



Metal Detektörler Nasıl Çalışır?

Metal detektör teknolojisinin, yaşamımızda eğlence, iş ve güvenlik alanlarını kapsayan çok geniş bir yeri var. Havaalanlarında, ofis binalarında, okullar hükümet binaları ve hapishanelerde, buralara kimsenin silah sokmaması için denetim amaçlı kullanılıyor. Tüketicilere yönelik metal detektörler de yaygın olarak kullanılıyor.

Bir metal detektörün anatomisi

Çok hafif olan tipik bir metal detektörü birkaç parçadan oluşuyor:

- 1- Dengeleyici (isteğe bağlı) – İleri geri oynatıldığında birimin dengede kalmasını sağlıyor.
- 2- Kontrol kutusu – Devreler, kontroller, hoparlör, piller ve mikro işlemcileri kapsıyor.
- 3- Şaft – Kontrol kutusuyla bobini birbirine bağlıyor, kullanıcının boyuna göre ayarlanabiliyor.
- 4- Arama bobini – Esas olarak metali algılayan parça; aynı zamanda “arama kafası”, “anten” olarak da anılıyor.



Garrett GTI 1500 metal detektörü

Çoğu sistemde, ucunda kulaklıklar olan bağlantılar bulunuyor, bazılarında kontrol kutusu şaftın altına, küçük bir gösterge birimi de şaftın üstüne yerleştirilmiş.

Bir metal detektörü çalıştırmak oldukça kolay, yapılıması gereken tek şey aranacak yüzey üzerine yavaş yavaş sürmek. Çoğu detektörde bu ileri geri hareketle arama kafası da denen bobini hareket ettirmiş oluyoruz. Eğer hedef nesne üzerinden geçerse duyulacak cinsten bir sinyal meydana geliyor. Çoğu gelişmiş metal detektörü saptadıkları metalin tipini ve bu nesnenin ne kadar derinlikte olduğunu da gösteriyor.

Metal detektörleri şu üç teknolojiden birini kullanıyor:

- Çok Düşük Frekans (VLF – very low frequency)
- Atı Endüksiyonu (PI – pulse induction)
- Vuru-Frekans Salınımı (BFO – beat-frequency oscillation)

VLF Teknolojisi – Günümüz popüler metal detektörlerinin çoğunda kullanılan bu teknoloji, endüksiyon balansı olarak da biliniyor. Bir VLF metal detektöründe 2 farklı bobin bulunuyor:

Verici bobin: Bu bir dış bobin halkası, içinde ise bir kablo sargısı var. Elektrik bir kablo vasıtasıyla her saniye binlerce kez bir bir yana bir diğer yana yollanıyor. Akım yönünün saniyedeki sayısı, birimin frekansını belirliyor.

Alıcı bobin: Bu iç bobin halkasıysa bir başka kablo sargısı bulunuyor. Bu kablo, yerdeki hedef nesnelerden gelen frekansları saptayıp büyütülen bir anten görevi görüyor.



VLF teknolojisi kullanan bir metal detektörü

Alıcı bobinin içinden geçen akım aynı elektrik motorlarında olduğu gibi elektromanyetik bir akım yaratıyor. Manyetik alanın kutuplanması kablo sargısına dik gelecek şekilde ve akım her değiştiğinde manyetik alanın kutuplanması da değişiyor. Bu da, eğer kablo sargısı yere paralelse, manyetik alanın sürekli yere doğru ittiği ve sonra da çektiği anlamına geliyor.

Manyetik alan yere atılır yollayıp yollayıp çektikçe, yerde karşılaştığı iletken nesnelerin de kendilerine zayıf manyetik alanlar yaratmalarına neden oluyor. Bu nesne ya da nesnelerin manyetik alan kutuplanması, vericinin manyetik alan kutuplanmasına tümüyle zıt yönde oluyor. Yani verici bobinin alanı aşağı doğru atı yolluyorsa, nesneninki de yukarı doğru yolluyor.

Alıcı bobin, verici bobinin ürettiği manyetik alandan tümüyle korunmuş vaziyette. Ancak yerdeki diğer nesnelerden gelen manyetik alana karşı korunaklı değil. Dolayısıyla alıcı bobin manyetik alan veren bir nesne üzerinden geçtiğinde, küçük de olsa bobinin içinden bir elektrik akımı geçiyor. Bu akım, nesnenin manyetik alanıyla aynı frekansta salınıyor. Sargı frekansı büyütülüyor ve metal detektörün kontrol kutusuna yolluyor, burada sensörler sinyali analiz ediyor.

Metal detektörü, nesnenin ürettiği manyetik alanın kuvvetine göre nesnenin ne kadar derinde gömülü olduğunu saptayabiliyor. Nesne yüzeye yakınsa, alıcı bobin tarafından yakalanan manyetik alan ve dolayısıyla da ürettiği elektrik akımı daha kuvvetli oluyor. Derinlerdeyse, manyetik alan da o kadar zayıf oluyor. Belli bir derinliğin altında, nesnenin yarattığı manyetik alan o kadar zayıftır ki, alıcı bobin tarafından algılanamaz.

