

15. BÖLÜM : ISI POMPALARI

15.1. Kapsam :

Bu bölüm; yapılarda ısıtma ve soğutma sistemlerinde kullanılan hava, su ve toprak kaynaklı ısı pompalı sistemlerinin tasarımı ile bunlara ait cihaz ve armatürlerin uygulama esaslarını kapsamaktadır.

15.2. Genel Esaslar :

Isı pompaları, motorla tahrik edilen bir kompresörle, termodinamik “Carnot” çevrimine uygun olarak, düşük sıcaklıktaki bir kaynaktan, daha yüksek sıcaklıktaki bir akışkana ısı transfer ederek enerji sağlayan cihazlardır. Isı pompaları şartlandırılması istenilen mahallerde ısıtma veya soğutma ya da kullanım sıcak suyu üretimi amaçlı olarak kullanılabilir. Isı pompaları, kompresör, genişleme valfi, kondenser ve evaporatör ile soğutucu gaz devresinden oluşmaktadır.

Isı pompalarında verimlilik, cihazın etkinlik katsayısı yanında kullanılan ısı kaynağı ile üretilen akışkan sıcaklıkları arasındaki farka bağlı olup, söz konusu fark ne kadar küçükse verim o kadar yüksektir. Isı pompalarında temel esas, kullanılan kaynaktaki sıcaklığın olabildiğince dengeli ve seçilecek ısıtma-soğutma sistemleri rejim sıcaklıklarına yakın olmasıdır. Bu nedenle, ısı pompalarında düşük sıcaklıklı ısıtma ve yüksek sıcaklıklı soğutma sistemleri tercih edilmelidir. Isı pompalarında hava, su ve toprak gibi doğal ortamlar ile düşük ekserjili jeotermal kaynaklar ve tesislerden çıkan düşük sıcaklıklı atık ısılar uygun kaynaklardır. Aynı sistem içinde çözümlenen yapı veya yapı gruplarının eş zamanlı ve olabildiğince birbirine yakın ısıtma ve soğutma gereksinimleri de verimli ısı pompalarının tesisi için ideal ortam yaratmaktadır.

Isı pompalarının verimliliği “Etkinlik Katsayısı” ifadesi ile TS EN 14511-2,3 Standartlarına göre ısıtmada COP, soğutmada EER olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu değerler ısıtma ya da soğutma sırasında cihazın sağladığı enerji ile cihazda tüketilen toplam enerjinin oranı olup, belirli işletme, uygulama ve çevre koşullarında ölçülmüş laboratuvar değeridir. Isı pompasının sezonluk performansı ise TS EN 14825 Standardına göre hesaplanmaktadır.

Isı pompaları içeren tesislerin sezonluk toplam sistem verimliliği ise ürettiği faydalı ısının aynı sezon içinde primer ve sekonder pompalar dahil tükettiği toplam elektriksel veya mekanik enerjiye oranıdır. Söz konusu sistem verimliliği laboratuvar koşullarında ölçülemeyen, ısı pompasının standart etkinlik değerleri yanında, yapılacak kurulumla ilgili tüm uygulama koşullarına göre hesaplanabilen bir orandır.

Yapılarda ısıtma ve soğutma amaçlı olarak, ısı pompası sistemlerinin tasarımında sezonluk toplam sistem verimlilik değerleri esas alınmalı, söz konusu sezonluk toplam sistem verimlilik değerlerinin tespitinde genel kabul gören yazılımlardan yararlanılmalıdır.

Isıtma ve soğutma sistemlerinde yer alan ısı pompaları ve yardımcı donanımları, bölgesel iklim şartlarında çalışmak üzere, tasarımında belirlenen işletme rejiminde, istenilen verim ve

kapasiteyi sağlayacak şekilde, tesisattaki işletme basıncına uygun basınç standardında ve teknik özelliklerde olmalıdır.

Isı pompaları tiplerine ve kapasitelerine göre, TS EN 14511-1,2,3,4 Standartları ile “2014/30/AB Elektromanyetik Uyumluluk Yönetmeliği”, “2014/68/AB Basınçlı Ekipmanlar Yönetmeliği”, “2006/42/AT Makine Emniyeti Yönetmeliği”, “2014/35/AB Belirli Gerilim Sınırları İçin Tasarlanan Elektrikli Ekipman Yönetmeliği”, “2009/125/AT Enerji İle İlgili Ürünlerin Çevreye Duyarlı Tasarımına İlişkin Yönetmelik”, “2010/30/EU Enerji İle İlgili Ürünler Direktifi”, “2011/65/EU Avrupa Birliği’nin Elektrikli ve Elektronik Eşyalarda Bazı Zararlı Maddelerin Kullanımının Sınırlanmasına İlişkin Direktifi (ROHS 2)” kapsamında “CE İşareti” ne haiz olarak üretilmeli, kapasitelerine bağlı olarak “Çevreye Duyarlı Tasarım Gereklere Dair Tebliğ” kapsamında “Ekodizayn (ErP)” kriterlerini sağlamalı, “Enerji Etiketlemesine Dair Tebliğ” kapsamında “Enerji Etiketlemesi”ne sahip olmalıdır.

Isı pompalarının standart etkinlik değerleri ile değişik kaynak ve talep sıcaklıklarındaki etkinlik değerleri, konuyla ilgili akreditasyona haiz bir belgelendirme kuruluşunca verilmiş, uluslararası geçerliliği kabul gören bir performans sertifikası ile belgelendirilmelidir.

15.3. Isı Pompaları, Sistemler ve Ekipmanlar

Isı pompaları kaynağına bağlı olarak hava, su ve toprak kaynaklı, kullandığı ısı transfer akışkanına bağlı olarak da havadan havaya, havadan suya, sudan suya, sudan havaya olabilmektedir.

Isı pompaları, binalarda ısıtma, soğutma ve kullanım sıcak suyu amaçlı olmak üzere direkt olarak kullanılabilmekte, ya da ek bir cihaz entegrasyonu ile çalışabilmektedir.

Isı pompaları kullanım amaçlarına ve türlerine göre sadece ısıtma veya soğutma ya da hem ısıtma hem de soğutma yapabilmektedir. Üçüncü bir tür ısı pompaları da soğutma modunda çalışırken, kondenser devresindeki atık ısı ile farklı bir zonda ısıtma yaparak ısı geri kazanımı sağlayabilmektedir. Yeni nesil hava, su, toprak kaynaklı ve ısı geri kazanımlı bazı ısı pompaları eş zamanlı sıcak ve soğuk su üreterek ısıtma ve soğutma yapabilmekte, bazı ısı pompaları da soğutucu gaz devresi üzerinden mahaller arasında eş zamanlı ısı transferi gerçekleştirerek yüksek verimli ısıtma ve soğutma sağlayabilmektedir.

