

# Hareketli Ad-Hoc Ağlarda Bir Hareketlilik Yönetimi Protokolü

İbrahim Alper DOĞRU, Mehmet ŞİMŞEK, Muhammet Ali AKÇAYOL

## ÖZET

Bu çalışmada, hareketli ad-hoc ağlar (Mobile Ad-hoc Networks, MANETs) için bir hareketlilik haberdar ad-hoc yönlendirme protokolü (Mobility Aware Ad-hoc Routing-MAAR) geliştirilmiştir. Geliştirilen protokol, aktif bağlantının kopacağını belirleyerek bağlantı kopmadan yeni bir yol kurmaktadır. Geliştirilen protokol network Simulator-2 (ns-2) benzetim aracı kullanılarak test edilmiş ve test sonuçları kablosuz ağlarda yaygın olarak kullanılan Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) Protokolü ve Destination Sequenced Distance Vector (DSDV) ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçlar geliştirilen protokolün kablosuz ağlarda hareketlilik yönetiminde başarılı olduğunu göstermiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hareketlilik Yönetimi, Yönlendirme, Protokol, Kablosuz Ağlar, Tasarsız Ağlar.

## A Mobility Management Protocol On Mobile Ad-Hoc Networks

### ABSTRACT

In this study, mobility aware ad-hoc routing protocol (MAAR) has been developed for mobile ad-hoc networks (MANETs). Developed protocol determines the disconnection of active link and before the disconnection it establishes a new route. Developed protocol has been extensively tested using network simulator-2 (ns-2) and simulation results are compared with Ad Hoc On Demand Distance Vector (AODV) Protocol and Destination Sequenced Distance Vector (DSDV) which are often used in wireless networks. Experimental results show that the developed protocol is successful on mobility management in wireless networks.

**Key Words:** Mobility Management, Routing, Protocol, Wireless Networks, Ad-hoc Networks

### 1. GİRİŞ

Hareketli ad-hoc kablosuz ağlarda hareketlilik yönetimi düğümlerin hareketliliğinden kaynaklanan sinyal zayıflaması ve bağlantı kopukluklarını en aza indirmeyi amaçlamaktadır. Böylece, bağlantı kopukluklarından meydana gelen veri kaybı en aza indirilmektedir. Hareketli ad-hoc ağlarda yönlendirme işlemini gerçekleştirebilmek için birçok protokol geliştirilmiştir. Bunlardan en çok bilinenleri Ad-hoc On Demand Distance Vector (AODV) yönlendirme protokolü (1), Dynamic Source Routing (DSR) protokolü (2), Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector (DSDV) yönlendirme protokolü (3) ve Zone Routing Protocol (ZRP) (4) olarak sıralanabilir. Bu yönlendirme protokollerinin tamamı, hareketliliğin getirdiği sorunları çözmek için farklı yöntemler kullanmışlardır. 1997 yılında Vincent D. Park ve M. Scott Corson yayınladıkları makalelerinde, hızlı yol kuran ve onaran, döngüden bağımsız bir

yönlendirme protokolü geliştirmişlerdir (5). Bu protokol, topoloji değişikliklerine çabuk adapte olmakta ve geçersiz yolları makul sürelerde tespit edebilmektedir. 1999 yılında A. Bruce McDonald ve Taieb Znati, ad-hoc ağlarda düğümlerin hareketliliğinin modellenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır (6). Bu çalışmalarında hareketlilik yönetimi protokolü geliştirmekten ziyade, belirli başlangıç koşullarında düğümlerin hareket desenlerinin tespiti üzerine çalışmışlardır. 1999 yılında Marc. R. Perlman ve Zygmunt J. Haas, geliştirdikleri yol kestirim tekniği ZRP için en uygun bir yapılandırma sunmuşlardır (7). 2002 yılında Desney S Tan ve arkadaşları, ad-hoc yönlendirme protokollerinde kullanılacak bir hareketlilik modeli geliştirmişlerdir (8). Bu çalışmalarında düğümlerin bireysel hareketlilikleri ve diğer düğümler ile olan ilişkileri göz önüne alınarak bir hareketlilik modeli geliştirilmiştir. 2003 yılında Savyasachi Samal yaptığı yüksek lisans çalışmasında ad-hoc ağlar için hareketlilik haberdar bir yönlendirme algoritması geliştirmiştir (9). 2004 yılında Jean Michel Dricot ve Philippe De Doncker, ad-hoc yönlendirme protokollerinin test edilmesi için kullanılan fiziksel yayılım modelleri dışında bir başka fiziksel yayılım modeli geliştirmişlerdir (10). Geliştirdikleri model hareketlilik açısından yüksek doğruluk sağlamaktadır.

