

## ELEKTRİK VE ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

Tınaztepe Kampüsü 35160 Buca İZMİR, Tel: 02323017155 Fax: 02324531085

**TURGUTLU TUĞLA ve KİREMİT SANAYİCİLERİ DERNEĞİ'ne,**  
**Turgutlu**

### TEKNİK RAPOR

04.03.2014

**İLGİ:** 07.02.2014 Tarihli ölçüm ve değerlendirme isteğiniz ve ELK-TTS-2014-19 nolu teklifimiz

**ÇIKIŞ SAYI:** 90952175-030.03-114

#### 1.GİRİŞ

Derneğiniz yukarıda ilgede verilen tarihte üyelerinizin üretimini yaptığı muhtelif tuğla ve bu ürünlerin kullanıldığı duvar çeşitlerinin elektromanyetik dalgalar açısından özellikle yüksek frekans elektromanyetik alanlara maruz kaldığında koruma faktörünün ölçülmesini ve bu konudaki davranışının değerlendirilmesini talep edilmektedir.

İlgili ölçümler Turgutlu bölgesindeki üyelerinize ait üretim tesisinizde aşağıda detayı verilen şekilde yapılmıştır. Aşağıda bu ölçümler ve elde edilen ölçüm sonuçları ve ürünlerin RF altında davranışının frekansa bağlı durumu hakkındaki değerlendirme bulunmaktadır. Bu ölçümde,

24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla (Çift tarafı sıvalı),

24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla (Tek tarafı sıvalı)

19 x 19 x 13,5 cm. Yatay Delikli Tuğla (Çift tarafı sıvalı)

Sandviç Tuğla Duvar (Çift tarafı sıvalı) (13,5 cm. Y.D.Tuğla+ 3 cm. XPS+ 8,5 cm. Y.D.Tuğla) örnekleri ile ilgili ölçüm ve değerlendirme yapılmıştır.

#### 2. İNCELEME VE YAPILAN ÖLÇME BİLGİLERİ

Yukarıda verilen mahalde yapılan incelemede, açık ölçüm tekniği kullanılarak, ilgili ürünlerin bir alıcı ve bir verici anten arasına konmadan ve daha sonra konularak yapılan iletim ölçümü (Transmission Measurement) ile 750MHz-3GHz arasında her frekansta RF güç karşılaştırması sonucu yapılmıştır. Ölçüme ait resimler aşağıda verilmektedir.



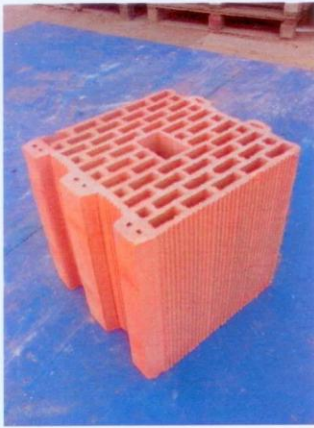
(a)



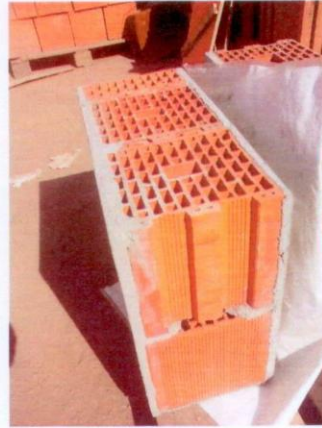
(b)

Resim 1: Ölçüm Sistemi Konfigurasyonu: a) Ürün olmadan kalibrasyon b) Ürün ile karşılaştırma ölçümü

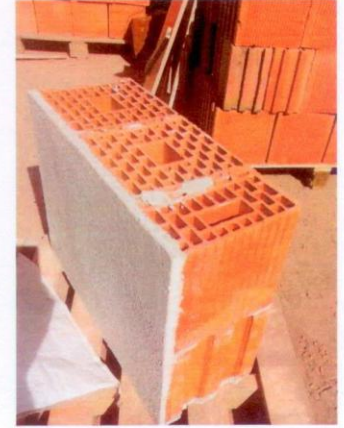




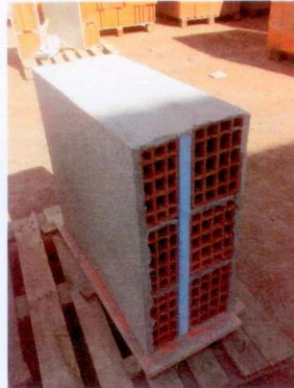
24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla



