

# TERMOJEOLOJİ VE YER KAYNAKLI İKLİMLENDİRME UYGULAMALARI

**Nihat Dipova**

*Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar Bulvarı,  
Antalya, Türkiye, [ndipova@akdeniz.edu.tr](mailto:ndipova@akdeniz.edu.tr)*

Termojeoloji normal sıcaklık koşullarında yeraltında depolanan ısıyı (yer kaynaklı ısı) konu alır. Bu bağlamda; düşük entalpili ısının (<30°C) sığ derinliklerde (<200 m) oluşumu, hareketi ve elde edilmesi termojeolojinin uğraş alanıdır. Termojeolojide jeolojik malzemelerin ısıyı ne kadar iyi depolayabildiği (hacimsel ısı kapasitesi) ve iletebildiği (ısı iletkenlik) iki önemli parametredir. Yer altındaki ısının kullanma amaçlı yeryüzüne taşınması ısı pompaları ile mümkün olur. Isı pompaları ısıyı üretmek yerine taşımaya amaçlar. Bunun için de ısının alınacağı bir ısı çukuru ihtiyacı vardır. Klasik iklimlendirme uygulamalarında ısı çukuru olarak hava kullanılmaktadır. Hava kaynaklı cihazların verimleri düşük olduğundan sıcaklığı göreceli olarak sabit kabul edilebilen yer kaynakları (toprak ve su) tercih edilmektedir. Yer kaynakları kışın havadan daha sıcak, yazın ise daha soğuktur. Başka bir deyişle; yer kaynakları kışın bir ısı kaynağı, yazın ise bir ısı çukuru olarak davranır. Isıtma modunda ısı, toprak-ısı değiştiricisine bağlanan devrede dolaşan akışkandan ısı pompası (yer kaynaklı ısı pompası) ile çekilir. Yer kaynaklı ısı pompalarının (YKIP) ilk uygulamaları 1930 lara kadar uzanmasına rağmen yaygınlaşması 1990'lı yıllarda olmuştur. Enerji fiyatlarındaki artış, hava kaynaklı ısı pompalarının verim düşüklüğü, gürültü ve estetik sorunları gibi nedenler bunda etkili olmaktadır.

Yer kaynağından ısı transferi yeraltısuyundan ve doğrudan topraktan olmak üzere 2 şekilde yapılır. Yeraltı suyu sistemden geçirildikten sonra tekrar toprağa verilmekte veya deşarj edilebilmektedir. Bu amaçla mevcut su kuyuları da kullanılabilir. Toprakten doğrudan ısı transferi yapan sistemlerde ise kapalı bir boru demeti (ısı değiştiricisi) toprak içine gömülür. Gömülü borularda dolaşan akışkan sistem içerisinden geçerek kapalı bir devre oluşturur. Yatay ve düşey olarak 2 şekilde uygulanır. Dikey uygulama küçük çaptaki polietilen tüpün, dikey olarak açılan bir kuyuya yerleştirilmesi ile yapılır. Yüzey ile karşılaştırıldığında derinlerde toprak sıcaklığı daha stabildir. Bu nedenle daha verimli olmasına rağmen, ilk yatırım maliyeti fazladır. Yatay uygulamada ise ısı değiştirici borular en az 1-2 m derinlikte hendeklere yerleştirilir. Her iki uygulamada da doğal toprak materyalinin ısı iletkenliğinin ısı değiştirici boyuna etkisi vardır. Eğer doğal toprak dolgusu iyi bir iletken değilse; yapılan sondajlar veya kazı içine ısı olarak iyi dolgu malzemesi doldurularak boru boyu düşürülebilir. Geri dolgunun yoğunluğunun artırılması da ısı iletkenliği artıracaktır. Son yıllarda değişik alternatif uygulamalar geliştirilmektedir. Örneğin temel kazıklarının kendisi veya imalat sırasında içine yerleştirilen ısı değiştirici borular yardımı ile yer kaynaklı ısı elde edilmektedir. Termojeoloji konusunda diğer bir uygulama da termik enerjinin yeraltında depolanmasıdır. Bu yaklaşımda enerjinin bol olduğu dönemlerde termik enerji akiferlerde veya jeolojik formasyonlarda depolanmakta ihtiyaç olduğunda da kullanılmaktadır. Örneğin kışın soğuk su yeraltında depolanarak yaz aylarında soğutma amaçlı kullanılabilir. Termik santrallerin ve sanayi tesislerinin atık sıcak suyu da yine yeraltında depolanarak kışın ısıtma amaçlı kullanılabilir.

