

# IPv6 ve TÜRKİYE

Ayşegül BOLAT  
Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu  
[abolat@tk.gov.tr](mailto:abolat@tk.gov.tr)

Ayhan TÖZER  
Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu  
[atozer@tk.gov.tr](mailto:atozer@tk.gov.tr)

## Özet

Yeni Nesil Protokol IPv6, mevcut IPv4 protokolünün yerini almak üzere, IP adres kapasitesi, güvenlik, servis kalitesi, mobilite özellikleri ile IETF tarafından Doksanların ortalarında geliştirilmiştir. Mevcut protokol IPv4'te bulunmayan, günümüz teknolojik gelişmelerinde özellikle büyük önem taşıyan mobilite destek verimliliği için birçok özellikleri içermektedir. Bu çalışmada, IPv6'nın uygulanmasının önemi ve IPv6'nın yayılması ile ilgili farkındalığın yaratılması ve IPv6'nın yayılması ve geçişin sağlanmasına yönelik stratejiler açıklanmıştır. Ayrıca, düzenleme boyutu irdelenmiş, Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)'nun yaklaşımı verilmiş ve Avrupa Konseyi ile Asya-Pasifik ülkelerinin IPv6 üzerinde yoğun olarak çalıştığı ve büyük yatırımlar yaptığı açıklanmıştır. Sonuç olarak, dünyadaki genel eğilimler ve ülkemizdeki mevcut durum çerçevesinde, Türkiye için IPv6'ya geçiş kaçınılmaz olduğu saptanmış, öneriler sunulmuş ve gereklilikler ortaya konulmuştur.

**Anahtar Kelimeler :** IPv6, IPv4, Yayılma, Strateji, ITU.

## 1. GİRİŞ

Dünya üzerinde 1.4 milyardan fazla insanın İnterneti kullandığı göz önüne alındığında, İnternetin insanların yaşama, çalışma, oynama ve öğrenme biçimlerini değiştirdiği ve bilgiye ulaşılan en kısa yol olduğu, bu amaçla adres tahsis modelleri ve metodlarının şimdiye kadar iyi bir noktaya getirilebildiği fakat bazı zorlukların ortaya çıkmış olduğu görülmektedir. Bu durum, Bilişim Teknolojileri ve İletişim alanında yeni yaklaşımların etkin ve hızlı bir şekilde ortaya konulmasını ve çözümler üretilmesini gerektirmektedir. İnternet kullanımının hızlı yükselişinde ve bilgi toplumunun oluşturulmasında yeni teknolojilerin kullanılmasıyla IPv6'nın büyük bir potansiyel olacağı görülmektedir. Sektörün aktif katılımı ile Yeni Nesil Protokol IPv6'ya geçişin sağlanması ve yayılmanın hız kazanması; ülkemiz insanına, kültürüne, kalkınmasına,

e-Türkiye projesine ve sektörün gelişmesine özellikle ülkemizde yazılım alanında büyük ilerlemelerin gerçekleşmesine önemli katkı sunacaktır. Bu makalede, yeni nesil IPv6'ya neden ihtiyaç duyulduğu, IPv6'nın avantajları, farklılıkları, IPv6 hizmetinin yayılması, IPv6'ya göç ve düzenlemeye yönelik konular ile ilgili hususlar incelenip araştırılmış, dünyadan örnekler verilmiştir. Bu konuda, ülkemizde yapılan çalışmalar aktarılmış ve Türkiye'de IPv6'ya geçiş için stratejiler açıklanmıştır.

## 2. IPv6 GEREKSİNİMİ

İnternette halihazırda kullanılan uyarılama IPv4 protokolü, hemen hemen 25 yıl önce geliştirilmiştir. IPv4'ün en önemli yetersizliği 32 ikil olarak tanımlanan adres kapasitesidir. IETF tarafından geliştirilen IPv6'da, 32 yerine 128 bit'lik IP adresleri tahsis edilerek IPv4'ün adres kapasitesi geliştirilmiştir.

İnternetin başarısındaki hızlı yükseliş, IP adreslerinin tüketimini hızlandırmıştır. IPv4 adreslemenin başlangıçta etkin bir şekilde organize edilmemesi ve adaletli dağıtılmaması sebebiyle birçok ülke IPv4 adres ihtiyacını karşılayamamaktadır. Aşağıda belirtilen yeni uygulamaların gelişmesi, IP adreslerinin hızla tükenmesine yol açmaktadır:

- GPRS'e Dayalı Mobil Servisler, UMTS
- Yüksek -Hızlı Erişim ve Sürekli Durum
- İnternet Bağlantılı Elektronik ve Haberleşme Cihazları
- Ev Otomasyon Uygulamaları ve Algılama Şebekeleri.

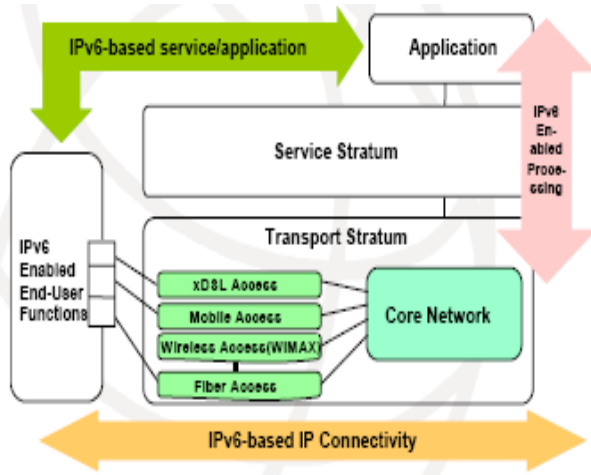
IPv4 ticari kullanım için tasarlanmamış olup, günümüzde beklenen servis kalitesi işlevini, modern ticari İnternet için temel olan çoklu yayın fonksiyonlarını veya güvenlik için gerekli yapılanmayı sağlamak için gerekli yeterliliklere sahip bulunmamaktadır.

