

**MOBİL İP:
MEVCUT DÜZENLEMELER VE TÜRKİYE ÖNERİLERİ**

Ayşegül BOLAT

UZMANLIK TEZİ

TELEKOMÜNİKASYON KURUMU

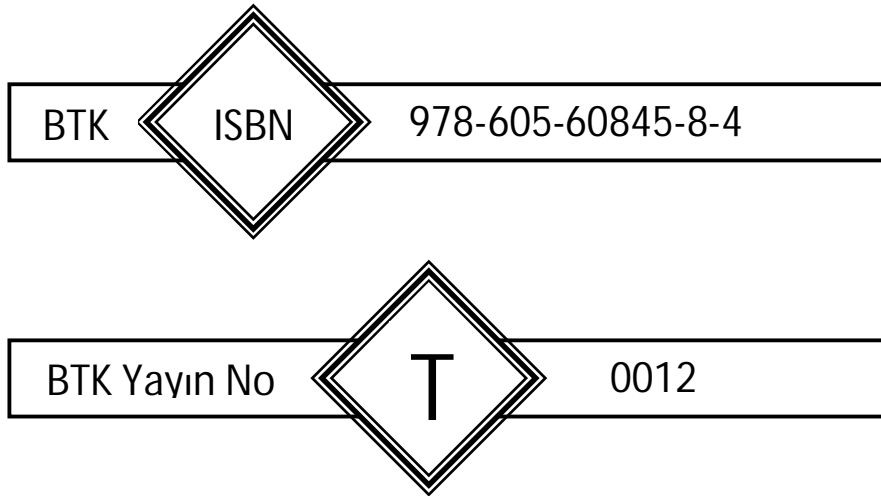
ARALIK 2004

ANKARA

©Bu eserin tüm telif hakları
Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumuna aittir.
Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz.



Bu yayında öne sürülen fikirler eserin yazarına aittir;
Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumunun görüşlerini yansıtmaz.



Ayşegül BOLAT tarafından hazırlanan "MOBİL IP: MEVCUT DÜZENLEMELER VE TÜRKİYE ÖNERİLERİ" adlı bu tezin Uzmanlık Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

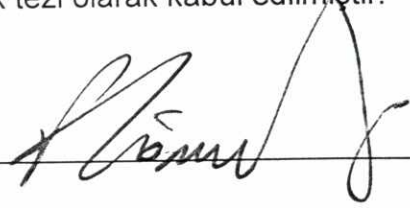


Yrd. Doç. Dr. Yusuf Murat ERTEN

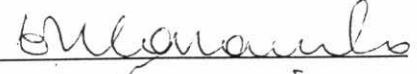
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Uzmanlık tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Dr. Faruk CÖMERT



Üye : Doç. Dr. Ertuğrul KARAÇUHA



Üye : Mustafa ÜNVER



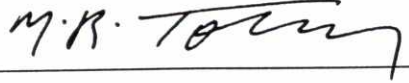
Üye : Ejder ORUÇ



Üye : Prof. Dr. Selim ŞEKER



Üye : Prof. Dr. Mehmet R. TOLUN



Üye : Yrd. Doç. Dr. Y. Murat ERTEN



Bu tez, Telekomünikasyon Kurumu tez yazım kurallarına uygundur.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	i
TEŞEKKÜR	iii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	iv
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	v
SİMGELER ve KISALTMALAR	vii
MOBİL IP ŞEBEKE TERMİNOLOJİSİ.....	ix
1. GİRİŞ	1
2. MOBİL IP TEKNOLOJİSİ	6
2.1. Mobil IP Nedir ?.....	7
2.2. Mobil IP'nin Öğeleri.....	8
2.3. Mobile IP'nin Kullanımını Destekleyen Protokoller.....	9
2.3.1. IPv4 Protokolü.....	9
2.3.2. IPv6 Protokolü.....	10
2.4. Mobil IP Standartları.....	11
2.5. Mobil IP'nin Çalışması.....	11
2.2.1. Yabancı adresi bulma	13
2.2.2. Yabancı adres kaydı	14
2.2.3. Tünelleme / Kapsülleme.....	15
2.2.4. Yönlendirme	18
2.6. Mobil IP İşletmesi.....	19
2.6.1. Mobil İnternet mimarisi	19
2.6.1.1. Telsiz arayüz	20
2.6.1.2. İş modeli.....	20
2.6.1.3. Düzenlemeye ilişkin konular.....	21
2.6.2. Şebekeleşme (Ağ Yapısı)	22
2.6.2.1. Hücresel İnternet için IP telsiz şebeke	22
2.6.2.2. Hücresel İtranet.....	23

2.6.3. Mobil IP şebekelerde kullanıcı kontrolü: Tanıma - Kimlik Denetimi, Yetkilendirme ve Hesaplama	24
2.6.3.1. AAA ve Mobil IP'de birbirine bağlı çalışma.....	25
2.6.3.2. Mobil IP kullanan CDMA şebekeler için AAA-kimlik belirleme, yetkilendirme ve hesaplama.....	26
2.7. Şebekeler Arası Geçiş-Transfer	27
2.7.1. Engelsiz transfer	27
2.7.2. Telsiz LAN şebekelerinde transfer	28
2.7.3. Mobil ve hücresel IP bütünleşmesi için erişim şebekeleri arası transfer	30
2.7.3.1. Yol optimizasyonu	30
2.7.3.2. Hücresel IP'ler arası yarı-kolay transfer	31
2.8. Mobil IP Güvenliği	31
2.9. Mobil IP Servis Kalitesi.....	33
2.10. Mobil IPv4 ve Mobil IPv6 Arasındaki Farklılıklar.....	34
3. YENİ NESİL IP (IPv6) GEREKSİNİMİ	38
3.1. İnternette Adresleme.....	39
3.1.1. İnternet protokol adresi	39
3.1.2. IP adreslerinin yönetim ve idaresi	39
3.1.3. Adres tahsisinde kıtlığa yol açan etkenler	41
3.1.4. IPv4 adreslerinin tükenmesine yönelik öngörü.....	42
3.1.5. Özel IP adresleri.....	44
3.1.6. IPv6 adresleri	44
3.2. IPv6'nın Mobil IP'ye Etkileri.....	45
3.2.1. Mobil IP'de IPv6'nın avantajları	46
3.2.2. IPv6 şebeke hizmetinin yayılması	49
3.3. IPv6'ya Göç.....	49
3.3.1. IPv6'nın kullanımına etki eden faktörler	50
3.3.2. Yapılması gerekenler	52

3.3.3. IPv6'ya geçişe yol açan diğer faktörler	54
3.3.3.1. Mobil ve göçebe servisler	54
3.3.3.2. İnternet geniş bant erişim dinamiği, bilgisayar bağlantılı elektronik cihazlar ve algılayıcı şebekeler	55
3.3.4. IPv4 ve IPv6'nın bir arada hizmet vermesi	56
3.3.4.1. İnterneti bölmenin sınırlandırılmış riskleri	56
3.3.4.2. IPv4'ten IPv6'ya geçiş mekanizması	57
3.4. Düzenleyici Konuları	57
4. DÜNYA UYGULAMALARI	60
4.1. Uluslararası ve Bölgesel Kuruluşların Tesbit Öngörü ve Yaklaşımları	60
4.1.1. OECD	60
4.1.2. Avrupa Konseyi (EC) ve IPv6	61
4.1.2.1. Avrupa Komisyonu'nun politikaları	61
4.1.2.2. IPv6 Avrupa Komisyonu basın duyuruları	62
4.1.2.3. e-Avrupa	63
4.1.3. Asya-Pasifik : Asya'da IP şebekelerinin geleceği	65
4.2. Düzenleyici Kuruluşların Mevcut Durumu ve Yaklaşımları	67
4.2.1. Fransa	67
4.2.2. İsviçre	69
4.2.3. Finlandiya	69
4.2.4. Almanya	70
4.2.5. Japonya	70
4.2.6. Tayvan	72
4.2.7. Güney Kore	74
4.2.8. Çin	75
4.2.9. Malezya	76
4.2.10. Singapur	76
4.2.11. Hindistan	76
4.2.12. A.B.D.	77

4.3. Dünya'da IPv6'nın Gelişimi	77
5. TÜRKİYE UYGULAMALARI	78
5.1. İnternet Hizmeti ve Kullanımı	78
5.2. İşletmeciler	83
5.2.1. Omurga Sağlayıcı	83
5.2.2. İnternet Servis Sağlayıcılar	83
5.2.3. WLAN işletmecileri	84
5.3. Anket Sonuçları	84
5.3.1. Mobil IP ve yeni nesil IP'ye (IPv6) geçiş konusunda Omurga İşletmeci, GSM İşletmecileri ve İnternet Servis Sağlayıcılarının görüşleri...	85
5.3.2. Mobil IP'nin bulunduğu WLAN sistemlerinde mevcut düzenlemelerin uygulanması hususunda İnternet Servis Sağlayıcıların görüşleri	88
5.4. Mevcut Düzenlemeler Çerçevesinde Değerlendirme	91
5.4.1 Birincil Düzenlemeler- Kanunlar	91
5.4.1.1 406 Sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu	91
5.4.1.2 2813 Sayılı Telsiz Kanunu	92
5.4.2 İkincil Düzenlemeler- Yönetmelikler	93
5.4.2.1 Telekomünikasyon Hizmet ve Altyapılarına İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği	93
5.4.2.2 Ulusal Dolaşım (Roaming) Anlaşması Yapılması ile İlgili Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik	93
5.4.2.3. Tarife Yönetmeliği	93
5.4.2.4. Erişim ve Arabağlantı Yönetmeliği	94
5.4.2.5. Numaralandırma Yönetmeliği	94
5.4.2.6. Telekomünikasyon Sektöründe Kişisel Bilgilerin İşlenmesi ve Gizliliğinin Korunması Hakkında Yönetmelik	95
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	96
6.1. Sonuç	96
6.2. Öneriler	100

KAYNAKÇA	105
EK-1 DÜZENLEYİCİ OTORİTELERE GÖNDERİLEN ANKET	114
EK-2 MOBİL IP VE YENİ NESİL IP'YE (IPV6) GEÇİŞ KONUSUNDA İŞLETMECİ VE İSS'LERE YÖNELTİLEN SORULAR.....	116
EK-3 WLAN UYGULANMALARINA YÖNELİK İSS'LERE GÖNDERİLEN SORULAR.....	119
ÖZGEÇMİŞ.....	122

MOBİL IP MEVCUT DÜZENLEMELER VE TÜRKİYE ÖNERİLERİ

(Uzmanlık Tezi)

Ayşegül BOLAT

TELEKOMÜNİKASYON KURUMU

EKİM 2004

ÖZET

Mobil IP, mobil bilgisayarların şebekeye bağlantı noktaları değiştiğinde, IP adresi değişmeksizin İnternete bağlı kalmasını olanaklı kılan ve TCP gibi daha yüksek protokollere açık, İnternet protokolü üzerine inşa edilen bir standarttır. Mobil şebeke yapısı içinde, kullanıcı tarafından, bilgisayarın İnternete bağlantı noktası değiştirildiğinde, bağlantı otomatik olarak gerçekleşmektedir. Günümüzde kullanılan IPv4 protokolü ve yeni nesil IP diye adlandırılan IPv6 protokolünün her ikisi de Mobil IP'yi desteklemektedir. Ancak, hizmet kalitesi ve güvenliği daha yüksek, geliştirilmiş IP adres yeteneğine sahip IPv6'nın, IPv4'e göre birçok avantajları bulunmaktadır. Çalışmada, Mobil IP kavramı ve teknolojisi incelenmiş, Mobil IP'de neden yeni nesil IPv6'ya gereksinim duyulduğu açıklanmış ve IPv6'ya geçişin kaçınılmaz olduğu saptanmıştır. Ayrıca, araştırmanın ekonomik ve düzenleme boyutunda ise gerek Avrupa Konseyi'nde, gerekse Asya-Pasifik ülkelerinde, IPv6 üzerinde yoğun olarak çalışıldığı ve büyük yatırımlar yapıldığı tespit edilmiştir. İnternet kullanımının hızlı yükselişinde ve bilgi toplumununun oluşturulmasında, Mobil IP'nin büyük bir potansiyel olacağı görülmektedir. Sonuç olarak, dünyadaki genel eğilimler ve ülkemizdeki mevcut durum çerçevesinde, Türkiye için saptamalar yapılmış, öneriler sunulmuş ve stratejiler oluşturulmaya çalışılmıştır. Özellikle Telekomünikasyon Kurumu tarafından kısa, orta ve uzun vadeli stratejiler ortaya konulması öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler : Mobil IP, IPv4, IPv6
Sayfa Adedi : 123
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Yusuf Murat ERTEN

**MOBILE IP
EXISTING REGULATIONS AND PROPOSALS FOR TURKEY**

(Telecommunication Expert Thesis)

Ayşegül BOLAT

TELECOMMUNICATIONS AUTHORITY

OCTOBER 2004

ABSTRACT

Mobile IP is a proposed standard protocol that enables mobile computers to stay connected to the Internet regardless of their location and without changing their IP address and that builds on the Internet Protocol by making mobility transparent to applications and higher level protocols like TCP. In mobile networking, computing activities are not disrupted when the user changes the computer's point of attachment to the Internet. Instead, all the needed reconnection occurs automatically and noninteractively. Both IPv4, which is presently in use, and IPv6 which is called new generation IP, support mobility. However, according to IPv4, IPv6 that has had many advantages like more service quality, security and developed address capacity. In this study, Mobile IP concept and technology have been examined and why IPv6 has been needed in Mobile IP has been clarified and a migration to IPv6 that is not inevitable has been determined. Furthermore, at the economic and regulation dimension of the study, it is appeared that there is an intensive work and a great deal of investment on the IPv6 in the European Council and also Asia-Pacific Countries. It seems that Mobile IP will be great potential for which the number of Internet usage is increased sharply and the information society is created rapidly. In conclusion, by thinking into account in the world and the existing situation in our country, some statements have been put forward, and some proposals are given, and some strategies have been tried to make. Particularly, it is suggested that short, medium and long term strategies or plans be come out by the Turkish Telecommunications Authority.

Key Words : Mobile IP, IPv4, IPv6
Page Number : 123
Adviser : Assistant Professor Yusuf Murat ERTEN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince pozitif yaklaşım ve düşünceleriyle çalışma motivasyonumu arttırarak beni bu noktaya taşıyan, yoğun çalışma ortamında bile bana zaman ayırarak, akademik bakış açısının dışında, telekomünikasyon sektörüne yönelik bilgi ve deneyimleri ile beni yönlendiren ve araştırmaya yönelik katkı ve değerlendirmelerinden ötürü tez danışmanım Sayın Yrd. Doç.Dr. Yusuf Murat ERTEN'e,

Öneri ve destekleri ile birlikte bana duyduğu güveni her zaman hissettiren, olumlu yaklaşım ve davranışları ile çalışmam sırasında katkı ve değerlendirmelerde bulunan Daire Başkanım Sayın Ejder ORUÇ'a,

Çalışmam boyunca yönlendirici ve yol gösterici olan sevgili kardeşim Sayın Doç. Dr. Nazife BAYKAL'a,

Değerli görüş, önerileri ve katkılarından dolayı Sn. İhsan KULALI, Sn. Müberra Güngör, Sn. Aysel KANDEMİR, Sn.Tuncay SÜRÜCÜ, Sn.Jale KÜÇÜKÜNSAL, Sn. İrfan Ertürk, ve Sn. Nur SAYGI'ya,

Sağladıkları kaynaklarla çalışmalarına yardımcı olan ve teknik destekleriyle tez'i biçimlendirmeme katkı sağlayan Sn. Mustafa GÜNEŞ, Sn. Neşet DECDELİ, Sn. Hüseyin CENGİZ, Sn. A. Deniz Korkmaz ve Sn. Ahmet DARICI'ya,

Manevi desteklerinden güç aldığım tüm dost ve çalışma arkadaşlarıma, özellikle, Sn. Meral ÖZTARHAN, Sn. Şükran AYTEKİN, Sn. Deniz YANIK ve Sn. Sevtap AYDOĞAN'a,

İlgi ve desteklerini hissettiğim SAS Dairesi Başkanlığındaki tüm mesai arkadaşlarıma, Her türlü destekleriyle, her zaman olduğu gibi hep yanımda olan sevgili babam ve aileme,

Çok teşekkür ederim.

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3-1 IP adres sınıfları.....	39
Çizelge 3-2 Küresel adres tahsis durumu (%).....	40
Çizelge 3-3 IPv4 adresleri tükenme senaryoları.....	43
Çizelge 4-1 Çeşitli ülkelerde mobil İnternet abone sayısı.....	61
Çizelge 4-2 Fransa için karşılaştırmalı istatistik	68
Çizelge 4-3 Tayvan İnternet pazarı	72
Çizelge 5-1 Telekomünikasyon hizmetleri gelir tablosu	78
Çizelge 5-2 Türkiye'de İnternet abone sayısı (2003-Aralık)	79
Çizelge 5-3 Yıllar itibariyle İnternet kullanıcı sayıları	79
Çizelge 5.4 Sorgulamayı yanıtlayan işletmeciler.....	85
Çizelge 5.5 Sorgulamayı yanıtlayan İSS'lerin abone sayılarının dağılımı.....	85

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Mobil IP'nin ana bileşenleri.....	8
Şekil 2.2 Kayıt prosedürü	15
Şekil 2.3 Mobil IP'de tünelleme işi.....	16
Şekil 2.4 IP-içinde-IP gösterimi	16
Şekil 2.5 Mobil IP'de tünelleme işlemleri	17
Şekil 2.6 Yönlendirme	18
Şekil 2.7 Mobil IP/hücresele IP yapısı	23
Şekil 2.8 Mobil IP ile telsiz LAN servisi	29
Şekil 2.9 Telsiz WLAN erişiminde farklı taşıyıcı şebekeleri	32
Şekil 3.1 Tahsisli ve genel tahsisli şebeke sayısı	41
Şekil 3.2 İnternet yönlendirme tablosunun büyümesi	42
Şekil 3.3 Üçgen yönlendirme	48
Şekil 4.1 Avrupa Birliği'nin gelişen pazar yapısı	61
Şekil 4.2 Tayvan'da IPv6'nın yükselmesi	73
Şekil 4.3 Japonya, Avrupa ve A.B.D'de IPv6'nın mevcut durumu	77
Şekil 5.1 Hane halkı İnternete erişim yüzdesi karşılaştırması	80
Şekil 5.2 İnterneti düzenli kullananların nüfus yüzdesinin karşılaştırması	81
Şekil 5.3 İnternet erişim ücretleri karşılaştırması	81
Şekil 5.4 İnternet kullanıcı yaygınlığı	82
Şekil 5.5 İnternete erişim yaygınlığı	82
Şekil 5.6 İşletmeci görüşleri	86
Şekil 5.7 IP Adres kıtlığı	86
Şekil 5.8 Sistemde IPv6 desteği	87
Şekil 5.9 IPv6'ya geçiş	87
Şekil 5.10 E-Türkiye'ye katkı	88
Şekil 5.11 ISS'lerin düzenlemeye ilişkin görüşleri	89
Şekil 5.12 Lisanslama	89

Şekil 5.13 Dolaşım	90
Şekil 5.14 Arabağlantı	90
Şekil 5.15 Tarifelendirme	91

SİMGELER ve KISALTMALAR

- AAA** : Tanıma, Yetkilendirme, Hesaplama
(Authentication/Authorization/Accounting)
- ALE** : Adres Ömür Beklentisi (Address Latch Enable)
- AMPS** : Geliştirilmiş Mobil Telefon Sistemleri
(Advanced Mobile Phone System)
- CDMA** : Kod Bölmeli Çoklu Erişim (Code Division Multiple Access)
- CIDR** : Yönlendirici Diyagramı (Classless Inter-Domain Routing)
- DHCP** : Dinamik Sunucu Biçimlendirme Protokolü
(Dynamic Host Configuration Protokol)
- DSL** : Sayısal Abone Hattı (Digital Subscriber Line)
- EC** : Avrupa Konseyi (European Council)
- FA** : Yabancı Servis Sunucu (Foreign Agent)
- FTP** : Dosya Transfer Protokolü (File Transfer Protokol)
- GPRS** : Genel Paketlemeli Telsiz Servisi (General Packet Radio Service)
- GSM** : Küresel Mobil Sistem (Global Mobile System)
- HA** : Servis Sunucu (Home Agent)
- IP** : İnternet Protokolü
- IPv6** : Yeni Nesil IP- IP Uyarlama 6
- ICANN** : Küresel seviyede IP adres kaynaklarının yönetim ve idaresinden sorumlu kuruluş (Internet Cooperation for assigned Names and Numbers)
- IETF** : İnternet Mühendisliği Görev Birliği (Internet Engineering Task Force)
- İSS** : İnternet Servis Sağlayıcı
- LAN** : Yerel Alan Ağları (Local Area Network)
- MAC** : Cihaz Erişim Kontrolü (Media Access Control)
- MH** : Mobil Sunucu (Mobile Host)
- MN** : Mobil Düğüm Noktası (Mobile Node)

MIPv4	: Mobil IP uyarlama 4 (Mobile IP version 4)
MIPv6	: Mobil IP uyarlama 6 (Mobile IP version 6)
NAI	: Şebeke Erişim Tanımlayıcısı (Network Access Identification)
NAMPS	: Dar Band Analog Mobil Telefon Servisi (Narrow-Band Analog Mobile Phone Service)
NAT	: Ağ Adres Değişimi (Network Address Translation)
OECD	: Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Organizasyonu (Organization for Economic Co-operation and Development)
PC	: Kişisel Bilgisayar (Personal Computer)
PDA	: El Bilgisayarı (Personal Digital Assistant)
PSDN	: Paket Anahtarlama Veri Şebekesi (Packet Switched Data Network)
RADIUS	: Kullanıcı Serviste Arayıcı Uzaktan Tanıma (Remote Authentication Dial-In User Service)
RIPE NCC	: Avrupa, Kuzey ve Orta Afrika ve Ortadoğu'dan sorumlu Bölgesel İnternet Kayıt İdaresi (Reseaux IP Europeans Network Co-ordination Centre)
RIR	: Bölgesel İnternet Kayıt İdareleri (Regional Internet Registry)
RFC	: Yeni veya güncellenen İnternet standartları için teklifleri içeren doküman serileri (Request For Comments)
QoS	: Hizmet Seviyesi (Quality of Service)
TDMA	: Zaman Bölmeli Çoklu Erişim (Time Division Multiple Access)
TCP	: İletim Kontrol Protokolü (Transmission Control Protokol)
UDP	: Kullanıcı Datagram Protokolü (User Datagram Protokol)
UMTS	: Evrensel Mobil Telekomünikasyon Sistemi (Global Mobile Telecommunications Systems)
WLAN	: Telsiz Yerel Alan Ağları
3G	: Üçüncü Nesil Mobil Telefon

MOBİL IP ŞEBEKE TERMİNOLOJİSİ

Adres Değişikliği (Redirection): Düğüm noktasına yapılan yönlendirmeler içinde, değişiklik yapmak için tasarlanan mesaj.

Ateş Duvarı (Firewall): Özel ağ kaynaklarının diğer ağ kullanıcılarına ya da İnternet gibi açık ağlardan erişime karşı güvenliğini sağlamak amacıyla, ağ trafiğini filtrelemek için kullanılan donanım ya da yazılım.

Bağlantı Tertibatı (Binding): Mobil düğüm noktasının servis adresi, yabancı adresi ve mobilite sunucularının kayıt süresini içeren üçüz numaralar.

Bağlantı güncelleme (Binding Update): Mobil düğüm noktasının yeni yabancı adresine gereksinimi olan kişiye, yeni bağlantıyı sağlayan mesaj. Bağlantı güncelleme, Mobil düğüm noktasının servis adresini, yeni yabancı adresi ve yeni kayıt süresini içerir.

Bulma (Discovery): Sunucu bulma kısaltması.

Datagram (Datagram): TCP/IP'nin iletişim için kullandığı birim bilgi miktarı.

En İyi Yol (Route Optimization): Servis şebekesi aracılığıyla dolambaçsız yoldan, paketleri iletişim noktasından doğrudan taşıyıcı adrese dağıtabilen işlem (süreç).

Göçebelik (Nomadicity): Şebeke katman protokollerine sınırlanmayan, Mobil (veya göçebe-nomadic) bilgisayar kullanıcılarına yardımcı olmak için tasarlanan, şebeke teknolojisinin tam alanı.

İletişim Düğüm Noktası (Correspondent Node): Paketleri mobil düğüm noktasına gönderen ve alan düğüm noktası.

Kapsülleme (Encapsulation): Orjinal IP paketini başka bir IP paketi içine alma işlemi.

Kayıt (Registration): Mobil düğüm noktasının, mevcut yabancı adresi hakkında servis sunucusuna bilgi vermesi işlemi.

Kaynak Yönlendirme (Source Routing): Yeni adrese gönderilecek data paketleri içinde, ara yönlendirme noktalarının tanımlanmasını gerektiren yönlendirme tekniği.

Minumum Seviyede Kapsülleme (Minimal Encapsulation): Orjinal IP başlığının yapısını geçici olarak değiştiren, RFC 2003 içinde açıkça belirtilen değişik biçimde bir kapsülleme tekniği.

Mobil Bilgisayarlaşma: Kullanıcının mobil olarak, bilgisayar ortamına sahip olması/İnternete erişebilmesi.

Mobil Düğüm Noktası (Mobile Node): Normal kullanımın bir parçası olarak, İnternete bağlanma noktası değişen düğüm noktası. Örneğin hücresel telefon, cep bilgisayarı (PDA) veya dizüstü bilgisayar gibi.

Mobilite Sunucu (Mobility Agent): Mobil düğüm noktasına destek servisler sunan düğüm noktası (yönlendiricisi). Bu ya bir mobilite sunucu, ya bir servis sunucu ya da bir yabancı servis sunucu olabilir.

Otomatik Ana Servis Sunucu Bulma (Automatic Home Agent Discovery): Mobil düğüm noktasının, servis şebekesi üzerinde bir servis sunucunun IP adresini elde edebilmesi işlemi.

Servis Adresi (Home Address): Mobil düğüm noktasının sabit ve sürekli IP adresi.

Servis Sunucu (Home Agent): Mobil düğüm noktasına servis adresinde erişilebilir olunmasını sağlayan servis şebekesi üzerindeki düğüm noktası/yönlendirici.

Servis Şebekesi (Home Network): Mobil düğüm noktasının, tahsis edilen IP adresi (servis adresi) vasıtasıyla erişilebilir görüldüğü şebeke.

Sunucu Bulma (Agent Discovery): Mobil düğüm noktasının, ana servis sunucu veya yabancı servis sunucunun IP adresini elde edebilme işlemi.

Sunucu İlanları (Agent Advertisement): Mobilite sunucunun, mobil düğüm noktasını bulması işlemi.

Tam nitelikli alan ismi (Fully Qualified Domain Name-FQDN): Bir İnternet düğüm noktasının Alan İsim Sistemi (DNS) tarafından tanımlanan tam alan adı.

Tekrarlanan Saldırı (Replay Attacks): İki kişi arasında, önceki ve geçerli işlem sırasında, kayıt edilen bir işlemi taklit etmek için kötü niyetli bir kişinin atağı yoluyla güvenliğin bozulması.

Tünelleme (Tunnelling): Kapsülleme gibidir, fakat orjinal IP paketleri üzerinde ilave yan anlamlar taşır.

Uzaktan Adres Değişikliği (Remote Redirection): Local şebeke üzerinde bulunmayan bir kaynaktan gönderilen yeniden adresleme.

Yabancı Adres (Care-of Address): Mobil düğüm noktası servis şebekesine bağlanmadığı zaman, mobil düğüm noktasının mevcut İnternete bağlantı noktasındaki IP adresi.

Birleştirilmiş Yabancı Adres (Collocated Care-of Address): Mobil düğüm noktasının şebeke arayüzlerinin birine tahsis edilen yabancı adres.