24x24x23,5cm İzotuğla duvar  
(Çift tarafı sıvalı)



24x24x23,5cm İzotuğla Duvar  
(Tektarafı sıvalı)



Sandviç Tuğla Duvar  
(Çift tarafı sıvalı)  
(13,5 cm. Y.D.Tuğla+ 3 cm.  
XPS+ 8,5 cm. Y.D.Tuğla)



19 x 19 x 13,5 cm.  
Yatay Delikli Tuğla  
(Çift tarafı sıvalı)

Resim 2: Ölçülen Ürünlerden örnek resimler

### **Ölçüm ekipmanı:**

Ölçümler Dokuz Eylül Üniversitesi Elektrik ve Elektronik müh. Bölümüne ait E13020511 nolu Kalibrasyon Sertifikasına sahip ANRİTSU MS2711D taşınabilir spektrum analizör ile çevre yansımalarını en aza indirmek için geniş ve açık bir alanda alınmıştır.



## Ölçüm Sonuçları:

Söz konusu ürünler üzerinde üretim alanında yapılan ölçümlerin sonuçları aşağıda grafikler halinde verilmiştir. Bu grafiklerde 750MHz-3000MHz arasındaki tüm frekanslarda öncelikle ürün olmadan alıcı ve verici anten arasındaki iletim ölçülmüş ve her frekansta ayrı ayrı cihaz tarafından kalibre edilerek referans seviye elde edilmiştir. Daha sonra ürün alıcı ve verici anten arasına konulduğunda her frekans için referans seviyeden araya konan ürün nedeniyle oluşan güç düşümleri belirlenerek grafik hale dönüştürülmüştür.

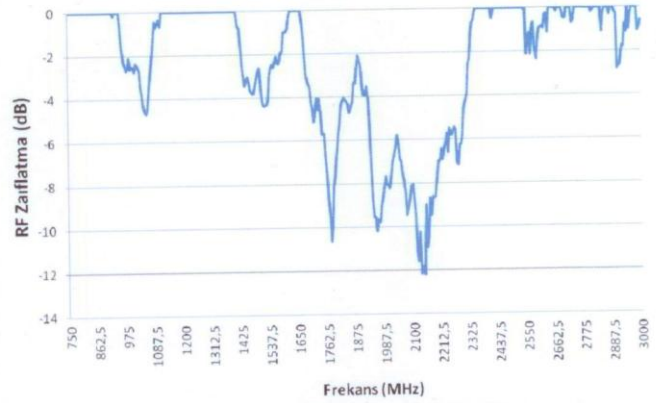
Bu grafiklerde her birim güç oranı Desibel (dB) olarak verilmektedir. Bu sisteme göre zayıflatma oranları  $-3\text{dB}=2$  kat (%50),  $-6\text{dB}=4$  kat (%75),  $-10\text{dB}=10$  kat (%90),  $-20\text{dB}=100$  kat (%99) güç azalmasına karşılık gelmektedir.

Bu grafiklerde her frekansta oluşan güç düşümü grafikte aşağı doğru bir logaritmik eksenle desibel biriminde bir azalma olarak görülebilir. Bazı frekanslarda daha az bazı frekanslarda daha çok azalma olması normaldir ve ürünün o frekanslarda elektromanyetik alanlara karşı olan RF geçirgenliğini göstermektedir. Bu olay elektromagnetic Efficiency olarak bilinir.

En ideal sonuç sadece belli bir frekansta azalma değil geniş bir bölgede görülen azalma ve bu azalmanın mümkün olduğunca aşağıda olmasıdır.

