

Alternatif Işınm ile Yayınım Testlerinde GTEM/TEM Hücresi -ASDA Korelasyonu

Çağlar Aslan*, Mehmet Çınar*, Urban Lundgren**, Mustafa Çetintaş*
*TÜBİTAK UME (Ulusal Metroloji Enstitüsü)
Gebze, KOCAELİ
**SP (Technical Research Institute)
Boras, Sweden
caglar.aslan@tubitak.gov.tr,

Özet: Bu çalışmada, IEC 61000-4-20 standardı temel alınarak [1] alternatif ışınım ile yayınım deneyleri gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde DAC (Deney Altındaki Cihaz) olarak her yöne yayınım yapabilen bir referans kaynak kullanılmıştır. DAC'ın ışınım ile yayınımı GTEM/TEM (Gigahertz Transverse Electromagnetic)/(Transverse Electromagnetic) hücrelerinde ve ASDA (Açık Saha Deney Alanı)'da gerçekleştirilerek GTEM/TEM ölçüm sonuçlarının ASDA ölçüm sonuçlarına korelasyonu yapılmıştır.

Abstract: In this work, based on IEC 61000-4-20 standard [1] the radiated emission measurements were performed in GTEM/TEM (Gigahertz Transverse Electromagnetic/Transverse Electromagnetic) cell and at OATS (Open Area Test Side). The measurements were carried out with different omni-directional antenna types of EUT. Finally, the correlation between the GTEM/TEM results and OATS results was also established according to IEC 61000-4-20 based on the reference source results.

1. Giriş

Işınım ile yayınım deneylerinin yapılabilmesi için özel olarak tasarlanmış ve CISPR16-1-4 standardının [2] gereksinimlerini karşılayan yarı yansız odalar kullanılmaktadır. Fakat yarı yansız odalar, üreticiler ve diğer deney laboratuvarları için kurulumu maliyetli ve zaman alıcı deney imkânlarıdır. Bu noktada ışınım ile yayınım ve ışınım ile bağışıklık deneyleri için IEC 61000-4-20 standardı, GTEM/TEM hücrelerinde gerçekleştirilebilen düşük maliyetli ve zaman bakımından avantaj sağlayan alternatif ışınım ile yayınım deney yöntemleri sunmaktadır [1]. Bu çalışmada da IEC 61000-4-20 standardının ön gördüğü şekilde alternatif ışınım ile yayınım deneyleri gerçekleştirilmiştir [3-6]. Ölçümlerde DAC (Deney Altındaki Cihaz) olarak RN Electronics 5102 model bir tarama cihazı referans kaynak olarak kullanılmıştır. Referans kaynağın ışınım ile yayınımı kısa çubuk, uzun çubuk ve halka antenler kullanılarak sağlanmıştır. Ölçümler 30 MHz-1 GHz frekans aralığında GTEM hücrelerinde ve ASDA'da, 30 MHz-75 MHz frekans aralığında ise TEM hücrelerinde gerçekleştirilmiştir. Daha sonra GTEM/TEM hücreleri ölçümlerinin IEC 61000 4-20 standardında verilen korelasyon eşitliği kullanılarak ASDA ölçümlerine korelasyonu yapılmıştır. Aynı zamanda CST (Computer Simulation Technology) ve WSAP (Method of Moment) simülasyon programları kullanılarak ASDA ölçümlerinin simülasyonu yapılmıştır. Nihai olarak, elde edilen sonuçların karşılaştırması yapılmıştır [7].

2. Teori, Deney Düzenegi ve Ölçüm Sonuçları

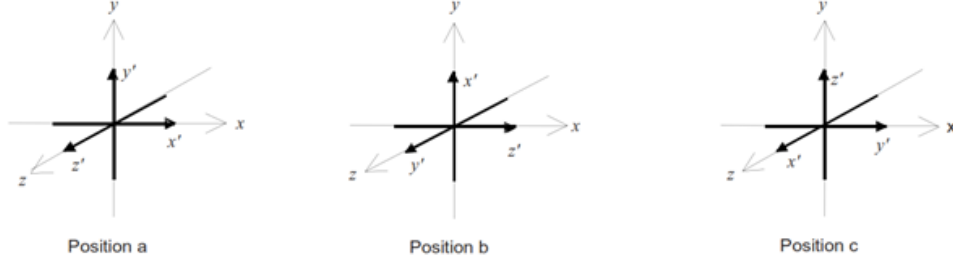
GTEM/TEM hücrelerinde ışınım ile yayınım ölçümlerinin ASDA ölçümlerine korelasyonu için IEC 61000 4-20 standardında yer alan aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (1).

$$E_{\max} = g_{\max} \cdot \frac{\eta_0 k_0}{2\pi \cdot \epsilon_{0y}} \cdot \frac{S}{\sqrt{Z_c}}, \left(\frac{V}{m} \right) \quad (1)$$