Yabancı Servis Sunucu (Foreign Agent): Mobil Düğüm Noktası yabancı şebekede dolaştığı zaman, mobil düğüm noktasına servis sağlayan yabancı şebeke üzerindeki mobilite sunucu/yönlendirici.

Yabancı Şebeke (Foreign Network): Mobil düğüm noktasının kendi servis şebekesine bağlanmadığı zaman bağlandığı şebeke.

1. GİRİŞ

Son yıllarda İnternetin büyümesi ve mobil kullanımda görülen belirgin artışla birlikte, haberleşmenin çeşitliliği ve kişiselleşmesine ilaveten, sestem veri haberleşmesine ve sabit hattan mobil haberleşmeye kadar gelişen talep yapısı içinde de önemli değişiklikler söz konusu olmuştur. Daha da ötesi, veri iletiminde dar banttan genişbant haberleşmesine geçiş, endüstrinin dönüşümünü hızlandırmıştır. Söz konusu gelişmeler çerçevesinde haberleşmenin kişiler arası, kişiler ve cihazlar arası, hatta cihazlar arası genişlemesi telekomünikasyon pazarının büyümesine tanıklığı beraberinde getirmiştir. Günümüzde mobil telefon haberleşmesinde uluslararası dolaşım (roaming) hemen hemen tamamen sağlanmıştır. Ancak İnternet erişiminde bunu sağlamak, IP adreslerinin ağa bağımlı olması nedeniyle o kadar kolay olmamaktadır. Bütün bu nedenlerle, "Mobil ve IP" kavramı, günümüzde telekomünikasyon sektörünü düzenleyen, politikalar üreten ve stratejiler oluşturan düzenleyici idareler için önemli konuların arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, ülkemizdeki düzenleyici otorite olan Telekomünikasyon Kurumu'nun hem mobil hem de IP kavramını bütünleştiren Mobil IP'ye ilişkin olarak belirli bir yaklaşıma sahip olması önem taşımaktadır.

Telekomünikasyon sektöründe, özellikle bilişim teknolojisi dalında son yıllarda yaşanan ve yukarıda da bahsedilen çok hızlı gelişmeler çerçevesinde, teknolojinin hızlı gelişimini eş zamanlı olarak uygulamak veya hemen yakınından izlemek, bu sektörü düzenleyen Kurumların görevleri arasında bulunmakla birlikte, başarı düzeylerinin bir göstergesi olmakta ve aynı zamanda ülkelerin gelişmişlik düzeylerini göstermektedir. Telekomünikasyon ve bilişim sektörünü ilgilendiren konular ve bu alanlarda teknolojik yeniliklerin uygulanması, Telekomünikasyon Kurumu'nun da görev alanında bulunmakta ve yaklaşımını etkin ve hızlı bir şekilde ortaya koyması, çözümler üretmesi ve dolayısıyla aktif

katılım sergilemesi sektörün beklentisi olmaktadır. Bu amaçtan yola çıkarak, hazırlanan “Mobil IP: Mevcut Düzenlemeler ve Türkiye Önerileri” başlıklı tez çalışmasının; ülkemiz insanına, kültürüne, kalkınmasına, e-Türkiye projesine ve sektörün yönlendirilmesine önemli katkı sunacağına inanılmaktadır.

Mobil IP, mobilitenin istendiği ve geleneksel karasal bağlantılı model içinde veya kullanıcının ihtiyaçları için yeterli çözümler sağlanmadığı ortamlarda fayda sağlayan ve kullanıcılara hareket ederken İnternete kesintisiz erişilebilirlik ortamı kurulması ve geliştirilmesi için olanaklar sunan İnternet protokolü üzerine inşa edilen bir standarttır. Mobil bilgisayarların bağlantı noktasına bakılmaksızın ve IP adresini değiştirmeksizin İnternete erişimini olanaklı kılması dolayısıyla Mobil IP, telsiz teknolojisinin kullanımda olduğu ortamda özellikle önem kazanmaktadır.

Hareket halindeyken İnternete erişim ve bunun şebeke yapısı olarak tanımlanabilen mobil bilgisayarlaşma ve şebekeleşmesi kavramı, günümüzün taşınabilir bilgisayar ve şebekeleşmesi ile karıştırılmamalıdır. Mobil şebekeleşme içinde kullanıcı, bilgisayarın İnternete bağlantı noktasını değiştirdiği zaman, yani bağlı olduğu şebekeden ayrıldığı ve yabancı bir şebekeye girdiğinde, bilgisayarlaşma aktiviteleri bozulmaz. Aksine tekrar bağlantı otomatik olarak ve etkilenmeden gerçekleşmektedir.

Mobil IP, telsiz şebekeleşme içinde İnternet Mühendisliği Görev Birliği (IETF) tarafından geliştirilen ve mobilite destek verimliliği için birçok özellikler ile gelişmiş ağ güvenliği desteği sağlayan İnternet protokolünün yeni uyarlaması IPv6 (IP uyarlama 6)'ya yönelmektedir. Bununla birlikte, hemen hemen 25 yıl önce geliştirilen ve dünyada yaygın olarak kullanılan ilk İnternet protokolü olan IPv4'ün servis sunucuları da mobiliteyi desteklemektedir. Ancak Mobil IP, IPv4 protokolüne uygulanabilmesine rağmen, IPv4'te gerek IP adresi kıtlığı gerekse güvenlik konularında bir takım problemler bulunmaktadır.

Günümüzde, IP uygulamalarının artan oranda kullanılması, kullanıcı sayısındaki artış, İnternetteki hızlı büyüme, adres sıkıntısını gündeme getirmekte ve tüm dünyada gelecek yıllarda IP adreslerinin tükeneyeceği korkusuna yol açmaktadır. Mevcut İnternet Protokolünün adres kıtlığı sorununu çözmek için, birçok İnternet kullanıcısı İnternete giriş/çıkışta Ağ Adres Değişimine (NAT) veya herkese ait özel adres kumbarası ile yetinmeye zorlanmıştır. Bu yöntemde, özel IP adresleri tanımlanmış ve özel ağlara tahsis edilmeye başlanmıştır. Ancak bu adresler sadece yerel ağda geçerli olup İnternette tanınmamaktadır. Ağ Adres Değişimi (NAT) kullanılarak, özel ağa bir veya birkaç İnternet adresi atanmakta ve özel ağdaki tüm bilgisayarlar bu adresler ile İnternete ulaşmaktadır. Bu durum, Mobil IP uygulamalarında sorun yaratmaktadır.

IETF tarafından özellikle Mobil IP'ye yönelik olarak geliştirilen IPv6'da, 32 yerine 128 bit'lik IP adresleri tahsis edilerek IPv4'ün adres kapasitesi geliştirilmiştir. Bu suretle, IP adres havuzu hemen hemen sonsuz olmakta ve mobilite destek verimliliği ile gelişmiş ağ güvenliği desteği sağlayan özellikleri ile de Mobil IP'nin çok farklı sistem ve teknolojilere uygulanabilirliğine olanak tanınmaktadır. Bu nedenle, yeni İnternet uygulamaları da yeni nesil IP (IPv6)'nın doğmasındaki diğer önemli bir etkidir. Örneğin ses ve görüntü dağıtan uygulamalar, düzenli aralıklarla verinin dağıtılmasına gereksinim duymaktadır. Kesinti olmaksızın İnternet yoluyla gerçek zamanlı ses ve görüntü dağıtımının (bilgi akışının) sağlanması mevcut protokolde tanımlanmamıştır.

Günümüzde, gerek Avrupa Konseyi'nde gerekse Asya-Pasifik ülkelerinde, sabit ve mobil IP'de, halen kullanılmakta olan IPv4'ün yerini alacak yeni protokol IPv6 üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır. Bu amaçla, tez kapsamında özellikle Mobil IP Teknolojisine ek olarak, Mobil IP'de servis kalitesi ve güvenliği daha yüksek, geliştirilmiş adres yeteneğine sahip yeni nesil IP (IPv6) gereksinimine kapsamlı olarak yer verilmiş ve IPv6'nın İnternet Servis Sağlayıcı'lar (İSS)

tarafından kullanılması konuları da araştırılarak, Omurga İşletmecisi ve İSS lerin konuya yaklaşımları, sağlayacakları avantajlar ve karşılaşılabilecekleri sorunlar araştırılıp, analiz edilerek Mobil IP servisi konusundaki mevcut düzenlemeler incelenmiş olup; buradan hareketle, Türkiye için öneriler ve stratejiler geliştirilmeye çalışılmıştır.

Tez'e yönelik yapılan tüm bu çalışmalarda, yayınlanmış ve yayımlanmış verilere ek olarak, çeşitli ülkelere ait 14 adet düzenleyici kuruluşa elektronik ortamda mektup ve anket (Ek-1) gönderilmiştir. Ayrıca Omurga İşletmecisi ile 3 adet GSM işletmecisine, pazar payı diğer İnternet Servis Sağlayıcılarına (İSS) göre daha yüksek 19 adet İSS'na ve İnternet konusunda işlevsel 4 adet Sivil Toplum Örgütü'ne sorgulama (Ek-2) gönderilerek, konu işletmecisi ve kuruluşlara ait birincil verilere ulaşılmış ve bu veriler analiz edilerek değerlendirmeler yapılmıştır.

Tez çalışmasında çözüme yönelik bir yaklaşım olarak; İnternet ve web'in büyümesindeki önemin dikkate alınmasıyla, Mobil IP ile mobiliteye yapılacak hızlı desteğin İnternetin gelecekteki performansında kesin bir farklılık yaratacağı varsayımına dayanılarak, Mobil IP'yi destekleme gerekliliğine işaret edilmekte ve IPv4'ten IPv6 adresleme sistemlerine geçişin, özellikle gelişmekte olan ülkelerde İnternetin geniş çaplı genişlemesini kolaylaştıracağı öngörüsü yapılmaktadır. Ayrıca, Telekomünikasyon Kurumu tarafından oluşturulacak strateji ve politikalarda bu konunun yer almasının, ülkemizin bilgi çağında hızla ilerlemesine, yurt içinde sayısal uçurumun engellenmesine, toplumsal gelişmeye ve bilgi teknolojileri ve telekomünikasyon alanındaki gelişmelere olumlu katkıları olacağına inanılmaktadır.

Tez, giriş bölümünü takiben aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır.

İkinci bölümde; “Mobil IP” teknolojisi ele alınmış olup Mobil IP'nin öğeleri, kullanımını destekleyen protokoller, standartları, çalışması, işletmesi, transfer konusu, güvenliği, servis kalitesi ve Mobil IP'de kullanılan protokoller (IPv4, IPv6) arasındaki farklılıklar açıklanmış olup böylelikle gerekli teknik bilgiler verilmiştir.

Üçüncü bölümde; Mobil IP'de yeni nesil IPv6'ya neden ihtiyaç duyulduğu, Mobil IP'nin nasıl değişeceği, etkilerinin neler olacağı, IPv6'nın avantajları, Mobil IP İnternet hizmetinin yayılması ve ekonomisi, IPv6'ya göç ve düzenlemeye yönelik konular ile ilgili hususlar incelenip araştırılmıştır.

Dördüncü bölümde; özellikle ülkemizin Avrupa ile bütünleşmesi ve sistemlerinin uyumu açısından görüş ve yaklaşımları son derece önemli olan Avrupa Konseyi ile elektronik teknolojisinde dünyada büyük ve hızlı ilerlemeler gösteren Asya-Pasifik Bölgesi'nin ve ulusal telekomünikasyon otoritelerinin konuya yaklaşımları ve mevcut düzenlemeleri açıklanmıştır.

Beşinci bölümde; Türkiye Uygulamaları başlığı altında, ülkemizdeki mevcut durum ve diğer ülkelerle konunun karşılaştırılması yapılmış, Omurga Sağlayıcı ile İSS'lerin Mobil IP ve Mobil IP'de IPv6'nın uygulanmasına yönelik yaklaşımlarını gösteren ve Tez'e birincil seviyede veri sağlayan anket çalışmaları ve sonuçlarının analizine yer verilmiş, Kurumun sorumlulukları ve düzenleme boyutu araştırılmıştır.

Sonuç bölümünde; yukarıdaki incelemeler ışığında “Mobil IP” uygulamasıyla ilgili düzenlemeler, stratejiler ve eğilimler ülkemiz açısından irdelenerek genel bir değerlendirme yapılmış ve önerilerde bulunulmuştur.

2. MOBİL IP TEKNOLOJİSİ

Mobil IP, mobil bilgisayarlara İnternet içinde kesintisiz dolaşım sunan geçerli tek yöntemdir. Mobil telsiz bilgisayarlar, İnternete bağlanabilmekte ve konumlarının değişmesine karşın, yeni bir link kurarak bir önceki linkten ayrılarak İnternete bağlı kalmayı sürdürebilmektedir.

Dizüstü bilgisayar, PDA ve yeni nesil veri özellikli telefonların çok geniş ve hızlı bir şekilde yayılması, hareket halindeki bu kullanıcılar için, daha yüksek seviyeli bağlantıyı hemen hemen gerekli kılmaktadır. Bu grup kullanıcılar için veri bağlantı çözümleri, sabit telefon bağlantılı veya sabit telli LAN kullanıcılarının gereksinimlerinden çok farklı olmaktadır. Hücresel servis sağlayıcılar ve şebeke yöneticileri, daha büyük özgürlük sağlayacak olan telsiz LAN teknolojilerinin yayılmasını, bu gereksinimi karşılayacak bir çözüm olarak istemektedir [1].

Bir kullanıcı cihazı bağlı olduğu şebekeden ayrıldığı ve yabancı bir şebekenin alanına girdiği zaman, yabancı şebeke, paketlerin gönderilmesi gerektiği yabancı adresi esas şebekeye bildirmek için Mobil IP protokolünü kullanır. Mobil IP, sürekli IP adreslerini koruyarak, kullanıcılara kendi şebekeleri dışında dolaşım özgürlüğünü sağlar. Böylece, hareket sırasında mobil kullanıcılara IP datagramların şeffaf olarak yönlendirilmesi olanağı sağlanır ve dolaşım halinde veri aktarımları başlatılabilir, hem de İnternete bağlantı noktaları veya şebekeler arasındaki fiziksel yer değişikliğine rağmen, veri aktarımlarının sürekliliği sağlanmış olur.

Mobil IP genellikle, farklı IP adresleri ile çoklu Yerel Alan Ağları (LANs-Local Area Networks) arasında mobil cihazları kullanan kullanıcıların olduğu Telsiz Geniş Alan Şebekelerinde (WAN) bulunmaktadır [2]. Ayrıca Mobil IP, dolaşım gerektirebilen telsiz LAN erişimine ek olarak CDMA, TDMA, GSM, AMPS, NAMPS gibi bir çok farklı hücresel teknolojiler ile birlikte de uygulanabilmektedir.

2.1. Mobil IP Nedir ?

İnternet altyapısı, TCP/IP protokol takımı diye adlandırılan protokollerin üzerine kurulmaktadır. İnternet ağ yapısının köşe taşı olan bu takım içerisinde, İletim Kontrol Protokolü (TCP) ve İnternet Protokolü (IP) çekirdek protokollerdir.

İnternet Protokolü (IP), İnternete bağlanmak isteyen her bilgisayara bir IP adresi tahsisini gerekli kılmaktadır. Bu adres doğrudan ya da bir servis sağlayıcı kanalıyla alınabilmektedir. Bilgisayarın konumu ya da bağlantı noktası değiştiği zaman IP adresi de değişmek zorunda olduğundan, mobilite durumunda İnternet bağlantısının kesilmemesi en önemli araştırma konulardan biri olarak ortaya çıkmaktadır.

IETF tarafından, bu problemin çözülmesi için mobil düğüm noktasında iki IP adresinin (sabit sunucu adresi ve bağlantının her yeni noktasında değişen yabancı adres) kullanılmasına izin verilerek, Mobil İnternet Standardı tasarlanmıştır.

Mobil IP, mobil bilgisayarların bağlantı noktası ne olursa olsun IP adresi değişmeksizin İnternete bağlı kalmasını olanaklı kılan ve TCP gibi daha yüksek protokollere açık, İnternet protokolu üzerine inşa edilen bir standart protokoldür [3]. Kısaca, Mobil IP, mobil sunuculara açık şebeke bağlantısı sağlayan bir mekanizma ve kullanıcılara mobil cihazları ile farklı IP adresine sahip başka bir şebekede olduğu zaman, İnternet bağlantılarını sürdürmeleri için IP adreslerinin bir şebeke ile birleşmesine izin veren bir standarttır.

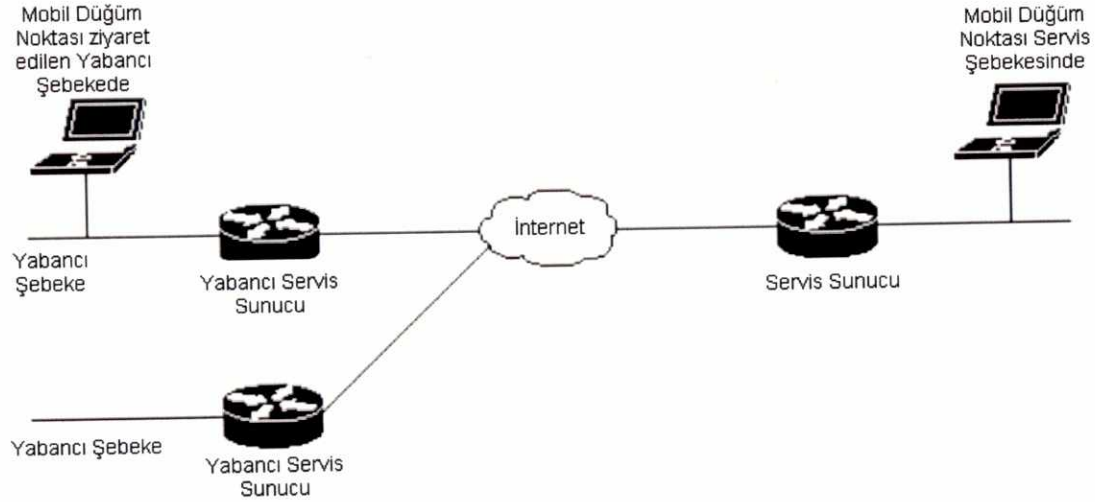
Böylece Mobil IP, servis sunucu şebekelerine otomatik olarak uygun IP tabanlı bağlantıları sağlayarak, şebekeler boyunca dolaşıma açık mobil cihazları (mobil düğüm noktalarını) olanaklı kılmaktadır. Bu durumda, mobil düğüm noktası,

şebekenin farklı bölgesinde işletildiği zaman, cihazın IP adresinin değişme zorunluluğu ortadan kalkmaktadır [3].

2.2 Mobil IP'nin Öğeleri

Mobil IP'yi uygulanabilmesi için gerekli elemanlar aşağıda tanımlanmaktadır (Şekil 2.1):

- Mobil Düğüm Noktası
- Servis Sunucu (Home Agent)
- Yabancı Servis Sunucu (Foreign Agent)



Şekil 2.1 Mobil IP'nin ana bileşenleri

Sistemde, mobiliteyi sağlayan servis sunucu ile yabancı servis sunucudur. Servis Sunucu (Home Agent), mobil düğüm noktasının ana şebeke içinde görevlendirilen yönlendiricisidir. Yabancı Servis Sunucu (Foreign Agent), mobil

düğüm noktasının halihazırda ziyaret ettiği yabancı şebekedeki özelleştirilmiş yönlendiricisidir. Mobil IP'de yabancı servis sunucular, genellikle servis sunucu ve mobil düğüm noktası arasında gönderilen kayıt isteklerini tekrarlamakla yükümlüdürler.

Servis adresi, kimlik belirleme gibi gereksinim duyulan bütün protokol ve uygulamalar açısından mobil düğüm noktasını tanımaya yöneliktir; yabancı adres ise doğru ve hızlı yönlendirme için desteklenmektedir.

2.3 Mobile IP'nin Kullanımını Destekleyen Protokoller

IETF Mobil IP Çalışma Grubu, hem IPv4 hem de IPv6'yı kullanan IP düğüm noktalarına (sunucular ve yönlendiriciler), IP alt şebekeleri ve çeşitli ortamlar arasında sürekli dolaşımı sağlamak için yönlendirici desteğini geliştirmiştir [4]. Mobil IP'nin metodu, aktif İletim Kontrol Protokolü (TCP)'nün bağlantılarını ve Kullanıcı Datagram Protokolü (UDP)'nün giriş bağlanma tertibatının korunmasına ek olarak, IP katmanının üzerinde şeffaflığı desteklemek üzere kuruludur.

Mobil IP, telsiz şebeke yapısı içinde ilginin odak noktası olmuştur. İlginin çoğu daha uygun protokol olan IPv6'ya yönelmekte ve mevcut araştırma ve geliştirmeler IPv6'yı merkez almaktadır. Bununla beraber, ilk protokol olan IPv4'te başarıyla kullanılmaktadır.

2.3.1 IPv4 Protokolü

IPv4 İnternet Protokolü'nün 4 üncü uyarlamasıdır. İnternette halihazırda kullanılan ve hemen hemen 25 yıl önce geliştirilmiş ve 1980'lerin ilk yıllarında kullanılmaya başlanmış bulunan IPv4 protokolü, dünyada yaygın olarak kullanılan ilk İnternet Protokolüdür [5].

IPv4 adres standardı ile yaklaşık 4 milyar adres tanımlanabilmektedir. Her bir adres 32 bitlik (ikillik) bir kombinasyondan elde edildiğinden bu yapı 4 294 967 296 adet özgün adres ile sınırlanmaktadır. Bu adreslerin çoğu, yerel şebekeler veya aynı anda çoklu dağıtımı yapılan adresler olarak özel amaçlar için tahsis edilmiştir. Azalan sayıdaki adres ise kamu İnternet adresleri olarak tahsis edilebilmektedir.

Mevcut adreslerin çoğu tükendiği için IPv4 adreslerinin tahsisindeki kıtlık kaçınılmaz görülmektedir.

2.3.2 IPv6 Protokolü

IPv6 İnternet Protokol'ün 6'ncı uyarlaması olup, mevcut IPv4 protokolünün yerini almak üzere IETF tarafından tasarlanan yeni nesil protokoldür.

IPv6 adres boşluğu problemini çözmekte ve yönlendirme ve şebeke otomatik biçimlendirme gibi birçok alanda IPv4'e gelişmeler ilave etmektedir. IPv6 adres yapısında 128 bitlik (ikillik) adres yapısına geçilmiştir. Bu yapıdaki adres sayısı, İnternete bağlanabilecek bütün mobil, ev ve ofis aygıtlarına yetebilecek ve uzun gelecekte ortaya çıkabilecek bütün yeni uygulamalara da izin verecektir [6]. IPv6'nın aşamalı olarak IPv4'ün yerini alması ve geçiş döneminde uzunca bir süre birlikte işletilmesi beklenmektedir.

Mobil IPv6, yabancı servis sunucu hariç IPv4 gibi temel şebeke unsurlarını kullanmaktadır.

Mobil IP, son zamanlarda IPv6, İnternet içinde yüz milyonlarca düğüm noktası için geleceğin mobilite yönetim projesinin merkezileşmiş önemli bir parçası olmaktadır.

2.4. Mobil IP Standartları

Mobil IP standartları IETF tarafından geliştirilmiştir. Yorum talepleri olarak (RFC- Request for Comments) Yayınlanan Standartlar [7]:

- RFC2002 Temel Mobil IP İşletimi
- RFC2003 IP içinde IP Kapsülleme
- RFC2004 IP içinde En az Kapsülleme
- RFC1701 Genel Yol Kapsülleme (GRE)
- RFC2006 Mobil IP için Yönetimsel Bilgi Tabanı (MIB)
- RFC2344 Mobil IP için Tersine Tünelleme
- RFC2356 Mobil IP için Ateşduvarı

2.5. Mobil IP'nin Çalışması

Mobile IP, üç alt sistemin işbirliği olarak düşünülebilir:

Birincisi, mobil bilgisayarlar İnternet içinde bir yerden başka bir yere konum değiştirirken, yeni bağlantı noktalarını (yeni IP adreslerini) belirleyebilmesini tanımlayan buluş mekanizmasıdır.

İkincisi, mobil bilgisayarın, yeni bağlantı noktasındaki IP adresini öğrendiğinde, onu tanımlayan sunucu ile servis şebekesine kayıt edildiği mekanizmadır.

Sonuncusu, mobil bilgisayar servis şebekesinden ayrıldığı zaman, Mobile IP'nin, datagramları mobil düğüm noktasına dağıtmak için tanımladığı basit mekanizmadır.

Böylece bu üç alt sistem,

- Yabancı adresi bulma
- Yabancı adresi kayıt etme
- Yabancı adresi tünelleme

şeklinde üç ayrı mekanizma olarak tanımlanmaktadır [8].

Mobil IP'de, servis adresi TCP bağlantılarını tanımak için kullanılır. Servis adresi, mobil düğüm noktasının bilgilerinin sürekli olarak servis sunucu şebekesine ulaşabilmesini sağlar. Yabancı adres, bağlantının her yeni noktasında değişir ve mobil düğüm noktasının yer betimleyici adresi olarak düşünülebilir. Yabancı adres, şebeke numarasını belirler ve böylece şebeke topoğrafyasına uygun olarak mobil düğüm noktasının bağlanma noktasını saptar. Mobil düğüm noktası servis sunucusuna bağlı olmadığından yabancı şebekeye bağlanır; servis sunucu, mobil düğüm noktası için gönderilen bütün paketleri alır ve onları mobil düğüm noktasının mevcut bağlanma noktasına dağıtmak üzere düzenler.

Mobil düğüm noktası hareket ettiğinde, yeni yabancı adresi ile servis sunucuya kayıt olur. Böylece, servis sunucu, paketleri mobil düğüm noktasına ulaşması için yabancı adrese gönderir. Bu noktadan daha uzağa dağıtımda ise, paketlerin değiştirilmesi ve gönderilen IP adresi olarak, yabancı adresin görülmesi gerekir. Yapılan bu değişiklik, paket dönüşümü veya yeni adres olarak isimlendirilir. Daha uzak noktada, pakete tersine dönüşüm uygulanır ve paketin gönderilen IP adresinin mobil düğüm noktasının servis adresi olduğu görülür. Paket, mobil düğüm noktasına ulaştığı zaman, TCP veya daha yüksek seviyeli başka herhangi bir protokol tarafından düzgün olarak işlenerek, mobil düğüm noktasının IP işleme katmanından mantıksal olarak alınır.

Mobil IP'de servis sunucu, gönderilen IP adresi olarak mobil düğüm noktasının yabancı adresini içeren yeni bir IP başlığı altında, paketleri servis şebekesinden

yabancı adrese yeniden gönderir. Bu yeni başlık, orjinal paket yabancı adrese ulaşınca kadar paketi korur veya kapsüller. Bu kapsülleme ve paketlerin İnternet boyunca ilerlemesi tünelleme olarak adlandırılır.

