

Kablosuz Ağ Kapsaması için YSA(Yapay sinir Ağ) Modeli Kullanılarak Propagasyon Kayıplarının Hesaplanması

Umut Bulucu¹

Aktül Kavas²

¹ Nortel Networks NETAŞ Alemdağ cad. Ümraniye-İstanbul

ubulucu@hotmail.com

² Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektrik-Elektronik Fakültesi, Elektronik ve Haberleşme Müh. Böl. Beşiktaş-İstanbul

aktul.kavas@gmail.com

Anahtar Kelimeler: Kablosuz Alan Ağları, Bina içi yayılım, Propagasyon Yol Kaybı, Yapay Sinir Ağları, Levenberg-Marquardt

ÖZET:

Kablosuz haberleşme sistemlerinde kesintisiz ve etkin bir iletişimin sağlanabilmesi için, radyo propagasyonun özellikle bina içi ortamlardaki analizi büyük önem taşımaktadır. Hareketli alıcıdaki işaret güç seviyesinin uzaklığa bağlı olarak kestirimi için geliştirilen çeşitli modeller sayesinde verici ve alıcı antenlerin konumları belirlenip verimli bir ağ tasarımı yapılabilmektedir. Sistemin işlerliğini kaybetmeden çalışabildiği maksimum uzaklık menzili olarak tanımlanmakta ve bu değer “yol kaybı” kavramı ile açıklanmaktadır. Bu çalışmada; Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş Kampusu T-Blok zemin katında çalışan kablosuz alan ağı sistemine ilişkin propagasyon yol kaybı modellenmiştir. Öncelikle Kablosuz Alan Ağları’na ilişkin genel özellikler ve standartlar verilmiş; radyo propagasyonunda büyük-ölçekli yol kaybı ve propagasyonu etkileyen etmenler ele alınarak yol kaybı kestiriminde kullanılan çeşitli amprik ve deterministik modeller tanımlanmıştır. Bununla birlikte bu modellere alternatif bir Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli geliştirilmiştir. Modelleme için bina içi ortamda Elektrik Alan şiddeti ölçümleri yapılmış; elde edilen ölçüm verileri ve Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması ile ağ eğitilerek kestirim modeli oluşturulmuştur. YSA modelinin ölçüm değerleri ve diğer modeller ile karşılaştırılması yapılarak MATLAB bilgisayar programında elde edilen sonuçlar ortaya konmuştur.

1. GİRİŞ

Kablosuz Haberleşme, günümüzün teknoloji dünyasının en etkin ve hızlı değişim gösteren alanlarından birisidir.[1,2] Öte yandan, kablosuz haberleşme için tasarımcıların önünde hala iki büyük kısıtlama vardır. Bu kısıtlamalar; hava arayüzünde kullanıma elverişli “kısıtlı frekans bandı” ve bina içi ve/veya bina dışı ortamlarda yayınlanabilecek “kısıtlı verici gücü” şeklindedir.

Kablosuz haberleşmede en önemli uygulamalar, askeri amaçlı mikrodalga radar savunma sistemleri ve elbetteki günümüz cep telefonu dünyasının temelini oluşturan hareketli hücresel haberleşme sistemleridir. Bununla birlikte ev, okul ve ofis gibi bina içi ortamlarda geniş-bant Internet erişimi ve yüksek hızlı çoklu-ortam (multi-media) veri transferi olanağını sunan Kablosuz Alan Ağları (KAA, Wireless Local Area Networks, WLAN) ve Bluetooth gibi kısa menzilli haberleşme sistemleri de bulunmaktadır.

Tüm bu bina içi/binadışı uygulamalarda tasarımcıların odak noktası, sınırlı frekans bandını etkin bir şekilde kullanmakla beraber verici ve alıcı arasındaki haberleşme sağlayan elektromanyetik dalgaya ilişkin “propagasyon yol kaybı”dır. Etkin bir veri iletim hızının ortamda nereye kadar sağlanabildiği; bir başka deyişle sistemin menzilin belirlenmesi, yol kaybının analizi ile mümkün olmaktadır. Yol kaybı analizinde

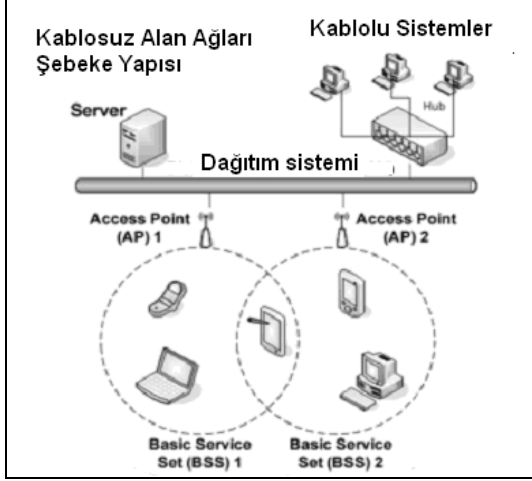
ise propagasyon ortamındaki verici kaynağın çalıştığı frekans bandında ve bulunduğu hücre tipine bağlı olarak hangi güç seviyelerinde yayın yaptığı araştırılmalıdır.

