



POLİTEKNİK DERGİSİ

JOURNAL of POLYTECHNIC

ISSN: 1302-0900 (PRINT), ISSN: 2147-9429 (ONLINE)

URL: <http://dergipark.org.tr/politeknik>



Yapay sinir ağları ile kablosuz yerel alan ağlarında veri trafiği optimizasyonu

Data traffic optimization in wireless local area networks with artificial neural networks

Yazar(lar) (Author(s)): Cemal KOÇAK¹, Hacı Bayram KARAKURT²

ORCID¹: 0000-0002-8902-0934

ORCID²: 0000-0003-1591-4502

Bu makaleye şu şekilde atıfta bulunabilirsiniz (To cite to this article): Koçak C., Karakurt H. B. “Yapay sinir ağları ile kablosuz yerel alan ağlarında veri trafiği optimizasyonu”, *Politeknik Dergisi*, 22(3): 737-747, (2019).

Erişim linki (To link to this article): <http://dergipark.gov.tr/politeknik/archive>

DOI: 10.2339/politeknik.443219

Yapay Sinir Ağları ile Kablosuz Yerel Alan Ağlarında Veri Trafikçi Optimizasyonu

Araştırma Makalesi / Research Article

Cemal KOÇAK^{1*}, Hacı Bayram KARAKURT²

¹Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği, 06500, Beşevler, ANKARA

²HAVELSAN, Hava Elektronik Sanayi ve Ticaret A.Ş. Çankaya/Ankara

(Geliş/Received : 12.07.2018 ; Kabul/Accepted :09.08.2018)

ÖZ

Gelişen teknoloji ile birlikte kablosuz yerel alan ağlarında (Wireless Local Area Network-WLAN) hizmet kalitesi (Quality of Service-QoS) istekleri de artmaktadır. Yapılan birçok çalışmada WLAN'larda hizmet kalitesini artırmak için çeşitli metotlar ve farklı algoritmalar kullanılmıştır. WLAN'larda ortama erişim kontrol (Medium Access Control- MAC) katmanında hizmet kalitesini etkileyen Request to Send Threshold (RTS Eşik Değeri-RTSED), Fragmentation Threshold (Parçalama Eşik Değeri-PED) ve Buffer Size (Arabellek Boyutu-AB) hizmet kalitesini direkt etkilemektedir. WLAN'larda hizmet kalitesini artırmak için kullanılan kanal kullanım durumu, alınan veri trafiği ve gönderilen veri trafiği ağıdaki performansını etkileyen önemli parametrelerdir. Bu çalışmada WLAN'larda Artificial Neural Networks (Yapay Sinir Ağları-YSA) kullanılarak RTSED, PED ve AB parametreleri optimize edilip, alınan veri trafiği ve gönderilen veri trafiğinin ideal değerleri elde edilmiştir. Riverbed Modeler benzetim aracı kullanılarak 11 düğümlü ve 27 farklı giriş değerleri seçilerek kanal kullanım durumu elde edilmiştir. Alınan veri trafiği ile gönderilen veri trafiği sonuç değerleri YSA Modellemesi ile WLAN'larda performansın tahminini sağlanmıştır. 1000 epoch eğitim sonucu ortalama karesel hata değerinin 10^{-6} 'dan daha az olduğu, ayrıca test ve tahmin yeteneklerinin 10^{-6} 'dan büyük olduğu gözlenmiştir. Bu değere göre, geliştirilmiş YSA modelinin ezberlemediğini, girdi ve çıktı verileri arasında bir ilişki kurabileceği anlamına gelir. Böylece geliştirilen model sayesinde elde edilen bu sonuçlarla en iyi öğrenme değerlerinin elde edildiği kanıtlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Kablosuz yerel alan ağları, yapay sinir ağları, alınan veri trafiği, gönderilen veri trafiği.

Data Traffic Optimization in Wireless Local Area Networks with Artificial Neural Networks

ABSTRACT

In recent years, quality of service (QoS) has been rapidly increasing in wireless local area networks (WLANs) with the increasing technology. In many studies, various methods and different algorithms are used to improve the quality of service in WLANs. RTS Threshold Value (RTSTV), Fragmentation Threshold Value (FTV) and Buffer Size (BS) are affect service quality directly at MAC (Medium Access Control) layer in WLAN. Channel utilization, data traffic received and data traffic sent parameters are important improve quality of service in WLANs. In this study, RTSED, PED and AB parameters were optimized by using Artificial Neural Networks (ANN) in WLAN and ideal values of received data traffic and received data traffic were obtained. Using the Riverbed Modeler simulation tool, 11 nodes and 27 different input values were selected to obtain channel utilization status. With the ANN Modeling of the results of the data traffic sent and data traffic received provides the estimation of the performance in the WLAN. It is observed that the average squared error value of 1000 epoch training result is less than 10^{-6} , and that the test and estimation abilities are larger than 10^{-6} . According to this value, it means that the improved YSA model can not memorize, it can establish a relation between input and output data. Thus, it is proved that the best learning values are obtained with these results obtained by the developed model.

Keywords: Wireless local area network, artificial neural networks, data traffic received, data traffic sent

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

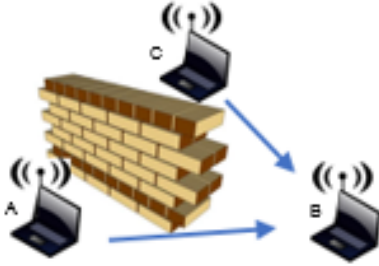
Kablosuz yerel alan ağları (Wireless Local Area Network-WLAN) kampüs, hastane veya ofis gibi ortamlarda elektromanyetik dalgaların fiziksel bağlantı olmadan bir noktadan bir noktaya bir frekans kanalında iletilmesini sağlayan kablosuz ağ teknolojisidir. Son yıllarda özellikle kullanımı artan ses ve video konferans uygulamaları nedeniyle WLAN'larda performansın mümkün olan en iyi seviyeye gelmesi gerekliliğini ortaya

çıkartmıştır [1-2]. WLAN'larda hizmet kalitesi desteği, uygulamalardaki performanslar için anahtar rol ve öneme sahiptir. Hizmet kalitesini desteklemek için genellikle kullanılan IEEE 802.11e'nin MAC protokolünde DCF (Distributed Coordination Function-DCF) kontrol performans kriterleri arasında alınan veri trafiği, gönderilen veri trafiği, alıcı kanal kullanımı ve gönderici kanal kullanımı öne çıkmaktadır. Bu performans kriterlerini RTSED, PED ve AB direkt olarak etkilemektedir [3-4].