*Makale 21.07.2008 tarihinde gelmiş, 24.12.2008 tarihinde yayınlanmak üzere kabul edilmiştir.*

*I. A. DOĞRU, M. ŞİMŞEK, M. A. AKÇAYOL Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Maltepe, ANKARA*

*e-posta : iadogru@sgk.gov.tr, mehmet.simsek@gazi.edu.tr, akcayol@gazi.edu.tr*

*Digital Object Identifier 10.2339/2008.11.4. 313-318*

Bu çalışmada, hareketli ad-hoc ağlarda sezgisel olarak hareketlilik yönetimi gerçekleştiren bir yönlendirme protokolü geliştirilmiştir (MAAR). Anlık sinyal seviyesi değişimleri, düğümlerin hareket yönü ve birbirlerine olan uzaklıkları sürekli olarak izlenerek olası bağlantı kopuklukları tahmin edilip, veri aktarımı için yeni yolların bulunması sağlanmıştır.

## 2. YÖNLENDİRME ROTOKOLLERİ VE HAREKETLİLİK YÖNETİMİ

Bu bölümde hareketli ad-hoc kablosuz ağlarda yaygın olarak kullanılan ve bu çalışmada da karşılaştırma amacıyla kullanılmış olan AODV ve DSDV yönlendirme protokolleri anlatılmıştır. Karşılaştırılan protokoller olarak AODV ve DSDV özellikle seçilmiştir. AODV, talep üzerine çalışan bir yönlendirme protokolüdür. DSDV ise tablo kullanan bir yönlendirme protokolüdür. İki farklı tür yönlendirme mantığına dayanan önemli iki protokol olan AODV ve DSDV bu nedenle seçilmiştir.

### 2.1. AODV Protokolü

AODV yol bulmak için isteğe bağlı olarak harekete geçer. Bir düğüm bir başka düğümle iletişime geçmek istediği zaman yol kurma isteği yayınlar. İsteğe karşılık gelen ilk cevabın geldiği yol kullanılarak haberleşmeye başlanır. Elde edilen yolların güncelliklerini belirlemek için her yola bir sıra numarası atanır. Sıra numarası en büyük olan yol en güncel yol anlamına gelmektedir. AODV'de paketlerin takip edeceği yol kaynağa belirlenmez. Bunun yerine kaynak düğüm ve her ara düğümde yalnızca bir sonraki düğümün adresi tutulur. İsteğe bağlı bir yönlendirme protokolünde yol, istenen hedef için kullanılabilir olmadığı zaman kaynak düğüm ağa bir yol istek mesajı yayınlar. Bir yol istek mesajı'nda kaynak tanımlayıcı (Src ID), hedef tanımlayıcı (Dest ID), kaynak sıra numarası (SrcSeqNum), hedef sıra numarası (DestSeqNum), yayın tanımlayıcı (Bcast ID), ve yaşam süresi (TTL) alanları bulunur. DestSeqNum, kaynağın talep kabul ettiği yolun tazeliğini gösterir. Bir ara düğüm bir yol istek mesajı aldığı zaman bu mesajı ya komşularına iletir ya da hedefe doğru geçerli bir yola sahipse bir yol cevap mesajı hazırlar. Ara düğümdeki yolun geçerliliği, ara düğümdeki sıra numarası ile yol istek mesajı paketinde yer alan DestSeqNum alanının karşılaştırılması ile elde edilir (1).

### 2.2. DSDV Protokolü

DSDV'de her bir düğüm, ağdaki diğer düğümlere bir yol bulunan bir tablo tutar. Her satırda hedef düğüm, sonraki düğüm, uzaklık ve sıra numarası kayıtlıdır. Sıra numarası o yolun güncelliğini gösterir. Bir düğüm topolojide anlamlı bir değişiklik gördüğü zaman kendi tablosunu diğer düğümlere gönderir. Değişiklik büyük ise bütün tablo gönderilir, değilse sadece o parçası gönderilir. Bir düğümde giden yol ile ilgili bir değişiklik olduğu zaman bu durum komşu düğümlere daha yüksek bir sıra numarası ile bildirilir. Bu değişikliği alan her düğüm, yönlendirme tablosunu günceller ve

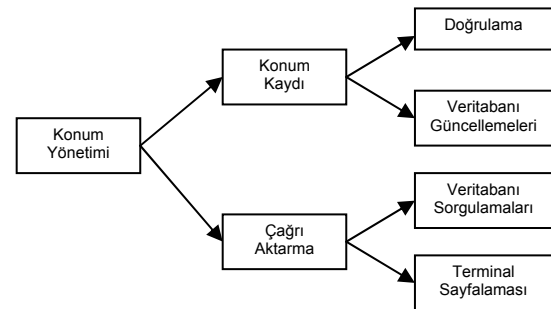
değişikliği kendi komşularına bildirir. Bu şekilde bütün ağ bu değişiklikten haberdar olur (3).

