

	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ <i>SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE</i>		
	e-ISSN: 2147-835X Dergi sayfası: http://www.saujs.sakarya.edu.tr		
	<u>Gelis/Received</u> 19-04-2017 <u>Kabul/Accepted</u> 10-10-2017	<u>Doi</u> 10.16984/saufenbilder.306993	

Darbe indüksiyon metal dedektörlerinde toprak kompanzasyonu

Ahmet Akgöz^{*1} Abdullah Ferikoğlu²

ÖZ

Metal dedektörleri özellikle toprağa gömülü metal objelerin tespitinde önemli rol oynamaktadır. Toprağın mineralli yapısının neden olduğu hatalı ikazların en aza indirgenmesi için metal dedektörlerinde toprak kompanzasyonu yapılması gerekmektedir. Bu çalışmada Darbe İndüksiyon metal dedektörlerinde toprak kompanzasyonu ele alınarak toprak içerisindeki metalik mineral oluşumlarının metal dedektörü üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bir Darbe İndüksiyon metal dedektörü devresi gerçekleştirilerek yazılımsal olarak toprak kompanzasyon algoritması geliştirilmiş, yapılan testlerde toprak etkisinin ortadan kalktığı görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Darbe indüksiyon, Elektromanyetik İndüksiyon (EMI), Metal dedektörü, Toprak dengelemesi, Toprak kompanzasyonu.

Ground compensation in pulse induction metal detectors

ABSTRACT

Metal Detectors play an important role especially on determining the properties of objects buried in the soil. Ground compensation is necessary to minimize the faulty warning signals in metal detectors caused by the mineral structure of the soil. In this study, ground compensation in pulse induction metal detectors and the effect of metallic soil minerals on metal detectors are examined. A ground compensation software algorithm is developed by implementing a pulse induction metal detector circuit and it is observed in the applied tests that the ground effect is eliminated.

Keywords: Pulse Induction, Electromagnetic Induction, Metal Detector, Ground Balancing, Ground Compensation

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

¹ Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Mekatronik Mühendisliği, Sakarya – ahmetakgoz@gmail.com

² Sakarya Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Sakarya – af@sakarya.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Günümüzde metal dedektörleri askeri amaçlı mayın ve el yapımı patlayıcıların (EYP) tespitinde, arkeolojik araştırmalarda metalik tarihi kalıntıların tespitinde ve metal yoğunluğu haritalamalarında aktif olarak kullanılmaktadır [1]. Metal dedektörlerinde Darbe İndüksiyon, sürekli dalga, çoklu frekans gibi çeşitli farklı çalışma sistemleri mevcut olup bu çalışmada Darbe İndüksiyon diğer adıyla Elektromanyetik İndüksiyon (EMI) sistemi araştırılmıştır.

Toprak içerisinde metalik birçok mineral bulunmaktadır. Araştırma esnasında metal dedektöründen topraktaki mineral oluşumlarından etkilenmeden işlevini düzgün bir şekilde yerine getirmesi beklenmektedir. Bu da toprak kompanzasyonu olarak adlandırılan sistem sayesinde gerçekleşebilir [1].

Yapılan benzer çalışmalarda opampli integratörler kullanılarak toprak kompanzasyonu işlemi gerçekleştirilmiştir [1]. Örnekleme zamanlamaları direnç ve kapasitörler ile ayarlanmıştır [2]. Analog olarak yapılan donanımsal işlemlerde ortam sıcaklığı ve nem oranının değişmesi sonuçları değiştirmektedir. Ayrıca elektriksel ve manyetik gürültüler de bu yapılarda olumsuz etkiler oluşturmaktadır [3].

