

DD-KBÇE SİSTEMLERİNDE ÜSTEL KIRMIK AĞIRLIKLANDIRMA DALGA BİÇİMLERİNİN UYUMLAMA DEĞERLERİNİN HESAPLANMASINDA YENİ BİR METOT

İbrahim DEVELİ¹

Cebrail ÇİFTLİKLİ²

Elektronik Mühendisliği Bölümü
Mühendislik Fakültesi

Erciyes Üniversitesi, 38039, Melikgazi, Kayseri

¹e-posta: develi@erciyes.edu.tr

²e-posta: cebrailc@erciyes.edu.tr

Anahtar kelimeler: Üstel Kırmık Ağırlıklandırma Dalga Biçimleri, DD/KBÇE Sistemleri, Yapay Sinir Ağları

ABSTRACT

In this paper, we introduce a new method to compute the tuning values of the parameter of the exponential chip weighting waveforms for low processing gain direct sequence-code division multiple access systems. Based on the idea proposed in this study, artificial neural networks are used for the computation of the tuning values. The two learning algorithms, the Back-propagation and the Levenberg-Marquardt, are employed to train the networks. Results show that the tuning values obtained by the proposed method are in very good agreement with the values (optimum) which maximize the signal-to-interference-plus-noise ratio of the decision variable.

1. GİRİŞ

Bir doğrudan dizili-kod bölmeli çoklu erişim (DD-KBÇE) sisteminde alıcılarda kullanılan ayarlanabilir kırmık (chip) ağırlıklandırma dalga biçimleri, çoklu erişim girişiminin bastırılmasında kullanılan etkili bir yöntemdir [1]. Gürültü beyazlatma yaklaşımına dayalı olarak geliştirilen bu yaklaşım, Monk ve arkadaşları tarafından önerilen integral eşitlik alıcı yapısında kullanılan toparlama (despreading) fonksiyonunun gerçekleştirilmesindeki güçlük nedeniyle kabul görmüştür [2]. Üstel ve adım kırmık ağırlıklandırma dalga biçimleri, toparlama dizilerinin ağırlıklandırılmasında kullanılan iki yaklaşımdır ve her ikisi de tek bir parametre ile belirlenmektedir. Üstel kırmık ağırlıklandırma dalga biçimleri, gürültü beyazlatma yaklaşımında önerilen toparlama fonksiyonuna yakın bit hata oranı başarımlı sağlamaktadır [1].

Üstel kırmık ağırlıklandırma dalga biçimlerinde en önemli adım, işaret gürültü oranı (SNR) değişimlerinde en yüksek SINR (işaret/girişim + gürültü) oranı değerinin sağlanması doğrultusunda parametrenin optimum değerine uyumlanması (tuning) problemidir [1, 3]. Düşük işleme kazançlarında, kullanıcılara atanan yayma kodları arasındaki tasarım farklılıkları, eşit SNR değerleri altında her bir

kullanıcıya ait farklı SINR değerleri oluşturur. İlerleyen kısımlarda verileceği gibi SINR' nin kompleks yapısı nedeniyle uyumlama değerlerinin hesaplanması güç bir süreç olarak değerlendirilebilir. Bu sürecin basitleştirilmesi ve uyumlama değerlerinin yaklaşık olarak belirlenebilmesi için [1]' de önerilen yaklaşım, yüksek işleme kazançları için kabul edilebilir olmasına karşın düşük işleme kazançlarında optimum değerlerin bulunmasında başarısızdır.

Bu çalışmada, düşük işleme kazançlı bir DD-KBÇE sistemindeki üstel kırmık ağırlıklandırma dalga biçimlerine ait uyumlama değerlerinin hesaplanmasında yeni ve basit bir metot sunulmaktadır. Önerilen yeni metot kapsamında uyumlama değerlerinin hesaplanması için Yapay Sinir Ağları (YSA) kullanılmıştır. Literatürde yoğun olarak tercih edilmesi nedeniyle Geri-yayılım algoritması [4, 5] ve hızlı olması nedeniyle Levenberg-Marquardt algoritması [6] önerilen ağların eğitilmesinde kullanılmıştır.