Yeni geliştirilen ve doğalgaz yakıtlı yoğuşmalı ısıtma cihazları ile entegre edilen bazı hava kaynaklı ısı pompaları da, kontrol paneline yüklenen programla uygun dış hava sıcaklıklarında ısı pompası modunda, uygun olmayan dış hava sıcaklıklarında ise yoğuşmalı doğalgaz cihazı modunda çalışarak sezonluk ortalamada yüksek verimli işletme sağlayabilmektedir.

Isı pompalarının tesisinde, yapının kullanım amacı, eş zamanlı ısıtma ve soğutma ihtiyacı, bölgesel iklim şartları, gece ve gündüz sıcaklık farkları, yer altı ve yer üstü kullanılabilir su kaynakları, inşaattan kaynaklanan kazı, dolgu ve fore-kazık imalatları ile uygulama alanındaki toprakta borulama imkanları, endüstriyel atık ısılar, bölgesel düşük ekserjili jeotermal kaynaklar ile fosil ve diğer alternatif yakıtların kullanılabilirliği gibi tüm parametreler tasarım aşamasında değerlendirilmeli, kabul edilebilir simülasyon programları yardımıyla, primer ve sekonder pompalar dahil olmak üzere sistemin yıllık verimliliği hesaplanmak suretiyle, yatırım ve işletme ekonomisi açısından uygun ısı pompalı sistemler tercih edilmelidir.

Ülkemizde elektrik üretiminin büyük bölümünün termik santrallarda yapıldığı ve toplam verimin enerji nakil hatlarındaki kayıplarla birlikte %30 olabileceği dikkate alındığında, ülkemiz genel enerji verimliliği açısından, termodinamik bakışla ısı pompası uygulamalarında ısıtma modunda sezonluk sistem verimliliği $COP \geq 3,30$ değeri sağlanmalıdır.

Hava kaynaklı ısı pompalarının seçiminde, cihazların standart etkinlik değerleri yanında yöresel iklim şartları gözetilerek, kabul edilebilir bir programla hesaplanan tüm sistemin ısıtma ve soğutma sezonluk verimlilik değerleri dikkate alınmalıdır.

Deniz suyu, yeraltı suları, atık sular, akarsu ve göllerin kullanıldığı su kaynaklı ısı pompalarında, ekolojik denge gözetilmeli, yeraltı sularının kullanımında, kaynak suyu sıcaklığı ve dinamik su seviyesi ve pompalama için kullanılacak enerji miktarı ile ısıtma ve soğutma sistemi rejim şartları dikkate alınarak, tasarım aşamasında tüm sistemin ısıtma ve soğutma sezonluk verimlilikleri hesaplanmalıdır. İnşaat sırasında zemin yapısı gereği ortaya çıkan ve deşarj edilmesi gereken zemin suları, debisine ve sıcaklığına bağlı olarak su kaynaklı ısı pompalarında kullanılmalıdır.

Toprak kaynaklı ısı pompalarının tesisinde, yatay ve düşey borulama olanakları ile yatırım maliyetleri etüd edilmeli, inşaattan kaynaklanan kazı ve dolgu imkanları ile iksa maksatlı fore-kazık uygulamaları değerlendirilmelidir.

Eş zamanlı ve olabildiğince birbirine yakın kapasitelerde ısıtma ve soğutma gereksinimi duyan yapı veya yapı gruplarında tesis edilecek hava veya su kaynaklı ısı pompalarının seçimi, tasarım aşamasında, genel kabul görmüş, saatlik veriler ile çalışan bir simülasyon programı ile ısıtma ve soğutmada sezonluk sistem verimlilikleri hesaplanmak, yatırım ve işletme boyutunda alternatif sistemlerle mukayese edilmek suretiyle yapılmalı, söz konusu yapılarda ısı geri kazanımlı ısı pompaları tercih edilmelidir. Eş zamanlı ısıtma ve soğutma gerektiren binalarda, havadan havaya ısı geri kazanımlı ısı pompalarının tercihi halinde aynı anda ısıtılan ve soğutulan mahaller arasında soğutucu gaz devresi üzerinden ısı transfer edilerek ısı geri kazanımı sağlanmalı, havadan suya ısı pompalı sistemlerin tercihi halinde kullanılan ısı pompaları tasarımına bağlı olarak eş zamanlı sıcak su ve soğuk su üreterek ısıtma ve soğutma yapabilmeli ya da soğutma modunda atılan ısı ısıyı ısıtma sisteminde değerlendirmek suretiyle ısı geri kazanımı sağlayabilmelidir. Eş zamanlı ısıtma ve soğutma gerektiren binalarda sudan havaya çalışan ısı pompalarının tercihi halinde ısı pompaları mahaller arasında eş zamanlı ısı transferini hem kondenser devresi üzerinden hem de soğutucu gaz devresi üzerinden yapabilmeli, sudan suya çalışan ısı pompalarının tercihinde ise kullanılan ısı pompaları ısı geri kazanımını kondenser devresi üzerinden sağlamalı ya da tasarımına bağlı olarak sistemde sudan suya çalışan eş zamanlı sıcak su ve soğuk su üreterek ısıtma ve soğutma yapabilen ya da soğutma modunda çalışırken atılan ısıyı ısıtma sisteminde değerlendirmek suretiyle ısı geri kazanımı sağlayabilen ısı pompaları kullanılmalıdır.

Tasarımına bağlı olarak, kazan-kule entegrasyonlu su kaynaklı ısı pompaları, eş zamanlı ısıtma ve soğutma gereksinimi duyan yapılarda soğutulan mahallerden çekilen ısının ısıtılan mahallere transfer edilebildiği ve ısıtma yükünün büyük oranda karşılanabildiği sistemlerde kullanılmalı, imkanlar ölçüsünde kondenser devresi termal güneş enerjisi, yeraltı veya yer üstü suları ya da düşük ekserjili atık ısılar ile desteklenmelidir. Kazan-kule entegrasyonlu, su kaynaklı ısı pompası uygulamalarında ısıtma modunda primer ve sekonder pompalar dahil olmak üzere sistemin toplam sezonluk verimliliği $COP=3,30$ değerinden daha düşük olmamalıdır. Ancak, yapı cinsine ve kullanım özelliklerine göre eş zamanlı ısıtma ve soğutma yüküne gereksinim duymayan, tesis bütününde mevsimsel olarak ya ısıtma ya da soğutma moduna geçen, doğal kaynaklarla desteklenmeyen sistemlerde kazan-kule entegrasyonlu ısı

pompaları kullanılmamalıdır. Kış döneminde büyük oranda soğutma gerektiren, ısıtma gereksinimi düşük yapı ve tesislerde kazan-kule entegrasyonlu su kaynaklı ısı pompaları, yapının düşük ısıtma gereksinimini soğutulan mahallerden transfer edilen ısıyla geri kazanımlı olarak karşılamalı, yapılan hesaplama sonucu, ısıtmada sezonluk sistem verimliliği $COP \geq 3,30$ değerini sağlamaları durumunda kullanılmalıdır.