### 2.3. Hareketlilik Yönetimi

Ağlarda sınırsız iletişimin ve hesaplamının önündeki en önemli ve zorlayıcı problemlerden biri hareketlilik yönetimidir. Hareketlilik yönetimi telekomünikasyon ağlarının çağrı aktarmak için dolaşım terminallerinin belirlenmesi ve terminal yeni bir hizmet alanına hareket ederken bağlantıları muhafaza etmeyi sağlamasıdır. Böylece hareketlilik yönetimi hareketli terminalleri destekleyerek kullanıcıların dolaşım yapmasına izin verirken eş zamanlı olarak kullanıcılara gelen çağrıları sunmakta ve devam eden çağrıları da desteklemektedir. Hareketlilik yönetimi iki bileşenden oluşmaktadır. Bunlar konum yönetimi ve aktarım yönetimidir (11).

*Konum Yönetimi:* Konum yönetimi ağı Şekil 1'de gösterildiği gibi hareketli kullanıcının geçerli bağlantı noktasını belirlemesini sağlayan iki aşamalı bir süreçtir. İlk aşama konum kayıdır. Bu aşamada hareketli terminal periyodik olarak ağa yeni erişim noktasını bildirerek, ağın kullanıcıyı onaylamasını ve kullanıcının konum profilini gözden geçirmesini sağlamaktadır. İkinci aşama ise çağrı aktarımıdır. Bu aşamada ağ kullanıcısı konum profili açısından sorgulanmakta ve hareketli ana sistemin geçerli konumu bulunmaktadır (11).

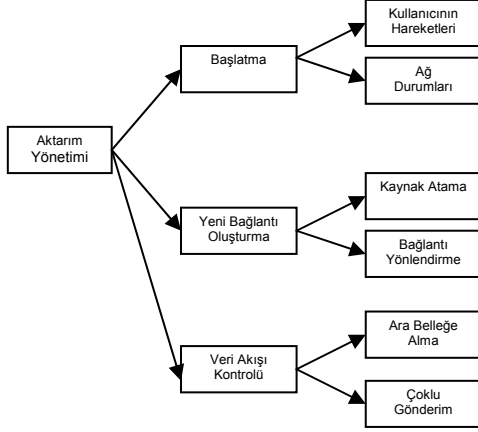
Konum yönetimi için şu an geçerli olan teknikler veritabanı mimari tasarımını ve bir sinyal ağının çeşitli parçaları arasında sinyal mesajlarının iletilmesini içermektedir. Hareketli abonelerin sayısı artarken, artan sayıdaki abone nüfusunu etkili bir şekilde desteklemek üzere yeni ya da iyileştirilmiş programlara gereksinim duyulmaktadır. Konum yönetimindeki diğer önemli faktörler de şunlardır; güvenlik, dinamik veritabanı güncellemeleri, terminal çağrı yöntemleri ve çağrı gecikmeleri. Şekil 1 bu araştırma konularını ilgili konum yönetim işlemleriyle ilişkilendirmektedir (11).



Şekil 1. Konum yönetimi

*Aktarım Yönetimi:* Aktarım yönetimi, mobil kullanıcı hareket etmeye ve ağa erişim noktasını değiştirmeye devam ettikçe ağın kullanıcı bağlantısını muhafaza etmesini sağlamaktadır. Aktarımın üç aşamalı süreci ilk olarak kullanıcının, bir ağ temsilcisinin veya değişen ağ koşullarının aktarım gereksinimini tanımladığı başlatma aşamasını içermektedir. İkinci aşamada ise ağın bağlantıyı aktarmak için yeni kaynaklar bulmasının

gerektiği yeni bir bağlantı kurulması gerekmektedir. Hareketli Kontrol Aktarımı ya da Hareketli Yardım Aktarımı olarak adlandırılan yeni bir bağlantı oluşturularak, aktarım için yeni kaynaklar bulur ve bu ağ tarafından onaylanır. Son aşama ise veri akışı kontrolüdür. Aktarım yönetimi işlemleri Şekil 2’de sunulmaktadır (11).



