

CULuT: Improving channel utilization with Look-up Table in WLANs

 Hacı Bayram KARAKURT¹  Cemal KOÇAK^{2,*} 
¹ Mustafa Kemal Street 2120 Street. No:39 HAVELSAN, P. 06510, Çankaya/ANKARA

² Gazi University Faculty of Technology, Department of Computer Engineering, 06500, Yenimahalle/ANKARA

Graphical/Tabular Abstract

Article Info:

Research article

Received: 23/03/2020

Revision: 26/06/2020

Accepted: 03/07/2020

Highlights

- RTSV.
- FTV.
- Riverbed Modeler.

Keywords

 WLAN
 Look-up table
 Channel utilization
 Fragmentation threshold

In this study, RTSV, FTV and BS values were updated using the Brute Force algorithm in with the Look-up Table on the code block structure of the Riverbed Modeler and the Channel Utilization increased at the time of simulation. With this new agent model structure, the network layer, node layer and process layer have been updated and Channel Utilization has been increased by 15% -18%.

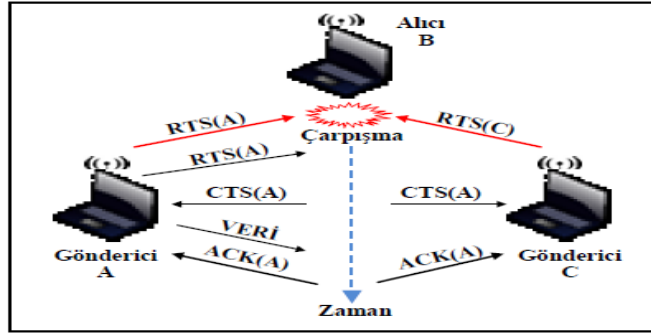


Figure A. Collision in RTS / CTS mechanism

Purpose: In this study, with a brute force algorithm with feedback loop table in order to maximize channel efficiency with RTSV, FTV and BS are used for transmitting data in 802.11e CSMA/CA protocol in WLANs. In the studies main goal is improving performance with the most appropriate input values for the parameters used in the channel usage situation.

Theory and Methods: In this model, while the input parameters (RSTV, FTV, BS) are initially at their default values, these input values are controlled by the output parameter embedded in the code each time, and if they are not at their ideal value, they repeat the cycle. For example, the values at the beginning are controlled by the network layer, then the node layer and then in the process model layer in comparison with the control output parameters in the relevant code area (agent). If the value is not ideal, the cycle continues with the agent again in the Riverbed Modeler process (environment).

Results: With this new agent model structure, the network layer, node layer and process layer have been updated and Channel Utilization has been increased by 15% -18%.

Conclusion: In this study, the output parameter of RTSV, FTV and BS input parameters, which is the output parameter of the channel usage situation, was increased in the simulation study. In this dynamic structure, the ideal channel usage situation is provided by using the brute force algorithm and the loop table. A new agent structure is used in this new method. RTSV, FTV and BS input values are cyclically updated in the "Wlan_mac.pr.m" code block located at the bottom layer, and control is provided at network layer, node layer and process layer respectively. All scenarios in the loop table were tested with feedback until the channel usage situation became ideal. With this method, a dynamic update was provided and the channel usage situation was increased by 15% -18%.

GU J Sci, Part C, 8(3): 542-560 (2020)



Gazi Üniversitesi

Fen Bilimleri Dergisi
PART C: TASARIM VE TEKNOLOJİ


<http://dergipark.gov.tr/gujsc>

Kablosuz Yerel Alan Ağlarında Kanal Kullanımının MAC Katmanında Döngü Tablosu ile Artırılması

Hacı Bayram KARAKURT¹ Cemal KOÇAK^{2,*}

¹ Mustafa Kemal Mahallesi 2120 Cad.. No:39 HAVELSAN, P. 06510, Çankaya/ANKARA

² Gazi Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü P. 06500, Yenimahalle/ANKARA

Öz

Kablosuz yerel alan ağlarında (Wireless Local Area Network-WLAN) kanal verimliliği performans için büyük önem taşımaktadır. Kanal verimliliğini artıran en önemli parametrelerden biri de kanal kullanım oranı (Channel Utilization-CU) parametresidir. Geleneksel noktadan noktaya kablosuz iletişimde kanal kullanımı, ortama erişim (Medium Access Control- MAC) katmanında hizmet kalitesi (Quality of Service-QoS) performansını arttırmaktadır. WLAN iletişimde kanal kullanımını arttırmaya yönelik önemli çalışmalar yapılmıştır. WLAN'larda kanal kullanım durumunu arttırmak için birçok giriş parametresi bulunmaktadır. Özellikle Çarpışmadan kaçınma ile taşıyıcı algılamalı çoklu erişim (Carrier-sense Multiple Access with Collision Avoidance CSMA/CA) protokolünde kullanılan ve RTS ile CTS sanal paketlerinin kullanımı ve hareketlerini kontrol eden RTS Eşik Değeri (Request to Send Threshold-RTSED), Parçalama Eşik Değeri (Fragmentation Threshold-PED) ve Arabellek Boyutu (Buffer Size-AB) kanal kullanımını arttırmak için kullanılan en önemli parametrelerdir. Yapılan çalışmalarda bu parametreler OPNET Modeller üzerinden test edilip veri setleri elde edilmiştir. Elde edilen veri setleri üzerinden pekiştirmeli öğrenme ile çıkış parametrelerinde performans artışı sağlanmıştır. Yapılan bu çalışmada, RTSED, PED ve AB değerleri ile OPNET Modeller'in kod blok yapısı üzerindeki Döngü Tablosunda (Look-up Table) kaba kuvvet (brute force) algoritması kullanılmıştır. Yapılan güncellemeler ve ajan yapısı ile ağ katmanı, düğüm katmanı ve işlem katmanı güncellenmiştir. Gerçekleştirilen benzetim çalışmaları sayesinde pekiştirmeli öğrenme ile kanal kullanım durumu ortalama %10'dan %15-%18'e çıkartılarak performans artırılmıştır

Makale Bilgisi

Araştırma makalesi
Başvuru: 23/03/2020
Düzeltilme: 26/06/2020
Kabul: 03/07/2020

Anahtar Kelimeler

Kablosuz yerel alan ağları
Döngü tablosu
Kanal kullanımı
Parçalama eşik değeri

Keywords

WLAN
Look-up table
Channel utilization
Fragmentation threshold

CULuT: Improving channel utilization with Look-up Table in WLANs

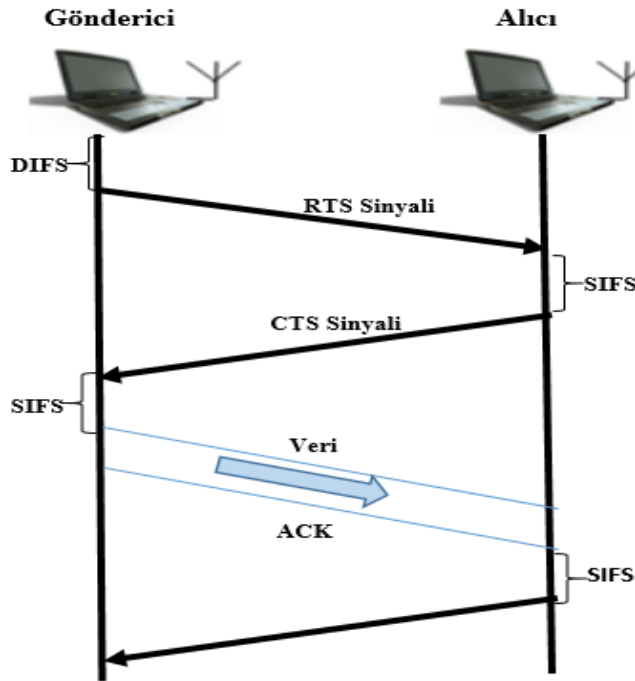
Abstract

Channel efficiency in wireless local area networks (WLAN) is crucial for performance. One of the most important parameters that increase channel efficiency is channel utilization (CU). Channel Utilization has an important function to increase the Quality of Service (QoS) in the medium access control (MAC) layer of wireless local area networks (WLAN). There are many input parameters to measure the channel utilization in WLANs. Most popular input parameters, Request to Send Threshold (RTS Threshold-RTSTV), Fragmentation Threshold (FTV) and Buffer Size (BS) controls the usage and movement of RTS and CTS virtual packets used in CSMA/CA (Carrier-sense Multiple Access with Collision Avoidance) protocol to increase Channel Utilization. In previous studies, these parameters were tested on OPNET Modeller and datasets were obtained. Performance is increased in the output parameters by applying reinforcement learning over the obtained datasets. In this study, RTSTV, FTV and BS values were updated using the brute force algorithm in with the Look-up Table on the code block structure of the OPNET Modeller and the Channel Utilization increased at the time of simulation. With this new agent model structure, the network layer, node layer and process layer have been updated. With this simulation study, CU and performance has been increased with reinforcement learning from %10 to 15% -18%.

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

WLAN'larda Dağıtık Koordinasyon Fonksiyonunda (Distributed Coordination Function-DCF) kullanılan CSMA/CA protokolünde QoS'i artırmak için farklı algoritmalar kullanılarak birçok çalışma gerçekleştirilmiştir [1-3]. Yapılan bu çalışmalarda alınan ve gönderilen veri trafiği, birim zamanda işlenen paket miktarı ve gecikme süresi gibi çıkış parametreleri optimize edilmiştir [4-6]. Bu parametreleri optimize etmek amacıyla farklı RTSED, PED ve AB değerleri OPNET Modeller üzerinden testler koşulmuş ve veri setleri oluşturulmuştur. Daha önce yapılan çalışmalarda Bulanık Mantık ve YSA algoritmaları kullanılmış ve çıkış parametreleri optimize edilmiştir [7-8].

