

Kablosuz Ağlarda Yönlendirme Protokollerinin Karşılaştırılması

Fahad Ahmed¹, Serkan Öztürk^{*}

¹Department of Computer Engineering, Erciyes University, Türkiye
^{*}(serkan@erciyes.edu.tr) Email of the corresponding author

Özet – Kablosuz ağlar, veri sinyallerinin havadan iletiildiği, kablo kullanmadan uzak mesafeler arasında iletişimi sağlayabilen teknolojilerdir. Kablosuz ağlarda veri, radyo frekansları veya kızılötesi ışınlar vasıtasıyla iletilir. Bu ağlardaki kullanıcılar arasında haberleşmenin gerçekleştirilmesi için yönlendirme işlemi gerekmektedir. Yönlendirme protokolleri sayesinde kaynaktan hedefe bilgi paketi iletilirken uygun yolun bulunması ve hesaplanması gerçekleşmektedir. Kablosuz ağlarda yönlendirme protokolleri proaktif, reaktif ve hibrid olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır. Bu çalışmada Geçici sıralı yönlendirme algoritması (TORA), Tasarsız isteğe bağlı uzaklık vektör yönlendirme (AODV), Dinamik kaynak yönlendirme (DSR), Optimize edilmiş bağlantı durumu yönlendirme (OLSR) ve Coğrafi yönlendirme (GRP) protokolleri sabit ve mobil istasyonlardan oluşan kablosuz ağlar için karşılaştırılmıştır. Farklı istasyon sayıları için kablosuz ağlarda farklı yönlendirme protokolleri ile elde edilen throughput, ortama erişim gecikmesi ve yeniden iletim sonuçları değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler – Kablosuz ağlar, TORA, AODV, DSR, OLSR, GRP

Abstract – Wireless networks are the technologies that allow data signals to be transmitted from the air and enable communication between long distances without using wires. In wireless networks, data is transmitted via radio frequencies or infrared rays. Routing is required for the communication between the users in these networks. The appropriate path is found and calculated by the routing protocols while the information packet is being transmitted from the source to the destination. In wireless networks, routing protocols are divided into three categories: proactive, reactive and hybrid. In this study, Temporary ordered routing algorithm (TORA), Adhoc on-demand distance vector routing (AODV), Dynamic source routing (DSR), Optimized link state routing (OLSR) and Geographic routing (GRP) protocols are compared for wireless networks consisting of fixed and mobile stations. For different number of stations, throughput, media access delay and retransmission results obtained by different routing protocols are evaluated in wireless networks.

Keywords – Wireless networks, TORA, AODV, DSR, OLSR, GRP

I. GİRİŞ

Kablosuz ağlar kablo yerine radyo frekansları ve kızılötesi ışınları kullanarak veri iletişimini sağlayan teknolojilerdir. Kablosuz ağlarda veri, radyo frekansları veya kızılötesi ışınlar vasıtasıyla hava ortamına verilir ve yine hava ortamından alınır. Kablosuz ağlar, kablolu ağlara göre daha ucuz ve kurulumu çok daha kolaydır. İletilen mesafe, bir televizyonun uzaktan kumandası olarak birkaç metreye ve radyo iletişimi olarak binlerce kilometreye kadar herhangi bir uzunlukta olabilir [1].

Kablosuz ağlar farklı alanlarda kullanılabilir. Bu alanlardaki ihtiyaçlara göre de kablosuz ağlarda çeşitlilikler oluşmuştur. Kablosuz Kişisel Alan Ağları (WPAN), katılımcı cihazların özel bir grubu arasında kısa mesafelerde bilgi aktarmak için kullanılır. Kablosuz Yerel Ağlar (WLAN), bir üniversite kampüsü veya kütüphanesi gibi yerel bir alandaki kullanıcıların bir ağ oluşturmaya veya internete erişmesine izin verir. Genellikle bir oda, ev, ofis hatta kampüs gibi ortamlarda bir kaç yüz metre aralığında çalışır. Kablosuz Geniş Alan Ağları (WWAN), çoklu uydu sistemleri veya antenler aracılığıyla bir internet servis sağlayıcı tarafından sağlanan şehirler veya ülkeler gibi geniş alanlarda kullanılan ağlardır [1].

