrudan kullanılan malzemelerin kalitesi ve uluslararası standartlara uygunluğuna bağlıdır.

Çetin Zeminden Isıtma sistemlerinde kullanılan tüm malzemeler, TS EN 1264 ve ISO EN 11855 standartlarına tam uyum göstermektedir. Isı kayıplarını önleyen yüksek yoğunluklu EPS modülasyon panelleri, uzun ömürlü ve güvenli kullanım için en yüksek basma mukavemetine sahiptir. Sıcak suyun dolaşımını sağlayan PE-RT esaslı oksijen bariyerli borular, yüksek sıcaklık dayanımı (70–95°C), esneklik ve korozyona karşı direnç özellikleriyle öne çıkar. Bu borular, ISO 22391 standartlarının öngördüğü testlerden başarıyla geçerek güvenilirliğini kanıtlamaktadır. Tüm malzemeler, uzun ömürlü kullanım ve yüksek enerji verimliliği hedefleriyle bir bütün olarak tasarlanmıştır.

Çetin Grup, yalnızca malzeme tedarikiyle değil, aynı zamanda projelendirme, teknik danışmanlık, herkese açık ve ücretsiz hesaplama modülü (butosoft.com) ile sektöre destek vermektedir. Bu yaklaşım, yatırımcılara ve uygulayıcılara en doğru çözümleri sunmayı, projelerin standartlara uygun şekilde tasarlanmasını ve yüksek verimlilik hedeflerinin gerçekleştirilmesini mümkün kılmaktadır.



1. Zeminden Isıtma ve Tesisatlarında Kullanılan Başlıca Malzemeler

Zeminden ısıtma sistemlerinin performansı ve uzun ömürlülüğü, kullanılan malzemelerin kalitesine doğrudan bağlıdır. Bu sistemlerde temel olarak ısı kayıplarını önlemek için yüksek yoğunluklu EPS modülasyon panelleri, sıcak suyun homojen dolaşımını sağlayan PE-RT veya PEX esaslı, oksijen bariyerli borular, akışın dengelenmesi için kollektör ve vana grupları, ayrıca uygulamayı tamamlayan kenar izolasyon bantları ve montaj aparatları kullanılır.

Panellerin yoğunluğu, boruların oksijen geçirgenliği ve kollektör malzemesinin dayanıklılığı gibi teknik detaylar, sistemin verimliliğini belirleyen kritik faktörlerdir. Türkiye’de yapılan uygulamalarda en sık görülen hatalar ise düşük yoğunluklu ve folyosuz modülasyon panellerinin (strafor), oksijen bariyersiz boruların ve kalitesiz bağlantı elemanlarının tercih edilmesidir; bu durumlar hem enerji kayıplarına hem de sistem ömrünün kısalmasına yol açmaktadır. Şap altında telafisi mümkün olmayan hatalara yol açmaktadır.

Tüm bu malzeme seçimleri ve uygulamalarında uluslararası standartlara uyum hayati önem taşır. Özellikle TS EN 1264 standardı, zeminden ısıtma sistemlerinin ısı performansını, tasarımı ve test koşullarını tanımlarken; ISO EN 11855 standardı, düşük sıcaklıklı yüzeyden ısıtma ve soğutma sistemlerinin çevresel tasarım ilkelerini ortaya koyar. Bu standartların dikkate alınması, sistemlerin hem enerji verimliliğini hem de kullanıcı güvenliğini garanti altına alır.