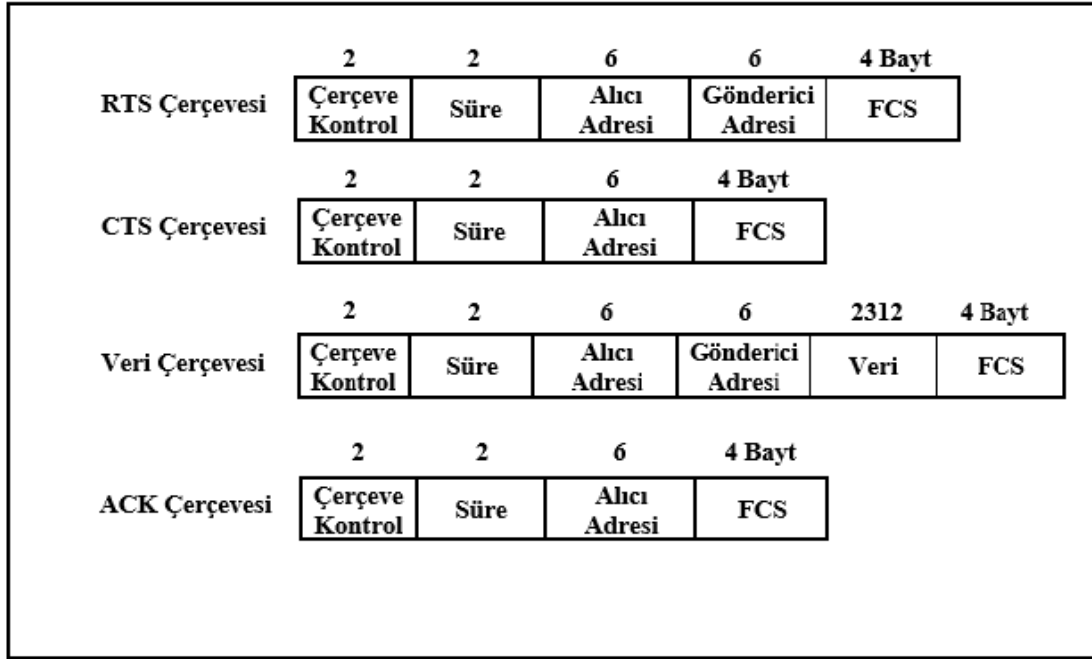
Bant genişliğinin kullanım etkinliği kanal kullanım verimliliği olarak bilinmektedir. Örneğin, çıkış 100 Mbit/s Ethernet bağlantısı 75 Mbit/s ise, kanal verimliliği %75'dir. WLAN'larda kanal kullanım durumu ne kadar yüksek olursa QoS o kadar yüksek çıkmaktadır. Bu durum kanal kullanım verimliliğini artırmaktadır [9]. CSMA/CA protokolünde yer alan Dağıtım Çerçeve Boşluğu (Distribution Inter Frame Space-DIFS) ve Kısa Çerçeve Boşluğu (Short Inter-Frame Space-SIFS) süreleri ağdaki kanalın kullanım durumu için beklenen sürelerdir [Şekil 1]. Bu süreler RTS ve CTS sanal paketlerinin kullanılması için senkronize olarak çalışmaktadır [10-12]. Gönderme İsteği (Request to Send-RTS) ve Gönderme İsteği Cevabı (Clear to Send-CTS) paketleri ağlarda çarpışmayı azaltmaktadır ancak bu paketlerin her zaman kullanılması ağlarda zaman ve enerji kayıplarına sebep olmaktadır. RTSED değeri CSMA/CA protokolünün dolayısıyla da RTS ve CTS paketlerinin ne zaman aktive edileceğini belirlemektedir. PED değeri ise bu protokole belirli büyüklüğün üzerinde yer alan verilerin ne zaman ve hangi büyüklükte parçalanacağını belirlemektedir [13-15]. CSMA/CA yönteminin aktif olarak kullanılabilmesi için gelen verinin boyutunun RTSED'den büyük olması gerekmektedir. RTS/CTS sanal paketlerinin kullanılması esnasında kullanılacak enerji nedeniyle CSMA/CA protokolünün aktif edilip edilmemesi bu eşik değeri ile belirlenmektedir. Saklı düğüm problemlerinde uygun RTSED'ler seçilmediğinde ağda gizli düğüm problemi ortaya çıkmakta ve sistem boşa düşmektedir [16-17].



Şekil 1. RTS/CTS mekanizmasında çarpışma

IEEE 802.11 DCF yapısında genel olarak RTS çerçeve yapısı, CTS çerçeve yapısı, veri çerçeve yapısı ve ACK (Acknowledgement) çerçeve yapıları bulunmaktadır. Bu çerçeve yapıları yönetim, veri ve kontrol olarak 3'e ayrılmaktadır. Kontrol çerçeveleri RTS ve CTS 20'şer bayt, ACK ise 14 bayt olarak yer almaktadır. Bu çerçevelerde yer alan "Frame Control" alanındaki tip başlığı alt alanı çerçevenin hangi tip

olduğu bilgisi tutulmaktadır [Şekil 2]. Ağda veri iletimi esnasında veri çerçevesinin boyutu RTS'den büyük olduğu durumda RTS çerçevesi gönderilmekte ve CTS çerçevesinin dönüşü sağlanmaktadır. CTS çerçevesi geldikten sonra veri çerçevesi gönderilmektedir. ACK çerçevesi alındıktan sonra veri akışının doğru şekilde sağlandığı teyit edilmektedir. Bu mekanizmanın kullanılması ile ağlarda çarpışmalar önlenmekte ve gizli düğüm problemi de ortadan kalkmaktadır [18]. RTS ve CTS sinyalleri 20'şer bayt olduğu için veri çerçevelerine göre çok daha küçük boyutta olup, çarpışmalara sebep olmamaktadır. FCS (Frame Check Sequence-4 bayt) ile de çerçeve kontrol sırası etiketlenmektedir.



Şekil 2. CSMA/CA çerçevelerinin genel içyapıları [19]

Sanal RTS ve CTS sanal paketleri ağda çok fazla gidiş ve gelişlere sebebiyet verdiğinden bir enerji kaybına yol açmaktadır. Bu nedenle bu RTS/CTS mekanizmasının kullanılıp kullanılmayacağına karar veren veri boyutu değeri RTS eşik değeridir. Bazı durumlarda ise RTS ve CTS sanal paketlerinden zaten daha düşük verilerin gelmesi halinde RTS/CTS mekanizması aktif olmamaktadır. Bu nedenle RTS eşik değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bütün senaryolarda çıkış parametrelerinde farklı performansların oluşması nedeniyle RTS/CTS'nin ideal değerlerinin bulunması gerekliliği bulunmaktadır.

WLAN'larda kanal kullanım oranını artırmak birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışmalarda ses iletişimi serpiştirme tekniği ile kanal kullanım oranı iki kattan fazla artırılmıştır [20]. Yapılan başka bir çalışmada ise IEEE 802.11ac'lerde kanal kullanımını yeni bir tasarım olan PHY-MAC ile %75 oranında artırılmıştır [21]. Başka bir çalışmada da dinamik arabellek boyutu ve grafik teorisi ile "en kötü durum zaman karmaşıklığı" kullanılıp kanal kullanım oranı artırılmıştır [22]. Benzer çalışmalar çarpışma sayısını azaltarak ve farklı kural tabanlı iletişim metotları uygulanılarak da gerçekleştirilmiştir [23-24].

Pekiştirmeli Öğrenme ile kablolu ve kablosuz ağlarda birçok problemin çözümü gerçekleştirilmiştir. Örneğin yapılan bir çalışmada Deep-reinforcement Learning Multiple Access (DLMA) adı verilen aynı kablosuz ortamda ve farklı MAC protokollerini senkronize olarak çalıştırmak için pekiştirmeli öğrenme kullanılmıştır. Bu yöntemde pekiştirmeli öğrenme cihazın çalıştırılma yöntemini bilmemektedir. DLMA'nın hedefi ideal bir kanal belirlemektir. Burada amaç toplam verimi artırmaktır ve bu nedenle farklı protokollerin ne zaman çalışacağını deneme-yanılma yöntemi ile belirlemiştir [25]. Yapılan başka bir çalışmada ise kablosuz ağlarda video uygulamalarında servis kalitesini artırmak için önceliklendirme yapılması adına pekiştirmeli öğrenme kullanılmıştır. Geliştirilen yeni yaklaşımda kullanıcılara kablosuz

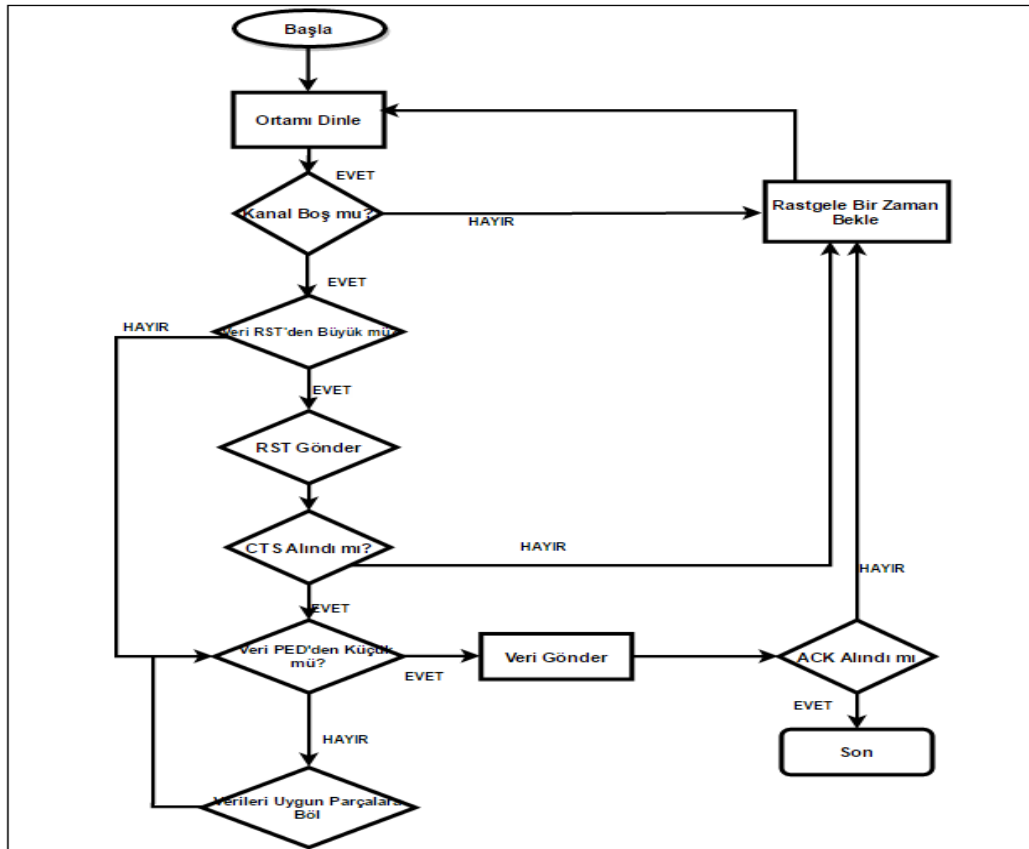
bağlantılarda video uygulamalarının daha hızlı yüklenmesi için mevcut algoritmalar yerine kullanıcı deneyimini pekiştirmeli öğrenme ile optimize edip daha yüksek servis kalitesi sunulmuştur [26].

