
	SAKARYA ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ DERGİSİ SAKARYA UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE		
	e-ISSN: 2147-835X Dergi sayfası: http://dergipark.gov.tr/saufenbilder		
	Geliş/Received 01.04.2016 Kabul/Accepted 07.04.2017	Doi 10.16984/saufenbilder.221335	

Gezgin tasarsız ağ yönlendirme protokollerinde enerji tüketim değerlendirilmesi

Belma Korkuter^{1*}, Ali Hakan Ulusoy², Ahmet Rızaner³

ÖZ

Hızla gelişen kablosuz ağ teknolojisi, günümüzde de akademik anlamda ilgi odağı konular arasında olmaya devam etmektedir. Gezgin tasarsız ağlar (MANETs) gezgin düğümlerden oluşur. Bu düğümlerden verilerin en uygun yolu kullanarak iletilmesi mevcut ağ için önem arz eder. Bu çalışmada, en yaygın yönlendirme protokollerinden olan AODV, DSR, OLSR ve DSDV protokolleri farklı senaryolar kullanılarak, NS-2 benzetim ortamında değerlendirilmiştir. Bilindiği gibi, bir kablosuz ağın ömrü içinde barındırdığı düğümlerin batarya limitleriyle orantılıdır. Bu sebeple gezgin tasarsız ağlar için seçilen yönlendirme protokolü, ağın ömrü adına oldukça önemlidir. Bu çalışmada, yukarıda bahsi geçen yönlendirme protokollerinin enerji tüketimleri farklı koşullar altında analiz edilmiş ve başta DSDV olmak üzere tabloya dayalı yönlendirme protokollerinin farklı senaryolarda enerji konusunda en iyi performansla sahip oldukları sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: AODV, DSR, OLSR, DSDV, enerji tüketimi

Energy consumption evaluation for mobile ad hoc routing protocols

ABSTRACT

Rapidly developing wireless network technology has been continued to become the most popular research field for a couple of years. Mobile Ad hoc Networks (MANETs) are formed by mobile nodes. It is a crucial issue for the network that the data passing through these nodes is delivered by the most appropriate route. In this study, the most common routing protocols, AODV, DSR, OLSR and DSDV, are evaluated by using different scenarios in NS-2 simulation environment. As is well known, the lifetime of a wireless network is restricted to battery limits of nodes located inside. Because of this reason, chosen routing protocol for MANET is significant for the lifetime of the network. In this study, energy consumption of above-mentioned routing protocols was analyzed under different conditions. It is shown with extensive simulation results that the table-driven protocols such as DSDV have better performance in terms of energy efficiency.

Keywords: AODV, DSR, OLSR, DSDV, energy consumption

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author

1 Doğu Akdeniz Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojisi ve Bilişim Sistemleri, Kuzey Kıbrıs – belma.korkuter@emu.edu.tr

2 Doğu Akdeniz Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojisi ve Bilişim Sistemleri, Kuzey Kıbrıs – alihakan.ulusoy@emu.edu.tr

3 Doğu Akdeniz Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojisi ve Bilişim Sistemleri, Kuzey Kıbrıs – ahmet.rizaner@emu.edu.tr

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kablosuz ağlar, ağın mimarisine göre altyapılı ve altyapısız olarak kategorilendirilebilirler. MANET, baz istasyonu gibi herhangi bir altyapı desteğine ihtiyaç duymaksızın çalışan bir kablosuz ağ çeşididir [1]. Bu ağ yapısı, kendiliğinden organize olup, yapılabilen [2] ve her biri gönüllü olarak yönlendirici görevini gören [3] mobil düğümlerden oluşur. Mobil düğümler, ağ içerisinde herhangi bir anda önceden tahmin edilemeyen bir yöne doğru ilerleyebilirler [4]. Bu hareketlilik, mevcut ağın topolojisinin sürekli olarak değişmesine yol açar. MANET, günümüzde çevrimiçi konferans, mobil oyunlar gibi birden fazla düğümün işbirliği içinde çalıştığı, birçok farklı alanda kullanılır. Bu iş birliği işlemi yönlendirme (routing) olarak bilinir [5].

Ağ içerisinde kaynak düğümden hedef düğüme verilerin, en uygun yolu kullanarak ulaşması, MANET için önemlidir [4]. İnternet Mühendisliği Görev Gücü (IETF) tarafından standartlaştırılan birçok farklı yönlendirme protokolü mevcuttur. Bu çalışmada, en sık kullanılan yönlendirme protokollerinden Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV), Dynamic Source Routing (DSR), Optimized Link State Routing (OLSR) ve Destination Sequence Distance Vector'ün (DSDV) enerji tüketimleri düğüm sayısı, yük miktarı, hız ve alan olmak üzere dört farklı koşul altında değerlendirilmiştir.