2. SİSTEM MODELİ

Bir DD-KBÇE sisteminde, aynı kanalı paylaşan aktif kullanıcı sayısının K olduğu kabul edilsin. k . kullanıcı, $b_k(t)$ şeklinde bir ikili veri işareti iletir ve bu veri içerisindeki her biti yaymak için bir $a_k(t)$ yayma işareti kullanılmaktadır. k . kullanıcı için yayma ve veri işaretleri aşağıdaki gibi gösterilir

$$a_k(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} a_j^{(k)} P_{T_c}(t - jT_c), \quad b_k(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} b_j^{(k)} P_{T_b}(t - jT_b) \quad (1)$$

Bu eşitlikteki T_c ve T_b , sırasıyla kırmık ve veri sürelerini göstermektedir. Veri bilgisinin her biti içerisine düşen yayma işaretlerine ait kırmık sayısının N (işleme kazancı) olduğu kabul edilmiştir. Dayanak alıcı olarak k' nin kabul edildiği durum için ağırlıklı toparlama dizisi aşağıdaki gibi verilebilir [1]

$$\hat{a}_k(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} a_j^{(k)} w_j^{(k)} \left(t - jT_c \left\{ c_j^{(k)}, c_{j+1}^{(k)} \right\} \right) P_{T_c}(t - jT_c) \quad (2)$$

burada $c_j^{(k)} = a_{j-1}^{(k)} a_j^{(k)}$ dir ve $0 \leq t \leq T_c$ aralığı için $w_j^{(k)}(t | \{c_j^{(k)}, c_{j+1}^{(k)}\})$ ise, artarda sıralı üç kırmağın durumuna koşullu olan $\{c_j^{(k)}, c_{j+1}^{(k)}\} = \{a_{j-1}^{(k)} a_j^{(k)}, a_j^{(k)} a_{j+1}^{(k)}\}$ k . alıcıya ait j . kırmağın ağırlıklandırma dalga biçimidir. Her bir $c_j^{(k)}$, k . yayma işaretinin bir sonraki elemanının bir önceki eleman ile aynı olup olmadığına işaret eden bir raslantı değişkenidir.

Buna göre, k . alıcı için j . kırmağın koşullu ağırlıklandırma dalga biçimi [1]

$$w_j^{(k)}(t | \{c_j^{(k)}, c_{j+1}^{(k)}\}) = \begin{cases} c_j^{(k)} = +1 \text{ ve } c_{j+1}^{(k)} = +1 \text{ ise } w_1(t) \\ c_j^{(k)} = -1 \text{ ve } c_{j+1}^{(k)} = -1 \text{ ise } w_2(t) \\ c_j^{(k)} = -1 \text{ ve } c_{j+1}^{(k)} = +1 \text{ ise } w_3(t) \\ c_j^{(k)} = +1 \text{ ve } c_{j+1}^{(k)} = -1 \text{ ise } w_4(t) \end{cases} \quad (3)$$

burada, $p \in [1,2,3,4]$ için $m_p(t)$, kırmağın ağırlıklandırma dalga biçimleridir ve aşağıdaki gibi ifade edilmiştir [1]

$$\begin{aligned} w_1(t) &= e^{-\gamma/2} P_{T_c}(t) \\ w_2(t) &= e^{-\gamma t/T_c} P_{T_c/2}(t) + e^{-\gamma(1-t/T_c)} P_{T_c/2}(t - T_c/2) \\ w_3(t) &= e^{-\gamma t/T_c} P_{T_c/2}(t) + e^{-\gamma/2} P_{T_c/2}(t - T_c/2) \\ w_4(t) &= e^{-\gamma/2} P_{T_c/2}(t) + e^{-\gamma(1-t/T_c)} P_{T_c/2}(t - T_c/2) \end{aligned} \quad (4)$$

burada γ ; değeri $[0, \infty)$ aralığında olan, üstel kırmağın ağırlıklandırma dalga biçimlerinin bir parametresidir.