Doğalgazın bulunmadığı bölgelerde, ısıtmada sezonluk sistem verimliliği $COP \geq 3,30$ şartının sağlanamadığı ısıtma sistemlerinde, ısı pompalarının kullanımı, fosil tabanlı diğer yakıtlar baz alınmak suretiyle yapılacak enerji ve emisyon etüdüleri ile yatırım ve işletme maliyet analizleri sonucunda belirlenmelidir. Söz konusu enerji ve emisyon etüdülerinde genel kabul gören bir simülasyon programı kullanılmalı, yatırım ve işletme maliyetleri konusunda ilgili İdare ile kesin mutabakat sağlanmalıdır.

Havadan suya veya sudan suya ısı pompalı sistemlerde etkinlik katsayılarının maksimize edilebilmesi için, ısıtma ve soğutmada seçilecek tesisat sistemlerinin su rejimleri kullanılacak ısı pompası tekniğine uygun olmalı, olabildiğince düşük sıcaklık ısıtması ve yüksek sıcaklık soğutması yapılmalıdır. Havadan suya veya sudan suya ısı pompalı sistem uygulamalarında yerden, duvardan ve tavandan ısıtma ve soğutma sistemleri ile uygun ısıtma ve soğutma rejimli fan-coil tesisatları ile klima santralleri tercih edilmelidir. Sadece ısıtma amacıyla tesis edilen radyatörlü ısı pompalı sistemler, çok iyi ısı yalıtımı yapılarak ısıtma gereksiniminin minimize edildiği ve boyut olarak ısıtıcı yerleşiminin imkan dahilinde olduğu yapılarda, maksimum $50/45^{\circ}\text{C}$ gibi ısıtma rejimleriyle çözümlenmelidir. Eş zamanlı ısıtma ve soğutma gereksinimi duyan yapılarda, ayrı ayrı sulu ısıtma ve soğutma hatlarıyla çözümlenen dört borulu fan-coil sistemlerinde tesis edilecek ısı pompaları olabildiğince aynı anda ısıtma ve soğutma yapabilen, yapının ihtiyacına göre ısıtma ve soğutma yüklerini optimize edebilen tipte olmalı, iki borulu fan-coil'li sistemlerde de soğutma modunda çalışan ısı pompaları ısı geri kazanımlı olmalı, atık ısı eş zamanlı olarak sıcaksu üretiminde veya diğer potansiyel alanlarda değerlendirilmelidir.

Isı pompaları ile kullanım sıcak suyu üretiminde tasarımına bağlı termal güneş enerjisi takviyesi önemli bir avantaj olup, olabildiğince değerlendirilmelidir. 50°C sıcaklıktan daha yüksek sıcak su üretimi gerektiren uygulamalarda özel ısı pompaları kullanılmalıdır. Sıcaksu üretiminde lejyonella koruması için ısı pompalarına entegre boylerlerde elektrikli ısıtıcılar ile belirli aralıklarla lejyonella şoklaması yapılmalıdır.

Tasarımına bağlı olarak, havadan suya ısı pompalı sistemlerde akümülyasyon tanklı uygulamalar, soğutma modunda ısı pompalarının gece saatlerinde çok daha uygun dış hava koşullarında yüksek verimli olarak çalışmalarını sağlamaktadır. Ayrıca ile günün belirli saatlerindeki pik soğutma yüklerinin akümülyasyon tankında rezerv edilen soğutulmuş sudan karşılanmasıyla da sistemde daha küçük kapasiteli ısı pompaları kullanılabilir.

Isı pompalı sistemlerin fotovoltaik panellerle entegrasyonu, kendi gereksinimleri olan enerjiyi olabildiğince kendileri sağlayan enerji etkin binaların yapımında önemli bir avantaj sağlamaktadır.

15.3.1. Hava Kaynaklı Isı Pompaları

Hava kaynaklı ısı pompaları ısı kaynağı olarak dış havayı kullanan, üretilen ısıtma ve soğutma enerjisini mahal tarafındaki havaya veya suya aktaran cihazlardır. Yatırım maliyetlerinin düşük olmasına karşılık, kaynak olarak kullanılan dış hava sıcaklığının gerek mevsimlik ve

gerekse günlük olarak büyük farklılıklar göstermesi nedeniyle, hava kaynaklı ısı pompalarının işletme dönemindeki etkinlik değerleri toprak ve su kaynaklı ısı pompalarına oranla daha değişken olabilmektedir.

Ülkemizde batıdan doğuya doğru kış mevsimi için ısıtma sistemleri hesap sıcaklık değerleri TS 2164 Standardına göre $+3^{\circ}\text{C}$ 'den -27°C 'ye kadar değişmekte, yüksek rakımlı bölgelerde bu değerler daha da aşılmaktadır. Yaz mevsimi soğutma sistemi hesapları için kuru termometre sıcaklık değerleri TS 3419 Standardına göre $+29^{\circ}\text{C}$ ile $+43^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Diğer yandan, mevsimsel sıcaklık değişimleri dışında, gece ve gündüz sıcaklık farkları da genellikle 5°C ile 15°C mertebelerinde olmaktadır.

TS EN 14511-2,3 Standartlarına göre, havadan havaya ısı pompalarında etkinlik değerleri, ısıtma modunda COP, $+7^{\circ}\text{C}$ dış, $+20^{\circ}\text{C}$ iç hava sıcaklığında, soğutma modunda EER, $+35^{\circ}\text{C}$ dış, $+27^{\circ}\text{C}$ iç hava sıcaklığında, havadan suya ısı pompalarında etkinlik değerleri, ısıtma modunda COP, $+7^{\circ}\text{C}$ dış, $+45/40^{\circ}\text{C}$ tesisat suyu rejiminde, soğutma modunda EER, $+35^{\circ}\text{C}$ dış, $7/12^{\circ}\text{C}$ tesisat suyu rejiminde tanımlanmaktadır. Dolayısıyla, ısıtmada sözü edilen değerlerin altındaki, soğutmada ise üstündeki dış hava sıcaklıklarında gerçekleşen COP ve EER değerleri standart olarak tanımlanan değerlerden daha düşük olmaktadır.