Şekil 2. Aktarım yönetimi

### 3. GELİŞTİRİLEN YÖNLENDİRME PROTOKOLÜ VE BENZETİM SENARYOLARI

MAAR, temel olarak AODV protokolü gibi talep üzerine çalışmaktadır. İlk yol kurma metodu AODV ile aynıdır. Ancak, devamlı hareket halinde olan düğümler nedeniyle devamlı değişen topoloji bilgilerinin güncellenmesi sırasında bazı değişiklikler yapılmıştır. Yapılan bu değişiklikler her bir düğümün gönderdiği paketlerin alınma sinyal seviyelerinin ölçülmesi ve bu seviyelerin üzerinde yapılan çeşitli hesaplamaların ışığında yönlendirme işlemine karar verilmesi şeklinde olmuştur. Bu yeni durumda düğüm, iletişimde olduğu diğer düğümlerden uzaklaştıkça gönderdiği mesajların sinyal seviyesi azalmaktadır. Bunun anlamı belirli bir zaman geçtikten sonra bu düğümlerin aynı yolu kullanarak iletişim yapmasının imkânsız hale gelmesidir. Bu durumda devamlı güncellenen topoloji tablosunda var olan ve daha yakın olan diğer düğümlerin gönderdiği mesaj sinyallerinin kuvvetliliği kontrol edilir ve hedef düğüme giden başka bir yol, sinyal seviyeleri kullanılarak bulunur. Yeni yol bulunduktan sonra bu yoldan iletişim yapılır. Eğer ki yeni yol bulunamazsa sinyalin zayıfladığı bilgisi, topolojide mesajın geçtiği her düğüme bir önceki düğüm şeklinde bildirilir. Bu mesajı alan her bir düğüm iletişimi devam ettirmek için yeni yol arar. Bu işlem yeni yol bulunana kadar veya kaynak düğüme bu sinyal zayıflama bilgisi gelene kadar devam etmektedir.

Önerilen hareketlilik yönetme yöntemi temel olarak 2 aşamadan oluşmaktadır: aktif bağlantıdan gelen paketlerin alınma sinyal seviyelerinin okunması ve daha önce alınmış olan paketlerin alınma sinyal seviyeleri ile karşılaştırılması, hedef düğüme giden ve bağlantı sinyal seviyesi güçlü olan bir başka yolun belirlenmesidir. Bu işlemlerden sonra ilk bağlantı kopmadan ikinci bağlantı üzerinden iletişim devam ettirilmektedir.

Hareketli kablosuz ağlarda düğümlerin konumlarının belirlenmesi, hareket yönlerinin ve hızlarının önceden tahmin edilmesi son derece güç olduğu için iyi bir hareketlilik yönetimi yaklaşımı kritik bir öneme sahiptir. Önerilen yöntemde aktarımda bulunan düğümler aktif bağlantılarından gelen paketlerin alınma sinyal seviyelerini sürekli olarak takip etmekte ve iletişimde buldukları düğümlerden uzaklaşma veya bu düğüme yaklaşma durumlarına karar vermektedirler. Kullanılan radyo dalgası yayılım modeline göre paketlerin ihmal edileceği bir alt sinyal seviyesi mevcuttur. Bu seviyeden daha aşağı bir sinyal seviyesiyle alınan paketler ihmal edilir. Yani paketi gönderen düğüm artık iletişim menzili dışındadır. Yöntemdeki temel amaç bağlantı kopukluğu yaşanmadan aktarımın kesintisiz olarak devam etmesi ve ağ kaynaklarının korunmasıdır. Bu yüzden ardi ardına alınan paketlerin sinyal seviyelerinde sürekli olarak bir düşüş yaşıyorsa ve sinyal seviyeleri alt seviyeye yaklaşıyorsa bu bağlantının bir süre sonra kopacağına karar verilerek daha sağlam bir bağlantı kurulur. Yöntemde paket sinyal seviyeleri için bir alt eşik değeri belirlenmiş ve bu değere ulaşılması durumunda bağlantının kopacağı var sayılmıştır.

```

if
(Son Alınan Paket Sinyal Seviyesi <= Alt Eşik))
{
    Bağlantı Kopacak
}
else
{
    Bağlantı Kopmayacak
}
    Bağlantının kopup kopmayacağına karar verildikten sonra trafik buna göre şekillendirilir. Eğer bağlantının kopacağına karar verilmişse yeni bir yol kurularak buradan iletişime geçilir, bağlantının kopmayacağına karar verilirse aktarım olduğu gibi devam eder.
while (Tüm paketler bitene kadar)
{
    if (Bağlantı Kopacak != 0)
    {
        Mevcut bağlantıyı kullan
    }
    else
    {
        yeni_yol_ara;
        if (Bağlantısı güçlü bir yol varsa)
            Yeni bağlantıyı kullan;
        else Mevcut bağlantıyı kullan;
    }
}
}
  