2. Malzemeler

2.1 EPS Modülasyon Panelleri

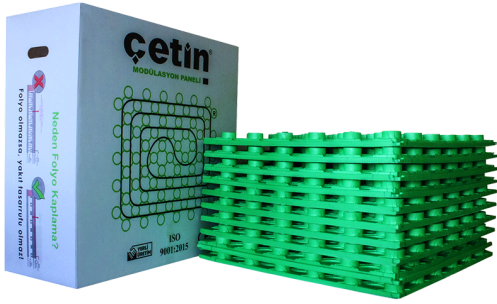
Genleştirilebilir Polistiren (EPS), polistiren boncukların ısı ve üfleme maddesi (çoğunlukla pentan) ile geniştirilmesi ve kaynaştırılması ile elde edilen, hafif, sert ve kapalı hücre yapısına sahip termoplastik bir köpük malzemedir. Üretim süreci üç temel aşamadan oluşur: ön genişleme, yaşlandırma ve stabilizasyon ile kalıplama/şekillendirme. Ön genişleme aşamasında boncuklar buharla ısıtılarak hacimleri yaklaşık 50 kata kadar artırılır. Ardından yaşlandırma ve stabilizasyon sürecinde hücre içindeki üfleme gazı kademeli olarak yerini havaya bırakır, böylece boncuklar hem mekanik hem de termal olarak dengelenir. Son aşamada ise genişmiş boncuklar kalıplara yerleştirilir, ısı ve basınç altında kaynaşarak blok, panel veya belirli geometriye sahip ürünler haline getirilir. EPS, düşük ısı iletkenlik katsayısı ($\lambda \approx 0,035-0,040 \text{ W/mK}$), hafifliği ve darbe direnci sayesinde ambalaj endüstrisinde, bina yalıtımında ve zeminden ısıtma panellerinde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Malzemenin yapısal temelini oluşturan polistiren, stiren monomerlerinin polimerizasyonu ile ortaya çıkar. Bu süreçte stirenin vinil grubundaki çift bağ kırılır, monomerler birbirine eklenir ve fenil grupları taşıyan doğrusal zincirli bir polimer yapı oluşur. Tekrar eden bu yapı birimleri, polistirene özgü rijitlik, düşük yoğunluk ve termoplastik özellikleri kazandırır. Dolayısıyla EPS, yalnızca üretim teknolojisi açısından değil, aynı zamanda polimer biliminin temel prensiplerini somutlaştıran bir malzeme olarak da önem taşır.



Geniştirilmiş Polistiren (EPS) yalıtım malzemelerinin yerden ısıtma sistemlerine entegrasyonu, polimer teknolojisindeki gelişmeler ve enerji tasarruflu bina çözümlerine yönelik artan talep nedeniyle 20. yüzyılın ortalarından bu yana önemli ölçüde gelişmiştir.

EPS, ilk olarak 1950'de Almanya'da IG Farbenindustrie AG mühendisleri tarafından geliştirilmiş, polistiren granüllerinin pentan ile köpürtülerek hacimlerinin 20–50 katına kadar genişletilmesiyle üretilen hafif ve yüksek ısı yalıtımına sahip bir malzeme olmuştur [1]. 1954'te bina yalıtımında kullanılmaya başlayan EPS, kapalı hücreli yapısı sayesinde kısa sürede zeminden ısıtma sistemlerinde de tercih edilmeye başlanmıştır. 1960'lar ve 1970'lerde artan uygulamalar, 1980'ler ve 1990'larda ise boru kanalları ve olukları hazır kesilmiş paneller gibi yeniliklerle devam etmiştir. 21. yüzyılda geliştirilen grafit katkılı gri EPS, geleneksel beyaz EPS'ye kıyasla daha üstün ısı yalıtımı sağlamış, modern paneller ise yansıtıcı yüzeylerle desteklenerek verimliliklerini artırmıştır [2].



Çetin EPS Modülasyon Paneli

EPS (Genleştirilebilir Polistiren), kapalı hücreli yapısı sayesinde yüksek ısı yalıtım verimliliği sağlayarak enerji kayıplarını en aza indirir ve ısıtma sistemlerinin performansını artırır. Hafifliği sayesinde taşınması, kesilmesi ve montajı kolaydır; aynı zamanda maliyet açısından verimli bir çözüm sunar. Nem direnci ile küf oluşumunu engeller ve uzun vadede yalıtım özelliklerini korur. Yüksek basınç dayanımı sayesinde döşeme ve mobilya yükleri altında şekil değiştirmez, sistem bütünlüğünü korur. Ayrıca kolayca özelleştirilebilir olması, önceden kesilmiş boru kanallarıyla hızlı montaj imkânı sağlar. Çevresel faydaları arasında geri dönüştürülebilir olması ve enerji tasarrufu yoluyla karbon ayak izini azaltması yer alır. Çeşitli döşeme tipleriyle uyumluluğu (karo, laminant, parke vb.) ve bina yönetmeliklerine uygunluğu da EPS'yi hem konut hem de ticari yerden ısıtma uygulamaları için güvenilir ve çok yönlü bir yalıtım malzemesi haline getirmektedir.