Kaba kuvvet algoritması, doğrusal basit bir arama ile ideal sonuçları bulan köklü geçmişi bulunan bir algoritmadır. Bu algoritma maliyet açısından hesaplı olduğu için donanım ağırlıklı sistemlerde tercih edilmeye devam etmektedir. Bu algoritma ile basitçe birçok problem çözülebilmektedir. Örneğin yapılan bir çalışmada akıllı kart ile anahtar güncellemeli DES algoritmasıyla kaba kuvvet algoritması kullanılarak üst seviye güvenlik sağlanmıştır [27]. Kaba kuvvet algoritmasının en önemli işlevlerinden bir tanesi hızlıca arama yapabilmesidir.

Yapılan bu çalışmada, WLAN'larda 802.11e CSMA/CA protokolünde verilerin iletilmesinde kanal verimliliğinin maksimum olması için uygun RTS/ED, PED ve AB parametreleri döngü tablosu ile geri beslemeli olarak kaba kuvvet algoritması ile optimize edilmiştir. Gerçekleştirilen çalışmalarda kanal kullanım durumu kullanılan parametreler için en uygun değerler belirlenerek kanal kullanım durumu ortalama %10'dan %15-%18'e kadar arttırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOD (MATERIAL AND METHOD)

CSMA/CA protokolünün aktif olabilmesi RTS/ED'in ideal ve PED değerinin ise yeterli büyüklükte seçilmesi gerekmektedir. PED'den büyük değerlerin olması halinde veriler uygun parçalara bölünmektedir. Sonrasında veri akışı CSMA/CA protokolünün standartlarına göre devam etmektedir. Bu amaçla kullanılan yeni yöntemdeki akış şeması Şekil 3'de gösterilmiştir.

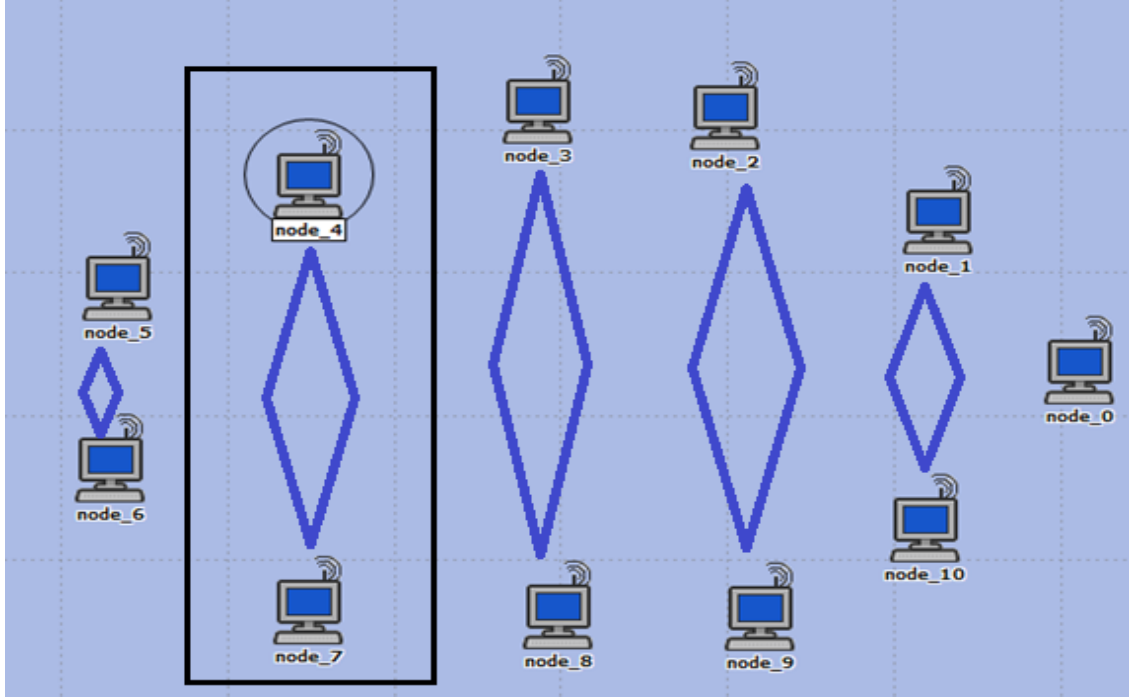


Şekil 3. Temel ve RTS/CTS erişim metotları [8]

Bu çalışmada, WLAN'larda CSMA modelinde veri iletimi esnasında kanal kullanım verimliliğinin döngü tablosu ile artışı amaçlanmaktadır. Çıkış parametreleri olarak kullanılacak olan kanal kullanım durumunun maksimum olması hedeflenmektedir.

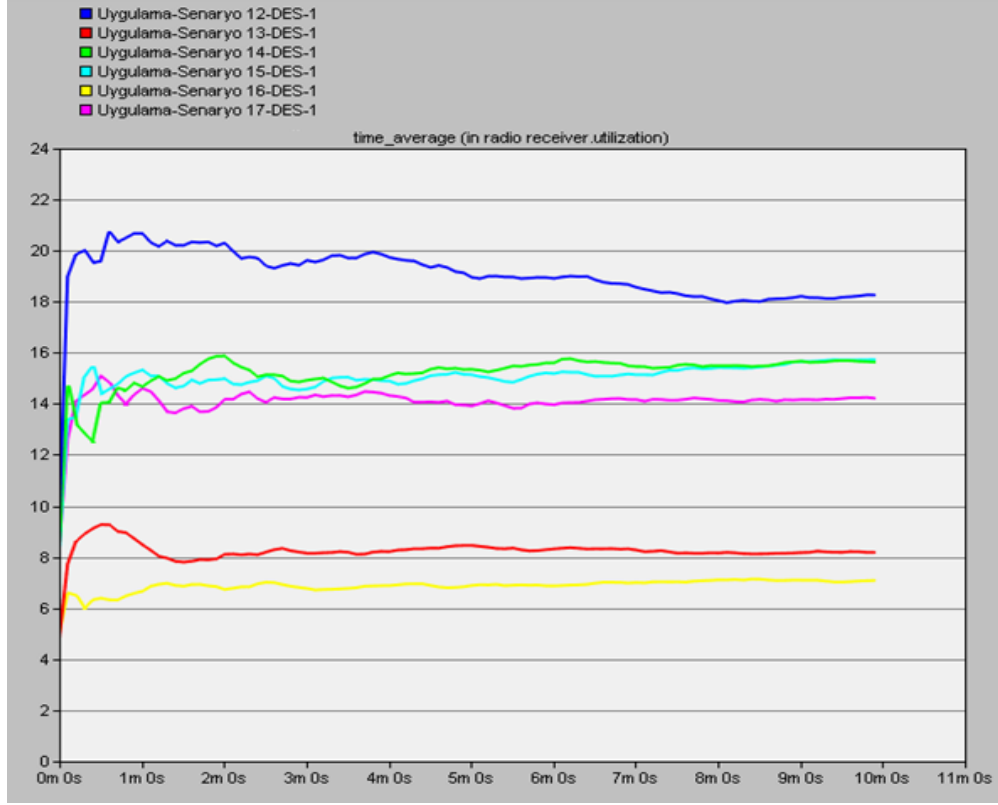
Benzetim test çalışmalarında Şekil 4'de görüldüğü gibi 11 adet düğüm kullanılmıştır. Düğüm yerleşiminde her bir düğüm için hedef düğüm simetrik düğüm geometrik olarak tam karşıya gelen düğüm seçilmiştir. Bu

düğüm 4 ve düğüm 7 arasındaki kanal kullanım durumu analiz edilerek döngü tablosuna sokulmuştur. Node_0 düğümü erişim noktası (access point) olarak kullanılmıştır.

