

IPv6 ve IPv4 İÇİN KARŞILAŞTIRMALI BİLGİSAYAR BENZETİMİ

Zafer DİCLE¹

Bora MOCAN²

Mahir KUTAY³

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Rektörlüğü Bilgi İşlem Dairesi
Dokuz Eylül Üniversitesi, 35210, Alsancak, İzmir

²Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü Mühendislik Fakültesi
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü, 35437, Gülbahçe, Urla, İzmir

³Meteksan Bilişim Gurubu, Cumhuriyet Bulvarı No : 16 Kat:7 Konak, İzmir

¹e-posta: zafer@deu.edu.tr

²e-posta: boramocan@deu.edu.tr

³e-posta: mahir@meteksan.com.tr

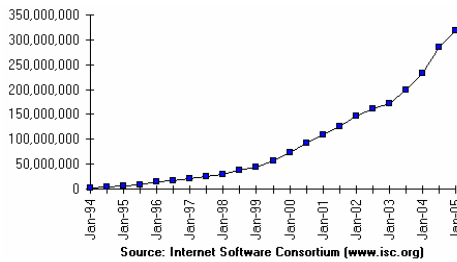
Anahtar sözcükler: IPv6, İnternet 2, Bilgisayar Ağları

ÖZET

İnternet'in ve İnternet bağıntılı teknolojilerin hayatımızın her noktasına ulaşması ve yeni birçok servisin ve uygulamanın da bu küresel ağa entegre olma gerekliliği kullanıcı sayısında çok büyük artışlara neden olmuştur. Kullanıcı sayısındaki bu devasa artışı hâlihazırda kullanılan İnternet protokolü (IPv4) ile karşılamak mümkün değildir. Özellikle bu ihtiyaca cevap vermek üzere tasarlanan yeni İnternet protokolü olan IPv6'nun yakın gelecekte IPv4'ün yerini alması öngörülmektedir. Bu yeni protokol, IPv4'ün sağladığı 32-bitlik adres bilgisine karşın 128-bitlik bir adres bilgisi sunarak bu konudaki yetersizliğe bir çözüm sunmaktadır. Bununla beraber, IPv6 birçok yenilik daha getirmektedir.

1. GİRİŞ

Bu çalışmada, IPv4 ve IPv6 protokolü arasında bir kıyaslama yapabilmek için, oluşturulan bir bilgisayar ağında bu iki protokolün benzetimleri yapılmıştır. Değişik yapıdaki, yoğunluktaki, kullanıcı sayısına sahip yerel bilgisayar ağlarından, yönlendiricilerden ve ara protokollerden oluşan bu ağ bulutu "OPNET 10.5 L12" benzetim yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu benzetim bize IPv4 ile IPv6 arasında bir performans analizi yapmamızda yardımcı olacaktır. Analiz kriterleri olarak ağ trafiği, paket gecikmesi, ortalama veri hızı, bant genişliği verimliliği, yönlendirici yükü gibi değerler esas alın-

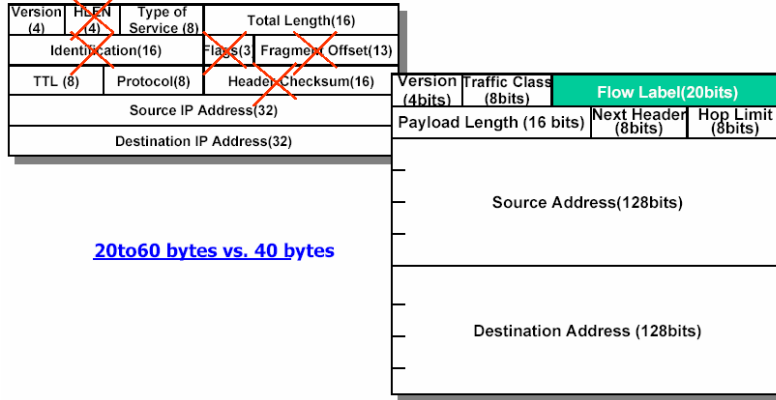


Şekil 1 İnternet Kullanıcı Sayısı

caktır[1]. Bir sonraki aşama olarak, bu benzetim sonuçları kullanılarak Dokuz Eylül Üniversitesi kampüs ağında deneysel olarak bir IPv6 ağı gerçekleştirilmesi düşünülmektedir. Böylece, önümüzdeki yıllarda, son derece önemli bir rol oynayacak ve geçişin zorunlu olacağı yeni İnternet protokolü IPv6 için bir ön çalışma da yapılmış olacaktır.