EPS Modülasyon Panellerinin Önemli Teknik Özellikleri

Property Özellik	Typical Value Değer	Standards / Notes Standartlar / Notlar
Material Core Ana Hammadde	Expanded Polystyrene (EPS) Genleştirilmiş Polistiren (EPS)	EN 13163, compliant insulation material EN 13163-uyumlu yalıtım malzemesi
Surface Finish Yüzey Kaplama	PE , PS , PPR or similar folio PE , PS , PPR veya benzeri folyo	EN 1264-4, protective film surface EN 1264-4, koruyucu film yüzeyi
Thermal Conductivity (λ value) Termal İletkenlik (λ değeri)	≤ 0.035 W/m·K	EN 12667 / EN 1264-5, thermal resistance calculation EN 12667 / EN 1264-5, ısı direnç hesaplaması
Compressive Strength Basma Dayanımı	≥ 200 kPa	EN 826 / EN 1264-4, deformation under load EN 826 / EN 1264-4, yük altında deformasyon
Density Yoğunluk	30–40 kg/m ³	As required for Class A/B insulation panels A/B sınıfı yalıtım panelleri için gerektiği gibi
Pipe Groove Spacing Boru Yiv Aralığı	150 mm or 200 mm	EN 1264-2, required for hydraulic performance design EN 1264-2, hidrolik performans tasarımı için gerekli
Pipe Compatibility Boru Uygunluğu	Ø16 mm – Ø20 mm PE-RT / PEX / MLCP	Compatible with EN 1264-2 spacing tolerances EN 1264-2 aralık toleransları ile uyumlu
Water and Moisture Absorption Su ve Nem Emilimi	< 2% (by volume) <%2 (hacimce)	EN 12087, moisture resistance EN 12087, nem direnci
Fire Classification Yangın Sınıflandırması	E (standard EPS) / Optional B1-B2 E (standart EPS) / İsteğe bağlı B1-B2	EN 13501-1, reaction to fire EN 13501-1, yangına tepki
Panel Thickness (without film) Panel Kalınlığı (filmsiz)	20 mm – 50 mm	Based on required thermal resistance per EN 1264-4 EN 1264-4 uyarınca gerekli ısı dirence göre
Film Thickness Film Kalınlığı	~50–100 μ m (microns)	PE / PS / PP-R laminated protective surface PE / PS / PP-R lamine edilmiş koruyucu yüzey
Declared Thermal Resistance (R λ ,B) Beyan Edilen Termal Direnç (R λ ,B)	0.57–1.43 m ² ·K/W (varies by thickness) 0,57-1,43 m ² ·K/W (kalınlığa göre değişir)	EN 1264-4, based on EPS class and panel thickness EN 1264-4, EPS sınıfı ve panel kalınlığına göre
Thermal Output Influence (ΔU) Termal Çıktı Etkisi (ΔU)	< 0.1 W/m ² ·K	EN 1264-2, resistance must not significantly reduce heat output EN 1264-2, direnç ısı çıkışını önemli ölçüde azaltmamalıdır
System Classification Sistem Sınıflandırması	Suitable for Classes A, B, or C (based on R-value) A, B veya C Sınıfları için uygundur (R-değerine göre)	EN 1264-4 Annex A, for insulated floor assemblies EN 1264-4 Ek A, yalıtımlı zemin montajları için
Recyclability Geri Dönüştürülebilirlik	100% recyclable (EPS core) %100 geri dönüştürülebilir (EPS)	Film recyclability may vary by type Filmin geri dönüştürülebilirliği türe göre değişebilir
Service Temperature Range Hizmet Sıcaklık Aralığı	–50°C / +75°C	EPS application range EPS uygulama aralığı

2.2 Polietilen (PE) Temelli Katmanlı Borular

PE esaslı borular (özellikle PE-RT ve PE-X), zeminden ısıtma sistemlerinde yüksek sıcaklık ve basınca karşı gösterdikleri direnç nedeniyle yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu malzemeler, 70–95°C aralığındaki çalışma sıcaklıklarına dayanacak şekilde tasarlanmış olup, sıcak suyun sürekli sirkülasyonunu güvenli şekilde sağlar. Esnek yapıları, kurulum sırasında kolay bükülmelerine imkân verir, bu sayede daha az ek parça ve bağlantı noktası gerektirir; bu durum hem montaj süresini kısaltır hem de maliyet avantajı sağlar. Metal esaslı borulara kıyasla korozyon ve kimyasal bozulmaya karşı dirençli olmaları, sistem ömrünü uzatan en önemli faktörlerden biridir.