Günümüz teknoloji dünyasında, mümkün olan en az enerjiyi tüketerek sonuca varmak önemlidir. Özellikle MANET gibi kısıtlı enerji kaynaklı düğümler içeren ağlarda, enerji yönetimi kimi koşulda hayat kurtarıcı olabilir. Acil durumlarda, mevcut koşulları haberdar etme adına, en önemli ihtiyaçlardan biri iletişimdir. MANET, sabit iletişim ağının kullanılabilir olmadığı şartlarda hızlı bir çözümdür. Bu gibi durumlarda ağ içerisindeki düğümlerin enerji tüketimi ciddi bir konudur. En verimli enerji kullanımına ulaşmak, içinde bulunulan koşula göre yönlendirme protokolünün seçilmesi ile olanaklıdır.

1.1. Gezgin Tasarsız Ağlar için Yönlendirme Protokolleri (Routing Protocols for MANETs)

Temelde yönlendirme protokollerinin çalışma prensipleri en uygun yolu seçerek, veriyi hedef düğüme ulaştırmaktır. En uygun yolu belirlemede farklı yönlendirme protokolleri, farklı ölçütler

kullanırlar. Mevcut uygulamanın ihtiyaçlarına göre herhangi bir yönlendirme protokolü seçilebilir. Yönlendirme stratejisi bazında protokolleri, tabloya dayalı (table-driven) ve isteğe dayalı (on-demand) olarak iki gruba ayırmak mümkündür.

Tabloya dayalı yönlendirme protokollerinde, tüm hedef-kaynak arası mümkün yol bilgileri, ihtiyaç duyulmadan önce hazırlardır ve bu bilgiler tablolarda tutulurlar. Ağ içerisindeki her bir düğüm, periyodik biçimde yönlendirme bilgilerini diğer düğümlere gönderirler ve düğümler tablolarını, bu bilgilere göre düzenli olarak güncellerler. OLSR ve DSDV bu yönlendirme sınıfına düşer.

OLSR yönlendirme protokolü içerisinde düğümler, bağlantı durum bilgisini 1 sıçrama (1-hop) ve 2 sıçrama (2-hop) uzaklıktaki komşularını belirlemek için "Hello" mesajları yayarak iletirler. Hello mesajları düğümlerin komşu listesini ve kendi adresini içerirler ve 2 saniye ön tanımlı [4] olarak yayılırlar. Bu yönlendirme protokolü saf yayılım (pure flooding) kullanmak yerine farklı bir strateji izler. Çoklu yayın mekanizması (multipoint relay) kullanarak aynı yöne yayın paketlerinin tekrarlı olarak gitmesini engeller. Mevcut ağ içerisinde bazı 1 sıçramalı düğümler, çoklu yayın düğümü olarak seçilirler. Bu mekanizma ile ağ içerisinde düğümlerin gereksiz enerji kullanmaları azalır. Özellikle yoğun olan büyük ağlarda, bu yönlendirme protokolü tercih edilir. Ayrıca hedefe ulaşılan en uygun yol, en kısa (en az sıçramalı) yol olarak belirlenir.

DSDV yönlendirme protokolünde, OLSR'den farklı olarak tablolarda rotaların sıra numaraları (sequence number) tutulur. Tutulan sıra numaraları, belirlenen rotaların güncel olup olmadığını belirlemede kullanılır. Bu sayede eski yolların (stale routes) elenmemesi sağlanır [1].

İsteğe dayalı yönlendirme protokollerinde rotaların bilgileri ancak gerek duyulduğunda oluşturulur. Eğer iki düğümün arasında herhangi bir iletişim yoksa bu iki düğüm arasındaki rota bilgilerine de ihtiyaç yoktur. Ağ içerisinde bir düğüm diğer düğüme veri göndermek istediğinde rota keşif işlemi başlar. Bu işlemden dolayı, isteğe dayalı yönlendirme protokolü vakit harcar ve en uygun yolu en az gecikmeli yol olarak belirler. AODV ve DSR bu yönlendirme protokolünde yer alırlar.