```

Benzetim aracı olarak ns-2 ağ benzetim aracı kullanılmıştır (12). MAAR'ı test etmek için iki adet senaryo üretilmiştir. Bu senaryolarda birbirleri ile eşdeğer taşınabilir bilgisayarların kablosuz ve altyapısız haberleştikleri varsayılmıştır. Benzetim ortamına aktarılan senaryolarda bu bilgisayarlardan düğüm olarak bahsedilmektedir. İlk senaryo ile gerçekleştirilen benzetimde

5 tane eş değer düğüm kullanılmış ve bu düğümlerden iki tanesi haberleştirilmiştir. Benzetimin 50. saniyesinde 0 numaralı düğüm Şekil 3'te gösterilen istikamete doğru 5 m/s hızla harekete geçmektedir.

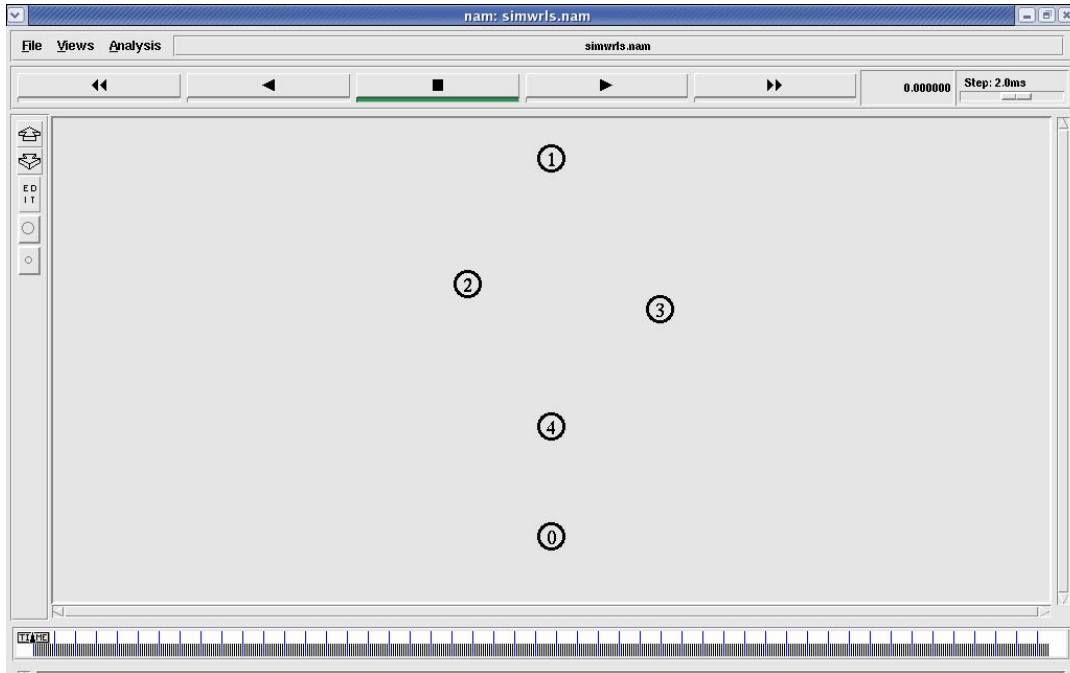
İlk senaryonun başlangıç ekran görüntüsü Şekil 3'te gösterilmektedir.