k . kullanıcı için $\{c_j^{(k)}\}_{j=0}^{N-1}$ 'ye koşullu karar değişkeninin SINR_(k) [işaret/(girişim+gürültü) oranı] ifadesi,

$$SINR_{(k)} = \left\{ \frac{\gamma [\chi(1 - e^{-\gamma}) + \gamma(1 - \chi)e^{-\gamma}]}{2\bar{\gamma}_b [2\chi(1 - e^{-\gamma/2}) + \gamma(1 - \chi)e^{-\gamma/2}]^2} + \frac{(K-1)\Xi(\Gamma_{\{c_j^{(k)}\}}, \gamma)}{2N[2\chi(e^{\gamma/2} - 1) + \gamma(1 - \chi)]^2} \right\}^{-1} \quad (5)$$

burada, $E_b = PT_b$, $\bar{\gamma}_b = E_b / N_0$, $\chi = \hat{N}_k / N$ dir. \hat{N}_k , $j \in [0, N-1]$ için $c_j^{(k)} = -1$ durumunun kaç kez oluştuğunu gösteren bir raslantı değişkenidir.

Eşitlik (5)' de verilen $\Xi(\Gamma_{\{c_j^{(k)}\}}, \gamma)$, aşağıdaki gibi tanımlanır

$$\begin{aligned} \Xi(\Gamma_{\{c_j^{(k)}\}}, \gamma) &= \frac{1}{N} \left\{ \Gamma_{\{-1,-1,-1\}}^{(k)} \left[4 + \frac{12}{\gamma} - \frac{16e^{\gamma/2}}{\gamma} + \frac{4e^\gamma}{\gamma} \right] \right. \\ &+ \left(\Gamma_{\{-1,-1,1\}}^{(k)} + \Gamma_{\{1,-1,-1\}}^{(k)} \right) \left[\frac{5}{2} - \frac{\gamma}{4} + \frac{\gamma^2}{24} + \frac{19}{2\gamma} + e^{\gamma/2} - \frac{12e^{\gamma/2}}{\gamma} + \frac{5e^\gamma}{2\gamma} \right] \\ &+ \left(\Gamma_{\{-1,1,1\}}^{(k)} + \Gamma_{\{1,1,-1\}}^{(k)} \right) \left[-\frac{3}{2} - \frac{3\gamma}{4} + \frac{19\gamma^2}{24} - \frac{1}{2\gamma} + e^{\gamma/2} + \frac{e^\gamma}{2\gamma} \right] \\ &+ \Gamma_{\{-1,1,-1\}}^{(k)} \left[3 - \frac{3\gamma}{2} + \frac{7\gamma^2}{12} - \frac{1}{\gamma} + 2e^{\gamma/2} + \frac{e^\gamma}{\gamma} \right] \\ &\left. + \Gamma_{\{1,-1,1\}}^{(k)} \left[1 - \frac{\gamma}{2} + \frac{\gamma^2}{12} + \frac{7}{\gamma} + 2e^{\gamma/2} - \frac{8e^{\gamma/2}}{\gamma} + \frac{e^\gamma}{\gamma} \right] + \Gamma_{\{1,1,1\}}^{(k)} \left[\gamma^2 \right] \right\} \quad (6) \end{aligned}$$

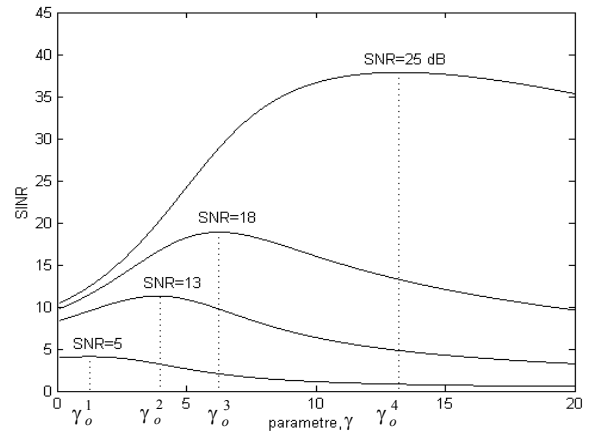
Eşitlikteki $\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}$, k . kullanıcıya ait yayma dizisindeki tüm j 'ler için $\{c_{j-1}^{(k)}, c_j^{(k)}, c_{j+1}^{(k)}\} = \{v_1, v_2, v_3\}$ durumunun kaç kez gerçekleştiğini göstermektedir[1].