Özellikle çok katmanlı tasarımlarda (örneğin EVOH veya alüminyum tabakalı), yüksek basınç dayanımı, çatlama direnci ve boyutsal stabilite elde edilir. Bu katmanlardan EVOH oksijen bariyeri, sistemdeki kolektör ve kazan gibi metal ekipmanlarda korozyona yol açabilecek oksijen difüzyonunu engeller. Ayrıca PE-RT ve PE-X borular, tekrarlayan termal döngüler altında bile uzun yıllar boyunca mekanik özelliklerini korur, bu da onları dayanıklı ve sürdürülebilir bir çözüm haline getirir.

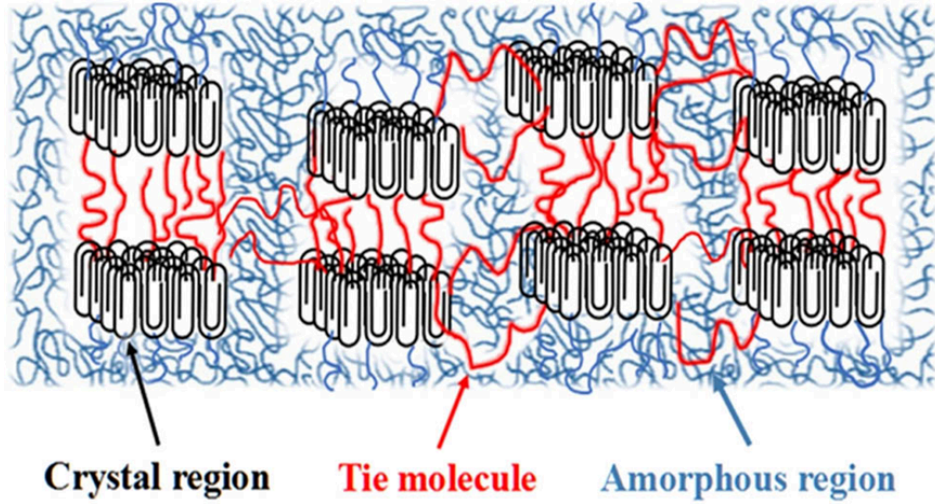
Tüm bu özellikleriyle PE bazlı borular, uluslararası standartlarda da tanımlanmıştır: ISO 22391 (PE-RT borular – sıcak ve soğuk su tesisatı için), ISO 15875 / DIN 16892-93 (PE-X borular – çapraz bağlı polietilen), ayrıca DIN 4726 (oksijen geçirimsiz borular için difüzyon katsayısı sınırı) bu malzemelerin performans ve güvenilirlik kriterlerini ortaya koyar. Dolayısıyla PE esaslı borular, hem teknik dayanıklılık hem de standartlara uygunluk açısından zeminden ısıtma uygulamalarında en güvenilir seçeneklerden biri konumundadır.



PE-RT Nedir?

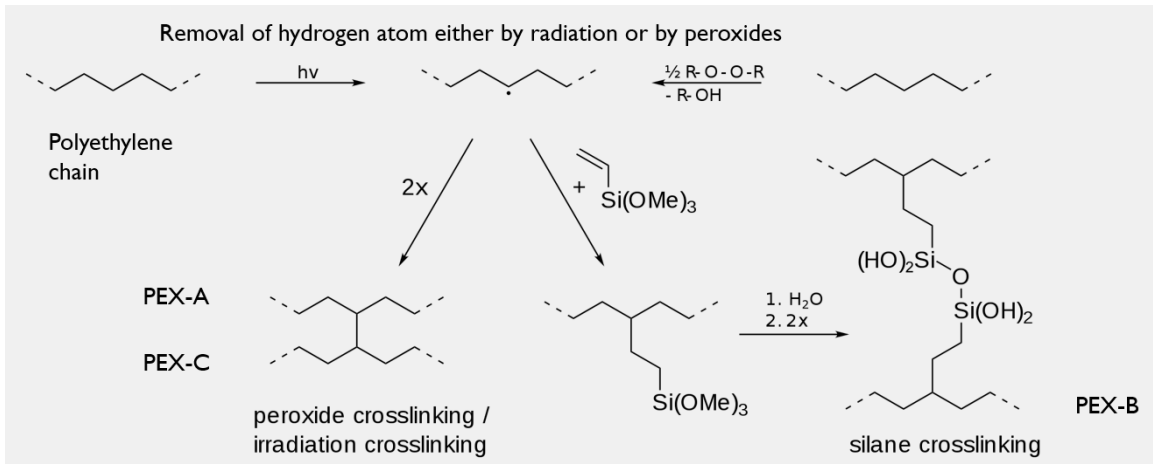
PE-RT, Yükseltmiş Sıcaklık Dirençli Polietilen anlamına gelir. Moleküler mimarinin, yüksek veya yükseltmiş sıcaklıklarda (RT) çalışmaya izin vermek için yeterli sayıda bağ zincirinin dahil edileceği şekilde tasarlandığı bir polietilen (PE) reçinesidir. Banyo tesisleri için sıhhi tesisat boruları gibi ev içinde kullanılır, mutfakta içme suyu ve duşlarda ve banyolarda sıcak ve soğuk su sağlar, taşınabilir su dağıtımı için avantaj ve güvenlik sağlar.