E_{\max} : Maksimum elektrik alan şiddeti
 $g_{\max} (1/m)$: Geometrik katsayı,
 $\eta_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\epsilon_0}} = 120\pi = 377 \Omega$: Boş uzayın empedansı,
 $k_0 = k_0 = \frac{2\pi}{\lambda} (V)$: Dalga sayısı (1/m), λ : Dalga boyu (m),

$S = \sqrt{V_{pa}^2 + V_{pb}^2 + V_{pc}^2} \quad (V) \quad : a, b \text{ ve } c \text{ pozisyonlarında alınan ölçümlerin vektörel toplamının değeri}$
 $\sqrt{Z_c} = 50 \Omega \quad : \text{Karakteristik empedans}$
 $e_{0y} \quad (\Omega/m) \quad : \text{GTEM/TEM içinde DAC'ın ölçüldüğü noktada elektrik alanının etkin olan } y\text{-bileşenidir.}$

Burada, g_{max} ASDA ölçümlerinin geometrisinden gelen katsayıdır. S değeri DAC'ın, Şekil 1 ile verilen a, b ve c pozisyonlarında ölçülen ışınım ile yayınıminin vektörel toplamının büyüklüğüdür. e_{0y} ise GTEM/TEM hücresi içinde DAC'ın ölçüldüğü noktada elektrik alanının etkin olan y-bileşenidir. e_{0y} değerinin elde edilmesinde analitik metot kullanılmıştır.

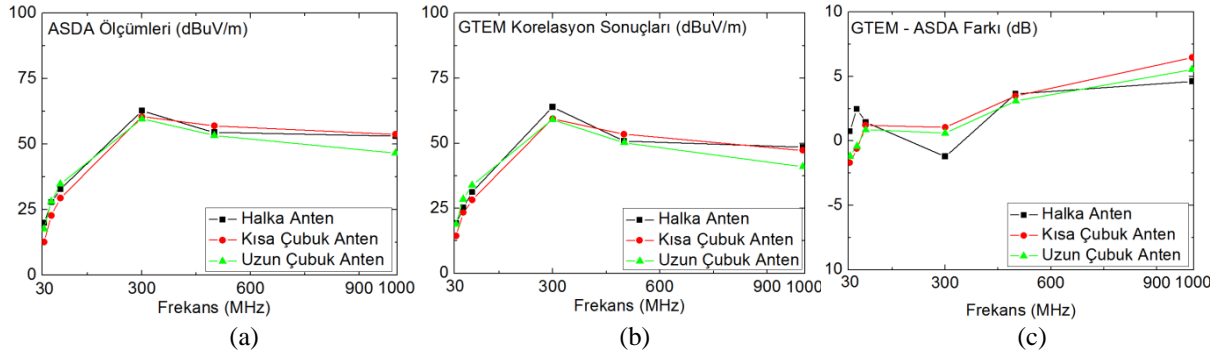


Şekil 1. Alternatif ışınım yayınımlarının gerçekleştirildiği pozisyonlar [2]

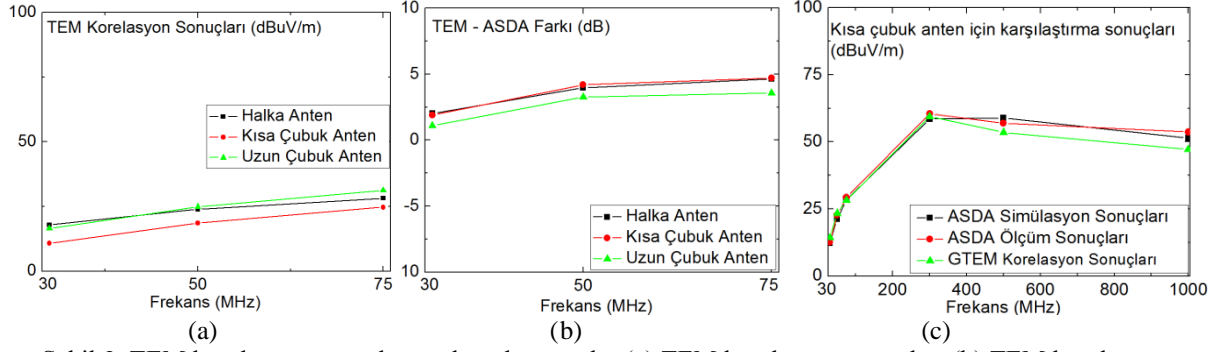
GTEM ölçümlerinde MEB 1750 model GTEM hücresi kullanılmıştır. DAC'ın ölçümleri GTEM'in iletken zemininden 36 cm yükseklikte, yalıtkan bir malzeme üzerinde ve DAC'ın ölçüldüğü noktada septum yüksekliği 1,61 m'dir. GTEM ölçümlerinde kullanılan spot frekanslar 30 MHz, 50 MHz, 75 MHz, 300 MHz, 500 MHz ve 1000 MHz'dir. GTEM ölçümlerinin korelasyon sonuçları Şekil 2 (b)'de, referans ASDA ölçümleri arasındaki doğruluk farkı ise Şekil 2 (c)'de verilmiştir.