3. UYUMLAMA GEREKSİNİMİ

Şekil 1, $\bar{\gamma}_b$ (=SNR)'nin dört farklı değeri için bir DD-KBÇE alıcı sisteminde kullanılan üstel kırmağın ağırlıklandırma dalga biçimlerine ait parametreye karşı SINR'nin değişimini göstermektedir. Bu şekil, bir alıcı sisteminde en yüksek bit hata oranı başarımının eldesi için parametrenin, SINR'yi maksimize edecek değere (optimum) uyumlanma gereksinimini net olarak göstermektedir. Eşitlik (6)'yı içeren SINR ifadesi incelendiğinde, parametrenin optimum değerinin hesaplanmasındaki güçlük rahatlıkla görülebilir.

Bir önceki kısımda vurgulanan hesapsal karmaşa nedeniyle literatürde, uyumlama değerlerinin yaklaşık olarak hesaplanmasına yönelik basit bir yaklaşım sunulmuştur [1]. Yaklaşımın temel hareket noktası, yüksek işleme kazançlarında \hat{N}_k ve $\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}$ 'ye ait aşağıda verilen kabullerdir:

$$E_{\{c_j^{(k)}\}}[\hat{N}_k] = N/2 \quad \text{ve} \quad E_{\{c_j^{(k)}\}}[\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}] = N/8$$



Şekil 1. Farklı SNR değerleri için SINR'yi maksimize eden optimum parametre değerleri

Bu yaklaşımda kullanılan SINR ifadesi, bir kod seti içerisindeki kodlara ait tasarım farklılıklarını tamamen göz ardı etmektedir [1]:

$$\overline{\text{SINR}} = \left\{ \frac{\gamma [1 + (\gamma - 1)e^{-\gamma}]}{\bar{\gamma}_b [2 + (\gamma - 2)e^{-\gamma/2}]^2} + \frac{2(K-1)\bar{\Xi}(\gamma)}{N[2(e^{\gamma/2} - 1) + \gamma]^2} \right\}^{-1} \quad (7)$$

burada;

$$\bar{\Xi}(\gamma) = \left(\frac{1}{2} - \frac{\gamma}{2} + \frac{5\gamma^2}{12} + \frac{9}{2\gamma} + e^{\gamma/2} - \frac{6}{\gamma}e^{\gamma/2} + \frac{3}{2\gamma}e^{\gamma} \right) \quad (8)$$

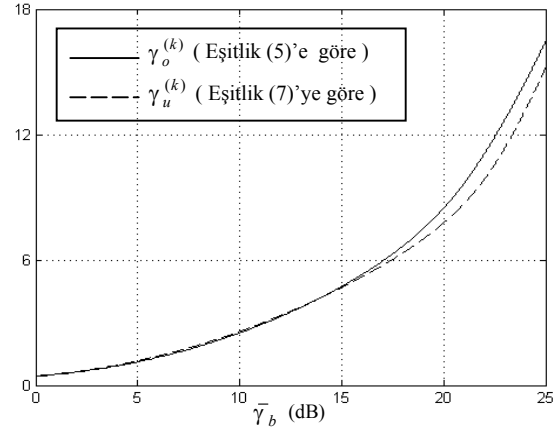
Bu yaklaşım, her ne kadar yüksek işleme kazançları için ($N \geq 127$) verilen bir kod seti içerisindeki olası tüm kodlara ait uyumlama değerlerini başarılı olarak belirleyebilse de (optimum parametre değerlerine kıyasla) düşük işleme kazançları için gereken uyumlama değerlerinin hesaplanmasında aynı başarıyı sağlayamaz. Düşük işleme kazancı için ($N=31$) Şekil 2'deki değişim, bu durumu vurgulamaktadır. Sonuç olarak bu yaklaşım, düşük işleme kazanç değerlerinde uyumlama değerlerinin hesaplanmasında yetersizdir.

Daha önce, belirli bir DD-KBÇE sistemi için (sabit K ve N) düşük işleme kazanç durumlarında uyumlama değerlerinin hesaplanmasına yönelik bazı çalışmalar yapılmıştır [7, 8]. Bu çalışmaların tümünde, önerilen yapay sinir ağ girişlerinin \hat{N}_k ve $\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}$ değerlerinin tamamına ihtiyaç duyması, Eşitlik (5) ile verilen modelin YSA ile gerçekleştirilmesine yönelik bir uygulamadan öteye gidememiştir.