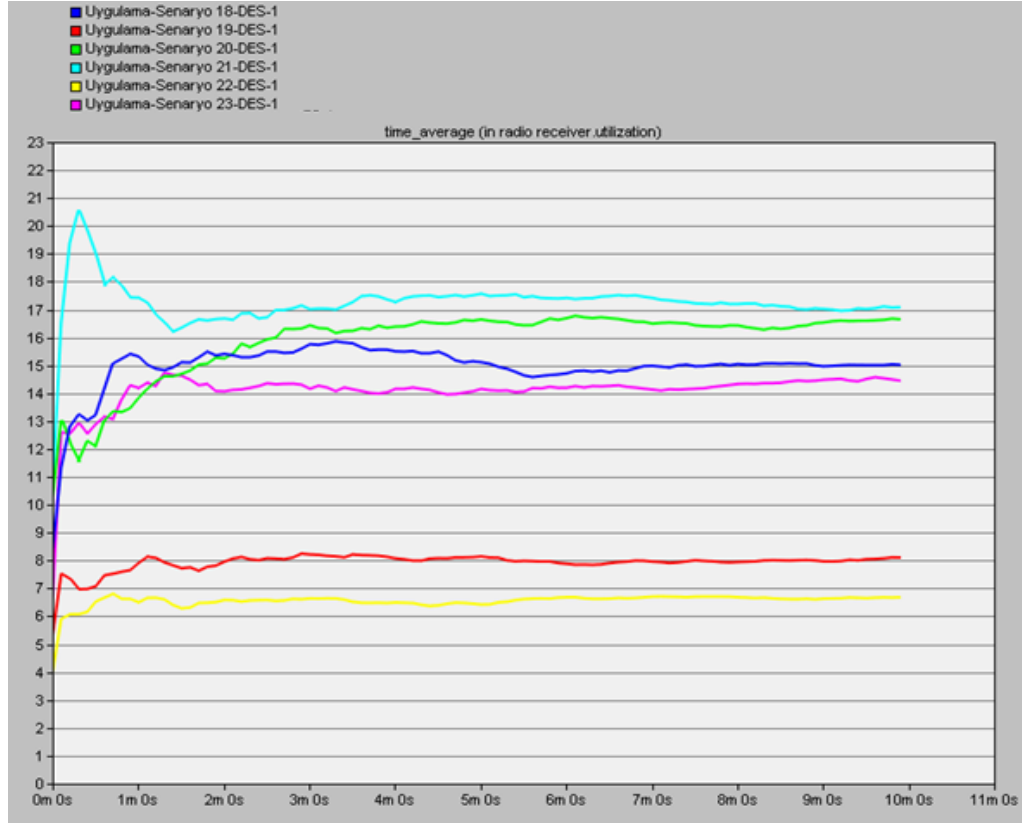


Şekil 4. Hedef düğümlerin yerleşimi

Yapılan test sonuçları incelendiğinde kanal kullanım durumu RTSED, PED ve AB'ye bağlı olarak %5,83 ile %20,28 arasında değişmektedir. Bu test sonuçları OPNET Modeler'da 18,900,344 olay ve 125 farklı konfigürasyonda toplam ortalama olay sayısı $125 \times 18.900.344 = 2.362.543.000$ (İki milyar üç yüz altmış üç bin beş yüz kırk üç) olmak üzere elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler diziye aktarılmış ve döngü pekiştirmeli öğrenmeye sokulmuştur. Kanal kullanım durumu için evrensel küme de giriş parametreleri; RTSED ve PED 600 bayt ve 1200 bayt arasında, AB ise 9000 bit ile 15000 bit arasında seçilmiştir [Tablo 1]. Bu seçim yapılırken OPNET Modeler'de gerçekleştirilen test çalışmalarında ve olayların sonuca elde edilen klasik sonuçlardan faydalanılmıştır. Klasik test sonuçlarında bazıları Şekil 5 ve Şekil 6'da yer almaktadır.



Şekil 5. Kanal kullanım durumu klasik test sonuçları-1



Şekil 6. Kanal kullanım durumu klasik test sonuçları-2

Tablo 1. Giriş ve çıkış parametreleri ortalama test sonuçları

| Senaryo | RTSED (bayt) | PED (bayt) | AB (bits) | Utilization-Kanal Kullanım Durumu (%) |
|---------|-----------------|---------------|--------------|--|
| 1~125 | 600-1200 | 600-1200 | 9000-15000 | 5.83-20.28 |

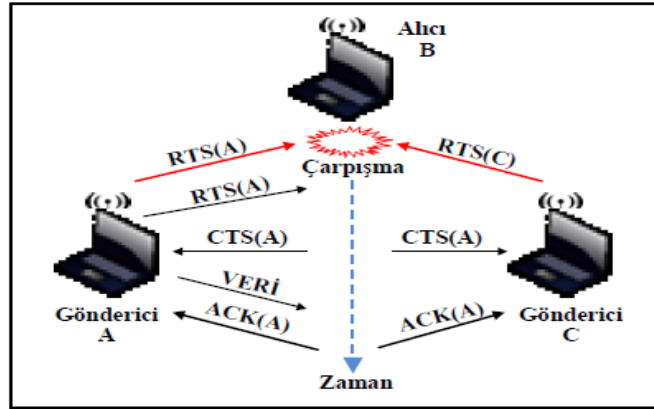
Kanal kullanım durumunu ölçmek amacı ile RTSED ve PED değerleri 600 bayt, 700 bayt, 900 bayt, 1000 bayt ve 1200 bayt değerleri ile test edilirken, AB 9000 bit, 10000 bit, 12000 bit, 13000 bit ve 15000 bit değerleri ile test edilmiştir. Bu test aşamasında kanal verimliliğini artırmak için evrensel kümede yer alan her bir değer test edilmiştir. Bütün bu değerlerden farklı testlerin seçimi ve kanal kullanım durumu çıktısı Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 2. Örnek giriş ve çıkış değerleri

| TESTLER | RTSED (bayt) | PED (bayt) | AB (bits) | Utilization Kanal Kullanım Durumu (%) |
|---------|--------------|------------|-----------|---|
| 1 | 600 | 600 | 9000 | 10,75 |
| 3 | 600 | 600 | 12000 | 19,6 |
| 4 | 600 | 600 | 13000 | 20,28 |
| 5 | 600 | 600 | 15000 | 19,45 |
| 6 | 600 | 700 | 9000 | 10,25 |
| 7 | 600 | 700 | 10000 | 12,8 |
| 8 | 600 | 700 | 12000 | 19,029 |
| 9 | 600 | 700 | 13000 | 19,02 |
| 10 | 600 | 700 | 15000 | 18,33 |
| 20 | 600 | 1000 | 15000 | 16,65 |
| 30 | 700 | 600 | 15000 | 20,07 |
| 40 | 700 | 900 | 15000 | 16,8 |
| 50 | 700 | 1200 | 15000 | 15,61 |
| 60 | 900 | 700 | 15000 | 17,35 |
| 70 | 900 | 1000 | 15000 | 15,06 |
| 80 | 1000 | 600 | 15000 | 18,03 |
| 90 | 1000 | 900 | 15000 | 15,58 |
| 100 | 1000 | 1200 | 15000 | 13,9 |
| 110 | 1200 | 700 | 15000 | 15,77 |
| 120 | 1200 | 1000 | 15000 | 14,06 |
| 125 | 1200 | 1200 | 15000 | 13,29 |

2.1. RTS Eşik Değeri (RTS Threshold Value)

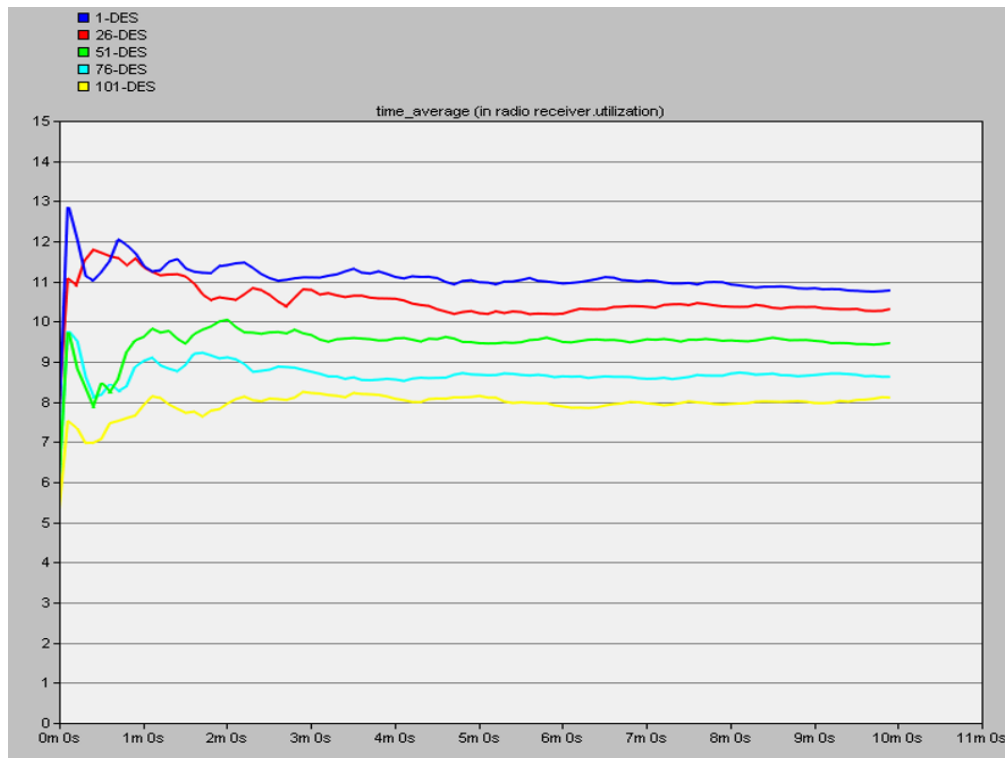
CSMA/CA protokolünde bazen iki düğüm arasında, bazen ise ikiden fazla düğüm arası çarpışmalar yaşanmakta ve gizli düğüm problemi ortaya çıkmaktadır [Şekil 7]. CSMA/CA protokolünde QoS’i artırmak ve IEEE 802.11e’nin MAC katmanında CSMA/CA’yı aktif etmek için kullanılan RTSED, DIFS, SIFS ve ACK parametrelerini direk etkilemiş ve performansın artırılmasına katkı sağlamıştır [28-29].



Şekil 7. RTS/CTS mekanizmasında çarpışma [6]

RTSED değeri ideal olarak seçildiğinde, düğümler tarafından aynı anda gönderilen çerçevelerin çarpışmasını önleyerek, gizli düğüm problemi çözülecek ve kanal kullanım durumunu artırılabilecektir [30].

Yapılan test çalışmalarında Şekil 8’de görüldüğü gibi OPNET Modeller benzetim aracında elde edilen kanal kullanım durumu sonuçları, RTSED giriş değişkeni için 600 bayt ile 1200 bayt arasında düzenli olarak azalmaktadır.

