

Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçişi Projesi

Emre Yüce¹ Onur Bektaş² Serkan Orçan³ Yavuz Gökirmak⁴ Murat Soysal⁵ Mustafa Ünver⁶ Mustafa Alkan⁷
Şeref Sağıroğlu⁸ Necdet Yücel⁹

^{1,2,3,4,5}TÜBİTAK ULAKBİM, Ankara. ^{6,7}BTK, Ankara. ⁸Gazi Üniversitesi, Ankara. ⁹Çanakkale 18 Mart Üniversitesi, Çanakkale

e-posta: ¹emre, ²onur, ³serkan, ⁴yavuzg, ⁵msoysal@ulakbim.gov.tr
e-posta: ⁶malkan, ⁷munver@btk.gov.tr ⁸e-posta: ss@gazi.edu.tr ⁹e-posta:nyucel@comu.edu.tr

Özetçe

IPv4'ün yerini almak için tasarlanmış olan IPv6, yakın gelecekte internete bağlanmak için yeni standart olacaktır. İnternete yeni bağlanacak elemanların kullanımı için mevcut bulunan IPv4 adreslerinin hızla tükenmesi IPv6 kullanımı hızlandıran en önemli etkidir. Dünyadaki gelişmelerin paralelinde ülkemizde de IPv6'ya geçiş için bazı çalışmalar başlatılmıştır. Bu makalede ülkemizde IPv6'ya geçişin en az sorunlu, güvenli, maliyet etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için yürütülen TÜBİTAK destekli projenin amaçları ve bugüne kadar gerçekleştirilen faaliyetler anlatılacaktır.

1. Giriş

İnternet Protokolü (IP), bir ağdaki uçlar arasında veri iletişimde kullanılan temel protokoldür. Günümüzde yaygın olarak kullanılan IPv4 (IP versiyon 4), 1981 yılında tasarlanmıştır. 1990'lı yıllarda IPv4 protokolünün eksiklikleri fark edilmiş ve yeni bir protokol için çalışmalara başlanmıştır. 1998 yılında yeni nesil internet protokolü IPv6 önerilmiştir.

Gelişen internet altyapısı ile gereksinim duyulan ancak IPv4'te desteği sorunlu olan çoklu dağıtım, servis kalitesi, dolaşılabilirlik problemlerinin IPv6 ile çözülmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca IPv4 adreslerinin hızlı tükenmesi sonucu İnternet'e yeni bağlanacak olan bileşenler için yaşanacak adres kıtlığı da IPv6 sayesinde aşılabilecektir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan IPv4 protokolünün kullanımının bir anda bırakılması mümkün olmayacağından, iki protokol de belli bir süre birlikte kullanılacaktır. Bu geçiş süresinde kullanıcılar ve servis sağlayıcıların olumsuz etkilenmemesi için çeşitli geçiş yöntemleri önerilmiştir. Bu geçiş yöntemlerini temelde 3 başlık altında toplamak mümkündür.

İkili Yığın (Dual Stack) : İkili yığın geçiş yönteminde uçlar her iki protokolü de desteklemektedir. Bu geçiş yöntemi kullanan uç hem IPv4 hem de IPv6 adres almaktadır.

Tünelleme (Tunneling) : Tünelleme yönteminde bir uçtan diğer bir uca bir paket içine bir diğer paket sarmalanarak iletilmektedir. Bu yöntem ile IPv6 desteği olan iki uç IPv4 ağı altyapısını kullanarak haberleşebilmektedir.

Çeviri (Translation) : Çeviri yöntemi herhangi bir sebepten dolayı IPv4 (veya IPv6) desteği verilemeyen bir ucun IPv6

(veya IPv4) ağına dahil edilmesi için kullanılmaktadır. Bu yöntemde sadece IPv4 desteği olan bir sunucu önüne çeviri desteği bulunan bir yönlendirici konularak IPv6 ağına bağlanabilir.

Önerilen geçiş yöntemleri arasında her ağa uygulanabilir, genel geçer bir geçiş yöntemi bulunmamaktadır. Bu sebeple IPv6 ile gelen yeni özellikler ve IPv6 geçiş yöntemleri analiz edilmeli ve ağa özgü geçiş yöntemi/yöntemleri kullanılarak mevcut ağa IPv6 desteği verilmelidir.