İnternet Mühendisliği Görev Birliği (IETF) tarafından geliştirilen ve mobilite destek verimliliği için birçok

özellikler ile gelişmiş ağ güvenliği desteği sağlayan IPv6'ya yönelinmektedir.

Hemen hemen sonsuz IP adres havuzu ve mobilite destek verimliliği ile gelişmiş ağ güvenliği desteği sağlayan özellikleri ile de çok farklı sistem ve teknolojilere uygulanabilmesine olanak tanınmaktadır.

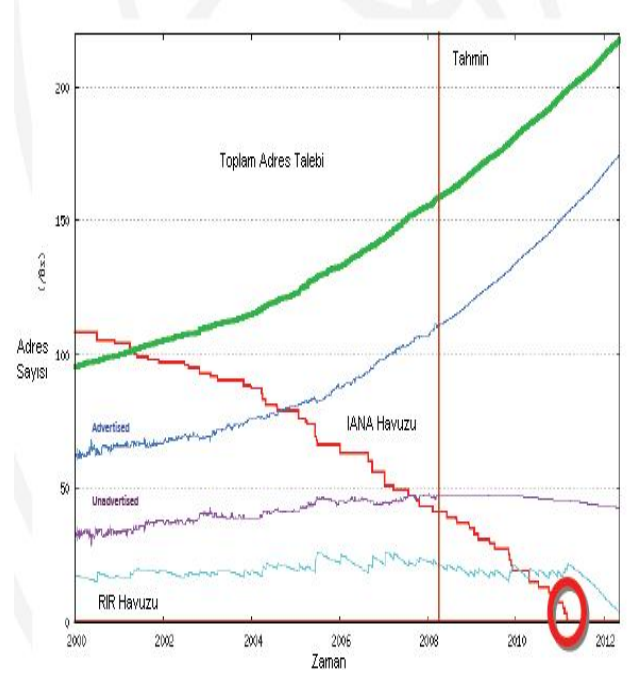
IPv6'nın Yeni Nesil Şebeke (NGN)'e etkisi dikkate alındığında; gelecek sabit ve kablosuz/mobil şebeke ortamı için yararlı teslim protokollerinden birinin IPv6 olduğu çalışmalarla ortaya çıkmış bulunmaktadır. Paket tabanlı yakınsamış şebekelerde (çoklu genişbant, servis kalitesi olanaklı taşıma) NGN ve IPv6 birlikte görülmekte ve IPv6 tabanlı NGN: IPv6 + NGN = IPv6-tabanlı NGN, şeklinde ifade edilmektedir. Genel bir bakış açısı oluşturması amacıyla IP tabanlı NGN'nin genel şebeke yapısı ve bağlantıları Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1: IP Tabanlı NGN

### 3. IPV4 ADRESLERİNİN TÜKENMESİNE YÖNELİK ÖNGÖRÜ

Yeni nesil şebekelerle birlikte çeşitlenecek hizmetler (Ses, TV, İnternet tarama, Oyun, E-sağlık, E-devlet, E-öğrenme, E-ticaret, P2P, B2B,...) karşısında IPv4 adres havuzunun 2010/2011 yıllarında tükenmesi gösterilmiştir (Şekil 2). Bu tarihlerden sonra Bölgesel Tahsis Kurumlarına (RIPE, ARIN, APNIC, AFRINIC, LACNIC) yeni adres bloğu talebinde bulunulamayacağı IPv6 Forum tarafından belirtilmektedir. Bölgesel Tahsis Kurumları (RIRs) Yerel Tahsis Kurumlarına adres tahsisi yapmaya bir süre devam edecek olsa da, RIR'lardan birinin ilk adres tükenmesi problemiyle karşılaşmasının 12-18 ay sonra olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 2: IPv4 adres havuzunun 2010/2011 yıllarında tükenmesi

### 4. IPV6 ŞEBEKE HİZMETİNİN YAYILMASI

IPv6'nın yayılmasının desteklenmesinde, uyarlamalı gerçek zamanlı uygulamalar en güncel konuyu oluşturmaktadır ve anahtar uygulamalar olmaktadır. Düşük maliyetli olmayan IPv4 parçalarının, uçtan uca şebeke şeffaflığını ve xDSL veya telsiz data servisleri için gereksinim duyulan genel tek IP adreslerinin büyük miktarını garanti edemeyeceği açıktır. Bu İnternet içinde IPv6'nın yayılması için güçlü bir neden olmaktadır.