2.2.1. Yabancı adresi bulma

Servis Şebekesi, paketleri uzaktaki şebekeye gönderebilmesi için önce uygun adresi bilmelidir. Mobil IP ile istenilen adres tahsisi için iki metod vardır:

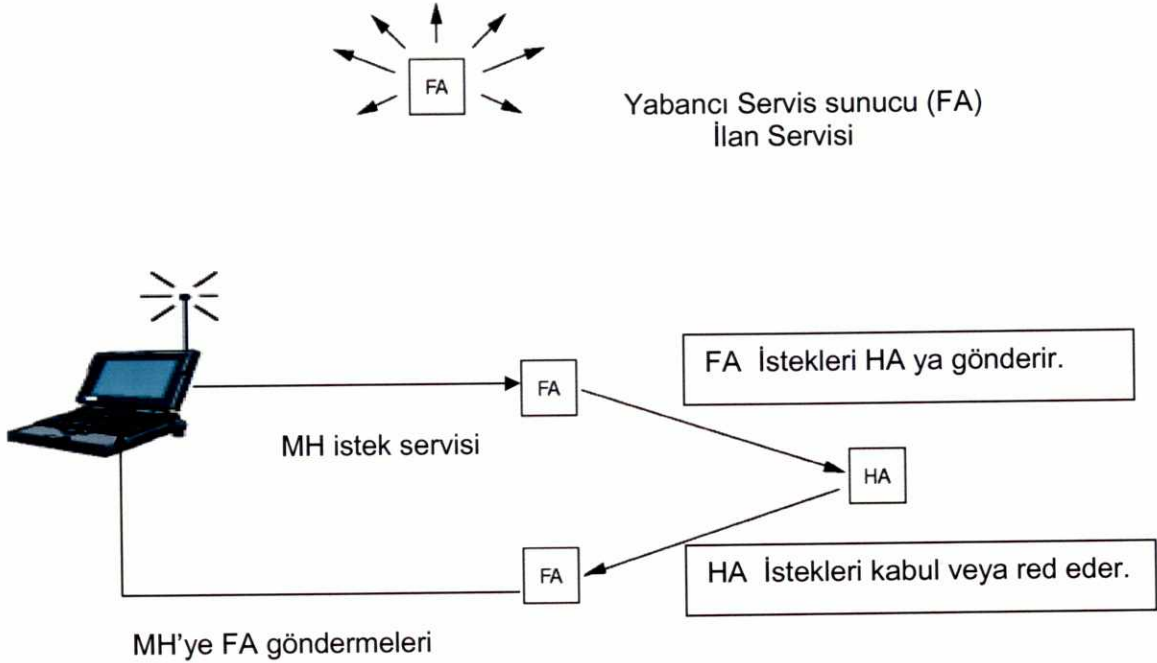
- **Otomatik Servis Sunucu Bulma:** Burada, Mobil düğüm noktasını bulma işlemi mevcut standart protokolün üzerine inşa edilmiştir. Bu nedenle, Mobil düğüm noktası servis sunucu ile iletişim kuramadığı zaman, Mobil IP, mobil düğüm noktasının servis sunucusu üzerinden başka bilinmeyen bir servis sunucu ile kayıt edilmesine izin veren bir mekanizmaya sahiptir. Örneğin Dinamik Sunucu Biçimlendirme Protokolü (Dynamic Host Configuration Protocol-DHCP) gibi bir protokol vasıtasıyla adresi dinamik bir şekilde elde eder. Otomatik servis sunucu tanıma metodu, kayıt amacını taşıdığı için servis sunucunun IP adresinin yerine yeni bir IP adresi yayını kullanarak çalışır. Bu metodun avantajı, mobil düğüm noktası yabancı servis sunucu olmaksızın bu işleve sahip olabilir. Bununla beraber, ziyaretçi düğüm noktalarının adres elde edebileceği bir adres havuzuna gereksinim duyulur.
- **Sunucu İlanları :** Ana servis sunucular ve yabancı servis sunucular düzenli aralıklarla (örneğin, iki saniyede veya her birkaç saniyede bir) sunucu ilanlarını yayınlarlar. Eğer mobil düğüm noktası, bir yabancı adrese ihtiyaç duyarsa ve periyodik ilanları beklemek istemiyorsa veya Mobil Düğüm noktasına daha önceden yabancı adres teklif eden bir yabancı sunucudan uzun süre ilan gelmezse, Mobil düğüm noktası yayın yapabilir veya herhangi bir yabancı servis sunucu veya servis sunucu

tarafından cevaplandırılmak üzere çoklu talepte bulunur. Yabancı servis sunucu orada bulunduğunu bildirdiği zaman, yayınlanan mesaj yabancı servis sunucunun (istenilen) adresini de içerir.

Yabancı Adresin Tahsisi (Assignment of Care-of Address)'nde, yabancı servis sunucu, kendi alanı içine düşen bütün mobil düğüm noktaları için tek bir (istenilen-required) adresi korur. Bütün mobil düğüm noktaları aynı (istenilen) adresi paylaştığı için bu işlem, IPv4 ile mümkün olan sınırlı sayıdaki adreslerin en iyi kullanımudur.

2.2.2. Yabancı adres kaydı

Mobil Düğüm noktası, yabancı adrese sahip olduğu zaman, servis sunucusu mobil düğüm noktasını sorgulamalıdır. Şekil 2.2'de, Mobil IP standardı tarafından tanımlanan kayıt işlemi gösterilmektedir. Mobil düğüm noktası yabancı servis sunucunun yardımıyla yabancı adres bilgisi ile kayıt talebini servis sunucusuna gönderdiği zaman, işlem başlar. Servis sunucu, gerekli bilgileri kendi yönlendirme tablosuna ilave ederek isteği onaylar ve mobil düğüm noktasına kayıt cevabını gönderir. Güvenlik amacıyla, mobil düğüm noktası ve servis sunucu birbirine gönderilen mesajları kriptolar veya kodlar. Buna ilaveten, yabancı servis sunucu ve servis sunucu, paket sahtekarlığına ve değişikliğine karşı kayıt isteğini geri çevirebilirler.

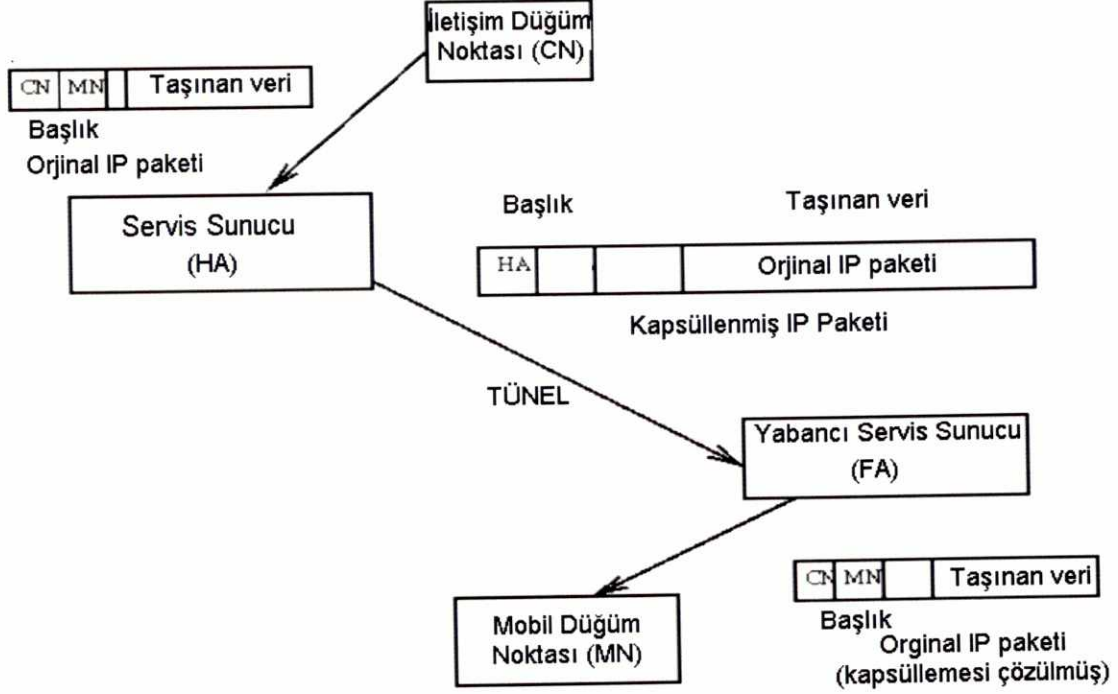


Şekil 2.2 Kayıt prosedürü

2.2.3. Tünelleme / Kapsülleme

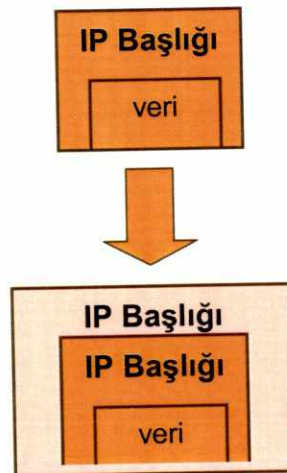
Mobil IP, yabancı şebeke ve servis şebekesi arasında ileri ve geri gönderilen paketleri tünel yolu ile ulaştırır. Tünel iki uç noktaya sahiptir: Biri servis sunucudaki IP adresi, diğeri hem yabancı servis sunucunun hem de mobil düğüm noktasının istenilen adresi. Servis sunucu, mobil düğüm noktasının servis adresine gönderilen datagramların yolunu keser ve istenilen adrese tüneller ve gönderir (Şekil 2.3).

Yabancı servis sunucu, datagramları ve mobil düğüm noktasına gönderilen paketleri tünelden alır. Mobil düğüm noktası tarafından gönderilen datagramlar genellikle servis sunucuyu atlamaksızın standart IP yolunu kullanırlar.



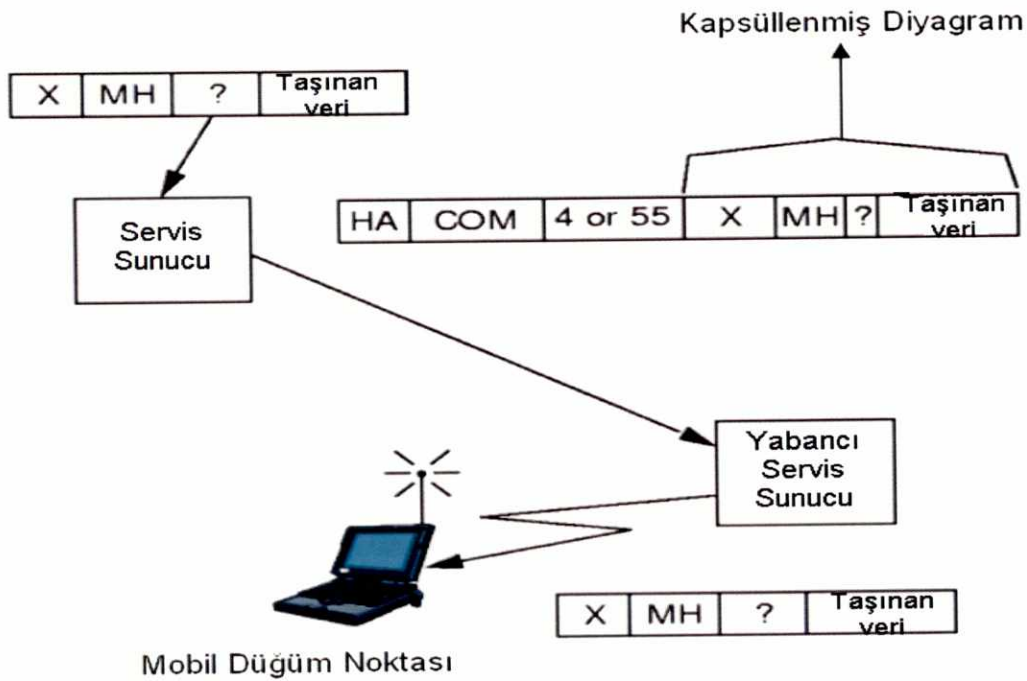
Şekil 2.3 Mobil IP'de tünelleme

Yabancı adres için tünelleme işlemi: Mobil IP'deki IP içinde IP tünelleme işlemi Şekil 2.4'te görülmektedir.



Şekil 2.4 IP-içinde-IP gösterimi

Mobil IP kullanan sunucular tarafından desteklenen kapsülleme mekanizması, IP içinde IP'dir. IP içinde IP kullanımında; servis sunucu, mobil düğüm noktasının servis adresine gönderilen herhangi bir datagramın IP başlığının önüne yeni bir IP başlığı veya tünel başlığını geçirir [9]. Yeni tünel başlığı, mobil düğüm noktasının yabancı adresini gidilecek IP adresi veya tünel olarak kullanır. IP içinde IP'de, orjinal IP başlığı tünel başlığının taşıma yükünün bir parçası olarak saklanır. Bu nedenle, yabancı servis sunucu, orjinal paketi düzeltmek için yalnızca tünel başlığını çıkarmalı ve geriye kalanı mobil düğüm noktasına götürmelidir.



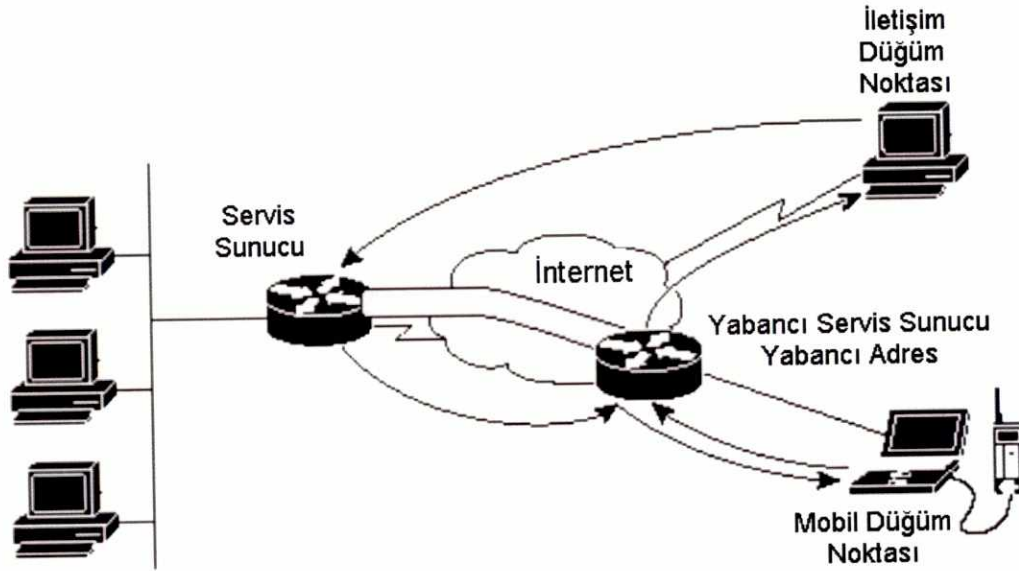
Şekil 2.5 Mobil IP'de tünelleme işlemleri

Bazen Şekil 2.5'te görüldüğü gibi, içerdeki başlık olarak 55 protokol numarası kullanılır [8]. Servis sunucu, IP içinde IP yerine minimum düzeyde kapsülleme kullandığı zaman bu işlem gerçekleşir. Bu işlemde, orjinal IP başlığı yeniden

oluşturulurken, tünel başlığının bazı bilgileri içerdeki en küçük kapsülleme başlığındaki bilgilerle birleştirildiğinden, kapsülleme başlığında minimum düzeyde yapılan işlem, IP içindeki IP kapsüllemesinden daha güçtür. Diğer taraftan, üstteki başlık azalır.

2.2.4. Yönlendirme

Şekil 2.6 da görüldüğü gibi Mobil Düğüm Noktası, paketleri iletişim düğüm noktasına yönlendirecek olan yabancı servis sunucuya gönderir.



Şekil 2.6 Yönlendirme

Burada veri, yabancı servis sunucudan iletişim düğüm noktasına gönderilir [9]. Bununla beraber, verinin kaynağı olarak Mobil Düğüm Noktasının servis şebekesi görülür. Yönlendiriciler kaynak adresten yönlendirilmeyen paketleri gördükleri zaman onları keserler. Bu olaya giriş filtrelemesi denir.

“Tersine Tünelleme” diye adlandırılan bir özellik ile de veriler Mobil Düğüm Noktasından alındığı zaman, tünellenmiş paketler yabancı servis sunucu tarafından servis sunucuya geri gönderilerek, paketlerin kaynak adresten gönderilmesi sağlanır ve böylece giriş filtrelemesi önlenmiş olur.

2.6. Mobil IP İşletmesi

Mobil IP işletmesi başlığı altında, Mobil İnternet Mimarisi ve Lisanslama ile Şebekeleşme ve Tanıma, Yetkilendirme ve Hesaplama konuları açıklanmaktadır.

2.6.1. Mobil İnternet mimarisi

Mobil İnternet mimarisinde, özellikle lisanstan bağımsız telsiz erişim cihazları, teknik olarak ve İnternetin büyümesinin araçları olarak uygun olmaktadır.

Telli İnternet mobilitayı desteklediğinden, yeni bir altyapıya gereksinim duyulmayacak ve telsiz şebekesinin dışında ilave bir yatırım yapılmayacaktır. Bu da, telsiz ve mobil İnternet erişim ücretinin, telli İnternet erişim ücreti kadar ucuz olmasını sağlayacaktır. Böylece, mobil ve telsiz sektörünün pazar durumu olumlu yönde etkilenecektir. Ancak sabit İnternetin servisleri üzerine inşa edilecek mimaride farklılıklar olacaktır.

Yeni servislerin yaratılması veya mevcut olanların mobil duruma yapılandırılması ek bir yük getirecektir. Bununla beraber, mobil İnternet erişiminin ücret karakteristikleri sabit veya telli şebekedeki yapıya benzer olacaktır.

Telsiz baz istasyonlarının ve bilgisayarların bağlandığı bir tek IP şebekesi inşa edilmesiyle iyi bir mimari oluşmaktadır [10]. Böylece, mobil İnternetin çekirdeği telli altyapı olmaktadır.

2.6.1.1. Telsiz arayüz

Mobil ve hücresele sistemler, birinci, ikinci ve üçüncü nesil telefon sistemleri gibi bugüne kadar telsiz arayüzleri (radio interface) tarafından yönlendirilerek tasarlanmıştır. Telsiz sistem ve şebekeleri, ağır regülasyon kontrolünü ve bu yüzden idari ve yasal düzenlemeleri gerektirmektedir.

Mobilitenin karmaşıklığını oluşturan kimlik belirleme, yetkilendirme, dolaşım ve transfer mobil şebeke yönetim sistemi tarafından idare edilmektedir.

Radyo Frekans Spektrumunu kullanım için lisans gerektiğinden, telsiz baz istasyonları pahalı olmaktadır. Bununla beraber, radyo spektrumunun önce 2.4 GHz ve sonra 5 GHz bölümü çoğu ülkede lisanssız olarak kullanıma açılmıştır. Böylece, lisans ücretinin ortadan kalkması ile telsiz baz istasyonlarının işletimi ucuzlamaktadır.

2.6.1.2. İş modeli

Telsiz üzerinden İnternet erişimi ile bit (ikil) transferinin ucuz olması ve mobil olarak sağlanan bu hizmetin kolay idare edilmesi, işletmecilerin geleneksel kural ve davranışlarına değişiklik getirmektedir. Bununla birlikte, profesyonel bir işletmecinin rolü gereklidir ve sistemin yaygınlaşmasında kolaylık sağlayacaktır. Özellikle geniş alan kaplama için uzmanlaşmış mobilite işletmecilere ihtiyaç olabilecektir.

Başlangıçta en az üç çeşit işletmeci tanımlanabilmektedir [10]:

- İnternet Service Sağlayıcı, İSS

Geleneksel İnternet servis sağlayıcılar, telsiz mobil İnternet hizmeti sunacaklardır. Bunlar hem kimlik denetimine ihtiyaç duyacak ve hem de yüksek

servis kalitesi sağlayacaktır. İş modeli değişmedikçe, hizmet ücretlendirilmesi uygun olacaktır.

- Üye Servis Sağlayıcı, ÜSS

Bir otel veya benzin istasyonu gibi işletmeciler, bazı İnternet erişim ve servisini misafirlerine sunabilmektedir. Bu hizmet geçici iş ilişkisine dayanmaktadır. Kimlik denetimi, sunulan servise dayalı olarak değişecektir.

- Misafir Servis Sağlayıcı, MSS

Misafir servis sağlayıcılar, telsiz LAN servis aralığı içinde olan mobil kullanıcılara Geniş Bant Servis Erişimi sunmak için ek kapasiteye sahip olabilmektedir. Hizmeti sunan İSS'ler ile anlaşmazlıktan kaçınmak için sadece IP-tünellerine izin vermekle sınırlandırılabilirler. Bu da misafirin İnternette mevcut olan harici servisi kullanması demektir. Harici servis, böylece kimlik denetimi ve yasal yönlerden sorumlu olmaktadır. Misafir servis, olası bir şekilde ana sunucu trafiğinden daha düşük önceliğe sahip olacaktır. Bunun için İSS'lerin ayrıştırılmış trafik tiplerini sunmaları bir ön gereksinim olmaktadır. Misafir kullanıcılar, sunucu kullanıcı sistemleri için kimlik denetimine ihtiyaç duymayacaktır.

Bu tür servis sağlayıcılar, telli İnternet için mevcut iş modeli ile uygun bir senaryo olarak değerlendirilmektedir.

2.6.1.3. Düzenlemeye ilişkin konular

Düzenleme için özgün teknik sonuçlar ortadan kalkmakta ve spektrum için lisans ihtiyaçları, yavaş gelişen ve daha yüksek ücretli tekel durumlarına yol açmaktadır [10]. Cihazların dinamik gelişimi ve birçok yenilikler, bağımsız frekans kullanımını önermekte hem de düzenlemeden kaçınılması gerektiğini işaret etmektedir.

2.6.2. Şebekeleşme (Ağ Yapısı)

Mobil IP, farklı erişim teknolojileri arasında bağlantısız makro mobilite çözümleri sağlayan ortak mobilite paydası olarak görülebilmektedir.

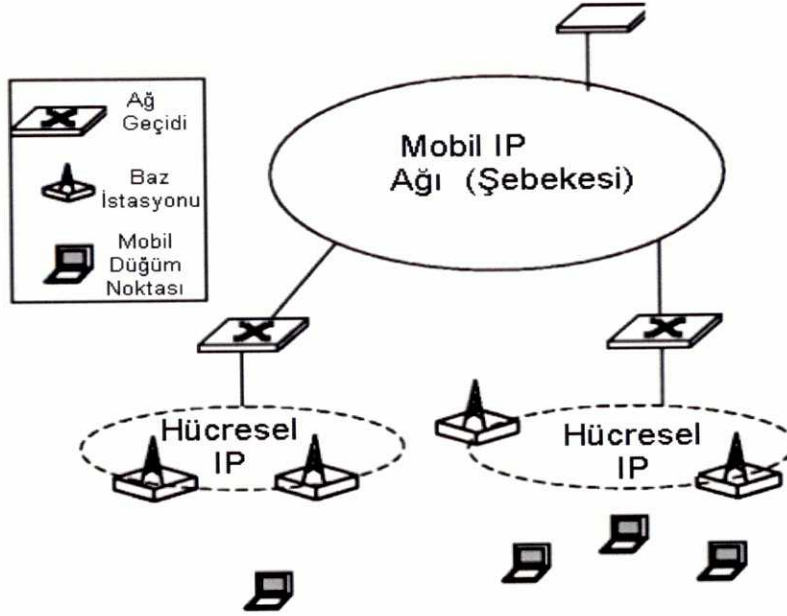
Mobil IP, kişisel mobiliteyi desteklemek için diğer teknolojiler ile belirli geliştirmelere ve paketlemelere ihtiyaç duymakta ve makro mobilite idari çerçevesi dolaşımı gerekli kılmaktadır [11].

Diğer özellikler, ortak şebekeler, genellikle ateş duvarlarının (firewall) sınırlarının gerisinde yerleşirler. Bir ortak şebeke içinde ateş duvarının gerisindeki servis sunucu diğer şebeke içindeki yabancı servis sunucu ile haberleşebilmelidir. Örneğin Mobil IP protokolu belirli durumlarda ateşduvarlarının üzerinden geçebilmelidir.

Bir diğer konu, ücretlendirme, hesaplama ve taşınan veri paylaşımıdır. Ziyaret edilen erişim şebekesi için ücretlendirme politikasına bağlı olarak, erişim sağlayıcısı mobil düğüm noktasını ücretlendirmeyi isteyebilmektedir.

2.6.2.1. Hücresel İnternet için IP telsiz şebeke

Bu yapı çekirdek şebeke için standart İnterneti kullanır. Hücresel IP, mikro mobilite ve çağrı idaresine destek olarak dahili alt ağ mobilitesi için kullanılırken; Mobil IP, makro-mobilite idaresi için bir alt ağ arası protokol olarak kullanılır [12]. Şekil 2.7'de Mobil IP ve hücresel IP yapısı görülmektedir.



Şekil 2.7 Mobil IP/hücrel IP yapısı

2.6.2.2. Hücrel İtranet

Hücrel İtranet, yerel (Hücrel IP) ve geniş çaplı (Mobil IP/Hücrel IP) olmak üzere, mobilite idaresinin iki seviyesini bütünleştirmektedir. Hücrel IP ve Mobil IP makro-mobilite içerisinde eşzamanlı olarak çalışabilir.

Mobil istasyon, servis sunucuya kayıtlı ise, geniş çaplı olarak görülebilir ve mobil istasyona hizmet veren hücrel IP düğüm noktalarının önbellek haritası güncellenebilir.

Hücrel IP yapısı mobil istasyona merkezileştiği için, makro-mobilite işletme idaresi ağ geçidi (gateway) işletme idaresine bırakılabilir. Bu durumda, mobil istasyon sadece hücrel IP'yi kullanır ve ağ geçidi erişim şebeke arayüzü içinde bazı değişiklikler ile yabancı servis sunucu rolünü oynar.

Makro mobilitenin en önemli işletimi, iki farklı erişimin bir alt ağ tarafından idare edilen, iki hücre arasındaki taşımanın işlenmesidir [12].

2.6.3. Mobil IP şebekelerde kullanıcı kontrolü: Tanıma - Kimlik Denetimi, Yetkilendirme ve Hesaplama

Mobil IP şebekelerde kullanıcıya yönelik olarak, Tanıma - Kimlik Denetimi, Yetkilendirme ve Hesaplama (Authentication/ Authorization/ Accounting - AAA) adı altında üç işlem gerçekleşmektedir.

İki tür tanıma vardır. Birincisi, kişi (entity) tanıma veya kimlik belirleme (identification), bir kişinin kimliğinden emin olunması, o kişinin yerine girilmesini engelleme işlemidir. Diğer tanıma şekli ise ileti tanıma diye adlandırılan ve bir kişiye ait iletinin gerçekten de o kişi tarafından gönderildiğini kanıtlamaya çalışan teknikleri içeren tanıma şeklidir [13] .

Kimlik belirlemenin ana amaçlarından biri, faturalandırmaya yönelik, bilgisayar hesabı (account) gibi kullanım hakkına erişimi denetimdir. Yetki verme diye adlandırılan bu işlem (kullanım hakkına erişim), genellikle tanıma-kimlik denetimi işlemini izler.

Mobil Düşüm Noktasının kimliğinin belirlenmesi ve yetkilendirilmesinin ardından hesaplama başlar.

Kimlik Denetimi -Tanıma (Authentication): Servis sunucunun, kayıdın mobil düşüm noktası tarafından yapıldığından emin olması gerekmektedir. Kayıt tanımının açık ve net olmasının avantajı, kötü niyetli bir düşüm noktasının, hatalı yabancı adres bilgisi ile ana servis sunucunun yönlendirici tablosunun değişmesini engellemektir [9].

Her mobil düğüm noktası ve servis sunucu, güvenlik ortaklığını paylaşmalı ve kayıt talepleri için 128 ikil anahtarı ile taklit edilemez sayısal imzaları oluşturabilmelidir.

Kayıt isteğinin güvenliği için her talep farklı bilgileri içermelidir. Aksi takdirde, protokol daha sonraki tekrar faaliyetleri için, saldırılara karşı hassas olacaktır. Bunu engellemek için Mobil IP, kayıt mesajı içinde her yeni kayıt ile değişen bir özel kimlik alanını içermektedir.

2.6.3.1. AAA ve Mobil IP'de birbirine bağlı çalışma

AAA Kimlik Belirleme, Yetkilendirme ve Hesaplama (Authentication, Authorization and Accounting) protokolleri, ileri güvenlik fonksiyonlarına sahip Diameter protokolüne ilaveten iyi bilinen RADIUS protokolünü içeren IP ortamında kullanılmaktadır.

AAA protokolleri, aşağıda belirtilen fonksiyonlara sahip Mobil IP tabanlı sistemleri koşul olarak koymaktadır [11]:

- Basitleştirilmiş mobil alıcı(müşteri)/kullanıcı idaresi,
- NAI tabanlı kullanıcı kimlik belirlemesi,
- Mobil cihazlar için Dinamik IP adres tahsisi,
- Dinamik servis sunucu tahsisi,
- Hesaplama bilgilerini toplama için esnek mekanizmalar,
- Servis AAA yönlendiricisi içinde, yetkilendirme bilgileri hususunda IP erişim cevap kararı tabanı için olasılıklar (örneğin günün belli bir zamanı, haftanın belli bir günü gibi).