2. IPv4 İLE IPv6 ARASINDAKİ TEMEL FARKLAR

İnternet Engineering Task Force (IETF) 1990'ların ortasında mevcut İnternet adreslerinin tükenmekte olduğu konusunda uyarılmış ve bu konuda araştırmalar yapılmasını önermiştir[2]. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri'nde, İnternetin ilk yaygınlaşmaya başladığı zamanlarda söz sahibi olan ve kendilerine bir IP adres aralığı sağlanan bazı özel kurumların, Çin gibi nüfus devri bir ülkeden bile çok daha fazla İnternet adres aralığına sahip olması zamanında adres planlamasının ne kadar yetersiz yapıldığını ortaya koymaktadır. Teoride 32 bitlik adres yapısı ile $2^{32}=4,294,967,296$ gibi bir sayıya karşılık gelen IP adresleri; sınıf bazlı adresleme, ayrılmış adresler vb. kısıtlamalarla yalnızca 250 milyon civarında bir adreslemeye imkan tanımaktadır. Şu anda 170 milyonu kullanımda olan bu adreslerin (Şekil 1)[3], günümüzdeki mobil iletişim çığırnlığı da göz önüne alındığında, yakın gelecekte bir tıkanmaya yol açacağı muhakkaktır. 128 bitlik adres yapısıyla IPv6 $3,4.10^{38}$ adet IP adresine imkan tanımaktadır. Bu da kabaca bir hesapla dünya üzerindeki her bir birey için $5,7.10^{28}$ adet adres demektir (Dünya nüfusu yaklaşık olarak 6 milyar varsayılmıştır)[4]. Zaten IETF, IEEE, Pentagon gibi kurumlar 2008 tarihine kadar IPv6'ya bir geçiş önermektedirler. 1980'lerin başlarında benzer bir geçiş IPv3 ile IPv4 arasında yaşanmıştı, ancak IPv6'ya geçiş bundan biraz farklı ve yumuşak bir geçiş olacaktır, çünkü bu süre zarfında bir önceki



Şekil-2. IPv4 ve IPv6 Adres Başlık Yapıları[4]

protokol de kullanılmaya devam edilebilecektir. Yeni İnternet protokolü ile birlikte IPv4'ün bazı yapısal sorunlarına da çözüm bulmak mümkün olacaktır.

İlk olarak IPv4 başlık bilgisinin hantal olan yapısı revize edilmiştir. Başarımı yükseltmek için, kullanılması gerekli olmayan ya da görevleri daha üst protokollere devredebilen kısımlar ayıklanmıştır. Günümüz modern bilgisayar ağlarına ve gereksinimlerine uyum sağlayacak şekilde, bazı kısımlar genişletilmiştir (adres bilgisi). Ayrıca IPv6 protokolü, başlık bilgisinde bulunan akış etiketleri yardımıyla, başarımı daha yüksek veri akış hızlarına ulaşabilmektedir[2]. Bir protokol için önemli ölçütlerden biri de güvenlidir. IPv6 IPv4'e göre daha güvenli bir ağ ortamı sunmaktadır. Kimlik kanıtama, tünel oluşturma gibi uygulamalar IPv6 kullanılarak daha güvenli bir şekilde oluşturulmaktadır[2]. IPv4 ve IPv6 teknik olarak kıyaslanması gerekirse birbirlerinden öncelikle başlık yapısı itibarıyla birbirlerinden ayrılırlar. Bu iki protokolün başlık yapıları incelenirse fark daha açık bir biçimde anlaşılabilir.