Veri trafiğini yaratmak için uygulama katmanında FTP (File Transfer Protocol) kullanılmıştır. Benzetimin 10. saniyesinde 0 numaralı düğüm ile 1 numaralı düğüm arasında kurulan Transmission Control Protocol (TCP) bağlantısı üzerinden FTP trafiği başla-

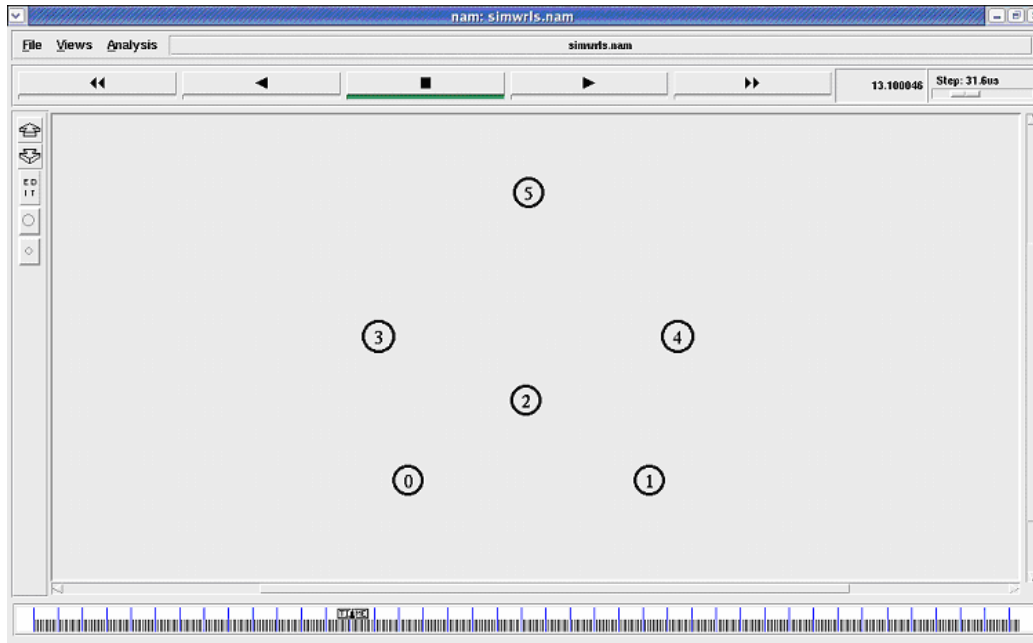
maktadır. Bu TCP bağlantısında veri aktarımı için belirlenen yol "0-4-2-1" şeklindedir.

İkinci senaryo ile gerçekleştirilen benzetimde 6 tane eş değer düğüm kullanılmış ve bu düğümlerden üç tanesi haberleştirilmiştir. Veri trafiğini yaratmak için uygulama katmanında FTP kullanılmıştır. Benzetimin 20. saniyesinde 2 numaralı düğüm Şekil 4'te gösterilen istikamete doğru 10 m/s hızla harekete geçmektedir.

İkinci senaryonun başlangıç ekran görüntüsü Şekil 4'te gösterilmektedir.



Şekil 3. İlk senaryonun başlangıç ekran görüntüsü

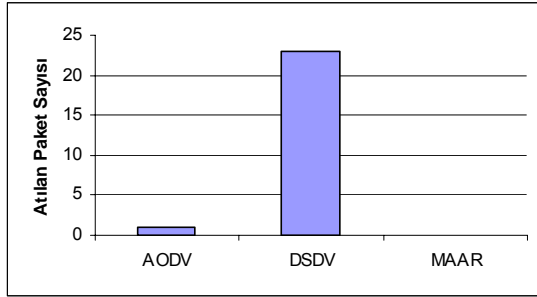


Şekil 4. İkinci senaryonun başlangıç ekran görüntüsü

#### 4. DENEYSEL SONUÇLAR

Geliştirilen protokol ile AODV ve DSDV protokolleri karşılaştırılarak çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. Bir protokolün hareketlilik durumunda nasıl tepki verdiğini görmek için iki kriter göz önüne alınmıştır. Bunlar: ağda meydana paketlerin atılmaları ve yeniden bağlantı kurma süreleridir. Yapılan testler 10'ar kez tekrarlanmış ve ortalama olarak kabul edilebilen değerler göz önüne alınmıştır.

Ağın toplamında atılan paket sayılarının yönlendirme protokollerine göre dağılımı Şekil 5'te gösterilmektedir. AODV 1 paket, DSDV 23 paket ve MAAR 0 paket atmıştır.



Şekil 5. İlk Senaryoda atılan paket sayıları karşılaştırması

İkinci kriter olan yeniden bağlantı kurma süresi AODV protokolü ile gerçekleştirilen senaryoda bağlantının kopması 119,44 saniyede gerçekleşmekte ve tekrar bağlantının kurulması 119,98 saniyede gerçekleşmektedir. Bağlantının kurulması için 0.548 saniye geçmektedir.