RTSED, WLAN'larda CSMA/CA (Carrier-sense Multiple Access with Collision Avoidance) protokolü

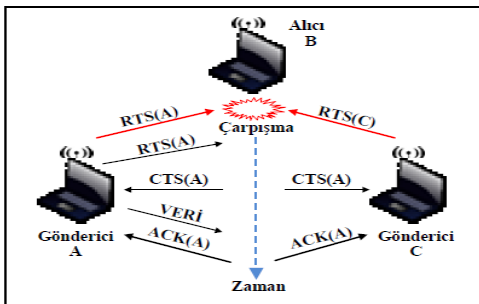
*Sorumlu Yazar (Corresponding Author)
e-posta : * cckocak@gazi.edu.tr

tarafından aktif kullanılan eşik değeridir. CSMA/CA protokolünde hedef düğümde gönderime uygun (Clear to Send-CTS) sanal sinyali gelmesi ile birlikte verilerin iletimi başlamaktadır. Bu sanal paket sinyalleri gönderim isteği (Request to Send-RST) değerinden büyük veri gelmesi halinde enerji kaybının daha büyük maliyet ortaya çıkarması nedeniyle aktif olmamaktadır. RSTED gizli düğüm probleminde de önemli bir parametre olarak kullanılmaktadır. Birden fazla düğüm aynı düğüme ver gönderirken alıcı düğümde paketlerin çarpışmasına neden olmaktadır. Şekil 1’de görüldüğü üzere iki hedef düğümde (a ve c) alıcı düğüme (b) veriler gönderilirken a ve c birbirine göremezler. Bu nedenle hedef düğüme aynı anda veri gönderilirken a ve c birbirleri ile haberleşemediği için paketlerde çarpışma meydana gelmektedir. RST eşik değerinin ideal seçilmesi, ağdaki gecikmeler için de önemlidir. CSMA/CA’nın aktif edilmesi ağdaki alınan ve gönderilen veri trafiği için önemli olduğundan RSTED ağdaki bütün performanslar dikkate alınarak en uygun düzeyde seçilmelidir [5].



Şekil 1. Gizli düğüm problemi (Hidden node problem)

RTS/CTS mekanizmasının aktif olabilmesi için RSTED değeri ideal olarak seçildiğinde, düğümler tarafından aynı anda gönderilen çerçevelerin çarpışmasını önleyecek alınan veri trafiğini ve gönderilen veri trafiğini artıracaktır [Şekil 2] [5].



Şekil 2. RTS/CTS mekanizmasında çarpışma (Collision in RTS/CTS mechanism)

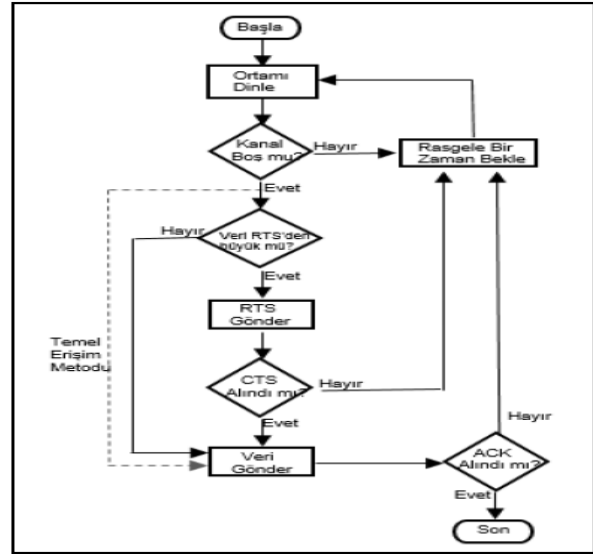
Kablosuz yerel alan ağlarında DCF kontrol fonksiyonunda CSMA/CA protokolünde hedef düğümde CTS sinyali gelmesi ile birlikte verilerin iletimi başlamaktadır. Kanal kullanımını artırmak için büyük veriler hedef düğüme iletilirken parçalara (fragments) ayrılarak iletilmektedir. Bu parçaların bölünebileceği eşik değeri PED (fragmentation threshold)

olarak adlandırılmakta ve bayt cinsinden ifade edilmektedir [6].

Bit cinsinden ifade edilen AB'nin büyük olması daha fazla hafızaya ihtiyaç duyurmaktadır. Arabelleğin düşük olması durumunda ise ağda arabellek sıkışıklığına ve dolayısıyla kanal tıkanıklığına sebep olmaktadır. Bu nedenle en az maliyetli (düşük hafıza) ve en az paket kaybı için en ideal AB seçilmelidir [7].

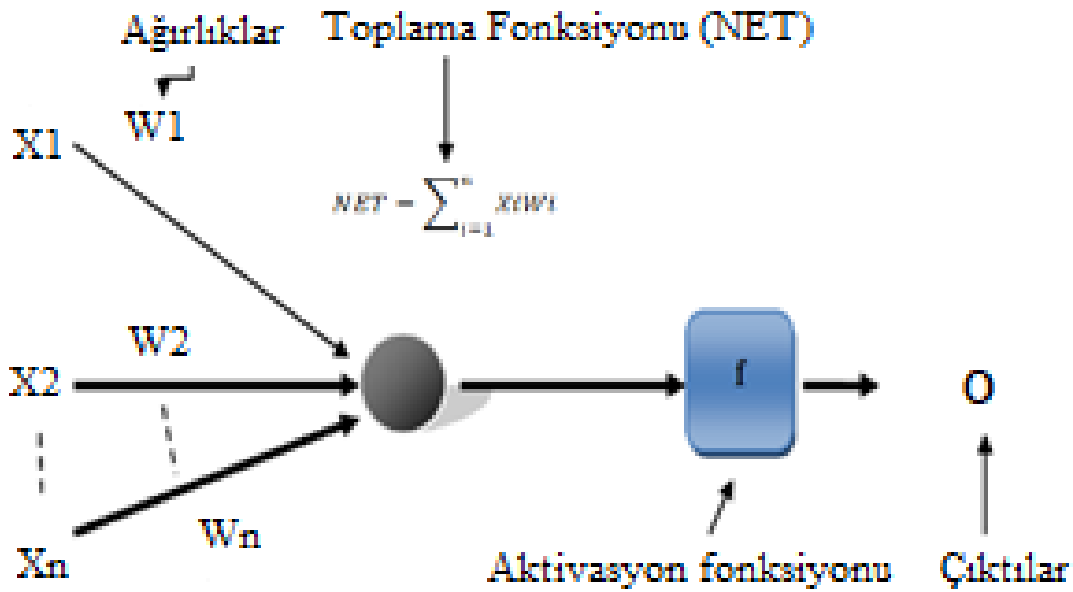
Veri trafiği genel olarak banttaki veri transferi olarak tanımlanır. Banttan geçen verilerin oluşturmuş olduğu trafik hedef düğümlere gidiyorsa gönderilen veri trafiği, hedef düğümde geliyorsa alınan veri trafiği olarak adlandırılmaktadır. Alınan ve gönderilen veri trafiği ne kadar yüksek olursa performansta o kadar pozitiftir. Veri trafiği, veri akışı veya veri aktarımı olarak da adlandırılmaktadır. Alınan ve gönderilen veri trafikleri WLAN'larda kanal kullanım oranını ile paket kayıpları ve paket iletim hızını etkilediğinden performans için önemli parametrelerdir [8].

Bütün bu parametreler birlikte ele alındığında alınan ve gönderilen veri trafiğini ideal değerlere getirmek için kanalın bekleme süresi, RSTED'nin değeri, arabellek boyutu ve PED değerleri dikkate alınmalıdır. Şekil 3’de görüldüğü gibi temel RST/CTS erişim metodunun aktif olabilmesi için gelen verinin RSTED değerinden büyük olması gerekmektedir [9].