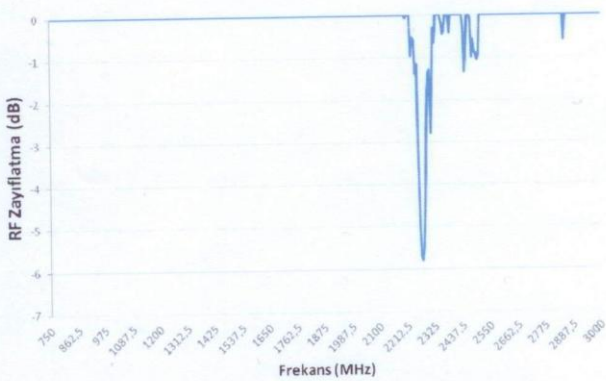


24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla Yatay Polarizasyon

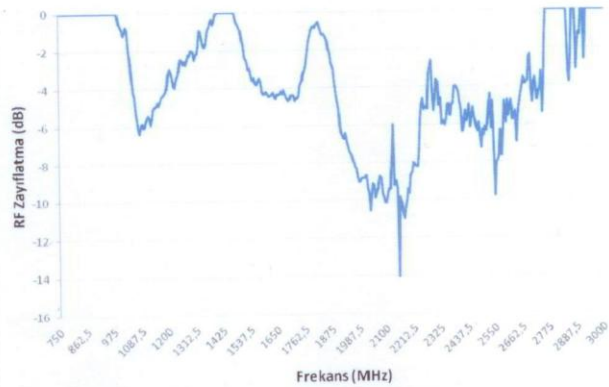


4 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla Dikey Polarizasyon

Verilen grafikler incelenğinde 24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğlanın yatay polarisayonda 1400 MHz ile 2500 MHz arasında bir tepkisi olduğu, 2000MHz civarında gözlenen yüksek zayıflamanın  $-10\text{dB}$  (%90) seviyesinde olduğu görülmektedir. Aynı ürünün dikey polarizasyonda 2150MHz frekansında  $-12\text{dB}$  (%93) seviyesine ulaştığı ve bandının daha geniş olduğu da belirlenebilir.

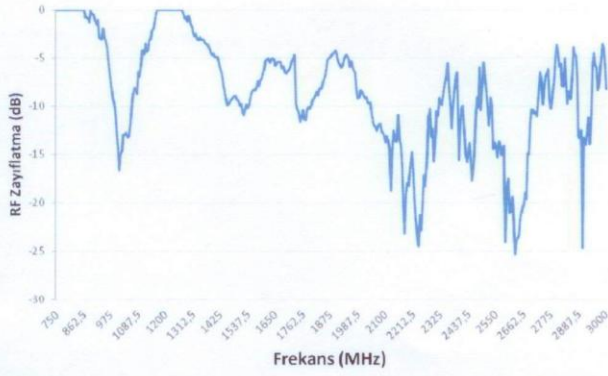


24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla Tek taraflı sıva

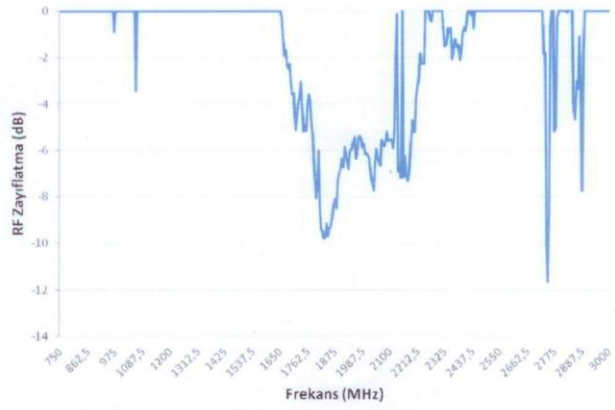


24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla Çift taraflı sıva

Tek ve çift taraflı sıva etkisini görmek için yapılan deneyde, çift taraflı sıvanın çok daha uygun olduğu ve 2000MHz civarında  $-14\text{dB}$  (%96) olması yanında bandın genişlemesinin arttığı görülmektedir. Ancak dikey polarizasyonda aşağıdaki grafikteki gibi bandın oldukça genişlediği görülmektedir.