4. ÖNERİLEN METOT

Düşük işleme kazançlarında, uyumlama değerlerinin basit olarak hesaplanması için Eşitlik (5) ile verilen başarımlı ifadesine geri dönelim. Daha önceki kısımlarda belirtildiği gibi \hat{N}_k , $j \in [0, N-1]$ için $c_j^{(k)} = -1$ durumunun kaç kez gerçekleştiğini tanımlamaktadır. Buna göre; $c_j^{(k)} = -1$ olması, $a_{j-1}^{(k)} \neq a_j^{(k)}$ anlamına gelir ve bu iki ardışık kırkık arasında bir geçişin oluştuğunu gösterir. Bu iki ardışık kırkık arasında bir geçiş yoksa, $a_{j-1}^{(k)} = a_j^{(k)}$ durumunu belirleyecek şekilde $c_j^{(k)} = 1$ dir.

Daha ileri analiz için, dayanak kullanıcıya ait yayma kodundaki tüm j 'ler için $\{c_{j-1}^{(k)}, c_j^{(k)}, c_{j+1}^{(k)}\} = \{v_1, v_2, v_3\}$ durumunun kaç kez gerçekleştiğine işaret eden $\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}$ 'ye yoğunlaşalım. Bu ifadeden rahatlıkla görüleceği gibi hem $c_j^{(k)}$ ve hem de bir önceki ve bir sonraki kırkık için bu ifadenin durumu ($c_{j-1}^{(k)}$ ve $c_{j+1}^{(k)}$), $\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}$ içerisinde yer almaktadır.



Şekil 2. Düşük işleme kazancı için, SINR ve $\overline{\text{SINR}}$ ifadelerine göre hesaplanmış uyumlama değerleri ($K=9$ ve $N=31$)

Bu gözlemden hareketle $\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}$ 'nin, $c_j^{(k)}$ 'ye ait gerekli bilgiyi içerdiği açıktır. Bu sebeple, $c_j^{(k)} = -1$ durumunun kaç kez gerçekleştiğini vurgulayan \hat{N}_k bilgisinin, uyumlama değerlerinin hesaplanması sürecinde göz ardı edilebileceği öngörülmüştür. Sonuç olarak, belirli bir DD-KBÇE sistemi için uyumlama değerlerinin hesaplanması sürecinde her bir koda ait sadece $\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}$ değerlerinin dikkate alınması, bu süreçte bir kolaylık sağlayabilir:

$$\gamma_u^{(k)} = f\left(\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}; \bar{\gamma}_b\right) \quad (9)$$

Bu öneri, göz ardı edilen bir nicelik nedeniyle Eşitlik (5) ile verilen başarımlı ifadesi kullanılarak uyumlama değerlerinin belirlenmesini geçersiz kılar.

Literatürdeki çok sayıda mühendislik probleminin çözümünde kullanılması, paralel yapısı, öğrenme ve genelleme yapabilme yeteneği, yüksek işlem verimliliği ve daha birçok faydalı özellikleri nedeniyle [5], Eşitlik (9) ile verilen $\gamma_u^{(k)}$ değerlerinin hesaplanması için YSA'dan faydalanılmıştır.

5. YSA'LARIN ÖNERİLEN YAKLAŞIMA UYGULANMASI

Önerilen yaklaşıma dayalı olarak uyumlama değerlerinin hesaplanması için kullanılan YSA yapısı, Şekil 3'de verilmektedir. YSA'ların eğitimi için ilk önce, literatürde yoğun olarak tercih edilen Geri-yayılım (BP) algoritması kullanılmıştır [4]. Ağın eğitilmesi için kullanılan epok sayısı 200.000 dir. Başlangıç olarak tercih edilen ağ yapısı $7 \times 10 \times 5 \times 1$ şeklindedir. Bu çalışmada verilen ağ yapılarının tümünde, gizli katmanlarda yer alan işlemci elemanlarda (nöron) tanjant sigmoid aktivasyon fonksiyonu kullanılmıştır. Giriş ve çıkış katmanlarında kullanılan işlemci elemanlara ait aktivasyon fonksiyonu ise doğrusaldır [9].

