

# Paralel AAA ve Mobil IPv4 İletişimiyle Hızlı Kablosuz Ağ Dolaşımı

**Aykut Soner DEMİRKOL, M.Ufuk ÇAĞLAYAN**

Boğaziçi Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul  
aykut@boun.edu.tr, caglayan@boun.edu.tr

**Özet:** Günümüze kadar, kablosuz ağlarda dolaşım sorunlarına kalıcı çözüm bulmak için bir çok model geliştirildi ve hala geliştirilmektedir. Mobil IP bu modeller içinde sıyrılan ve IETF tarafından standartlaştırılıp kullanıma açılan, kabul edilmiş bir protokoldür. Son kullanıcı ve servis sağlayıcı açısından kullanılabilirliğini ve esnekliğini arttırmak için Mobil IP'yle AAA iletişimi entegre edilmiştir. AAA haberleşmesiyle kimlik denetimi, ilgili anahtarların dağıtımı ve muhasebe için data toplanması mümkün olmaktadır. Fakat AAA entegre edilmiş Mobil IP'de yeni bir oturum açmak için gereken zaman önemli ölçüde artmıştır. Özellikle ağ dolaşımı sırasında, kullanıcı bir kullanım noktasından başka bir kullanım noktasına geçmek istediğinde, uzunluğu kritik olan oturum açma zamanını kısaltmak için çözümler üretilmektedir. Biz bu bildiriye ilgili AAA ve Mobil IPv4 iletişimlerini paralel gerçekleştirerek yeni bir çözüm önermekteyiz. Bu önerimizde AAA ve Mobil IPv4 standartlarını bozmadan yeni bir oturum açmak için gereken zamanı kısaltmaktayız.

Çalışmalarımızın son adımında önerimizin hali hazırdaki sistem üzerinde sağladığı gelişmelerle ölçeklenebilir bir yapı sağlayıp sağlamadığını araştırmaktayız.

**Anahtar Kelimeler:** Mobil IPv4, AAA, RADIUS, kablosuz ağ dolaşımı.

## Parallel AAA and Mobil IPv4 Communications for Fast Mobile Roaming

**Abstract:** With the increase in wireless network technologies and their overlay, complicated roaming and mobility requirements rose. For dealing these needs, many solutions proposed. Mobil IP is one of the well accepted solutions that is standardized by IETF. For flexible key management and accounting purposes AAA communications like RADIUS and DIAMETER are integrated to Mobil IP. This integration, on the other hand, comes with extra latency for the initial AAA communications for registration of a mobile node. DIAMETER offers solutions for these latency problems by integrating Mobil IP registration with AAA authentication but RADIUS do not have an existing integrated solution. This paper proposes a design for decreasing the latency in authentication process of a RADIUS integrated Mobil IP communication.

**Keywords:** Mobil IPv4, AAA, RADIUS, mobile roaming.

### 1. Giriş

Günümüzde kablosuz ağ yatırımları ve kablosuz ağlar üzerinde yapılan araştırmalar hızla yükselmektedir. Kablosuz ağ bağlantılarının giderek normalleştiği yaşantımızda, son kul-

lanıcılar artık kesintisiz ve ucuz kablosuz ağ bağlantısı beklentisindedir. Bu ihtiyacı karşılamak için ise kablosuz ağlar arasında hızlı dolaşım imkanı sağlayacak sistemlerin dizaynı ve kullanımı gerekmektedir. Mobil IPv4 bu ihtiyaç doğrultusunda geliştirilmiş, IETF tara-

findan standartlaştırılmış bir protokoldür [1]. Bu bildirinin konusu Mobil IPv4 olduğundan, bildiri boyunca Mobil IP, Mobil IPv4’u anlatmak için kullanılacaktır.

Bir sabit IP (home address) ve bir geçici IP (care-of address) arasında tünelleme yaparak konuşulmasını sağlayan Mobil IP protokolü, kullanıcının herhangi bir ağ üzerinden internete çıkabildiği durumlarda kendine gelen mesajları alıp cevap verebilmesini sağlar.