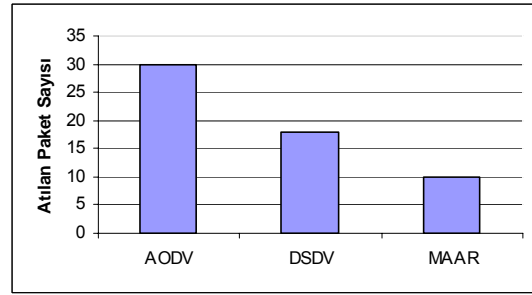
DSDV protokolü ile birinci senaryoda elde edilen benzetim sonuçları neticesinde 10. saniyede başlaması gereken veri trafiğinin 36. saniyede başladığı görülmüştür. Bu durum kaynakların 16 saniye boyunca boşa kullanıldığını göstermektedir. Ayrıca birçok defa yaşanan yeniden yol kurma süreci de ağa ek maliyet getirmektedir.

Geliştirilen protokolün 1 senaryosunda elde edilen benzetim sonuçları neticesinde bağlantının kopacağına önceden karar verilip farklı bir yol bulunması ve aktarımın bu yol üzerinden devam etmesi ile herhangi bir bekleme yaşanmadığı görülmüştür. Bu noktada şunu belirtmek faydalı olacaktır. Yeniden yol kurma süresi olarak bahsedilen değerler, mevcut bağlantının ne kadar bir süre durdurulduktan sonra yeni bir yola aktarıldığını belirtmektedir. Elbette bütün protokoller için bir yol bulma süresi gereklidir. Yeniden yol kurma süresinin MAAR için 0 sn olması, mevcut bağlantı kopmadan yeni bir bağlantının sağlanması neticesinde bekleme yaşanmamasını işaret eder. Tablo 1'de ilk senaryo için 3 protokolün yeniden yol kurma süreleri gösterilmektedir.

Tablo 1. İlk senaryo için 3 protokolün yeniden yol kurma süreleri.

Yeniden Yol Kurma Süresi		
AODV	DSDV	MAAR
0.548 sn	16 sn	0 sn

İkinci senaryoda ağın toplamında atılan paket sayılarının yönlendirme protokollerine göre dağılımı Şekil 6'da gösterilmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi geliştirilen protokolün diğer protokollerden daha az paket atılması neden olduğu görülmektedir. Paket atılma oranlarında geliştirilen protokolün ikinci senaryo için daha iyi sonuç verdiği görülmüştür.



Şekil 6. İkinci Senaryoda atılan paket sayıları karşılaştırması

Diğer karşılaştırma kriteri olan yeniden yol kurma süreleri, ikinci senaryo için 3 protokolde oluşma değerleri Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 2. İkinci senaryo için 3 protokolün yeniden yol kurma süreleri.

Yeniden Yol Kurma Süresi		
AODV	DSDV	MAAR
0.753 sn	15 sn	0 sn

#### 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada hareketli ad-hoc kablosuz ağlarda hareketlilik yönetimi için bir protokol geliştirilmiştir. Geliştirilen protokol ns-2 benzetim aracı kullanılarak test edilmiş ve kablosuz ağlarda yaygın olarak kullanılan AODV ve DSDV protokolü ile karşılaştırılmıştır. Yaygın olarak kullanılan yönlendirme protokolleri en kısa yol üzerinden iletişim kurmayı amaçlamaktadır. Ancak hareketlilik açısından bakıldığında her zaman en kısa yolu kullanmak iyi sonuç vermeyebilir. Geliştirilen protokol başlangıçta yol kurma aşamasında en kısa yola göre karar vermekte, hareketlilik neticesinde değişen topolojiye ayak uydurabilmek için aktarım anında da yeni bir yol kurmak için hazırda beklemektedir. Mevcut bağlantının kopacağına karar verildikten sonra yeni bir yolun kurulması ve kopmadan önce bu yolun kullanılması bağlantı aktarımını daha yumuşak bir biçimde gerçekleştirmesini sağlamaktadır.

Deneysel çalışmaların sonucunda, geliştirilen protokolün mevcut bağlantı tamamen kopmadan başka bir yol kurup iletişimi buraya taşıması sonucunda, atılan paket sayısının düştüğü ve yeniden yol kurma sürecinde bekleme yaşanmadığı görülmüştür. Çoklu yol kurma ve sadece tek yol kurma yaklaşımıyla çalışan protokollerin önemli sakıncaları bulunmamaktadır. Başlangıçta çoklu yol kurma yaklaşımlarında, bağlantılardaki kopukluklara uyum sağlanamamakta, yol kurma ve iletişim maliyeti yüksek olmaktadır. Sadece bir yol kurma ile iletişim yapan yaklaşımlarda ise tıkanıklık olması durumunda veya bağlantıların kopması durumunda iletişim tamamen kesilebilmektedir.