Her iki protokolde de bulunan 4 bitlik *Version* bölümü kullanılan protokolü belirtmektedir. İlkinde ikilik sistemde 4 ikincisinde ise 6 sayısını taşımaktadır. Ağ elemanları öncelikle veri paketlerinin hangi protokolle düzenlendiğine bakarlar ve daha sonraki işlemlerini bu protokole uygun olarak yürütürler.

IPv4 başlığında bulunan ve kullanılan adres bilgisinin uzunluğunu belirten 4 bitlik *Header Length* bölümü IPv6 da kaldırılmıştır, çünkü IPv6 adresleri her zaman 40 baytlık bir uzunluğa sahiptirler.

Type of Service ve *Traffic Class* her iki başlık için de aynı işleve sahiptir. Öncelik atama ve servis kalitesi (Quality of Service) gibi fonksiyonlar için kullanılmaktadırlar.

IPv6'yla getirilen yeni bir özellik *Flow Label* kısmıdır. Opsiyonel olarak kullanılabilen bu bölümler beraber, gerçek zamanlı verilerin bu bölümdeki etiket-

lere bakılarak hızlı bir şekilde yönlendirilmesi ya da MPLS (Multi Protocol Label Switching) gibi daha alt seviyedeki teknolojilerin daha verimli kullanılması IPv6 ile mümkün olacaktır.

Bir sonraki kısım olan *Total Length* ve *Payload Length* veri paketinin uzunluğunu algılamaya yarar.

IPv6'nın adres başlık yapısındaki en önemli değişikliklerinden biri de yönlendirici gibi ara elemanlarda parçalama (Fragmentation) ve hata kontrolü yapılmamasıdır. Bu görevler bir üst seviyedeki protokol olan TCP'ye bırakılmıştır. Bu değişiklik sayesinde bu işlevleri yerine getirmekte kullanılan *Identification*, *Flags*, *Fragment Offset* ve *Header Checksum* bölümleri IPv6'da yer almamaktadır.

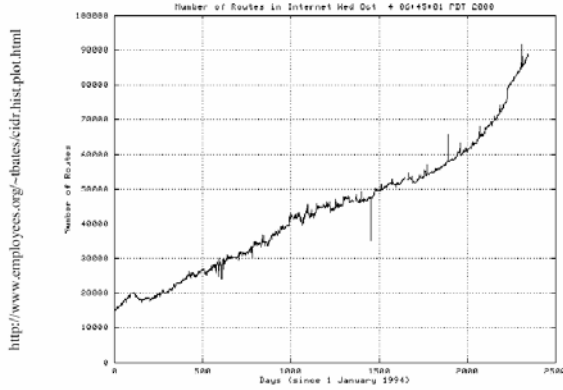
8 bitlik *TTL* ve *Hop Count* bölümleri farklı adlandırılmış olsalar da aynı işlevi görmektedirler. Bu bölüm bir veri paketinin bilgisayar ağları üzerinde ne kadar süre kalacağına karar vermek için kullanılmaktadır.

Bir diğer 8 bitlik adres alanı *Protocol Number* ve *Next Header* ise bir üst seviyede kullanılacak protokolü belirtmektedir.

IPv4 veri paketleri 20 ile 60 bayt arasında değişen, IPv6 veri paketleri ise 40 baytlık sabit uzunluktaki bir başlık bilgisine sahiptir. Sabit uzunluktaki başlık yönlendiricilerde başlık uzunluğunun algılanması için harcanan zamandan ve işlem gücünden tasarruf edilmesini sağlamaktadır. IPv4'de 32 bit olan adres verisinin uzunluğu IPv6'da 128-bit olarak rasgele seçilmemiştir. Bu uzunluk seçilirken işlemci mimarileri göz önünde bulundurulmuştur. 128-bit bir işlemcinin bir makine çevriminde tek bir defada okuyabileceği maksimum veri uzunluğudur.