AODV yönlendirme protokolünde kaynak düğüm (source node) bir paket göndermek istediğinde öncelikle hedefine rota istek paketi (RREQ) yayar. Ara düğümler sırasıyla bu isteği kendi komşularına iletirler, bu işlem sürerken tüm ara düğümler, bu istek paketinin ilk kopyasını aldığı komşunun adres bilgilerini saklarlar. Saklanan bu bilgi ters yolun (reverse route) oluşmasını sağlar. İstek paketi hedefe ulaşana dek bu işlem devam eder ve topoloji değiştiğinde rota keşif işlemi tekrar başlatılabilir. Hedef düğüm istek paketini aldığı rota cevap (RREP) paketini, kaynak düğüme gönderir. Bu işlem ile ileri yol (forward route) saptanmış, en az gecikmeli yol bulunmuş ve rota keşfi tamamlanmış olur. Belirlenen rotadaki bir ara düğüm, rota üzerindeki herhangi bir komşusundan Hello mesajı almaz ise, kaynak düğüme doğru bir başarısızlık mesajı (RERR) yayar. Ayrıca, DSDV protokolünde olduğu gibi bu protokolde de eski yolları belirlemek ve temizlemek adına rotaların sıra numaraları bilinir.

DSR yönlendirme protokolü AODV protokolü ile benzer olsa da, rota keşif işlemleri farklıdır. DSR, ileri ve geri yolları yerine tek bir kaynak yolu (source route) kullanır. Kaynak düğüm bu yol ile yalnızca en az gecikmeli rota bilgisini değil aynı zamanda diğer tüm alternatif yol bilgilerini de öğrenmiş olur. DSR’de eski rota bilgilerini elemek için kullanılan bir mekanizma yoktur. Bu eksiklikten ötürü, DSR protokolünde düğümler eski rotalarla karşılaşabilirler. Ek olarak, bu yönlendirme protokolünde düğümler komşularını belirlemek adına Hello mesajları kullanmadıklarından rota bozulduğunda bu rotayı kullanana kadar durumdan haberdar olmazlar.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI (LITERATURE REVIEW)

Bu bölümde, bahsi geçen yönlendirme protokolleri ile yapılan, sınırlı sayıdaki enerji tüketimi değerlendirme çalışmalarına ve bu çalışmaların sonuçlarına yer verilmiştir. Enerji tüketimi bir ölçüt olarak ilk kez AODV, DSR, TORA ve DSDV için Network Simulator 2 (NS 2) benzetim ortamında kullanılmıştır [6]. Bu çalışma düğüm sayıları, alan, duraklama süresi, kaynak düğüm sayısı ve veri boyutu olmak üzere beş farklı koşul altında değerlendirilmiştir. Ayrıca aynı protokoller bir başka çalışmada düğüm sayısı, sabitlenmiş hız, duraklama süresi ve rasgele hız şartları altında kıyaslanmıştır [7]. Her iki çalışma sonuçlarına göre, TORA yönlendirme protokolü tüm şartlar

altında en fazla enerji tüketim miktarına sahipken AODV, DSR ve DSDV yönlendirme protokollerinin enerji tüketimleri birbirlerine yakın olarak gözlenmiştir [6], [7].

Diğer bir çalışmada aynı protokoller (AODV, DSR, TORA ve DSDV) yine NS 2 ortamında düğüm sayısı ve duraklama süresi kullanılarak enerji tüketimleri analiz edilmiş ve DSDV yönlendirme protokolünün diğerlerine oranla daha iyi performans sergilediği, TORA’nın ise en aşırı enerji tüketimine sahip olduğu sonucuna varılmıştır [8].

Farklı bir çalışmada ise, AODV, DSR ve DSDV protokolleri düğüm sayısı ve hız değişkenleri ile kıyaslanıp, DSDV’nin en az enerji harcadığı grafiklerde aktarılmıştır [9]. Bunun yanı sıra AODV ve DSR hız değişimi senaryosunda birbirlerine yakın sonuçlar verdiği gözlenmiştir.

AODV, DSDV ve OLSR protokollerinin hız ve paket sayısı değişkenlerine göre değerlendirildiği bir çalışma sonuçlarında ise, AODV’nin en çok tüketime sahip olduğu kanısına varılmıştır. Diğer yandan DSDV’nin OLSR’ye kıyasla belli belirsiz de olsa daha verimli olduğu gözlenmiştir [10].

Son olarak AODV, DSR ve OLSR ile yapılan NS 2 ortamındaki enerji tüketimi değerlendirilmesinde, grafikler her koşulda AODV ve DSR protokollerinin yakın seyretmesi ve OLSR protokolünün her daim en iyi performansla sahip olması yönündedir [4].

3. PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ VE BENZETİM ORTAMI (PERFORMANCE METRICS AND SIMULATION ENVIRONMENT)

Belirtilen protokollerin enerji tüketimlerini değerlendirebilmek adına kullanılan önemli değişkenler ve farklı senaryolar Tablo 1 de gösterilmiştir. Görüldüğü gibi bu benzetim ortamında dört farklı senaryo kullanılmıştır.