Kablosuz ağlara bağlanmak için kullanılabilen çeşitli kablosuz teknolojiler vardır. Bluetooth, çok kullanılan bir WPAN teknolojisi olarak bilinir. Kablosuz Bağlantı Alanı (Wi-Fi), çoğunlukla veri, video ve ses trafiği için evde ve kurumsal yerlerde kullanılan, 300 metreye kadar erişim mesafesi sağlayabilen bir WLAN standardıdır. Mikrodalga Erişim için Dünya Çapında Çalışabilirlik (WiMAX), kablosuz geniş bant erişimini 50 kilometreye kadar sağlayabilen bir WWAN standardıdır. Kablolu ve DSL geniş bant bağlantılarına alternatif olarak kullanılabilir. Hücresel Geniş Bant, mobil ağ bağlantısı sağlamak için hücresel erişim kullanan kurumsal, ulusal ve uluslararası servis sağlayıcı kuruluşlardan oluşur [2]. Geniş Bant Uydu ise, uydu anteni kullanarak bir uydu vasıtası ile ağ erişimini sağlar. Genellikle daha pahalıdır ve açık bir görüş hattına ihtiyaç duyar.

Bu bildiriye TORA, AODV, DSR, OLSR ve GRP yönlendirme protokolleri, OPNET benzetim programı kullanılarak, sabit ve mobil istasyonlardan oluşan kablosuz ağlar için karşılaştırılmıştır. Kablosuz ağlarda farklı istasyon sayıları için farklı yönlendirme protokolleri kullanılarak elde edilen throughput, ortama erişim gecikmesi ve yeniden iletim sonuçları değerlendirilmiştir. Bildirinin ikinci bölümünde kablosuz ağ standartları anlatılmıştır. Kablosuz yönlendirme protokolleri hakkında bilgiler üçüncü bölümde, deneysel

çalışmalar ise dördüncü bölümde verilmiştir. Elde edilen sonuçlar ise son bölümde sunulmuştur.

II. KABLOSUZ AĞ STANDARTLARI

Kablosuz ağ standartları 1997 yılından itibaren IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) tarafından 802.x içerisinde geliştirilmeye başlanmıştır. 1999 yılında kablosuz ağların temelini oluşturan IEEE 802.11 standart yayınlanmıştır. Donanımsal ve yazılımsal gelişmeler sonucunda 802.11x adı verilen standartlar serisi geliştirilmeye başlanmıştır. Bazı frekans bantları, IEEE 802.11 kablosuz ağlarına özel olarak tahsis edilmiştir. 2,4 GHz (UHF) frekans bandı 802.11b/g/n/ad ağlarına, 5 GHz (SHF) frekans bandı 802.11a/n/ac/ad ağlarına, 60 GHz (EHF) frekans bandı ise 802.11ad ağlarına tahsis edilmiştir [3].

IEEE 802.11a, 5 GHz frekansında çalışan ve 54 Mbps'e kadar hız sunan bir standarttır. Yüksek frekanslarda çalıştığından kapsama alanı küçük olup binalara daha az nüfuz eder. IEEE 802.11b ise 2,4 GHz frekansında çalışır ve 11 Mbps'e kadar hız sunar. Bu standart 802.11a'ya göre daha uzun menzile nüfuz edebilme yeteneğine sahiptir. IEEE 802.11g, 2,4 GHz frekansında 54 Mbps'e kadar hız sunan standart olarak 2003 yılında yayınlanmıştır. Bu standardı kullanan cihazlar 802.11a ile aynı bant genişliğinde çalışmaktadır. Ayrıca radyo frekans aralığı IEEE 802.11b ile aynı olduğundan aynı kapsama mesafesine sahiptir. IEEE 802.11n, 2,4 GHz ve 5 GHz frekans bantlarında, 150 Mbps'den 600 Mbps'e kadar veri hızlarında ve 70 metreye kadar mesafede çalışabilen standart olarak 2009 yılında yayınlanmıştır. Kablosuz istemciler, yüksek hızlarda çalışmak için, çoklu-giriş ve çoklu-çıkış (MIMO) teknolojisine ihtiyaç duyarlar. MIMO iletim başarımını yükseltmek için hem alıcı da hem de vericide çoklu antenler kullanır. IEEE 802.11ac, 5 GHz frekans bandında çalışır ve 450 Mbps'den 1,3 Gbps'e kadar veri hızı sağlayabilen bir standart olarak 2013 yılında yayınlanmıştır. İletişim başarımını yükseltmek için MIMO teknolojisini kullanır. IEEE 802.11ad ise "WiGig" olarak bilinen, 2,4 GHz, 5 GHz ve 60 GHz bantlarında Wi-Fi çözümünü kullanan ve 7 Gbps hızı sunan bir standarttır. Ancak 60 GHz bant, duvarlardan geçemez [2,3].