PE-RT, etilen monomeri ve 1-okten monomeri ile kopolimerize edilerek daha yüksek dallanma derecesine sahip, dalda 6 karbon atomu içeren daha uzun dallı bir olefin monomeri oluşturulur. Bağ zincirleri polimerdeki kristal yapıları birbirine “bağlayarak” yüksek sıcaklık mukavemeti ve performansı, kimyasal direnç ve yavaş çatlak büyümesine karşı direnç gibi gelişmiş özellikler sağlar.



PE-X Nedir?

PE-X, domestik boru sistemlerinde yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. PE-X çapraz bağlı polietilen anlamına gelir. PE-X'in 3 türü vardır. Bunlar peroksit çapraz bağlama PEX-A, silan çapraz bağlama PEX-B ve ışınlama çapraz bağlama PEX-C'dir. Peroksit, silan ve ışınlama çapraz bağlama gösterilmiştir. Her bir yöntemde, bir hidrojen atomu polietilen zincirinden (üst ortada) ya radyasyon ($h\nu$) ya da peroksitler ($R-O-O-R$) yoluyla çıkarılarak bir radikal oluşturulur. Ardından, iki radikal zincir ya doğrudan (sol altta) ya da silan bileşikleri aracılığıyla dolaylı olarak (sağ altta) çapraz bağlanabilir.



[4]

PE-X borularının özellikleri üretim yöntemine göre değişir. En esnek ve en yüksek çapraz bağlanma oranına sahip PE-Xa (%75), onarılabiliirliği ile öne çıkar fakat en pahalı seçenektir. PE-Xb (%65), en yüksek patlama basıncı ve kimyasal direnci sunar ancak daha serttir ve bobin hafızası belirgindir. PE-Xc (%60) ise çevre dostu üretimiyle avantajlıdır; fakat daha az homojen çapraz bağlanma ve bükülmelere karşı düşük direnç dezavantajına sahiptir.

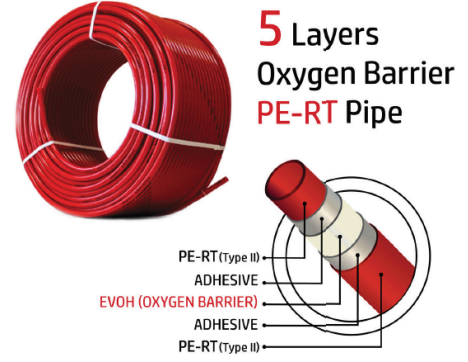
Zeminden Isıtma Çözümlerinde Yaygın Olarak Kullanılan Çok Katmanlı PE Esaslı Borular