Dünyada ve Türkiye'de bu konuda çalışmalar devam etmektedir. Türkiye'de IPv6 protokolü ile ilgili bilgi birikimi oluşturmak ve Türkiye'nin IPv6 geçişini planlamak amacıyla "Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçişi Projesi" adlı proje TÜBİTAK ULAKBİM, Gazi Üniversitesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi ve Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nun katılımıyla yürütülmektedir.

Bu bildiri "Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçişi Projesi" kapsamında gerçekleştirilen çalışmaları içermektedir. Bildirinin devamında; ikinci bölümde dünya genelinde IPv6 geçişi konusunda yapılan çalışmalar sunulmuştur, üçüncü bölümde proje kapsamında gerçekleştirilecek çalışmalar detaylandırılmıştır, dördüncü bölümde ise sonuçlar ve gelecek çalışmalar ile ilgili bilgiler yer almaktadır.

2. IPv6 Geçiş Çalışmaları

2.1. Dünyada IPv6 geçiş çalışmaları

2004 yılında Çin Ulusal Gelişme ve Reform Komisyonu (China's National Development and Reform Commission NDRC) tarafından ülke çapında IPv6 altyapısı oluşturmak amacıyla Çin Yeni Nesil İnternet (CNGI) [1] projesinin temelleri atılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda Pekin'de gerçekleştirilen 2008 olimpiyatlarında IPv6 altyapısı etkin bir şekilde kullanılmıştır. Olimpiyat internet siteleri ve video yayının yanı sıra güvenlik kameraları ve taksiler de IPv6 ağına bağlanmıştır.

Japonya'da IPv6 çalışmaları İçişleri ve Haberleşme Bakanlığı tarafından oluşturulan u-Japan projesi kapsamında gerçekleştirilmektedir. [2] Bu proje bünyesinde kurulan çalışma grubu (The Study Group on Internet's Smooth Transition to IPv6), Japonya'da

bulunan ağların 2010 yılı itibariyle IPv6 desteği verilmesini planlamaktadır.

Amerika'da 2005 yılına ait IPv6 geçiş dökümanında, Amerika'daki tüm servis sağlayıcılar 2008 yılı Ağustos ayı itibariyle IPv6 desteği vermesi planlandığı belirtilmiş ve geçiş süreci ile ilgili detaylara yer verilmiştir. [6] 2008 Aralık ayında yayınlanan yeni 3 aşamalı IPv6 geçişi yol haritasında geçiş sürecinin 2011 Aralık ayında tamamlanmasının planlandığı belirtilmektedir.

Avrupa Birliği, 2004 yılında kurulan IPv6 Görev Gücü ile IPv6 geçiş sürecini hızlandırmıştır. 6. çerçeve programlarında desteklenen 6INIT, 6WINIT, 6NET, 6DISS ve EURO6IX gibi projelerle bu alana 100 milyon Euro'dan fazla kaynak ayrılmıştır. Avrupa Birliği'nin IPv6 geçiş sürecine desteği 7. çerçeve programında açıklanan projelerle devam etmektedir.

2.2. Türkiye'deki IPv6 Çalışmaları

Türkiye'de IPv6 çalışmaları 2003 yılından bu yana, Ulusal Akademik Ağı'nı yöneten TÜBİTAK ULAKBİM tarafından sürdürülmektedir. Bu süreçte DNS, FTP, SMTP vb. internet servisleri IPv6 üzerinden de erişilebilir hale getirilmiştir. Bu gelişmelere ek olarak, TÜBİTAK ULAKBİM ULAK6NET [7] bağlantısı ile üniversite ve araştırma kurumlarına IPv6 destekli bağlantı fırsatı sağlamaktadır.

Türkiye'de IPv6 bilgi birikimine katkı sağlamak amacıyla, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu (BTK) [8] koordinasyonu ile IPv6 Forum Türkiye 2007 yılında kurulmuştur. IPv6 Forum Türkiye'de, üniversitelerden, kamu kurumlarından ve servis sağlayıcılardan katılımcılar ile ekonomi, eğitim, yönetim ve teknik içerikli çalışma grupları oluşturulmuştur. Buna ek olarak BTK, servis sağlayıcılar arasında, IPv6 durumu ve geçiş stratejileri hakkında bilgi edinme amaçlı bir anket uygulamıştır.

3. Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçiş Projesi

"Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçiş Projesi", Türkiye'nin IPv6'ya geçişi için yol haritasını çizmeyi amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda; farklı IPv6 geçiş yöntemleri analiz edilmekte, farklı tipteki organizasyonlar için en uygun geçiş yöntemini tespit edebilmek için bir karar destek sistemi tasarlanmakta, geçiş adımları planlanmakta, karşılaşılan yönetim ve güvenlik problemlerini aşmak için çözümler üretilmekte, geçiş için maliyet hesabı yapılmaktadır. Bunun yanında IPv6 özelliklerinin test edilmesi ve

güvenlik açısından incelenmesi için bir IPv6 test yatağı kurulmuştur. Projenin ilerleyen aylarında IPv6 farkındalığı artırmak amacıyla konferanslar, atölyeler ve eğitimlerin düzenlenmesi planlanmaktadır.

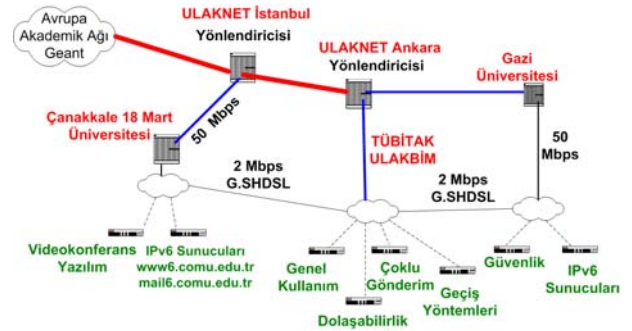
TÜBİTAK tarafından desteklenen bu projede, ULAKBİM yönetici, Gazi Üniversitesi ve Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi proje yürütücülere, BTK ise müşteri kurum olarak yer almaktadır.

Şubat 2009'da başlamış olan ve 24 ay sürmesi planlanan projenin toplam bütçesi 1 Milyon TL'dir. Proje kapsamında 30'dan fazla araştırmacı çalışmaktadır.

Proje iki temel araştırma alanı içermektedir: IPv6 Geliştirme Ortamı (IPv6-GO) ve IPv6 güvenliği.

3.1. IPv6-GO

Türkiye'deki, IPv6 çalışmalarına öncülük etmesi ve bu çalışmaları desteklemesi amacıyla proje kapsamında IPv6 test laboratuvarlarını, akademik ve ticari IPv6 altyapı bağlantısını içeren IPv6-GO test laboratuvarları kurulmuştur.



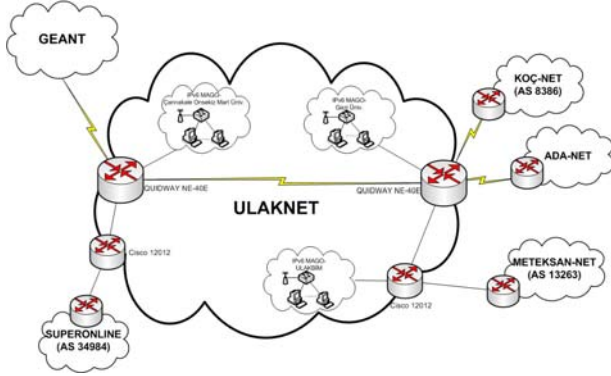
Şekil 1 IPv6-GO Genel Topolojisi

IPv6-GO test laboratuvarlarında Türkiye'deki akademisyenler ve araştırmacılar birlikte çalışma imkânı bulacaklardır. Aynı zamanda İSS'lerin IPv6 araştırmalarına dâhil olmalarıyla IPv6-GO test laboratuvarları ulusal çaplı test ve geliştirme platformu haline gelecektir. Şu anda Türkiye'den 2 adet İSS, diğer servis sağlayıcılar ve üniversiteler ile IPv6 uyumluluk ve çalışılabilirlik testlerini gerçekleştirmek amacıyla IPv6-GO değişim noktasına bağlantı sağlamıştır.