Alan boyutu senaryosunda, düğümlerin yayıldığı alan $500 \times 500 \text{ m}^2$ ’den $1000 \times 1000 \text{ m}^2$ ’ye artarak değişmektedir. Diğer şartlarda ise alan $1000 \times 1000 \text{ m}^2$ olarak kullanılmaktadır. Düğüm sayısının enerji tüketimindeki etkisini analiz edebilmek adına, ağ içerisindeki düğüm sayısı 10’dan 60’a belli aralıklarla arttırılmıştır. Farklı senaryolarda bu sayı, 50 düğüm olarak düzenlenmiştir. Yük

miktarı senaryosunda ise belirlenen yük miktarı 25-150 Kbit/s olarak değişir, bunun yanında diğer senaryolarda kullanılan yük miktarı 100 Kbit/s olarak sabitlenmiştir. Son olarak hız değişimi senaryosu için düğümlere 2-30 m/s arasında değişen hızlar verilmiştir. Bunun dışındaki senaryolarda hız 2 m/s olarak düzenlenmiştir.

Düğümler enerjilerini dört farklı durumda (modda) harcarlar. Bunlar transfer modu, alma modu, boşa kalma modu ve uyku modudur. Ağ içerisinde bir düğüm diğer düğüme veri gönderiyorsa bu düğüm transfer modunda, bir düğüm diğer düğümden veri alıyorsa alma modundadır. Bu düğümler sırasıyla transfer ve alma enerjilerine ihtiyaç duyarlar. Eğer bir düğüm veri alıp vermiyor fakat bir veri için hazırsa boşa kalma modundadır ve belli bir enerji harcar. Düğümlerin boşa kalma modunda harcadıkları enerji transfer modunda harcanan enerjiden az olmasına karşın alma modunda harcanan enerjiye çok yakındır. Ayrıca, bir düğüm veri alıp vermiyor ve bir veri için hazır değilse uyku modundadır ve bu düğüm yine bu modda da belli bir enerjiye ihtiyaç duyar. Harcanan bu enerji diğer modlara kıyasla gözardı edilebilecek kadar az miktardadır ve çalışmamızda düğümler uyku modunda hiç bulunmayacak şekilde düzenlenmişlerdir.

Bu sebeple çalışmamızdaki protokollerin enerji tüketimlerini değerlendirmek için dört farklı ölçüt kullanılmıştır. Bu ölçütler ağ içerisindeki düğümlerin Toplam Enerji Tüketimleri, toplam enerji tüketimine kıyasla Boşa Kalma Modunda iken harcadığı enerji yüzdesi (Boşa Enerji Tüketimi), toplam enerji tüketimine kıyasla Transfer Modunda iken harcadığı enerji yüzdesi (Tx Enerji Tüketimi) ve toplam enerji tüketimine kıyasla Alma Modunda harcadığı enerji yüzdesi (Rx Enerji Tüketimi) olarak belirlenmiştir. Bu performans ölçütlerinden Toplam Enerji Tüketimi Joule cinsinden verilmiştir ve enerjinin modlara göre yüzdelik olarak dağılımını görebilmek adına diğer ölçütler yüzdelik olarak ele alınmıştır.

4. PERFORMANS DEĞERLENDİRME SONUÇLARI (RESULTS OF PERFORMANCE EVALUATION)

Bu bölümde belirtilen yönlendirme protokollerinin farklı senaryolar kullanılarak değerlendirilmesi ve bu değerlendirmelerin sonuçları sunulmuştur. Her bir senaryo için elde

edilen veriler, NS 2 benzetim programının 50 kez çalışmasının ortalaması alınarak belirlenmiştir.

Tablo 1. Benzetim Ortamında Kullanılan Değişkenler (Parameters used in Simulation Environment)

Değişkenler	Düğüm Sayısı	Yük Miktarı	Hız	Alan Boyutu
Alan Boyutu	1000×1000 m ²			500×500 - 1000×1000 m ²
MAC Protokolü	IEEE 802.11a			
Kanal Kapasitesi	2 Mbit/s			
Başlangıç Enerjisi	1000 J			
Transfer Menzili	250 m			
Düğüm Sayısı	10-60 adet	50 adet		
Hız	2 m/s	2-30 m/s	2 m/s	
Duraksama Süresi	0 s			
Kaynak - Hedef Çifti Sayısı	10 bağlantı			
Yük Miktarı	100 Kbit/s	25-150 Kbit/s	100 Kbit/s	
Transfer Modu (Tx) Enerjisi	1.4 W			
Alma Modu (Rx) Enerjisi	1.0 W			
Boşa Kalma Modu Enerjisi	0.32 W			
Uyku Modu Enerjisi	0 W			
Benzetim Süresi	300 saniye			