Şekil 3. Temel ve RTS/CTS erişim metodları (Basic and RST/CTS access methods)

YSA, insan beynindeki öğrenme yöntemini taklit ederek elde ettiği öğrenme yöntemleri ile yeni bilgiler türetebilmek üzere geliştirilen mantıksal yazılımlardır. İlk yapay sinir ağları da sinir aktivitesinde düşüncelere ait mantıksal hesaplama ile ortaya çıkartılmıştır. Temel YSA hücrelerinde girişler (X_n), ağırlıklar (W_n), toplama fonksiyonu (NET), aktivasyon fonksiyonu eşik değeri (b), aktivasyon fonksiyonu (f) ve çıkış değeri (O) Şekil 4’de görüldüğü gibidir [10-11].



Şekil 4. YSA temel yapısı (Basic ANN structure) [10]

YSA ile birçok problem çözümü gerçekleştirilebilir. Örneğin parça işleme sırasında kesici takımın en aza indirgemek için yapılan bir çalışmada 4 giriş (kesme hızları, ilerleme oranları, kesici takım tipi ve zamanı) ve 3 çıkış (x, y ve z titreşim değerleri) ile YSA algoritması geliştirilmiştir. Bu bağlamda, yüksek güvenilirli YSA yapısı ile en iyi model tespit edilmiştir [12].

Yapılan başka bir çalışmada kablosuz ağlarda Access Point (AP) koordinatları için YSA kullanılmış ve sinyal gücü alımı en ideal değere getirilmiştir. Yapılan bu çalışmada giriş olarak AP sayısı, frekans bandı, alıcı eşik değeri gibi farklı giriş parametreleri kullanılmıştır. Çıkış parametreleri olarak sinyal boyutları kullanılmıştır [13].

Yapılan bu çalışmada, WLAN'larda 802.11e CSMA/CA protokolünde verilerin iletilmesindeki kalan kullanımının maximum olması, alınan veri trafiğinin ve gönderilen veri trafiğinin yüksek ve ideal değerlerde olması için uygun RSTED, PED ve AB parametreleri hesaplamalarında YSA tabanlı yeni bir yöntem kullanılmıştır. Kullanılan YSA yöntemiyle WLAN'larda ideal alınan ve gönderilen veri trafiği için en uygun parametreler önerilerek performans geliştirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL and METHOD)

Çalışmada, kablosuz yerel alan ağlarında CSMA modelinde veri iletimi esnasında RSTED, PED ve AB parametrelerinin, alınan ve gönderilen veri trafiğine etkisinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla test çalışmaları Riverbed Modeler (OPNET Modeller) benzetim aracı kullanılarak 11 adet düğüm kullanılmıştır. Şekil 5'te düğümlerin yerleşimleri görülmektedir.



Şekil 5. Hedef düğümlerin yerleşimi (Locations of target nodes)

Düğüm yerleşiminde her bir düğüm için hedef düğüm simetrik düğüm seçilmiştir ve düğüm 4 ve düğüm 7 arasındaki veri akışı analiz edilmiştir [Çizelge 1].

Çizelge 1. Alınan ve gönderilen ortalama veri trafiği için hedef düğümler (Destination nodes for average received and sent data traffic)

HEDEF DÜĞÜMLER		
node 1	<----->	node 10
node 2	<----->	node 9
node 3	<----->	node 8
node 4	<----->	node 7
node 5	<----->	node 6

Yapılan test sonuçları incelendiğinde kanal kullanım durumu RSTED, PED ve AB'ye bağlı olarak alıcı için %5,83 ile %19,6 arasında, verici için ise %0,58 ile %2,08 arasında değişmektedir. Alınan veri trafiği ise 453.001 bit/saniye ile 1.080.477 bit/saniye arasında değişmektedir. Gönderilen veri trafiği ise 44.665 bit/saniye ile 117.564 bit/saniye arasında değişmektedir. Giriş parametrelerinde RSTED ve PED değerleri sırası ile 600 bayt, 900 bayt ve 1200 bayt seçilirken, AB ise 9000 bit, 12000 bit ve 15000 bit seçilmiştir [Çizelge 2].

çözerek ağdaki gecikmeleri önlemektedir. Bu yöntemde kanal belli bir süre DIFS (Distribution Inter Frame Space) beklemektedir. Daha sonra verilerin iletimi için hedef düğüme RTS sinyali gönderilmektedir. Burada hedef düğümden veri aktarımı uygunluğu için SIFS (Short Inter-Frame Space) süresi kadar beklemektedir. Daha sonra hedef düğümden CTS mesajı geldikten sonra verilerin iletimi sağlanmaktadır. Bu yöntemin kullanılması için gelen verinin belirlenen RSTED değerinden büyük olması gerekmektedir. Saklı düğüm

Çizelge 2. 27 farklı giriş değerleri test sonuçları (27 different input values test results)

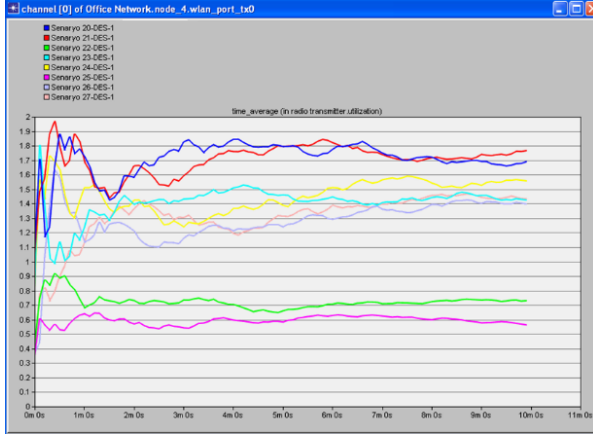
Test No	RTSED (bayt)	PED (bayt)	AB (Bit)	Kanal Kullanım Durumu (Alıcı %)	Kanal Kullanım Durumu (Verici %)	Alınan Veri Trafiği	Gönderilen Veri Trafiği
1	600	600	9000	10,75	1,25	547.725	64.826
2	600	600	12000	19,6	2,08	1.041.157	110.998
3	600	600	15000	19,45	1,94	1.029.788	100.998
4	600	900	9000	9,68	1,02	503.070	50.902
5	600	900	12000	17,25	1,86	922.228	102.865
6	600	900	15000	17,09	1,69	930.434	89.055
7	600	1200	9000	8,88	0,95	464.714	51.496
8	600	1200	12000	16,05	1,59	882.342	84.935
9	600	1200	15000	16,94	1,76	922.743	102.256
10	900	600	9000	9,44	0,96	564.168	57.200
11	900	600	12000	18,52	2,03	1.079.527	117.564
12	900	600	15000	18,26	1,97	1.050.169	114.878
13	900	900	9000	8,2	0,87	508.493	54.458
14	900	900	12000	15,68	1,74	930.463	107.933
15	900	900	15000	15,13	1,72	942.382	102.021
16	900	1200	9000	7,02	0,74	453.001	47.517
17	900	1200	12000	14,08	1,64	869.619	100.447
18	900	1200	15000	15	1,61	931.431	97.473
19	1200	600	9000	8,04	0,92	568.112	65.527
20	1200	600	12000	16,59	1,67	1.065.258	95.066
21	1200	600	15000	17,04	1,76	1.080.477	110.960
22	1200	900	9000	6,67	0,72	499.593	55.048
23	1200	900	12000	14,5	1,44	976.559	88.436
24	1200	900	15000	14,52	1,56	973.551	99.012
25	1200	1200	9000	5,83	0,58	466.978	44.665
26	1200	1200	12000	13,7	1,43	943.827	89.538
27	1200	1200	15000	13,29	1,44	906.218	99.012