Tasarım aşamasında, havadan havaya veya havadan suya ısı pompalarının, sezonluk işletme verimlilikleri genel kabul gören bir program yardımıyla hesaplanmalı, ısıtma modunda sezonluk sistem verimliliği COP=3,30 değerinden daha düşük olmamalıdır.

TS 2164 Standardına göre ülkemizde ısıtma sistemlerinin tasarımına esas olan $+3^{\circ}\text{C}$ ve $\pm 0^{\circ}\text{C}$ hesap sıcaklık bölgelerinde bulunan yapılarda, kısa süreli kış dönemi, düşük ısıtma gereksinimi ve uygun dış hava koşulları nedeniyle, hava kaynaklı ısı pompaları ısıtma amaçlı olarak yüksek verimle kullanılabilen, kısa süreli defrost kesintileri mahal konforunda kayda değer etki yaratmamaktadır. Ancak, ısıtma modunda -3°C ve daha düşük hesap sıcaklıklarının söz konusu olduğu bölgelerde, gerek verimlilik ve defrost problemleri nedeniyle konut, lojman, hastane, yatakhane, yurt, misafırhane gibi gece ve gündüz sürekli kullanılan yapıların ısıtma sistemlerinin çözümünde hava kaynaklı ısı pompaları kullanılmamalıdır. Gündüz saatlerinde, daha uygun dış hava sıcaklıklarında kullanılan kamu binaları, ticari yapılar, ofis binaları, endüstriyel tesisler ile özel kullanım amaçlı yapıların ısıtma sistemlerinin çözümünde, hava kaynaklı ısı pompaları, -3°C ve daha düşük hesap sıcaklıklı bölgelerde, fiili işletme saatlerinin esas alındığı kış sezonu ortalamasında COP \geq 3,30 sistem verimliliği değerini sağlamaları durumunda kullanılabilir. Söz konusu yapılarda eş zamanlı olarak ısıtma ve soğutma gereksiniminin bulunması halinde, kullanılacak havadan havaya ısı pompaları soğutucu gaz devresi üzerinden, ısıtılan ve soğutulan mahaller arasında ısı transferi sağlayan merkezi sistem ısı geri kazanımlı olmalı, havadan suya ısı pompaları ise tasarımına bağlı olarak eş zamanlı sıcak su ve soğuk su üreterek ısıtma ve soğutma yapabilmeli ya da soğutma modunda atılan ısı ısıyı ısıtma sisteminde değerlendirmek suretiyle ısı geri kazanımı sağlayabilmelidir.

Havadan havaya ısı pompası sistemlerinde ısıtma modunda defrost sırasında zorunlu olarak yaşanacak kesinti süresi de dikkate alınarak, iç mahal şartlarında konfor problemleri yaşanmaması için, kısmi defrosta imkan veren birden fazla kompresörlü ve soğutucu gaz

devreli veya kondenseri çok devreli cihazlar ya da dış ünite bazında sıralı defrost yapabilen sistemler kullanılmalıdır.

Havadan havaya çalışan ısı pompaları monoblok olabileceği gibi, kompresör ve kondenseri ayrı dış ünite, evaporatörü ve fanı ayrı iç ünite halinde imal edilebilmekte, merkezi veya bireysel sistemler halinde uygulanabilmektedir. Havadan havaya çalışan ısı pompalarında şartlandırılmış hava fan yardımıyla mahale gönderildiğinden, cihaz seçimi fanın gürültü seviyesi gözetilerek yapılmalıdır. Ayrık sistemlerde iç üniteler tasarımına uygun kasetli veya kasetsiz tip olmalı, fan devir seçenekleri bulunmalı, gerekli hallerde kanallı imalatlarla mahal bağlantıları yapılabilmesi, yaz/kış ısıtma ve soğutma modunda çalışabilmesi, iç mahal sıcaklık kontrolü termostatlarla sağlanmalıdır. Sözü edildiği şekilde iç ve dış ünitesi ayrı olan ve birbirlerine soğutucu gaz devresi ile bağlanan ısı pompalarında gaz devresinde oluşabilecek bir kaçak halinde, en küçük hacimli mahalde gaz konsantrasyonu TS EN 378-1 Standardında verilen değerleri aşmayacak şekilde önlem alınmalı, gerekmesi halinde sistemler yeterli zonlara ayrılarak gruplar halinde tesis edilmelidir.

Havadan suya çalışan ısı pompaları da ürettikleri ısıtma ve soğutma enerjisini sulu ısıtma ve soğutma tesisatına aktarabilen cihazlardır. Genel olarak havadan suya çalışan ısı pompalarında kompresör, kondenser, evaporatör, ısıtma ve soğutma akışkan ekipmanları ile kontrol paneli monoblok gövde üzerinde tek parça halinde üretildiği gibi, kompresör ve kondenseri ayrı dış ünite, evaporatör, ısıtma ve soğutma akışkan ekipmanları ve kontrol paneli ayrı iç ünite halinde de imal edilebilmektedir. İç ve dış ünitesi ayrı olan ve havadan suya çalışan ısı pompalarında sirkülasyon pompaları ve genleşme tankı iç ünite ile birlikte paket halinde ya da ayrı olabilmekte, söz konusu cihazlar mekanik tesisat sistemlerine ya direkt olarak ya da denge borusu üzerinden sekonder pompalarla bağlanabilmektedir.

Yapılarda hava kaynaklı ısı pompalarının yerleşimine dikkat edilmeli, cihazlara müdahale için yeterli servis boşluğu gözetilmeli, sistemde yeterli hava akımı sağlanmalı, çoklu uygulamalarda ünitelerin birbirlerine olumsuz etkileri önlenmelidir. Aynı şekilde iç ve dış ünitesi ayrı hava kaynaklı ısı pompalarında dış ünite yerleşiminde yeterli servis boşluğu ile yeterli hava sirkülasyonu sağlanmalı, çoklu uygulamalarda dış üniteler arasında yeterli mesafeler bırakılmalıdır.

Hava kaynaklı ısı pompaları iç ve dış ünitelerinde drenaj hatları yeterli çapta ve korozyona dayanıklı malzemedir olmalı, cihazların drenaj bağlantılarında özel sifon kullanılmalı, drenaj boruları süzgeç ve pis su ızgaralarına üstten serbest olarak bırakılmalı, pis su ve kanalizasyon hatlarına direkt olarak bağlanmamalıdır.