Bu çalışmada Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş Kampusu içindeki T-Blok zemin kat koridorunda çalışmakta olan KAA sistemine ilişkin yol kaybı modellenmesi yapılarak elektromanyetik kapsama alanı araştırılmıştır. Öncelikle Kablosuz Alan Ağları’na ilişkin genel özellikler ve standartlar verilmiş; radyo propagasyonunda büyük-ölçekli yol kaybı ve propagasyonu etkileyen etmenler ele alınarak yol kaybı kestiriminde kullanılan çeşitli amprik ve deterministik modeller tanımlanmıştır. Bununla birlikte bu modellere alternatif bir Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli geliştirilerek yol kaybı sonuçları elde edilmiştir. Modelleme için bina içi ortamda Elektrik Alan şiddeti ölçümleri yapılmış; elde edilen ölçüm verileri ve Levenberg-Marquardt öğrenme algoritması ile ağ eğitilerek kestirim modeli oluşturulmuştur. YSA modelinin ölçüm değerleri ve diğer modeller ile karşılaştırılması yapılarak MATLAB bilgisayar programında elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

2. KABLOSUZ ALAN AĞLARI

Kablosuz Alan Ağları KAA, iki yönlü geniş bant veri iletişimi sağlayan, iletim ortamı olarak fiber optik

veya bakır kablo yerine 2.4 GHz ve 5 GHz radyo frekans bandını kullanan ve Temel Servis Seti (BSS, Basic Service Set) olarak da adlandırılan sınırlı bir alanda (salon, bina, kampus vb.) çalışan iletişim ağlarıdır. [3]



Şekil 1. BSS yapısını kullanan bir KAA sistemi

Kurulum kolaylığı, ucuz maliyet ve hareket serbestliği gibi önemli avantajlar sağlayan KAA sistemleri kablolu ağların yerini hızla almaktadır. Çalışma frekansı, iletim hızı, menzil, modülasyon tekniği vb. özellikleri bakımından hızla gelişmekte olan KAA sistemlerinin standartları IEEE 802.11 [4] çalışma grubu tarafından belirlenmektedir. (Çizelge 1)

Çizelge 1. IEEE.802.11 KAA Standartları

Standartlar	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
Onay tarihi	Tem 99	Tem 99	Haz 03	Mar 07 (kesin değil)
Maksimum Veri Hızı	54 Mbps	11 Mbps	54 Mbps	270 Mbps
Modülasyon	OFDM	CCK	OFDM VE CCK	OFDM VE CCK
Frekans	2.4-2.497 GHz	5.15-5.35 GHz 5.425-5.875 GHz 5.725-5.875 GHz	2.4-2.497 GHz	2.4 GHz
Menzil (Bina içi)	30 metre	35 metre	35 metre	50 metre
Menzil (Bina dışı)	100 metre	110 metre	110 metre	126 metre

KAA sistemlerinde son kullanıcılarla iletişim Erişim Noktası (Access Point, AP) denilen birimler ile hava arayüzü üzerinden sağlanmaktadır. Genellikle bina içi ortamlarda kullanılan bu sistemlerde teoride dairesel bir kapsama beklenmesine karşın ortamdaki yapıcı ve yıkıcı etkilerden dolayı kapsama alanında değişimler görülmektedir. [1,2]

Bu çalışmada; Yıldız Teknik Üniversitesi T-Blok zemin kat koridorunda çalışan ve araştırması yapılan KAA sisteminde Cisco Aironet 1100 Serisi Erişim Noktası kullanılmaktadır. Bina içi ortamda Elektrik alan şiddeti ölçümleri (V/m) ve kapsama alanı analizi bu erişim noktasının konumu referans alınarak yapılmıştır. Cisco Aironet 1100 Serisi Erişim Noktası koridorun hemen hemen ortasında sınıf tarafındaki duvara monte edilmiş durumdadır. Erişim noktasının genel özellikleri [5]:

- 2.4 GHz IEEE 802.11g Radio Standardı
- 100 mW değerine kadar ayarlanabilir çıkış gücü
- 10.4 cm x 20.5 cm x 3.8 cm fiziksel boyutlar