4.1. Düğüm Sayısı Değişim Senaryosu (Number of Node Varying Scenario)

Yukarıda bahsi geçen tüm yönlendirme protokollerinin enerji tüketim performansları, düğüm sayısı değişimine göre değerlendirilmiş ve Şekil 1'de gösterilmiştir. Şekil 1(a)'da gözlenebildiği gibi, tüm protokollerin toplam enerji tüketim miktarı ağda bulunan düğüm sayısının artmasına oranla düzenli olarak yükselmektedir. En yoğun düğüm sayısının olduğu durumda, DSDV'nin toplam enerji tüketimi 223 J ile en az olduğu belirlenmiştir. Diğer bir tabloya dayalı yönlendirme protokolü olan OLSR ise DSDV'yi 245 J ile takip etmektedir. Aynı sınıfa düşen AODV ve DSR birbirlerine çok yakın olmalarının yanı sıra, toplam enerji tüketim miktarları sırası ile 257 J ve 262 J olarak

belirlenmiştir. Şekil 1(d)'den anlaşıldığı gibi, kaynak düğüm ile hedef arasında yer alan düğüm sayısı yoğunluğu arttıkça ara düğümler düzenli olarak alma moduna geçiş yaptıklarından dolayı, bu modda daha çok zaman harcarlar. Aynı sebeple boşa kalma modunda uzun süre kalamazlar. Daha önce belirtildiği üzere, DSDV ve OLSR en uygun yolu, en kısa yol olarak belirleyip verilerini bu şekilde iletirler. AODV ve DSR ise en az gecikmeli yolu kullanırlar, fakat bu yol en uzun yol da olabilir. Bundan dolayı, DSDV ve OLSR boşa kalma modunda daha fazla zaman geçirebilmekte ve isteğe dayalı yönlendirme protokollerine nazaran daha fazla enerji harcamaktadırlar.

4.2. Yük Miktarı Değişim Senaryosu (Load Varying Scenario)

Yönlendirme protokollerinin yük miktarı değişim grafikleri, Şekil 2'de verilmiştir. Şekil 2(a)'nın gösterdiği gibi yük miktarı artışı, düğümler arasında paket alışveriş sıklığını arttırıp, tüm protokollerin toplam enerji tüketim miktarlarını da yükseltmektedir. Belirlenen yük miktarının 150 Kbit/s ile en fazla olduğu durumda, DSDV'nin 251 J toplam enerji tüketim

miktarı ile yine en az olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca OLSR, AODV ve DSR'nin toplam enerji tüketim miktarları sırasıyla 259 J, 268 J ve 270 J olarak elde edilmiştir. Ağdaki düğümler sürekli veri alıp gönderdiklerinden dolayı Tx ve Rx enerji tüketim grafikleri (Şekil 2(c) ve (d)) yukarı doğru seyretmekte, bunun sonucu olarak düğümler boşa kalma modunda (Şekil 2(b)) daha az zaman geçirebilmektedirler. Ayrıca DSDV, Tx ve Rx durumunda da en az enerji yüzdeliğine sahip olan yönlendirme protokolü olarak gözlenmiştir.

4.3. Hareket Hızı Değişim Senaryosu (Movement Speed Varying Scenario)

Ağda bulunan düğümlerin hareket hızındaki artış, Şekil 3(a)'da görüldüğü gibi tüm protokollerin toplam enerji tüketim miktarlarını aşağı doğru çekmektedir. Tabloya dayalı yönlendirme protokollerinden olan DSDV'nin toplam enerji tüketimi diğer protokollere nazaran bu senaryoda da en azdır. Düğümlerin hız kazanması, mevcut ağın topolojisinin sürekli değişmesine ve ağın istikrarlı yapısının bozulmasına sebep olmaktadır. Bu bağlantı kopmalarını da beraberinde getirip, paketlerin hedef düğüme ulaşamamasına neden olmaktadır. Tx enerji tüketim yüzdesi