III. KABLOSUZ YÖNLENDİRME PROTOKOLLERİ

Kablosuz ağlarda yönlendirme mimarisi düz ya da hiyerarşik olabilir. Birçok kablosuz ağda, istasyonlar bağımsız yönlendiriciler gibi iş görebilir. Düz yapıdaki bir ağda, tüm istasyonlar yönlendirme protokolleri aracılığıyla birbirini görebildiğinden hareketlilik yönetimine ihtiyaç yoktur. Ancak düz bir yönlendirme algoritması iyi ölçeklenebilir değildir. Ağ büyüdükçe, yönlendirme yükü de artar [4,5]. Kümeleme, hiyerarşik yönlendirme mimarisinde kullanılan en yaygın tekniktir. Hiyerarşik yönlendirme sayesinde bir düzen halinde kurulmuş kablosuz ağ, birbirleriyle çakışan ya da birbirlerinden ayrılan kümeler haline getirilmektedir. Böylece her bir küme için bir baş istasyon seçilebilir. Kümeler birbirleriyle bağlantı kurarak iletişime geçebilirler. Sıradan bir istasyon bir paket göndermek istediğinde paketi doğrudan baş istasyona iletilecek ve oradan kaynağa ulaştırılacaktır. Bu sayede istasyonlar üzerindeki yönlendirme yükü azalmaktadır.

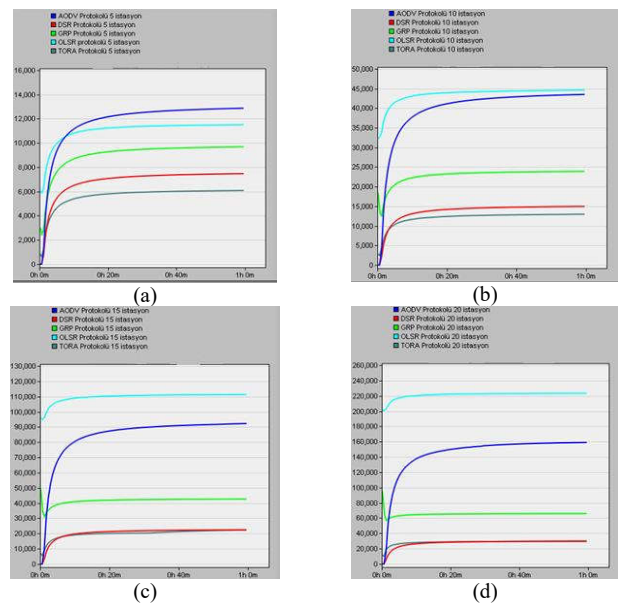
Bütün yönlendirme protokolleri iki yönlü olma eğilimi gösterir. Ancak, kablosuz ağları tek yönlü yapan faktörler bulunmaktadır. Bir ağa sahip radyo frekansları farklı iletim

gücüne ve alış duyarlılığına sahiptir. Bu kapasiteler tek yönlü olmayı desteklemektedir. İletilecek mesajın geniş bir alana yayılması için tek yön yollar ile desteklenmesi gerekmektedir. Oldukça uzak konumlarda bulunan taktiksel hareketli ağlarda, var olan bir tehditten dolayı yayını tek taraflı sessiz moda alma özelliği oldukça önemlidir. Kablosuz bağlantının yön durumu geçici ya da kalıcı olabilir. Var olan trafik, arazi, hareketlilik ve enerji durumuna göre yayınların süresi ve kalıcılığı tek yönlü yönlendirme protokolü ile kontrol edilebilmektedir.