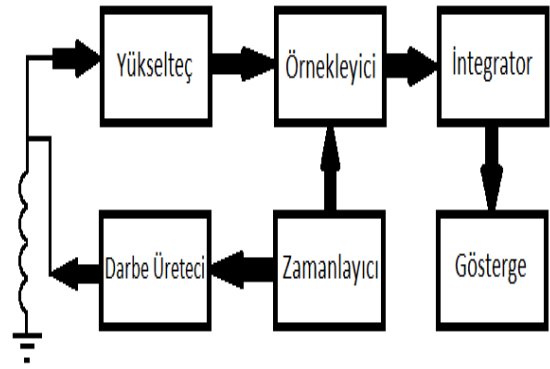
Bu çalışmada mikrodenetleyici kontrolünde çalışan bir Darbe İndüksiyon metal dedektörü devresi gerçekleştirilmiştir. ADC yardımıyla sayısal olarak elde edilen ham veriler MATLAB ortamına aktarılarak sayısal olarak işlenmiş, böylece hem donanımsal karmaşıklık ortadan kaldırılmış, hem de ortam koşullarından oldukça az etkilenen bir tasarım elde edilmiştir. Örnekleme zamanlamaları yine yazılımsal olarak elde edilerek hem donanımsal karmaşıklık en aza indirgenmiş hem de esneklik sağlanmıştır.

Metal dedektörleri ile ilgili temel bilgileri içeren pek çok çalışma mevcuttur [4-10].

2. DARBE İNDÜKSİYON METAL DEDEKTÖRÜNÜN GENEL ÇALIŞMA PRENSİBİ (GENERAL WORKING PRINCIPLE OF PULSE INDUCTION METAL DETECTOR)

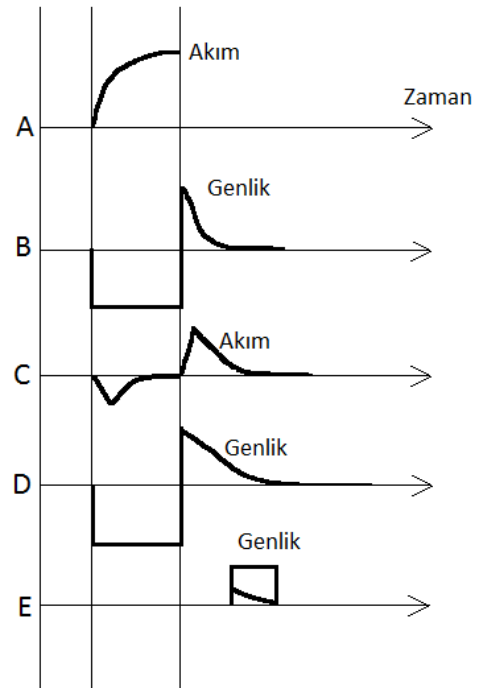
Bir Darbe İndüksiyon (EMI) metal dedektörü Şekil 1’de gösterildiği gibi araştırma bobini,

darbe üretici, yükseltici, zamanlama, örnekleme ve integratör katlarından oluşmaktadır [11, 12] .



Şekil 1. PI Blok Şeması (PI Block Scheme)

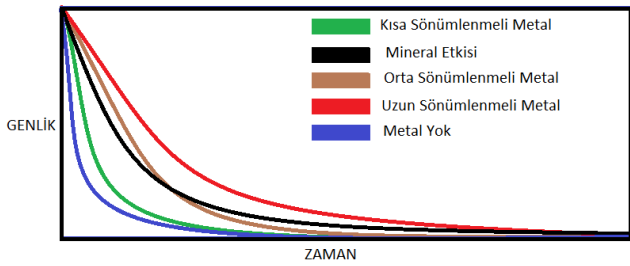
Darbe İndüksiyon metal dedektörü araştırma bobininden kısa bir süreliğine akım akıtır (Şekil 2a) ve ardından akımı keser. Bobinde anlık olarak sönümlenen ters bir gerilim oluşur ve hızlı bir şekilde sönümlendirme direnci üzerinden bu gerilim sönümlenir (Şekil 2b). Bu işlemler sırasında eğer ortamda metalik bir obje varsa bu obje üzerinde eddy akımları oluşur ve bu akımlarda zamanla sönümlenir (Şekil 2c). Sönümlenmekte olan bu akımın varlığı araştırma bobininde toplamsal bir etki oluşturarak (Şekil 2d) araştırma bobininin sönümlenmesinin uzamasına sebep olur. Sönümlenme eğrisi üzerinden alınan bir örnek (Şekil 2e) metalin tespitini gösterir.