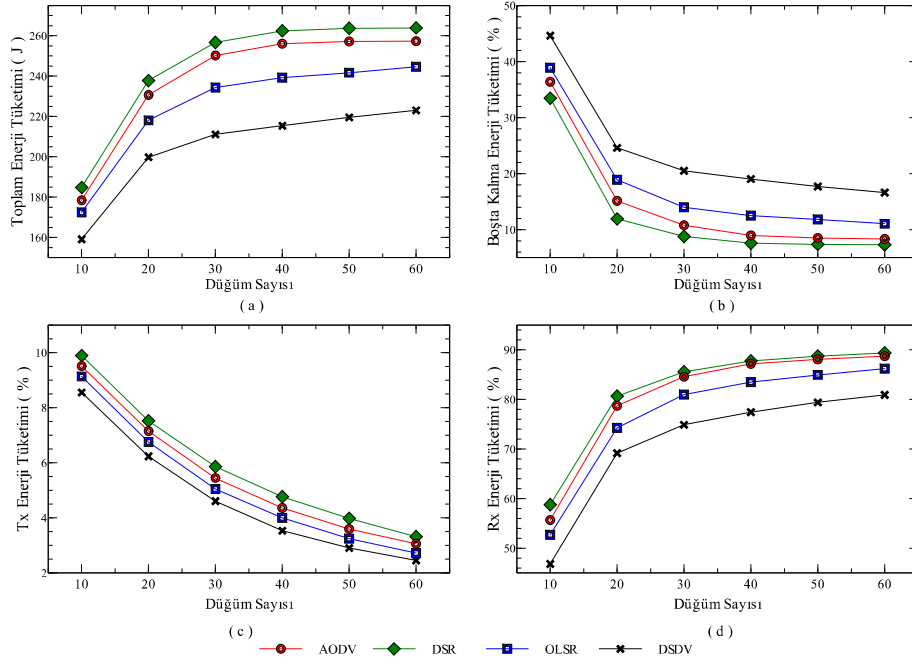
değişmezken, yaşanan paket kayıplarından dolayı Rx enerji tüketim yüzdesi düşmektedir. Düğümler arası paket alışverişlerinin azalmasından kaynaklı olarak, tüm protokollerde boşa kalma süresi artıp, bu modda enerji tüketiminin yükselmesine neden olmaktadır.

4.4. Alan Değişim Senaryosu (Area Varying Scenario)

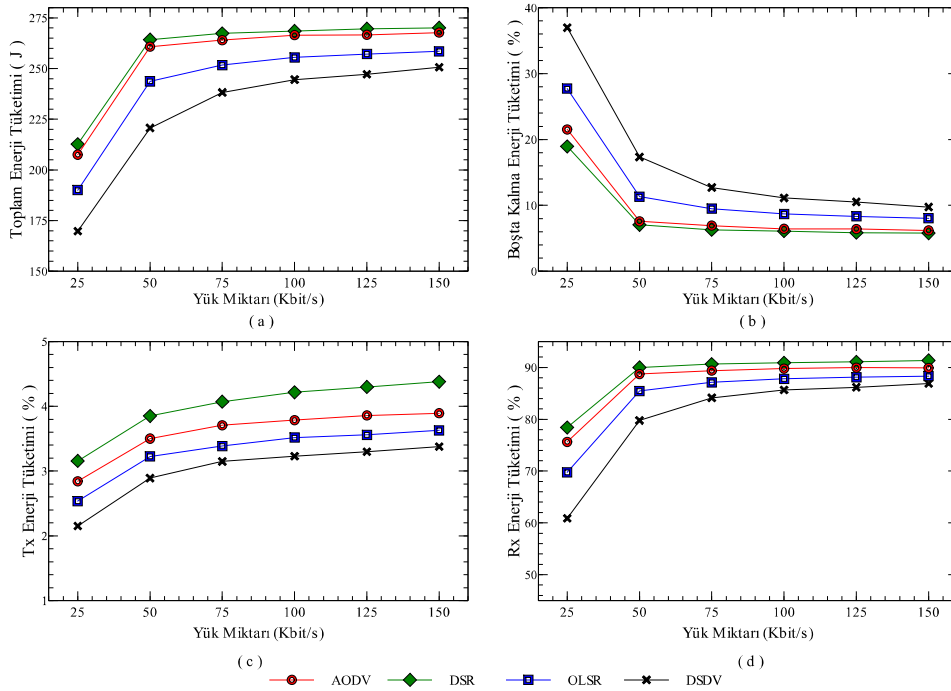
Bahsedilen yönlendirme protokollerinin enerji tüketimleri, ağın yayıldığı alanın değişimine göre değerlendirilmiş ve Şekil 4'de gösterilmiştir. Düğümlerin dağıldığı alan boyutunun artması ile tüm protokollerin toplam enerji tüketimlerinin $500 \times 500 \text{ m}^2$ 'den $600 \times 600 \text{ m}^2$ 'e geçtiği bölümde çok yakın seyretmesine karşın, bundan sonraki bölümlerde kademeli olarak azaldığı Şekil 3(a)'da gözlenmektedir. Kaynak düğümle hedef düğüm arasındaki ara düğüm sayısı yoğunluğu, alanın artmasıyla azalabileceğinden ve düğümler birbirlerinin menzilleri dışına çıktıklarından dolayı düğümler boşa kalma modunda (Şekil 3(b)) daha fazla zaman harcayıp bu modda daha çok enerji tüketirler. Aynı sebeplerle Tx modunda (Şekil 3(c)) enerji harcama yüzdeliği artarken Rx modunda (Şekil 3(d)) düşmektedir. Görüldüğü gibi yine DSDV başta olmak üzere tabloya dayalı yönlendirme protokolleri, alan değişimi senaryosunda da en az enerji tüketimine sahiptirler.