DSDV protokolünde bir defa yol kurulduğunda bu yol üzerinden iletişime geçilmekte fakat belirli aralıklarla en kısa yol arama prosedürü çalıştırılmaktadır. Bunun neticesinde henüz bir bağlantı kopmadan iletişim diğer bir bağlantıya aktarılabilir. Bu davranışın hareketlilik yönetimi için olumlu sonuçlar vermesine rağmen periyodik olarak yeni bir bağlantı kurulması gerekmesi bile bağlantı kurulması ağı ek maliyet getirmektedir. Hareketlilik açısından bakıldığında, MAAR'ın kullandığı yeni yol bulma yöntemi ile yeniden yol kurma süresinin, benzetim süresinden ve düğüm sayısından bağımsız olarak 0 olacağı söylenebilir.

MAAR'ın yeni yol kurma süresinin 0 olamayabileceği durumlar ise araç kullanılan ad hoc ağlar (Vehicular Ad Hoc Networks, VANET) olarak gösterilebilir. VANET'lerde düğümlerin hareket hızları çok daha yüksek olabilir. Bu durumda mevcut bağlantı kopmadan yeni bir yol bulmak için geçen sürenin çok daha kısa olması gerekmektedir. Yöntemde bahsedilen *alt eşik sinyal seviyesi* yükseltilerek yeni yol bulma işlemine biraz daha erken başlanabilir. Bu da bağlantının tamamen kopmaması için zaman kazandıracaktır.

Sonuç olarak geliştirilen protokolün atılan paket sayısı, yeniden yol kurma süresi gibi iki önemli kriterde AODV ve DSDV protokollerinden daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

## 6. KAYNAKLAR

1. C.E. Perkins and E.M. Royer, "Ad-Hoc On-Demand Distance Vector Routing", Proceedings of IEEE WMCSA '99, New Orleans A.B.D., 90-100, 25-26 Şubat 1999.
2. D. Johnson and D. A. Maltz, "Dynamic Source Routing in Ad-hoc networks", Mobile Computing, Kluwer Academic Publishers, Cilt 353, 153-181, 1996.
3. C. E. Perkins, and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance Vector Routing", Proceedings of ACM SIGCOMM 1994, Londra, İng., 212-225, 31 Ağustos-2 Eylül 1994.
4. Z. J. Haas, "The Routing Algorithm for the Reconfigurable Wireless Networks", Proceedings of ICUPC 1997, California San Diego, 562-566, Ekim 1997.
5. V. D. Park, and M. S. Corson, "A Highly Adaptive Distributed Routing Algorithm for Mobile Wireless Networks" Proceedings 16th Annual Joint Conf. of IEEE Computer and Communications Societies (INFOCOM 1997), Kobe, Japonya, 1405-1413, 7-12 Nisan 1997.
6. A.B. McDonald and T. Znati, "A Path Availability Model for Wireless Ad-Hoc Networks", In Proceedings of the IEEE Wireless Communications and Networking Conference 1999, New Orleans, A.B.D., 35-40, 21-24 Eylül 1999.
7. M. R. Pearlman and Z. J. Haas, "Determining the Optimal Configuration for the Zone Routing Protocol," IEEE J. Select. Areas Commun, Cilt 17, No 8, 1395-1414, 1999.
8. Tan D.S., Zhou S., Ho, J, Mehta, J.S. Tanabe, "Design and Evaluation of an Individually Simulated Mobility Model in Wireless Ad Hoc Networks", Communication Networks and Distributed Systems Modeling and Simulation Conference, San Antonio, A.B.D., 1-8, 27-31 Ocak 2002.
9. Savyasachi Samal, Mobility Pattern Aware Routing in Mobile Ad Hoc Networks, Yüksek Lisans Tezi, Virginia Polytechnic Institute ve State University, 2003.
10. J.-M. Dricot and P. D. Doncker, "High-accuracy physical layer model for wireless network simulations in ns-2", In Proceedings of the International Workshop on Wireless Ad-hoc Networks (IWWAN), Oulu, Finlandiya, 249-253, 31 Mayıs-3 Haziran 2004.
11. Yuguang Fang, Wenchao Ma, Mobility management for wireless networks: modeling and analysis, Plenum Press, New York, A.B.D., 2004.
12. K. Fall and K. Varadhan, "The ns-2 Manual", The VINT Project, Berkeley, A.B.D., 2003