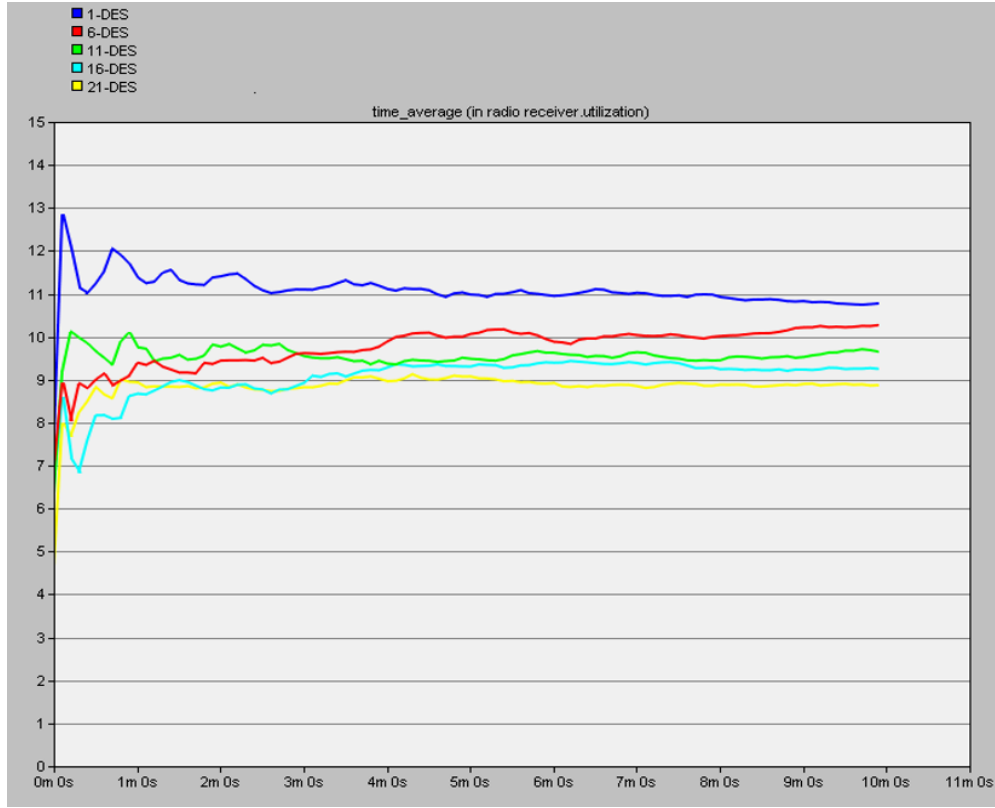


Şekil 8. RTSED için örnek alıcı kanal kullanım durumu performans karşılaştırması

2.2. Parçalama Eşik Değeri (Fragmentation Threshold value)

WLAN’larda CSMA/CA protokolünde veriler hedef düğüme iletilirken parçalara ayrılarak iletilmektedir [31-32]. Bu parçaların bölünebileceği eşik değeri PED giriş değeri ile belirlenmektedir. OPNET Modeller benzetim aracı kullanılarak PED’lerin ölçülmesi için yapılan test çalışmalarında literatürde gerçekleştirilen test çalışmaları göz önünde bulundurularak evrensel kümede 600-700-900-1000-1200 bayt seçilmiştir.

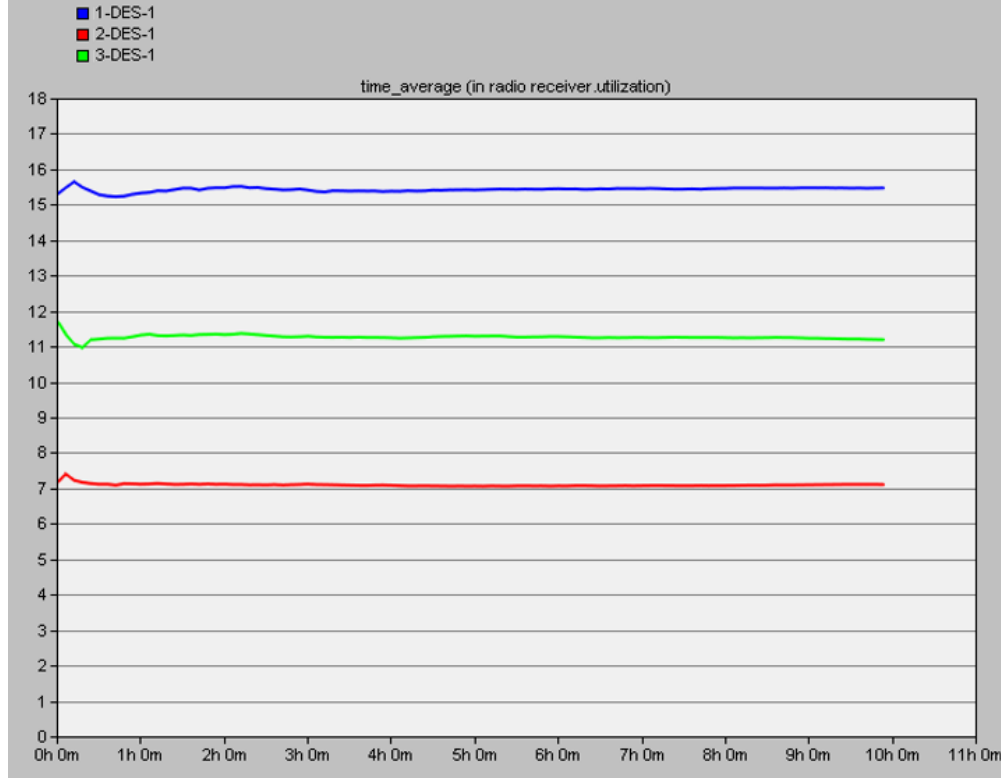
Şekil 9’da görüldüğü gibi kanal kullanım durumu alıcı PED giriş değişkeni için 600 bayt ile 1200 bayt arasında düzenli olarak azalmaktadır.



Şekil 9. PED için örnek alıcı kanal kullanım durumu performans karşılaştırması

2.3. Arabellek Boyutu (Buffer Size)

WLAN’larda sabit arabellek boyutları kullanıldığı için kanalın tam zamanlı kullanma verimliliğinin, yani ağın performansının düşmesine neden olmaktadır. OPNET Modeller benzetim aracı kullanılarak AB değerinin ölçülmesi için yapılan testlerde evrensel kümede AB değerleri; 9000-10000-12000-13000-15000 bit seçilerek alıcı için kanal kullanım durumu ölçülmüştür. Bu değerler belirlenirken klasik test sonuçları ve literatürden faydalanılmıştır. Şekil 10’da görüleceği gibi alıcı kanal kullanım durumu için AB 9000 bit ile 12000 bit arasında azalmakta iken, 12000 bit ile 15000 bit arasında ise artmaktadır.



Şekil 10. AB için örnek alıcı kanal kullanım durumu performans karşılaştırması

3. OPTIMUM PARAMETRELERİN DÖNGÜ TABLOSU İLE BELİRLENMESİ (DETERMINATION OF OPTIMUM PARAMETERS BY LOOK-UP TABLE TABLE)

WLAN'larda gerçekleştirilen önceki çalışmalarda gecikme süresi, birim zamanda işlenen miktarı gibi çıkış parametrelerini optimize etmek amacıyla OPNET Modeller üzerinden elde edilen veri setleri için farklı algoritmalar kullanılarak giriş değişkenleri optimize edilmiştir. Yapılan bu çalışmada ise ilk olarak simülasyonda koşum anında kaba kuvvet algoritması ile pekiştirmeli öğrenme metodu ile OPNET'in kendi iç yapısında giriş parametrelerini optimize eden bir sistem kurulmuştur. RTSED, PED ve AB giriş değerleri işlem katmanında işlemin içerisinde "Wlan_mac.pr.m" kod bloğunda ajan yapısı ile dinamik olarak güncellenmiştir. Bu dinamik yapıda kaba kuvvet algoritması kullanılmıştır.

İşlem katmanında her bir işlemin içerisinde döngüler ve fonksiyonlar bulunmaktadır. OPNET Modeller kendi içerisinde yer alan hazır fonksiyonlarla birçok ağ protokolünü koşturmaktadır [Şekil 11]. Durum değişkeni (State Variable-SV) alanında global değişkenler tanımlanmakta, Geçici Değişken (Temporary Variable-TV) alanında geçici değişkenler tanımlanmaktadır. Kullanılacak olan sınıflar ve fonksiyonlar Başlık Bloğu'nda (Header Block- HB), fonksiyonların uygulaması ise Fonksiyonel Blok'ta (Functional Block-FB) yapılmaktadır. Tanı-Teşhis Bloğu'nda (Diagnostic Block-DB) hata mesajları kontrol edilmektedir. Sonlandırma bloğunda (Terminates Block-TB) ise program sonlandırılmaktadır.