2.1 RSTED

Kablosuz yerel alan ağlarında 802.11e modelinde, veri iletimi esnasında verilerin çarpışmaması ve paket kayıplarının olmaması için CSMA/CA yöntemi kullanılmaktadır. CSMA/CA gizli düğüm problemini

problemlerinde RSTED uygun değerlerde seçilmediğinde sistem boşa (idle) düşmekte ve CSMA/CA aktif edilemediğinden gizli düğüm probleminin sebep olmaktadır [14].

Riverbed Modeler benzetim aracı kullanılarak RSTED değerinin ölçülmesi için yapılan test çalışmalarında evrensel kümede 600-900-1200 bayt RSTED değerleri seçilmiştir ve verici içinde kanal kullanım durumu ölçülmüştür [Şekil 6]. RSTED değeri artarken alıcı ve verici kalan kullanım durumu düzenli olarak azalmaktadır. Alınan veri trafiği ise düzenli olarak artmaktadır. Gönderilen veri trafiği 600 bayt 900 bayt arasında azalmakta, 900 bayt ve 1200 bayt arasında ise artmaktadır.



Şekil 6. Örnek verici kanal kullanım durumu performans karşılaştırması (Performance comparison of sample transmitter channel utilization)

2.2 PED

Kablosuz ağlarda DCF kontrol fonksiyonlarında CSMA/CA modelinde büyük veri blokları taşınırken veri iletiminde bazı gecikmeler ve paket kayıpları meydana gelmektedir. Bu gecikmelerin ve paket kayıplarının en aza indirgenmesi için verilerin daha küçük parçalara ayrılması gerekmektedir. Bu parçalama işleminin gerçekleştirilmesi için gelen verinin belli bir boyutun üzerinde olması gerekmektedir. Bu parçaların bölünebilmesi için PED'den büyük olması gerekmektedir [15].

CSMA/CA'da PED değeri için evrensel küme belirleme aşamasında genel olarak PED'in 1024 bayta kadar verimli çalışma alanı olduğu görülmektedir [16].

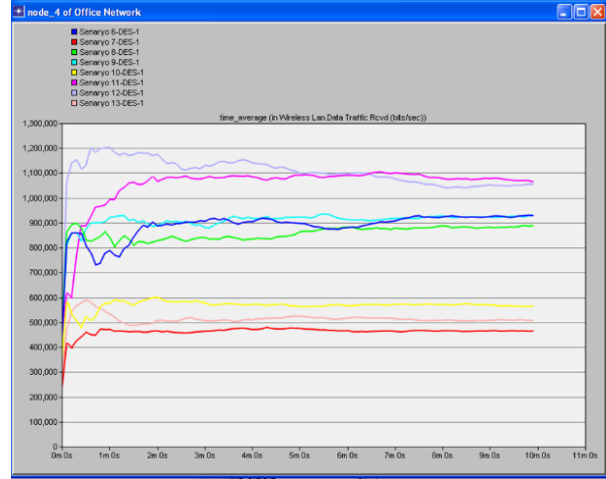
Riverbed Modeler benzetim aracı kullanılarak PED değerinin ölçülmesi için yapılan test çalışmalarında evrensel kümede 600-900-1200 bayt PED değerleri seçilmiştir ve ortalama alınan veri trafiği ölçülmüştür [Şekil 7]. PED değeri artarken alıcı ve verici kalan kullanım durumu düzenli olarak azalmaktadır. Alınan veri trafiği ise düzenli olarak azalmaktadır. Gönderilen veri trafiği 600 bayt 900 bayt arasında azalmakta, 900 bayt ve 1200 bayt arasında ise nispeten az olmakla beraber artmaktadır.

2.3 AB

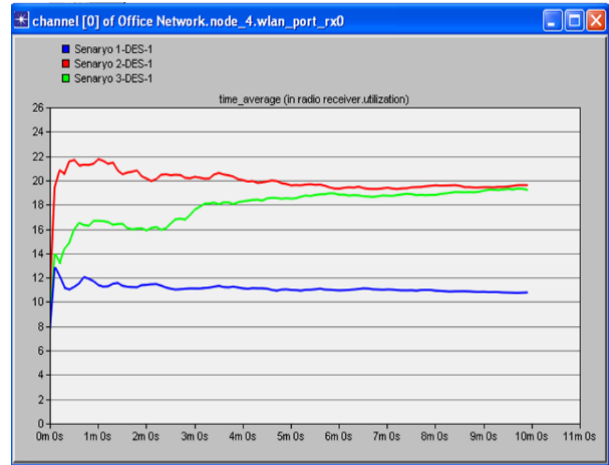
DCF kontrol fonksiyonunda CSMA/CA modelinde bekleme süreleri rastgele belirlendiği için AB boyutunun da dinamik olarak uygun değerlerde seçilmesi gerekmektedir. Sabit arabellek boyutları RSTED ve PED

değerleri dikkate alınmadan yapıldığında ağlarda performans düşüklüğüne sebep olmaktadır [17-18].

Riverbed Modeler benzetim aracı kullanılarak AB değerinin ölçülmesi için yapılan test çalışmalarında evrensel kümede 9000-12000-15000 bit AB değerleri seçilmiştir ve alıcı içinde kanal kullanım durumu ölçülmüştür [Şekil 8]. AB değeri artarken alıcı kanal durumu düzenli olarak artmaktadır. Verici kanal durumu 9000 bit ile 12000 bit arasında artmakta, 12000 bit ile 15000 bit arasında ise azalmaktadır. Alınan ve gönderilen veri trafiği de 9000 bit ile 12000 bit arasında artmakta, 12000 bit ile 15000 bit arasında ise azalmaktadır.