Bilgisayar ağlarında, veri işleme hızlarının çok önemli olduğu, düğüm noktaları da dediğimiz, yönlendirmenin veya anahtarlamının yapıldığı noktalarda veri paketlerinin doğru ve hızlı bir şekilde

yönlendirilmesi çok büyük bir önem taşımaktadır. İnternet ağının her geçen gün daha çok kullanıcıyla beraber yönlendirici trafiği ve yönlendirilecek iz sayısı çok fazla artmıştır. Şekil 3'de de görüleceği üzere yol (route) sayısındaki bu artış karşılık her geçen gün zorlaşmaktadır. IPv6 düğüm noktalarındaki darboğazı aşmak ve daha verimli bir yönlendirme yapabilmek için, sabit başlık bilgisi, tek çevrimde okunan adres bilgisi ve akış etiketleme gibi avantajları beraberinde getirmektedir. Hiyerarşik adresleme yapısına sahip IPv6 yol atama çizelgelerinin boyutlarının çok yüksek oranlarda küçülmesini sağlayacaktır. Ayrıca yönlendiricilere ek yük getirmeyen parçalama ve hata kontrolü işlemlerini iki uçtaki ağ elemanlarına bırakan yapısı sayesinde çok daha verimli bir yönlendirme işlemine imkân tanımaktadır.



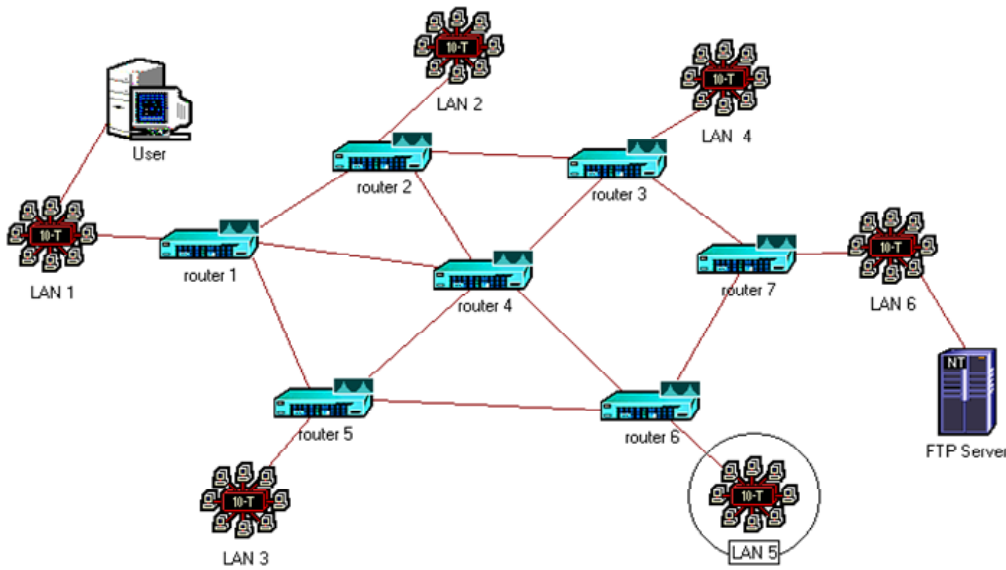
Şekil 3. İnternet üzerindeki yol sayısı [3]