Önemli ISP'ler, IPv6'yı dikkatle izlemekte ve yıllardır IPv6 çoklu yayın test şebekesi olan M6Bone içinde yeni protokolün deneyleri ile ilgilenmektedirler. Bütün dünyada imalatçılar, üniversiteler ve araştırma merkezlerinden gelen çabalar ve onların katkıları, hızla büyüyen deneysel IPv6'yı oluşturmaktadır. IPv6 test uygulamaları için bu bir ortamdan daha çok 6Bone ve ISP denemeleri geçiş prosesine benzemektedir.

Sonuç olarak, uygulama geliştiriciler ve imalatçılar geçiş sürecinin başlangıcında önemli bir role sahip olmaktadır. Son zamanlarda tüm dünyada meydana gelen gelişmeler, IPv6'ya çok kısa bir süre içinde geçişi göstermektedir.

### 5. IPV6'YA GEÇİŞ STRATEJİLERİ

IPv6'nın yayılmasının bir plan dahilinde gerçekleşmesi gerekmekte ve çalışmaların bu yönde yapılması önerilmektedir. Buna göre;

- Yenileme Stratejisi: Uç birimlerdeki işletim sistemleri ve ağ ekipmanlarının IPv6 uyumlu hale getirilmesi,
- Dönüşüm (Göç) Stratejisi
- Eğitim (temel bilgi, yayılma, işletme ve bakım) hususlarına dikkat çekilmektedir..

### 5.1 Göç stratejileri

- Göç için temel varsayımlar: IPv6'nın yavaş yavaş IPv4'ün yerini alacağı ve geçiş süresince IPv4 ve IPv6'nın bir arada olacağı, NGN'nin göçün başından sonuna kadar IPv4 ve IPv6'yı aynı zamanda çalıştırabileceği;
- Hükümetler: Hükümetlerin yönerge, teşvik ve adres genel tahsis politikası üretmesi;
- Şebeke işletmecileri: Çekirdek taşıma şebekesi üzerinde, IPv6'yı sağlayarak yayılma ve işletmenin sağlanması;
- Satıcılar: İkili-yığın ve IPv6-etkin uç cihazların teknik çözümlerinin geliştirilmesidir.

### 5.2 IPv6'nın kullanımına etki eden faktörler

- Cihaz imalatçıları ve yazılım yayıncıların anahtar rolü,
- Omurga İşletmecilerin Engelleyici Hareketi,
- Mobilite ve göçebe kullanımın IPv6'yı uzun vadede kaçınılmaz yapması,
- IPv6'nın büyümeyi desteklemesi ve zorlaması, gibi hususlar bulunmaktadır.

### 5.3 Yapılması gerekenler

- Maliyetler kontrol edilebilir fakat yeni ekonomik modellerin ortaya çıkarılmasına gereksinim vardır.
- Yalnız IPv4 servislerinden gelir alan İSS'ler için IPv6 altında ekonomik modeller bulunması zorunlu olacaktır.
- İSS'ler için daha rekabetçi bir ortam doğmaktadır.
- IPv6 adreslerinin bolluğu, birçok İSS'e daha açık bir pazarda, kendilerini yeni bir pozisyona geçirmeye, yeni servisler sunmaya, mevcut hizmetlerini geliştirmeye veya basitleştirmeye ve şebekelerini daha kolay yönetmeye izin verecek bir fırsattır.
- IPv6 altında İnternet erişim servislerinin koşulları, İSS'ler arasında akıcı bir rekabet sağlayacaktır.
- Düzenleyici kurumlar, bu konuda yani rekabetin bozulmasını engelleme yönünde önlemler almalıdır.

*İşletmeciler ve Kamu Kurumları Tarafından Yapılması Gereken İşlemler* : İSS'ler için IPv6'ya geçiş yoluyla

oluşacak üretilen maliyetler, donanım açısından sınırdadır. Yönlendirici yazılımları sık sık ücretsiz olarak güncellenmektedir. Diğer taraftan eğer İSS'ler, aynı şebeke üzerinde her iki uyarlamayı yönetirse, donanımın ilave maliyeti sınırdan kalmasına rağmen yönetim karmaşıklığı hissedilebilir.

Erişim sağlayıcılar tarafından tanımlanan başlıca maliyet, yetişmiş personele yapılan yatırımdır. IPv6 yeni özelliklere sahiptir ve teknisyenler bunlara adapte olabilmelidir. Ayrıca, işletmeci her iki versiyonu uzun bir süre aynı anda yönetebilmek zorunda kalacaktır. Aşamaları sınıflandırarak olursak;

#### Birinci Aşama

- Her işletmeci ve kurum IPv6'ya geçiş için bir grup oluşturmalıdır.
- Mevcut yönlendirici, anahtarların ve yazılım atış duvarlarının envanteri tamamlanmalıdır.
- Mevcut diğer IP uyumlu cihazların envanteri çıkarılmalıdır.
- IPv6'ya göçün mali, işletimsel etkisi ve riskini belirlemek için etki analizi yapılmalıdır.
- IPv6'ya geçirilecek servisleri hangi sıra ile geçireceğinize karar verilmesi gerekmektedir.

#### İkinci Aşama

Aşağıdaki hususlar dikkate alınarak bir IPv6 geçiş planı hazırlanmalı ve geçişin tamamlanması sağlanmalıdır.