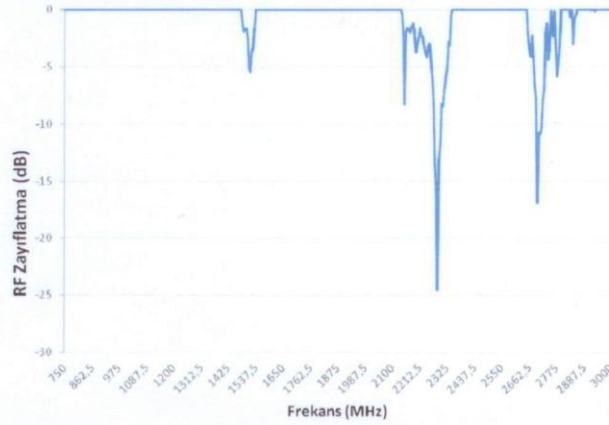


24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla Çift taraflı sıva Dikey Pol.



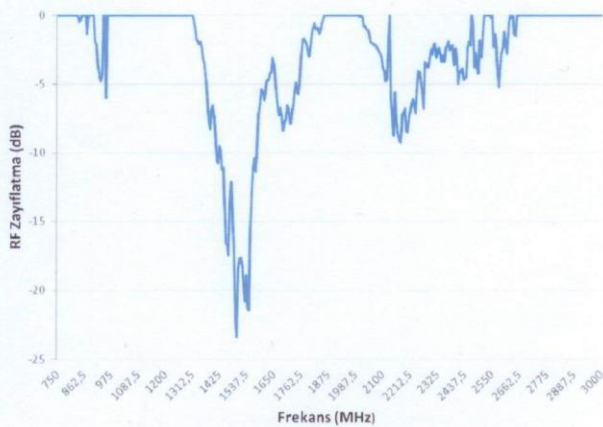
19 x 19 x 13,5 cm. Yatay Delikli Tuğla Çift taraflı sıva

19 x 19 x 13,5 cm Yatay Delikli Tuğla ölçüm sonuçlarına bakıldığında yapısal şekli nedeniyle bu üründe dikey polarizasyonun 24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğlaya benzer şekilde olmadığı, ancak dar bantta dikey, geniş bantta yatay polarizasyonun daha uygun olduğu görülmektedir. İki ürün karşılaştırıldığında 24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla ürününün dikey polarizasyonda daha kullanılabilir olduğu görülmektedir.

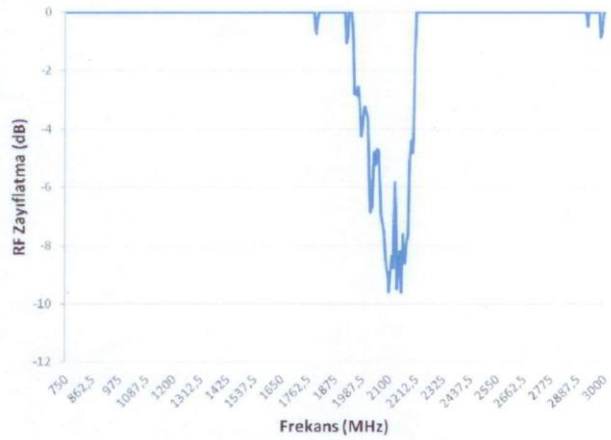


19 x 19 x 13,5 cm. Yatay Delikli Tuğla Çift taraflı sıva Dikey Polarizasyon

Sandviç Tuğla Duvar (Çift taraflı sıvalı) (13,5 cm. Y.D.Tuğla+ 3 cm. XPS+ 8,5 cm. Y.D.Tuğla) adlı ürünün çok dar bir banda çalıştığı, yatay polarizasyonda sadece 1530 MHz de -24 dB (%99.5), vertikal polarizasyonda 2210MHz de -9dB (%85) zayıflatma olduğu gözlenmektedir.