- Entegre 2.2 dBi dipol antenler
- 27m menzil için maksimum 54 Mbps veri iletim hızı

3. RADYO PROPAGASYONU: BÜYÜK ÖLÇEKLİ YOL KAYBI

Günümüz kablosuz haberleşme sistemi tasarımında kapsama alanı ile ilgili sorulara cevap verebilmek için sistemin iki önemli özelliği araştırılmalıdır. Bunlar sırasıyla sistemin dinamik menzili ve elektromanyetik dalganın propagasyon kaybıdır. Sistemin dinamik menzili tasarımcı tarafından bilinen bir özelliktir. Bu özellik verici ile alıcı arasındaki haberleşme kanalında, sistem işlerliğini kaybetmeden sinyalin uğrayabileceği maksimum kaybın dB cinsinden ifadesidir. [6] Propagasyon kaybı ise, sinyalin alıcıya giderken izlediği yolda uğradığı enerji kaybıdır. Bu yüzden propagasyon kaybına “yol kaybı” da denmektedir.

Serbest Uzaklık Propagasyonu

Serbest uzaklık propagasyon modeli, alıcı ve verici arasında, engellerin olmadığı durumda bir başka deyişle doğrudan görüş hattı olduğunda alınan işaret şiddetini kestirmede ve kablosuz sisteme ilişkin serbest uzaklık kaybı hesaplamada kullanılmaktadır. Serbest uzaklık kaybı:

$$PL_{fs} (dB) = 10 \log \frac{P_t}{P_r} = -10 \log \left[\frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi)^2 d^2} \right] \quad (1)$$

şeklinde tanımlanmakta olup, P_t verici gücü, P_r alıcı gücü, G_t verici anten kazancı, G_r alıcı anten kazancı, L propagasyondan bağımsız sistem kaybı ($L \geq 1$) ve λ metre cinsinden dalga boyudur. [7]

4. BİNA İÇİ PROPAGASYON YOL KAYIP MODELLERİ

Kablosuz haberleşme sistemlerinde propagasyon kaybının kestirilebilmesi, özellikle hücreli haberleşme sistemleri ve KAA gibi bina içi uygulamalarda büyük önem kazanmaktadır. Bina içi propagasyon ortamı, verici ile alıcı arasındaki mesafe, iç duvarlar ve mobilyadan kaynaklanan yüksek zayıflama ve düşük verici gücü nedeniyle bina dışı propagasyon ortamından çok farklıdır. Tüm bu etkenler uyarınca bina içi ortamlarda yol kaybının kestirimi için çeşitli amprik ve deterministik modeller tanımlanmıştır.

Bu bölümde alıcı-verici arasında doğrudan görüş hattının bulunduğu ortamlarda yol kaybı hesaplamaları için Keenan-Motley ile Logaritmik-Uzaklık amprik modelleri tanıtılmıştır. Bununla birlikte, ortamdaki yol kaybı analizini deneysel veriler üzerinden modelleyen ve amprik modellere alternatif bir çözüm sunan Yapay sinir Ağı yaklaşımı ortaya konmuştur.

Keenan-Motley Modeli

Keenan-Motley (KM) modelinde yol kaybı, dB cinsinden, serbest uzay yol kaybına doğrusal bir faktörün eklenmesiyle bulunmaktadır. Bu faktör, deneysel olarak saptanmaktadır veya yapılan çalışmalardan çekilerek bulunmaktadır. Lineer Yol Zayıflama veya Devasirvatham Modeli olarak bilinen KM Modeli aşağıdaki denklemle verilmektedir [7,8]:

$$PL_{KM} [dB] = PL_{fs} + a.d \quad (2)$$

Burada d uzaklık, PL_{fs} serbest uzay yol kaybı ve a lineer zayıflama katsayısıdır.

Logaritmik-Uzaklık Modeli

Hem bina dışı hem de bina içi radyo kanallarında, gerek teorik gerekse ölçüme dayalı propagasyon modelleri, alınan ortalama işaretin uzaklıkla azaldığını göstermektedir. Belirli bir verici-alıcı uzaklığı için ortalama büyük-ölçek yol kaybı yol kaybı katsayısının fonksiyonu olarak belirtilebilmektedir [7]:

$$\overline{PL}(d) = \overline{PL}(d_0) + 10.n.\log\left(\frac{d}{d_0}\right) \quad (3)$$

Burada “ n ” yol kaybının uzaklıkla değiştiğini belirten yol kayıp katsayısıdır ve değeri propagasyon ortamına bağlıdır. d_0 vericiye yakın alanda ölçümlerin yapıldığı referans uzaklıktır, ve d verici ile alıcı arasındaki uzaklıktır. Denklemdeki üst-çizgiler, d 'nin belli bir değeri için verilen mümkün olan tüm yol kayıplarının ortalamalarını belirtmektedir.