Şekil 7. Örnek alınan veri trafiği performans karşılaştırması (Performance comparison of received sample data traffic)



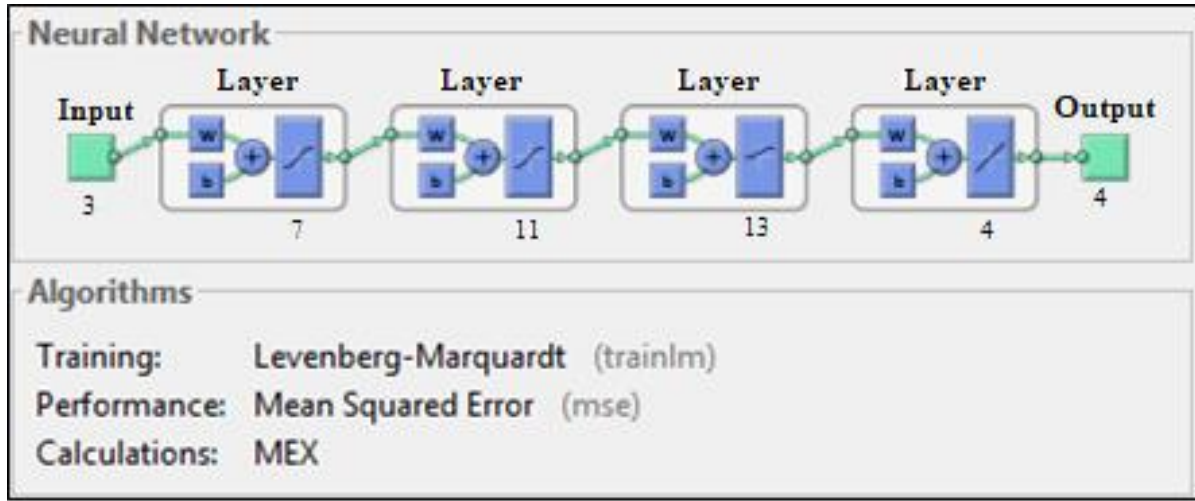
Şekil 8. Örnek alıcı kanal kullanım durumu performans karşılaştırması (Performance comparison of sample receiver channel utilization)

3. YAPAY SİNİR AĞI (ARTIFICIAL NEURAL NETWORK)

YSA, sınıflandırma için önemli bir araç olarak ortaya çıkmıştır. Uygun ağ yapısına sahip olan sinir ağı, girdi değişkenleri arasındaki korelasyon / bağımlılığı ele alabilir. Güçlü öğrenme ve uyarlanabilir yetenekler nedeniyle, özellikle kablosuz iletişim ve ağ iletişimi uygulamalarında [19-23] YSA tekniği kullanılmıştır.

Bu çalışmada, WLAN'larda RTSED, PED ve AB parametrelerinin belirlenmesi ve yüksek güvenilirlikli bir YSA modeli oluşturularak alınan veri trafiği ve gönderilen veri trafiğinin ideal değerleri elde edilmesi amaçlanmıştır. CSMA/CA modelindeki tıkanıklık ve gizli düğüm probleminin çözümü için RSTED'in, paket kayıplarının ve gecikmenin önlenmesi için PED'in ve maliyet içinde AB'nin ideal seçimi ağ performansı üzerinde etkilidir. Riverbed Modeller (OPNET Modeller) benzetim aracı kullanılarak RTSED, PED ve AB parametre değerlerine göre Alıcı Kanal Kullanım Durumu (%), Verici Kanal Kullanım Durumu (%), Alınan Veri Trafiği ve Gönderilen Veri Trafiği değerleri

Bu çalışmada, istatistiksel hata analizi yöntemleri açısından, çıktılar için Levenberg-Marquardt (LM) öğrenme algoritması tekniği kullanılmıştır. Levenberg – Marquardt yöntemi, çoğu problem için en hızlı eğitim yöntemidir. Ancak, bazen diğer eğitim yöntemleri, çözüme training yönteminden daha hızlı ulaşabilir. Transfer fonksiyonları da çeşitlilik göstermektedir. Bunlar logsig, tansig, purelin, hardlim, tribas, vb. olarak adlandırılabilir [24]. Bu çalışma için kullanılan modelde tansig, logsig ve purelin transfer fonksiyonları kullanılmıştır. YSA sonuçları istatistiksel yöntemlerle test edilmiştir. Bunlar RMSE'nin istatistiksel hataları (Ortalama Karesel Hata), R^2 (Varyansın Mutlak



Şekil 9. Geliştirilen 4 katmanlı algılayıcı YSA mimarisi (ANN model architecture with improved 4 layer MLP.)

belirlenmiş ve işlemler gerçekleştirilmiştir. RTSED, PED ve AB değerlerinin etkileri, işlem parametrelerine göre tanımlanmaya çalışılmıştır. Daha sonra hizmet kalitesini arttırmak için kullanılan kanal kullanım durumu, alınan veri trafiği ve gönderilen veri trafiği gibi parametrelerin iyileştirilmesi için YSA kullanarak RTS Eşik Değeri, Parçalama Eşik Değeri ve Arabellek Boyutunun tahmin edilmesi sağlanmıştır.

3.1. YAPAY SİNİR AĞLARI (YSA) MODELİ (ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS MODEL)

YSA'da, her işlem birimi bilgi toplanması ve işlenmesi ve ilgili bileşene sonuçların gönderilmesi ile ilgilidir. YSA yapısının tüm hareketi, girdiler, ağırlıklar, toplam fonksiyon ve aktivasyon fonksiyonu açısından incelenebilir. Eğitim ve Test olmak üzere iki aşamada çalışır. Eğitim aşaması, uygun RSTED, PED ve AB değerleri eğitir. Eğitimin asıl amacı, giriş değerlerinin ağırlıklarının ve normal yorumların sözlüğünü oluşturmaktır. Bir sonraki aşama test etmektir.

YSA çalışma sonuçları istatistiksel yöntemle analiz edilmiştir. İlk olarak çoklu regresyon analizleri yapılmıştır. RTSED, PED ve AB değerlerine göre alınan veri trafiği ile gönderilen veri trafiği sonuç değerleri geliştirilen YSA modeli kullanılarak tahmin edilmiştir.

Frakسیونu) ve MEP (Ortalama Hata Yüzdesi) dir. R^2 , RMSE ve MEP değerleri için kullanılan formüller (1), (2) (3) 'de gösterilmiştir [25].

$$RMSE = \left(\frac{1}{p} \sum_j |t_j - o_j|^2 \right)^{1/2} \quad (1)$$

$$R^2 = 1 - \left(\frac{\sum_j (t_j - o_j)^2}{\sum_j (o_j)^2} \right) \quad (2)$$

$$MEP = \frac{\sum_j \left(\frac{t_j - o_j}{t_j} \right) \times 100}{p} \quad (3)$$

3 girişli ağ modeli (RSTED, PED ve AB) ve 4 çıkış (Alıcı Kanal Kullanım Durumu (%), Verici Kanal Kullanım Durumu (%), Alınan Veri Trafiği ve Gönderilen Veri Trafiği) 4 + 11 + 13 + 4 olarak modellenmiştir. Matlab programı tarafından elde edilen YSA modelinin ağ yapısı Şekil 9'da gösterilmiştir.

