

Mini ve Fore Kazıklar Vasıtasıyla Topraktan Enerji Alınması



Dr. Osman PEZÜKOĞLU
osman.pezukoglu@formgroup.com
Makina Mühendisi
Form Grup Genel Koordinatörü

Binaların inşasında temel altına veya inşaat alanının etrafına çakılan kazıklar sadece temelin taşıma kapasitesinin artırılmasında veya inşaat alanının etrafındaki toprak yapısının desteklenmesinin ötesinde, binanın toprak kaynaklı ısıtma-soğutma ihtiyacının bir kısmının karşılanmasında da kullanılabilir. Bu şekilde kullanılan kazıklara "enerji kazıkları" adı verilmiştir.

Günümüzde, şehirlerde inşa edilen birçok yüksek katlı binanın zemininde, Şekil.1'deki gibi temel kazıkları (şematik olarak gösterilmiş) yer almaktadır.

Enerji kazık uygulamaları 1980 yıllarından beri artarak uygulanmaktadır. Bu teknoloji "enercret" olarak da adlandırılmaktadır. Avusturyalı Naegelebau firması ilk uygulayandır.



Şekil.1

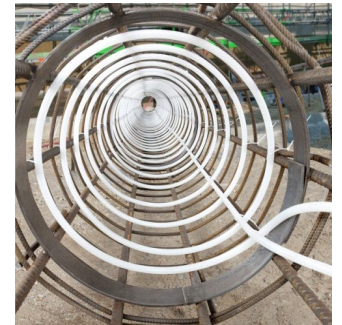
Fore kazıklar, projesine göre değişik çaplarda ve 30-60 metre derinliklerde olabilir. Daha küçük çaplarda ve derinliklerde olan kazıklara, örneğin 30-50 cm çapta ve 15-20 metre derinlikte olan kazıklara mini kazık adı verilir ve bunlardan da enerji almak mümkün olabilmektedir. Aslında gerek mini kazıklar ve gerekse fore kazıklar, topraktan enerji almak amacıyla uygulanmazlar. Bu kazıklar tamamen inşaatın gereği olarak imal edilir ve uygulanırlar ve hazır uygulanmışken aynı zamanda topraktan enerji almak için de istifade edilir.



Şekil.2a



Şekil.2b



Şekil.2c

Şekil.2a ve Şekil.2b'de görüldüğü üzere kazıkların demir donatısı, kendisi için açılan kuyuya yerleştirilmeden evvel, sahada hazırlanan borular, kazığın demir donatısı içine yerleştirilir, bağlanır ve birlikte kuyuya indirilir. Boru devresi lineer şekilde kazık boyunca, kazık çapına göre örneğin 4-6 kez kazık tabanına kadar indirilip çıkarılabilir veya Şekil.2c'deki gibi, demir donatının çapında helezon şeklinde ve donatının iç çeperine monte edilebilir. Boru malzemesi olarak genellikle PE 100 kullanılır. Borular uygulama sırasında maruz kalacağı dış etkenlere karşı, örneğin ezilmeye veya çentik etkisine karşı mukavim olmalıdır.

Demir donatıya bağlanan boruların içinde su sirküle eder. Bu şekilde bina ile kazıklar ve dolayısıyla toprak arasında enerji transferi sağlanır. Boru içinde sirküle eden su sıcaklığı ile toprak sıcaklığı arasındaki farktan dolayı enerji binadan toprağa veya topraktan binaya geçer. Mevsimlere göre, örneğin yaz mevsiminde binadan toprağa enerji depolaması yapılır, kış mevsiminde de bu defa topraktan binaya enerji transfer edilir. Boruda sirküle eden su veya

akışkan, binanın ısıtma ve soğutması için kullanılan klima cihazlarının yaz mevsiminde kondenserinden atılan ısıyı toprağa taşırlar yani binadan toprağa ısı taşırlar, kış mevsiminde bu defa topraktan binaya ısı taşırlar. Toprak, depolanan ısıyı bünyesinde bir müddet dağıtmadan muhafaza edebilir.