Hava kaynaklı ısı pompalarının dış üniteleri binanın teras katlarında ya da bina dışında tabii zeminde ayrı bir kaide üzerine titreşim yutucu takozlar veya özel kauçuk şilteler yardımıyla yerleştirilmelidir. Soğutucu gaz devreli ısı pompalarının kullanıldığı yüksek yapılarda, dış ve iç üniteler arası optimum borulama mesafesinin sağlanabilmesi için dış ünitelerin yerleşimine uygun, dış havaya açık ara tesisat mahalleri oluşturulmalı, cihazlarda hava sirkülasyonunun tam olarak sağlanması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Hava kaynaklı ısı pompaları, ebat ve ağırlıkları dikkate alınarak bina içerisinde veya bina dışında özel kaide üzerine titreşim yutucu takozlar veya özel kauçuk şilte yardımıyla yerleştirilmeli, cihazlara müdahale için yeterli servis alanı gözetilmelidir.

Deniz ikliminde çalışacak hava kaynaklı ısı pompalarının dış üniteleri nemli ve korozyif havanın olumsuz etkilerine karşı özel malzeme ile kaplanmış olmalıdır.

15.3.2. Su Kaynaklı Isı Pompaları

Su kaynaklı ısı pompaları ısı kaynağı olarak yeraltı sularını, denizleri, akarsu ve gölleri, düşük ekserjili jeotermal suları, atık pis suları ve uygun şartlardaki endüstriyel atık suları kullanarak, üretilen ısıtma ve soğutma enerjisini mahal tarafındaki havaya veya suya aktaran cihazlardır. Su kaynaklı ısı pompalarının yatırım maliyeti hava kaynaklı ısı pompalarına oranla daha yüksek olmakla birlikte, sistemde kullanılan su kaynaklarının sıcaklıklarının genel olarak havaya oranla daha uygun koşullarda ve daha az değişken olması nedeniyle, söz konusu su kaynaklı ısı pompalarının işletme dönemindeki etkinlik değerleri de hava kaynaklı ısı pompalarına oranla daha stabil olabilmektedir. Su kaynaklı ısı pompalarının sezonluk sistem verimliliğinin tespitinde gerek su kaynağı tarafında ve gerekse ısıtma ve soğutma tesisatı tarafında kullanılan pompaların enerji tüketimi dikkate alınmalıdır.

Ülkemizde yer altı sularının sıcaklıkları bütün yıl boyunca genellikle sabit olmakla birlikte kaynağına bağlı olarak $+7^{\circ}\text{C}$ / $+12^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Söz konusu değerler hem ısıtma, hem de soğutma modunda ısı pompaları için uygun değerlerdir.

TS EN 14511-2,3 Standartlarına göre, sudan havaya çalışan ısı pompalarında etkinlik değerleri, ısıtma modunda COP, $+20^{\circ}\text{C}$ kondenser giriş suyu ve $+20^{\circ}\text{C}$ iç hava sıcaklığında, soğutma modunda EER, $+30^{\circ}\text{C}$ kondenser giriş suyu ve $+27^{\circ}\text{C}$ iç hava sıcaklığında, sudan suya çalışan ısı pompalarında etkinlik değerleri, ısıtma modunda COP $+10^{\circ}\text{C}$ kondenser giriş suyu ve $45/40^{\circ}\text{C}$ tesisat suyu rejiminde, soğutma modunda EER, $+30^{\circ}\text{C}$ kondenser giriş suyu ve $7/12^{\circ}\text{C}$ tesisat suyu rejiminde tanımlanmaktadır. Isıtmada sözü edilen değerlerin altındaki, soğutmada ise üstündeki kondenser giriş suyu sıcaklıklarında gerçekleşen COP ve EER değerleri standart olarak tanımlanan değerlerden daha düşük olmaktadır.

Su kaynaklı ısı pompalarında, kaynak ve bina pompalarının enerji tüketimi de dahil olmak üzere, genel kabul gören bir simülasyon programıyla hesaplanan ısıtma ve soğutma sezonluk sistem verimlilikleri hava kaynaklı ısı pompalarının sistem verimliliğinden daha düşük olmamalı, ısıtma modunda sezonluk işletme verimliği COP=3,30 değerini sağlamalıdır. Su kaynaklı ısı pompalarının tercihi, tasarım aşamasında yapılacak enerji ve emisyon etüdüleri ile yatırım ve işletme maliyetleri bazında, hava kaynaklı ısı pompaları ve fosil tabanlı yakıt kullanan diğer alternatif sistemlerin mukayesesi ile belirlenmelidir.

Tasarım aşamasında genel kabul gören bir simülasyon programıyla yapılacak etüd sonucu, eş zamanlı ısıtma ve soğutma gereksinimi tespit edilen binalarda tesis edilecek su kaynaklı ısı pompaları, ısıtılan ve soğutulan mahaller arasında ısı transferi yaparak yüksek verim sağlamalı, sudan havaya çalışan ısı pompalarının tercihi halinde ısı pompaları mahaller arasında eş zamanlı ısı transferini hem kondenser devresi üzerinden hem de soğutucu gaz devresi üzerinden yapabilmeli, sudan suya çalışan ısı pompalarının tercihinde ise kullanılan ısı pompaları ısı geri kazanımını kondenser devresi üzerinden sağlamalı ya da tasarımına bağlı

olarak sistemde sudan suya çalışan eş zamanlı sıcak ve soğuk su üreterek ısıtma ve soğutma yapabilen ya da soğutma modunda çalışırken atılan ısıyı ısıtma sisteminde değerlendirmek suretiyle ısı geri kazanımı sağlayabilen ısı pompaları kullanılmalıdır.

Su kaynaklı ısı pompalarının tesisinde yeraltı ve yer üstü sularının sıcaklığı, debisi ve dinamik su seviyesi ile ısıtma ve soğutma sistem rejimleri, tasarım aşamasında etüd edilmeli, primer ve sekonder pompalar ile eşanjörlerin basınç kayıpları dikkate alınarak sistemin verimliliği hesaplanmalıdır. Derinden çekilen yeraltı sularında pompa enerji tüketimlerine özellikle dikkat edilmelidir. Su kaynaklı ısı pompası için yeraltından çekilen sular ikinci bir sondaj ile yeraltına geri verilmeli, iki kaynak arasındaki mesafe 5,0 m'den az olmamalı, basma kuyusu, yer altı suyunun çekildiği kuyu seviyesinin altında kalacak şekilde yapılmalıdır. Yeraltı suyunun ısı pompasına giriş ve çıkış hatları donmaya karşı korunmalıdır.