Çizelge 3'te verilen Çoklu regresyon analizi sonuçlarına göre, $R^2 = 0,999999999$, RMS= 3,02E-05 ve MEP%= 0,003845 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 3. YSA verilerinin karşılaştırılması ve regresyon analizi.(Comparison of ANN data and regression analysis)

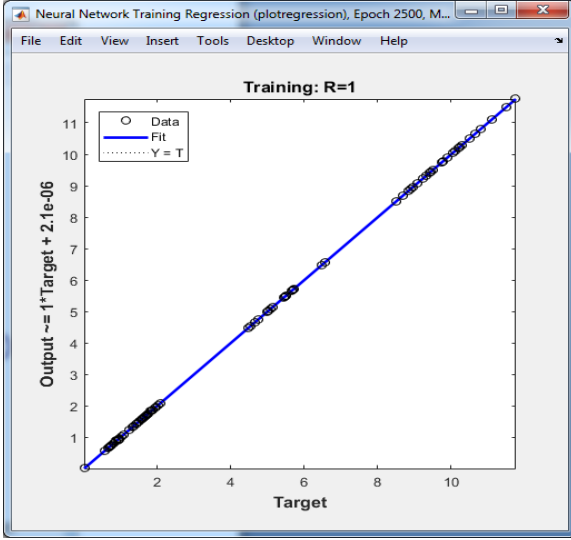
Alıcı Kanal Kullanım Durumu (%)				Verici Kanal Kullanım Durumu (%)			
YSA	Average error	RMS	R ²	YSA	Average error	RMS	R ²
	MEP%	0,000221	0,999997		MEP%	0,000222	0,999997
YSA	0,120442	0,000156	54,58946	YSA	0,12026	0,000158	61,2456
1,074827	0,016127	3,01E-08	1,155252	1,250157	0,012526	2,45E-08	1,562891
1,960002	9,31E-05	3,33E-12	3,841607	2,080002	8,67E-05	3,25E-12	4,326407
1,946159	0,059564	1,34E-06	3,787533	1,938196	0,093009	3,26E-06	3,756602
0,963991	0,414164	1,61E-05	0,929278	1,023861	0,378485	1,49E-05	1,04829
1,724815	0,010743	3,43E-08	2,974986	1,860444	0,023876	1,97E-07	3,461252
1,707892	0,064847	1,23E-06	2,916894	1,69159	0,094108	2,53E-06	2,861478
0,890064	0,232411	4,26E-06	0,792214	0,947721	0,239878	5,19E-06	0,898175
1,602972	0,126327	4,11E-06	2,569521	1,592189	0,137703	4,79E-06	2,535067
1,692032	0,116176	3,87E-06	2,862972	1,761875	0,106545	3,52E-06	3,104204
0,946031	0,21518	4,13E-06	0,894975	0,958096	0,19829	3,62E-06	0,917949
1,852676	0,036518	4,57E-07	3,43241	2,029249	0,037004	5,64E-07	4,117851
1,826789	0,04323	6,23E-07	3,337159	1,968987	0,051424	1,03E-06	3,87691
0,819958	0,005158	1,79E-09	0,672331	0,870108	0,012444	1,17E-08	0,757088
1,567492	0,032371	2,58E-07	2,457032	1,741004	0,05772	1,01E-06	3,031096
1,511925	0,071083	1,16E-06	2,285916	1,721662	0,096599	2,76E-06	2,964118
0,702767	0,109194	5,88E-07	0,493881	0,739469	0,071736	2,82E-07	0,546815
1,408779	0,055336	6,07E-07	1,984659	1,638768	0,075149	1,52E-06	2,685559
1,508106	0,540369	6,57E-05	2,274382	1,60217	0,48635	6,13E-05	2,566948
0,806627	0,326748	6,9E-06	0,650647	0,916921	0,334654	9,48E-06	0,840744
1,658929	0,004308	5,11E-09	2,752044	1,669925	0,004492	5,63E-09	2,788649
1,703949	0,002993	2,6E-09	2,903442	1,759916	0,004775	7,06E-09	3,097304
0,6656	0,209833	1,96E-06	0,443024	0,721502	0,208609	2,26E-06	0,520565
1,450271	0,018699	7,35E-08	2,103286	1,439777	0,015498	4,98E-08	2,072957
1,451951	0,003377	2,4E-09	2,108162	1,560192	0,012289	3,68E-08	2,434198
0,582784	0,037061	4,67E-08	0,339637	0,580219	0,037736	4,79E-08	0,336654
1,370131	0,009552	1,71E-08	1,877259	1,429718	0,019747	7,97E-08	2,044092
1,322482	0,490476	4,25E-05	1,748958	1,446282	0,436284	3,95E-05	2,091733

Çizelge 3. YSA verilerinin karşılaştırılması ve regresyon analizi.(Comparison of ANN data and regression analysis)
(DEVAM)

Alınan Veri Trafığı				Gönderilen Veri Trafığı			
	Average error	RMS	R2		Average error	RMS	R2
	MEP%	1,9E-05	1		MEP%	3,02E-05	1
YSA	0,001829	1,15E-06	1830,976	YSA	0,003845	2,92E-06	2114,305
5,477266	0,000289	2,51E-10	30,00044	6,483002	0,006194	1,61E-07	42,02931
0,010412	0,006329	4,34E-13	0,000108	11,1	0,001778	3,9E-08	123,2099
10,29791	0,000267	7,56E-10	106,0469	10,10003	0,002241	5,12E-08	102,0105
5,03088	0,003572	3,23E-08	25,30975	5,090023	0,003471	3,12E-08	25,90834
9,222288	8,76E-05	6,53E-11	85,0506	10,28693	0,004192	1,86E-07	105,821
9,304329	0,000119	1,22E-10	86,57054	8,906003	0,005646	2,53E-07	79,31689
4,647311	0,003682	2,93E-08	21,5975	5,149988	0,007536	1,51E-07	26,52238
8,82345	0,000336	8,76E-10	77,85326	8,493972	0,00556	2,23E-07	72,14756
9,227637	0,002246	4,29E-08	85,14929	10,22596	0,003564	1,33E-07	104,5703
5,641521	0,002811	2,52E-08	31,82676	5,719974	0,000452	6,69E-10	32,7181
10,79521	0,00053	3,27E-09	116,5366	11,75604	0,003086	1,32E-07	138,2044
10,50163	0,000617	4,2E-09	110,2841	11,48803	0,002033	5,46E-08	131,9749
5,08494	0,000205	1,09E-10	25,85662	5,446034	0,0043	5,48E-08	29,65929
9,304661	0,000333	9,61E-10	86,57672	10,7929	0,003748	1,64E-07	116,4866
9,42384	0,00021	3,9E-10	88,80876	10,20193	0,001617	2,72E-08	104,0795
4,529689	0,007076	1,03E-07	20,51809	4,751977	0,005828	7,67E-08	22,58128
8,696149	0,000477	1,72E-09	75,623	10,04511	0,004099	1,7E-07	100,9043
9,313567	0,007979	5,52E-07	86,74253	9,747216	0,000866	7,12E-09	95,00821
5,681064	0,000994	3,19E-09	32,27448	6,553091	0,005963	1,53E-07	42,943
10,65263	0,000504	2,88E-09	113,4786	9,506973	0,003919	1,39E-07	90,38253
10,80481	0,000341	1,36E-09	116,7439	11,09601	0,000134	2,22E-10	123,1215
4,996021	0,00182	8,27E-09	24,96023	5,504967	0,003041	2,8E-08	30,30467
9,765536	0,000555	2,93E-09	95,36569	8,844043	0,005012	1,96E-07	78,2171
9,735482	0,000286	7,76E-10	94,77961	9,900987	0,002152	4,54E-08	98,02954
4,669832	0,001115	2,71E-09	21,80733	4,467008	0,011379	2,58E-07	19,95416
9,438292	0,000236	4,95E-10	89,08136	8,953984	0,002058	3,39E-08	80,17383
9,062757	0,00637	3,33E-07	82,13357	9,900811	0,003933	1,52E-07	98,02605