- IPv4'ün kullanılmasının zorlukları göz önünde bulundurularak, işletmenin içinde bulunduğu mevcut IPv6 durumunun analizinin yapılması ve ihtiyaca göre hedeflerin tanımlanması,
- IPv6'nın uygulanması için birbirini izleyen planlar geliştirilmesi,
- IPv6 ile ilgili politikalar ve iyileştirme mekanizmalarının geliştirilmesi,
- Eğitim materyalleri hazırlanması ve geliştirilmesi,
- IPv6 uyumluluğu ve ortak çalışma için bir test planı geliştirilmesi ve uygulanması,
- Aşama aşama IPv6 kullanımının yaygınlaştırılması,
- Şebekelerin çalıştırılması ve izlenmesi,
- IPv6 ihtiyaçlarının güncellenmesi ve amaçlanan mimariye ulaşılması sağlanmalıdır.

Envanter ve etki analizini hakkında bir ilerleme raporu hazırlanmalıdır.

#### Üçüncü Aşama

- İlk envantere tespit edilemeyen mevcut IP uyumlu cihaz ve teknolojilerin envanterinin tamamlanması.
- Mali ve işletimsel güç ve risklerin etki analizinin tamamlanması.

#### Dördüncü Aşama

Bütün işletmecilerin altyapılarının IPv6 kullanıyor olmalı ve bu alt yapı ile ara yüze sahip olmalıdır.

## 6. DÜZENLEYİCİ KONULARI

Düzenleyici konular beş alt başlık halinde incelenmektedir:

*“Yoğunlaştırılmış Rekabet” fakat yeni “Darboğazlar Riski”*: IPv6'nın gelmesi, İnternet erişimi ile bağlantılı mevcut pazar üzerinde rekabetin yoğunlaşmasına yol açabilir. IP adres kaynaklarının kıtlığının elimine edilmesi ve İSS'ler için şebeke yönetim maliyetinin azalması nedeniyle giriş engelleri kaldırılabilir, otomatik biçimlendirme sistemleri ve terminalden terminale haberleşme İSS'ler arasında rekabetin akıcılığına yardımcı olabilir. Yeni pazarlar ve geçiş çözümleri, yeni İnternet erişim terminalleri vasıtasıyla erişim, İnternete bağlı oyunlar için IPv6 tarafından sunulan özel fonksiyonlar gibi başlıca servislerde görülebilir. Diğer taraftan, eğer kısıtlanmalı adres tahsis mekanizması daha esnek ve IPv6'ya geçiş elde edilebilir olmazsa, bir arada olabilecek uyumlu sistemler geç ulaşır veya sınırlandırılırsa, IPv6 yeni darboğazlar yaratabilir. Ayrıca, omurga işletmecilerden veya belli cihaz üreticilerinden yararlanmak için IPv6'da hakim durumlar yaratılabilir veya ürünler (yönlendiriciler ve işletim sistemleri) üzerinde veya servis pazarlarında güç kazandırılabilir.

*Yenileştirilmiş bir düzenleyici çerçeve içinde IPv6'nın konuşlandırılması (yayılması)*: IPv6, şebekelere ve elektronik haberleşme cihazlarına uygulanabilir sistemlerin uyumu yoluyla, yenileştirilmiş düzenleyici çerçeve içinde konuşlandırılabilir. İşletmecilerin bu protokolü kullanımı ile ne şebeke ve servislerin ne de sistemlerinin yasal niteliklerini değiştirmesi gerekecektir. Bununla beraber, yayılma işletmeciler tarafından gerekli görülen bilgilere dayandırılarak izlenebilecektir.

*Beraber çalışma yeteneği (Birliktelik)*: Büyük problemler beklenmemektedir. Yeni protokol, IPv6 altındaki şebekeler için İSS'lerin en sonunda ayrımcı olmayan erişim fiyat teklifine sahip olmasını sağlamalıdır. Servislerin birlikte çalışabilirliği, geçiş çözümlerinin ve IPv4/IPv6 uyumlu yönlendirici ve terminallerinin sağlanması yoluyla garanti edileceği görülmektedir.

*Kullanıcıların seçimi*: İSS adreslerinin daha önceden yerleştirilmiş olduğu terminallere uygulanacak bir uygulama dışında, IPv6'nın son kullanıcı üzerinde erişim işletmecisi veya İSS'nin seçiminde etkisi bulunmamaktadır. Sitelere ve içeriğe ücretsiz erişim ile ilgili olarak, İSS'ler IPv6'ya erişim içerik sağlayıcılarının hoşnut edilmesini düzenlerler. Örneğin, uygulamada, bütün servis sağlayıcılar tarafından kullanılabilen çift ek bellek sunucuları satın alınması gibi. Bununla beraber, otomatik biçimlendirme kabiliyeti, terminal sağlayıcı ve İSS'ler ile üçüncü

şahıslar arasında imzalanan anlaşmalara dayalı olarak adreslerin ön yerleştirilmesini, servis platformlarına sınırlandırılabilmesini kolaylaştırmaktadır.

*IP adresleri ve kişisel data*: Kişisel verilerin olabileceği belirtilmektedir. Bu nedenle, IP adresleri gibi trafik verilerinin silinmesi veya birkaç kural dışı durum dışında iletimin tamamlanması üzerine isimsizleştirilmesi önerilmektedir. İSS'lere haberleşme verilerinin acilen silinmesi veya isimsizleştirilmesi zorunluluğunu kabul ettiren prensipler yayınlanmalıdır. Kişisel bilgilerin korunması ile ilgili hususlar, RIPE ve onun veri tabanına uygulanmalıdır.

