

# İnternet Adres ve Numaralandırma Yapısındaki Değişimin Adı: IPv6

*Birsen ÖZTÜRK*

*Elektronik Mühendisi*

Ortadoğu Teknik Üniversitesi Elektrik

Elektronik Mühendisliği bölümünden

2000 yılında mezun oldu.

Halen Orta Doğu Yazılım Hizmetleri A.Ş.(TR.NET)'de bilgisayar ağları grubunda çalışmaktadır.

İnternet kullanıcı sayısındaki patlama, IP adresi yetersizliğinin ortaya çıkmasına sebep oldu. Şu anda var olan IP adresleri hızla tükenmekte. Yeni bir IP standardı olan IPv6'in geliştirilmesiyle hem var olan IPv4'un açıklarının kapatılması hem de adres yetersizliğinin giderilmesi amaçlanmaktadır.

İnternet dünyasında adres yetersizliğinin başgöstermeye başladığını ve bunun önüne geçmek için yeni bir standardın geliştirilmekte olduğunu birçoğumuz duymuştur. Bu çalışmanın amacı sayısını artırmak olsa da yeni standardın bize tek getirisi IPv4 adresine eklenen birkaç fazla bit olmayacaktır. IPv6'da IPv4'ten elde edilen yirmi küsur senelik tecrübe göz önünde tutulmuş, IPv4'un eksileri ve artıları incelenerek değişen, büyüyen internet dünyasının gerektirdiği özellikler eklenmiştir.

IPv4 protokolü yeni çıktığında 32 bitlik adres alanı çok yeterli görünüyordu (4.2 milyar adres). Ama kimse internetin böyle bir hızla gelişeceğini öngörememişti. Nasıl ki yeryüzündeki her evin ayrı bir adresi varsa internete çıkan her bilgisayarın da diğerlerinden farklı bir IP adresi olmak zorunda. Hatta günümüzde yavaş yavaş bilgisayar dışındaki başka cihazlara da IP verilmeye başlandı. IP adresi olan ve internet üstünden kumanda edilebilen motorlar üretilmiştir. Yakın gelecekte akla gelebilecek hemen hemen her cihaza IP adresi verileceği düşünülüyor. Artan IP adresi talebiyle birlikte adres sayısının azalmasına yol açan ikinci etmen ise hiyerarşi konusudur. Bilgisayarımızdan dünyanın herhangi bir yerine e-posta gönderdiğimizde bunun gerekli adrese gitmesini sağlayan cihazlar yol üstündeki yönlendiricilerdir (router). Yönlendiriciler kendilerine gelen paketlerin gönderildiği adrese bakar, sonra bu adresi hafızalarında tuttıkları yönlendirme tablosuna bakarak paketleri o adrese ulaştırmak için hangi arayüzden göndereceklerine karar verirler. Kısaca yönlendiricinin işini yapmasını sağlayan yönlendirme tablosu hangi adresin hangi arayüzün arkasında olduğunu söyler. Tabi ki yönlendiricilerin hafızası bugün var olan tüm IP adreslerini tutacak kadar büyük değildir. Bunun için IP adresleri gelişigüzel değil sıkı bir hiyerarşik düzenle verilmektedir. Nasıl ki postadan bir mektup gönderdiğimizde adres kısmının önce gideceği ülke kısmı sonra şehir, sokak sırayla inceleniyorsa IP adreslemede de aynı hiyerarşi takip edilir. Böylece yönlendirme tabloları en küçük tutularak yönlendiricilerin hem daha hızlı çalışması sağlanır hem de her adresi yönlendirmek mümkün oluyor. Bunun dezavantajı ise kullanılabilir adres sayısının düşmesi. Teoride IPv4 ile 4.2 milyar adres verilebilecek gibi görünse bile gerçek sayı bunun çok altında.

Yeni protokolün ağ yöneticileri açısından bir başka getirisi ağdaki aktif cihazları konfigüre (ayar) etmekteki kolaylık olacaktır. Her ne kadar BOOTP ve DHCP gibi protokoller dinamik olarak adres dağıtarak bilgisayar ağını konfigüre ederken büyük kolaylık sağlasa da birçok ağ statik adres kullanmakta. Bu adresleri ve ağ geçitlerini manuel olarak birisinin bilgisayarlarına girmesi gerekiyor ki çoğu zaman bu asil işi bilgisayar olmayan insanlar tarafından yapılmak durumunda. IPv6'te ise aktif cihazlar ağa takıldıkları anda kendi kendilerini adreslemekte.