Sandviç Tuğla Duvar Çift taraflı sıvalı Yatay Polarizasyon



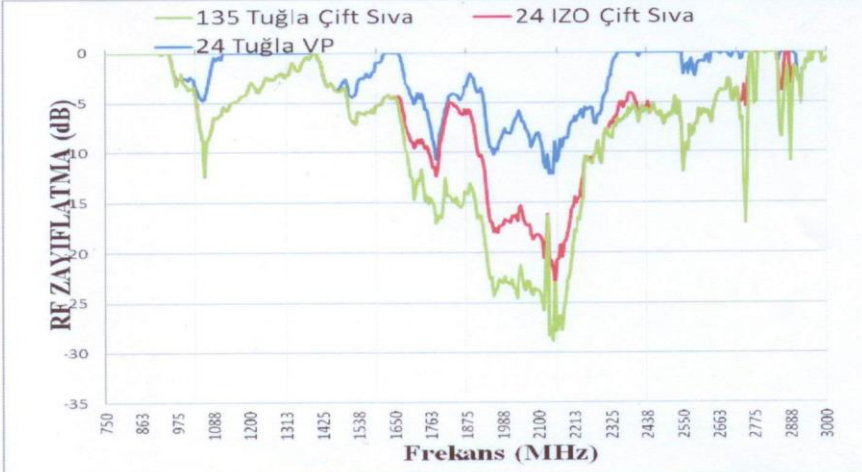
Sandviç Tuğla Duvar Çift taraflı sıvalı Dikey Polarizasyon



.İlgili ürünlerin aynı greafikte birbirleri ile karşılaştırılmasına bakıldığında, çift sıvalı ürünlerin daha fazla zayıflatmaya sahip olduğu görülmektedir. çift taraf sıvalı ürünlerle tek taraflı sıvalı ürünler arasında yaklaşık 6dB (4 kat) daha fazla zayıflama farkı görülmektedir.



24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla, sıvasız, tek taraflı sıvalı ve çift taraflı sıvalı durumda RF zayıflama eğrisi karşılaştırması



24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla, çift taraflı sıvalı 24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğla ve 19 x 19 x 13,5 cm. Yatay Delikli Tuğla Çift taraflı sıva Dikey Polarizasyon karşılaştırılması

Yukarıda verildiği gibi çeşitli ürünlerin tepkileri aynı grafiklerde karşılaştırıldığında, yukarıda verilen açıklamaların desteklediği görülmektedir. Bunlar, 24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğlanın dikey tepkisinin fiziksel şekli nedeniyle yataydan daha iyi olduğu, çift sıvanın tuğlanın tepkisini bandın genişliğini ve zayıflatma oranını arttırdığı, 19 x 19 x 13,5 cm Yatay Delikli Tuğlanın 24 x 24 x 23,5 cm. İzotuğladan yatayda daha iyi olduğu görülmektedir.


Yukarıda verilen eğrilerden çift taraflı sıvanın, sıvasız örnekten 5-6dB (yaklaşık 4 kat) daha fazla zayıflama sonucu ürettiği de görülmektedir.

### 3.DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Yapılan ölçümler ve değerlendirmelere göre:

1. Ölçülen tuğla ve benzeri ürünlerin uygulanan elektromanyetik alanlara karşı zayıflatma etkisinin bulunduğu, genel olarak 1500 MHz ile 2400MHz arasında 10 dB (10 kat) ile belli frekanslarda 20dB (100 kat)bir davranış görüldüğü,
2. Bu Rf zayıflatma davranışının ürünün içindeki malzemelerin karışım oranı ve fiziksel olarak tasarımının boşluk ve açıları nedeniyle oluştuğu, istenilen frekanstaki istenilen bir seviyede zayıflama gerektiği durumlarda ek bir fiziksel ve malzeme tasarımı ve deneysel ölçüm çalışması yapılması gerektiği,

3. Delikli tuğla ürünlerinde yatay ve dikey davranışın fiziksel boyut ve şeklin farklı polarizasyonda farklı etki göstermesi nedeniyle çeşitli tuğlalarda RF zayıflatma işlemlerinde farklı polarizasyonların etkin olduğu,
  4. Normal şartlarda sıvalı olarak kullanılan ürünlerde zayıflatma oranlarının sıvalı durumda band genişliği olarak daha genişlediği ve zayıflatma seviyesinin arttığı,
  5. RF zayıflatma amacının belli ürünlerde belli çözümlerde kullanılabilir olduğu, ancak seviyesinin artmasının genel olarak haberleşme sistemlerinin bina içine girişini ve/veya çıkışını engelleyeceğinden kullanımda bilinçli olunması gerektiği
- yolundaki görüşlerimiz derneğinize sunulmaktadır.  
Saygılarımızla.



**Yard. Doç. Dr. Ahmet ÖZKURT**



**Araş.Gör. Şebnem SEÇKİN UĞURLU**