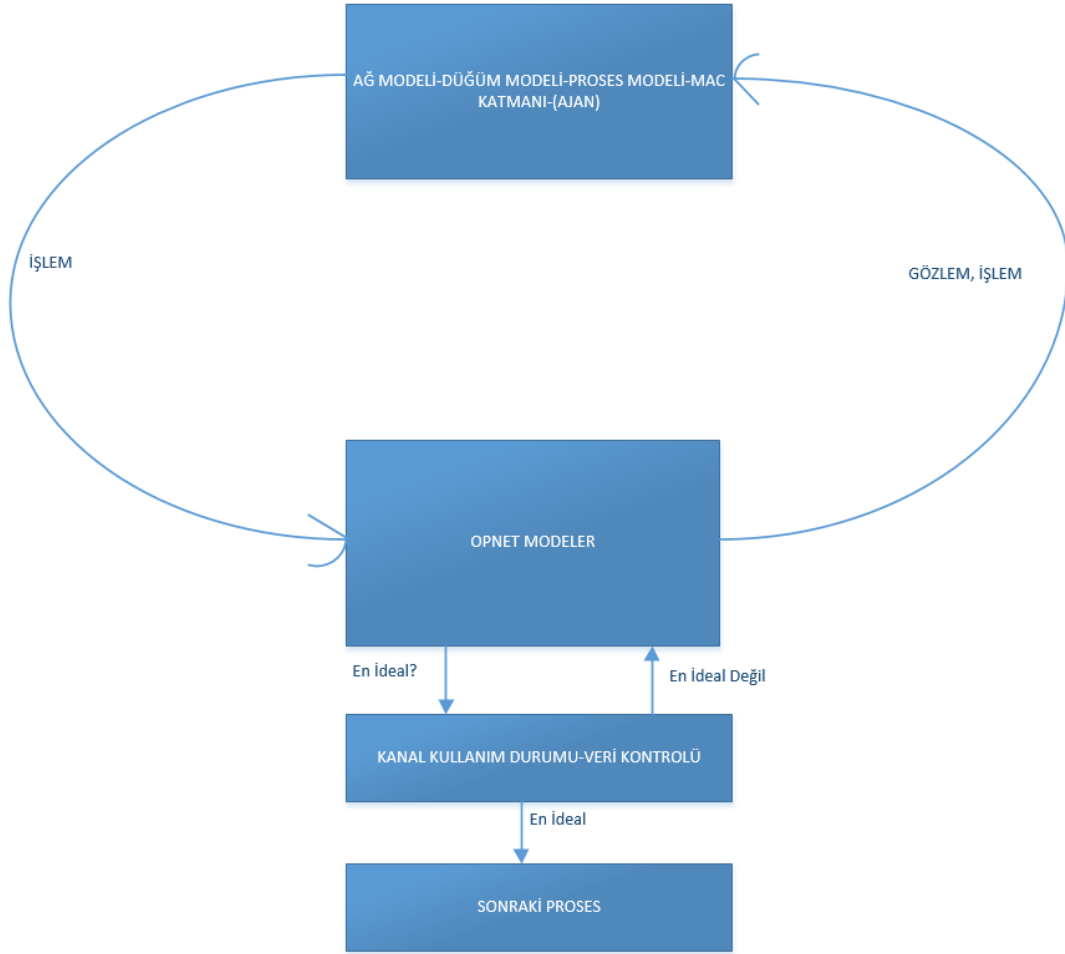
```

118  /* Unrecoverable error-- not all BSS IDs have been configured. Cannot */
119  /* what the BSS ID should be, hence terminate. */
120
121  wlan_error_print ("BSS ID not set in a node which belongs to a network in which some BSS IDs are set",
122                  "Please set a non-default BSS ID on all nodes in the network", OPC_NIL);
123  }
124
125  /* Use the subnet ID as the BSS ID if it is set to "Auto Assigned". */
126  if (bss_id_type == wlanC_Entire_subnet)
127  {
128      bss_id = my_subnet_objid;
129  }
130
131  /* Get model attributes. */
132  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "Data Rate", &data_tx_rate);
133  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "Fragmentation Threshold", &frag_threshold);
134  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "Rts Threshold", &rts_threshold);
135  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "Short Retry Limit", &short_retry_limit);
136  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "Long Retry Limit", &long_retry_limit);
137  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "Access Point Functionality", &ap_flag);
138  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "AP Beacon Interval", &beacon_int);
139  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "Buffer Size", &hld_max_size);
140  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "Max Receive Lifetime", &max_receive_lifetime);
141  op_ima_obj_attr_get (params_attr_objid, "Large Packet Processing", &accept_large_packets);
142  /* If specified, convert the fragmentation and RTS thresholds to bits. */
143
144
145  if (op_prg_odb_trace_active ("inputbayram"))
146  {
147
148      sprintf (str1, "started values from interface for Fragmentation threshold, Rts threshold and Buffer size
149               op_prg_odb_print_minor ("\n", str1, OPC_NIL);
150  }
151
152  //Bayram assign receiver results all results are average of 40.000 events.
153

```

Şekil 11. OPNET Modeller wlan_mac.pr.m kod yapısı

OPNET Modeller çıkış fonksiyonlarında yer alan kanal verimliliğini “real time” da görüntülemeye izin vermemektedir. Zira kanalın verimliliği işlemin tamamı bittikten sonra ortalama değer olarak görüntülenmektedir. Bu nedenle sistemimizde yer alan döngüsel tabloda 125 farklı giriş değerlerine sahip kanal kullanım durumu kod blok yapısına ezberletilmiştir. Bu dizin yapısında RTSED, PED ve AB değerlerinin Tablo 2’de yer alan tüm farklı senaryoları içerecek şekilde kanal verimliliği ataması, döngüsel ve pekiştirmeli öğrenme ile koşum esnasında ideal kanal kullanım durumu için giriş değerleri ile optimize etmiştir. Bu yapı OPNET’te döngüsel olarak gömülü ilk algoritma olarak ortaya çıkartılmıştır. Bu yapı özetle Şekil 12’de modellenmiş ve uygulanmıştır.



Şekil 12. OPNET Modeller döngü tablosu ajan yapısı

Kod blok yapısında gerçekleştirilen çalışmada 125 adetlik dizin yapısında kanal kullanım durumu ilk olarak “wlan_accepted_frame_stats_update ()” fonksiyonuna öğretilmiş ve daha sonra döngüsel olarak kanal kullanım durumu kaba kuvvet algoritması ile güncellenmiştir [Şekil 13].

Burada yer alan kanal kullanım durumu alıcı kanal kullanım durumunu ifade etmektedir ve bu veriler yukarıdaki şekilde dizine hazır olarak aktarılmıştır. OPNET Modeller’in yapısı gereği giriş değişkenleri ancak 1. işlem (init işlemi) üzerinden değiştirilebilmektedir. Bu nedenle modelimizde bu verilerden sonra (döngü sonrası) ideal giriş değerleri sağlandıktan sonra bir sonraki işlem işletilmektedir.

Yapılan çalışmamızda giriş değişkenlerinden RTSED, PED ve AB’nin benzetim anında koşumu kontrol edilerek benzetim esnasında güncellenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla servis kalitesini direk etkileyen kanal kullanım durumu kaba kuvvet algoritması ile kontrol edilerek benzetimde bir pekiştirmeli öğrenme sistemi oluşturulmuştur. Kod blok yapısında “wlan_mac.pr.m” üzerinde yapılan değişiklikler ile kod yapısı güncellenmiştir. İlk olarak giriş değerlerinde kullanılacak olan değerler “state variables” alanında tanımlanmış ve “Functional Blok” alanında bulunan wlan_mac_sv_init () fonksiyonu kullanılarak ara girdilere ilk değerleri atanmıştır. Yine FB’de yer alan wlan_accepted_frame_stats_update () fonksiyonu kullanılarak “pk_size” parametre girişi üzerinden birim zamanda işlenen paket miktarının her bir saniye de bir giriş değerleri kullanılarak güncellenmesi sağlanmıştır.

```

131
134 rts_thr [0]=600; frg_thr [0]=600; bs [0]=9000; receiver_utilization [0]= 10.75;
135 rts_thr [1]=600; frg_thr [1]=600; bs [1]=10000; receiver_utilization [1]= 17.75;
136 rts_thr [2]=600; frg_thr [2]=600; bs [2]=12000; receiver_utilization [2]= 19.42;
137 rts_thr [3]=600; frg_thr [3]=600; bs [3]=13000; receiver_utilization [3]= 20.28;
138 rts_thr [4]=600; frg_thr [4]=600; bs [4]=15000; receiver_utilization [4]= 19.48;
139
140
141 rts_thr [5]=600; frg_thr [5]=700; bs [5]=9000; receiver_utilization [5]= 10.25;
142 rts_thr [6]=600; frg_thr [6]=700; bs [6]=10000; receiver_utilization [6]= 11.82;
143 rts_thr [7]=600; frg_thr [7]=700; bs [7]=12000; receiver_utilization [7]= 13.029;
144 rts_thr [8]=600; frg_thr [8]=700; bs [8]=13000; receiver_utilization [8]= 13.02;
145 rts_thr [9]=600; frg_thr [9]=700; bs [9]=15000; receiver_utilization [9]= 13.73;
146
147
148 rts_thr [10]=600; frg_thr [10]=900; bs [10]=9000; receiver_utilization [10]= 9.48;
149 rts_thr [11]=600; frg_thr [11]=900; bs [11]=10000; receiver_utilization [11]= 11.54;
150 rts_thr [12]=600; frg_thr [12]=900; bs [12]=12000; receiver_utilization [12]= 17.25;
151 rts_thr [13]=600; frg_thr [13]=900; bs [13]=13000; receiver_utilization [13]= 18.06;
152 rts_thr [14]=600; frg_thr [14]=900; bs [14]=15000; receiver_utilization [14]= 17.09;
153
154
155 rts_thr [15]=600; frg_thr [15]=1000; bs [15]=9000; receiver_utilization [15]= 9.24;
156 rts_thr [16]=600; frg_thr [16]=1000; bs [16]=10000; receiver_utilization [16]= 11.92;
157 rts_thr [17]=600; frg_thr [17]=1000; bs [17]=12000; receiver_utilization [17]= 16.66;
158 rts_thr [18]=600; frg_thr [18]=1000; bs [18]=13000; receiver_utilization [18]= 17.16;
159 rts_thr [19]=600; frg_thr [19]=1000; bs [19]=15000; receiver_utilization [19]= 16.65;
160
161
162 rts_thr [20]=600; frg_thr [20]=1200; bs [20]=9000; receiver_utilization [20]= 6.88;
163 rts_thr [21]=600; frg_thr [21]=1200; bs [21]=10000; receiver_utilization [21]= 11.21;
164 rts_thr [22]=600; frg_thr [22]=1200; bs [22]=12000; receiver_utilization [22]= 16.05;
165 rts_thr [23]=600; frg_thr [23]=1200; bs [23]=13000; receiver_utilization [23]= 16.78;
166 rts_thr [24]=600; frg_thr [24]=1200; bs [24]=15000; receiver_utilization [24]= 16.94;
167
168
169 rts_thr [25]=700; frg_thr [25]=600; bs [25]=9000; receiver_utilization [25]= 10.24;
170 rts_thr [26]=700; frg_thr [26]=600; bs [26]=10000; receiver_utilization [26]= 11.2;
171 rts_thr [27]=700; frg_thr [27]=600; bs [27]=12000; receiver_utilization [27]= 18.85;
172 rts_thr [28]=700; frg_thr [28]=600; bs [28]=13000; receiver_utilization [28]= 19.42;
173 rts_thr [29]=700; frg_thr [29]=600; bs [29]=15000; receiver_utilization [29]= 20.07;

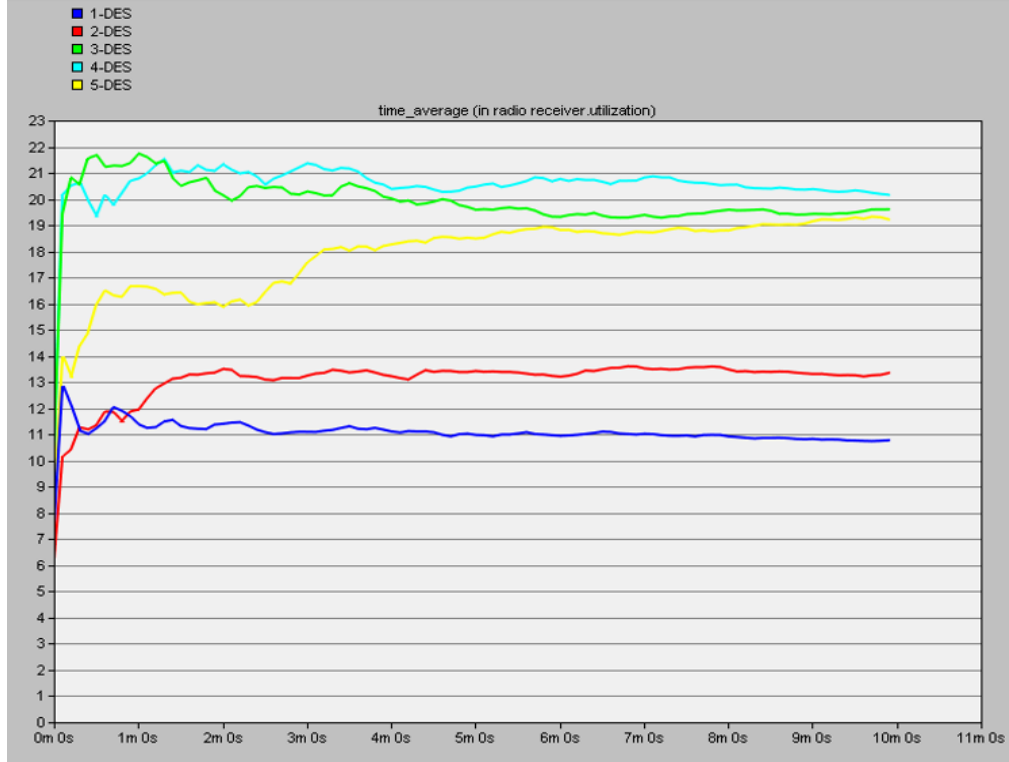
```