Birçok ağ yöneticisi IPv6'ya geçmenin büyük sıkıntılar yaratacağını ve İnternet ağında günlerce uğraştıracak problemlere yol açacağını düşünüyor. Bu geçişin en sancısız sağlanması için çeşitli yollar düşünülmekte. Öncelikle IPv4 ve IPv6 arasındaki geçişin anında yapılması planlanmıyor. Yeni IP protokolü (IPv6) uzunca bir süre (hatta belki sonsuza dek) eski protokolle (IPv4) beraber çalışacak şekilde tasarlandı. Cihazlar ve onların üstünde çalışan yazılımlar uzunca bir süre hem IPv4

hem de IPv6'u destekleyecektir. Hatta farklı lokasyonlarda IPv6 ile çalışan iki networkunuz varsa ve bunların birbiriyle iletişim kurmak için IPv4 networku içinden geçmesi gerekirse yine de bir problem yaşanmayacaktır. Bu, iletişim tünelleme denilen bir yöntemle yapılıyor. Yönlendirici ve diğer aktif network cihazları üreten tüm firmalar çalışan çözümler geliştirmiş durumda.

Geçiş planlamak amacıyla IETF\* kendi içinde bir alt grup oluşturdu. Ipv6 geçişi hem yerel ağdaki bilgisayarlar ve sunucular(LAN) hem de geniş alan ağları(WAN) için planlandı. Bilgisayarlardaki ağ katmanı bilgisayarlar ve yönlendiriciler için hem IPv4 hem IPv6'yi destekleyecek. IPv4 üstünde IPv6 çalışacak. Buna da "tünelleme" adı verilmiş. Tünellemede IPv6 paketleri IPv4 paket başlıkları içinde taşınıyor. IPv4 paket başlığı içindeki her veri yönlendiriciler IPv6 desteklemese bile sorunsuz taşınabiliyor, çünkü yönlendiriciler yönlendirme yaparken sadece paket başlığına bakar. İçindeki veri önemli değildir. Geçişin yapılması için çift IP katmanı (Dual IP layer) destekleyen arayüzlere ihtiyaç vardır. Çift IP katmanı destekleyen arayüzler hem IPv4 hem de IPv6 adreslerini tanıyabiliyor. Bunlara IPv6/IPv4 arayüzleri de deniliyor.

IPv6/IPv4 arayüzleri kullanılarak IPv4 çalışan bir omurga üstünden iki IPv6 omurgası konuşuturulabilir (tünelleme). Tünelleme bazı durumlarda manuel bazı durumlarda otomatik yapılmaktadır.

Manuel tünellemede tünelin her iki girişi manuel konfigüre edilir. Örneğin IPv4/IPv6 konuşabilen iki yönlendiricimiz varsa ve bunları sadece IPv4 koşturan bir omurga üstünden konuşuturmak istiyorsak bu yöntemi kullanabiliriz. Manuel tünelleme yönlendirici-yönlendirici arasında yapılabileceği gibi yönlendirici-bilgisayar arasında da yapılabilir.

Otomatik tünellemede ise tünel uçları IPv6 adresi içinde gömülü IPv4 adresinden otomatik olarak bulunur. Örneğin IPv6/IPv4 konuşabilen iki bilgisayar birbirleriyle IPv4 omurgası üstünden aralarında manuel bir tünel tanımlanmadan veri alışverişinde bulunabilir. Otomatik tünelleme yönlendirici-bilgisayar arasında da kurulabilir. Bir ağ yönetim bölgesi IPv6'ya geçtiğinde bağlı olduğu üst servis sağlayıcısının sistemi IPv6'yi desteklemiyor olabilir. Bu durumda ağ yöneticisi manuel olarak veya DNS aracılığı ile tünel tanımlamak zorunda, ki IPv6 paketleri IPv4 ağı üstünden yönlendirilebilsin. Bu tünelleme spesifik bir ağa doğru yapılmalı, ama genellikle büyük bir IPv6 omurgasına doğru yapılıyor. Bu büyük omurganın da diğer küçük IPv6 omurgalarına bağlantısı oluyor. Bu tür ilk büyük omurga 1995'te kurulan 6bone'dur. Deneme amaçlı kurulmuş olsa da şu anda büyük servis sağlayıcıların çoğu bu omurgaya dahildir. Omurgaya dahil tüm servis sağlayıcılarını <http://www.csipv6.lanacs.ac.uk/ipv6/6Bone/Maps/> adresinden görebilirsiniz.

IPv6'da unicast, anycast ve multicast olmak üzere 3 tip adres vardır. Unicast adres tek bir bilgisayara ya da arayüze verilen adrestir. Unicast adrese yönlendirilen bir paket sadece o adresi taşıyan arayüze gönderilir.

Anycast adres bir grup arayüze ait ortak bir adrestir. Anycast adrese gönderilen paketler bu arayüzler grubundan sadece bir tanesine ulaştırılır ve bu da en yakın olanıdır. Anycast adres gönderen adresi olarak kullanılmaz sadece alıcı adresi olarak kullanılır.

Multicast adres de bir grup arayüze ait ortak bir adrestir. Multicast bir adrese gönderilen paketler bu gruba ait tüm arayüzler tarafından alınır.