Kablosuz ağlarda yönlendirme protokolleri proaktif, reaktif ve hibrid olmak üzere üç kategoriye ayrılmaktadır [6]. OLSR proaktif yönlendirme protokolünde her bir kullanıcı bağlantı durum bilgilerini ağdaki diğer kullanıcılara aktarır. GRP proaktif yönlendirme protokolünde ise ağ bilgisinin toplanacağı kaynak ve hedef kullanıcıların yeri küresel konumlandırma sistemi kullanılarak belirlenir. AODV reaktif yönlendirme protokolünde kaynak kullanıcı ağ içindeki hedef kullanıcı ile bağlantı kurmak istediğinde rota oluşturulur [7]. DSR reaktif yönlendirme protokolünde ise her bir kullanıcı hedef rotasını içeren bir hafızaya sahiptir. Ağda bir paket gönderilmek istediğinde önce kullanıcı kendi hafızasını kontrol eder. Hafızasında hedef ile ilgili geçerli bir yol varsa, yolu kullanarak paketi gönderir. Eğer herhangi bir bilgi yoksa hedef rota bulma mekanizmasını çalıştırır. TORA, rota keşif işleminde geri bağlantı kullanan reaktif yönlendirme protokolüdür [6].

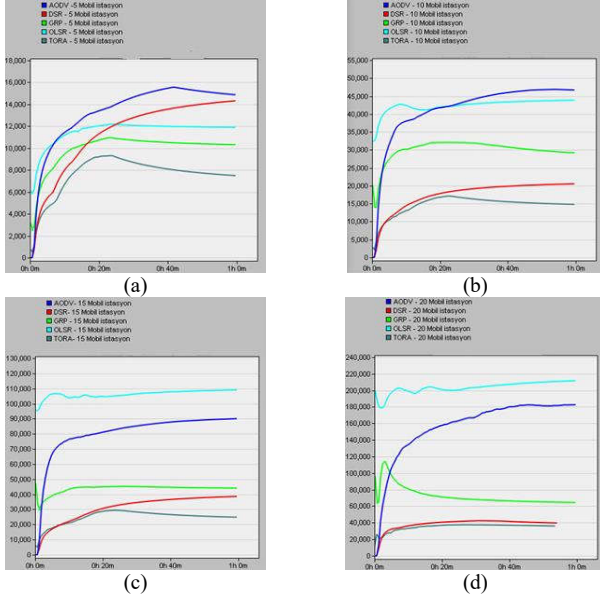
IV. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada OPNET benzetim programı kullanılarak sabit ve mobil istasyonlardan oluşan kablosuz ağlarda OLSR, GRP, AODV, DSR ve TORA yönlendirme protokolleri karşılaştırılmıştır. Kablosuz ağlarda farklı istasyon sayıları için farklı yönlendirme protokolleri ile elde edilen throughput, ortama erişim gecikmesi ve yeniden iletim sonuçları değerlendirilmiştir [5]. Farklı sayıdaki sabit istasyonlardan oluşan kablosuz ağlar için protokollerin throughput sonuçları Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en iyi başarıyı AODV ve OLSR protokolleri göstermiştir. TORA ve DSR protokolleri en düşük throughput elde etmiştir.



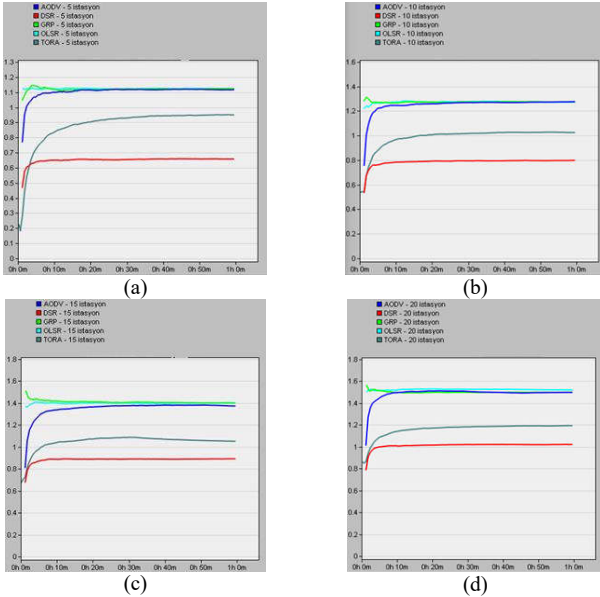
Şekil 1 (a) 5, (b) 10, (c) 15, (d) 20 sabit istasyon için throughput sonuçları