Şekil 2. Bobinde Oluşan Sinyaller (Signal Created by Search Coil)

3. TOPRAK KOMPANZASYONU (GROUND COMPENSATION)

Darbe İndüksiyon metal dedektörlerinde metal objenin varlığı sönümlenmekte olan eddy akımlarının varlığının tespit edilmesiyle anlaşılmaktadır. Araştırma bobininden geçen anlık yüksek akım ortamda bir manyetik alan oluşturur. Bu alan içerisinde bir metal obje varsa eddy akımı oluşur ve bobinden akım kesildiği andan itibaren zamanla bu eddy akımları sönümlenir. Eddy akımının çeşitli objeler üzerinde sönümlenmesine ilişkin örnek bir grafik Şekil 3'de yer almaktadır.

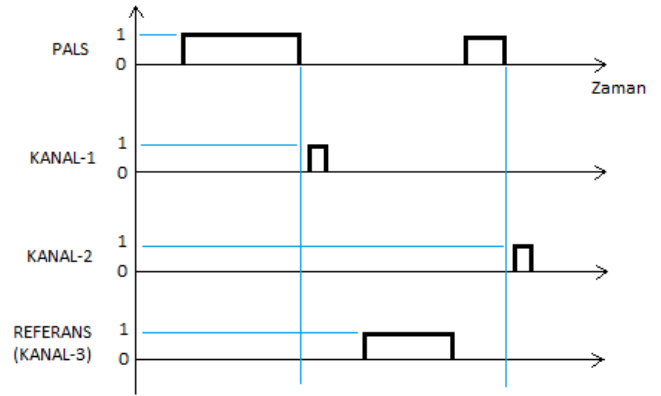


Şekil 3. Sönümlenme Eğrileri (Fading Curves)

Sönümlenme süresi objenin metal cinsine, boyutuna ve şekline göre değişiklik göstermektedir. Grafikten görüldüğü üzere mineral üzerindeki sönümlenme eğrisi, orta sönümlenmeli metal objelerin sönümlenme eğrisine oldukça benzemektedir. Bu durum bazı metal objelerin toprak etkisinden ayırt edilmesini zorlaştırmakta dolayısıyla işleri biraz karmaşıklştırmaktadır.

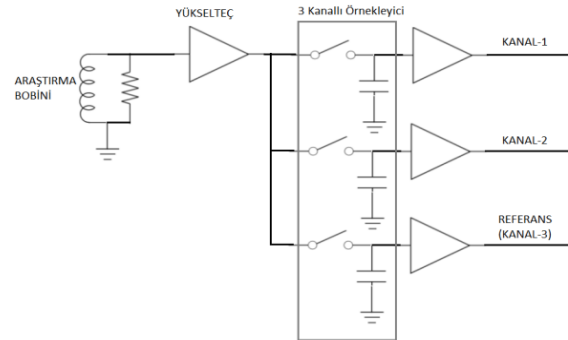
Darbe İndüksiyon metal dedektörlerinde sönümlenme eğrisinin eğimi belli zamanlarda iki ya da daha fazla örnek alınarak tespit edilebilir. Alınan örnek sayısı arttıkça küçük farklılıklar fark edilmeye başlanır. Fakat yine de bu benzeşim bu teknik ile bazı metal objelerin mineral etkisinden ayırt edilmesini maalesef imkânsız kılmaktadır.

Sönümlenme eğrisi birbirine benzeyen farklı objeler, bazı durumlarda benzerliklerini kaybedebilmektedirler. Sönümlenme eğrisi birbirine benzeyen objelere farklı biçimde sönümlenmesini sağlayacak bazı teknikler geliştirilmiştir. Bu tekniklerden birisi farklı uzunluklarda diğeri de farklı genliklerde darbe gönderimi yapılması üzerinedir [1]. Bir darbe sonrası birbirine benzeyen iki farklı objenin sönümlenmesi, eğer farklı uzunlukta ya da farklı genlikte bir darbe gönderilirse bu benzeşimin ortadan kalkabileceği tespit edilmiştir.