### **IPv6 paket formatı**

IPv4 adresleri 32 bittten oluşuyor. Bu adreslerin kolayca akılda tutulması için 32 bit 4 tane 8'li grup halinde ve ondalık olarak yazılıyor. Mesela 110000111000111000000-00100001011 olan bir adres kolay akılda kalması için 195.142.1.11 şeklinde yazılıyor. Yeni geliştirilen IPv6'da ise 32 bit yerine 128 bit var. Bu 128 biti ondalık şekilde yazsak bile birkaç adresten fazlasını akılda tutmak nerdeyse imkansızdır. IPv6'da bu problemin iki yolla giderilmesi amaçlanıyor. Birincisi adresler ondalık değil onaltılık sistemde yazılacak. Bu durumda tipik bir IPv6 adresi DEAD:BEEF:73: :FEED:F00D

şeklinde görünecektir. Bu adreslerde "." yerine ":" kullanılıyor ve baştaki 0'lar gösterilmiyor(0073 yerine 73 yazılıyor, yada ":0000:" yerine "::" yazıyoruz). IPv4'un paket başlığı 20 byte uzunluğundadır ve paketin gönderildiği adres ve gideceği adres yanında o paketin nasıl işleneceği ile ilgili bilgiler içermekte.

### **IPv6 Header (başlık) Yapısı**

IPv6'un paket başlığı IPv4'e göre basitleştirilmiştir. Paketlerin işlenmesini kolaylaştırmak ve bant genişliğinden tasarruf etmek amacıyla IPv4'un paket başlığındaki bazı alanlar kaldırılmış bazıları ise opsiyonel yapılmıştır. IPv6 adres uzunluğu IPv4 adres uzunluğunun 4 katı olmasına rağmen paket başlığının uzunluğu sadece 2 katına çıkmıştır. Daha hızlı bir yönlendirme ve ihtiyaç duyulduğu takdirde paket başlığına yeni opsiyonel alanların eklenmesini kolaylaştıracak yönde değişiklikler yapılmıştır. Örneğin IPv6'daki "flow label" denilen alan paketlerin video-konferans gibi gerçek zamanlı bir uygulamaya ait olduğunu belirtir ve bu paketlerin daha hızlı proses edilmesini sağlar.

IPv4'ten farklı olarak IPv6 paket başlığındaki "extension header" denilen kısım ise paketler gönderilen yere varana kadar dikkate alınmamaktadır. IPv4'te ise bunlar aradaki tüm aktif cihazlar tarafından kontrol edilmekte. Bu değişiklikle aradaki cihazların işlem yükü büyük ölçüde azaltılmakta ve kullanılan cihazlarda performans artmaktadır. "Extension header" denilen bu başlığın uzunluğu IPv4'te 40 byte iken IPv6'da uzunluğa bir sınır getirilmemiştir. IPv6'da bu alana güvenle ilgili opsiyonlar eklenerek veri bütünlüğü ve aslıyla aynılığının kanıtlanması mümkün olmaktadır (authentication and integrity).

IPv6 protokolünün yeni yapısı İnternet dünyasında bir çok yeniliği de beraberinde getirecektir. IPv6 ile bugün İnternet dünyasında yaygın olarak kullanılan IPv4 protokolünde sözkonusu olan İp numara rezervlerinin azalması gibi bir çok eksiklik, açmaz ortadan kalkacak, İnternet dünyasına yeni avantajlar da gelecektir.

Ancak IPv6 yapısı içinde gönderilen bir paketin karşı tarafa bilgisayarın MAC adresini göndermesi güvenlik, gözetlenme konularında yeni tartışmalar açma potansiyeli taşıyor. (MAC adresi bilgisi modem, ethernet kartı gibi cihazların içine gömülüdür, değiştirilemez ve tektir(unique).)

Bu durumda IPv6 protokolünün getirdiği bir çok avantaj yanında George Orwell'in ünlü 1984 kitabındaki "Big Brother"ın bizleri daha iyi gözetlemesi için yeni kapılar mı açıyor? sorusunu sorabiliriz.\*\*

\* The Internet Engineering Task Force (IETF), Araştırmacılar, cihaz satan firmalar, İnternetin gelişimi ilgili kişi ve kurumların içinde olduğu uluslararası bir birliktir. IETF, İnternetin protokolleri ve mimarisiyle ilgili problemleri belirleyen ve çözmeye yönelik iş grupları oluşturur.

\*\* IPv6 protokolünde IP adresi oluşturulurken MAC adresi kullanılması yöntemin izlenilebilirliği artıracığı konusunda endişeler var. Hatta bu konuda birçok rapor yazıldı, IPv6 karşıtı gruplar oluştu. Bu çalışmalarda adres yetersizliğinin NAT (Network Address Translation) yöntemiyle giderileceği savunuldu. İzlenebilirlik kaygıları ve tepkiler sonucunda bazı değişiklikler yapıldı. İzlenebilirlik endişelerinin artmasıyla IETF MAC adresi kısmına rastgele bir sayı atama yöntemini bu senenin başında geliştirdi (Ocak2001 RFC3041). Ancak yeni yöntemin kaygıları ne kadar azaltacağını zaman gösterecek.