Doğal zeminin ısı iletkenliği, gömme derinliği, kazı/sondaj boyutu ve geri dolgu malzemesinin iletkenliği bir YKIP tasarımını etkileyen etmenlerdir. Zeminlerin ısı iletkenliği mineral içeriğine, yoğunluğa ve nem içeriğine bağlı olarak değişir. Sondaj, kazı, dolgu ve malzeme seçimi gibi jeoloji mühendisliğini doğrudan ilgilendiren konular bir YKIP uygulamasının önemli bileşenleridir. Bu çalışmada; gerek tasarım gerekse uygulama aşamalarında jeoloji mühendisliği mesleğinin katkısına gereksinim duyulan bir çalışma alanındaki gelişmeler aktarılacak, yeni uygulamalardan örnekler verilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Isıl iletkenlik, iklimlendirme, termojeoloji, YKIP.

## THERMOGEOLOGY AND GROUND SOURCE HEATING-COOLING APPLICATIONS

**Nihat Dipova**

*Akdeniz Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Dumlupınar  
Bulvarı, Antalya, Türkiye, [ndipova@akdeniz.edu.tr](mailto:ndipova@akdeniz.edu.tr)*

Thermogeology is the study of ground source heat: the heat that is stored in the ground at normal temperature. Interest areas of thermogeology are the study of the occurrence, movement and exploitation of low-enthalpy heat (<30°C) in the relatively shallow geosphere (<200 m). In thermogeology two parameters are important: how much a geological material can store (volumetric heat capacity) and conduct (thermal conductivity) heat. The heat below the ground surface can be transferred to the surface for usage by means of heat pumps. Heat pumps aim to transfer the heat instead of to produce. Therefore a heat sink is needed to take heat. In classical heating-cooling applications air is used for heat sink purpose. Because efficiency of air source systems is relatively low, ground sources (water and soil) in which heat is relatively more stable, are preferred. Ground sources are warmer in winter and cooler in summer compared to the air. In other words, ground source are heat source in winter and heat sink in the summer. In heating mode, heat is extracted from fluid which flow in the loop connected to soil heat exchanger by using a heat pump

(ground source heat pump). However history of ground source heat pumps (GSHP) goes down to 1930's, it become common after 1990's. Rise in energy costs, low efficiency of air source heat pumps, noise and aesthetic problems gave rise to this trend.

Heat transfer from a ground source can be made by two ways; from groundwater and directly from soil. After passing the system, groundwater can be recharged to the ground or can be discharged. For this purpose existing water wells can be used as well. In systems which transfer heat directly from soil, a pipe bundle is buried in soil. The fluid which flows in buried pipes pass through the system and constitute a closed loop. This can be applied vertically and horizontally. In vertical application small diameter polyethylene tubes are installed in vertical boreholes. Compared to the surface, heat is more stable at deep. Therefore, even though it is more efficient, first investment cost is high. In horizontal application pipes are buried in trenches at least 1-2 m depth. In both applications, heat conductivity of earth material effects length of heat exchanger pipe. If soil backfill is not good conductive, conductivity can be improved by backfilling the trench or borehole with good conductive material and length of pipe can be reduced. Increase in density also improves heat conductivity of backfill material. Recently, new alternatives have been developed. For example, ground source heat is extracted by means of installing heat exchanger in pile foundations. Another application in thermogeology is storage of thermal energy underground. In this approach in seasons when energy is abundant thermal energy is stored in aquifers or geologic formations and is used when the energy is required. For example cool water is stored underground and is used in cooling during summer. Waste hot water of thermal electric power plants and industrial plants are stored and used for heating during winter.

Heat conductivity of earth material, burial depth of pipes, dimension of borehole/excavation and heat conductivity of backfill material are the controlling factors in the GSHP design. Heat conductivity of an earth material depends on the mineral composition, density and moisture content. Drilling, excavation, landfilling and material selection, which are directly related with geological engineering discipline, are the important steps in a GSHP practice. In this study, an engineering work in which contribution of a geological engineer is essential both in design and practice, will be introduced and examples of new applications will be given.

**Key Words:** GSHP, Heat conductivity, Heating-cooling, Thermogeology.