Kullanıcıların ve servis sağlayıcıların anahtar dağıtımını düzenleme, muhasebe bilgilerini tutma ve hali hazırdaki yapılarına uyumlu olabilmeleri için AAA protokollerinin Mobil IP ile beraber kullanımına ihtiyaç duyulmuştur. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda AAA protokollerinden beklenen uyumluluk belirlenmiş [2] ve RADIUS [3], DIAMETER [4] protokollerine bu ihtiyaçlara uygun düzenlemeler önerilmiştir [5,6].

Bu düzenlemeler sayesinde kullanıcıların ve servis sağlayıcıların ihtiyaçları karşılanırsa da bu entegrasyon yeni oturum açma zamanında kritik bir uzamaya neden olmuştur. Özellikle hızlı ve kesintisiz kablosuz ağ dolaşımı için kritik bir öneme sahip olun bu sureyi kısaltmak için bir çok çözüm önerilmiştir. Bu bildiriye ki çözüm, bu sorunun ana gerekçelerini ortadan kaldırmayı hedeflemektedir. RFC 2977 [2] de açıklandığı üzere ilgili gecikmenin temel nedenlerinden biri uzak ağlar arası konuşma süresidir. AAA, özellikle RADIUS sistemlerinde önerilen düzenlemeler ve entegrasyon ile bu konuşmaların sayısı artmış ve buda oturum açma süresine yansımıştır. Bu bildiriye ki amacımız var olan protokollerin yapısını bozmadan, gerekli şartları tanımlayarak uzak ağlar arası konuşmaların sıralı değil, paralel yapılmasını sağlayarak oturum açma süresindeki gecikmeyi azaltmaktır.

Bildirin geri kalanı şu şekilde organize edilmiştir; Bolum 2 de geri plan bilgisi olarak Mo-

bil IP, Mobil IP-RADIUS yapıları anlatılmıştır. Bolum 3 de önerilen çözüm sunulmuştur. Bolum 4 de analitik performans analizi gösterilmektedir. Bolum 5, sonuç kısmıdır. Burada analitik modelin eksiklikleri ve ölçeklenebilirlik ihtiyacı tartışılmış ve gelecek çalışmalar anlatılmıştır. 6. bölümde referans verilen kaynakları bulmak mümkündür.

## **2. Geri Plan Bilgisi**

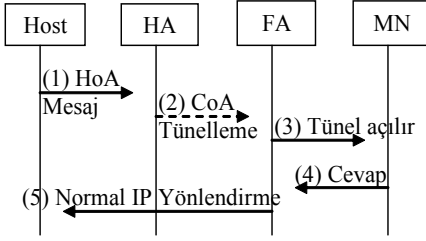
Bu bölümde Mobil IP ve Mobil IP-RADIUS protokolleri ile ilgili bilgi sunulacaktır. Önerimizi açıklamadan önce hali hazırdaki sistemi inceleyerek, ilgili protokollerdeki dialogları not ediyor olacağız. Daha sonra, bir sonraki bölümde, bu dialogların sırasında önerdiğimiz değişikliği göstereceğiz.

### **A. Mobil IP**

Mobil IP, kullanıcıların IP adreslerini değiştirmeden, örneğin farklı ağlar arasında dolaşırken, aynı ip adresi üzerinden konuşmalarını sağlamak için tasarlanmış bir yapıdır. Çalışma prensibi özünde basit bir tünelleme yapısı içerir. Kullanıcı farklı ağlarda aldığı ipsini ana merkeze bildirir ve ana merkez kendisine gelen paketleri bu IP’ye doğru tüneller. Kullanıcının dışarı duyurduğu sabit ip aslında ana merkezdeki ipsidir.

Protokole daha detaylı bakarsak Şekil 1 de gözüken iletişimi elde ederiz. Dış Kullanıcı (Host) Mobil Kullanıcı’mızla (Mobile Node - MN) konuşsak istediğinde paketleri kullanıcılarımızın sabit IP’sine (Home Address - HoA) gönderir. Burada paketleri karşılayan Evdeki Aracı (Home Agent - HA), Mobil Kullanıcının şuan nerede olduğuna bakarak (Care-of Address - CoA), varsa aradaki Yabancı Aracı’ya (Foreign Agent - FA), yoksa direk Mobil Kullanıcı’ya gelen paketleri tüneller yani enkapsüle edip gönderir. Paketleri alan Yabancı Aracı veya Mobil Kullanıcı paketleri tünelden çıkarır. Yabancı Aracı paketleri açtıktan sonra