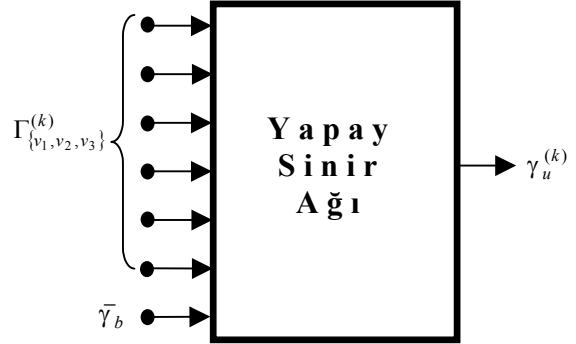
Tablo 1’ de, ağı eğitilmesinde ve test edilmesinde kullanılan veri setlerine ait $\Gamma_{\{v_1, v_2, v_3\}}^{(k)}$ değerleri gösterilmiştir. Bu değerler, $N=31$ olan bir Gold kod setinden keyfi olarak seçilmiş kodlara göre hesaplanmıştır [7]. Eğitim setlerinde kullanılan $\gamma_u^{(k)}$ değerleri, Eşitlik (5)’i maksimize eden (optimum) değerlerdir. BP algoritması için ağı eğitilmesinde toplam 478 veri seti ve test işlemi için ise toplam 159 veri seti kullanılmıştır.

Öğrenme algoritması olarak BP kullanıldığı durum için önerilen ağ girişlerine karşı elde edilen ağ çıkışları Tablo 1’de gösterilmektedir. Bu çalışmada; eğitim ve test sonuçlarının tümünün verilmesi yerine, genel durumu yansıtacak şekilde 12 eğitim sonucu ve 6 test sonucu sunulmuştur.

Önerilen ikinci ağ yapısının eğitimi için kullanılan Levenberg-Marquardt (LM) algoritması, maksimum komşuluk fikri üzerine kurulmuş bir lineer olmayan optimizasyon algoritmasıdır. LM, bu tür bir eğitim için bilinen en hızlı algoritma olup sadece tek çıkış birimine sahip ağlar için kullanılabilir [6].

LM algoritması, ağ tarafından modellenmesi istenilen fonksiyonun kısmen lineer olduğunu kabul eden bir formülü kullanarak hataların karesinin toplamını (sse) minimize etmek için tasarlanmıştır. LM öğrenme algoritması için en uygun ağ yapısı $7 \times 5 \times 5 \times 1$ olarak bulunmuştur. Ağı eğitilmesi sürecinde öğrenmenin kontrol edilmesi (değerlendirilmesi) için kullanılan kriter, sse’ nin 0.05 değerine ulaşması olarak öngörülmüştür.

LM öğrenme algoritması için önerilen ağı eğitilmesinde toplam 636 veri seti ve test işlemi için ise toplam 159 veri seti kullanılmıştır. Ağı eğitimi sürecinde, 120. epok sonunda hedeflenen sse hatasına ulaşılmış ve bu andaki ağırlıklar ve eşik değerleri kaydedilerek ağ yapısı üzerinde sürekli kılınmıştır.