Şekil 13. OPNET Modeller FB döngü tablosu kullanımı

Bu modelde giriş parametreleri başlangıçta “default” değerlerinde iken bu giriş değerleri her seferinde koda gömülü olan kanal kullanım durumu ile kontrol edilmekte ve ideal değerinde değil ise döngüyü tekrar etmektedir. Bu döngü her bir giriş değerinde bir saniye durarak devam etmektedir. Burada bir saniye ile amaç giriş değişkenlerine o aşamada belirli bir süre ve dış etkenden bağımsız bir şekilde kontrol edebilme mekanizmasını sağlamaktır. Örneğin başlangıçta yer alan değerler önce ağ katmanı sonra düğüm katmanı ve sonra da işlem model katmanında ilgili kod alanında kontrol çıkış parametreleri ile karşılaştırmalı olarak kontrol edilmekte ve eğer değer ideal değil ise OPNET Modeller işleminde tekrar ajan ile döngü sürmektedir. Bütün değerler ideal hale geldiğinde işlem bu döngüden çıkıp ideal değerini alarak diğer verileri de test ederek kontrol edebilmektedir.

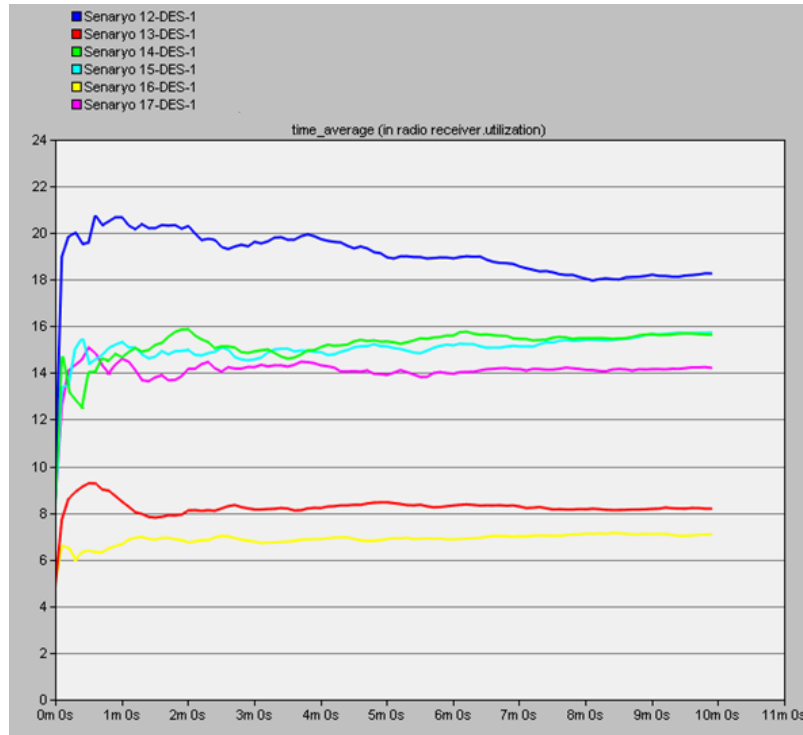
3.1. Döngü Tablosu Çıkış Parametresi ile Performans Karşılaştırmaları (Performance Comparisons with Loop Table Output Parameter)

Uygulanan yeni yöntemle birlikte dinamik olarak giriş değişkenleri kendini güncelleyebilmekte ve en ideal kanal kullanım durumunu ortaya çıkarmaktadır. Bu OPNET Modeller’da daha önce test edilmeyen ve koşum esnasında gerçekleşen ilk yöntem olarak ortaya çıkmıştır. Örnek olarak döngü tablosunda çıkış değeri için ideal değer %20,28 ile dördüncü senaryoda yer almaktadır. Kaba kuvvet algoritması ilk dört senaryoda ideal durumunu güncellemiş ve sonrasında ise ideal değeri kazandıktan sonra güncelleme yapmamıştır. Test sonuçlarına karşılaştırmalarına bakıldığında en ideal kanal kullanım durumunun %20,28 ile dördüncü senaryo olduğu görülmektedir. En ideal Kanal Kullanım durumu performans sonucu Şekil 14’de gösterilmiştir.



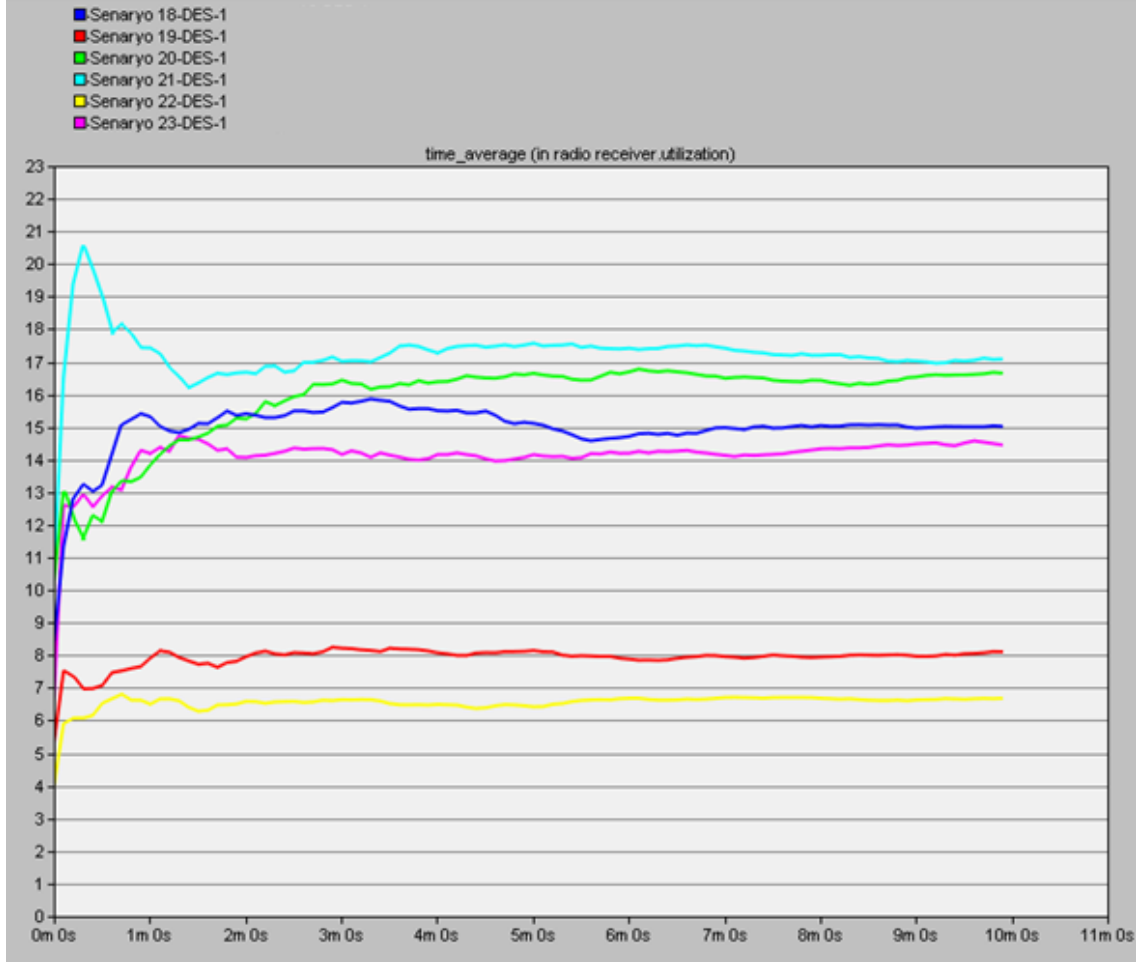
Şekil 14. Döngü tablosu performans sonuçları-1

Bir diğer test sonuçlarında ise döngü tablosunda ilk koşulda 12.senaryoda elde edilen ideal değer döngü tablosunda yer alan test sonuçları devam etmesine rağmen ideal değer olduğu için kanal kullanım durumunu RTSED için 600 bayt, PED için 900 bayt ve AB için 10000 bit olarak giriş değerlerine atamaları yapılmıştır. Yeni yöntemle birlikte dinamik olarak giriş değişkenleri kendini güncellemiş ve kaba kuvvet algoritması ilk durumunu korumuş, ideal değeri kazandıktan sonra güncelleme yapmamıştır [Şekil 15].