Farklı sayıda mobil istasyonlardan oluşan kablosuz ağlar için protokollerin throughput sonuçları Şekil 2'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde 15 ve 20 mobil istasyondan oluşan kablosuz ağlarda OLSR protokolü en iyi throughput elde edilmiştir. 5 ve 10 mobil istasyondan oluşan kablosuz ağlarda ise AODV protokolü en iyi başarımlı göstermiştir.



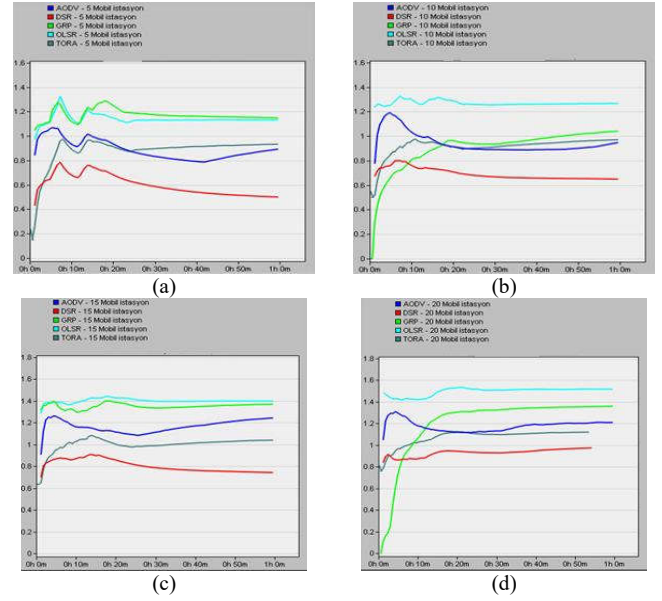
Şekil 2 (a) 5, (b) 10, (c) 15, (d) 20 mobil istasyon için throughput sonuçları

Farklı sayıda sabit istasyonlardan oluşan kablosuz ağlar için protokollerin yeniden iletim sonuçları Şekil 3'de gösterilmiştir. AODV, DSR ve GRP protokolleri benzer sonuçlar elde etmiştir.



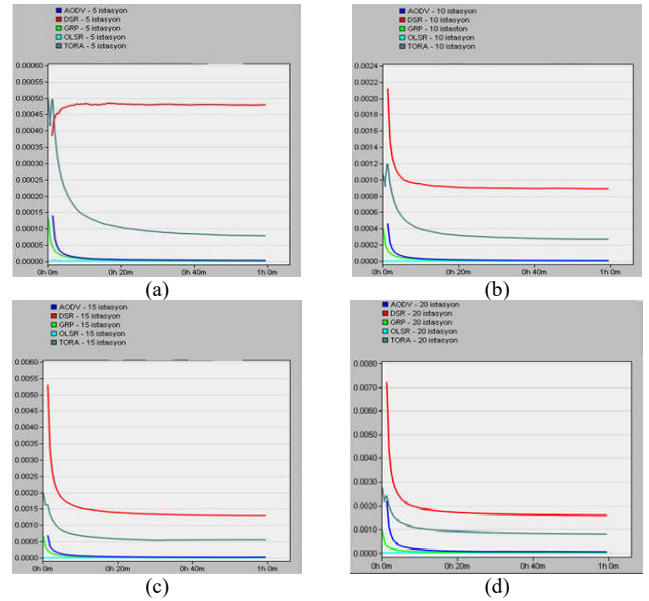
Şekil 3 (a) 5, (b) 10, (c) 15, (d) 20 sabit istasyon için yeniden iletim sonuçları

Farklı sayıda mobil istasyonlardan oluşan kablosuz ağlar için protokollerin yeniden iletim sonuçları Şekil 4'de gösterilmiştir. OLSR protokolü ile yüksek yeniden iletim sonuçları elde edilmiştir.