Toprak ile yapılan ısı alışverişi gelişi güzel olmamalıdır. Yaz ve kış mevsimlerinde toprağa atılan ve topraktan çekilen ısı miktarlarının eşit olmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde toprağın bozulmamış sıcaklık değeri aşağıya veya yukarıya doğru artış gösterir ki bu da bir müddet sonra ısı transferini yapılamaz kılabilir .

Kazıklardaki boru devresi, birbirini termal yönden etkilemeyen, daha az pompa gücü gerektiren (düşük basınç kaybı) ve daha basit bir şekilde saha kolektörlerine bağlantısı yapılacak şekilde tasarlanmalıdır. Ayrıca enerji kazıklarının oluşturulmasında iksa kazıkları arasında örneğin en az 1 veya 2 kazık çapı mesafesi kadar bir aralık bırakılması, enerji kazıklarının birbirlerini etkilememesi açısından uygun olur. Enerji kazıklarının kapasitesi , kazık etrafındaki toprağın sıcaklığına, toprak yapısına, toprağın termal geçirgenliğine , yer altı sularına, toprağın nemine, vs bağlı olarak değişir. Yaklaşık 1 metre çapında ve ortalama 30 metre derinlikte olan bir enerji kazık dikkate alındığında, bundan alınacak kapasite yaklaşık 1,0-1,50 KW olabilir. Enerji kazıklarının çaplarına, derinliklerine, kullanılan boru şekline vb. göre kapasiteleri hakkında önceden yapılmış projelerde sayısal değerlere ulaşmak mümkün olamamaktadır. Bu hususta daha ziyade muhtelif ülkelerde yapılmış yapılarda kullanılan kazık sayısı ve yaklaşık bina ısıtma veya soğutma yükleri ile ilgili yaklaşık bilgiler verilmektedir.

Temel elemanlarının optimize edilmiş tasarımları için termal respons testleri yapılması en iyi yoldur ve gereklidir. Yapıların temel elemanlardan istifade ederek, ısıtma ve soğutma yüklerinin karşılanması binada işletme masraflarının kısılması ve işletmenin çevreye olan etkisini minimuma düşürülmeleri açısından önemlidir. Enerji kazıklarında termal testler yapılırken, 2-3 kazık birden bir kolektörle bağlanarak birlikte test edilebilir.



Şekil.3-Temel altına uygulanan enerji kazıkları



Şekil.4-Enerji kazık başlarından PE boruların kolektöre toplanması

Testin gayesi enerji kazığının ısı enjeksiyon değerini (W/m) tespit edebilmektir. Bu değer, test sonucunda elde edilmesi halinde, kazıklar yoluyla topraktan ne kadar enerji alınabileceği konusunda daha hassas bir yaklaşım elde edilebilir.

PE borular kazıkların demir donatısına monte edildikten sonra basınç testine tabi tutulur. PE borularda kaçak olmadığı tespit edildikten sonra demir donatı yuvasına indirilir. Kazıkların betonu dökülmeden evvel borulara 10 bar basınç uygulanır. Beton döküldükten sonra borular beton katılaşmaya kadar basınç altında tutulur. Beton işleminden sonra, Şekil.3'de görüldüğü gibi, boru uçlarında bir-iki metre pay bırakılır ve boru ağızları ikinci bir işleme kadar içine inşaat artığı girmesin diye tapa ile kapatılır. Borular, kazık uçlarından kolektörlere taşınırken inşaat faaliyetleri dolayısıyla zedelenmemesine azami dikkat edilmeli, borular her evrede su basınç testine tabi tutulmalı, gömülü kalacak boru devrelerinde hava oluşmayacak tarzda tasarım yapılmalı, boru çapları 25-32 -40 mm nominal çaplarda olabilir. Temel altında kalan kazıklardan PE boruları kolektöre taşımak, iksa kazıklarına uygulanan boruların kolektöre taşınmasına göre daha kolaydır. Kazık başlarındaki borular, Şekil.4 ve Şekil.5'deki gibi, beton zemin üzerinde yan yana fakat adreslenmiş olarak saha kolektörüne taşınır.