Yapay Sinir Ağı Yaklaşımı

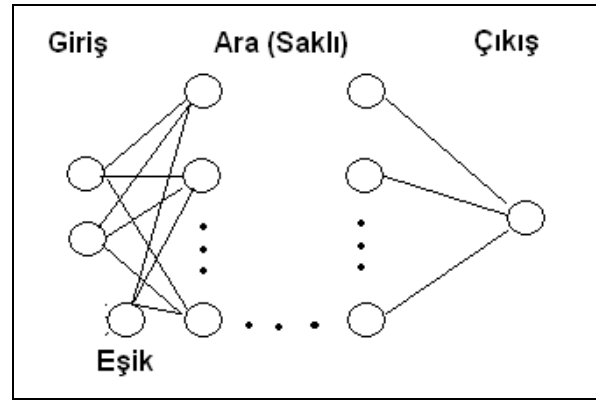
Propagasyon yol kaybının hesaplanmasında kullanılan amprik ve deterministik modeller, olumlu ve olumsuz özellikleri bir arada bulundurmaktadırlar. Amprik modeller oldukça basit logaritmik formülasyonlara dayanan hesaplama yöntemleri sunmaktadır. Çoğu durumda sistemin dinamik menzilin belirlenmesinde iyi bir genelleme yapmalarına rağmen karmaşık ve gürültülü ortamlar için sonuçları yetersiz kalabilmektedir. Deterministik modeller ise, radyo dalgaların yayılımının fiziksel olarak gerçekleşip hesaplandığı yöntemlerdir. Bu modellerde ortamda yayılımı etkileyen yansıma, kırınım ve saçılma gibi mekanizmalar göz önüne alınmakta ve dalganın izleyeceği baskın yollar araştırılmaktadır. Bu yöntemler gerçeğe yakın sonuçlar vermesine rağmen karmaşık ortamlara uygulanması bakımından yüksek işlem ve bellek kapasitesi gerektirmektedir.

Yapay Sinir Ağı yaklaşımında ise, propagasyon ortamındaki verici ve alıcı anten konumlarına bağlı olarak elde edilen fiziksel ölçüm değerleri hedef değer kabul edilip, bu veriler çeşitli eğitim algoritmalarıyla işlenerek optimize edilmiş bir modelleme ortaya çıkarılmıştır. Ağın eğitim işlemi giriş ve çıkış verileri bilinmekte; bu veriler sayesinde optimum

modelleme yapılarak farklı girişler için iyi bir yol kaybı kestirimi gerçekleştirilmektedir.

5. YAPAY SİNİR AĞLARI

Yapay Sinir Ağı (YSA), beynin bir işlevi yerine getirme yöntemini modellemek için tasarlanan bir sistem olarak tanımlanabilir. YSA, yapay sinir hücrelerinin birbirleri ile çeşitli şekillerde bağlanmasından oluşur ve genellikle katmanlar şeklinde düzenlenir (Şekil 2). YSA, bir öğrenme sürecinden sonra bilgiyi toplama, hücreler arasındaki bağlantı ağırlıkları ile bu bilgiyi saklama ve genelleme yeteneğine sahip karmaşık, doğrusal olmayan ve paralel dağılmış bir işlemcidir. [9,10]



Şekil 2. Tipik YSA Modeli

YSA modeli tipik olarak giriş, en az bir ara ve çıkış katmanından oluşmaktadır. Yapay sinir ağı hücresinde temel olarak dış ortamdan ya da diğer nöronlardan alınan veriler yani girişler, ağırlıklar, toplama fonksiyonu, aktivasyon fonksiyonu ve çıkışlar bulunmaktadır.

Dış ortamdan alınan veri, ağırlıklar aracılığıyla nörona bağlanır ve bu ağırlıklar ilgili girişin etkisini belirler. Toplam fonksiyonu ise net girişi hesaplar. Net giriş, ağırlıklarla ilgili girişleriyle ilgili ağırlıkların çarpımının bir sonucudur. Aktivasyon fonksiyonu (f) işlem süresince net çıkışı hesaplar ve bu işlem aynı zamanda n adet giriş için “ o ” nöron çıkışını verir:

$$o = f\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i + b\right) \quad (4)$$

Burada w ağırlık matrisini; x nöron girişlerini; b ise genellikle 1 olarak alınan aktivasyon fonksiyonunun eşik değerini simgelemektedir.