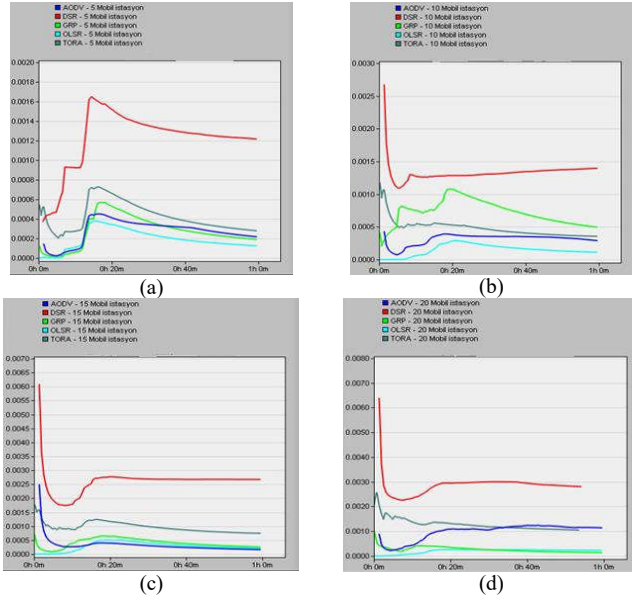
Şekil 4 (a) 5, (b) 10, (c) 15, (d) 20 mobil istasyon için yeniden iletim sonuçları

Farklı sayıda sabit istasyonlardan oluşan kablosuz ağlar için protokollerin ortama erişim (MAC) gecikmesi sonuçları Şekil 5'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde sabit istasyondan oluşan kablosuz ağlarda en iyi başarımlı AODV, OLSR ve GRP protokolleri göstermiştir.



Şekil 5 (a) 5, (b) 10, (c) 15, (d) 20 sabit istasyon için MAC gecikmesi sonuçları

Farklı sayıda mobil istasyonlardan oluşan kablosuz ağlar için protokollerin MAC gecikmesi sonuçları Şekil 6'da gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde OLSR protokolü ile en iyi başarımlı elde edildiği anlaşılmaktadır.



Şekil 6 (a) 5, (b) 10, (c) 15, (d) 20 mobil istasyon için MAC gecikmesi sonuçları

V. SONUÇLAR

Bu çalışmada sabit ve mobil istasyonlardan oluşan kablosuz ağlarda proaktif yönlendirme protokollerinden OLSR ve GRP ve reaktif yönlendirme protokollerinden AODV, DSR ve TORA karşılaştırılmıştır. Farklı yönlendirme protokolleri kullanılarak oluşturulan kablosuz ağlarda farklı istasyon sayıları için elde edilen throughput, ortama erişim gecikmesi ve yeniden iletim sonuçları değerlendirilmiştir.

KAYNAKLAR

- [1] K. Sharma and N. Dhir, "A study of wireless networks: WLANs, WPANs, WMANs, and WWANs with comparison," *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, vol. 5 (6), pp. 7810-7813, 2014.
- [2] (2017) The Cisco Netacad website. [Online]. Available: <https://www.netacad.com>
- [3] E. Gül, "IEEE 802.11p Ağlarında Genel Yayın Paketlerinin Değerlendirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, 2017.
- [4] C.E. Perkins, *Ad hoc networking*, Addison-Wesley Verlag, 2001.
- [5] F. Ahmed, "Kablosuz Ağlarda Yönlendirme Protokollerinin Başarımlarının Değerlendirmesi Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erciyes Üniversitesi, 2016.
- [6] F. Ahmed, S. Öztürk, "Tasarsız Ağlarda Yönlendirme Protokollerinin Başarımlarının Değerlendirilmesi" in *International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium'17*, 2017.
- [7] S. Liu, Y. Yang, W. Wang, "Research of AODV Routing Protocol for Ad Hoc Networks", *AASRI Procedia*, vol. 5, pp. 21-31, 2013.