2.6.3.2. Mobil IP kullanan CDMA şebekeler için AAA-kimlik belirleme, yetkilendirme ve hesaplama

CDMA hücrenel mimaride, birçok şebekeler veya alanlar bulunmaktadır. Örneğin, PDSN'leri (Packet Data Serving Node) destekleyen her taşıyıcı farklı bir alanı temsil etmektedir [14]. Servis sunucular telsiz taşıyıcılar, İSS'ler veya özel şebekeler gibi aynı şekilde birçok alanlarda oturacaktır. Yabancı servis sunucuları veya Mobil IP'yi kullanmayan basit İnternet erişim servisini sağlayan şebekeler, kullanıcı veya kullanıcının servis alanından telsiz data servisleri için ödemeyi yapmasını beklemektedir. Ödemeyi güvence altına almak için hücrenel telsiz data mimarisi AAA servisleri ölçülenebilirliğini desteklemektedir. Mimari AAA yönlendiriciler aracılığıyla AAA servislerini gerçekleştirir; bütünüyle alındığı zaman, şebeke içinde AAA yönlendiricilerinin toplanması, bazen AAA altyapısı olarak söz edilmesine yol açar. AAA altyapısı kullanıcı güven belgesini onaylar ve kullanıcının yetkilendirildiği servis veren şebeke için bir servis politikası sağlar, hem de servis alanları arasında ücretlerde uzlaşma sağlayabilir.

CDMA hücrenel şebeke mimarisi içinde kullanıcı, telsiz servisine abone olmak için bir servis telsiz taşıyıcısına sahip olacaktır. Bu servis şebekesi, kullanıcı kısa özgeçmiş (profili) ve kimlik belirleme bilgisini düzenleyecektir. Kullanıcı, servis şebekesi diye adlandırılan farklı servis taşıyıcısının bölgesi içinde dolaştığı zaman, o taşıyıcı servis profiline ilave olarak kullanıcı ile birleştirilmiş kimlik belirleme bilgileri için servis telsiz taşıyıcısına erişmektedir. Servis profili, maksimum bant genişliği veya erişim önceliği gibi kullanım için kullanıcının yetkilendirdiği telsiz kaynaklarını göstermektedir.

Bir kullanıcı, servis telsiz taşıyıcısına ilaveten, bir de servis data (IP) şebekesine sahiptir. Servis IP şebekesi benzer bir şekilde kullanıcı profili ve kimlik belirleme bilgilerini düzenler. Servis şebekesi başka bir telsiz taşıyıcısı, bir İSS veya bir özel şebeke olabilir. Bu esneklik özellikle istenmektedir çünkü kullanıcı kimlik

belirleme ve yetkilendirme için gerekli güvenlik bilgileri, yalnızca özel şebekenin veya servis ISS'nin hükmünde kalır ve telsiz taşıyıcı şebekeye açılmaz veya yapılandırılmaz.

2.7. Şebekeler Arası Geçiş-Transfer

Mobil IP protokolde, mobil düğüm noktasının her bir konum değişikliğinden sonra, bir yabancı adres elde edilmeli ve uzaktaki servis sunucu ile haberleşilebilmelidir. Eğer servis sunucu mobil düğüm noktasının konumundan çok uzakta ise, mobil servis sunucunun yabancı adresi ile servis sunucunun haberleşmesi için ihtiyaç duyulan zaman önemli olmaktadır [15]. Bu sürede, mobil düğüm noktası eski ve yeni yabancı servis sunucu arasında transfer (handoff) yapılmaktadır. Transfer sırasında giden paketler kayıp olabilir [16]. Paketlerin bu kaybı mobil düğüm noktasının haberleşmesini özellikle gerçek zamanlı uygulamaları bozar. Bu veri kaybını azaltmak için engelsiz transfer önerilir. Engelsiz transferin dışında farklı transfer metodları da yine aşağıda açıklanmaktadır.

2.7.1. Engelsiz transfer

Mobil düğüm noktasının transferi sırasında paket kaybından kaçınmak için, engelsiz transfer (smooth handoff) projesi, ilave olarak yabancı servis sunucu ara belleğine alma-koruma mekanizmasını içerir. Tünelenmiş paketlerin kapsüllemesinin çözülmesi ve onların doğrudan mobil düğüm noktasına gönderilmesinin yanısıra, bağlantı noktasındaki yabancı servis sunucu bu paketleri korur. Önceki yabancı servis sunucu bildirimini aldığı zaman, korunmuş paketler tünelenmiş olan gelecek paketler ile birlikte mobil düğüm noktasının yeni yabancı servis sunucusuna gönderilir. Mobil düğüm noktasının bir önceki servis sunucu ile iletişimini kaybetmesinden sonra, yeni bir yabancı servis sunucu bulması uzun süre almadıkça, dolaşım sırasında paket kaybı tamamen

ortadan kaldırılabilir. Bununla beraber, mobil düğüm noktası tarafından alınan paketlerin ardışıklığı bozulur.

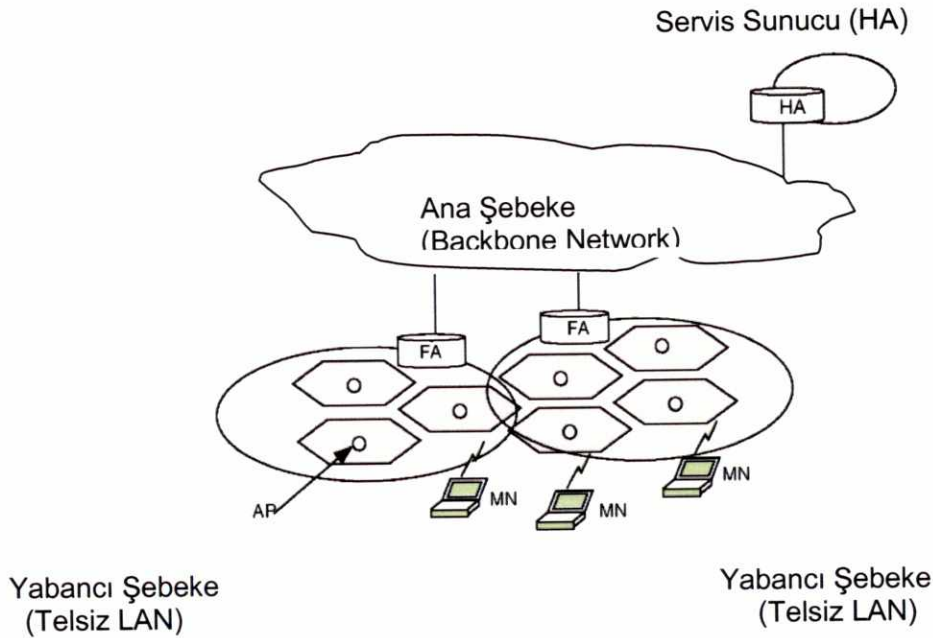
Paket düzensizliğini azaltarak Mobil IP'de engelsiz transfer performans artırımı

Yukarıda da belirtildiği gibi engelsiz transfer (smooth handoff), paket gönderme prosedürü sırasında, şebeke performansının verim kaybı ile sonuçlanabilen paket ardışıklığının bozulmasına neden olmaktadır. Ardışıklığı bozulan paketler, mobil düğüm noktasının TCP ve UDP uygulamalarını bozar. Gerçek zamanlı servislerin bilgi akışını doğru bir şekilde karşılamak için daha fazla koruma ve daha karmaşık mekanizma gerekmektedir. Bu nedenle, TCP ve UDP uygulamaları üzerinde, mobil düğüm noktası tarafından alınan ardışıklığı bozulan paketleri minimuma indirmek için, paket ardışıklığı bozulacağı zaman, değişen zaman periyodu (UDP'de olduğu gibi) kullanılmaktadır [15]. Bu teknik, mobil düğüm noktası dolaşıma başlarken, mevcut yabancı servis sunucudan yeni birine paketlerin daha önce gönderilmesidir.

2.7.2. Telsiz LAN şebekelerinde transfer

Telsiz LAN teknolojilerinde, mobil düğüm noktası aynı şebeke içinde bağlantının farklı noktaları etrafında hareket edebilir. Bununla beraber, daha geniş alanda daha fazla kullanıcıyı yerleştirmek için; geleneksel sabit IP şebekeleri kullanıcı sayısına göre alt ağlara bölüdüğü gibi, geniş bir servis alanı da kullanıcı trafiğini belli bir alana (bölgeye) sınırlamak üzere farklı şebekelere bölünmelidir. Her bir şebeke farklı bir şebeke adresine sahip olduğu zaman, mobil düğüm noktası her zaman haberleşmenin sürekliliğine sahip olamayan IP adresini yeniden biçimlendiren başka bir şebekeye girer.

Mobil IP, taşıma dönemi bozulmaksızın mobil düğüm noktasının telsiz LAN'ların etrafında dolaşımına izin vermek için, IP seviyesinde mobilitiyi sağlar. Her bir telsiz LAN içinde bir yabancı servis sunucunun belli bir alana sınırlandırılmasıyla, mobil düğüm noktasına gönderilmesi planlanan paketler, mobil düğüm noktasının servis şebekesi içinde servis sunucu ve ziyaret edilen telsiz LAN içindeki yabancı servis sunucu yoluyla gönderilir. Şekil-2.8'de her bir telsiz LAN'ın çoklu erişim noktalarının oluşturduğu ve onların yabancı servis sunucu ile bağlantılı olduğu böyle bir geniş alan telsiz erişim şebekesi görülmektedir.



Şekil 2.8 Mobil IP ile telsiz LAN servisi

Telsiz LAN Şebekeleri Üzerinden Bağlantı Katmanı Destekli Mobil IP Hızlı Transfer Metodu

Mobil IP prosedüründe, şebekeler arası telsiz mobil düğüm noktasının hareketi, yabancı servis sunucudan ilanların alınması ve ardından onların yabancı

adreslerinin servis sunucuya kaydedilmesi ile elde edilir [17]. Bununla beraber, kullanıcı paketleri kayıt tamamlanıncaya kadar yabancı servis sunucuya gönderilmez. Bu kesilme, özellikle ses ve video gibi gerçek zamanlı uygulamaların kalitelerini bozabilir veya zaman aşımı yüzünden TCP'de üretilen iş daha düşük olabilir. Bu konuların üstesinden gelmek için; telsiz LAN ortamı içinde kullanılan erişim noktalarının ve sadece bu amaca yönelik MAC köprülerinin, Mobile IP özellikleri değişmeksizin paket kaybını azaltmak için müştereken kullanıldığı düşük gizlilikli bir dolaşım metodu önerilmektedir.

2.7.3. Mobil ve hücresele IP bütünleşmesi için erişim şebekeleri arası transfer

Hücresele intranet'in idaresi, Mobil IP (makro mobilite) ve Hücresele IP (mikro mobilite) protokol bütünleşmesine dayanır. Bu bütünleşme, ağ geçidi (gateway) ve servis sunucu üzerine merkezileşmiştir. Bu çözüm güvenlik ihtiyaçları ve müşteri/servis trafik modelleri için çok uygundur. İkinci çözüm, mobil IP'yi makro mobilite idaresi için yönlendirme optimizasyonu ile kullanır.

Tüm sistem farklı erişim şebekeleri arasındakine ilaveten aynı erişim şebekesi içinde hücreler arası transferi idare edebilir [18].

Hücresele intranet, optimize edilmiş yönlendirme ve hızlı transfer prosedürü sunduğu için servis kalitesine doğru yönlendirilmiştir. Bu sistem, gerçek zamanlı trafiği destekleyebilir ve hücresele telsiz haberleşmesi için IP yapısının organizasyonunu sağlayabilmektedir.

2.7.3.1. Yol optimizasyonu

Hücresele intranet (end-to-end IP şebekesi ağı), hücresele mobilite sistemini idare etmek için uygun olmayan bir yapıdadır. Hücresele IP şebekesine bağlı herhangi

bir aktif mobil düğüm noktası istasyon, İnternet şebekesi içinde sabit istasyon vasıtasıyla üretilenden daha fazla iş üretir. Dahası, Bölüm 3.3.1 Şekil 3.3'de gösterildiği üzere, üçgen yönlendirme vasıtasıyla üretilen çekirdek şebeke içinde trafik yüklendiğinden; iki farklı erişim şebekesine bağlı (bağlantılı) iki mobil düğüm noktası, iki farklı İnternet alt şebekesi içinde iki sabit istasyon tarafından üretilen trafiğin iki katı kadar trafik üretir.

Mobil IP, yol optimizasyonu ile verimi arttırmak için uygulanabilir bir çözüm sunar. Önerilen yapının en önemli avantajı, sabit koşullarda farklı erişim şebekelerinde mobil düğüm noktası trafiğinin, ağ geçitleri arasındaki mesafeye göre yönlendirilmesidir.

2.7.3.2. Hücresele IP'ler arası yarı-kolay transfer

Hücresele IP/Mobil IP çiftini kullanan ağ geçidi, hücresele IP'nin çapraz düğüm noktası gibi yorumlanabilir. Hücresele IP arası yarı-kolay handoff prosedürünün bir sonucu olarak, Hücresele IP'ler arası transfer prosedürüne genişletilebilir [12].

2.8. Mobil IP Güvenliğı

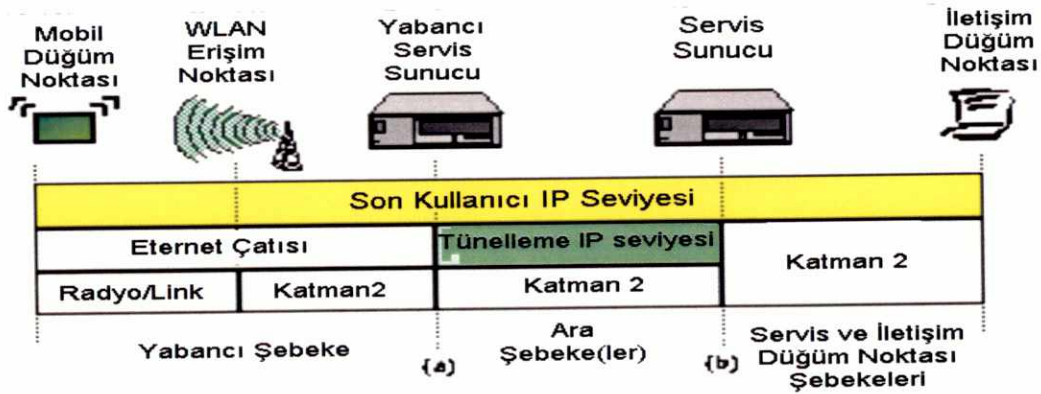
Mobil IP için IP güvenlik uygulaması, mobil düğüm noktasına gönderilen veya gelen yeniden yönlendirilmiş paketleri pasif veya aktif saldırılara karşı korumak içindir. Buna ilave olarak, bu mekanizma ziyaret edilen şebekenin veya servis şebekesinin ateş duvarının üzerinden geçmek üzere mobil düğüm noktası tarafından gönderilen paketlere yardımcı olur. Mobil düğüm noktası ve onun servis sunucusu arasındaki IP güvenlik tünelleri sadece IP içinde IP kapsüllemesini destekler.

Bu kısımda, Mobil IP işletmesi için uygulanabilir güvenlik protokolleri açıklanacaktır. Bir "IP şebekesi" çok sayıda farklı şebekelerden oluşur. İlgili

olanların çoğu ve normal IP şebekesi için uygulanan güvenlik mekanizmaları Mobil IP'yi olanaklı kılan şebekelere doğrudan uygulanabilir [19]. Mobil IP şebeke (ağ) oluşumunda, aşağıdaki farklı IP şebekeleri tanınmıştır:

- Yabancı Şebeke
- Ara Şebekeler
- Servis Sunucu
- İletişim Kurulan Düğüm Noktası Şebekesi

Mobil IP şebeke güvenliği, çoğunlukla taşıyıcı şebekelerle ilgilidir. Bütün karakteristikleri taşıyan bir Mobil IP şebekesinde, herbiri oldukça farklı güvenlik karakteristikleri ile çok sayıda taşıyıcı şebeke olacaktır. Şekil 2.9'da yabancı şebekenin telsiz WLAN erişimini gerçekleştirdiği, farklı bazı taşıyıcı şebekeleri gösterilmektedir.



Şekil 2.9 Telsiz WLAN erişiminde farklı taşıyıcı şebekeleri

Haberleşme güvenliği, farklı protokol katmanlarında gerçekleştirilebilir. Bu hizmetler güvenlik hizmetini sağlayan taşıyıcıya geldiği zaman, son kullanıcı IP seviyesinin altında sağlanır. Bununla beraber, son kullanıcı IP seviyesinin altında sağlanan güvenlik servisleri hop-by-hop biçiminde konuşlandırılabilir.

Örneğin, yabancı şebeke, radyo-link üzerinden gizliliği, güvenilirliği ve kimlik belirlemeyi sağlama gibi özel telsiz LAN güvenlik servislerini yerine getirebilirler. Mobil IPv6'da [20] ara şebekeler içinde IPGüvenlik protokolü gibi başka bir güvenlik projesi, yabancı servis sunucu ile servis sunucu arasında sinyalleme ve ulaşımı korumak için tünellenen IP katmanı üzerinde gerçekleştirilebilir. Bundan başka, Servis ve İletişim Düğüm Noktası şebekeleri, fiziksel şebeke ayrımını esas alan güvenliğe dayanabilir. Bununla beraber, güvenliği sağlayan taşıyıcı mimari ve mekanizmaları, özel şebekeleşme senaryoları içinde yerleşen değişik gerçek şebekeler üzerine dayandırılabilir.

Mobil IP alanında kullanılan tipik güvenlik mekanizmaları [11] :

- Mobil IP özel güvenliği (Mobil IP'ye olanak tanıyan düğüm noktaları arasında kimlik belirleme, davet cevabı protokolleri)
- AAA (son kullanıcı kimlik belirleme ve yetkilendirmesini Mobil IP ile paketleme)
- IPGüvenlik/IKE (taşıyıcı seviyesi ve son kullanıcı seviyesi)
- Ulaştırma seviyesi güvenliği (Güvenli soket-priz katmanı)
- Uygulama seviyesi güvenliği (Oldukça iyi kişisel gizlilik)

2.9. Mobil IP Servis Kalitesi

Servis Kalitesi (QoS)'nin sorgulanması ilk olarak telsiz şebekeleri tarafından ortaya çıkarılmamış olup, İnternette yeni geniş bant uygulamaların tanıtılması ile gerçekleştirilmiştir. Elektronik posta, Web'de arama, FTP gibi normal IP veri servisleri QoS'ye gerek duymazlar. VoIP, multimedya uygulamalar ve diğer genişbantlı uygulamalarda, haberleşme sırasında istenilen servis kalitesinin garanti edilmesine, kontrolüne, yönetilmesine, ayrıştırılmasına gerek duyarlar ve konunun önemi ortaya çıkar. Kalitenin kullanıcı algılayışı gizlilik, enterferans,

verilerin aktarım oranı, ikil hata oranı ve bant genişliği gibi son faktörler tarafından belirlenir [21]. Servis kalitesi yönetimi ve birleştirilmiş trafik mühendisliği mekanizmaları, arzu edilen servis seviyesini sağlar.

Haberleşen iki uç nokta arasında sağlanan servis kalitesi, ayrıştırılmış farklı şebekeler ve birden fazla işletmeci tarafından işletim söz konusu olduğundan oldukça önemli bir konudur. İSS'ler ve omurga sağlayıcı garanti edilmiş seviyeyi sağlamak için hizmet seviyesi(QoS) anlaşması yaparlar. IETF Tümüleşik Servisler Grubu, İnternette hizmet seviyesi için tümleşik servisler modeli ve hizmet seviyesi mimarisini geliştirmiştir [22].

Mobil IP, şebeke içinde orta düğüm noktalarında, mobil düğüm noktasının paket akışını sağlamak için düzgün hizmet seviyesine (QoS'ye) gerek duymaktadır. Mobil IP üzerinde, IP servislerine duyarlı hizmet seviyesi mekanizmaları geliştirilmiştir [23].

2.10. Mobil IPv4 ve Mobil IPv6 Arasındaki Farklılıklar

MIPv4 ve MIPv6 tasarım farklılığını yabancı servis sunucular oluşturur.

MIPv4'te, yabancı servis sunucu, servis sunucudan tünellenmiş paketleri almaktan ve iletişim düğüm noktasına göndermekten sorumludur. Yabancı servis sunucu mobil düğüm noktasının yerine diğer düğüm noktaları ve yönlendiriciler ile iletişim kurar. Bunun sonucu olarak, mobilite desteği için kapsülleme ve kayıt mesajlarının değiş tokuşu gibi bütün fonksiyonlar yabancı servis sunucuda yerine getirilir.

IPv6'yı kullanan mobil düğüm noktaları, destek olmaksızın yabancı adresleri elde ederler. Daha da ötesi, Mobil IPv4'te uygulanan en iyi yol'un geliştirilmiş uyarlaması ile mobil düğüm noktası için veriler doğrudan dağıtılmaktadır.

Yabancı servis sunucunun yardımı olmaksızın, mobil düğüm noktası kapsülleme ve kayıtların aktarımı gibi MIPv4'te yabancı servis sunucunun çoğu fonksiyonunu yapabilmektedir.

Diğer önemli farklılıklar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- IPv6'nın adres boşluğu IPv4'ün adres boşluğundan daha fazladır. Limitli olan IPv4 adres boşluğunu korumak için mobil düğüm noktalarına yer betimleyici (aynı konumu paylaşan co-located) yabancı adresten daha çok yabancı servis sunucu adresi kullanıma sunulur. Bununla beraber, IPv6 düğüm noktası geçici adres olarak otomatik biçimlendirme ile elde edilen yer-betimleyici yabancı adresi kullanmaktadır. Buna bağlı olarak, MIPv6'da yabancı servis sunucu gerekli değildir [24].
- Mobil IPv4'te, her mobil düğüm noktası bir yabancı adrese sahip olur. MIPv6'da mobil düğüm noktasına çoklu yabancı adresler tahsis edilir. MIPv6'da, mobil düğüm noktası, farklı şebekelerden yönlendirici ilanı ulaştığı zaman yabancı adres üretebilir. Bununla beraber, onlardan biri servis şebekesine kayıt edilir ve bu yabancı adres birinci öncelikli yabancı adres olarak isimlendirilir.
- MIPv4'te, mobil düğüm noktası bir paketi iletişim düğüm noktasına gönderdiği zaman, paketin kaynak adresi mobil düğüm noktasının servis adresi olarak belirlenir. MIPv6'da, kaynak adres alanı mobil düğüm noktasının mevcut birinci öncelikli yabancı adresidir. Daha da ötesi, mobil düğüm noktası sabit servis adresini belirtmek için servis adresinin kullanımını seçenekli yapar.

- MIPv4'te en iyi yol olmaksızın, yönlendirme mekanizmaları üçlü yön diye adlandırılan sisteme dayandırılır. Bu yüzden, en iyi yön, paketleri hızlı ve verimli bir şekilde dağıtmak üzere, MIPv4'e yardım eden ilave bir tasarımdır. Diğer taraftan, MIPv6'da en iyi yol temel fonksiyonlardan sadece biridir [25].
- En iyi yol ile MIPv4'te bir paket, iletişim düğüm noktasından mobil düğüm noktasına gönderildiği zaman, paket mutlaka kapsüllenmekte ve gönderilecek adres mobil düğüm noktasının yabancı adresi olmaktadır. MIPv6'da, yönlendirme başlığının kullanılmasıyla paket yönlendirilir. Son ara düğüm noktasının adresi, mobil düğüm noktasının yabancı adresi ve gidilecek yerin adresi ise mobil düğüm noktasının servis adresi olarak bildirilir. Bu iki adreste Mobil düğüm noktasının adresini tanımladığı için mobil düğüm noktasına paketler ulaştığı zaman karıştırılmaz.
- MIPv4'te, özel tünelleme ve düzgün transfer desteği olmaksızın, düğüm noktası başka bir yabancı servis sunucuya hareket ettiği zaman, mobil düğüm noktasının bir önceki taşıyıcı adresine gönderilecek olan paketleri sessizce atılırlar. Bununla beraber, düzgün transfer desteği MIPv6'da özgün bir biçimde sağlanır. Mobil düğüm noktası başka bir şebekeye hareket ettiği zaman, paketleri göndermeyen yönlendiricinin, önceki yabancı şebeke içinde geçici olarak servis sunucu rolünü oynaması istenir.
- Düzgün transfer desteği ile MIPv4'te, önceki servis sunucu, bir gönderme noktası gibi davranır. İletişim düğüm noktası süresi geçmiş bağlayıcı girişlerine sahip olursa, önceki yabancı servis sunucu paketleri mobil düğüm noktasının mevcut yabancı adresine yeniden tünellemekten sorumludur. Bununla beraber, MIPv6'da mobil düğüm noktasının bağlayıcı güncellemesi ulaştığı zaman, paketleri göndermeyen önceki yönlendirici, bir servis sunucu gibi davranır ve mobil düğüm noktası adına ulaşan paketlerin diğer

yönlendiricilerine bilgi vermek için çoklu komşu ilanlarına başlar. Daha sonra, durdurulan paketleri kapsüller ve mobil düğüm noktasının mevcut birinci öncelikli yabancı adresine tüneller.

- MIPv4 kendi güvenlik mekanizmalarını sağlar, MIPv6 gelişmiş ağ güvenliği desteği sağlar ve IP güvenlik protokol takımını kullanır [21]. IPv6 paketinin başlığı ikiye ayrılır : Basit Başlık ve Ek Başlık. Ek başlık Tanıma Başlığı ve Gizlilik başlıklarından oluşur [13]. Gizlilik başlığında şifreleme işlemi yapılır.

3. YENİ NESİL IP (IPv6) GEREKSİNİMİ

İnternette hainazırda kullanılan uyarlama IPv4 protokolü, hemen hemen 25 yıl önce geliştirilmiştir. IPv4'ün en önemli yetersizliği 32 ikil olarak tanımlanan adres kapasitesidir.

İnternetin başarısındaki hızlı yükseliş IP adreslerinin tüketimini hızlandırmıştır. Aşağıda belirtilen yeni uygulamaların gelişmesi, IP adreslerinin hızla tükenmesine yol açacaktır.

- GPRS'e dayalı mobil servisler, UMTS
- Yüksek -Hızlı Erişim ve Sürekli Durum
- İnternet bağlantılı elektronik ve haberleşme cihazları
- Ev Otomasyon Uygulamaları ve Algılama Şebekeleri.

Bu da, gelecek yıllarda IP adreslerinin kıtlığı korkusuna yol açmaktadır. Şu an için IPv4'ün adresleme sisteminin limitleri, Ağ Değişimi (NAT) [26] ve yönlendirici diyagramı (CIDR) gibi yöntemler kullanılarak geriye itilmiştir [27].

Ayrıca, IPv4 ticari olmayan kullanım için tasarlanmış olup, günümüzde beklenen servis kalitesi işlevini, modern ticari İnternet için temel olan çoklu yayın fonksiyonlarını veya güvenlik için gerekli yapılanmayı sağlamak amacıyla tasarlanmamıştır.

İnternet protokolünün yeni uyarlaması IPv6, IETF tarafından mevcut IPv4 tabanlı teknoloji, güvenlik, mobilite ve servis kalitesi gibi yeni servisler için artan taleplere ilaveten IP adres kapasitesinin tükenmesi problemlerinin kısmen üstesinden gelmek için Doksanların ortalarında geliştirilmiştir. IPv6, 32 ikil yerine 128 bitlik (ikillik) IP adresleri tahsis ederek IPv4'ün adres kapasitesini geliştirmiştir. Böylece IP adres havuzu hemen hemen sonsuz yapılmıştır.