Yapay sinir ağlarının öğrenme sürecinde dış ortamdan girişler alınır, bu girişler aktivasyon fonksiyonundan geçirilerek bir tepki çıkışı üretilir. Bu çıkış yine tecrübeyle verilen çıkışla karşılaştırılarak hata bulunur. Çeşitli öğrenme algoritmalarıyla hata azaltılıp gerçek çıkışa yaklaşılmaya çalışılır. Bu çalışma süresince yenilenen YSA'nın ağırlıklarıdır. Ağırlıklar her bir çevrimde yenilenerek amaca ulaşılmaya çalışılır. Eğer YSA verilen giriş-çıkış çiftleriyle amaca ulaşmış ise ağırlık değerleri saklanır. Yapay sinir ağı öğrendikten sonra daha önce

verilmeyen girişler verilip, sinir ağı çıkışıyla gerçek çıkışı yaklaşımı incelenir. Eğer yeni verilen örneklere de doğru yaklaşıyorsa sinir ağı doğru öğrenmiş demektir.

Levenberg -Marquardt (LM) Algoritması

Levenberg -Marquardt (LM) algoritması Newton metoduna bir yaklaşım olup, Newton metodunun hızıyla, adım düşme metodunun sağlamlığının bileşkesidir. [11]

LM öğrenme algoritması minimumu araştırma metodlarının ikincisidir. Her bir iterasyon adımında hata yüzeyine parabolik yaklaşımla yaklaşılır ve parabolün minimumu o adım için çözümü oluşturur. $E(x)$ fonksiyonuna sahip olduğumuzu ve x parametresine göre minimize etmek istediğimizi düşünelim. Newton metodunda şöyle olacaktır.

$$\Delta x = -[\nabla^2 E(x)]^{-1} \nabla E(x) \quad (5)$$

burada $\nabla^2 E(x)$ ifadesi Hessian matrisidir ve $\nabla E(x)$ ise eğimdir. Hessian matrisi aşağıdaki yaklaşık olarak ifade edilebilir:

$$H = J^T(x)J(x) \quad (6)$$

J burada Jakobon matrisini temsil etmekte ve hata fonksiyonun birinci türevini içermektedir. LM algoritması aşağıdaki yaklaşımı kullanarak Hessian matrisine yakın bir değer elde etmeye çalışır.

$$\Delta x = [J^T(x)J(x) + \mu I]^{-1} J^T(x)e(x) \quad (7)$$

Burada $e(x)$ hata değerlerini temsil etmektedir. μ değeri sıfıra eşit olduğunda yukarıdaki denklem yaklaşık Hessian matrisini kullanan Newton metodunu ifade etmektedir. μ her başarılı adımdan sonra değer olarak düşürülür ancak performans fonksiyonunda artması olasılığında değeri artırılır. Böylece performans fonksiyonunun sürekli olma azalması sağlanır. LM optimum sonuca en hızlı ulaşan algoritma olmasıyla beraber çok fazla bellek gerektirmektedir.

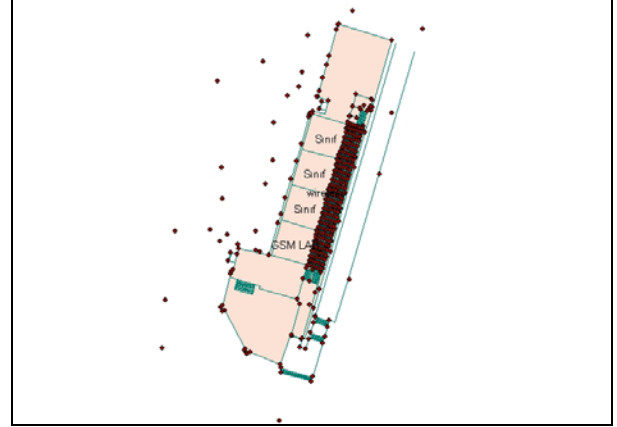
6. YSA MODELLEMESİ

Amprik ve deterministik modellere alternatif bir çözüm sunması; çok sayıda gerçek ölçüm verisini hızla işleyebilmesi; karmaşık ve farklı sistemlere uyarlanıp çözümlene yapabilmesi nedeniyle yol kaybı modellerinde Yapay Sinir Ağları (YSA) da kullanılabilir. [12]