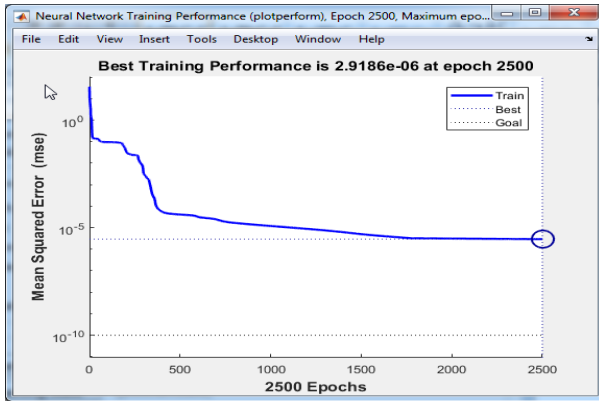
3.2. SONUÇLAR VE ANALİZ (RESULTS AND ANALYSIS)

YSA modelinin eğitim sonucu Şekil 10'da gösterilmiştir. Şekil 10'da görüleceği gibi eğitim yüzdesi maksimumdur. Eğitim değerinin 0.999999 (R=1) olması bu eğitim değerinin kabul edilebilir olduğunu ve benzetim sonuçlarından elde edilen değerler ile YSA'dan elde edilen verilerin örtüştüğünü göstermektedir.



Şekil 10. YSA eğitim sonucu (ANN training result)

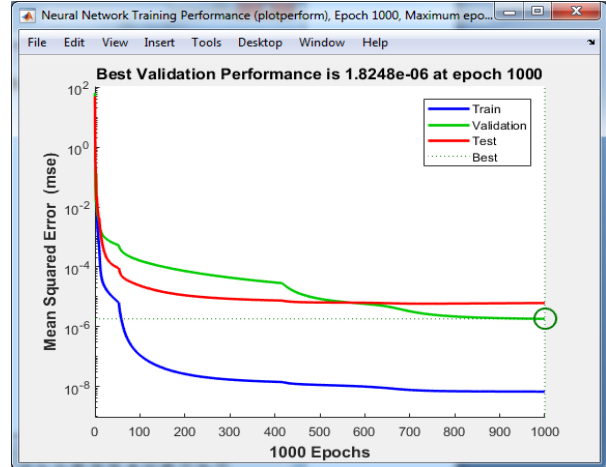
Şekil 11, YSA'nın Eğitim performansını göstermektedir ve YSA modelinin performansı Riverbed Modeller benzetiminden elde edilen gerçek çıkış değerleri ve çıkış değerleri arasındaki sapma ile bağlantılıdır. 2500 epoch eğitim sonucunda ortalama karesel hatanın 10^{-5} değerine kadar düştüğü görülmektedir.



Şekil 11. YSA eğitim performansı (ANN training performance)

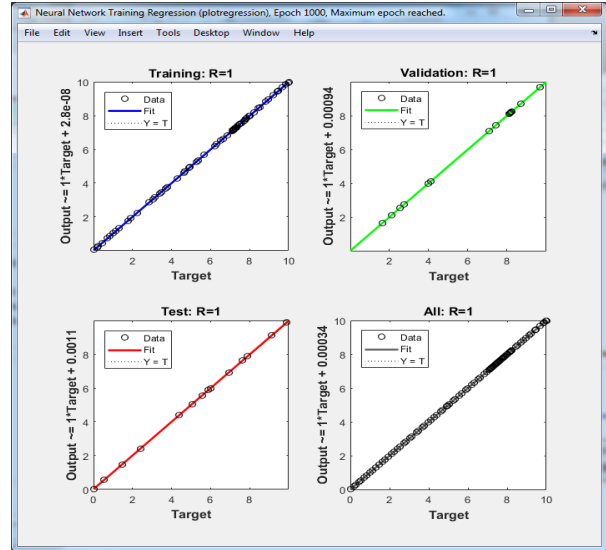
1000 epoch eğitim yapıldıktan sonra YSA modelinin eğitim, onaylama ve test performansının karşılaştırılması ise Şekil 12'de verilmiştir. 1000 epoch eğitim sonucu ortalama karesel hata değerinin 10^{-6} 'dan daha az olduğu, ayrıca test ve tahmin yeteneklerinin 10^{-6} 'dan büyük olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç, geliştirilmiş YSA modelinin ezberlemediğini gösterir, aynı zamanda girdi ve çıktı verileri arasında bir ilişki kurabileceği anlamına gelir. Böylece geliştirilen model sayesinde elde edilen bu

sonuçlarla en iyi öğrenme değerlerinin elde edildiği kanıtlanmıştır.



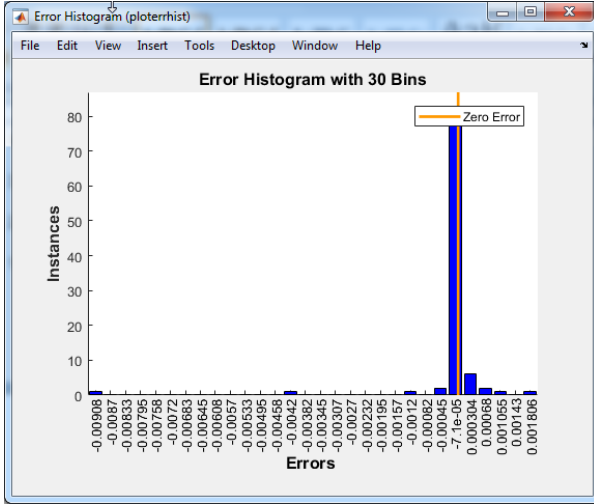
Şekil 12. YSA modelinin eğitim, onaylama ve test performansının karşılaştırılması (Comparison of training, validation and test performance of the ANN model)

YSA modelinin eğitim, test ve onaylama performansı tahminleri Şekil 13'de görülmektedir. YSA modelinin performansı, gerçek çıkış değerleri ve tahmini çıkış değerleri arasındaki sapma ile ilgilidir.



Şekil 13. YSA sonuçları: eğitim, onaylama ve test (ANN results: training, validation and testing)

Şekil 14, YSA'nın hata histogramını (30 Bins) göstermektedir. Grafikten $-7.1e^{-0.5}$ hata aralığında tahmin yapıldığını anlaşılmaktadır.