Saha kolektörleri, inşaat tamamlandıktan sonra da ulaşılabilir olmalı, kolektörlerde kesme vanası, hava atma pürjörleri, debi kontrol vanaları olmalıdır. Saha kolektörlerinden (ara kolektörler) mekanik odada tesis edilecek ana kolektöre kadar boru yolları tasarlanırken inişli çıkışlı olmamasına dikkat edilmeli.



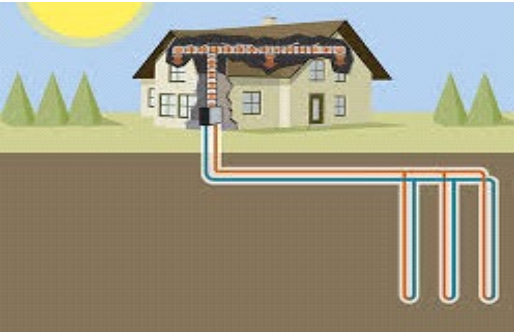
Şekil.5-Kazık başlarından toplanan enerji boru demetleri



Şekil.6-Yerinde inşa edilen saha kolektörü

Şekil.6'da, kazıklara giden ve kazıklardan dönen boruların kümelenerek kolektör noktasına taşınmasını göstermektedir. İksa kazıklarından, PE boruları kolektör noktasına kadar taşıma aşamasında, boruların hasar görmemesine azami dikkat etmeli ve boru güzergahı iyi tasarlanmalıdır.

Toprak kaynaklı ısı pompası uygulamalarında, toprak tarafı eşanjör devresinin oluturulmasında esas itibarıyla iki yöntem uygulanmaktadır. Bunlar yatay ve dikey borulamadır.



Şekil.7a-Toprak tarafı ısı eşanjörü oluşumunda dikey ve yatay borulama

Yatay borulamada, toprağın yaklaşık 1,20–2.0 metre altında, lineer veya slinky şeklinde boru devreleri oluşturulmakta ve üzeri toprakla örtülmekte. Dikey borulamada ise 18-20 cm çapında 125-150 metre derinlikte sondaj kuyusu açılıp içine boru devresi yerleştirilmektedir. Her iki metodun avantaj ve dezavantajlı olduğu hususlar vardır. Dikey borulamada sondaj faaliyeti proje maliyetinin önemli bir kısmını kapsamaktadır. Bu yüzden yani yüksek sondaj maliyetlerinden dolayı vazgeçilen projeler olmaktadır. Yatay borulamada toprak kazılması sondaja göre nispeten daha ehven maliyetlerle yapılabilmektedir. Ancak aynı kapasite için yatay borulamada 3-4 kat daha fazla alana ihtiyaç duyulmaktadır. Uygulama sahasında zemin kaya ise yatay borulama imkanı hiç yoktur.



Şekil.7b-Toprak tarafı ısı eşanjörü oluşumunda dikey ve yatay borulama

İşte bu kısıtlar dolayısıyla, fore kazıklı bir yapıda, zaten inşaatın gereği olarak yapılmakta olan kazıklar sayesinde toprağın enerjisinden istifade etme fikri günümüzde yaygınlaşmaktadır. Bugün, örneğin ısıtma- soğutma yükü toplam 1500-2000 KW/h seviyelerinde olan bir binanın, temel altında ve/veya çevresinde uygulanacak enerji kazıkları vasıtasıyla topraktan alacağı enerji, binanın toplam enerjisinin %10'u civarında bile olsa bu hiç de küçümsenmeyecek bir katkıdır. Türkiye'de her sene buna benzer projeler hayata geçirilse, topraktan kaşılacak binlerce KW enerji önemli oranda CO₂ emisyonunun önlenmesine katkı koyabilir.