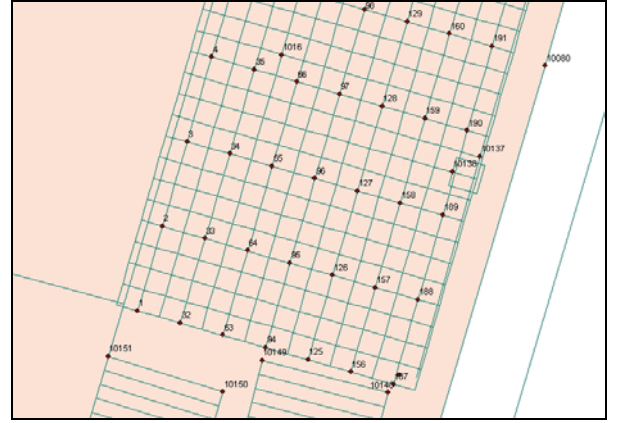
Ölçümler

Kablosuz ağ kapsamını (yol kaybı hesapları) modelleyebilmek için YTÜ Beşiktaş Kampusu T-Blok giriş katında (Şekil 3) Elektrik Alan şiddeti (V/m) ölçümleri yapılmıştır. Öncelikle 30cmx30cm kare parkelerden oluşan düz zemin boyunca ortamı tanımlayan 217 adet nokta belirlenmiştir.(Şekil 4).Daha sonra genel KAA alıcı yükseklik seviyesi

olan 100 cm değeri için EMR-300 Radyasyon ölçüm aygıtı [13] ile her bir noktada 3 dakika boyunca ortalama Elektrik Alan Şiddeti değerleri ölçülmüştür.



Şekil 3. T blok Zemin Kat (15)



Şekil 4. Ölçüm Noktaları

Elde edilen Elektrik Alan şiddeti değerlerinden dönüşüm formülü ile genel bir Güç dağılımı haritası elde edilmiştir. [7,14]

$$P(d)_{dB} = 10 \log\left(\frac{|E(d)|^2 G_r \lambda^2}{480\pi^2}\right) \quad (8)$$

2.4 GHz çalışma frekansı için alıcı anten kazancı $G_r = 1$ olarak kabul edilmiştir.

Tasarım

Yol kaybı hesaplamalarının modellenmesi için geliştirilen YSA modeli, Levenberg-Marquardt algoritması ile geriye yayılımın gerçekleştiği ileri beslemeli bir Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) yapısına sahiptir. Modelin girişleri; 100 cm yükseklik düzleminde ölçüm yapılan noktaların "1" numaralı referans noktasına göre olan X (enlem) ve Y (boylam) konum bilgileridir. Çıktılar ise doğal olarak ölçüm noktalarına ilişkin Elektrik Alan şiddeti değerleridir.

Tasarım için öncelikle elde edilen 217 ölçüm verisi, 108 eğitim ve 109 test kümelerine ayrılmıştır. YSA modelini oluşturan Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA)

yapısındaki başlıca tasarım parametrelerinin değer veya fonksiyon tipleri:

- Saklı katman sayısı: 2
- Saklı katmanlardaki düğüm sayısı: 1.saklı katman için 5 düğüm ve 2.saklı katman için 7 düğüm
- Katman çıkışlarında kullanılan aktivasyon fonksiyonun tipi: 1.saklı katman için sigmoid; 2.saklı katman için sigmoid; çıkış katmanı için Doymulu-doğrusal
- GYA'daki öğrenme katsayısı: $\alpha = 0.2$
- GYA'daki Momentum Katsayısı: $\lambda = 0.6$
- GYA'daki iterasyon sayısı: $t=500$

şeklinde seçilmiştir.

Modelleme Sonuçları

Deneme-yanılma yöntemiyle tasarım parametreleri belirlenen ve LM öğrenme algoritmasının uygulandığı ileri beslemeli YSA modeli, MATLAB Neural Network Toolbox'da yer alan komutların yardımıyla çalıştırılmış; ortamdaki Elektromanyetik güç dağılımı kontur diyagramlar şeklinde modellenmiştir.(Şekil doğrultulu) Şekil 5' den görüleceği üzere ölçüm değerlerine göre modellenen güç dağılımı oldukça keskin değişimler göstermektedir. Yapay Sinir Ağı modelinde (Şekil 6) ise noktalar arasındaki güç dağılımı daha yumuşak bir geçiş izlemekte ve sigmoid aktivasyon fonksiyonun karakteristik özelliklerini taşımaktadır.

Tasarlanan YSA ağına ilişkin performans ve hata parametreleri :

- Performans: $5,49 \times 10^{-8}$
- Ortalama Hata (Güç): 0,0224 dB
- RMS Hata (Güç): 1,0658 dB
- Standart sapma (Güç): 1.0321 dB

şeklinde elde edilmiştir. Değerlerden görüleceği üzere YSA 1.0321 dB gibi küçük sayılabilecek bir standart sapma değeri ile modelleme yapmaktadır.