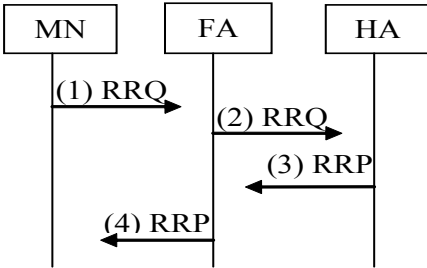
Mobil Kullanıcıya göndermekle sorumludur. Orijinal Mobil IP protokolünde varlıkları zorunlu olmasa da, Yabancı Aracı'lar ağ erişimini denetlenmesi, Mobil Kullanıcılara IP dağıtılması veya NAT'lama yapılması gerektiği durumlarda yani çoğu zaman kullanılmaktadır.



Host= Dış Kullanıcı HA= Evdeki Aracı FA=Yabancı Aracı  
MN= Mobil Kullanıcı HoA=Sabit IP CoA= Geçici IP

Şekil 1. Mobil IP protokolünde kullanıcılar arası iletişim.

Mobil Kullanıcı gelen paketlere cevap göndermek istediğinde 2 seçeneği vardır. Paketler tekrar tünellenip Evdeki Aracı'ya gönderilebileceği gibi, direk gönderene de yollanabilir. Direk gönderene göndermesi durumunda, cevap tanınmayan bir yerden gelmiş olacağı için Dış Kullanıcı'nın gönderene güvenmesi gerektiği durumlarda sorunlar çıkacağı aşikardır. Şekil 1 de gösterilen yapıda Mobil Kullanıcı paketlerini Evdeki Aracı'ya göndermeden direk Dış Kullanıcıya göndermektedir.



HA= Evdeki Aracı FA=Yabancı Aracı  
MN= Mobil Kullanıcı RRQ=Kayıt Talebi  
RRP=Kayıt Cevabı

Şekil 2. Mobil IP oturum açma

Mobil Kullanıcı yeni bir ağa dahil olmak istediğinde bu ağa dahil olmak istediğini Evdeki Aracı'ya bildirmesi gerekmektedir (bakınız Şekil 2). Mobil Kullanıcı ilgili Kayıt Talebi'ni (Registration Request - RRQ) yaratarak Yabancı Aracı'ya bildirir. Yabancı Aracı bu talebi işleyerek ilgili Evdeki Aracı'ya gönderir. Evdeki Aracı gelen talepteki bilgileri daha önceden Mobil Kullanıcı ile arasında oluşturulmuş güvenlik ilişkisini kullanarak kriptolojik olarak inceler. Gönderilen bilgiler doğrultusunda Mobil Kullanıcının doğruluğu tespit edilir ve buna göre Geçici IP'si değiştirilir veya değiştirilmez. Sonucu bildirmek için Yabancı Aracı'ya Kayıt Cevabı yollanır (Registration Reply - RRP). Yabancı Aracı kayıt cevabını işler ve Mobil Kullanıcı'ya iletir.

Böylece, Mobil IP'nin orijinal çalışma prensibini göstermiş olduk. Bir sonraki kısımda Mobil IP iletişime RADIUS entegre edildiğinde nasıl bir yapı oluştuğunu açıklıyor olacağız.

## B. Mobil IP ve RADIUS

RADIUS'un Mobil IP sisteminde kullanım nedenlerinden bazıları var olan sistemlere entegrasyon, anahtar dağıtımında kolaylık, kullanıcı kimlik doğrulaması olarak gösterilebilir. RADIUS entegre edilmiş Mobil IP ile servis sağlayıcıların hali hazırdaki AAA sistemleri kullanılabilir olmaktadır. Bu sistemlerle Yabancı Aracı - Evdeki Aracı, Mobil Kullanıcı - Evdeki Aracı arasındaki güvenlik ilişkileri kurulu değilse hali hazırdaki Yabancı AAA Sunucu (Foreign AAA server - FAAA) -Evdeki AAA Sunucu (Home AAA server - HAAA) arasındaki ve Mobil Kullanıcı - Evdeki AAA Sunucu arasındaki güvenlik ilişkisi kullanılarak, talep edildiği zamanlarda üretilmesi mümkün olmaktadır.