## 7. ULUSLARARASI TELEKOMÜNİKASYON BİRLİĞİ (ITU)'NUN ÇALIŞMALARI VE YAKLAŞIMI

Uluslararası Telekomünikasyon Birliği (ITU)'nun Telekomünikasyon Standardizasyon, Kalkınma ve Radyokomünikasyon Sektörleri kapsamında çeşitli çalışmalar yapılmış ve sonuçları üst organlara taşınmıştır. Bu çerçevede;

- ITU IPv6'nın uygulanmasını desteklemektedir;
- Son on yıl içinde, son iki ITU Tam Yetkili Temsilciler Konferansı, son iki Dünya Telekomünikasyon Standardizasyon Konferansı ve son Dünya Telekomünikasyon Konferansı dahil ayrı ayrı yüksek seviyeli konferanslarda IPv6 ile ilgili konular ve bu konferanslarda kabul edilen ilgili bazı Çözüm Kararları (Resolutions) ITU'ya adreslenmiştir;
- ITU'nun Standardizasyon Sektörü ITU-T, Kalkınma Sektörü ITU-D ve Radyokomünikasyon Sektörü ITU-R'nin üçü de IPv6 konusunda çalışmalarını sürdürmektedir;
- Yeni Nesil Şebekeler (NGN)'in standardizasyonuna ilişkin ITU Grubu (SG-13) tarafından IPv6'nın Yeni Nesil Şebekeler üzerine etkisi konusuna çalışılmaktadır;
- ITU diğer standartları geliştirme organizasyonları (SDOs) ve özellikle İnternet Mühendisliği Görev Gücü (IETF), IPv6 Forumları ve IPv6'nın desteklenmesi hususunda Bölgesel İnternet Kayıt Büroları (RIRs) ile buna ilaveten Avrupa Birliği içinde bütün sektörlerde IPv6'nın yayılması için yol haritasının oluşturulmasından sorumlu Avrupa Birliği (EU) Görev Gücü ile çalışmaktadır;
- IPv6 adresleri dahil İnternet kaynaklarının yönetimi konusunda gelişmiş ve gelişmekte olan dünyadan, üniversite, akademi ve araştırma enstitülerinden buna ilaveten endüstriden fikir ve görüşler dikkate alınarak,

IPv4 genel adres blokları tahsisinde oluşan problemlerden kaçınan sistemleri düşünmenin uygun olabileceği öngörülmektedir;

- ITU aşağıda belirtilen alanlarda aktif rol oynayabilecektir;

Teknik ve standart konuları – IPv6'nın en verimli ve sonuçlandırıcı kullanımına olanak tanıyacak standartlar üzerinde anlaşma sağlamaya çalışmak;

Kapasite yapısı ve teknik asistanlık desteği - Yayılma sürecinde ve IPv4 ve IPv6'nın aynı zamanda çalışmasında, ülkelere yardımcı olmak;

- ITU tarafından doldurulabilecek boşlukları ve eksik halkaları belirlemek için yeni işbirliği ve ilgili organizasyonların (örn. RIRlar) çalışmalarına katkıda bulunmak gibi aktivitelerin organizasyonu dahil bu amaçları yerine getirebilecek somut faaliyetler ve gelişmekte olan ülkelere yardımcı olacak programların geliştirilmesidir.

## 8. DÜNYADA DURUM

IPv6'ya geçiş sürecini başlatmak amacıyla başta Uzak Doğu olmak üzere birçok ülkede çalışmalar başlatılmış ve çeşitli forumlar kurulmuştur. Bu forumlardan bazıları aşağıda belirtilmektedir.

IPv6 Forum: 1999 yılında IETF – Internet Engineering Task Force tarafından kurulmuştur. Gönüllülük esasına dayanmaktadır.

IPv6 Avrupa Görev Gücü: Avrupa Komisyonu 2001 yılında IPv6 Görev Gücü Grubunu oluşturmuştur. IPv6 yol haritasını güçlendirmek, Avrupa'da IPv6'nın gelişmesini sağlamak, ulusal IPv6 görev güçlerine rehberlik etmek, yayılmasına odaklanmak, hükümetler aracılığıyla IPv6'nın kabulünün gelişmesini sağlamak üzere çalışmalarını yürütmektedir. 2006'da uygulamalara başlanılmıştır. U-2010 Projesi ile acil ve kriz durumlarında IPv6'nın kullanımda olmasını ve PSC Forum Avrupa Projesi ile de Kamu Güvenlik Haberleşmesini sağlamayı projelendirmektedir. Ayrıca, IPv6'nın xDSL, FTTx, WiMAX, 3G, HSDPA, 4G/LTE, IMS ile birlikte yayılmasını planlamaktadır.

Japonya IPv6 Teşvik Konseyi: Japon Hükümeti, IPv6'e geçişi zorunlu tutarak kamu ve özel sektördeki mevcut sistemlerin değiştirilmesi için 2005 yılını bitiş tarihi olarak öngörmüştür. Bu amaçla Teşvik Kurulu oluşturulmuştur. IPv6 yönlendiricilerinin satın alım harcamalarını, kurumlar vergisinden muaf tutan bir vergi programı uygulamıştır. Ayrıca Japon hükümeti 70 milyon ABD Dolarını IPv6 araştırma ve geliştirme faaliyetleri için tahsis etmiştir. Japonya LiveE! Projesi

ile Dünya Algılayıcı Şebekeleri'ni (hava algılayıcı birimleri) tasarlamaktadır.