YSA ile Ampirik Propagasyon Yol Kayıp Modellerinin Karşılaştırılması

Yol kaybı hesaplamaları ortamda çalışan kablosuz sistemin kapsama alanının, bir başka deyişle menzilin belirlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Şekil 6'da görüleceği üzere KAA sisteminin vericisi Cisco 1100 serisi Erişim Noktası koridorun hemen hemen ortasında; duvar ve tavanın birleştiği yerde bulunmakta ve grafiklere göre en düşük güç seviyeleri ise koridorun karşı köşelerinde elde edilmektedir. Bu nedenle çıkış gücünün 100 mW (-10dB) olduğu bilinen erişim noktasından koridorun karşı köşelerine doğru iki doğrultuda (Şekil 6) mevcut ölçüm

değerleri, YSA modellemesi ve diğer amprik yol kayıp modelleri ile yol kaybının hesaplanarak karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Keenan-Motley için $a=0.47$; Logaritmik-Uzaklık için $n=1.5$ şeklinde parametreleri seçilen amprik modeller, serbest uzay kaybı ve YSA modeline ilişkin yol kaybı grafikleri Şekil 7 ve Şekil 8'de görülmektedir. Hem birinci hem de ikinci doğrultuya ilişkin grafiklerden görüleceği üzere, oluşturulan Yapay Sinir Ağı modeli, yol kaybı hesaplamalarında hem ölçüm verileriyle örtüşmekte; hem de kararlı uzak alan bölgeleri için Serbest Uzay, Keenan-Motley ve Logaritmik-Uzaklık modelleriyle bir tutarlılık sağlamaktadır. Verici antene yakın bölgelerde amprik modellerdeki gibi kaynaktan itibaren logaritmik olarak artan bir değişim görülmesi beklenmektedir. Grafiklerdeki bu uyumsuzluk, propagasyon ortamında özellikle kaynağa yakın alan bölgesinde bulunan gürültüden kaynaklanmaktadır.

7. SONUÇ

Bu tez çalışmasında, Yıldız Teknik Üniversitesi Beşiktaş Kampusu T-Blok zemin katında çalışmakta olan Kablosuz Alan Ağı haberleşme sistemine ilişkin propagasyon yol kayıp hesaplarının Yapay Sinir Ağları kullanılarak MATLAB bilgisayar programı ile modellenmesi gerçekleştirilmiştir. Modellemeye önce sistemin çalıştığı frekans bandı tanımlanıp radyo propagasyonuna ilişkin büyük-ölçekli yol kayıp hesaplamaları ve propagasyonu etkileyen etmenler incelenmiştir. Bina içi ortamlardaki yol kayıp hesaplamaları için literatürde yer alan amprik ve deterministik modeller belirtilerek bu yöntemlere alternatif bir çözüm olan Yapay sinir Ağı modeli açıklanmıştır.

YSA modeli ölçüm verilerinden türetildiğinden ortamdaki yol kaybını modelleyen en gerçekçi çözüm olarak gözükmektedir. Haberleşme mühendisleri büyük bina içi ortamlarda bu modelleme ile vericilerinin menzilin yani kapsama alanını araştırıp; sistemin işlerliği ve devamlılığı için hangi noktalara ek vericilerini koyabileceğini kestirebilmektedir. Ayrıca ölçüm yükseklik seviyesi değiştirilerek diğer kablosuz uygulamalarda kapsama alanı ve/veya ortamda yüksek oranda elektromanyetik güç yayımlayan kaynağın çevredeki insanlar üzerindeki olumsuz etkileri incelenebilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Bulucu, U., Kavas, A., (2004), "WLAN Propagation Path Loss Prediction at 2.4 GHz" 4th WSEAS International Conference on Electronics, Hardware, Wireless & Optical Communications, Salzburg, Austria, 432-435.
- [2] Kavas, A., October 2003., "Investigation Of Indoor Propagation Models at 900 1800 and 1900 MHz Bands", WSEAS Transactions on

Communications, Issue 4, Volume 2, pp.444-447., Athens, Greece.

[3] Nichols, R., Lekkas, P., (2002), "Wireless Security - Models, Threats, and Solutions", McGraw-Hill, United States.

[4] www.ieee802.org

[5] Cisco Aironet 1100 Series Access Point Data Sheet, (2006), http://www.cisco.com/en/US/products/hw/wireless/ps4570/products_data_sheet09186a00800f9ea7.html

[6] Shamir, A., (2002), "An Introduction to Radio Waves Propagation: Generic Terms, Indoor Propagation and Practical Approaches to Path Loss Calculations, Including Examples, RF Waves Ltd-White Papers, London.

[7] Rappaport, T.S., (1996), "Wireless Communications: Principles and Practice", Prentice-Hall International (UK) Limited, 1 st., London.