Şekil 14. YSA hata histogramı-30 bins (YSA error histogram-30 bins)

4. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Kablosuz yerel alan ağlarında hizmet kalitesini artırmak için çeşitli metodlar ve farklı algoritmalar kullanılmaktadır. WLAN'larda CSMA/CA protokolünde gizli düğüm problemini çözmek ve ağdaki gecikmeleri önlemek için RSTED'nin, paket kayıplarını önlemek için PED'in büyük önemi bulunmaktadır. Depolama boyutunda kazanç sağlamak ve gecikmeleri önlemek için ise AB'nin uygun değerlerde belirlenmesi çok önemlidir. Bu çalışmada RTSED, PED ve AB giriş parametreleri kullanılarak ideal alıcı ve verici kanal kullanım durumu, alınan veri trafiği ve gönderilen veri trafiği çıkış değerlerinin tahmin edilmesi için YSA geliştirilmiştir. Test çalışmalarında Riverbed Modeller (OPNET Modeller) benzetim aracı kullanılarak giriş parametrelerine göre çıkışlar elde edilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçları $RMS=3,02E-05$, $R^2=0,999999999$ ve $MEP\%=0,003845$ olarak hesaplanmıştır. YSA modelini kullanarak tahmin edilen alıcı ve verici kanal kullanım durumu, alınan veri trafiği ve gönderilen veri trafiği çıkış değerleri deneysel olarak elde edilen değerler ile iyi bir uyum içindedir. Burada, hesaplama dayanan YSA, giriş parametrelerine bağlı olarak çıkış değerlerini tahmin etmek için kullanılabilir. Sonuç olarak, YSA modeli ile deneysel bir çalışma gerektirmeyen; alıcı ve verici kanal kullanım durumu, alınan veri trafiği ve gönderilen veri trafiği çıkış değerleri tahmini hem basitlik hem de hızlı hesaplama sağlayabilir. Böylece YSA ile WLAN'larda performansın artırılması sağlanmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

[1] Doğançay U. U., "802.11 Standartlarını Kullanarak Pozisyon Tespiti", *Yüksek Lisans Tezi*, TOBB Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, (2008).
 [2] Stallings, W., "Wireless Communications and Networks", 2nd ed., *Prentice Hall*, Englewood Cliffs, NJ, (2005).
 [3] Singh H., Singh T., Kaur M., "Improving the quality of Service of EDCF over DCF For Real Time Applications Using Probability Algorithm", *International Journal of*

Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 3(4): 6330- 6333, (2014).

- [4] Dalvi A., Svamy P., Meshram B.B., "DCF Improvement for Satisfactory Throughput of 802.11 WLAN", *International Journal on Computer Science and Engineering*, 3:7, 2862-2868, (2011).
 [5] Borsuk B, Koçak C., "Kablosuz Ağlarda Gizli Düğüm Probleminde IEEE 802.11 MAC Katmanı RTS/CTS Mekanizmasının Çoklu Ortam Uygulamalarında Performansa Etkisi", *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 9(2): 187-195, (2016).
 [6] Karakurt H. B., Koçak C., "On wireless network PCF, DCF and EDCF with fragmentation threshold", *XVII. Academic Informatics Conference*, Eskisehir/Turkey, (2015).
 [7] Biçen M., Çalhan A., Yücedağ İ., "Kablosuz Heterojen Algılayıcı Ağlarda Bulanık Mantık Tabanlı Ağ Geçidi Seçimi", *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4: 655-660, (2016).
 [8] Inderjeet K., Manju B., Harpreet B., "Performance Evaluation of Wlan by Varying PCF, DCF and Enhanced DCF Slots To Improve Quality of Service.", *IOSR Journal of Computer Engineering (IOSRJCE)*, 2(5): 29-33, (2012).
 [9] Hussein H., Elsayed H.A., "A Predictive Model For Mac Protocol (P-Mac) Of Cognitive Radio Network Using Exponential Smoothing Model.", *MIC-WCMC 2012 MOSHARAKA International Conference*, Palma de Mallorca, Spain, (2012).
 [10] Kaplan Y., Saray U., Emeksiz C., Yeşilnacar Y.O., Önal S., Karaca V., "Yapay Sinir Ağı Geri Yayımlı Algoritması Kullanılarak Rüzgar Hızı Tahmini.", *IX. Clean Energy Symposium, UTES'13*, (2013).
 [11] Erdem S., "YSA ve GA Temelli Yeni Bir Algoritma İle Doğrusal Olmayan Optimizasyon.", *İşletme Fakültesi Dergisi*, 8(2): 219-231, (2007).
 [12] Ulas H.B., Özkan M.T., Malkoc Y., "Vibration Prediction İn Drilling Processes With HSS And Carbide Drill Bit By Means Of Artificial Neural Networks.", *Neural Computing And Applications*, First Online, (2018).
 [13] Yigit T., Ersoy M., "Testing and Design of Indoor WLAN Using Artificial Intelligence Techniques.", *Elektronika Ir Elektrotehnika*. 20(6): 154-157, (2014).
 [14] Karakurt H.B. "Kablosuz Yerel Alan Ağlarında Kontrol Fonksiyonları İçin Parçalama Eşik Değeri İle Performans Geliştirme", *Yüksek Lisans Tezi*, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, (2015).
 [15] Isizoh A. N., Anazia A.E., Okide S.O., Okwaraoka C.A.P., "Effects Of Different Fragmentation Thresholds On Data Dropped And Retransmission Attempts İn A Wireless Local Area Network", *Onyeyili T.I./ International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 3(2): 76-79, (2013).
 [16] Zhai H., Kwon Y., Fang Y., "Performance analysis of IEEE 802.11 MAC protocols in wireless LANs", *Wireless Communications And Mobile Computing*, 4: 917-931, (2004).
 [17] Li T., "Improving Performance for CSMA/CA Based Wireless Networks", *Doctoral Thesis*, Hamilton Institute National University of Ireland, Maynooth Maynooth, Co. Kildare, Ireland, (2007).

- [18] Malone D., Clifford P., Leith D.J., “On Buffer Sizing for Voice in 802.11 WLANs”, *IEEE Communications Letters*, 10(10): 701-703, (2006).
- [19] Sun, H., Chen, X., Shi, Q., Hong, M., Fu, X., Sidiropoulos, N. D., “Learning to optimize: Training deep neural networks for wireless resource management.”, *In Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), 2017 IEEE 18th International Workshop on*, 1-6, (2017).
- [20] C. Jiang, H. Zhang, Y. Ren, Z. Han, K. C. Chen, and L. Hanzo., “Machine learning paradigms for next-generation wireless networks,” *IEEE Wireless Communications*, 24(2): 98–105, (2017).
- [21] Kato, N., Fadlullah, Z. M., Mao, B., Tang, F., Akashi, O., Inoue, T., Mizutani, K., “The deep learning vision for heterogeneous network traffic control: Proposal, challenges, and future perspective.”, *IEEE Wireless Communications*, 24(3): 146-153, (2017).
- [22] S. Bi, R. Zhang, Z. Ding, and S. Cui., “Wireless communications in the era of big data.”, *IEEE Communications Magazine*, 53(10): 190–199, (2015).
- [23] T. J. O’Shea and J. Hoydis., “An introduction to machine learning communications systems,” available online *arXiv:1702.00832*, (2017).
- [24] Özkan, M. T., “Experimental and artificial neural network study of heat formation values of drilling and boring operations on Al 7075 T6 workpiece.”, *Indian Journal of Engineering and Materials Sciences*, 20(4): 259-268, (2013).
- [25] M. T. Özkan, H. B. Ulas, M. Bilgin., “Experimental design and artificial neural network model for turning the 50crv4 (sae 6150) alloy using coated carbide/cermet cutting tools”, *Materials and Technology.*, 48(2): 227–236, (2014).