IPv6-GO üzerinde yapılacak araştırmalar, QoS, dolaşılabilirlik (mobility), multicast gibi IPv6 ileri seviye özelliklerini de içermektedir.

IPv6-GO aynı zamanda İnternet Servis Sağlayıcı firmaların IPv6 ağlarını ve hizmetlerini test etmeleri için trafik değişim noktası olarak da hizmet vermektedir.

IPv6-GO test laboratuvarının bir amacı da Türkiye’de IPv6 kullanımını yaygınlaştırmak ve deneme amaçlı IPv6 ağına bağlanmayı talep eden kurumlara yardımcı olmaktır. Bu amaç doğrultusunda diğer İnternet Servis Sağlayıcılar (İSS) ile bağlantı sağlanabilmesi için “IPv6 Üzerinden İnternet Trafik Değişim Noktasına Bağlantı Protokolü” hazırlanmış ve bu protokolü imzalayan aşağıdaki İnternet Servis Sağlayıcılar ile IPv6 bağlantısı sağlanmıştır.



Şekil 2 IPv6-DN Eylül 2009 Topolojisi

Koç-Net ile ULAKNET arasında, Koç-NET tarafında G.SHDSL, ULAKNET tarafında Metro Ethernet teknolojisi ile sonlandırılmak üzere bir devre tesis edilmiştir. Bu devre üzerinden tünelleme yöntemi kullanılarak IPv6 bağlantısı yapılmıştır.

Meteksan-Net ile IPv6 bağlantısı her iki tarafta Ethernet arayüzlerinde sonlandırılan doğrudan fiber bağlantısı üzerinden, “dual stack” yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Bağlantı üzerinde kurulan iki ayrı BGP oturumu aracılığıyla IPv4 ve IPv6 rotalarının karşılıklı olarak değişimi sağlanmaktadır

Superonline-Net ile IPv6 bağlantısı Superonline ile ULAKNET İstanbul omurga yönlendiricisi arasında tesis edilen doğrudan fiber-optik bağlantı üzerinden yalın IPv6 yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Devre üzerinde IPv6 için BGP oturumu kurulmuş olup Superonline rotalarının GEANT aracılığı ile Global IPv6 ağına anons edilmesine başlanmıştır.

ULAKNET ile ADA-NET arasında IPv6 Trafik Değişimi Protokolü karşılıklı olarak imzalanmış olup devresin tesisi için Türk Telekom’a gerekli başvurular yapılmıştır. Devrenin kurulumunun kısa süre içinde tamamlanması beklenmektedir.

3.2. IPv6 Güvenliği

Elektronik uygulamaların artmasıyla birlikte, internet ortamında paylaşılan kişisel bilgiler de artmakta ve bu bilgilerin gizliliği daha önemli hale gelmektedir. İnternetin yaygınlaşması ve gelişmesi ile

gerçekleştirilen sanal saldırılar da artmaktadır. Bu saldırılar da özellikle kişisel ve ulusal bilgileri hedef almaktadır.

IPv4 ile karşılaştırıldığında, IPv6 protokolü ağ katmanındaki güvenlik kriterleri göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. IPv6 ile sağlanabilecek ek güvenlik özellikleri, IPv6 şu anda yaygın olarak kullanılmadığı için gerçek ağlarda test edilememektedir. Bu yüzden IPv6 protokolü şu an öngörülemez güvenlik açıkları içeriyor olması muhtemeldir. Buna ek olarak IPv4 için geçerli olan güvenlik açıklarından bazıları IPv6 protokolü için de geçerlidir.

Projedeki güvenlik araştırmasını genel hatları aşağıda belirtilmiştir:

- IPv6 geçiş yöntemlerinin güvenlik analizi
- IPv6 için geçerli bilinen güvenlik açıkları ve zayıflıklar
- IPv6 ağlarında solucan dağılımı
- IPv6 ağlarında oluşabilecek bilinen ve yeni güvenlik açıklarının tespiti için kullanılacak bir IPv6 Balküpü uygulaması geliştirilmesi

Projenin başlangıcından günümüze kadar geçen sürede öncelikle İkili Yığın, Çevirici ve Tünelleme geçiş yöntemlerinin bilgi güvenliği açısından değerlendirilerek ortaya çıkabilecek zafiyetler ortaya konmuştur. Bununla birlikte IPv6 protokolünün hali hazırda bilinen güvenlik açıkları belgelenecek bu konuda yapılacak çalışmalar için temeller oluşturulmuştur.