[8] Motley, A. J., Keenan, J.M. (1990), "Radio coverage in buildings", Bell System Technical Journal (BTSJ), vol. 8, London, 19-24

[9] Haykin, S., (1994), "Neural Networks", Macmillan College Publishing Company, Inc., U. S.

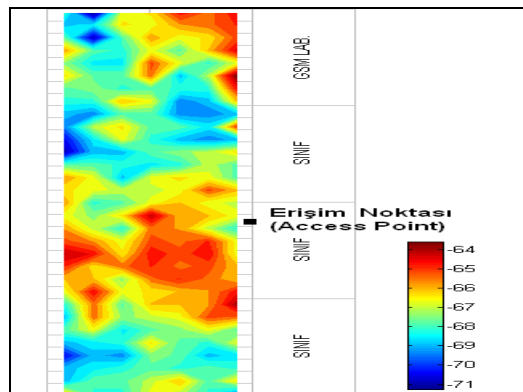
[10] Özetmel, E., (2003), "Yapay Sinir Ağları", Papatya Yayıncılık, İstanbul

[11] Lourakis, M. I. A. (2005), "A Brief Description of the Levenberg-Marquardt Algorithm Implemented by levmar.", Institute of Computer Science Foundation For Research and Technology, Crete, Greece

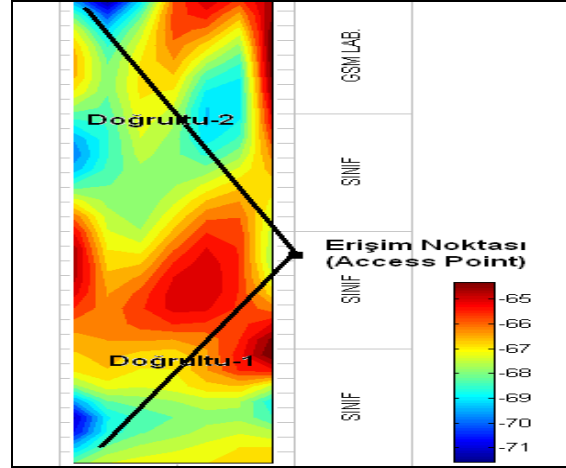
[12] Popescu, I. Kanstas, A. Angelou, E. Nafornita, L. Constantinou, P. (2002), "Applications of Generalized RBF-NN for Path Loss Prediction", The 13th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, Greece, 484-48

[13] www.narda-sts.us/pdfs/EMR300.pdf

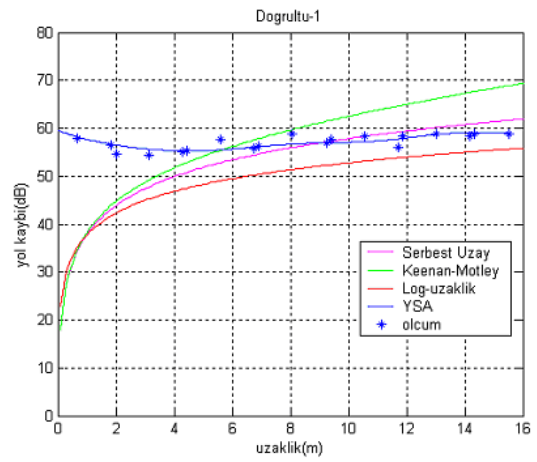
[14] Lei Qiu; Danchi Jiang; Hanlen, L., (2005) Communications Theory Workshop, 6th Australian Volume, Issue, 2-4 Feb., Australia. 272-277.



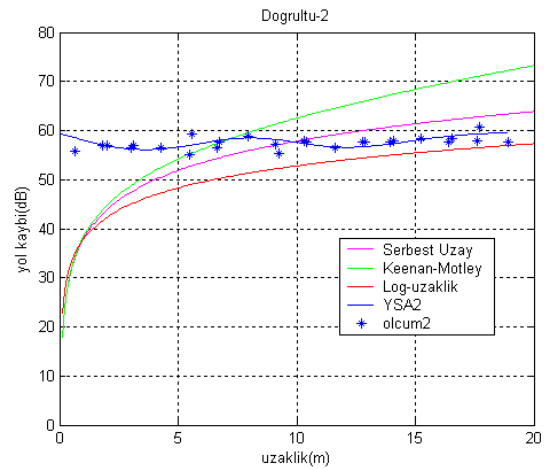
Şekil 5. Ölçüm Değerlerine Göre Güç Dağılımı Haritası



Şekil 6. YSA modeline göre Güç Dağılımı



Şekil 7. Birinci Doğrultu İçin Yol Kaybı Hesaplamaları



Şekil 8. İkinci Doğrultu İçin Yol Kaybı Hesaplamaları