Şekil 3. Önerilen YSA yaklaşımı

6. SONUÇLAR

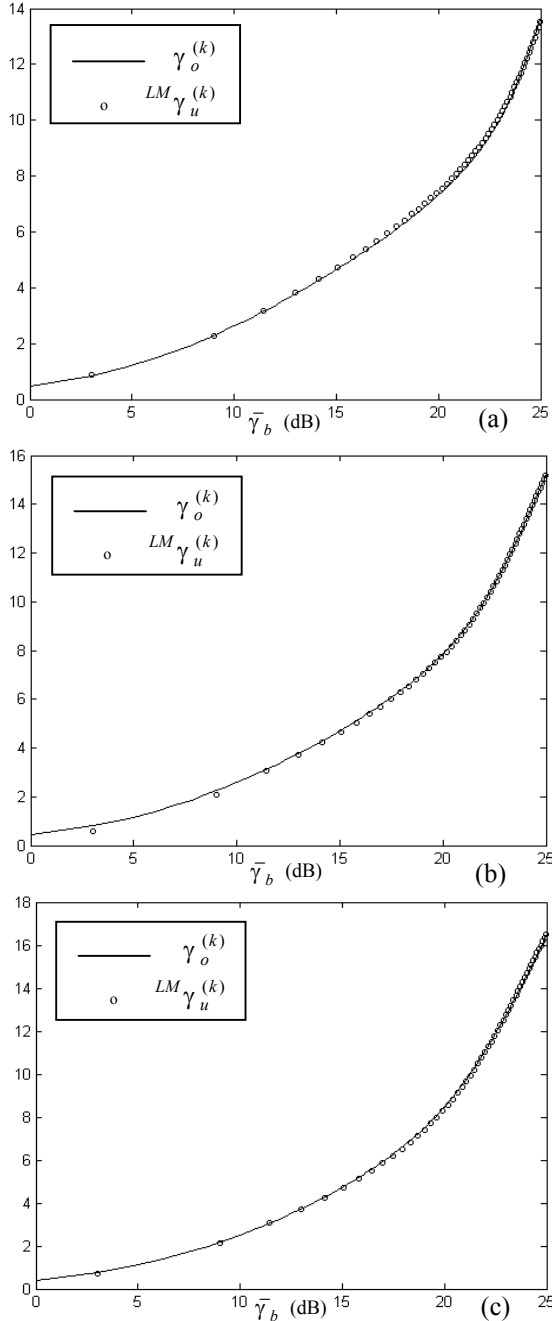
Tablo 1’deki veriler incelendiğinde, BP algoritmasına göre eğitilmiş ağı eğitimi sonuçlarının, $\gamma_o^{(k)}$ değerleriyle oldukça uyumlu olduğu görülebilir. Ancak, ağı test sonuçlarının başarısız olduğu Tablo 1’den rahatlıkla görülebilir. Her ne kadar ağ yapısı üzerinde bazı değişiklikler (gizli katman sayısının artırılması, gizli katmanlardaki işlemci eleman sayısının artırılması gibi) yapılarak test sonuçlarının iyileştirilmesi mümkün olsa da ağ karmaşasının artırılmaması adına; farklı bir ağ yapısı üzerinde ikinci eğitim algoritmasının (LM) denenmesi yoluna gidilmiştir.

Tablo 1. BP algoritmasının kullanıldığı ağ yapısı için giriş veri setlerine (eğitim ve test) karşı elde edilen $BP\gamma_u^{(k)}$ değerleri ($K=9$ ve $N=31$)

Girişler							Optimum değerler	YSA çıkışı
$\Gamma_{(-1,-1,-1)}^{(k)}$	$\Gamma_{(-1,-1,1)}^{(k)} + \Gamma_{(1,-1,-1)}^{(k)}$	$\Gamma_{(-1,1,1)}^{(k)} + \Gamma_{(1,1,-1)}^{(k)}$	$\Gamma_{(-1,1,-1)}^{(k)}$	$\Gamma_{(1,-1,1)}^{(k)}$	$\Gamma_{(1,1,1)}^{(k)}$	$\bar{\gamma}_b$ (dB)	$\gamma_o^{(k)}$	$BP\gamma_u^{(k)}$
4	8	8	4	4	3	12.30	3.47	3.48
6	12	4	6	2	1	20.04	8.55	8.54
3	10	10	3	3	2	20.04	7.89	7.88
10	8	4	4	2	3	12.30	3.42	3.43
0	4	8	6	8	5	20.04	7.53	7.53
6	12	4	6	2	1	12.30	3.48	3.49
10	8	4	4	2	3	20.04	8.52	8.51
2	4	8	4	6	7	20.04	7.35	7.34
0	4	8	6	8	5	12.30	3.55	3.57
3	10	10	3	3	2	12.30	3.47	3.48
2	4	8	4	6	7	12.30	3.49	3.49
4	8	8	4	4	3	20.04	7.89	7.88
2	4	12	2	6	5	9.03	2.29	3.95
2	12	8	4	2	3	23.26	11.94	11.77
9	10	6	3	1	2	9.03	2.18	0.64
2	4	12	2	6	5	23.26	10.38	9.60
9	10	6	3	1	2	23.26	13.18	13.10
2	12	8	4	2	3	9.03	2.25	-0.59