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

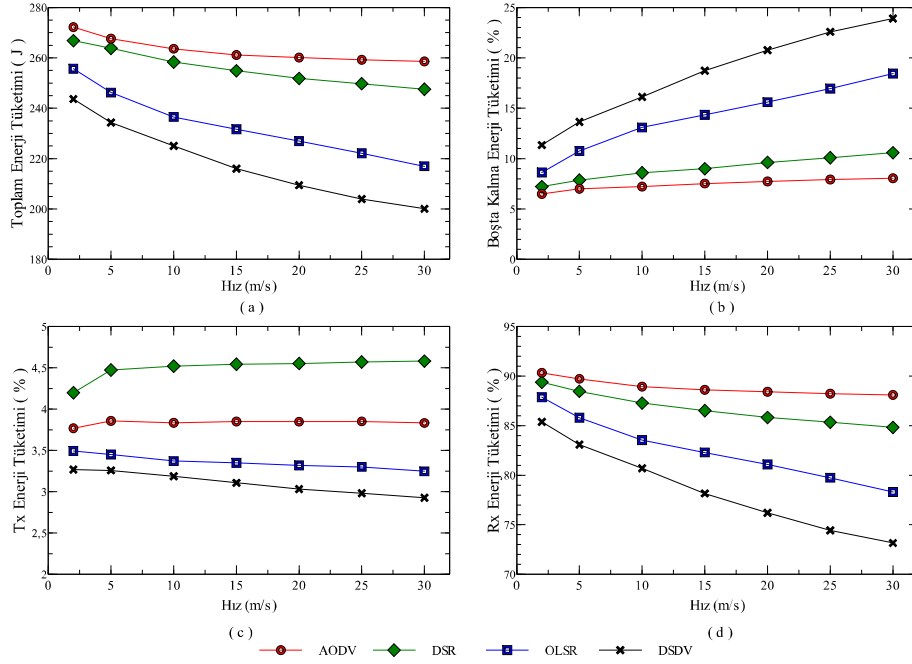
Bu çalışmada AODV, DSR, OLSR ve DSDV yönlendirme protokollerinin farklı senaryolardaki toplam enerji tüketim ve diğer durumlardaki enerji tüketim (boşa kalma, alma ve transfer etme) davranışları değerlendirilmiştir. Ulaşılan sonuçlara göre diğer tüm protokollere kıyasla enerji tüketiminin her koşulda en az olduğu protokol DSDV'dir. Bir diğer tabloya dayalı yönlendirme protokolü olan OLSR, DSDV'yi takiben her senaryoda isteğe dayalı protokollere nazaran iyi bir performans sergilemiştir. AODV ve DSR tüm senaryolarda birbirlerine çok yakın seviyede enerji tüketmektedirler. Buna ek olarak gelecekteki çalışmalarımız MANET için verimli enerji tüketmeye odaklı yeni yönlendirme protokolleri geliştirmek olacaktır.



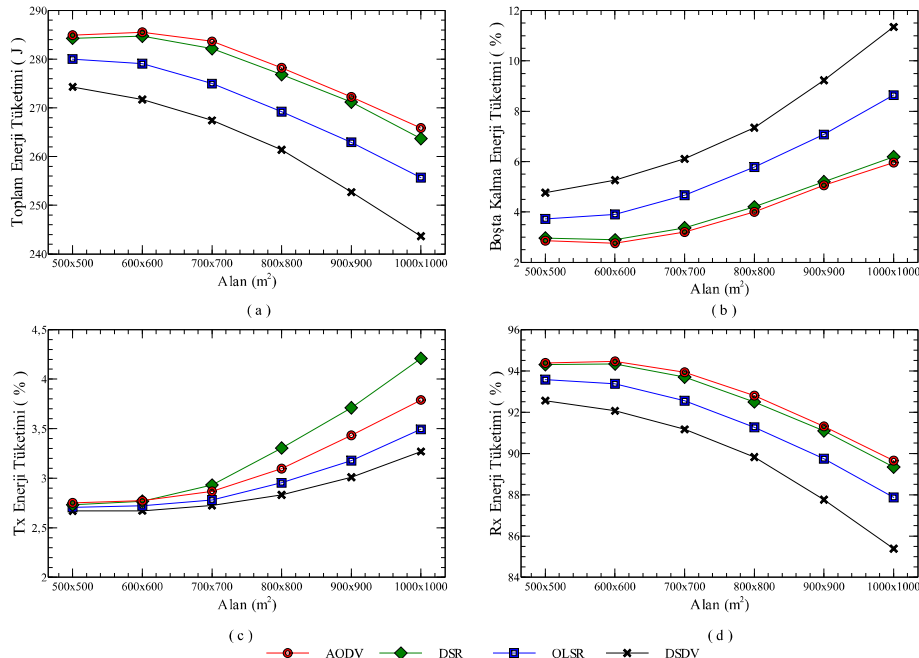
Şekil 1. Düğüm sayısına göre (a) Toplam Enerji Tüketimi (b) Boşta Kalma Enerji Tüketimi (c) Tx Enerji Tüketimi (d) Rx Enerji Tüketimi (Number of Node Varying (a) Total Energy Consumption (b) Idle Energy Consumption (c) Tx Energy Consumption (d) Rx Energy Consumption)