Güney Kore IPv6 Forumu: ICT Bakanlığı başkanlığında kurulmuştur. Güney Kore Hükümeti, 2003 yılında IPv6 yönlendiricilerinin, sayısal ev servislerinin, uygulamaların ve diğer aktivitelerin finansmanı için IPv6 Teşvik Planı'nı kabul etmiştir. Hükümet, İnternet teknolojilerine 2003-2005 yılları için 83.9 milyar KRW (yaklaşık 67 milyar Euro) bütçe ayırmıştır. Yeni Nesil Şebekelerde (New Generation Networks-NGN) göç süresince, hem IPv4 hem de IPv6 protokollerinin birlikte çalışacağı belirtilmiştir. IPv6 ile birlikte yeni iş ve pazarların yaratılmasına çalışmaktadır.

Çin IPv6 Konsey: Öncelikle 8 Bakanlık organize etmiştir. Çin Hükümetince 2003 yılından itibaren Gelecek Nesil İnternet (CNGI) ağının kurulması ve 2005 yılında ağın tamamlanması hedeflenmiştir. CNGI, dünyada en büyük IPv6 altyapı projesi olup ulusal bazda 40 kenti kapsamaktadır. 2008 olimpiyatlarında IPv6 uygulama ve hizmetlerini önemli ölçüde hızlandırmıştır.

Kuzey Amerika IPv6 Görev Grubu NAV6TF: ABD'de Savunma Bakanlığı 2003 yılında yaptığı bildiriye, 2008 yılında kamuda IPv6'ya geçişin tamamlanması gerektiği belirtmiştir. Metronet6 Projesi adı altında Avrupa'nın u-2010 projesine benzer bir projesi bulunmaktadır.

## 9. TÜRKİYE'DE DURUM

Ülkemizdeki mevcut duruma baktığımızda, ADSL abone sayısı Eylül 2008'de 5.3 milyon olup İnternet kullanıcı sayısı ise 25 milyon civarındadır. Bu rakamlara göre, İnternet kullanım oranının nüfusa oranı %35 olmaktadır. İnternet kullanıcı sayısındaki artış incelendiğinde, 2003 yılında 6 milyon civarında olan kullanıcı sayısı 2004 yılında %60 artarak 10 milyona, 2005 yılında 14 milyona, 2006 yılında 16 milyona, 2007 yılında %25 artarak 20 milyona ve 2008 yılında yine %25 artarak 25 milyona ulaşmıştır. Aralık 2007 tarihi itibarıyla, dünya üzerindeki İnternet kullanımındaki artış oranının %15-17 aralığında olduğu düşünüldüğünde, ülkemizde İnternet kullanımında ortalamanın üzerinde bir artış olduğu görülmektedir.

RIPE (Réseaux IP European) kayıtlarına göre Türkiye'ye tahsis edilmiş IP adresi sayısı ise 2007 Ağustos ayı itibarı ile 8.253.440 olarak hesaplanmaktadır.

Yeni nesil teknolojilerle birlikte, IPv4 adres talebi sadece bilgisayarlardan gelmeyecektir. Bilgisayarlar dışında telematik uygulamaları ile otomobil ve diğer motorlu araçların da araç takip, kaza uyarı ve bildirim sistemleri ile IP üzerinden iletişim sağlamaları konusunda başta AB, ABD ve Japonya olmak üzere gelişmiş ülkelerde çalışmalar yapılmaktadır.

3G mobil telefon sistemlerinde, IPv6 uyumlu cep telefonları da iletişim için kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye'de 2007 yılı sonu itibariyle 62 milyona yükselen cep telefonu abone sayısı 2008 sonu itibariyle 66 milyona varmıştır.

Ülkemizdeki yalnızca telefon, bilgisayar ve araç sayılarını göz önünde bulundurduğumuzda bile IPv4 adres sayısında yakın zamanda sıkıntı duyulması kaçınılmaz olarak görülmektedir. Buna ilaveten PDA ve Ev Otomasyon Uygulamalarında kullanılacak her türlü elektronik cihazlarda da IPv6'ya gereksinim duyulacaktır.