Deniz, akarsu, göl ve yer altı suyu kaynaklı ısı pompası uygulamalarında, yıl boyu kaynak su sıcaklıkları etüd edilmeli, söz konusu suların kullanımı konusunda mutlaka ilgili İdarelerden izin alınmalı, gerekli hallerde ÇED raporu düzenlenmelidir. Söz konusu kaynaklardan alınan sular tekrar aynı kaynağa geri verilmelidir. Akarsu ve göllerin kaynak olarak kullanıldığı ısı pompalarında kaynak sıcaklığının sezonluk olarak $+2^{\circ}\text{C}/-2^{\circ}\text{C}$ 'dan fazla değişimine izin verilmemeli, bu husus çoklu uygulamalarda ilgili idare tarafından takip edilerek, limitlerin aşılması önlenmelidir.

Pis su hatlarında ısı pompalarının kullanımı ilgili İdarenin izinine tabi olmalı, pis su debisi ve sıcaklığı ile çekilecek ısı gözetilerek sistem tesis edilmeli, kontrolsüz bir uygulama ile atık su sıcaklığının belirlenen limitleri aşmasına ya da donmasına izin verilmemelidir.

Jeotermal kaynakların kullanımında ekserjik yararlanma göz önünde bulundurulmalı, yüksek sıcaklıklı uygulama gerektiren sistemlere öncelik verilmeli, jeotermal su sırasıyla, mahal ısıtması, sıcak su üretimi, varsa termal havuzlarda değerlendirilmeli, kaynağında geri verme noktasındaki düşük sıcaklıklı jeotermal dönüş suyu en düşük ekserjili kullanıma imkan tanıyan su kaynaklı ısı pompalarında kullanılmalıdır. Özel uygulamalar dışında $+45^{\circ}\text{C}$ sıcaklık değerinin üzerindeki jeotermal sular ısı pompalarında kaynak olarak kullanılmamalı, olabildiğince düşük sıcaklık rejimli ısıtma sistemlerinde eşanjörler aracılığı ile direkt olarak değerlendirilmelidir. Isı pompası kullanımından sonra jeotermal suyun deşarjı veya re-enjeksiyonu, suyun fiziksel ve kimyasal özellikleri ile çevre limitleri dikkate alınarak "Jeotermal Kaynaklar ve Doğal Mineralli Sular Kanunu"na uygun olarak yapılmalıdır.

Isı pompalarında su kaynak rejimi genel olarak $\Delta t=5^{\circ}\text{C}$ olarak planlanmalı, özel hallerde yapılacak etüdle farklı rejimler tercih edilmelidir.

Isı pompalarında kullanılan yeraltı suları, akarsu ve göller ile atık pis su ve endüstriyel atık suların fiziksel ve kimyasal özelliklerine bağlı olarak, ısı pompası öncesi uygun ebatlı tortu tutucu filtreler kullanılmalı, gerekli hallerde sistem primer ve sekonder devre olarak AISI 316 plakalı eşanjörlerle ayrılmalı, primer ve sekonder devre basınç düşümleri maksimum 2-5 mSS, sıcaklık düşümleri ise maksimum $1,0^{\circ}\text{C}-2,0^{\circ}\text{C}$ alınmalıdır. Agresif sularda titanyum eşanjörler kullanılmalıdır.

Deniz sularının sıcaklıkları bölgesine, mevsimine ve derinliğine bağlı olarak farklılık arz etmektedir. Yüzeysel sularının sıcaklığı genellikle yıl boyunca $+5^{\circ}\text{C}/+30^{\circ}\text{C}$ arasında değişmekle birlikte, 20,0-50,0 m derinlikte yaz ve kış $+10^{\circ}\text{C}/+15^{\circ}\text{C}$ mertebelerinde sabit kalmaktadır. Bu nedenle denize yakın, ısıtılan ve soğutulan yapılarda tercihen 30,0-50,0 m açıktaki, 20,0-50,0 m derinlikten çekilen deniz suyu kaynaklı ısı pompası uygulamaları idealdir. Farklı bir yöntemle de kıyıda 15,0-20,0 m içeride, yeterli derinlikte açılacak sondaj kuyularından dalgıç pompalarla deniz suyu kaynaklı ısı pompası kullanımı mümkündür.

Direkt deniz suyu uygulamalarında kıyıda deniz seviyesinden 5,0-6,0 m daha derinde tesis edilecek eşanjör dairelerinde yapılacak ara depolara 20,0-50,0 m derinlikten kendi cazibesi ile deniz suyu alınmalı, ara depoda su üst seviyesi deniz suyu seviyesi ile aynı olmalı, deniz suyuna dayanıklı pompalar yardımıyla, yeterli hassasiyete sahip otomatik temizlenen filtreler ve titanyum eşanjörlerden geçirilmek suretiyle deniz suyu denize geri basılmalıdır. Deniz suyu hattı yeterli çapta HDPE borulardan olmalı, düşük hızlı, çoklu sistem emiş ağızlarında kaba filtreler kullanılmalıdır. Emiş ağızlarında su hızı 3,0 m/sn'den daha yüksek olmamalıdır. Eşanjör sekonder devresi kapalı devre öngörülmesi, sistemde sekonder pompalar ve genişleme tankları bulunmalıdır. Sekonder devre üzerinde eş zamanlı olarak ısıtma ve soğutma yapan ısı pompalarının birlikte oluşumu, denizden pompalanan primer devre suyunun debisini azaltacağından pompa enerjisi tüketiminin minimizasyonu için deniz suyu pompaları frekans konvertörlü olmalı, sistem sekonder devrede çalıştığından sabit sıcaklıkta çalıştırılmalıdır. Kapalı devre sekonder kondenser hatları yeterli basınç dayanımına sahip HDPE borulardan yapılmalı, toprağa gömülmesi halinde izole edilmemelidir. Açığından geçen hatlarda ısı izolasyonu yapılmalıdır.

Kıyıda yapılacak sondajla kuyu içinde dalgıç pompa çalıştırılması halinde, eşanjör öncesi kendi kendini temizleyebilen filtreler kullanılmalı, eşanjörden çıkan su denize geri verilmelidir. Kıyıda yapılacak kuyu uygulamalarında denize mesafe maksimum 15,0 m olmalı, kuyu içinde deniz suyuna yer altı suyu karışmamalıdır. Kuyu suyundaki toplam çözünmüş katı madde miktarı, ppm olarak deniz suyundaki toplam çözünmüş katı madde miktarının %80 oranından daha düşük olmamalı, söz konusu değerden daha düşük oranların söz konusu olduğu uygulamalarda deniz suyuna yer altı suyu karışma olasılığı göz önünde bulundurularak denize deşarj ya da toprağa re-enjeksiyon konusunda ilgili idare'den gerekli izin alınmalıdır.