Proje kapsamında bilgi güvenliği konusunda yürütülen bir diğer çalışma da IPv6 tabanlı servisleri öykünebilen bir Balküpü yazılımının geliştirilmesidir. Bu çalışma kapsamında da bugüne kadar yapılanlar mevcut Balküpü yazılımlarının incelenmesi, zayıf yönlerinin tespit edilmesi ve IPv6’ya has güvenlik zafiyetlerinin HTTP, DNS, SMTP ve FTP protokollerinde öykünülebilmesi temel çerçevenin belirlenmesi şeklinde sıralanabilir.

4. Sonuçlar

"Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçiş Projesi", ulusal çapta IPv6 geçiş sürecini başlatmış ve Türkiye çapında bir IPv6 farkındalığı oluşturmaya başlamıştır. Proje kapsamında kurulan IPv6-GO test laboratuvarları ile Türkiye’de IPv6 geçiş yöntemleri, IPv6 ileri seviye özellikleri (dolaşılabilirlik, QoS vb.) hakkında bilgi birikimi oluşacaktır. IPv6 güvenliği üzerine yapılan çalışmalar ve IPv6 balküpü çalışması gelecekte karşılaşılabilecek IPv6 zayıflıklarının tespit edilmesi amaçlı bir balküpü ağı oluşturulmasına yardımcı olacaktır. Proje çıktısı olarak sunulacak IPv6

geçiş süreci yol haritası yardımıyla IPv6 geçiş maliyetleri düşürülecektir.

İnternetteki gelişmeler göz önüne alındığında IPv6 geçişi bir zorunluluk olarak görülmektedir. " Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçişi Projesi " kapsamında ulusal boyutta birçok farklı faktör göz önünde bulundurularak bu geçiş planlanmaktadır. Bu proje sayesinde oluşturulacak yol haritasının uygulanmasıyla Türkiye planlı bir şekilde geçiş sürecini tamamlayacaktır. Bu hem geçiş maliyetinin düşmesini hem de Türkiye'nin IPv6 kullanımında dünya çapında iyi bir yerde olmasını sağlayacaktır.

5. Teşekkür

Bu çalışma Türkiye çapında IPv6 altyapısı oluşturmak ve Türkiye'nin IPv6 protokolüne geçişini planlamak amacıyla TÜBİTAK – ULAKBİM'in yönetici, Gazi Üniversitesi ve Çanakkale 18 Mart Üniversitesi'nin yürütücü, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'nun müşteri kurum olarak katıldığı "Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçişi Projesi" kapsamında gerçekleştirilmiştir. [9] Bu proje TÜBİTAK tarafından desteklenmektedir.

6. Kaynakça

- [1] China Next Generation Internet, <http://www.cstnet.net.cn/english/cngi/cngi.htm>, [26/06/2009]
- [2] Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçişi Projesi, <http://www.ipv6.net.tr/>
- [3] Smith, J. O. and Abel, J. S., "Bark and ERB Bilinear Transforms", *IEEE Trans. Speech and Audio Proc.*, 7(6):697-708, 1999.
- [4] Lee, K.-F., *Automatic Speech Recognition: The Development of the SPHINX SYSTEM*, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1989.
- [5] Rudnicky, A. I., Polifroni, Thayer, E H., and Brennan, R. A. "Interactive problem solving with speech", *J. Acoust. Soc. Amer.*, Vol. 84, 1988, p S213(A).
- [6] Transition Planning for Internet Protocol Version 6 (IPv6) <http://www.whitehouse.gov/omb/memoranda/fy2005/m05-22.pdf>
- [7] TÜBİTAK ULAKBİM [www.ulakbim.gov.tr]
- [8] Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu ONLINE [http://www.btk.gov.tr]