3. BENZETİM SONUÇLARI

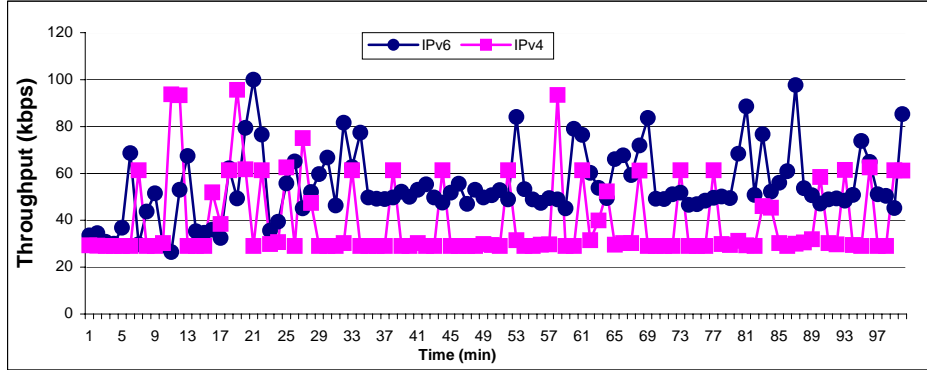
OPNET yazılımı ile gerçekleştirilen benzetimde Şekil 4'teki ağ yapısı üzerindeki kullanıcı ftp sunucusu üzerinden veri transferi yapmaktadır. Transfer edilen dosyaların boyutu ve transfer isteği düzgün olasılık dağılımı kullanılarak modellenmiştir. Ayrıca ağ üzerinde sabit bir veri trafiği oluşmasını sağlayacak 10 bilgisayardan oluşan yerel bilgisayar ağları da modellenmiştir. Bu bilgisayarlar birbirleri ile yine düzgün olasılık dağılımı oluşturacak şekilde birbirleri arasında ftp, http ve e-posta trafiği yaratmaktadır. Benzetim aynı olasılık dağılımı ve benzetim parametreleri kullanılarak öncelikle IPv4 daha sonra ise IPv6 için yapılmıştır.

İstemci ve sunucu bilgisayar arasındaki erişim zamanı ve veri çıkış hızı yapılan karşılaştırmanın değerlendirilmesinde parametre olarak kullanılmıştır. Şekil 5'de istemci tarafından indirilen veri miktarları görülmektedir. IPv6'nın daha yüksek bir verim sağladığı açıkça görülmektedir. Yönlendirme işleminin daha hızlı yapılabilmesi ve yönlendiricilerin hem işlem gücü hem de hafıza kullanımı bakımından daha verimli bir biçimde çalışması özellikle yoğun trafik altında IPv6'nın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Aynı şartlar altında IPv4 için 39.85 kbps olan ortalama veri indirme hızı IPv6 için 54,50 kbps olarak ölçülmüştür.

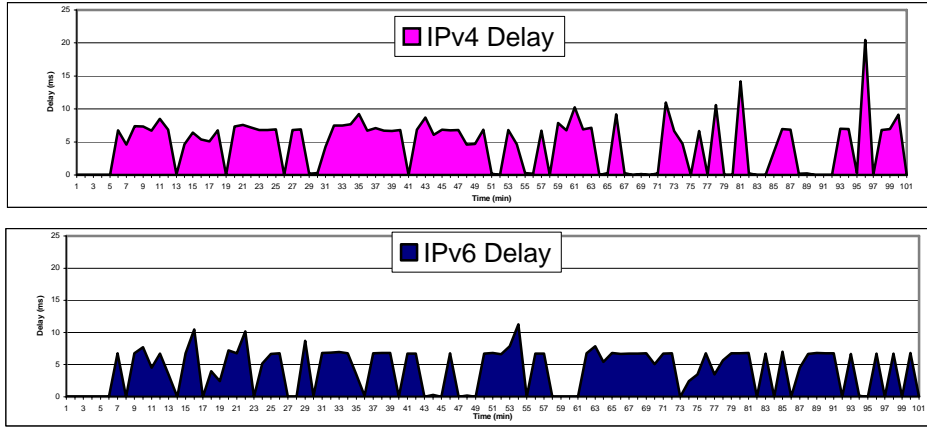
Bir diğer performans kriteri olarak da paket gecikmesi ölçülmüştür (Şekil 6). Bu değer ise IPv4 için ortalama 4,59 ms IPv6 için ise ortalama 4,22 ms olarak ölçülmüştür. Bu da beklenildiği gibi bir önceki sonuçla tutarlı çıkmıştır. Önerilen devre topolojileri Şekil-4'de görülmektedir.



Şekil 4. Benzetimde Kullanılan Model



Şekil 5. IPv4 ve IPv6 veri hızları



Şekil 6. IPv4 ve IPv6 paket gecikmeleri

KAYNAKLAR

- [1] OPNET Modeler Documentation, Regis Desmeu.
- [2] Implementing Cisco IPv6 Networks; Cisco Pres; Mayıs 2003.
- [3] www.isc.org
- [4] Joseph Davies; Understanding IPv6; Microsoft; 2002