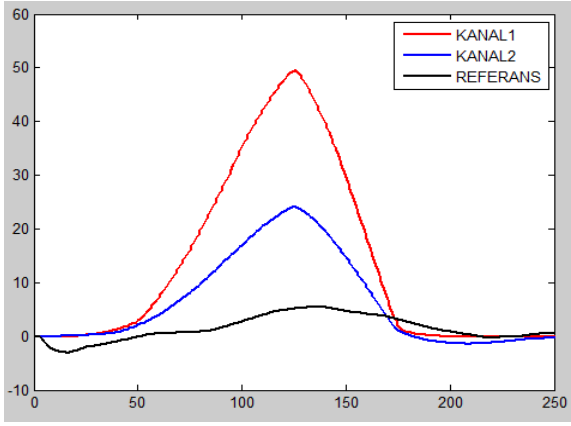
Şekil 4. Darbe ve Örnekleme Zamanlamaları
(Pulse and Sampling Timings)

Araştırma bobinine sabit genlikli ve uzunluklu darbeler basmak yerine farklı uzunluk ya da genliklerde darbeler basılarak benzeşimin ayrışması sağlanmaktadır [1]. **Hata! Başvuru kaynağı bulunamadı.** Şekil 4'te ilk önce uzun bir darbe verilip ardından alınan örnek birinci kanalda tutulmuştur. Bir sonraki basılan kısa süreli bir darbeden sonra alınan örnek de 2. kanalda tutulmuştur. Uzun darbeden sonra alınan gecikmeli bir örnek de referans seviye kabul edilip 3. kanalda tutulmuştur.

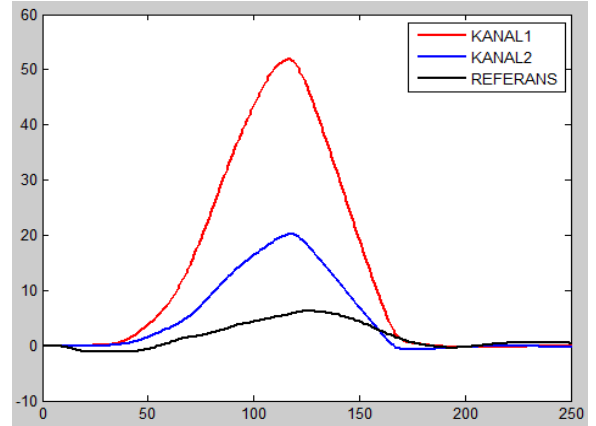


Şekil 5. Toprak Kompanzasyonu Bloğu (Soil Compensation Block)

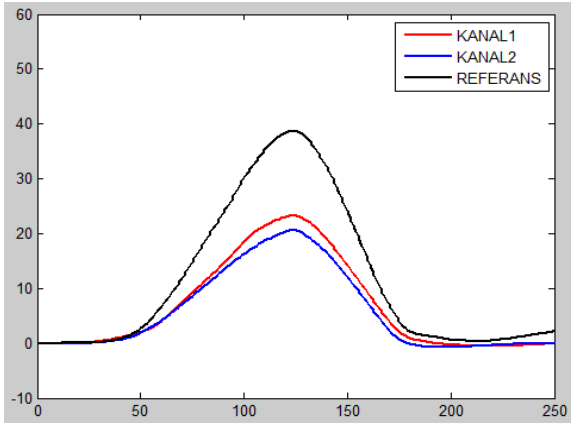
Bundan sonraki işlem referans kanalındaki mineralin oluşturduğu değişim miktarının Kanal-1 ve Kanal-2'deki değişim miktarlarına ayrı ayrı eşitlenmesi işlemidir. Bu işlem Şekil 6'da gösterildiği gibi K1 ve K2 katsayılarının belirlenmesi ile yapılmaktadır. Değişim miktarı her bir kanal için araştırma bobini havada iken ölçülen değerlerin mineralli ortamdakilerden ölçülen değerlerden çıkarılması ile elde edilir.