3.1. İnternette Adresleme

İnternet'e bağlı her bilgisayar, sistem içinde tanımlanmakta ve sistemde diğer bilgisayarlar ile haberleşmesini sağlayan bir adresi bulunmaktadır.

3.1.1. İnternet protokol adresi

Protokol Adresi (IP Adresi) olarak bilinen adres yapısı iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm şebekeyi tanımlarken (netid) ikinci bölüm ise bilgisayarı (hostid) tanımlamaktadır. Çizelge 3.1'de görüldüğü gibi IP adresi 4 sınıfa ayrılmaktadır [28]. Bu IP adres yapısı IPv4 olarak bilinen 32 bit uzunluğundaki adreslerdir. IPv6 ile adreslemenin boyutunun artmasının yanısıra, sözkonusu yeni adresleme, şebekenin topolojisi hakkında bilgi verebilmektedir.

Çizelge 3-1 IP adres sınıfları

Adres Sınıfı	IP Adres Aralığı	Toplam Kapasite
A Sınıfı Adres	1.0.0.0-127.0.0.0	Her şebekede kabaca 1.6 Milyon Makina bulunabilir
B Sınıfı Adres	128.0.0.0-191.255.0.0	16.065 Şebeke adresi ve her şebekede 65.500 makina bulunabilir.
C Sınıfı Adres	192.0.0.0- 223.255.255.0	Her biri 254 makinadan oluşan yaklaşık 2 milyon şebeke adresi barındırır.
D Sınıfı Adres	224 ve 254 arasında kalan adresler	Herhangi bir şebekeyi tanımlamamaktadır. Gelecek kullanımlar için ayrılmıştır.

Kaynak : "Numaralandırma 2001" Konferans Sonuç Raporu [28],TK.

3.1.2. IP adreslerinin yönetim ve idaresi

İnternette IP adreslerinden sorumlu idareler İnternet Kayıt Otoriteleridir (Internet Registry Authorities). Küresel Seviyede IP adres kaynaklarının yönetim ve

idaresinden sorumlu kuruluş olan ICANN (Internet Cooperation for assigned Names and Numbers) IP'ye yönelik parametrelerin ve IP adreslerinin tahsisinde merkezi koordinatör konumundadır. ICANN'ın altında Bölgesel İnternet Kayıt İdareleri (RIR) bulunmaktadır. Avrupa'daki IP adresleri RIPE NCC (Reseaux IP Europeens Network Co-ordination Centre) tarafından yönetilmektedir. İnternet Kayıt İdareleri, İSS'lere IP adresi tahsis etmektedir. İSS'ler de talep eden müşterilerine IP adresleri tahsis etmektedir. Küresel anlamda tahsis edilen adreslere bakıldığında, Tablo 3.2'de gösterilen tahsis durumu ortaya çıkmaktadır [29].

Çizelge 3-2 Küresel adres tahsis durumu (%)

Tahsis Edilmemiş	30
ARIN- Amerika	6
APNIC- Pasifik	4
RIPE NCC- Avrupa	4
RIR – Bölgesel Kayıt İdaresi Öncesi ¹ Tahsis Edilmiş	42
Özel Amaçlı Tahsis Edilmiş	14

Kaynak : ITU Workshop, 1 December 2003, [29].

Bugün, IPv4'ün bu adres stokunun çoğu kullanılmakta olup, coğrafi dağılım düzensizdir. Bölgesel İnternet Kayıtları (RIR)'nın ortaya çıkmasından önce mevcut IPv4 adreslerinin %53'ü başta Amerika olmak üzere organizasyonlara doğrudan tahsis edilmiştir. Bu nedenle kontrolü mümkün değildir [30].

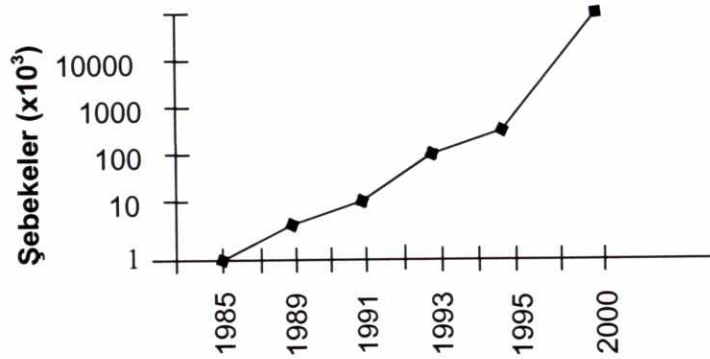
RIR öncesi organizasyonlar dikkate alındığında, 2001 yılının sonunda, %74 adres Kuzey Amerika'ya, %17 Avrupa'ya ve %9 Asyaya'ya tahsis edilmiştir [30].

¹ ICANN / RIR, 1998 yılında kurulmuştur. Kâr amacı gütmeyen bir kuruluştur.

3.1.3. Adres tahsisinde kıtlığa yol açan etkenler

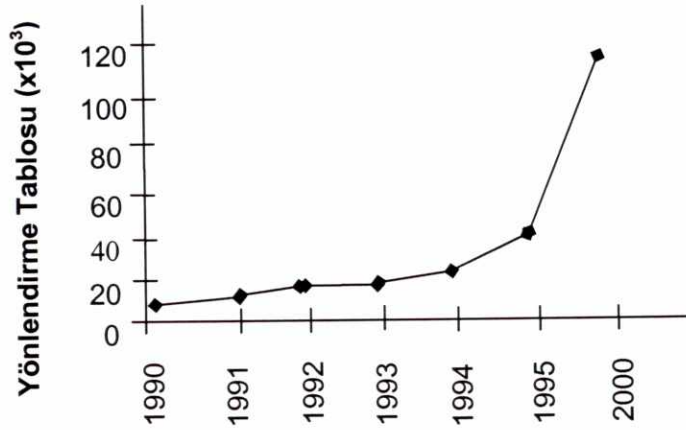
IP'nin mevcut uyarlaması IPv4, 32 ikilik adres tanımlamakta yani sadece 2^{32} (4 294 967 296) adet adres bulunmaktadır. Bu çok büyük sayıda adres olarak görülebilmese rağmen, yeni pazarlar ve dünya nüfusunun önemli bir bölümü IP adresleri için aday olduğundan bu sonlu sayıdaki IP adresleri sonunda tükenecektir.

IP adres boşluğunun verimli ve iyi bir şekilde genel tahsisinin yapılmaması, adres kıtlığı problemini kötüleştirmektedir. Hem de adresin sınıflandırılan geleneksel modeli, adres boşluğu tahsisine izin vermemektedir. Bu önemli etkenlerin birincisidir. Yarısından fazlası tahsis edilen IPv4 adreslerinden sadece 69 milyonu gerçekten kullanılmaktadır. IETF'nin Adres Ömrü Beklentisi (ALE) Çalışma Grubu, İnternetin tahsis edilmemiş adres havuzunun orta vadeye yakın bir sürede tükeneceğini vurgulamaktadır [31], Şekil 3.1. Böylece, İnternetin adres destek problemi çözülmezse, yeni kullanıcılar İnternete bağlanamayabilecektir.



Şekil 3.1 Tahsisli ve genel tahsisli şebeke sayısı

İkinci önemli etken, yönlendirme tablosunun boyutundaki hızlı büyümedir. Son yıllarda, İnternete bağlı organizasyonların sayısının artması, yönlendirme tablolarında üstel bir büyüme yaşanmasına neden olmuştur. Şekil 3.2’de görüldüğü üzere, Aralık 1990’da 2 190 adet yönlendirici varken, Aralık 1992’de 8 500, Aralık 1995’te 30 000 ve üzeri, Aralık 2000’de ise 100 000’den fazla yönlendirici olmuştur [31].



Şekil 3.2 İnternet yönlendirme tablosunun büyümesi

Yönlendirme problemi, daha çok yönlendirme hafızası ve yönlendirme tablolarının artışı ile çözülememektedir. Bu problemler için çözüm, yeni nesil IPv6’nın geniş çaplı yayılmasında bulunabilir.

3.1.4. IPv4 adreslerinin tükenmesine yönelik öngörü

Gelecekte ne kadar adrese ihtiyaç duyulabileceğine yönelik olarak BT (British Telecom) tarafından farklı yöntemlerle projeksiyonlar yapılmış, “en kötü”, “muhtemel” ve “en iyi durum” tahminleri ortaya konulmuştur [28]. Kullanılan yöntemler aşağıda sıralanmıştır.

1.Yöntem : Mobil Terminal Sayısı ve Sayısal Abone Hattı (DSL) sayısına göre projeksiyon

2.Yöntem : Teminal Sayısı ve DSL sayısına göre projeksiyon

3.Yöntem : RIR'lar tarafından LIR'lara tahsis edilen IPv4 adreslerinin belli oranda artırılması yöntemine göre projeksiyon.

Söz konusu 3 yöntem ile yapılan IPv4 adreslerinin ne zaman tükeneceğine ilişkin tahminler Çizelge 3.3 'te verilmektedir.

Çizelge 3-3 IPv4 adresleri tükenme senaryoları

	1. Yöntem	2. Yöntem	3. Yöntem
	En kötü	Yıllık 1.8 artış ile	Yıllık 16 netid artış
84 netid ² 'ye göre	2004 2. çeyreği	2004 yılı ortası	2005 3. çeyreği
103 netid'ye göre	2006 2. çeyreği	2004 son çeyreği	2006 sonu
	Muhtemel	Yıllık 1.5 artış ile	Yıllık 12 netid artış
84 netid'ye göre	2010 yılı sonu	2005 3. çeyreği	2007 yılı sonu
103 netid'ye göre	2012 yılı sonu	2006 1. çeyreği	2008 yılı sonu
	En iyi	Yıllık 1.3 artış ile	Yıllık 8 netid artış
84 netid'ye göre	2014	2006 sonu	2010 3. çeyreği
103 netid'ye göre	2018	2007 3.çeyreği	2012 yılı sonu

Kaynak : "Numaralandırma 2001" Konferans Sonuç Raporu [28]

² IP adresinin şebekeyi tanımlayan birinci bölümü

3.1.5. Özel IP adresleri

Mevcut İnternet Protokolünün adres kıtlığı, birçok İnternet kullanıcılarını Ağ Adres Değişimine veya herkese ait özel adres kumbarası ile yetinmeye zorlamıştır. NAT bir yönlendirici fonksiyonu olup her NAT kutusu yerel IP adres çiftlerinden ve genel olarak da özgün adres tablosundan oluşmaktadır. Bu yöntemle, IPv4'te adres sorununu çözmek için bir çok ağda 10.0.0.0/8 172.16.0.0/16, 192.168.0.0/16 ile başlayan özel IP adresleri kullanılmaktadır [27, 32]. Bu adreslerin problemi, adreslerinin özgü (unique) olmaması nedeniyle ağdaki bilgisayarlar ağ dışına erişebilirken, dışarıdan ağdaki bir bilgisayara veri iletimi başlatılamamasıdır [33]. Bu da Mobil IP standardının uygulanmasını imkansız kılmaktadır. IPv4'te adres yetersizliği nedeniyle her bilgisayara özgün IP verilemediği için bu sorunun çözümü Mobil IP açısından IPv6'da yatmaktadır.

3.1.6. IPv6 adresleri

IPv6 adres yapısında 128 bit bulunmaktadır. Bu da IPv4 adres sayısı ile kıyaslandığında 4 Milyar X 4 Milyar X 4 Milyar adet IPv4 adres sayısına karşılık gelmektedir.

2001 yılı sonunda RIPE NCC 51, APNIC 48 ve ARIN 20 IPv6 genel tahsisi yapmıştır [34].

IPv6'da Adresleme: IPv4 gibi IPv6 da bilgisayar ve fiziksel şebeke arasındaki her bağlantıya özgü (unique) bir adres tahsis eder. Böylece eğer bir bilgisayar (yönlendirici) üç fiziksel şebekeye bağlanırsa, bilgisayara üç adres tahsis edilir. Hem de IPv6, IPv4 gibi her bir adresi şebekeyi tanımlayan bir ön ek ve şebeke içinde belirli bir bilgisayarı tanımlayan son ek diye ikiye ayırır.

Bilgisayar adres tahsisinde aynı yol uyarlanmasına rağmen, IPv6 adreslemesi önemli ölçüde IPv4 adreslemesinden farklıdır. Öncelikle adres detayları tamamen farklıdır.

IPv6 adresleri düğüm noktalarına değil arayüzlere tahsis edilir [35]. Üç tip adresleme vardır:

- Tek dağıtım (Unicast) : Sadece bir arayüz için tanıtıcıdır. Paket tek dağıtımlı adres tarafından tanımlanan arayüze gönderilir.
- Herhangi birine dağıtım (Anycast) : Bir grup arayüzü tanıtıcıdır. Paket adresin tanımladığı arayüzlerden birine dağıtılır.
- Çoklu dağıtım (Multicast) : Bir grup arayüzü tanıtıcıdır. Paket adres tarafından tanımlanan çoklu adreslere gönderilir.

IPv6'da broadcast adresleri yoktur[36].

3.2. IPv6'nın Mobil IP'ye Etkileri

IPv6, Yersiz Adres Otokonfigürasyon ve Komşu Bulma dahil IPv4'te (mevcut uyarlama) bulunmayan mobilite destek verimliliği için birçok özellikleri içermektedir. Aynı zamanda, İnternetin gelecekteki yeniden numaralandırma işlemini etkili bir şekilde kolaylaştırmaktadır. İnternete erişen mobil bilgisayarların sayısının artma olasılığı, mobilite için hızlı destek, İnternetin gelecekteki performansında kesin bir farklılık yaratacaktır. Bu, İnternet ve WEB'in büyümesindeki önemle birlikte mobiliteyi desteklemeye gereksinim olduğuna işaret etmektedir.

3.2.1. Mobil IP'de IPv6'nın avantajları

Daha önce de IPv4 ile karşılaştırma sırasında görüldüğü gibi IPv6;

- Geliştirilmiş Adres Yeteneği,
- Daha az servis, otomatik biçimlendirme (fişe tak-çalıştır) ve yeniden biçimlendirme,
- Daha hızlı ve verimli çalışma ile daha güçlü mobilite mekanizmaları,
- Yapı içinde güçlü IP katmanı şifrelemesi ve kimlik denetimi,
- Elverişli (aerodinamik) biçimli başlık formatı ve akıcı kimlik saptaması,
- Seçenekler ve genişlemeler için geliştirilmiş destek,
- Gelişmiş Ağ Güvenliği desteği sağlamaktadır.

Adres Kapasitesi: IPv6'nın çok geniş adres kapasitesi, "Sürekli – always on" uygulamaları tarafından ortaya çıkan gereksinimleri karşılamaya ve uygulama katmanında IPv6 tarafından sunulan uçtan uca kullanımı yeniden kurmaya yardım etmektedir.

Servis Kalitesi: IPv6 Servis Kalitesini (QoS) daha iyi kontrol etmektedir. Başlangıçta servis kalitesi, IPv4'te bugün olduğu şekilde, IPv6 altında idare edilecektir.

IPv6 Standardı - Kalıcı, Dengeli: IPv6 belleği kalıcı(sürekli) ve ticari yayımlara izin vermektedir. IPv6 belleği çoğu uzmanlar tarafından kalıcı düşünülmektedir. IPv6 ticari kullanım için uygundur. IPv4'le ilgili olarak yeni yönler:

- IPv6 altında genel DNS'nin idaresi
- Mobil IPv6
- Otomatik biçimlendirme
- Akış Etiket Alanı'dır.

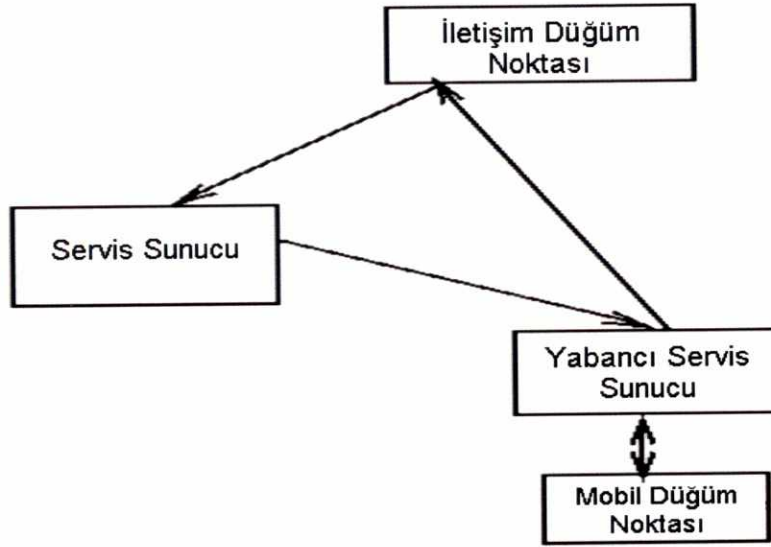
Güvenlik: IPv6 ve IPv4 arasındaki en önemli farklılıklardan biri, bütün IPv6 düğüm noktalarının İnternet güvenliğini geliştirmek için doğru tanıma ve şifreleme özelliklerini tamamlamasıdır. Bütün Kimlik denetimi-tanım prosedürlerinin, ihtiyaç duyulduğu zaman var olması ve Mobil IPv6 protokolü içinde açıkça belirtilmesine gerek duyulmadığının varsayılabilmesi, Mobil IPv6 mobilite desteği için büyük kolaylık sağlar.

IPv6 düğüm noktaları, link üzerindeki başka düğüm noktalarını bulmak, her birinin link katmanı adresini belirlemek, yönlendiricileri bulmak ve aktif komşu yollar hakkında bilgilere erişilebilirliği devam ettirebilmek için Komşu Bulma (ND-Neighbour Discovery) protokolünü kullanmaktadır. Mevcut IETF standartları, IPv6 Komşu Bulma ve Otomatik Adres Biçimlendirme mekanizmalarının IP güvenlik ile korunabileceğini açıkça belirtmektedir.

Mobil IPv6, servis sunucu ve mobil düğüm noktası arasında koruma sinyallemesi için IP güvenliğini kullanmaktadır [26]. İletişim kurulan düğüm noktaları ile mobil düğüm noktası arasındaki sinyalleşmeyi korumak için "Geri Dönüş Yolu Yeteneği" olarak bilinen yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir. Geri Dönüş Yolu Yeteneği prosedürü, mobil düğüm noktasının servis adresine ek olarak gerçekte istenilen yabancı adres olduğunu garanti altına almak için iletişim kurulan düğüm noktasına sahiptir. Bu garanti, iletişim düğüm noktasının mobil düğüm noktasından Bağlanma Güncellemelerini kabul edebilmesini sağlar.

Yol Optimizasyonu (En İyi Yol): Mobil düğüm noktası servis şebekesinden uzakta olduğu zaman, mobil düğüm noktasına gönderilen datagramlar servis sunucu vasıtasıyla gönderilmelidir. Bununla beraber, mobil düğüm noktasından diğer sabit İnternet düğüm noktalarına gönderilecek datagramlar, doğrudan düğüm noktalarına gönderilebilir. Bu asimetrik yönlendirme, üçgen yönlendirme

diye adlandırılır (Şekil 3.3) ve iletişim düğüm noktası özellikle mobil düğüm noktasına çok yakın olduğu durumda en iyi yol değildir [23].



Şekil 3.3 Üçgen yönlendirme

Bir Servis Sunucu, iletişim düğüm noktasına, paketlerin kapsüllenmiş bir şekilde mobil kullanıcının servis sunucusuna gönderilmesi yerine, doğrudan yabancı servis sunucuya gönderilmesini söyleyebilir. Böylece, iletişim düğüm noktası, servis sunucunun herhangi bir yardımı olmaksızın, yabancı servis sunucu vasıtasıyla kullanıcıya yani mobil düğüm noktasına paketleri dağıtabilir. Yol optimizasyonu, IPv6 düğüm noktaları için performansı önemli ölçüde arttırabilmektedir.

Kaynak Yol (Yön) – Yol Tekniği : IPv4'te açıkça belirtilen en iyi yolun aksine, IPv6'da iletişim kurulan düğüm noktaları, paketleri mobil düğüm noktasına paketlemez. Bunun yerine, IPv4'ün yön seçiminin bir değişik uygulaması olan, IPv6 yön (yol) başlıklarını kullanırlar. Bir iletişim noktası, doğru yabancı adrese sahip olmadığı zaman, mobil düğüm noktasının kolaylıkla belirlenmesini sağlar.

3.2.2. IPv6 şebeke hizmetinin yayılması

IPv6'nın yayılmasının (deployments) desteklenmesinde, uyarlamalı gerçek zamanlı uygulamalar en güncel konuyu oluşturmakta 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 Dünya'da 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, IPv6'ya çok kısa bir süre içinde geçişi göstermektedir.

3. 3. IPv6'ya Göç

IPv6'ya göç başlığı altında, uygulamada geçiş sırasında IPv6'nın kullanımına etki edebilecek bir takım etkenler ve yapılması gerekli hususlar, adres kıtlığının yanısıra IPv6'ya geçişe yol açan yeni teknolojilere dayalı faktörler ve IPv4 ile IPv6'nın bir arada servis vermesi durumunda karşılabilecek riskler ve geçiş mekanizması açıklanmaktadır.

3.3.1. IPv6'nın kullanımına etki eden faktörler

IPv6'nın kullanıma etki eden faktörler içeriklerine göre imalatçı, işletmeci, teknoloji ile gelişme ve yeni pazarlar kapsamında dört kısma ayrılabilir:

- **Cihaz imalatçıları ve yazılım yayıncıların anahtar rolü**

Telekomünikasyon cihaz imalatçıları, IP şebekeleri üzerinde datayı yönlendirmek için gerekli donanımı, özellikle yönlendiricileri sağlamaktadır. Mevcut yönlendiriciler, IPv4'ü kullanarak paketleri yönlendirmek için tasarlanmıştır. IPv6'nın farklı paket formatında kullanımı, yönlendirme altyapısının yenilenmesini veya geliştirilmesini gerektirecektir. Telekomünikasyon cihaz üreticileri, aynı zamanda İnternet erişim cihaz ve mobil terminallerini de sağlamaktadır.

Tüketici bilgisayar pazarı üzerinde, işletim sistemleri (OS-Operating system) IPv6'nın kullanımına müsaittir. Microsoft ve Windows XP hazır olup halihazırda kullanılmaktadır. Pazar oyuncularının IPv6'ya doğru yönelmesi de temel bir olgudur.

- **Omurga İşletmecilerin Engelleyici Hareketi**

Omurga işletmeciler, IPv6'ya geçişte geciktirici rol oynayabilirler. Omurga işletmecilerin IPv6'da data geçişini garanti edemeyecekleri durumlarda, diğer işletmeciler ve ISS'ler uzak noktalar arasında data göndermek için IPv4 içinde kapsülleme tekniklerini kullanmaya zorlanacaklardır. Bu teknikler, başlangıç yayılma aşamasında yeterli olabilir. Ancak, geniş skalalı tünel idaresi uygulanamayacaktır. Gereksinimler ve talepler ortaya çıktığı zaman da, omurga işletmeciler, şebekenin çekirdek yönlendiricilerini IPv6'ya geçirmek zorunda kalacaktır.

- **Mobilite ve göçebe kullanımın IPv6'yı uzun vadede kaçınılmaz yapması**

Avrupa'da, özellikle mobilite ve hücreli şebekelerde uzmanlaşan önde gelen cihaz imalatçıları, IPv6'da aktif olarak çalışmaktadır. Ericsson IPv6 yönlendiricilerinde öncüdür ve Nokia IPv6 uyumlu yönlendiriciler sunmaktadır. Bu oyuncular, Mobil İnternetin, IP büyümesi için bir ivme olacağını, çekici ve cazip hizmetleri geliştirmek için IPv6'ya gereksinim duyulacağını ifade etmektedir. IPv6 için 3G bir fırsat olarak görülmektedir. Ayrıca, IPv6 teknolojisi UMTS standardının içinde duyurulan 3GPP tarafından tanımlanmıştır.

WLAN pazarı, hem ortak şebekeler hem de son zamanlarda kamu erişim şebekelerinde gelişme göstermektedir. WLAN'lar, PDA'ler ve PC'ler arasında bağlantı kurmak için kullanılabilir. Bu teknolojilerin kullanılması ile beklenen bağlantılı terminallerin sayısı, hala mobil telefonlar için beklenilenden daha düşüktür. Böylece, mobil telefonla karşılaştırıldığında WLAN'ın gelişmesinin, en azından başlangıçta çok büyük etkisi olmayacaktır. Kamu şebekeleri üzerinde WLAN teknolojilerinin kullanımının genelleşmesi, Mobil IPv6'nın gelmesini önemli ölçüde hızlandıracaktır.

- **IPv6'nın büyümeyi desteklemesi ve zorlaması**

IPv6, terminal ve erişim şebekelerinin yerini alacak cihazların üretimini hızlandıracaktır. Buna ilaveten IPv6, cihaz imalatçıları için yeni pazarlar açacaktır : Örneğin,

- Bilgisayar bağlantılı elektronik cihazlar : tüketici cihazları imalatçıları,
- IP'nin girmesi ile bilgisayar ve telekomünikasyon dışında başka sektörlerde : IP cihaz imalatçıları

Sabit terminal bağlantılarının özellikle genişbant erişimin ve 3G'nin gelişmesinin bir parçası olarak, IPv6 işletmecilere karmaşık yönetim (NAT) olmaksızın adres

havuzu ile müşterilerine servis kalitesini sunmayı sağlayacaktır. Şebeke yönetimi hiyerarşik adresleme ve otomatik biçimlendirme sayesinde genelde basitleştirilmiştir. Daha iyi servis sunulması, işletmecilerin hizmetlerinin bazı bölümlerinde, ücreti arttırabileceği düşüncesini doğurabilir. Şebeke yönetimi daha düşük maliyetli olduğu için bazı cihaz imalatçıları ve işletmeciler ise kâr miktarını arttırabileceklerine inanmaktadırlar.

3.3.2. 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 bulunmak zorunda olacaktır.**

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.

İSS'ler başlangıçta IPv6 erişimi için müşteri talebine bir esneklik sunacaktır. İSS'ler bütün şebekeye göçmeksizin parça parça IPv6'ya erişimi açabilirler.

Örneğin ADSL vasıtasıyla yüksek hızlı erişimin gelişmesi, İSS'ler için IPv6'ya erişim talebine yol açabilir. Japonya'da İSS'ler (IIJ, NTT) ilk ticari IPv6 erişimini ADSL üzerinde sunmaya başlamışlardır.

- **İSS'ler için daha rekabetçi bir ortam doğmaktadır.**

IPv6 adreslerinin bolluğu, birçok İSS'e daha açık bir pazarda, kendi kendilerini yeni bir pozisyona geçirmeye, yeni servisler sunmaya, mevcut hizmetlerini geliştirmeye veya basitleştirmeye ve şebekelerini daha kolay yönetmeye izin verecek olan bir fırsattır.

Böylece, IPv6 altında İnternet erişim servislerinin koşulları, İSS'ler arasında akıcı bir rekabet sağlayacaktır. Örneğin, otomatik biçimlendirme sistemleri, şebeke yeniden numaralandırması otomatik olduğu için şirketlere, düşük maliyette sağlayıcı değiştirme izni vermektedir. Bununla beraber, servislerin kapsamı azalabilir.

- **Şirketler ve IPv6 :**

İki tip IP teknolojisi şirketi bulunmaktadır :Birincisi, kendi haberleşme ve şebekelerinde (İntranet, Extranet) protokolü kullananlar, diğeri geleneksel İnternet pazarında oyuncu olmayan yeni uygulamalarda veya mevcut uygulamaların yerine koymak için IPv6'yı kullanmaya fırsat bulabilenler.

Bu iki durum, tek bir şirkette bulunabilir. IP ortaklı şebekelerin kullanıcıları olan birinci grup, IPv6'ya geçmek için herhangi bir ihtiyacı gerekli görmeyecektir. Bu grup IPv6'nın olası avantajlarını kabul ederken, bilgi sistem yöneticileri genel olarak herhangi bir gereksinim ve aciliyet görmeyecektir. Bu bağlamda, öncelikleri IPv4'e yapılan yatırımların ömrünü uzatmaktır. Bu durum çoğunlukla büyük şirketlerin düşünceleri olmaktadır.