Deniz, göl, ırmak gibi kaynaklara yerleştirilecek pompalar koruma amaçlı olarak özel bir beton veya çelik konstrüksiyon içerisinde olmalı ve işletme personeli dışındaki kişilerin müdahalesi engellenmelidir.

Su kaynaklı ısı pompalarının tesisinde akarsu, göl, deniz ve sondaj kuyusu gibi kaynaklara yerleştirilen pompalarda kesinlikle kaçak akım koruma tertibatı yapılmalıdır.

Deniz, göl, ırmak gibi kaynaklarda tesis edilecek su alma yapıları, yüzen insanları ve deniz taşıtlarını engellemeyecek ve tehlike yaratmayacak şekilde yapılmalı, gerekli hallerde su yüzeyinde kolay görülür uyarı işaretleri bulundurulmalıdır. Akarsulardaki su alma yapıları suyun doğal akışını bozmayacak şekilde olmalı, olabildiğince kıyıda yer almalıdır.

Sudan havaya ve sudan suya ısı pompalarının kondenser devresine bağlantısında debi ve sıcaklığın kontrolunda iki yollu motorlu vanalar ile maksimum akış limitlemeli fark basınç kontrol vanaları ya da iki yollu motorlu kombine balans vanaları kullanılmalıdır. Isı pompalarının dahili kompresörü de içeren kompakt yapıya sahip cihazlar olması halinde, mahal içlerine montajında ses seviyeleri etüd edilmeli gerekli hallerde mahal dışından kanallı bağlantılar yapılmalıdır.

Sudan havaya çalışan ısı pompaları günümüzde kompresör ve kondenseri ayrı dış ünite, evaporatörü ve fanı ayrı iç ünite olmak üzere merkezi veya bireysel cihazlar halinde de uygulanabilmektedir. Söz konusu ayırık cihazların iç üniteleri kasetli veya kasetli olmayan olabilmeli, fan devir seçenekleri bulunmalı, sistem yaz ve kış modunda mahal içlerinde termostat kumandalı olarak işletilebilmelidir. İç ve dış ünitesi ayrı olan ve birbirlerine soğutucu gaz devresi ile bağlanan ısı pompalarında, gaz devresinde kaçak halinde en küçük hacimli mahalde gaz konsantrasyonu TS EN 378-1’de belirlenen değeri aşmayacak şekilde önlem alınmalı, gerekmesi halinde sistemler yeterli zonlara ayrılarak gruplar halinde tesis edilmelidir.

Sudan suya çalışan ısı pompaları ürettikleri ısıtma ve soğutma enerjilerini yapılarıdaki sulu ısıtma ve soğutma hatlarına aktarabilen cihazlardır. Su kaynaklı ısı pompaları 5,0-6,0 kW kapasitelerden başlayarak 1.200 kW kapasiteye kadar üretilmektedir. Tasarımına, tip ve kapasitelerine bağlı olarak sudan suya çalışan ısı pompalarının ısıtma ve soğutma ünitesi ile sirkülasyon pompaları, genleşme tankı ve kontrol ünitesi paket halinde ya da ayrı olabilmekte, mekanik tesisat sistemlerine ya direkt olarak ya da denge borusu üzerinden sekonder pompalarla bağlanabilmektedir.

Su kaynaklı ısı pompaları, ebat ve ağırlıkları dikkate alınarak bina içerisinde veya bina dışında özel kaide üzerine titreşim yutucu takozlar veya özel kauçuk şilte yardımıyla yerleştirilmeli, cihazlara müdahale için yeterli servis alanı gözetilmelidir.

Cihazların drenaj hatları yeterli çapta ve korozyona dayanıklı malzemedden olmalı, drenaj bağlantılarında özel sifon kullanılmalı, drenaj boruları süzgeç ve pis su ızgaralarına üstten serbest olarak bırakılmı, pis su ve kanalizasyon hatlarına direkt olarak bağlanmamalıdır.

15.3.3. Toprak Kaynaklı Isı Pompaları:

Toprak kaynaklı ısı pompaları ısı kaynağı olarak toprağı kullanarak, üretilen ısıtma ve soğutma enerjisini mahal tarafındaki havaya veya suya aktaran cihazlardır. Kaynak olarak kullanılan toprağın sıcaklığı havaya ve suya oranla daha uygun koşullarda olduğundan, toprak kaynaklı ısı pompalarının hava ve su kaynaklı ısı pompalarına oranla yatırım maliyeti daha fazla olmakla birlikte işletme dönemindeki etkinlik değerleri genellikle daha stabildir. Toprak kaynaklı ısı pompaları yapısı gereği su kaynaklı ısı pompaları ile aynı olup, kondenser devresi, içinde glikol-su dolaştırılan toprağa döşenmiş borulardan oluşmaktadır.

Toprak sıcaklığı ülkemizde coğrafik konuma ve toprak özelliklerine bağlı olarak değişmekle birlikte, genel olarak 15,0 m derinlikten sonra tüm mevsimlerde +10°C mertebelerinde sabit kalmaktadır. Yaklaşık 2,0 m derinlikte toprak kış sezonunda, dış hava sıcaklığından daha yüksek, yaz sezonunda ise daha düşük sıcaklık seviyesine sahip olmaktadır.

Toprak kaynaklı ısı pompalarında uygulama yatay ve dikey olmak üzere iki türlü yapılabilmektedir. Yatay sermede toprağın yaklaşık 2,0 metre derinliğine oksijen bariyerli PEX borular uygun aralıklarla serilmekte, düşey borulamada ise toprağa sondaj yapılmaktadır.

Yatay döşeme veya dikey sondajla yerleştirilen plastik borulu kondenser devresinde sirküle eden glikol-su karışımı ısıtma veya soğutma modunda topraktan enerji almakta veya toprağa enerji vermektedir. Büyük kütleli toprak, ısı depolamada avantaj sağlamakta, yağmur suyu ve güneş ışınımı da toprağa yeniden ısı enerjisi kazandırmaktadır.