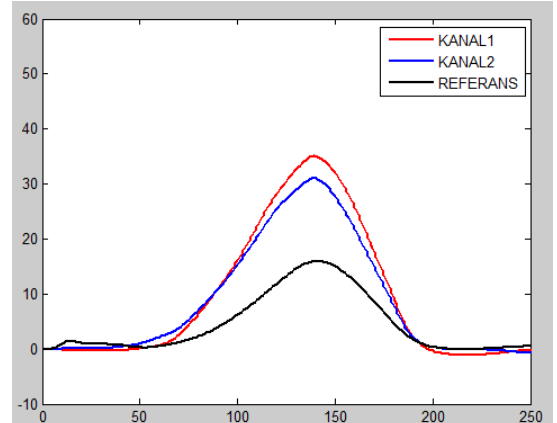
Şekil 10. Bakır Levha (Copper Plate)



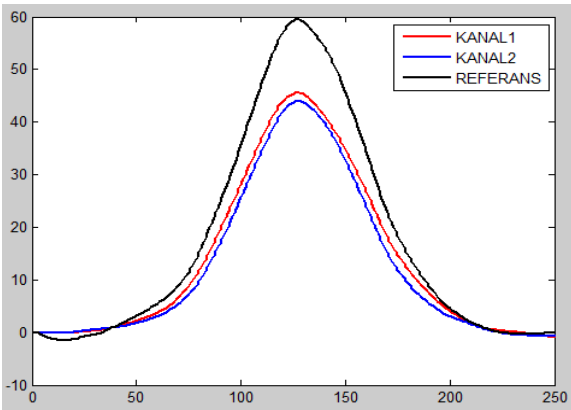
Şekil 13. Mermi Kovanı (Bullet Hive)



Şekil 11. Demir (Iron)



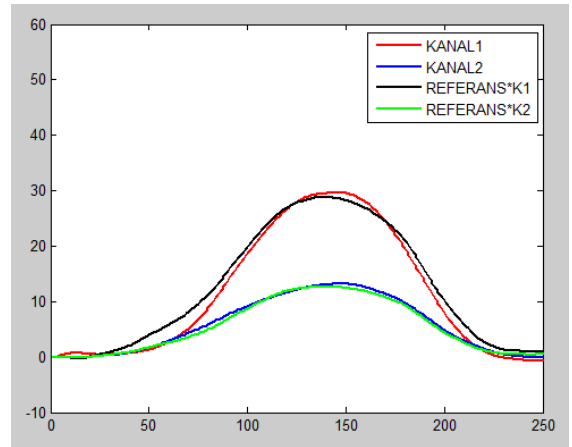
Şekil 14. Alaşım Para (Alloy Coin 1TL)



Şekil 12. Matkap Ucu (Drill Bit)

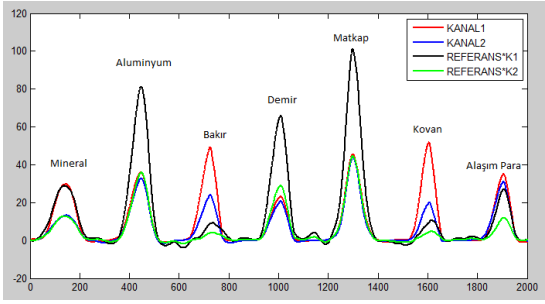
Bu noktada mineralli toprak etkisi

Şekil 8'de görülmektedir. Mineralli toprak için K1 ve K2 katsayıları 1.7 ve 0.75 olarak hesaplanmıştır. Referans kanalın bu katsayılar ile ayrı ayrı çarpılmış hali Şekil 15'de görülmektedir.



Şekil 15. Katsayılar (Coefficients)

Bu işlemten sonra tüm objelerin aynı anda yer aldığı grafik Şekil 16'da yer almaktadır.