### 9.1 Türkiye'de IPv6'ya Geçiş Nedenleri

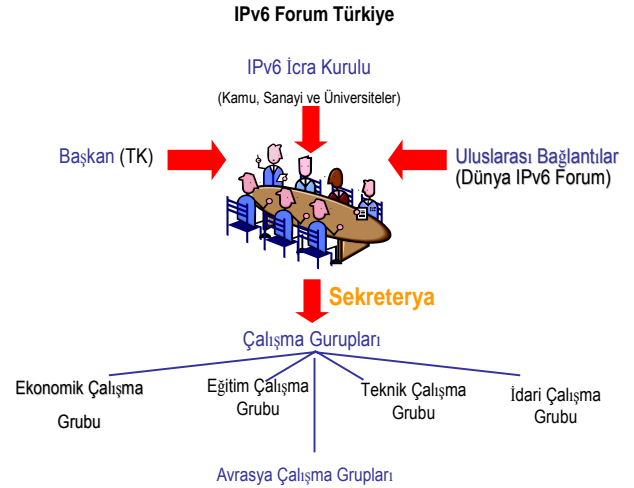
- Ülkemizdeki İnternet kullanım yüzdesi IPv6 ile İnternet hizmetlerinin her yerde, her zaman ve her cihazla kullanıcılara sunulması kullanım artışını destekleyecektir,
- Güvenlik çok önemlidir, IPv6'da güvenliğin sağlanması, İnternet kullanımının bankacılık işlemleri ile ticarete kullanılmasına önemli katkı sağlayacaktır. Ayrıca çoğu kurum ve kuruluş tarafından, IPv4 protokolünün kullanıldığı mevcut sistemlerinde güvenliği arttırmak için yeni protokol uygulandığında atıl kapasiteye yol açacak yatırım projeleri yapılmaktadır.
- Hizmetlerin kalitesi artmaktadır, böylece gerçek zamanlı uygulamaları almaya halk daha istekli olacaktır,
- Yüksek hızlı İnternet ve istikrarlı bağlantı sağlanacaktır.
- 3G'nin ve/veya WIMAX'in ticari olarak faaliyetinde, konu sistemlerin yeni protokolle birlikte çalışabilmesinin zorunluluk olması gerekmektedir.
- İnternet kullanımında, IPv6 mobilite özelliği ile sayısal uçurumun azalmasında etken olacaktır.
- Kablosuz iletişim ağının yaygınlaşmasına katkıda bulunacaktır.
- Türkiye IT sektörü, diğer gelişmiş ülkelerle aynı kategoride bulunacaktır. Yazılım sektörü gelişecek ve büyük bir pazar haline gelecektir.
- Sabit ve mobil uygulamalar ile İnternet üzerinden sağlanan ses, veri ve video uygulamalarında yakınsama gerçekleşecektir.
- Bu proje e-servis (devlet, üretim, tarım/doğal hayat, tıp, savunma, ulaşım, tüketici ve hizmetler) uygulamalarının gelişimine katkıda bulunacaktır.

### 9.2 IPv6 Konusunda Bilişim Teknolojileri ve İletişim Kurumunca Yapılan Çalışmalar

Bilgi Teknolojileri ve İletişim sektörünü ilgilendiren yeni konular ve bu alanlarda teknolojik yeniliklerin uygulanması, yeni yaklaşımların etkin ve hızlı bir

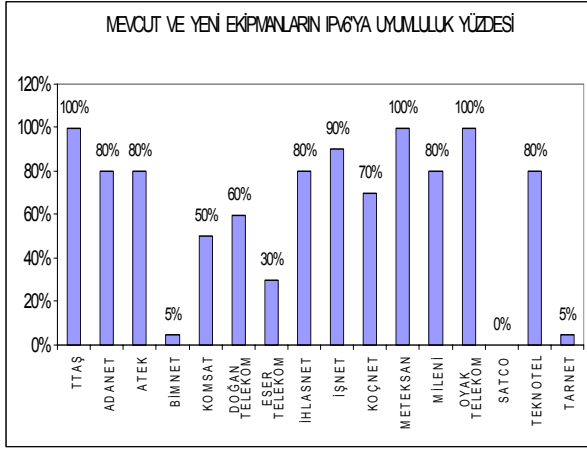
şekilde ortaya konulmasını ve çözümler üretilmesini gerektirmektedir. İnternet kullanımının hızlı yükselişinde, bilgi toplumunun oluşturulmasında ve yeni teknolojilerin kullanılmasında IPv6'nın büyük bir potansiyel olacağı öngörülmektedir. Bu yaklaşımla, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu'na 4502 sayılı Kanunda tevdi edilen 'Teknolojik yeniliklerin uygulanması ve araştırma/geliştirme yatırımlarının desteklenmesi' görevi çerçevesinde; özellikle ülkemizde yazılım alanında büyük ilerlemelerin gerçekleşeceği inancıyla, stratejileri belirlemek, sektörü yönlendirmek ve gelişmesine katkı sağlamak amacıyla bir seri çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaları özetleyecek olursak;

- Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu koordinatörlüğünde üniversite, sektör, ilgili kamu kurum ve kuruluşları ile sivil toplum örgütleri temsilci ve yetkililerinden oluşan Yeni Nesil Protokol IPv6 Forumu kurulmuştur. Forum'un yapısı Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3: IPv6 Forum Türkiye'nin Yapısı

- "IPv6'ya Geçiş Araştırması" anketi işletmecilere gönderilmiştir. Anketin değerlendirilmesi ve IPv6'ya geçişle ilgili olarak uygulanacak strateji ve politikaların değerlendirilmesi sektör ile birlikte yapılmış, 2008 yılında IPv6 test deneme çalışmalarına başlanılmış, 2009 yılında ise Türk Telekom'un omurgasının IPv6'ya hazır hale getirilmesi hususlarında mutabakat sağlanmıştır. Anket sonuçları, Şekil 4'te görülmektedir.



Şekil 4 : IPv6 cihaz uyumluluk yüzdesi

- IPv6'ya Geçiş'te çeşitli Ar-Ge çalışmalarının gerçekleşmesine yol açacak ve bir takım kolaylık ve katkı sağlayacak bir proje TÜBİTAK tarafından kabul edilmiştir. Proje ULAKBİM, Gazi Üniversitesi ve Çanakkale 19 Mart Üniversitesince müşterek olarak yürütülecektir.