Yatay sermede toprak yüzeyinden 5,0 metre derine kadar olan tabaka ısı kaynağı olarak kabul edilir. Kondenser devresi boruları, ısıtılacak ve soğutulacak olan bina yakınındaki bir alana, tercihen 2,0 metre olmak üzere, donma seviyesinin altında bir derinliğe döşenmelidir. Boru uzunlukları mümkün olduğunca 100,0 m'yi geçmemeli, bu sayede sirkülasyon pompası basıncı optimize edilerek, gereksiz enerji tüketimi önlenmelidir. Boru modül aralıkları eşit olmalı, hat tasarımı ve kollektör düzeni "Tichelmann" sistemiyle yapılarak eş dolaşım, düzgün debi ve balanslı sirkülasyon ile topraktan eşit ısı transferi sağlanmalıdır. Boruların yakınına derin köklü bitkiler dikilmemeli, boruların üzerine olabildiğince beton dökülmemeli, ısı transferi yapılan toprağın rejenerasyonu için boruların serildiği alanın üstü kapatılmamalıdır. Mevcut binalarda yüksek maliyetli olan kazı, dolgu ve taşıma işlemlerinin yeni binalarda daha ekonomik olarak yapılacağından hareketle, inşaat sırasında zorunlu hafriyat, kazı ve dolgu işleri toprak kaynaklı ısı pompaları için iyi değerlendirilmelidir.

Yatay ve dikey borulamalı toprak kaynaklı ısı pompalarında, uygulama öncesi "Toprak Dinamik Isıl Tepki Testi" mutlaka yaptırılmalı ve toprağın özellikleri belirlenmelidir. Söz konusu testler "VDI 4640 Bölüm : 5 Toprak Kaynaklı Isı Pompası Sistemlerinin Termal Kullanımı Standardı" na uygun olmalıdır.

Genel olarak, yatay borulamada ön tasarıma esas olmak üzere, toprak kalitesine bağlı "Spesifik Isı Transfer Kapasitesi"; Kuru, Kumlu Zeminde 10-15 W/m²; Nemli, Kumlu Zeminde 15-20 W/m²; Kuru, Balçıklı Zeminde 20-25 W/m²; Nemli, Balçıklı Zeminde 25-30 W/m², Yeraltı Sulu Zeminde 30-35 W/m² alınmalıdır.

Dikey sondaj yöntemiyle borulamada kuyu adet ve derinlikleri ile kuyular arası mesafeler iyi belirlenmeli, kapasiteye bağlı olarak ihtiyaç duyulan ısı enerjisinin temini için kuyu adet ve derinlikleri optimize edilmelidir. Bu amaçla açılacak bir pilot kuyuda toprak dinamik ısıl tepki testi yaptırılmalıdır. Genel olarak, dikey borulamada ön tasarıma esas olmak üzere, toprak kalitesine bağlı "Spesifik Isı Transfer Kapasitesi"; Kuru Kumlu Zeminde 20-40 W/m; Nemli Kumlu Zeminde 50-60 W/m; Yeraltı Sulu Zeminde 70-90 W/m, Kuru Tortu Zeminde 20 W/m, Normal Taşlık Zemin ve Doymuş Sulu Tortu Zeminde 50 W/m, Isı İletimi Yüksek Taşlık Zeminde 70 W/m, Kuru Kum Çakıl Zeminde 20 W/m, Su Gecen Kum Çakıl Zeminde 55-65 W/m, Nemli Balçık Kil Zeminde 30-40 W/m, Kireç Taşı Zeminde 45-60 W/m, Kumlu Tas Zeminde 55-65 W/m, Asitli Magma Zeminde 55-70 W/m, Bazik Magma Zeminde 35-55 W/m alınmalıdır.

Dikey borulamada tasarım aşamasında yapılan hesapla belirlenen derinlikte 11-25 cm çapında kuyular açıldıktan sonra hazır sarmal halinde teslim edilen, DN25/2,3 mm veya DN 32/2,9 mm çapında Oksijen Bariyerli PEX olmak üzere Tek veya Çift-U borular kuyu içerisine özel klipsler yardımıyla boru tutucusuna bağlanarak yerleştirilmeli, yerleştirmenin rahat olabilmesi için boruların ucuna ağırlık takılmalı, kuyu tabanında boru koruyucu kapak kullanılmalıdır. Sistemde kullanılan oksijen bariyerli PEX borular, kuyu derinliğinin statik basıncı ile pompanın dinamik basıncının toplamına uygun basınç standardında olmalıdır. Borular yerleştirildikten sonra bir enjeksiyon borusu ve özel basma pompası vasıtasıyla toprak ile borular arasındaki tüm boşluklar Bentonit-Çimento-Su karışımı ile aşağıdan yukarı doğru uygun dozajda doldurulmalıdır. Tasarıma bağlı olarak, özel uygulamalarda belirtilen çaplardan daha büyük çaplı borular kullanılabilir. Sondaj kuyuları arasındaki mesafeler, 50,0 m derinliğe kadar en az 5,0 m; 100,0 m derinliğe kadar en az 6,0 m olmalıdır. Dikey borulamada kuyulardan alınan hatların tasarımı ve kollektör düzeni "Tichelmann" sistemiyle yapılarak eş dolaşım, düzgün debi ve balanslı sirkülasyon ile kuyulardan eşit ısı transferi sağlanmalıdır.

Toprak kaynaklı ısı pompalarının tasarımında kış ve yaz ısıtma ve soğutma yükleri olabildiğince birbirine yakın tutulmalı, sezonluk ısıl denge sağlanmalı, ısıtma veya soğutma modunda toprağın belirli bir doygunluk limitine ulaşmaması için gerekli önlemler alınmalıdır.

Yapının inşaatı sırasında iksa maksadıyla çıkan fore kazıklar, derinliklerine, sayılarına ve aralıklarına bağlı olarak toprak kaynaklı ısı pompalarında ekonomik olarak değerlendirilmeli, yatayda yapılacak kazı ve dolgu işlemlerinden olabildiğince yararlanılmalıdır.

Toprak kaynaklı ısı pompalarının etkinlik değerleri, topraktan sağlanan suyun sıcaklığına bağlı olduğundan, genellikle su kaynaklı ısı pompaları için ısıtma ve soğutma modunda verilen COP ve EER değerleri ile aynıdır.

Toprak kaynaklı ısı pompalarının kondenser devresinde su rejimi genel olarak $\Delta t=5,0^{\circ}\text{C}$ olarak planlanmakla birlikte, özel uygulamalarda yapılacak etüdle enerji ve ekserji verimliliğini en yüksek noktada tutacak farklı rejimler tercih edilmelidir. Değişken debili pompalar Δt referanslı olarak kullanılmalıdır.

Toprak kaynaklı uygulamalarda ısı pompalarının kondenser devrelerinde ısı transferi su sirkülasyonu ile sağlandığından, bu tür uygulamalarda kullanılan ısı pompaları cihaz olarak su kaynaklı ısı pompaları ile aynı olup, bina tarafındaki uygulamalarda su kaynaklı ısı pompalarında alınan kriterler esastır. Toprak kaynaklı ısı pompalarında ısıtma ve soğutmada, sudan havaya ve sudan suya olmak üzere iki tür uygulama yapılabilmektedir.