RADIUS iletişimi Yabancı Aracı Mobil Kullanıcıdan Kayıt Talebi aldığı anda başlar (bakınız Şekil 3). Yabancı Aracı Mobil Kullanıcının kimliğini doğruladıktan ve gerekiyorsa ilgili

anahtarları aldıktan sonra normal Mobil IP konuşmasına devam ederek Evdeki Aracı'ya Kayıt Talebi gönderir. Evdeki Aracı Evdeki AAA Sunucu ile konuşarak ilgili kimlik doğrulamasını ve gerekiyorsa anahtarları alarak bir Kayıt Cevabı oluşturarak Yabancı Aracıya gönderir. Yabancı Aracı bu cevabı işleyerek Mobil Kullanıcı'ya iletir.

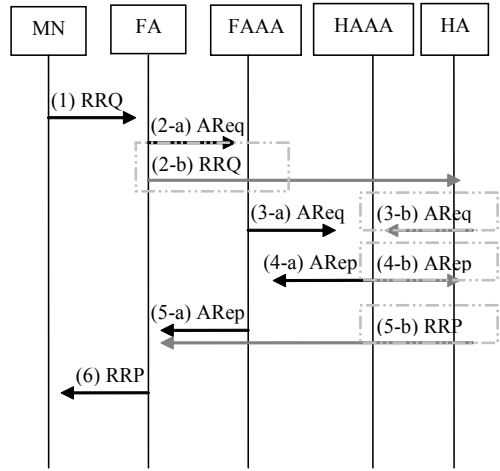
Yabancı Aracı ile AAA sistemi arasındaki iletişim şu şekilde işler, Yabancı Aracı kullanıcıyı doğrulamak ve ilgili anahtarları lazımsa almak için kendisiyle ilişkili olan (genel olarak yakınında bulunan) Yabancı AAA Sunucu'ya bir Erişim Talep (Access Request - AReq) mesajı yollar. Yabancı AAA Sunucu kendinde, örneğin daha önceki bir sorgulamadan dolayı önbelleğinde, gerekli bilgiler olması durumunda bir Erişim Cevap (Access Reply - ARep) mesajı yaratarak Yabancı Aracı'ya iletir. Şekil 3'te anlatılan durumda ise Yabancı AAA Sunucu'nun bu bilgiye sahip olamaması durumunda aracı konuma geçerek ilgili Kayıt Talep mesajını Evdeki AAA Sunucu'ya ondan gelecek cevabı da Yabancı Aracı'ya ileticeği gösteriliyor.

Buraya kadar, var olan sistemler hakkında bir hatırlatma yapmış olduk. Bir sonraki bölümde önerilen sistemin detayları yer alacaktır.

### 3. Önerilen Çözüm

Önerdiğimiz yapı var olan hiçbir iletişimi kaldırmamaktadır. Bir önceki bölümde değinilen 10 adımlık Mobil IP ve AAA konuşması burada da mevcuttur. Önerilen sistem bu konuşmaların bazılarını paralel yapılmasını içermektedir. Şekil 4 üzerinden gidersek, bu paralellik 2. adımda, Yabancı Aracı'nın Mobil IP kayıt adımlarına (2-a) başlamadan önce Erişim Cevabı (ARep) beklememesi ile başlar. Burada cevaplanması gereken kritik bir soru vardır. Bu noktada Yabancı Aracı'nın AAA konuşmasını beklemeden Mobil IP konuşmasına

başlaması protokollerin kurallarını bozar mı. Cevap hayırdır. Çünkü özünde Mobil IP ve RADIUS birbirinden bağımsız protokollerdir. Burada bağımlılığa neden olacak ihtiyaç Yabancı Aracı ile Evdeki Aracı arasında güvenlik ilişkisinin olmaması ve bu ilişkinin kurulması için AAA konuşmaları ve kriptolojik işlemlere ihtiyaç duyulmasıdır. Bizim çalışmamızın varsayımı Yabancı Aracı ile Evdeki Aracı arasında güvenlik ilişkisinin hali hazırda var olabileceğidir.