Bir VLF metal detektörü metaller arasından nasıl ayırım yapıyor? Bu faz kaydırması denen olguya dayanıyor. Faz kaydırması verici bobinin frekansı ile hedef nesnenin frekansı arasındaki zamanlamamanın farkından doğar. Bu farklılığın birkaç nedeni olabilir:

Endüktans – Elektriği kolayca geçiren bir nesne endüktiftir ve akımdaki değişikliklere çok yavaş reaksiyon gösterir. Endüktans derin bir nehir olarak düşünebiliriz. Nehre akan suyun miktarını değiştirecek de herhangi bir fark gözlemleyebilmek için epeyi bir zaman geçer.

Direnç – Elektriği kolayca geçirmeyen bir nesne dirençlidir ve akımdaki değişikliklere çabuk reaksiyon verir. Nehir benzetmesini sürdürürsek, direnci az sığ bir çay olur: Bu çaya akan suyun miktarında yapılacak değişiklik suyun genel seviyesini daha çabuk etkileyecektir.

Temel olarak, yüksek endüktanslı bir nesnenin daha büyük faz kayması olacaktır, çünkü manyetik alanını değiştirmesi daha uzun sürer. Dirençli bir nesne ise daha küçük faz kaymasına tanık oluruz.

Faz kayması, VLF temelli metal detektörlere ayırma yetisi verir. Çoğu metaller, hem endüktans hem de direnç açısından çeşitlilik gösterdiği için, bir VLF metal detektörü, faz demodülatörü denen bir çift elektronik devre kullanarak faz kayması miktarını saptar. Bunun üzerine detektör duyulabilir bir

tonla ya da görsel bir gösterge aracılığıyla nesnenin ne tür metaller arasında olabileceğine dair ipuçları verir.

PI Teknolojisi

Metal detektörleri arasında pek yaygın olmayan tiptekiler, atı endüksiyonu (PI- Pulse Induction) teknolojisi üzerine kurulu olanlardır. VLF'nin tersine PI sistemleri tek bir bobini hem alıcı hem verici olarak kullanabilir, ya da bunlarda iki ya da üç bobin bir arada çalışıyor da olabilir. Bu teknoloji, bir kablo sargısından patlamalar (atılar) halinde akım yollar. Her atı kısa bir manyetik alan yaratır. Atı bittiğinde manyetik alan, kutuplanmasını tersine döndürüp birden bire geçer, bu arada keskin bir elektrik çakması yaratır. Bu çakma birkaç saniye sürer ve bir başka akımın bobinden geçmesine neden olur. Bu akıma yansımış atı (reflected pulse) denir, çok kısadır, sadece 30 mikrosaniye kadar sürer. Daha sonra bir başka atı daha yollanır. Ve süreç tekrarlar. Tipik bir PI temelli metal detektörü saniyede yaklaşık 100 atı yollar, ancak tabi üretici firmaya ve modele bağlı olarak bu rakam saniyede birkaç düzineden, binleri aşan atıya kadar değişiklik gösterir.

Metalleri ayırmada PI detektörleri çok iyi iş görmez çünkü çeşitli metallerin yansımış atı uzunluğu kolayca ayrıştırılmaz. Ancak VLF temelli metal detektörlerinin zorlanacağı, örneğin topraktaki ya da genel çevrede bulunan yüksek iletkenliğe sahip metaller gibi pek çok alanda faydalı olabilirler. Su altı keşifleri böyle bir durum için iyi bir örnek oluşturabilir. Ayrıca PI temelli sistemler, diğer sistemlere oranla çoğunlukla yerin daha derinlerinde metal arama olanağı sağlayabilir.

BFO Teknolojisi

Darbe-frekans salıncacı (BFO beat-frequency oscillator), metal saptama yolları arasında en temel olanı. BFO sisteminde, büyük bir tanesi arama kafasında, diğer bir küçüğü ise kontrol kutusunun içinde olmak üzere iki tel sargı bulunur. Her bir sargı, saniyede binlerce akım atısı üreten bir salıncaca bağlı. Bu atıların frekansı, iki sargı arasında azıcık kaymış vaziyettedir.

Eğer arama kafasındaki sargı bir metal nesne üzerinden geçerse, sargıdan geçen akımın sebep olduğu manyetik alan, nesne etrafında da bir manyetik alan yaratır. Nesnenin manyetik alanı, arama kafası sargısının ürettiği radyo dalgalarının frekansına karışır. Bu frekans, kontrol kutusundaki sargının frekansından saptıkça, duyulabilir atıların süresi ve tonu değişir.

Atı endüksiyonu kullanan Garrett metal detektörü