Şekil 2. Farklı Yük Miktarında (a) Toplam Enerji Tüketimi (b) Boşta Kalma Enerji Tüketimi (c) Tx Enerji Tüketimi (d) Rx Enerji Tüketimi (Load Varying (a) Total Energy Consumption (b) Idle Energy Consumption (c) Tx Energy Consumption (d) Rx Energy Consumption)



Şekil 3. Hız Değişimine göre (a) Toplam Enerji Tüketimi (b) Boşta Kalma Enerji Tüketimi (c) Tx Enerji Tüketimi (d) Rx Enerji Tüketimi (Speed Varying (a) Total Energy Consumption (b) Idle Energy Consumption (c) Tx Energy Consumption (d) Rx Energy Consumption)



Şekil 4. Alan Değişimine göre (a) Toplam Enerji Tüketimi (b) Boşta Kalma Enerji Tüketimi (c) Tx Enerji Tüketimi (d) Rx Enerji Tüketimi (Area Varying (a) Total Energy Consumption (b) Idle Energy Consumption (c) Tx Energy Consumption (d) Rx Energy Consumption)

KAYNAKLAR(REFERENCES)

- [1] S. K. Sarkar, T. G. Basavaraju ve C. Puttamadappa, Ad Hoc Mobile Wireless Networks: Principles, Protocols and Applications, New York: CRC Press, 2008.
- [2] S. E. Khediri, N. Nasri, A. Benfradj, A. Kachouri ve A. Wei, "Routing Protocols in MANET: Performance Comparison of AODV, DSR and DSDV Protocols using NS2", IEEE International Symposium on Networks, Computers and Communications, Hammamet, 2014.
- [3] R. Gupta ve R. Bhatia, "A Review of Performance Comparison of DSR, AODV and TORA Routing Protocols", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, cilt 4, no. 8, 592-596, 2014.

- [4] K. Kunavut, "Performance and Comparative Analysis of Energy Consumption for Mobile Ad Hoc Routing Protocols", 14th IEEE International Symposium on Communications and Information Technologies, Incheon, 2014.
- [5] K. Pandey ve A. Swaroop, "A Comprehensive Performance Analysis of Proactive, Reactive and Hybrid MANETs Routing Protocols", International Journal of Computer Science, cilt 8, no. 6, 432-441, 2011.
- [6] J. C. Cano ve P. Manzoni, "A Performance Comparison of Energy Consumption for Mobile Ad Hoc Network Routing Protocols", 8th IEEE International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunication Systems, San Francisco, CA, 2000.
- [7] J. H. Zhang, H. Peng ve F. J. Shao, "Energy Consumption Analysis of MANET Routing Protocols based on Mobility Models", 8th IEEE International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, Shanghai, 2011.
- [8] M. V. Khiavi, S. Jamali ve S. J. Gudakahriz, "Performance Comparison of AODV, DSDV, DSR and TORA Routing Protocols in MANETs", International Research Journal of Applied and Basic Sciences, cilt 3, no. 7, 1429-1436, 2012.
- [9] A. Kumar, M. Q. Rafiq ve K. Bansal, "Performance Evaluation of Energy Consumption in MANET", International Journal of Computer Applications, cilt 42, no. 2, 7-12, 2012.
- [10] C. Samara, E. Karapistoli ve A. A. Economides, "Performance Comparison of MANET Routing Protocols based on real-life scenarios", 4th IEEE International Congress on Ultra Modern Telecommunications and Control Systems and Workshops, St. Petersburg, 2012.