HA= Evdeki Aracı FA=Yabancı Aracı  
MN= Mobil Kullanıcı FAAA=Yabancı AAA Sunucu  
HAAA=Evdeki AAA Sunucu  
RRQ=Kayıt Talebi RRP=Kayıt Cevabı  
AReq=Erişim Talebi ARep=Erişim Cevabı

Şekil 4. Paralel RADIUS ve Mobil IP iletişimi

Bu paralel konuşmalarda gönderilen ve alınan paketler 2. Bölümde anlattığımız gibidir. Tek farkı sıralamadır. Böylece akış aşağıdaki gibi olur;

(1) Mobil Kullanıcı, Yabancı Aracı'ya Kayıt Talebi yollar.

(2-a) Yabancı Aracı, Kayıt Talebi'nden aldığı data ile, bir RADIUS Erişim Talebi yaratıp Yabancı AAA Sunucu'suna gönderir.

(2-b) Paralelinde, Yabancı Aracı Kayıt Talebi yaratıp Evdeki Aracı'ya gönderir.

(3-a) Eğer Yabancı AAA Sunucu'nun elinde Mobil Kullanıcı ile bilgi yoksa, Yabancı AAA Sunucu gelen talebi Evdeki AAA Sunucu'ya yollar.

(3-b) Paralelinde, Kayıt talebi kendine ulaştığında, Evdeki Aracı Mobil Kullanıcı'nın kimliğini doğrulamak ve gerekli anahtarları ve anahtar yaratıcı datayı almak için erişim talebini Evdeki AAA Sunucu'ya yollar.

(4-a) Evdeki AAA Sunucu Mobil Kullanıcı'nın kimliğini doğruladıktan sonra Erişim Cevabı'nı hazırlayıp Yabancı AAA Sunucu'ya gönderir.

(4-b) Paralelinde, Evdeki AAA Sunucu ilgili Erişim Cevabını Evdeki Aracı'ya gönderir.

(5-a) Yabancı AAA Sunucu kendine gelen Erişim Cevabı'ni Yabancı Aracı'ya iletir.

(5-b) Paralelinde, Evdeki Aracı Kayıt Cevabı'ni hazırlar ve Yabancı Aracı'ya gönderir.

(6) Gelen cevaplara göre, Yabancı Aracı Kayıt Cevabı'nı hazırlar ve Mobil Kullanıcı'ya gönderir.

Bu yapı eğer Mobil Kullanıcı Evdeki AAA Sunucu tarafından doğrulanamazsa su anki sistemde var olan bir ekstra yük yaratacaktır. Bu durumda Yabancı Aracı gereksiz yere Evdeki Aracı'ya mesaj yollayıp Mobil IP kayıt sistemini başlatmak isteyecektir. Bu bir güvenlik açığı değildir çünkü Evdeki AAA Sunucu, Evdeki Aracı yada Mobil Kullanıcı ile arasında olması gereken güvenlik ilişkisinde sorunlar olduğunu bildirecektir. Böylece Yabancı Aracı kimlik doğrulama cevabıyla beraber, basarisiz kayıt mesajı da alacaktır. Bu sure zarfında Mo-

bil Kullanıcı hala Yabancı Aracı'yı kullanamıyor olacaktır.

Sistem performans kaybını kimlik doğrulamasından olumsuz sonuç alacak kullanıcıların bağlanmaya çalışmasında yaşayacaktır. Hızlı kimlik ve erişim kontrol mekanizması yaratılmak için bunun kabul edilebilir bir yük olduğunu düşünüyoruz.

Sistemin sel (flood) ataklarından önemli ölçüde etkilenmeyeceğini düşünmekteyiz. Hali hazırdaki sistemde yanlış kayıt bilgisi ile FA-FAAA-HAAA iletişimi yaratılabilirken önerilen sistemde FA-FAAA-HAAA ve FA-HA-HAAA-HA-FA yaratılabilmektedir. Yani yaklaşık iki kat kapasite kaybına yol açılabilir. Gönderilen ve alınan paketlerinin büyüklüğü düşünülerek bu noktada 2 kat fazla kapasite kaybının önemsiz bir fark yaratacağını düşünmekteyiz.