Şekil 15. Döngü tablosu performans sonuçları-2

Bir diğer test sonuçlarında ise döngü tablosunda ilk koşulda 21. senaryoda ideal değer belirlenmiş ve kanal kullanım durumunun ideal olarak kullanmak için RTSED için 600 bayt, PED için 1200 bayt ve AB için 9000 bit olarak giriş değerlerine atamaları yapılmıştır. Yeni yöntemle birlikte dinamik olarak giriş değişkenleri kendini Kaba kuvvet algoritması ile güncellemiş ve kanal kullanım durumu ideal değeri kazandıktan sonra güncelleme yapmamıştır [Şekil 16].



Şekil 16. Döngü tablosu performans sonuçları-3

Bu modelde giriş parametreleri (RSTED, PED, AB) başlangıçta default değerlerinde iken bu giriş değerleri her seferinde koda gömülü olan çıkış parametresi ile kontrol edilmekte ve ideal değerinde değil ise döngüyü tekrar etmektedir. Örneğin başlangıçta yer alan değerler önce ağ katmanı sonra düğüm katmanı ve sonra da işlem model katmanında ilgili kod alanında kontrol çıkış parametreleri ile karşılaştırmalı olarak kontrol edilmekte (ajan) eğer değer ideal değil ise OPNET Modeler işleminde (environment) tekrar ajan ile döngü sürmektedir.

4. SONUÇ (CONCLUSION)

WLAN'larda MAC katmanında CSMA/CA protokolünde yapılan birçok çalışmada giriş parametreleri OPNET Modeler üzerinden test edilmiş ve veri setleri elde edilmiştir. Elde edilen bu veri setleri üzerinden farklı algoritmalar uygulanarak çıkış parametrelerinde performans artışı sağlanmıştır. Bu çalışmada ise RTSED, PED ve AB giriş parametrelerinin çıkış parametresi olan kanal kullanım durumunu benzetim çalışması anında artış sağlanmıştır. Bu dinamik yapıda kaba kuvvet algoritması ile döngü tablosu kullanılarak pekiştirmeli öğrenme ile ideal kanal kullanım durumu sağlanmıştır. Kullanılan bu yeni yöntemde yeni bir ajan yapısı kullanılmıştır. RTSED, PED ve AB giriş değerleri en alt tabakada yer alan "Wlan_mac.pr.m" kod bloğunu döngüsel olarak güncelleyerek sırasıyla ağ katmanı, düğüm katmanı ve işlem katmanında kontrolleri sağlanmıştır. Yeni yöntemde kanal kullanım durumu koşul esnasında ideal

hale gelene kadar döngü tablosunda yer alan bütün senaryolar geri beslemeli olarak test edilmiştir. Bu yöntemle dinamik bir güncelleme sağlanarak daha önceden ortalama %10 olan kanal kullanım durumu %15-%18 oranına çıkartılmıştır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- [1] Singh H., Singh T., Kaur M. (2014). 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.
- [2] Dalvi A., Svamy P., Meshram B.B. Meshram. (2011). DCF Improvement for Satisfactory Throughput of 802.11 WLAN. *International Journal on Computer Science and Engineering*, 3:7 2862-2868.
- [3] Zarinni F. (2015). Understanding and Improving Performance in Next-Generation WLANs and Cellular Networks. Dissertation, Stony Brook University,.
- [4] Sarmah S., Sarma S.K. (2016). Performane Analysis of IEEE 802.11 WLAN by Varying PCF, DCF and EDCF to Enhance Quality of Service. *International Journal of Computer Applications*, 138:3, 22-25.
- [5] Nj M., Suryana N., Sahib S., Hussin B. (2017) . RTS/CTS Framework Paradigm and WLAN Qos Provisioning Methods. *IJACSA*, 8:2, 176-186.
- [6] Cheng S.S., Huang C M., Tu T.H. (2017). A CSMA/CA-Based Media Access Protocol Using the Registered Backoff Time Vector (RBTv) Mechanism for M2M Communications. *Mobile Netw Appl*, 22:1, 83-97.
- [7] Kocak C., Karakurt H. B. (2019). Fuzzy logic-based performance improvement on MAC layer in wireless local area networks. *Neural Computing and Applications*, 31, 6113–6128.
- [8] Kocak C., Karakurt H. B. (2019). Data traffic optimization in wireless local area networks with artificial neural networks. *Journal Of Polytechnic* 22, 737–747.
- [9] Asadi A., Sciancalepore V., Mancuso V. (2015). On the Efficient Utilization of Radio Resources in Extremely Dense Wireless Networks. *IEEE Communications Magazine*, 126-132.
- [10] Malik S., Chaudhary R., Pathak A., Chakraborty SP. (2015). Modeling and analysis of IEEE 802.11 DCF MAC. In: 3rd International Conference on Recent Trends in Computing, *Procedia Computer Science*, 57:4, 73-482.
- [11] Choi S., Prado JD., N. SS., Mangold S. (2003). IEEE 802.11e contention-based channel access (EDCF) performance evaluation. In *IEEE International Conference on Communications, 2003. ICC'03*, 2, 1151-1156.
- [12] Kaur I., Bala M., Bajaj H. (2012). Performance evaluation of wlan by varying Pcf, Dcf and enhanced Dcf slots to improve quality of service. *IOSRJCE*, 2:5, 29-33.
- [13] Sidelnikov A., Yu J., Choi S. (2006). Fragmentation/Aggregation scheme for throughput enhancement of IEEE 802.11n WLAN. In: *Proc. IEEE APWCS*, 24-25.
- [14] Karakurt H.B. (2015). Performance Improvement With Fragmentation Threshold For The Co-Ordination Functions By Using Wireless Local Area Networks. Dissertation Gazi University,.
- [15] Karakurt H. B., Kocak C. (2015). On wireless network PCF, DCF and EDCF with fragmentation threshold. XVII. Academic Informatics Conference, Eskisehir/Turkey.

- [16] Borsuk B., Koçak C. (2016). 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.
- [17] Yoon S. G., Kang S. G. and Nam C. (2018). Priority Inversion Prevention Scheme for PLC Vehicle-to-Grid Communications Under the Hidden Station Problem. *IEEE TRANSACTIONS ON SMART GRID*, 9:6, 5887-5896.
- [18] Costa R., Portugal P., Vasques F., Montez C. and Moraes R. (2015). Limitations of the IEEE 802.11 DCF, PCF, EDCA and HCCA to handle real-time traffic. 2015 IEEE 13th International Conference on Industrial Informatics (INDIN), IEEE, Cambridge, UK.
- [19] Li T. (2007). Improving Performance for CSMA/CA Based Wireless Networks. Ph. D. Dissertation, Hamilton Institute National University of Ireland, Maynooth Maynooth, Co. Kildare, Ireland.
- [20] Purohit H., Joshi K. 2016. A Simulation Based Comparative Study on Channel Utilization Enhancement Using DITMC Technique in Speech and Data Communication of Mobile Network. 6th International Conference on Information Communication and Management, 201-204.
- [21] Lin C.H., Chen Y.C., Lin C.J. (2018). FDoF: Enhancing Channel Utilization for 802.11ac. *IEEE/ACM TRANSACTIONS ON NETWORKING*, 26:1, 465-477.
- [22] Kobayashi H., Kameda E., Terashima Y., Shinomiya N. (2018). Towards sustainable heterogeneous wireless networks: A decision strategy for AP selection with dynamic graphs. *Computer Networks*, 132, 99-107.
- [23] Wang S.Y, Chou C.L, Liu K.C., Ho T.W., Hung W.J., Huang C.F., Hsu M.S., Chen H.Y., Lin C.C. (2009). Improving the Channel Utilization of IEEE 802.11p/1609 Networks. 2009 IEEE Wireless Communications and Networking Conference, IEEE.
- [24] Laufer R., Kleinrock L. (2016). The Capacity of Wireless CSMA/CA Networks. *IEEE/ACM TRANSACTIONS ON NETWORKING*, 24:3, 1518-1532.
- [25] Yu Y., Wang T. and Liew C. (2019). Deep-Reinforcement Learning Multiple Access for Heterogeneous Wireless Networks. *IEEE Journal On Selected Areas In Communications*, 37:6, 1277-1290.
- [26] Bhattacharyya R., Bura A., Rengarajan D., Rumuly M., Shakkottai S., Kalathil D., Mok R. K. P. and Dhamdhare A. (2019). Q Flow: A Reinforcement Learning Approach to High QoE Video Streaming over Wireless Networks. arXiv preprint arXiv:1901.00959.
- [27] Şanlı M., Zengin F., Urhan O. (2005). Akıllı Kart ile Anahtar Güncellemeli 3-DES Algoritması Kullanarak Ön Ödemeli Sistem Uygulaması. SİU05.
- [28] Singh S., Chandra N., Tripathi A. K. (2015). Performance Analysis for Channel Utilization in Wireless LAN. *International Journal of Computer Applications*, 122:20, 40-44.
- [29] Yazid M., Medjkoune L.B., Aissani D., Amrouche N. (2014). Analytical Analysis of Applying Packet Fragmentation Mechanism on Both Basic and RTS/CTS Access Methods of the IEEE 802.11b DCF Network Under Imperfect Channel and Finite Load Conditions. *Wireless personal communications* 77:1, 477-506.
- [30] Bian K., Park J.M., Chen L., Li X. (2014). Addressing the Hidden Terminal Problem for Heterogeneous Coexistence Between TDM and CSMA Networks in White Space. *IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY* 63:9, 4450-4463.

- [31] Mewara H.S., Manghnani D. (2014). Rising up the Performance of Wireless Local Area Network by Varying Fragmentation Threshold using OPNET. *International Journal of Computer Applications*, 97:7, 22-25.
- [32] Inderjeet K., Manju B., Harpreet B. (2012). 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.