TEM ölçümlerinde IFI CC102S model bir TEM hücresi kullanılmıştır. DAC, TEM hücresinin merkezine ve TEM hücresinin zemininden 2,2 cm yükseklikte yalıtkan bir malzeme üzerine yerleştirilmiştir. TEM hücresinin bir ucu 50 Ohm sonlandırıcı ile sonlandırılmış diğer ucuna ise zayıflatıcı ve spektrum analizörü bağlanmıştır. TEM hücresi ölçümleri ise 30 MHz, 50 MHz ve 75 MHz spot frekanslarında gerçekleştirilmiştir. TEM ölçümlerinin korelasyon sonuçları Şekil 3 (a)'da, referans ASDA ölçümlerinden doğruluk farkı ise Şekil 3 (b)'de verilmiştir. GTEM/TEM ölçümlerinde Agilent Technologies E7405A model bir Spektrum Analizörü kullanılmıştır.

ASDA ölçümlerinde ise DAC 0,8 m yükseklikte yalıtkan malzeme üzerinde konumlandırılmıştır. Referans kaynağın ışınım ile yayınımları 10 m mesafeden, bilog anten kullanılarak, dikey polarizasyonda ve 1-4 m' de elektrik alanının maksimum değeri taranarak kaydedilmiştir. ASDA ölçümlerinde Rohde&Schwarz ESIB 26 model EMI Test Receiver kullanılmıştır. Referans ASDA sonuçları Şekil 2 (a)'da, ASDA ölçümlerinin simülasyonu ile korelasyon sonuçlarının karşılaştırması ise Şekil 3 (c)'de verilmiştir [7].



Şekil 2. ASDA ölçüm ve GTEM korelasyon sonuçları (a) ASDA ölçüm sonuçları (b) GTEM korelasyon sonuçları (c) GTEM korelasyon sonuçları ile ASDA ölçüm sonuçları arasındaki fark



Şekil 3. TEM korelasyon sonuçları ve karşılaştırmalar (a) TEM korelasyon sonuçları (b) TEM korelasyon sonuçları ile ASDA ölçüm sonuçları arasındaki fark (c) Kısa çubuk anten için ASDA simülasyon sonuçları, ASDA ölçüm sonuçları ve GTEM korelasyon sonuçları arasında karşılaştırma

Şekil 2’de GTEM hücresi korelasyon sonuçlarının ASDA ölçümleri ile doğruluk farkları 30 MHz-300 MHz frekans aralığında maksimum 3 dB ve 300 MHz-1 GHz frekans aralığında ise maksimum 6,5 dB’dir. Şekil 3’te TEM hücresi korelasyon sonuçlarının ASDA ölçümleri ile doğruluk farkı 30 MHz-75 MHz frekans aralığında maksimum 5 dB’dir [7].

3. Sonuç

IND60 Avrupa Birliği projesi kapsamında yapılan ve EMRP tarafından desteklenen bu çalışmada farklı antenleri olan referans kaynak kullanılarak alternatif ışınımla yayılım deneyleri gerçekleştirilmiştir. Referans ASDA sonuçları, simülasyon sonuçları ve korelasyon sonuçları arasında karşılaştırma yapılmış, sonuçların küçük boyutlu DAC’lar için uyumlu olduğu görülmüştür. Bu yüzden küçük boyutlu DAC’lar için alternatif ışınımla yayılım metodu, cihaz üreticileri ve deney laboratuvarları tarafından kullanılması durumunda ciddi anlamda maliyet ve zaman kazanımı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- [1] “IEC 61000-4-20 Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques”, Section 20: Emission and Immunity Testing in Transverse Electromagnetic (TEM) Waveguides, International Electrical Commission Std.
- [2] CISPR 16-1-4: Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods- Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus- Ancillary equipment- Radiated disturbances
- [3] “Possible Improvement of the Correlation Method for GTEM Cell Emission Tests”, Al-Hamid M., Leone M., Schulze S., Otto-von-Guericke-University Germany and Würth Elektronik eiSos GmbH Germany, IEEE 2013.
- [4] “A good practice guide for the use of GTEM cells in EMC measurements according to IEC61000-4-20”, Bozec D., McCormack M., Marvin A.C., Nothofer A., Alexander M.J., York EMC Service, National Physical Laboratory, UK, IEEE.
- [5] “Comparison of Correlation Algorithms between GTEM Cell and Semi Anechoic Chamber”, Kwon J.H., Park H.H., Lee A.K., Choi H.D., IEEE 2002.
- [6] “A complete Simulation of a Radiated Emission Test according to IEC 61000-4-20”, Ngu X.T., Nothofer A., Thomas D.W.P., Christopoulos C., PIERS 1997.
- [7] M. Cinar, C. Aslan, M. Cetintas, Alternative Radiated Emission Tests by Using GTEM Cell and TEM Cell Including Correlation, Tech. rep. EMRP JRP IND60 – EMC Industry, Deliverable 3.3.1, 31 December 2015.