Aynı zamanda, IP'yi kullanmayan belli şirketler IPv6'da bir fırsat görebilirler. Örneğin havacılık sektörü, yeni IPv6 protokolünü aktif olarak denemektedir. Ayrıca, adreslerin bolluğu uçak alt gruplarının izlenmesi, bakımı ve uçakta İnternet gibi yeni uygulamaların gelişmesine yol açabilecektir. Otomotiv sanayi evlerdeki şebekelerde IPv4 kullanılmaya devam ederken, hücreli teknolojilere bağlantılı IPv6 kullanan İnternet bağlantılı cihazlara dayalı yeni uygulamaları olasılık dahilinde görmektedir.

3.3.3. IPv6'ya geçişe yol açan diğer faktörler

Teknolojik gelişmeler IPv6'ya geçişi etkileyen bir diğer yöndür. Bu teknolojik gelişmeler ve etkileri aşağıda belirtilmektedir.

3.3.3.1. Mobil ve göçebe servisler

IPv4'ün adres kıtlığının yanısıra, diğer öne çıkan faktörler aşağıda belirtilmektedir:

- Mobil Servisler (GPRS ve 3G):** Sektör oyuncularını, IPv6'yı uzun vadede mobil şebekeler için kaçınılmaz bir gelişme olarak görmektedir. Mobil data servislerinin ortaya çıkması, Japonya'da SMS'in başarısı ile Avrupa'da IPv6'nın tanıtımı ile pazarın etkisi hakkında merak uyandırmaktadır. Yeni nesil şebeke teknolojilerinin doğması, bilgisayar bağlantılı mobil terminallerin hızla çoğalmasına liderlik etmektedir. Örneğin, Batı Avrupa'da çoğu GSM işletmecileri tarafından sunulan GPRS ile Japonya'da 3G (UMTS ve CDMA 2000) dir.

Başlangıçta, mobil GPRS ve UMTS sistemleri IPv4'ü kullanmalarına rağmen, bilgisayara bağlı her mobil terminale sabit bir IP adresi tahsisini olanaklı kılan IPv6 uyarlaması, mobil şebeke işletmecileri için daha uygun ve önemli görülmektedir. Kullanıcı aktif olmadığı zaman bile, GPRS IP data şebekesine

“sürekli bağlantı” kavramını tanıtmaktadır. Uzun vadede mobil şebekelerin gelişmesi için IPv6 kaçınılmaz olacaktır.

- Göçebe servisler (WLAN): WLAN Teknolojilerinin Kamu Şebekelerinde Kullanımda IPv6'nın gelmesi, hızlanmasında ise Düzenleyici Otoritelerin yaklaşımı belirleyici faktör olacaktır.

IPv6 kullanan mobilite idaresi ve onun basit çözümleri, bu tip teknolojiler için belli avantajlar (kendi kendine biçimlendirme, otomatik yeniden numaralandırma) sunmakta ve çoklu şebekelerde, şebeke üzerinde terminalin mobilite idaresini basitleştirerek, mobilite idaresi için IPv6'yı çekici çözüm yapmaktadır.

3.3.3.2. İnternet geniş bant erişim dinamiği, bilgisayar bağlantılı elektronik cihazlar ve algılayıcı şebekeler

Yukarıda belirtilen öne çıkan faktörlerin dışında, IPv6'ya göç için diğer nedenler de bulunmaktadır :

- **Sabit Adresleri Tüketen Genişbant İnternet Erişim**

IPv4'te adres kıtlığı, genişbant İnternet pazarının gelişmesini kötüleştirir. İnternete daima bağlı çalışan konumdaki yüksek hızlı erişimlerin çoğu sabit IP adreslerini gerektirmektedir. Uygulamada, (örneğin ADSL aracılığı ile) yüksek hızlı erişim sunan sağlayıcılar, dinamik adres sunmaya devam etmektedir. Bununla beraber, İSS'lerin çevirmeli bağlantılardaki gibi aynı modem/abone oranlarını uygulayamamaları, IP adreslerinin tüketimini hızlandırmaktadır. Japonya'da, IPv6'nın ilk yayılması mobil servislerle değil ADSL erişimi ile olmuştur.

- **Bilgisayar Bağlantılı Elektronik: yaygın bir biçimde IPv6'nın gelişmesini etkiler**

Bilgisayara bağlı elektroniğin gelişmesi, IPv6 için genel olarak bir kaldıraç gibi tanımlanmaktadır. Tüketici elektroniği ve gereçleri (TV'ler, fotoğraf makinaları gibi) daha sıklıkla İnternete bağlantılı olmaktadır. Buna ilaveten bilgisayar bağlantılı olabilecek PDA gibi taşınabilir cihazların kullanımının yakın gelecekte artması beklenmektedir. Bu gelişmelerin duyurulması yoluyla IP adresine ihtiyaç, IPv6 şebekelerine geçişi tamamen gerekli yapmaktadır.

- **Algılayıcı Şebekeler için Genel Adresleme : IP adreslerinin tüketimi**

Şebekeleşme ve IP aracılığıyla algılayıcıların bağlantısı ve deneylerin özellikle Japonya'da başlaması birçok piyasa aktörüne göre, IP adresi gereksinimini hızlandırma çabası olarak görülmektedir. Örneğin, hava tahmini için "Büyük Algılayıcı Şebekelerin" genel adreslemesi, arabada ve uçakta yerleşik algılayıcı şebekelerin gelişmesi gibi. Ayrıca, Askeri Kullanım Sağlayıcıları IPv6'ya göçten faydalanacaklardır : Geleneksel haberleşme sistemleri için veya yeni cihazlar ve tabur izleme gibi sistemlerde IPv6 gerçek avantajlar sunmaktadır. Bu teknikler IP adresine ihtiyacı arttıracak, böylece IPv6'ya geçişi zorlayacaktır.

3.3.4. IPv4 ve IPv6'nın bir arada hizmet vermesi

IPv6, IPv4'ün devamı olarak tasarlanmasına rağmen ve gerçek bir teknolojik ayrılık olmamakla birlikte, yeni protokol çok farklıdır. Bu nedenle, iki IP arasında beraber çalışma yeteneği çok doğal olmamaktadır. Bu durum protokoller arası ani değişikliğe değil, düzgün ve işlevsel bir geçişe yol açacaktır.

3.3.4.1. İnterneti bölmenin sınırlandırılmış riskleri

- **Her iki protokolün uzun süre birlikte var olması teknolojik bölünmenin risklerini oluşturabilecektir**

Bir geçiş dönemine gereksinim olması, iki standardın uzun bir süre bir arada olmasına yol açabilecektir. IPv6'nın yayılması için yaklaşık on yıla ihtiyaç olduğu düşünülmektedir. Ancak, bu alanda tek düze bir yaklaşım olmayacaktır. İSS'lerin yeni teknolojilere daha önce göçmesi olası bulunmaktadır.

- **IPv6 pazarı Asya'da Japonya ve Kore arasında hareketlenmelidir**

Coğrafik açıdan, dünyanın çeşitli bölgelerinin IPv6'ya geçiş oranı bir hayli farklı olacaktır. Halihazırda coğrafik bölünme bulunduğundan, farklı bölgelerde farklı standartların bulunması minimuma indirilmelidir.

3.3.4.2. IPv4'ten IPv6'ya geçiş mekanizması

IPv4'ten IPv6'ya geçiş mekanizmaları incelendiğinde "tünel yöntemi" veya "dönüşüm" yönteminin kullanılabileceği görülmektedir. Tünel yönteminde IPv6 kullanan iki şebeke sanal (virtual) bir hat (tünel) ile IPv4 şebekesinden birbirleri ile irtibatlandırılmaktadır. Tünel olarak tanımlanan mekanizmada IPv6 ve IPv4 kullanan şebekelerin birbirleri ile bağlantısı IPv4/IPv6 "dual" yönlendiriciler kanalıyla yapılmaktadır [26].

3.4. Düzenleyici Konuları

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, 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 kısıtlamalı 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) zerinde veya servis pazarlarında g kazandırılabilir.

- **Yenileştirilmiş bir düzenleyici ereve içinde IPv6'nın konuşlandırılması (yayıması)**

IPv6, şebekelere ve elektronik haberleşme cihazlarına, uygulanabilir sistemlerin uyumu yoluyla, yenileştirilmiş düzenleyici ereve 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 alışma yeteneği (Birliktelik, Birlikte var olma): 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 datalar**

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.

4. DÜNYA UYGULAMALARI

4.1. Uluslararası ve Bölgesel Kuruluşların Tesbit Öngörü ve Yaklaşımları

Uluslararası ve Bölgesel Kuruluş olarak, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) ve Avrupa Konseyi'nin veri, görüş ve yaklaşımları ile Asya-Pasifik Bölgesindeki gelişmelere yer verilmiştir.

Tezde; Türkiye'nin Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'ne (OECD) üye olması ve istatistiksel bilgilerinin düzenli olarak tutulması, verilerinin geniş ve güvenilir olması OECD'nin; telekomünikasyon alanında Türkiye'nin Avrupa ile aynı bölgeyi paylaşması, teknoloji alanında uyumun sağlanması ve Türkiye'nin Avrupa Birliği'ne aday ülke olması Avrupa Konseyi'nin ve elektronik ve bilgi teknolojilerinde ileri düzeyde olan Asya Pasifik bölgesinin seçiminde önemli rol oynamış ve veri, görüş ve yaklaşımlarının önemini arttırmıştır.

4.1.1. OECD

2004 yılının başına kadar, OECD ülkelerinde sabit İnternete bağlı abone sayısı yaklaşık 264 milyon civarındadır. Genişbant İnternet abone sayısı, Ağustos 2004'ün sonunda 100 milyonu aşmıştır. Ayrıca, mobil İnternet kullanıcıları da giderek artmakta Japonya'da mobil İnternet abone sayısı 2004 ortalarına kadar 70 milyonu aşmış bulunmaktadır. Mobil İnternet abone sayılarını derlemek güç olmakta, ancak Mobil İnternet erişiminin bir alt grubu olan ve birçok ülkede kullanımı hızla yayılan i-mod servisine ait abone sayıları belirlenebilmektedir. Tüm dünya'da 2004'ün ortalarına kadar 45 milyon i-mod mobil İnternet abonesinin, 44 milyonu OECD ülkelerinde bulunmaktadır. Çizelge 4.1'de çeşitli OECD ülkelerine ait e-mod abone sayıları verilmektedir [34]. Son yıllardaki abone sayısındaki artışa etki eden en önemli faktörler olarak, ücretsiz İnternet hesapları ve mobil İnternet erişiminin hızla benimsenmesi görülmektedir.

Çizelge 4-1 Çeşitli ülkelerde i-mod mobil İnternet abone sayısı, 2000-2004

Ülkeler	2000	2002	2003	2004 ortası
Belçika	...	2 000	25 000	30 000
Fransa	...	100 000	500 000	666 000
Almanya	...	123 000	440 000	855 000
Hollanda	...	111 000	403 000	567 000
Japonya	5 603 000	32 156 000	37 758 000	41 077 000

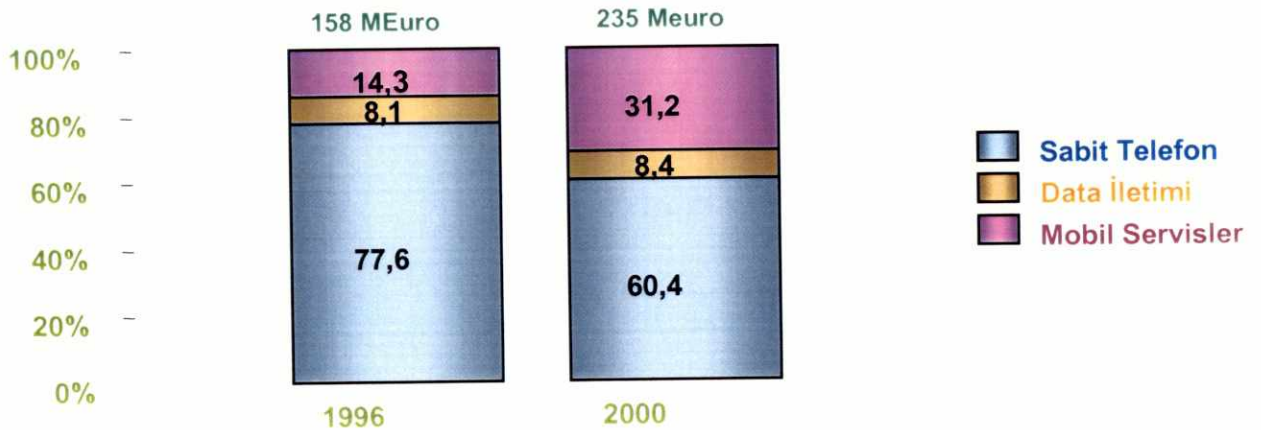
Kaynak : OECD Communications Outlook, 2005 [34].

4.1.2 Avrupa Konseyi (EC) ve IPv6

IPv6'ya doğru yönelim, kısa ve uzun vadede hem cihaz imalatçıları, şebeke sahipleri ve servis sağlayıcıları hem de Avrupa Birliği gibi kamu otoritelerini etkilemektedir.

4.1.2.1. Avrupa Komisyonu'nun politikaları

Avrupa Birliği (AB) Telekomünikasyon Hizmetleri gelişen pazar yapısı Şekil 4.1'de verilmektedir [37] .



Şekil 4.1 Avrupa Birliği'nin gelişen pazar yapısı

Konsey ve Avrupa Parlamentosu için Komisyon'dan 11 Nisan 2000 tarihli COM(2000)202 sayılı "İnternet'in Organizasyonu ve İdaresi Uluslararası ve Avrupa Politikası konuları" adlı doküman yayımlanmıştır [38] .

Komisyon, yeni nesil İnternet'in (IPv6)'nin tam vaktinde tanıtımı ve IP adresleme sistemi için enformatik ekonominin uygun geçisini kolaylaştırmayı ve AB araştırma projeleri kapsamında bilgi teknolojileri standardizasyonu içinde İnternet protokollerinin gelişmesini tasarlamaktadır.

Kamu sektörü dahil yeni oluşumları özellikle Avrupalı Kurum ve Kuruluşlar ile Kamu İdarelerini IPv6'ya zamanında geçişe cesaretlendirmektedir. IPv4'ten IPv6 adresleme sistemlerine geçiş süresince, gelişmekte olan ülkelerde İnternetin geniş çaplı genişlemesini kolaylaştırmayı hedeflemektedir. AB araştırmaları bağlamında, IPv6 ve gelecek nesil İnternet teknolojilerinin gelişmesine ve kullanımına yardımcı olmayı planlamaktadır.

4.1.2.2. IPv6 Avrupa Komisyonu basın duyuruları

Ayrıca Avrupa Komisyonu, IPv6 Görev Grubu'nca yapılan çalışmaları takiben, 21 Mart 2002 tarihinde, "Yeni IPv6 protokolüne göç için öncelikli faaliyet"i öneren yeni nesil İnternet konusunda bir mesaj [39] yayınlamıştır.

AB Konsey'i, Haziran 2002 Toplantısında [26], Üye Devletlere, Avrupa Komisyonuna ve Özel Sektöre adreslenen birtakım sonuç kararları kabul etmiştir. Avrupa Komisyonu, bütün ICT (Information and Communications Technology) sektörleri tarafından IPv6'nın uygulanması ile ilgili bir seri tavsiye kararları önermiştir. Bunun sonucunda, Devlet Başkanları 2005'e kadar genişbant şebekelerinin yaygınlaştırılmasını ve kullanımını öncelikli yapmak ve e-Avrupa 2005 ilk adımının parçası olarak mobil İnternetin büyümesine hız katacak yeni nesil İnternet Protokolünün yayılmasını hedeflemiştir.

Avrupa Komisyonundan “IPv6, İnternet protokolün yeni versiyonu yayılmaya hazır” şeklinde 22 Aralık 2003 tarihinde bir basın duyurusu yapılmıştır. Duyuruda, “20 yılı aşkın süredir serviste bulunmakta olan Mevcut İnternet protokolü milyonlarca cihazın İnternete bağlanacağı ve İnternete adreslenebileceği sayısal yüzyılın gelecek beklentisini karşılayamayacaktır”, “Yeni İnternet Protokolü (IPv6), yavaş yavaş yeni nesil İnternete yönelik çalışmayı tanıtmaktadır” ve “Avrupa Komisyonu bu en son şebekeleşme teknolojisinin en önemli destekleyicisidir” konuları vurgulanmıştır. Avrupa Komisyonu’nun Bilgi toplumu Genel Müdürlüğü, 15-16 Ocak 2004 tarihinde “Dünya çapında IPv6 Servisi Başlatılması Olayı”nı organize etmiştir.

4.1.2.3. e-Avrupa

Avrupa’da İnternet’in kullanım yoğunluğuna göre üç grup ülke tanımlanabilir :

- İskandinav Ülkeleri ve Hollanda-Yüksek oranlı İnternete bağlı hane halkı,
- Almanya, İngiltere ve Belçika
- Fransa , İtalya ve İspanya

Avrupa’da, İskandinav Ülkeleri, A.B.D. ve Kanada’nın İnternet kullanım oranına ulaşmış hatta aşmış bulunmaktadır.

e-Avrupa kapsamında ana amaçlardan biri her şehir, ev, okul, iş ve idareyi bilgisayar ortamına (İnternet bağlantısına) taşımaktır. Bu amaç içindeki öncelikler ise, daha ucuz İnternete erişim, e-ticareti hızlandırmak, araştırmacılar ve öğrenciler için hızlı İnternet, sağlıkta İnternet bağlantısı, akıllı ulaşım, devlette İnternet bağlantısıdır. Bu kapsamda, Komisyon tarafından, IPv6’nın hızlı yayılımı ve kullanımını garanti altına almak için servis sağlayıcılar ve kullanıcılar ile beraber telekomünikasyon işletmecileri ve cihaz imalatçıları hedefleyen bir çalışma yapılacaktır.

4.1.2.4. Avrupa Birliği (AB) Direktifleri (Düzenlemeleri)

Avrupa Birliği tarafından, Topluluk boyunca haberleşme düzenlemelerini tek çatı altında birleştirmek ve uyumlaştırmak amacıyla, 5 AB Haberleşme Direktifini temel alan “Yeni AB (EC) Düzenleyici Çerçevesi” 2002 yılında kabul edilmiş ve 25 Temmuz 2003 tarihinden itibaren yürürlüğe girmiştir [40]. Bu direktifler:

- Direktif 2002/19/EC – Erişim Direktifi : Elektronik haberleşme şebekelerine erişim ve arabağlantıları ile birleştirilmiş kolaylıklar.
- Direktif 2002/20/EC – Yetkilendirme Direktifi : Elektronik haberleşme şebeke ve hizmetlerinin yetkilendirilmesi.
- Direktif 2002/21/EC – Çerçeve Direktif : Elektronik haberleşme şebeke ve hizmetleri için genel regülasyon çerçevesi.
- Direktif 2002/22/EC – Evrensel Hizmet Direktifi : Evrensel hizmet ve Elektronik haberleşme şebeke ve hizmetleri ile ilgili kullanıcı hakları.
- Direktif 2002/58/EC – Gizlilik Direktifi : Elektronik haberleşme sektöründe, kişisel bilgilerin işlenmesi ve gizliliğinin korunması.

Çerçeve Direktifler, yeni düzenleme rejimine geniş kapsamlı bir yapı sağlamakta ve Ulusal Düzenleyici Otoritelerin izlemesi gereken politikanın hedeflerini ve regülasyon prensiplerini ortaya koymaktadır.

İngiltere ve Fransa’da konu direktifler 25 Temmuz 2003 tarihinden itibaren uygulanmaktadır. Almanya’da 2004 yılında oluşturulmakta olan yeni yasa ile uygulanmaya başlanacaktır. Ülkemiz de ise 2002/19/EC – Erişim Direktifi ile ilgili olarak, 23 Mayıs 2003 tarihli Erişim ve Arabağlantı Yönetmeliği yayımlanmış olup konu yönetmelik kapsamında, Hesap Ayrımı ve Maliyet Muhasebesine İlişkin Usul ve Esaslar 10.02.2004 tarih ve 2004/73 sayılı Telekomünikasyon Kurumu Kurul Kararı ile onaylanarak yürürlüğe girmiştir. 2002/58/EC nolu direktifle ilgili olarak ise, Telekomünikasyon Sektöründe Kişisel Bilgilerin

İşlenmesi ve Gizliliğinin Korunması Hakkında Yönetmelik 6 Şubat 2004 sayılı tarih ve 25365 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Böylece bu direktifler ile ilgili çalışmalar tamamlanmış olup Avrupa Birliği ile bu konularda mevzuat uyumu sağlanmış bulunmaktadır. 2002/20/EC-Yetkilendirme Direktifi ile ilgili olarak, Telekomünikasyon Hizmet ve Altyapılarına İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği 26 Ağustos 2004 tarih ve 25565 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış olup, Sabit Telsiz Erişim Sistemleri ve Kablo Platform Hizmetlerine ilişkin yetkilendirmeler yayımlanma, Geçiş Hakkına İlişkin Yönetmelik ise taslak aşamasındadır. 2002/22/EC-Evrensel Hizmet Direktifi konusunda ise Tüketici Haklarına İlişkin Yönetmelik 22 Aralık 2004 tarih ve 25678 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanmış bulunmaktadır. 2002/21/EC-Çerçeve Direktif konusunda ise 2002/20/EC nolu direktif kapsamında olan yukarıda bahsedilen yayım ve taslak aşamasında olan yönetmelik ekleri ile de mevzuat uyumu sağlandığında, bu direktif ile de uyum sağlanmış olacaktır.

Avrupa Komisyonu, IP adreslerinin Avrupa Birliği yasal çerçevesi altında kişisel data olabileceği hususunu 21 Şubat 2002 tarihli mesajında belirtmiştir. Avrupa Birliği çerçevesinin kişisel bilgilerin korunması ile ilgili hususları RIPE ve onun veri tabanına uygulanmalıdır.

4.1.3. Asya-Pasifik : Asya'da IP şebekelerinin geleceği

Asya-Pasifik bölgesinde maliyet etkenleri, trafik kontrolü ve servis kalitesi içinde pazar gelişmeleri ve devlet müdahalesi olmaması (deregulation) gibi etkenlerden dolayı IP şebekeleri, hızlı bir şekilde gelişmektedir. Frost&Sullivan raporlarına göre, Asya'da telekomünikasyon altyapısı harcamaları Avrupa oranının iki katı büyüklüktedir [41].

Tutucu iş uygulamaları, Asya'da IP şebekelerinin yaygınlığını engelleyici bir faktördür. Birleşmiş IT bölümleri, geleneksel olarak şirketlerin data ve ses

fonksiyonlarını farklı bölümlere ayırmaktadır. Bu ortam yakınsayan şebekelerin yayılmasına olanak sağlamamaktadır.

Buna ilave olarak, Asya IP kullanımını içinde sürekli büyümeyi karşılayacak yeteri kadar IPv4 adresine sahip değildir. Bununla beraber, satıcılar özel IP adresleri kullanımı ve şebeke adresi dönüşümü gibi çözümler üretmektedir. IPv6 Asya'da hız kazanmaktadır ve yayılma kabul gördüğü için teknik engeller kaldırılmaktadır.

Bölge için İnternet adres aralığı tahsis eden Asya Pasifik Şebeke Bilgi Merkezi (Asia Pacific Network Information Center-APNIC) IPv6'ya geçiş için bir diğer destek grubudur.

Telli ve telsiz genişbant şebekeleri olan IPv6'yı temel alan karmaşık şebekelerin her zaman her yerde erişilebilir olduğu bu topluluğu desteklemeyi Japonya, Güney Kore, Çin ve Tayvan hükümetleri ulusal planlarına almışlar ve bu ülkelerdeki ilgili endüstriler de bu karmaşık şebekeler topluluğunu gerçeğe dönüştürmek için uğraşmaktadır. Yakın gelecekte, her elektronik alet IPv6 adresine sahip olacak ve İnternete bağlanabilecektir [42].

IPv6 Asya- Pasifik'te Etkinlikleri Çağdaştırma amacıyla, Asya-Pasifik bölgesel etkinlikleri (Kore, Tayvan, Çin, Hindistan, Malezya, Singapur, Japonya) düzenlenmiştir [43]. Bunlar :

- Geniş çaplı IPv6 Zirve Toplantısı
- IPv6 Forum, Şubat 2003, Tayvan'dır.

4.2. Düzenleyici Kuruluşların Mevcut Durumu ve Yaklaşımları

Düzenleyici Kuruluşlar ve ülke yaklaşımları için Avrupa ve Asya- Pasifik ülkeleri ile A.B.D. örnek olarak alınmıştır.

4.2.1. Fransa

Fransa Telekomünikasyon Regülasyon Otoritesi, 1997 yılında kurulduğundan bu güne, İnternetin gelişmesini kolaylaştırmaya yönelik çalışmıştır. Kararlarında, sürekli olarak, haberleşmenin her parçasında rekabetin sağlanmasını ve tüketicinin sadece mâkul fiyatlardan değil hem de teknik yeniliklerden yararlanmasını garanti altına almayı amaçlamıştır.

2002'den sonra, fiyatlar önemli ölçüde azalmış, İnternet şebekeleri çeşitlendirilmiş ve yeni teknolojiler İnternet ve mobilitayı birleştirmiştir.

Fransa'da uygulanan yüksek ve düşük hızlı erişim ücretlerinin, Avrupa'da en düşük ücretler arasında yer aldığı, Fransa Telekomünikasyon Regülasyon Otoritesi'nin son açıklamalarında yer almaktadır.

İnternete erişim, son beş yılda büyük ölçüde çeşitlendirilmiştir. Yeni mevcut teknolojiler daha yüksek hıza izin vermekte, özellikle mobil İnternete erişim gibi yeni beklentiler ve umutlar sağlamaktadır.

Birçok kaynaklara göre (Çoklu Servisler İşletmeciler Birliği, Fransa Telekom, Erişim Sağlayıcılar Birliği), Fransa'da, 2002 yılının Aralık ayında, aktif İnternet kullanıcılarının tahmini sayısı 9 milyon'un üzerindedir. Bu sayı, 2001 yılı rakamlarına göre, %30 oranında artışı göstermektedir [44].

Avrupa'da ve Dünya'da Fransa'nın yeri

Çizelge 4.2'de görüldüğü üzere, 2002 yılının üçüncü çeyreğinde yapılan istatistikler, Fransa'nın Avrupalı komşularının arkasından geldiğini göstermektedir. Bununla beraber, son çalışmalar yavaş yavaş büyümede, yüksek hızlı erişimin hızlı büyümesinin katkısı olduğunu ve Fransa'nın Dünya'da en yüksek büyüme miktarına eriştiğini göstermektedir.

Çizelge 4-2 Fransa için karşılaştırmalı istatistik

Göstergeler	Fransa	İngiltere	Almanya	A.B.D
İnternet kullanıcı oranı her hane halkı için 2002-üçüncü çeyrek	% 35.6	% 39.65	% 54.58	% 61.20
Bilgisayar cihaz oranı 2002-birinci çeyrek	% 35.7	% 46	% 44.7	% 65

Kaynak : Art-Telecom [44].

Fransa'nın Telekomünikasyon Düzenleyici Otoritesi - ART, IPv4'ün IPv6'ya göçünü kapsayan konuları tanımlamak için bir çalışmaya rehberlik etmiştir [30]. Özellikle, İnternet servisleri ve şebeke cihazları için, cihaz imalatçıları, işletmeciler, ISS'ler, IP teknolojisini kullanıcı şirketler, yazılım yayıncıları gibi zincirin bütün değerli halkalarını kapsayan çeşitli oyuncuların stratejileri çalışmanın kapsamındadır. Özellikle çalışma, düzenleme ve rekabet açısından göç konuları ile bunun IP protokolünü kullanan şebekeler ve telekomünikasyon servisleri pazarına etkisi üzerine odaklanmıştır.