3 Katmanlı Borular

1. PE-RT veya PE-X
2. Yapıştırıcı
3. EVOH (Oksijen Bariyeri)

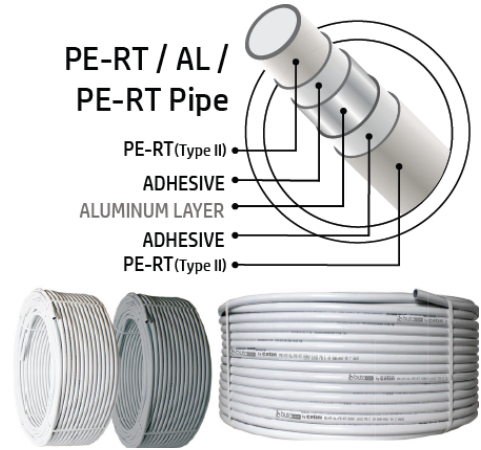
5 Katmanlı EVOH içeren Borular

1. PE-RT veya PE-X
2. Yapıştırıcı
3. EVOH (Oksijen Bariyeri)
4. Yapıştırıcı
5. PE-RT veya PE-X



5 Katmanlı Alüminyum içeren Borular

1. PE-RT veya PE-X
2. Yapıştırıcı
3. Alüminyum
4. Yapıştırıcı
5. PE-RT veya PE-X



PE-X borular genellikle yüksek sıcaklığa dayanıklılıkları için seçilirken, VOC emisyonları, kimyasal sızıntı ve geri dönüşüm sınırlamalarının çevre ve sağlık üzerindeki etkileri onları yerden ısıtma sistemleri için daha az ideal hale getirmektedir. Öte yandan PE-RT borular, çapraz bağlama işlemi olmadan karşılaştırılabilir termal performans sunarak zararlı katkı maddelerini ortadan kaldırır ve daha güvenli, daha temiz su sirkülasyonunu teşvik eder. Ayrıca, PE-RT'nin geri dönüştürülebilirliği sürdürülebilir inşaat uygulamalarıyla uyumludur ve verimliliği, sağlığı ve çevresel sorumluluğu ön planda tutan modern yerden ısıtma sistemleri için tercih edilen bir seçimidir.

Aynı zamanda zeminden ısıtma sistemlerinde kullanılan borulardaki bir diğer kritik nokta, yeni gelişen teknolojilerle oksijen bariyerinin (EVOH) orta katmanda korumaya alındığı beş katmanlı boruların tercih edilmesi uygundur.



3. Kollektörler

Zeminden ısıtma sistemlerinde kollektörler, sistemin kalbi niteliğinde olup sıcak suyun farklı devrelere eşit ve dengeli biçimde dağıtılmasını sağlar. Isıtılan su, kazan veya ısı pompasından kollektöre ulaşır ve buradan her bir devreye dağıtılır. Aynı şekilde devrelerden dönen su da kollektörde toplanarak tekrar ısı kaynağına gönderilir. Bu sayede hem ısı sirkülasyonu düzenli şekilde gerçekleşir hem de farklı odaların veya bölgelerin sıcaklıkları ayrı ayrı kontrol edilebilir.

Kollektörler farklı malzemelerden üretilebilir; ancak paslanmaz çelik kollektörler, yüksek korozyon direnci, uzun ömürlülük ve yüksek basınç dayanımı sayesinde en doğru ve güvenilir seçenek olarak öne çıkar. Pirinç kollektörler de yaygın olmakla birlikte, özellikle uzun vadeli dayanıklılık ve su kalitesi açısından paslanmaz çelik kadar üstün değildir. Plastik gövdeli kollektörler ise maliyet avantajı sunsa da, profesyonel ve yüksek verimli sistemlerde tercih edilmemelidir.



Kollektörlerde debimetre kullanımı, sistemin performansı açısından kritik bir noktadır. Debimetreler, her devreden geçen su debisini görsel olarak takip etmeye ve hassas şekilde ayarlamaya imkân tanır. Bu sayede hidrolik balanslama doğru şekilde yapılır ve odalar arasında sıcaklık farkı oluşmaz. Debimetresiz kollektörlerde akış kontrolü sağlanmadığı için bazı devreler aşırı ısınırken bazıları yetersiz kalabilir; bu da hem enerji verimliliğini hem de kullanıcı konforunu olumsuz etkiler.

TS EN 1264 standardı, yüzeyden ısıtma sistemlerinde devre uzunluklarını sınırlandırarak (90–120 m) basınç kayıplarını önlemeyi ve debimetre gibi akış kontrol elemanlarıyla eşit ısı performansını sağlanmasını zorunlu kılar. Bu çerçevede paslanmaz çelik kollektörlerin kullanımı, standartların öngördüğü uzun ömür, güvenilirlik ve yüksek verimlilik hedefleriyle örtüşmektedir.

Referanslar

[1] Bozsaky, D. (2010). The historical development of thermal insulation materials. *Periodica Polytechnica Architecture*, 41(2), 49–56.

[2] EUMEPS. (n.d.). About EPS. Retrieved from <https://www.eumeps.eu/about-eps>

[3] Qi, G., Yan, H., Qi, D., Li, H., Kong, L., & Ding, H. (2021, January 1). Investigations of polyethylene of raised temperature resistance service performance using autoclave test under sour medium conditions. *E-polymers*. <https://doi.org/10.1515/epoly-2021-0029>

[4] Cross-linked polyethylene. (2023, September 20). Wikipedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-linked_polyethylene