E = Eğitim veri setleri T = Test veri setleri

Şekil 4 (a), (b) ve (c); $\Gamma_{\{N_1, N_2, N_3\}}^{(k)}$ değerleri Tablo 1’ de verilen ve test işlemi için kullanılan 3 farklı kod için, ağın ürettiği çıkışları (test sonuçları) ve parametrenin optimum değerlerini göstermektedir. Bu değişimlerden açıkça görüleceği gibi ağ tarafından üretilen $LM\gamma_u^{(k)}$ (test girişleri için) değerleri, her üç durum için de Eşitlik (5) kullanılarak hesaplanan $\gamma_o^{(k)}$ değerleri ile uyumludur.



Şekil 4. LM algoritmasının kullanıldığı ağ yapısı için $\gamma_o^{(k)}$ ve $LM\gamma_u^{(k)}$ (test) değerleri. k . kullanıcı için dayanak kod dizisi olarak, Tablo 1’ de ‘T’ ile ayrılan kısımdaki özelliklere sahip (a) 1. sıradaki kod, (b) 2. sıradaki kod ve (c) 3. sıradaki kod kullanılmıştır ($K=9$ ve $N=31$)

Bu çalışmada önerilen metod; hesapsal karmaşası Eşitlik (7) ile verilen ve yüksek işleme kazanç durumları için tavsiye edilen yaklaşım kadar az olmasa da, düşük işleme kazançları için üstel kırkık ağırlıklandırma dalga biçimlerine ait uyumlama değerlerinin hesaplanması için yeni bir alternatiftir. Uyumlama değerlerinin hesaplanması sürecinde \hat{N}_k değerlerinin göz ardı edilmesi, Eşitlik (5)’e göre önerilen yaklaşımı basit kılmaktadır. Bu basitliğe ek olarak, uyumlama değerlerinin hesaplanması için karmaşık matematiksel fonksiyonlar içermeyen ve paralel işlem yeteneğine sahip YSA’ların kullanılması, doğal olarak bu değerlere daha hızlı ulaşma imkanı sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

- [1] Huang Y., Ng T.S., A DS-CDMA System Using Despreading Sequences Weighted by Adjustable Chip Waveforms, IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS, Vol 47, Iss 12, pp. 1884-1896, 1999.
- [2] Monk A.M., Davis M., Milstein L.B., Helstrom C.H., A Noise-whitening Approach to Multiple Access Noise Rejection-Part I: Theory and Background, IEEE JOURNAL ON SELECTED AREAS IN COMMUNICATIONS, Vol 12, pp. 817-827, 1994.
- [3] Huang Y., Ng T.S., Effects of Weighted Despreading Sequence on CDMA Performance, IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON PERSONAL, INDOOR AND MOBILE RADIO COMMUNICATIONS, pp. 226-230, 1997, Helsinki.
- [4] Rumelhart D.E., McClelland J.L., Parallel Distributed Processing, CAMBRIDGE MA:MIT PRESS, Vol 1, 1986.
- [5] Haykin S., Neural Networks A Comprehensive Foundation, MACMILLAN COLLEGE PUBLISHING COMP. INC., 1994.
- [6] Sağıroğlu Ş., Modelling a Robot Sensor using Artificial Neural Networks, PH.D. THESIS, UNIVERSITY OF WALES, U.K., 1994.
- [7] Ciftlikli C., Develi I., Alkan M., Effect of Neural Network-Based Tuning Process on Performance of DS-CDMA Receiver Using Exponentially Weighted Despreading Waveforms, 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION, COMMUNICATIONS & SIGNAL PROCESSING (ICICS’ 2001), CD-ROM, 2001, Singapore.
- [8] Ciftlikli C., Develi I., Karaboga N., A Simple and Efficient Tuning Process for DS-CDMA Receiver using Despreading Sequences Weighted by Exponential Chip Waveforms, ELECTRICAL, ELECTRONIC & COMPUTER ENGINEERING SYMPOSIUM (NEUCEE 2001), pp. 144-147, 2001, N.Cyprus.
- [9] The MathWorks, Neural Network Toolbox for MATLAB 6.0.