#### 4. Analitik analiz

Sistemin getireceği faydaları analitik olarak ele almak için bazı temel varsayımlar yapmak zorundayız. Analitik analiz ideal şartları varsayacağı için sistemde hali hazırda bir yük olmadığı, ağdaki bahsi geçen tüm ekipmanların (FA, FAAA, HAAA, HA) gelen paketleri beklemeden işleyecekleri ve [2]'de bahsedildiği üzere bağlantı hızlarının ön plana çıkacağını kabul ediyoruz. Bu yüzden bu bölümden çıkacak sonuçlar tamamen doğru olmak yerine fikir vermeyi amaçlamaktadır.

Mobil IP-RADIUS konuşmalarında temel sorunun yerel ağ'dan uzakta bulunan ağ'a ulaşmakta geçen süre olduğu gerçeğini kullanarak şöyle bir basitleştirmeye gitmemiz mümkündür; Yerel ağdaki konuşmalar, ağlar arası konuşmadan çok ufak olacağı için yerel ağdaki konuşmaların suresini ve ağlar arası konuşmanın suresini aynı kabul edebiliriz.

Analitik hesapta kullanabilmemiz için yerel ağ konuşmalarına (MN-FA, FA-FAAA, HA-AA-HA) X birim, ağlar arası konuşmalara (FA-HA, FAAA-HAAA) da Y birim diyebiliriz. Bu durumda hali hazırdaki yapıda alttaki diyaloglar geçeceği için (bakınız Şekil 3)

MN-FA, FA-FAAA, FAAA-HAAA, HAAA-FAAA, FAAA-FA, FA-HA, HA-HAAA, HA-AA-HA, HA-FA, FA-MN

Bizim tanımımıza göre :

$X + X + Y + Y + X + Y + X + X + Y + X = 6X + 4Y$ 'lik bir konuşma zamanı geçmektedir.

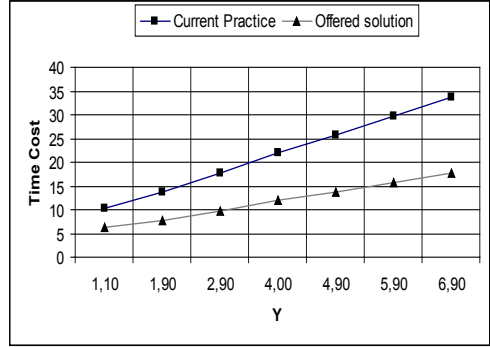
Öte yandan, önerilen sistemde (bakınız Şekil 4), (1) ve (6) numaralı adımlar hariç diğer adımlar paralel yapıldığı için iki ayrı konuşma dallarının hesaplanması gerekmektedir.

FA-HA, HA-HAAA, HAAA-HA, HA-FA 1. dalı oluştururken,

FA-FAAA, FAAA-HAAA, HAAA-FAAA, FAAA-FA 2. dalı oluşturmaktadır.

Değişkenlerimizi yerlerine yazdığımızda iki dalın da  $2X + 2Y$  birim süre tuttuğunu görebiliriz. (1) ve (6) adımlarını da eklediğimizde. Bu bizi  $4X + 2Y$  birim süreye ulaştırmaktadır.

X'i ve Y'yi eşit ve 1 birim kabul edip aradaki farkı yavaş yavaş açarak Y'yi arttırdığımızda alttaki performans grafiği çıkmaktadır (bakınız Şekil 5). Görüldüğü üzere Y'nin, yani ağlar arası konuşmanın tuttuğu süre, X'in yani ağ içi konuşmanın tuttuğu sürenin 6 katına ulaştığında, toplam konuşma zamanı için geçen birim süre önerilen çözümümüzde var olan sistemin yarısı kadar sürmektedir.

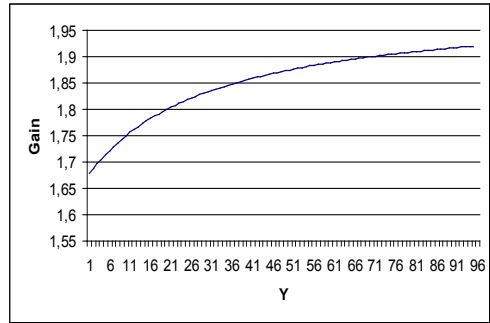


Şekil 5 – Performans Grafiği

Farklı bir açıdan bakmak istediğimizde, sistemin performans kazancı, kullanılan sistem/ önerilen sistem olarak tanımlanırsa şu denklem elde edilir:

$$6X+4Y/ 4X+2Y$$

Tekrar X ve Y yi 1 birim kabul edip Y yi arttırdığımızda Şekil 6'yı elde etmekteyiz.