Ayrıca, Fransa'da mobil IP'nin (IPv6) kullanıldığı hücreli telsiz sistemleri olan WLAN Teknolojileri konusunda bir kamuoyu yoklaması yapılmıştır [45]. Kamuoyu yoklaması sonucunda, 2.4 ve 5 GHz frekans bantlarında, spektrumun ücretsiz kullanımı tercih edilmiş, WLAN teknolojileri ile kurulan kamu

şebekelerinin, servis kalitesinin sağlanamaması nedeniyle, şehir veya kasabayı kaplayacak şekilde oluşturulmasına işletmeciler tarafından karşı çıkılmış ve sadece yoğun erişim alanları (hot spots) ile özel şebekeler uygun görülmüştür. Ayrıca WLAN'larda şebeke ve bağlantıların, ethernet şebekelerinin çalışmasına benzer olabileceği belirtilmiştir. Dolaşım için IPv6'nın bir çözüm olduğu belirtilmiştir [45].

4.2.2. İsviçre

İsviçre İdaresi, düzenleyici kuruluşlara gönderilen elektronik mektup ve Ek-1'de bir örneği bulunan ankete verdiği cevapta, IETF'nin tanımına göre, Mobil IP İsviçre'de uygulanmadığını belirtmektedir. Ayrıca, IP servisleri için düzenleme açısından herhangi bir talep olmadığı, IPv6 için de böyle bir talep bulunmadığı, IPv4'ten IPv6'ya geçişin servis sağlayıcılar ile şebeke işletmecilerinin konusu olduğunu ve Düzenleyici Otoritenin bir zorlaması bulunmadığını belirtmiştir [46].

4.2.3. Finlandiya

Finlandiya'da, Ulusal IPv6 Çalışma Grubu adı altında IPv6 konusunda bir Çalışma Grubu kurulmuştur . Konu Grup, Avrupa Komisyonu IPv6 Görev Grubu ile ilgili olarak, Finlandiya IPv6 görevlerini yürütmektedir [47].

Grubun çalışmaları arasında, Finlanda haberleşme şebekelerinde IPv6 protokolünün kabulünü hızlandırmak, gelişmesine yardımcı olmak, ilgili uluslararası standartları izlemek ve katkı sağlamak yer almaktadır. Çalışma özellikle, IPv4 ve IPv6'nın göçü için tasarlanan metodların değerlendirilmesi ve haberleşme şebeke, cihaz ve servislerinin birlikte işletilebilirliğini temin etmek için ulusal uygulamaya yönelik ana noktaların hazırlanmasına odaklanmıştır.

4.2.4. Almanya

Almanya'da IPv6'nın ileriye götürülmesinde, Cisco, Simens, NEC ve SAP gibi telekomünikasyon satıcıları ile Deutche Telekom, DFN ve Space Net gibi gelişmiş şebeke işletmecileri ve ISP'ler ile kullanıcılar ve teknoloji danışmaları önemli rol oynamaktadır [48].

Almanya'da 29 Haziran-1 Temmuz 2004 tarihleri arasında IPv6 Almanya Zirvesi düzenlenmiş olup, IPv6'nın dünyaçapında yayılması için Almanya'nın rolünün önemini vurgulamayı tasarlamıştır. Ayrıca, Konferansta 3 ana konu;

- IPv6'da uzlaşmanın sağlanması ve gerçekleşmesini hızlandırmak,
- Avrupa'nın gelecekte önceliği arasında olmasından ötürü e-Avrupa 2005 Planı'nın başarıyla uygulanması için politika üreticilerini ve Bakanları cesaretlendirmek ve IPv6'nın Almanya'da Okullarda, Kamu Kuruluşlarında ve Şebekelerinde daha hızlı yayılmasına yönelik endüstriyi harekete geçirmek,
- Yakın ve uzun vadede ekonominin öncüleri ve erken seçicileri olmak için diğer sektörleri cesaretlendirmek ve erken yatırımlardan faydalanmalarını sağlamak,

amaçlanmıştır [49] .

4.2.5. Japonya

Japonya'da, NTT Komünikasyon IPv6 İnternet servisini sunmaya başlamış ve bölgede IPv6'nın yayılması en önemli görev ve sorumluluk olarak kabul edilmiştir.

Japonya Kamu İdaresi, Ev İşleri, Posta ve Telekomünikasyon Bakanı tarafından IPv6 pazarının 170 trilyon Yen'e (1,365 milyar Euro'ya) ulaşacağı belirtilmiştir

[42]. Japonya'da, halihazırda 17 İSS'in kamuya IPv6 servis bağlantısı sağladığı bazı servisler uygulamaya konulmuştur. 10 000 civarında hane halkı Japonya'da IPv6 bağlantısından memnun bulunmaktadır.

IPv6, IPv4'ün yerini almak üzere ve IPv4'te mümkün olmayan yeni uygulamalar ile yeni bir İnternet pazarı yaratmaktadır. Bugün, akıllı ev gereçleri, IP telefon, endüstriyel uygulamalar, bitki ve binalarda IPv6 algılayıcıları, telematikler (ITS) veya ev tıbbi denetimi IPv6 planlamaları ve cihazları gibi IPv6'nın pratik uygulamaları Japon pazarında bulunmaktadır.

Japonya'da ve diğer Asya Ülkelerinde IPv6'nın geniş uygulamaları ve eğilimin doğru analizi, gelecek yılların en önemli teknolojik gelişmelerine yaratıcılık sağlamaktadır.

Japonya'da bütün taraflar IPv6'ya hazır durumdadır. Hükümet e-Japonya içinde IPv6'yı desteklemektedir. Önemli İSS'ler, Omurga ve büyük servis sağlayıcılar servislere başlamış olup, kırsal küçük İSS'ler bile başlamak üzere bulunmaktadır. Önemli yönlendirici satıcıları hazır durumdadır. Önemli terminal satıcıları (ev uygulamaları, algılayıcılar, Web-cameralar v.b.) denemelere başlamışlardır. Ayrıca, İnternet araba/tren, tıbbi muayene, on-line oyunlar v.b. gibi, diğer servislerde de denemelere başlanmıştır.

Japonya Hükümeti, e-Japonya ve IPv6 ile Gelecek Nesil İnternetin gelişmesini sürekli olarak desteklemektedir. Araştırma ve geliştirme çalışmalarına sürekli fon sağlanmaktadır [43]. IPv6'nın şebekeler içinde nasıl kabul edileceği ve IPv6'ya nasıl başlanacağı konusunda önerilerin verildiği "Yayımla Ana Projesi" hazırlanmıştır. IPv6 desteği için İSS'lere 2002'de Vergi Teşvik Programı başlatılmış bu program 2003'te genişletilmiştir.

Japonyadaki önemli IPv6 destekleyici organları şunlardır:

IPv6 Yayılma Komitesi: 2001 yılında kurulmuştur. IPv6 İşletme Çalışma Grubu bulunmakta ve Japonya'da Geniş çaplı IPv6 Zirvesini yönetmektedir.

IPv6 Destekleme Konseyi: 2000 yılında kurulmuştur. Geniş bir projedir. IPv6 Deneme Programını, Seminerleri, Uluslararası İşbirliğini yürütmekte ve IPv6 Gösteri Merkezini yönetmektedir.

Japonya'da son durum: IPv6 temel bir teknoloji olmaktadır. IPv6'nın benimsenmesi artık özel bir durum değildir. Japonya'da IPv6 erişim servisleri hazır durumda olup, ikinci adım olan gelecek nesil İnternet pazarı için yeni uygulamalar bulmaya doğru hareketlenmiş ve odaklanmıştır. Donanım satıcıları, yönlendirilmiş ürünlere yeni şebekelerin tanıtımına karşı çıkmaktadırlar. Bazı yeni uygulamalar ortaya çıkmaktadır. İşletme ve Servislerde gerçek adaptasyon, IPv6 işletimlerinin faydasının gösterilmesi ile sağlanacaktır.

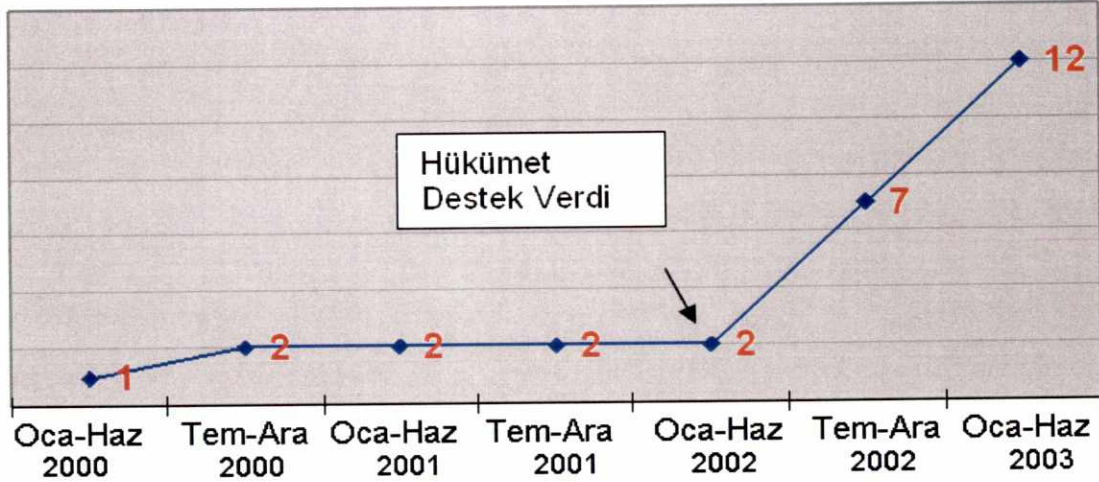
4.2.6. Tayvan

Son birkaç yılda Tayvan, İnternet ve Telekom'a çok güç harcamış ve yeterli sonuçları üretmiştir. Tayvan, komşuları Japonya ve Kore gibi IPv6'yı, Bilgi Teknolojileri Ulusal Stratejileri içinde kabul etmektedir [50]. Çizelge 4.3'te Tayvan İnternet Pazar profili görülmektedir [51] :

Çizelge 4-3 Tayvan İnternet pazarı

	Nüfus/Sayı	Dünya sıralaması
Tayvan'ın nüfusu/ Hanehalkı	22.5 Milyon/6.8 Milyon	47inci
İnternet nüfusu	8.7 Milyon (%39)	4'üncü (nüfusa göre)
Evhalkı Online	3.6 Milyon (%53)	
Mobil İnternet aboneleri	1.3 Milyon (%5)	
Kamu Telsiz erişim alanları	>600	

Kaynak : Taiwan IPv6 update [51]



Şekil 4.2 Tayvan'da IPv6'nın yükselmesi

Hükümet IPv6 pazarını genişletmek ve kullanıcıları haberdar etmek maksadıyla 11 Nisan 2002'de IPv6 Forum'unu düzenlemiş ve amacına ulaşmıştır (Şekil 4.2).

Tayvan'da IPv6'yı uygulama eğilimi; İnternet gereçlerinde, VoIP, e-Öğrenme ve e-Sağlık v.s. gibi konulardadır.

Mobil İnternet'de :

- 2003'ün üçüncü çeyreğinde 3G servisleri başlamıştır.
- Tayvan'ı Telsiz Adası yapmak için, "Kamu Hotspot'ları yayılma planı yapılmıştır.

IPv6'yı destekleme organizasyonları olarak,

- ◆ 2001 Kasım'da, Ulusal Bilgi ve Haberleşme Adımı–NICI (National Information and Communication Initiative) tarafından NICI IPv6 Yürütme Komitesi kurulmuştur. Bu komite, e-Tayvan projesinin bir parçası olan ve 2003-2007 yılları arasını kapsayan 5 yıllık bir proje olan "Ulusal IPv6'yı Geliştirme ve Yayma Programı"nı önermiştir.

Bu pogramın görevi:

1. Kamu İnternet altyapısını IPv6'ya yükseltmeye yardımcı olmak,
2. Mevcut IPv6 kaynaklarını bütünleştirmek, Hükümet, Endüstri ve Araştırma Enstitüleri'nin çabalarını ve güçlerini birleştirmek,
3. Yerel endüstrinin rekabetini arttırmak.

Bu proje'ye 2003 yılı için 1,7 milyon A.B.D. Doları bütçe ayrılmıştır [51].

- ◆ "IPv6 Forum Tayvan" düzenlenmiştir.
- ◆ IPv6 Endüstriyel birleşmesi oluşturulmuştur (R&D).

2003'te Alt Yapı Projeleri :

- IPv6'ya geçiş ve yerel İSS'leri destekleme,
- IPv6 üzerinden SIP/ENUM Denemesi,
- IPv6 multimedya transmision yayılması ve testi,
- IPv6'yı tayvan Akademik Şebeke üzerine yapılandırmadır.

Sonuç olarak, Tayvan e-Toplumu (e-Yaşam, e-Endüstri, e-Hükümet ve e-Ulaşımı) geliştirmek için IPv6'ya ihtiyaç duymaktadır ve ulusal bir program yürütmektedir. Endüstri yavaş tepki gösterse de kısa sürede yakalamaktadır. Ayrıca Tayvan diğer ülke ve uluslararası organizasyonlarla işbirliği yapmak ve IPv6'yı desteklemek için uluslararası bir çabaya hazır durumdadır.

4.2.7. Güney Kore

Dünya'da son birkaç yılda, Güney Kore İnternet erişiminde özellikle yüksek hızda erişimde bir hayli gelişmiş bir ülkedir. 2002'nin ortalarında, nüfusun %15'i ve ev halkının %50'sine yakını yüksek hızda bağlantıya sahiptir. Bu yaygınlık, Hükümetin altyapı yatırımına desteğini cesaretlendirmiştir.

Japonya'yı takip eden Kore Hükümeti, özellikle IPv6 ile gelecek nesil şebeke konuşlanması için bir IT stratejisi kurmuştur :

- 2001'de Hükümet deklarasyonu, Kore'de IPv6'nın yayılması için değişik bir ortam yaratmıştır.
- Kore, Dünya'da IPv6 teknolojisine öncülük etmek istemektedir.
- KRV6 Projesini başlatmıştır.

Hükümet, İnternet teknolojilerine 2003-05 yılları için 83.9 milyar KRW (yaklaşık 67 milyar Euro) bütçe ayırmıştır [43]. Buna IPv6-tabanlı geniş ölçekli test ortamı, VoIP, Çoklu yayın, Telsiz Mobil İnternet ve IETF katkısı için Standardizasyon faaliyetleri dahildir.

Kore'de IPv6 Destekleyicileri :

ETRI – Elektronik ve Teknoloji Araştırma Enstitüsü: Telekom cihaz teknolojilerinin kazancı ve yayılması konusu üzerinde çalışılmakta ve "IPv6 Forum Kore"nin Sekreteryası yapılmaktadır.

NCA- Ulusal Bilgisayar Ajansı : Bilgisayar ve Haberleşme alanında yayılma politikası oluşturulmakta ve uygulamalar araştırılmaktadır. Ayrıca, "IPv6 Forum Kore" nin WG uygulamaları yönetilmekte olup IPv6 sergi salonu açılmıştır.

IPv6 Uygulamayı geliştirme, IPv6 Şebekeleşme servisi, IPv6 sergi salonu, Korev6 projesi gibi IPv6 denemeleri yapılmaktadır.

4.2.8. Çin

Hükümet, yeni nesil şebeke yatırımlarını desteklemektedir. IPv6 ile İnternet anahtar konumundadır. Dünya'nın en büyük pazarı için dünya çapında teknolojileri davet etmektedir. Avrupa, A.B.D., Kore ve Japonya Çin'e yatırım yapmaya istekli bulunmaktadır. Çin IPv6'yı denemeye başlamış bulunmakta ve Ülkenin 25 üniversitesini kapsamaktadır.

IPv6'yı destekleme ve geliştirme amaçlı rol oynayan kuruluşlar:

Bilgi Endüstrisi Bakanlığı

Çin Eğitim ve Araştırma Şebekesi (CERNET) : Ulusal çapta IPv6 deneme şebeke işletimi.

BII Grup : Ticari IPv6 Deneme programı ve Sertifika Projesi Yönetimi, Çin IPv6 Konseyi evsahipliği - Diğer IPv6 destekleyici organlarla uluslararası olarak Mou bulunmaktadır [43].

4.2.9. Malezya

2000 ve 2001'de İnternetin hızlı büyümesi görülmüştür. İSS'ler, akademik, endüstriyel ve Hükümetin Düzenleyici organları arasında gündemdedir. 8 adet İSS IPv6'yı dikkatle araştırmaktadır [43]. Üniversiteler IPv6 ile ilgili projelere sahiptir. İşletme bilgisini ve Malezya'da artan IPv6 farkındalığını paylaşmak için 3 İSS tarafından IPv6SIG kurulmuştur. Deneme programları, eğitim ve destekleme konuları tartışılmaktadır.

4.2.10. Singapur

Temel olarak, IPv6 faaliyetleri Araştırma ve Geliştirme alanında yürütülmektedir. İSS'ler evlerde IPv6 denemelerine başlamışlardır. IPv6 Forum Singapur planlanmaktadır [43].

4.2.11. Hindistan

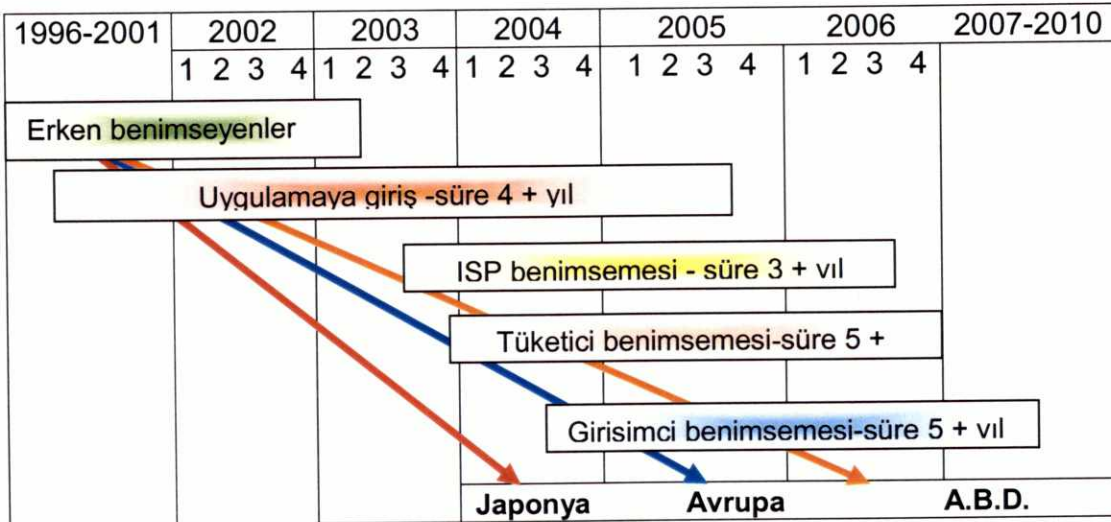
Nüfus çokluğu nedeniyle, IPv4'te adres yetersizliğinin yarattığı korku IPv6'ya yönlendirmektedir. Bangalore'de birçok yüksek teknoloji şirketleri IPv6'ya dikkat çekmeye başlamışlardır [43]. IPv6 Forum Hindistan düzenlenmiştir. Deneme çalışmaları yapılmaktadır.

4.2.12. A.B.D.

A.B.D.'de FCC Mobil IP servislerini faturalandırma metodlarını, katma değerli İnternet servislerini, IP geçişli iş modellerini, İSS'ler arası bağlantıları, Mobile IP iş altyapısını ve IPv6 konuşlandırma (Yayıma) planlarını düzenlemektedir. Mobil İşletmeciler kendi yapılarını kendileri düzenlemektedir [52]. Ayrıca, her bir Eyaletin kendi Düzenleyici Ajansları bulunmaktadır. Kaliforniya, Newyork ve Dallas Eyaletlerinin Düzenleyici Ajanslarında ise Mobil IP ve IPv6'ya yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bununla beraber, bu eyaletlerde Mobil IP'nin kullanımı söz konusudur.

4.3. Dünya'da IPv6'nın Gelişimi

IPv6, Şekil 4.3'de görüldüğü gibi Avrupa'da yavaş hızlanırken, Asya-Pasifik bölgesinde hızla ilgi çekmektedir. Amerika'da ise, IPv6 yavaş fakat durmadan büyümektedir [53].



Şekil 4.3 Japonya, Avrupa ve A.B.D.'de IPv6

5. TÜRKİYE UYGULAMALARI

5.1. İnternet Hizmeti ve Kullanımı

Türkiye özellikle İnternet alanında, dünya istatistiklerinde alt sıralarda yer almaya başlamıştır. Bu hizmetlerden sağlanan gelir, Türkiye telekomünikasyon hizmetleri gelirlerinin %3-4'ünü oluştururken (Çizelge 5.1), bu oranının Avrupa ortalaması ise %22 civarındadır [55] .

Çizelge 5-1 Telekomünikasyon hizmetleri gelir tablosu (Aralık 2003 itibariyle)

Hizmet Türü	Gelir (milyon TL)
İşletmeci (PSTN)	6 767 931 384
İşletmeci (GSM)	4 123 970 054
Üreticiler	1 055 735 755
ISS	403 528 745
Uydu Telekomünikasyon İşletmesi	32 551 614
İşletmeci (GMPSS)	8 074 804
İşletmeci (Uydu Platform)	249 956 674
TOPLAM	12 640 749 029

Kaynak: TK-SAS Dairesi Başkanlığı, [54]

Ülkemizde kişi başına telekomünikasyon harcaması yaklaşık 168 milyon TL olup bunun yaklaşık 5 milyon lirası İnternet harcamasıdır.

Ülkemizde Aralık -2004 itibariyle toplam 89 adet İSS ile birlikte TTnet İnternet hizmeti vermektedir. İSS'ler ve TTnet ile birlikte Ülkemizde toplam 1 083 754 adet İnternet abonesi bulunmaktadır. Bunun kurumsal ve bireysel olarak dağılımı Çizelge 5.2'de, yıllara göre İnternet kullanıcı sayısı ve artış oranları ise Çizelge 5.3'te görülmektedir.

Çizelge 5-2 Türkiye'de İnternet abone sayısı (Eylül 2004 itibariyle)

İşletmeci	Kurumsal Abone Sayısı	Dial-Up Abone Sayısı
ISS'ler	21,458	730,742
TTNet	47,957	241,326
DSL	78,933	161,565
Kablo	42,498	-
TOPLAM	190, 846	1133,633

Kaynak: TK-SAS Dairesi Başkanlığı, [54]

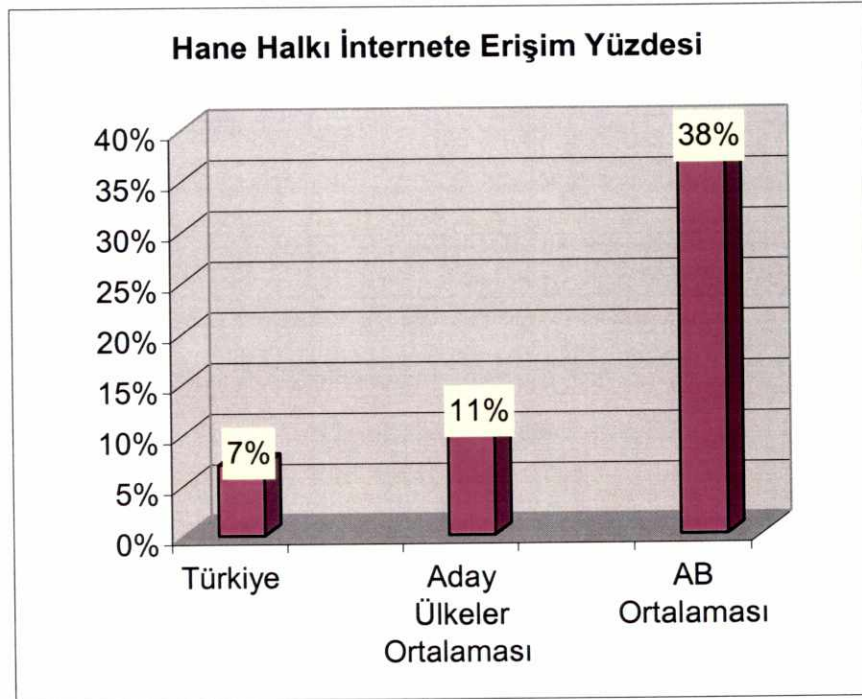
Çizelge 5-3 Yıllar itibariyle İnternet kullanıcı sayıları

Yıllar	Kullanıcı Sayısı	Önceki Yıla Göre Artış Oranı (%)
2000	2,500,000	25,00
2001	3,200,000	28,00
2002	4,300,000	34,38
2003	6,000,000	39,54
2004	10,220,000	70,33

Kaynak: TK-SAS Dairesi Başkanlığı, [54]

TÜBİTAK BTYK tarafından, 2000 yılı sonunda yapılan başka bir araştırmaya göre [56], bilgisayar sahipliğine bağlı olmadan bilgisayar kullanımının nüfusa oranı % 17,1 olarak belirlenmiştir. Evinde İnternet bağlantısı olanların oranı ise %7 olarak belirlenmiştir. Türkiye'de, hanelerde bilgisayar sahiplik oranının %12,3 olduğu göz önüne alındığında, bilgisayarların yarısının İnternete bağlı olmadığı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, 1997 yılında yapılan araştırma sonuçlarında hanelerdeki bilgisayar sahipliği %6,5 ve İnternet sahipliği %1,2 olarak belirtilmektedir. Bu durumda, 1997 yılı ile 2000 yılının değerleri karşılaştırıldığında, üç yıl içerisinde hanelerdeki bilgisayar sahipliği iki katına yükselirken, İnternete bağlanma oranında neredeyse altı kat bir artış olduğu görülmektedir.

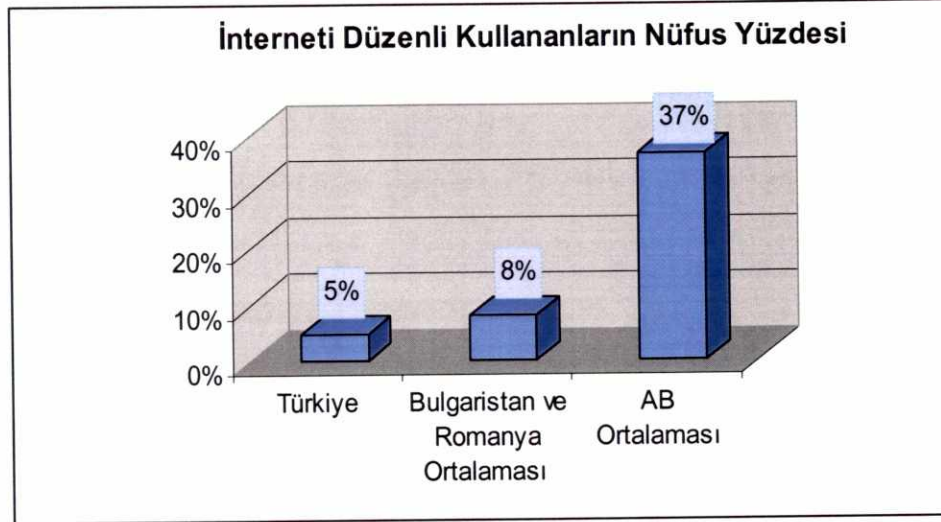
Gelir gruplarına göre bilgisayar sahiplik oranları incelendiğinde, üst gelir grubu içerisinde sahiplik oranı %64,7 ye ulaşırken, aynı oranın orta gelir grubunda %8,2'ye, alt gelir grubunda ise %2'ye düştüğü görülmüştür. Evde bilgisayar sahiplik oranları bölgeler arasında da önemli ölçülerde farklılıklar göstermiştir.