Şekil 16. Tüm Objeler (All Objects)

Görüldüğü üzere artık sadece en baştaki mineralli toprak için aşağıdaki denklem sağlanmış durumda, diğer objeler için en az bir çıkışın sıfırdan farklı olduğu görülmektedir.

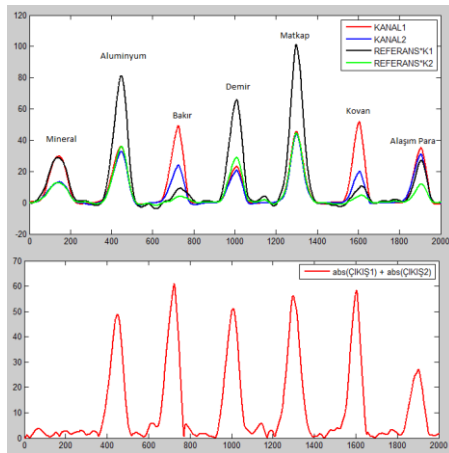
$$KANAL1 - REFERANS * K1 = ÇIKIŞ1 = 0 \quad (3)$$

$$KANAL2 - REFERANS * K2 = ÇIKIŞ2 = 0 \quad (4)$$

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

ÇIKIŞ1 ve ÇIKIŞ2'nin mutlak değerlerinin toplamını tüm metaller için çizdirildiğinde mineralli toprağa herhangi bir tepkinin olmadığı

Şekil 17'de görülmektedir.



Şekil 17. Toprak Kompanzasyonu (Ground Compensation)

Genel olarak mikrodenetleyici kontrolünde gerçekleştirilen, donanımsal karmaşıklığı en aza indirgenmiş bu donanım ile kırmızı toprak, deniz kumu, nehir kumu gibi ortamlarda testler yapılmış olup başarılı bir şekilde toprak kompanzasyonunun sağlandığı görülmüştür.

Zamanlayıcı, örnekleyici ve integratör yapılarının donanımsal olarak gerçekleştirilmesi esnek

olmayan karmaşıklıkların yanı sıra, ortamın ısı ve nem değişimlerinden etkilenme gibi problemleri de beraberinde getirmektedir. Ayrıca bu işlemler, oldukça basit ve ucuz mikro denetleyiciler tarafından bile kolaylıkla yapılabileceğinden maliyet açısından da sisteme getirilen bir avantaj olarak düşünülebilir.

KAYNAKÇA (REFERENCES)

- [1] B. H. Candy, "Pulse induction time domain metal detector," ed: Google Patents, 1996.
- [2] E. Ott and J. H. Ott, "Ground piercing metal detector having range, bearing and metal-type discrimination," ed: Google Patents, 2001.
- [3] H. Meyr, M. Moeneclaey, and S. A. Fechtel, Digital communication receivers: synchronization, channel estimation, and signal processing: Wiley Online Library, 1998.
- [4] C. V. Nelson, "Digital nulling pulse inductive metal detector," ed: Google Patents, 2005.
- [5] E. Ott and J. H. Ott, "Method for detecting the metal type of a buried metal target," ed: Google Patents, 2002.
- [6] D. Emery, "Resonant pulse induction metal detector that transmits energy from high voltage flyback pulses," ed: Google Patents, 2010.
- [7] B. H. Candy, "Ground mineralization rejecting metal detector (power saving)," ed: Google Patents, 2004.
- [8] B. H. Candy, "Ground mineralization rejecting metal detector (transmit signal)," ed: Google Patents, 2003.
- [9] B. H. Candy, "Metal detector with improved magnetic soil response cancellation," ed: Google Patents, 2012.
- [10] B. H. Candy, "Metal detector for salt soils," ed: Google Patents, 2009.
- [11] B. Candy, "Metal Detector Basics and Theory," *Minelab Pty Ltd. Technical Report*, 2007.
- [12] G. Paltoglou, "Metal detector method and apparatus," ed: Google Patents, 2003.