Şekil 6. Performans Kazancı

Tahmin edildiği üzere, ağlar arası konuşma ağ içi konuşmaya göre arttığında, ağ içi konuşma giderek ihmal edilebilir seviyeye gelmektedir. Böylece

$$6X+4Y/ 4X+2Y$$

olan performans kazancı

$$4Y/2Y$$

olarak sadeleşmektedir. Bu da bizim nerdeyse 2 kat bir hızlanma sağlayabildiğimizi göstermektedir. Bu aynı zamanda Şekil 6'da da rahatlıkla gözükmektedir. Şekil üzerinden bakıldığında, Y deki artış ile kazancımız giderek 2 ye yaklaşan bir grafik çizmektedir. Yine grafikten anlaşıldığı üzere, ağlar içi ve ağlar arası konuşma süreleri aynı kabul edilse bile bu bize 1,67 oranında bir kazanım getirmektedir.

Özetlemek gerekirse, analitik incelememiz sistem performansında önemli sayılabilecek ölçüde bir ilerleme sağlayabildiğimizi göstermektedir

## 5. Sonuç

Mobil IP farklı kablosuz ağ sistemlerine entegre olabilen, kabul edilmiş, kullanıcıların rahatlıkla farklı ağlar arasında gezmesini sağlayan bir kablosuz ağ dolaşımı çözümüdür.

Kullanıcılar ve servis sağlayıcılar açısından kolaylıkla uygulanması için RADIUS gibi AAA protokollerinin entegre edilmesiyle sistemin üzerine daha fazla gecikme yükü binmeye başlamıştır.

Bu konuda üretilen çözümlere ek olarak, belli varsayımlarla, bu bildiriye yeni bir öneri getirilmiştir. Paralel AAA ve Mobil IP iletişimiyle daha hızlı oturum açma sürelerine ulaşılabildiği gösterilmiştir.

Önerdiğimiz sistemi üzerinde gecikmeye neden olmayacak kadar yük olan sistemler için analitik olarak formüle etmemiz ve incelememiz mümkündür. Bu incelemelerle önemli bir performans kazancı elde edebileceğimizi göstermiş bulunuyoruz.

Öte yandan, üzerinde gecikmeye neden olmayacak kadar yük olan sistemler varsaymak bilgi verici olsa da, gerçeğe çok yakın bir modelleme değildir. Gerçek bir modellemede ölçek-

lenebilirlik incelemesi yapabilmek de önemli bir unsurdur. Bu yüzden, bir çok kullanıcının olduğu bir sistemde, kullanıcı sayısı arttıkça var olan sistemler üzerindeki yük arttığında önerdiğimiz çözümün var olan çözümden farkını görebilmek için simülasyon çalışmaları yapmaktayız.

Bu bildirinin gelecekte yapılmasını öngördüğü çalışma; gerçekçi bir simülasyon analizi ile konunun ölçeklenebilirlik boyutunu da incelemektir. Bu konuda çalışmalarımız devam etmektedir.

## 6. Kaynaklar

[1] C. Perkins, ed., "IP Mobility Support for IPv4". RFC3344, August 2002.

[2] S. Glass, T. Hiller, S. Jacobs, C. Perkins, "Mobile IP Authentication, Authorization, and Accounting Requirements", RFC 2977, October 2000.

[3] C. Rigney, S. Willens, A. Rubens, W. Simpson, "Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)", IETF Request For Comments, RFC 2865, June 2000.

[4] Pat R. Calhoun, H. Akhtar, J. Arkko, E. Guttman, Allan C. Rubbens, G. Zorn – "Diameter Base Protocol", IETF Internet Draft, draft-ietf-aaa-diameter-08.txt, November 2001.

[5] M. Nakhjiri, K. Chowdhury, Avi Lior, Kent Leung, "RADIUS Mobile IPv4 extensions", draft-nakhjiri-radius-mip4-02.txt, October 2005.

[6] P. Calhoun, T. Johansson, C. Perkins, T. Hiller, Ed., P. McCann, "Diameter Mobile IPv4 Application", RFC 4004, August 2005.