Proje kapsamında, Türkiye'de IPv6'ya geçiş yöntemleri, geçiş aşamaları ve geçiş takviminin oluşturulması; geçiş aşamasında yaşanması muhtemel problemlerin ve çözüm önerilerinin belirlenmesi; geçiş süresinde ve sonrasında oluşabilecek güvenlik sorunlarının araştırılması; maliyet analizi çalışmaları yapılması ve IPv6 dolaşılabilirlik ve çoklu gönderim (multicast) gibi ileri düzey IPv6 servislerin uygulanması kurulacak pilot tesis ve ağlarda test edilmesi planlanmaktadır. Projenin sonucunda Türkiye'de IPv6 Protokolü ile yeni nesil teknolojilere geçiş için uygulanabilir bir sistemin kurulması, bu sistemle Türk telekomünikasyon sisteminde yeni açılımlar yaratılması ve katma değerli servislerin önünün açılması hedeflenmekte olup Yeni Nesil IP Protokolüne geçişin, yerel kaynakların desteği ile en az maliyetle gerçekleştirilmesi planlanmaktadır.

## 10. SONUÇ

IPv6'ya geçişin kaçınılmaz bir olgu olduğu görülmektedir. Dünyadaki gelişmelere paralel olarak, IPv6'ya geçiş'in ülkemizde de bir an önce gerçekleşmesi, yol haritasının belirlenmesi ve yaygınlaşmasının sağlanmasına çalışılmalıdır. IPv6'ya geçişte tüm tarafların aynı anda çalışmaya başlaması gerekmekte ve IPv6'nın tanıtılmasında devletin önemli bir rolü bulunmaktadır. Düzenleyicinin adres dağılımı, rekabet ve uzlaştırma konularında önemli rolü yadsınamamaktadır. Ayrıca, geçişte bilişim ve iletişim sektörünü yönlendirecek ve yazılım sektörünün

gelişmesine katkı sağlayacak çalışmalar yapılması önemli bulunmaktadır. Türkiye'de IPv6'ya geçiş için bir stratejik plan oluşturulmadığı takdirde; geçişin gecikmesi, geçiş maliyetlerinin giderek artması, yeni bir teknolojinin sunduğu araştırma alanının daralması dolayısıyla yazılım sektöründe gerçekleşebileceği Ar-Ge faaliyetlerinin yapılamaması ve rekabetçi olma fırsatının kaçırılması riski vardır.

Sonuç olarak, IPv6'ya geçişin bugünden planlanarak yol haritasının belirlenmesi ve izlenmesi önem taşımaktadır. Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumunca başlatılan IPv6'ya geçiş stratejilerinin oluşturulması ve IPv6 konusundaki araştırma ve teknoloji geliştirme faaliyetlerinin önünü açacak yaygınlaştırma ve bilinçlendirme çalışmalarının ulusal ölçekte sektör ve üniversitelerin de katkılarıyla daha da genişletilerek hız kazanması ülke yararına olacaktır.

## KAYNAKÇA

- [1] IPv6 Cluster, Moving to IPv6 in Europe, Edition of the 6LINK. European IPv6 Research and Development Series, EC, ISBN 3-00-011727-X, s.12, 2003.  
<http://www.ist-ipv6.org/pdf/ISTClusterbooklet2003.pdf>
- [2] Egevang,K.,Francis,P.,The IP network Address Translator (NAT), May,1994.  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc1631.txt>
- [3] İnternet Engineering Workshops, IPv6 Addressing,  
<http://ipv6.internet2.edu/fiu/presentations/01-ipv6-addressing.ppt>
- [4] Hidden,R.Deering,S., IP Version 6 Addressing Architecture, November 20, 2001.  
<http://www.ietf.org/proceeding/02marc/I-D/draft-ietf-ipngwg-addr-arch-vc-07.txt>
- [5] Bolat, A., "Mobil IP: Mevcut Düzenlemeler ve Türkiye Önerileri", Uzmanlık Tezi, TK, Telekomünikasyon Kurumu, Aralık 2004.
- [6] ipUnplugged AB 2003 .IPU-2001:0013, Rev C  
[www.ipunplugged.com/pdf/NetworkingMobileIP.pdf](http://www.ipunplugged.com/pdf/NetworkingMobileIP.pdf)
- [7] InnovAsia Research publishes the first report to the world, "IPv6"
- [8] "Memorandum For the Chief Information Officers"Executive Office of The President, Office of Management and Budget Washington, D.C
- [9] IPv6 Task Force, Information Society Technologies, IST-2001-37583, 01/03/2004-v1.3. s.24  
[http://www.ipv6tf-sc.org/html/public/ipv6tf-sc\\_pu\\_d3\\_4v1\\_3.pdf](http://www.ipv6tf-sc.org/html/public/ipv6tf-sc_pu_d3_4v1_3.pdf)
- [10] Potts Martin, IP Forum, ITU IPv6 Workshop,2008.
- [11] Bolat A., "Yeni Nesil Protokol IPv6'ya Geçiş" Habtekus 08 Bildiri
- [12] ITU IPv6 Workshop, Geneva ,2008.
- [13] Bolat A., "Ulusal IPv6'ya Geçiş ve Stratejiler" Bilgi Güvenliği Kriptoloji Konferansı 08, Bildiri
- [14] TK anket, "IPv6'ya Geçiş Araştırması", 16 Kasım 2007