Kaynak : e EUROPE-2003 Progress Report, June 2002 [57]

Şekil 5.1 Hane halkı İnternete erişim yüzdesi karşılaştırması

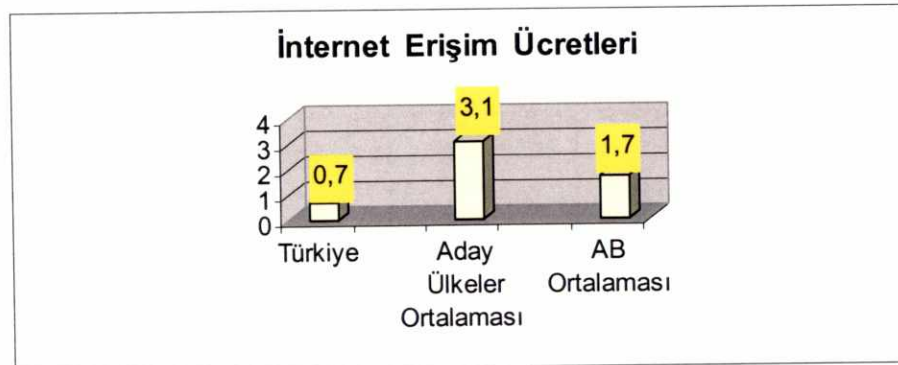
Şekil 5.1 ve Şekil 5.2'den görüldüğü gibi Ülkemizde hane halkının İnternete sahip olması ve her bireyin İnternet kullanım yüzdesi, AB Ülkeleri ve AB'ye aday ülkelerle karşılaştırıldığında çok düşüktür. Bu sonuç iki şekilde açıklanabilir: Birincisi İnternet ücreti, ikincisi ise İnternet olanaklarının (data hatları, PC'ler v.b.) elde edilmesi ile ilgilidir.



Kaynak : e EUROPE Plus -2003 Progress Report, February 2004 [58]

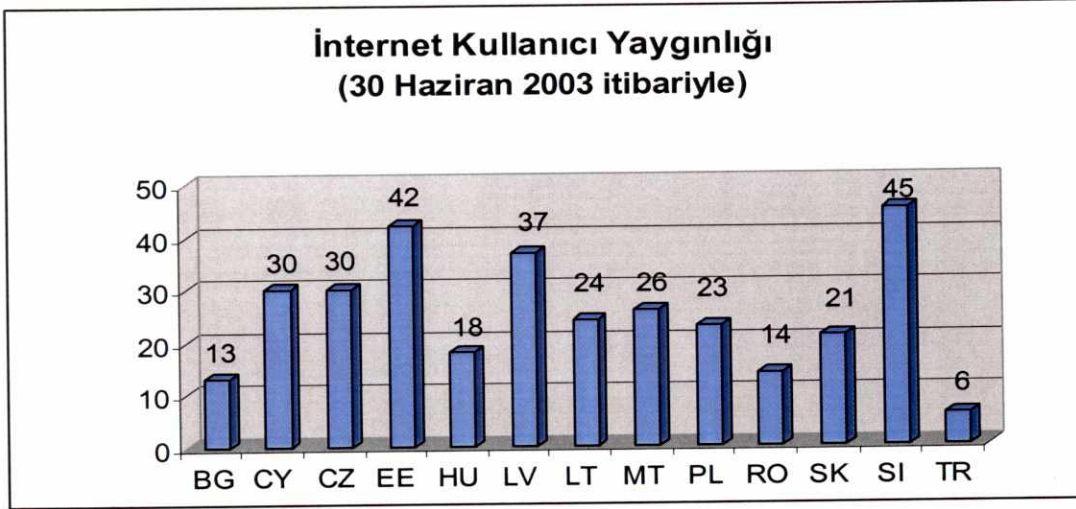
Şekil 5.2 İnterneti düzenli kullananların nüfus yüzdesinin karşılaştırması

Türkiye'de İnternete bağlantı ücretinin, AB ülkeleri ücret ortalamasının yarısının altında, aday ülkelerdeki bağlantı ücret ortalamasının ise dörtte birinden daha düşük [59] olduğu Şekil 5.3'te görülmektedir. Buna rağmen, ülkemizde İnternete erişim oranı çok düşüktür. Bu durumda, PC'lerin elde edilmesindeki güçlük İnternete erişim için en büyük engel olarak görülmekle birlikte, Türkiye'nin hanehalkı gelir düzeyi içerisinde İnternete bağlanma ücretlerinin hala yüksek olması İnternet'e erişim için başka bir neden olarak görülebilir.



Kaynak : e EUROPE-2003 Progress Report, June 2002 [57]

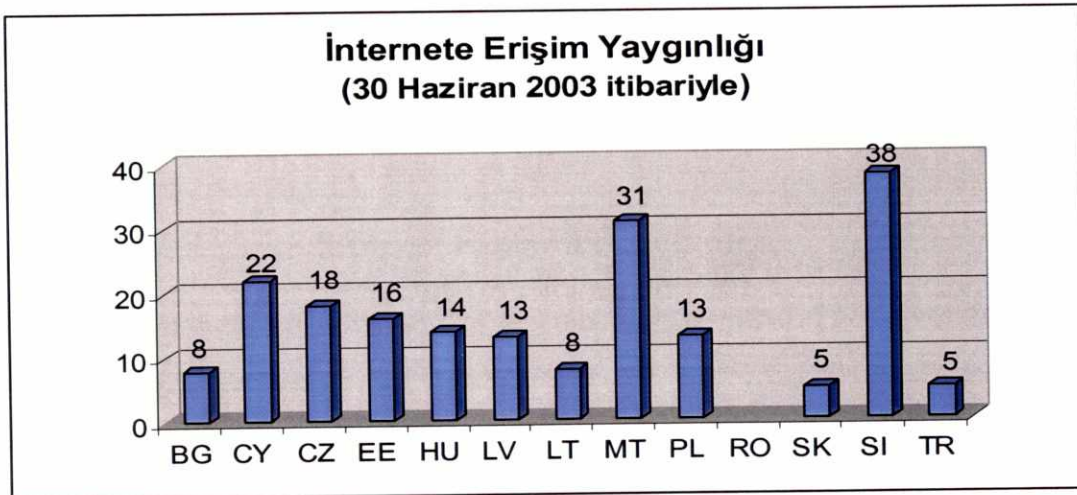
Şekil 5.3 İnternet erişim ücretleri karşılaştırması



Kaynak : 4th Report on Monitoring of EU Candidate Countries, 16 December 2003 [60]

Şekil 5.4 İnternet kullanıcı yaygınlığı

Şekil 5.4'teki değerlerde Kıbrıs ve Malta hariç 2003 yılı raporuna göre ortalama %3'lük bir artışın kaydedildiği, Latviya'daki artışın ise %23 civarında olduğu, Şekil 5.5'teki değerlerin bir bölümünün ise 2003 yılı değerleri olarak güncellenemediği ifade edilmektedir [60]. Ancak, hem Şekil 5.4 ve hem de 5.5'te Türkiye'nin AB'ye aday diğer ülkelerin İnternet kullanıcı ve İnternete Erişim yaygınlık oranlarının gerisinde kaldığı görülmektedir.



Kaynak : 4th Report on Monitoring of EU Candidate Countries, 16 December 2003 [60]

Şekil 5.5 İnternete erişim yaygınlığı

5.2. İşletmeciler

Mobil IP kapsamında işletmeciler üç grup altında değerlendirilmiştir: Omurga sağlayıcı, İnternet Servis Sağlayıcılar ve WLAN İşletmecileri.

5.2.1. Omurga Sağlayıcı

Ülkemizde Omurga İşletmeciliğini halihazırda Türk Telekom yürütmektedir. Türk Telekom TTnet şebekesi ile İnternet Servis Sağlayıcılarına, içerik sağlayıcılara, kurumsal ve bireysel kullanıcılara, İnternet erişimi sağlamaktadır .

TTnet Şebekesi il merkezlerini ve büyük illerdeki trafiği yoğun ilçe merkezlerini 141 erişim noktası ile kapsamaktadır. Kullanıcılara, Kablo TV ve Veri Şebekesi üzerinden küresel erişim olanağı sağlamaktadır. Mail, Web, News gibi mevcut İnternet hizmetleri ile gelişmekte olan Multimedya ile Özel Sanal Şebeke (VPN) gibi yeni İnternet hizmetlerini sunabilecek uygun altyapıya sahiptir [61] .

ATM (Asynchronous Transfer Mode) anahtarlama temelli bir alt yapıda kurulan TTnet şebekesi ile ATM, FR (Frame Relay), ADSL (Asymetrical Digital Subscriber Line), LL (Leased Line) erişimi ile PSTN (Public Switched Telephony Network), B-ISDN (Integrated Services Digital Network) ve KabloTV üzerinden İnternet erişim şekilleri desteklenmektedir.

5.2.2. İnternet Servis Sağlayıcılar

Türkiye’de Genel İzin Belgesi ile yetkilendirilmiş halihazırda 89 adet İnternet servis sağlayıcısı hizmet vermektedir. İnternet servis sağlayıcılarının toplam İnternet abone sayıları, Kurumsal ve Dial-up olarak Bölüm 5.1 Çizelge 5.2’de verilmektedir.

5.2.3. WLAN İşletmecileri

WLAN İşletmeciliği, mevcut IP-temelli çözümler ile birlikte, kurumsal mobil kullanıcılara masa başında faydalanılan hizmetleri taşımaktadır. Kablosuz operatörler, mevcut veri hizmetlerinin bir uzantısı olarak, WLAN erişilebilirliğini sunmaktadırlar. Kablolü servis sunucuları da, yeni WLAN ürünleriyle kablosuz sayısal abone hatları gibi hizmetleri sunabileceklerdir [62].

Hotspot olarak isimlendirilen yerlerde (havaalanları, oteller, alışveriş merkezleri, tren istasyonları, konferans merkezleri, üniversiteler, fuar alanları, marinalar v.b.) WLAN sistemleri üzerinden kullanıcıların yüksek hızlı (geniş band) kablosuz İnternet servis ihtiyaçlarını karşılamak üzere hizmetler sunulmaktadır. Kullanıcılar, taşınabilir bilgisayarları notebook, PDA ve WLAN (diğer adıyla Wi-Fi) özellikli cep telefonları ile Kablosuz İnternet servisinden faydalanabilmektedirler [63].

5.3. Anket Sonuçları

Tezde daha doğru bir yaklaşıma ulaşmak ve sektörün görüşleri hakkında birincil dereceden veri elde etmek amacıyla; Mobil IP ve yeni nesil IP'ye (IPv6) geçiş ile ilgili olarak Omurga İşletmeci, GSM İşletmecileri ve İnternet Servis Sağlayıcılarının görüşlerini yansıtan bir sorgulama yapılmış vs sonuçları değerlendirilmiştir. Ayrıca, Mobil IP'nin bulunduğu WLAN sistemleri ile ilgili İSS'lerin görüşlerini yansıtan ankete verilen yanıtlardan mevcut düzenlemelerin uygulanmasına yönelik sonuçlar çıkarılmıştır.

5.3.1. Mobil IP ve yeni nesil IP'ye (IPv6) geçiş konusunda Omurga İşletmeci, GSM İşletmecileri ve İnternet Servis Sağlayıcılarının görüşleri

Mobil IP, IP Adresleri ve IPv6'ya geçişin Omurga İşletmeci ve ISS ler açısından analizi, yaklaşımları, sağlayacakları avantajlar ve karşılaşılabilecekleri sorunlar büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, PSTN ve GSM İşletmecileri ile İSS'ler ve bilişim teknolojisi alanındaki sivil toplum örgütlerine bir sorgulama gönderilmiştir. Sorgulamaya yanıt veren işletmecilerin sayıları ve sınıflandırılması Çizelge 5.4'te görülmektedir.

Çizelge 5.4 Sorgulamayı yanıtlayan işletmeciler

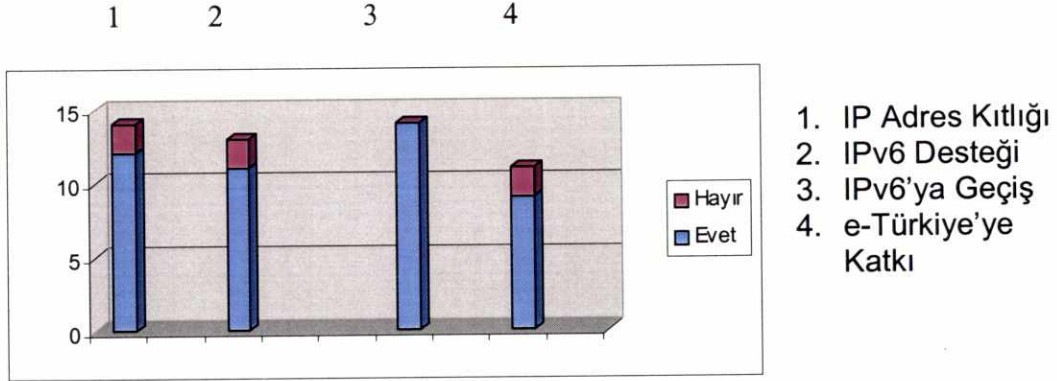
İşletmeciler	Sayısı
Omurga (PSTN) İşletmecisi	1
GSM İşletmecisi	3
İnternet Servis Sağlayıcı	10

Çizelge 5.5 Sorgulamayı yanıtlayan İSS'lerin abone sayılarının dağılımı (TTNET hariç)

ISS Sayısı	% Oranı (Kurumsal)	% Oranı (Dial-up)
1	> 3	> 35
3	> 1.2	> 4
1	> 1	> 2
2	> 0.4	> 0.2
1	< 0.02	< 1
2	< 0.00	< 0.00

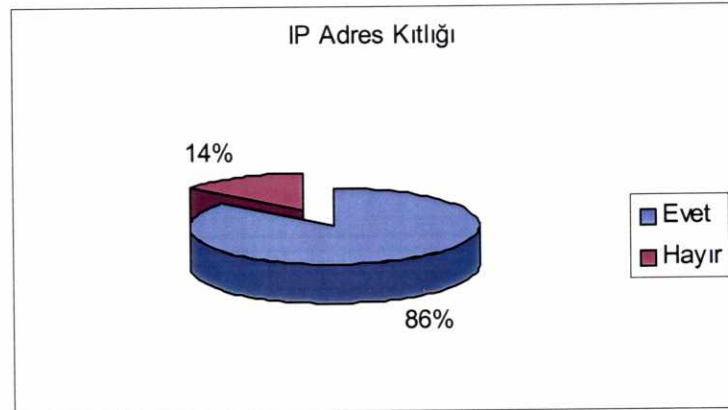
Kaynak : TK-SAS Daire Başkanlığı, Nisan 2004 (54]

Soruları Ek-2'de yer alan ve sorgulamayı yanıtlayan PSTN ve GSM İşletmecilerinin yanısıra, abone sayılarının % oranları Çizelge 5.5'te verilen İSS'lerin oluşturduğu toplam 14 işletmecinin görüşlerini yansıtan anket sonuçları; IP Adres Kıtılığı, IPv6 Desteği, IPv6'ya Geçiş, e-Türkiye'ye Katkı olmak üzere, dört ana başlık altında değerlendirilmiş ve sonuçları Şekil 5.6'da gösterilmiştir.



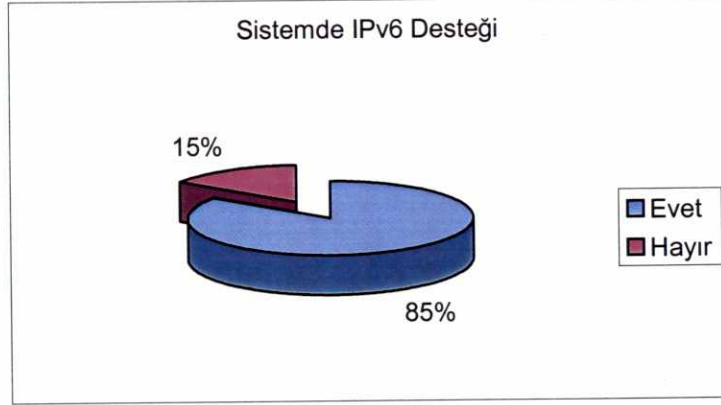
Şekil 5.6 Mobil IP sorgulamasına ilişkin değerlendirme

IP Adres Kıtılığı : Ülkemizde halihazırda IP adres tahsisinde bir sıkıntı yaşanmadığı belirtilmekle birlikte, ankete katılan işletmecilerin %86 sı IPv4'te adres kıtlığının mutlaka yaşanacağını belirterek, bu kıtlığın orta vadede gerçekleşebileceğini ifade etmektedir (Şekil 5.7).



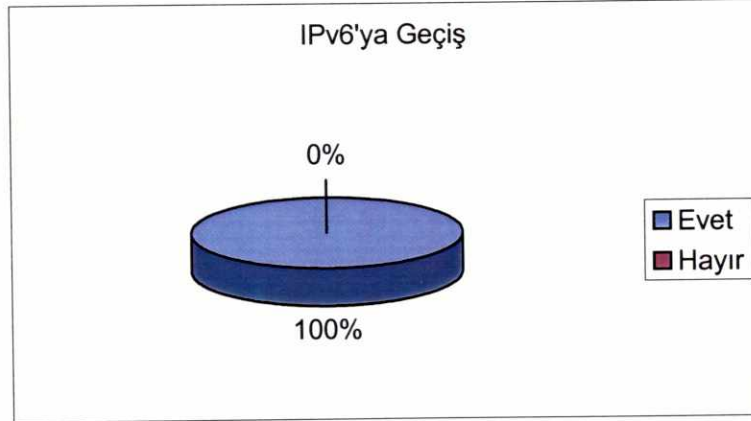
Şekil 5.6 IP Adres kıtlığı

Sistemde IPv6 Desteği : Ankete katılan 14 işletmeciden sadece iki tanesi sistemde IPv6 desteğinin bulunmadığını bildirmiştir. Genel olarak, işletmecilerin %85'inin sisteminde IPv6 desteği bulunmaktadır. Bu desteğin, 7 işletmecinin sisteminde, 2 işletmecinin yönlendiricisinde, 1 işletmecinin ise yazılımında olduğu ifade edilmekte, 1 işletmeci tarafından da sisteminin etkilenebileceği belirtilmektedir (Şekil 5.8).



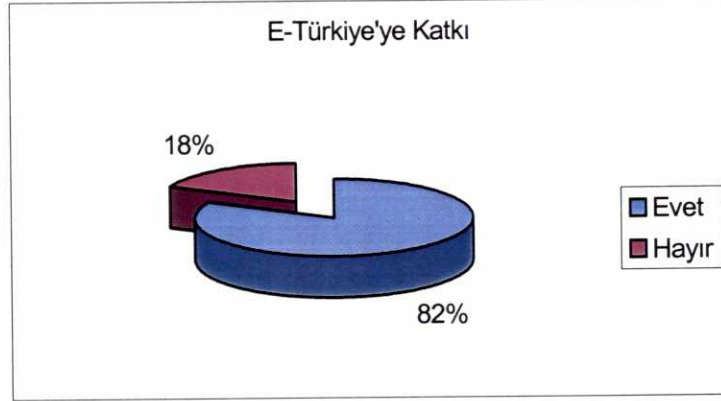
Şekil 5.7 Sistemde IPv6 desteği

IPv6'ya Geçiş : İşletmecilerin hepsi IPv6'ya geçişi onaylamaktadır. Bir bölümü belirli bir takvim dahilinde kademeli geçişi önermektedir. Sadece bir işletmeci, geçişi için teknik sorunların tümüyle giderilmesinin beklenilmesi görüşündedir (Şekil 5.9).



Şekil 5.8 IPv6'ya geçiş

e-Türkiye'ye katkı : Ankete katılan 14 işletmecinin 3'ü bu konuda görüş belirtmemişlerdir. Diğer 12 işletmecinin 10'nu katkısının önemli olacağını ifade etmektedirler. İşletmecilerin %82'si IPv6'nın e-Türkiye'ye olumlu yönde katkıları olacağını vurgulamaktadır (Şekil 5.10).

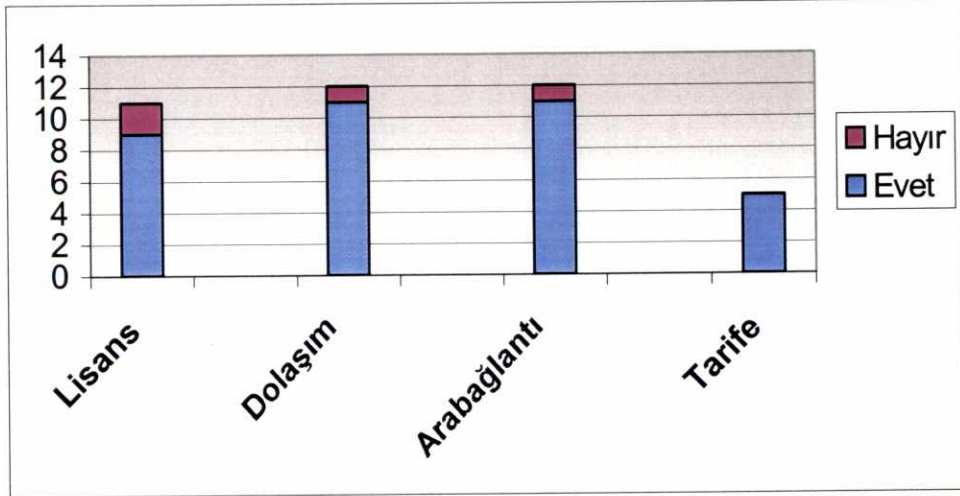


Şekil 5.9 e-Türkiye'ye katkı

5.3.2. Mobil IP'nin bulunduğu WLAN sistemlerinde mevcut düzenlemelerin uygulanması hususunda İnternet Servis Sağlayıcıların görüşleri

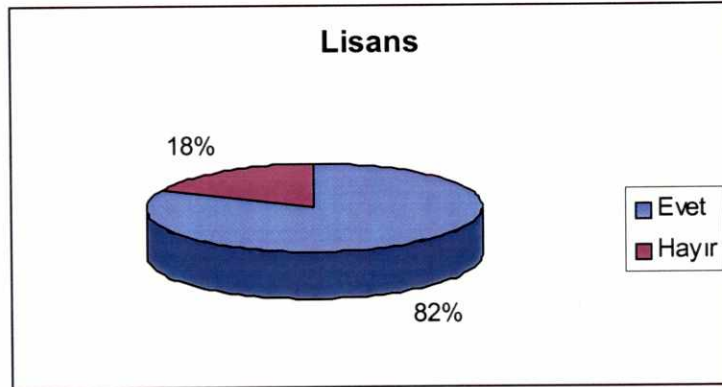
Mobil IP genellikle, çoklu Yerel Alan Ağları arasında mobil cihazları kullanan kullanıcıların olduğu telsiz şebekelerinde bulunduğundan, Telekomünikasyon Kurumu tarafından yapılan ve WLAN sistemlerinin Lisans, Arabağlantı, Dolaşım ve Tarife konularını da içeren anket mevcut düzenlemeler kapsamında değerlendirilmiştir.

Soruları ve amacı Ek-3'te verilen ve 16 adet İSS'in yanıtladığı anketin yanıtları genel olarak Şekil 5.11'de değerlendirilmiştir. İSS'lerin büyük çoğunluğu lisans almak istediklerini, diğer grup ise genel izin verilmesinin uygun olacağını, dolaşım ve arabağlantının olması gerektiğini, tarifelendirme konusunda ise bir sorun görülmediğini ifade etmişlerdir.



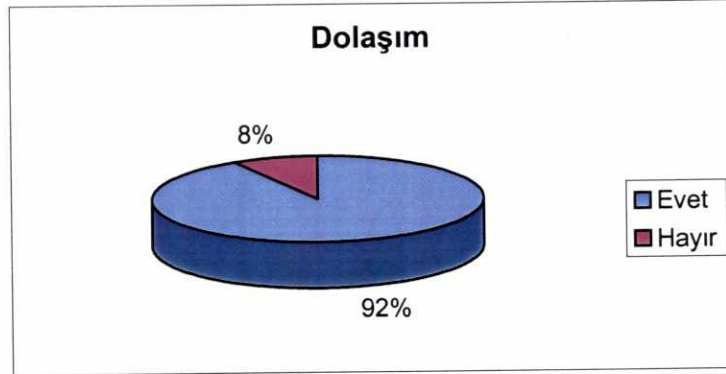
Şekil 5.10 İSS'lerin düzenlemeye ilişkin görüşleri

Lisanslama: WLAN'ların lisanslandırılmasına 16 işletmeciden 2 adedi olumsuz oy kullanmıştır (Şekil 5.12). Ancak, bu işletmeciler WLAN'nın Genel İzin kapsamında yetkilendirilmesini önermektedir. Bir işletmeci tarafından ise lisans bedelinin Genel İzin ücreti düzeyinde olması önerilmektedir .



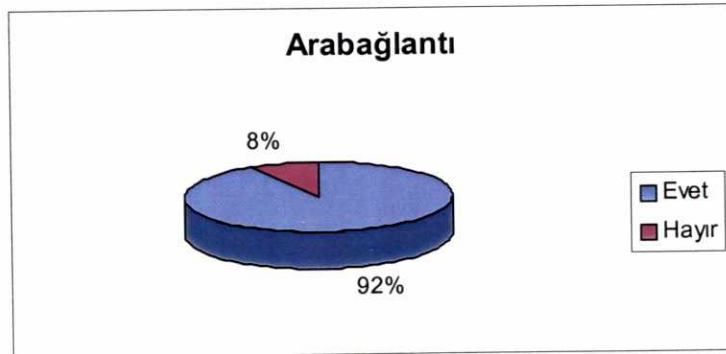
Şekil 5.11 Lisanslama

Dolaşım: 16 İşletmeciden 2'si bu konuda yanıt vermemiş olup, 14 işletmecinin %92'si gerekliliğine işaret etmektedir (Şekil 5.13). İki işletmeci de dolaşımın işletmeciler arasında yapılması gerektiğini belirtmektedir.



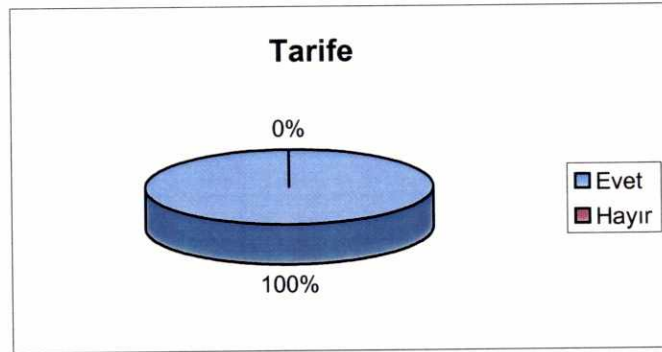
Şekil 5.12 Dolaşım

Arabağlantı : 16 işletmeciden 3'ü görüş bildirmemiş, diğer 13 işletmecinin 11'i ise arabağlantının gerekliliği konusunda görüş beyan etmişlerdir. Böylece, Arabağlantı talebi %92 olarak belirlenmiştir (Şekil 5.14). Düzenlemeye yönelik ise bir işletmeci Mevcut Arabağlantı ve Erişim Yönetmeliği'nin birçok ihtiyacı karşılayabileceğini ifade etmekte, üç işletmeci ise Arabağlantı ve Erişim Yönetmeliği'nin kısmen genişletilmesine ihtiyaç olduğunu belirtmektedir. Genel olarak, mevcut Erişim ve Arabağlantı Yönetmeliğinde bir takım değişikliklerle çözüme ulaşabileceği anlaşılmaktadır.



Şekil 5.13 Arabağlantı

Tarife : 4 işletmeci tarafından işletmecilerarası faturalaşmanın tarife problemini çözebileceği belirtilmektedir. Bir işletmeci ise tarifenin geçen trafik üzerinden aylık sabit ücret şeklinde hesaplandığı ve karasal hizmetlerdeki erişim tarifesinin uygulandığını belirtmektedir. Tarife ile ilgili olarak, 10 işletmeci ise görüş bildirmemiştir. Görüşler olumlu olarak değerlendirilmiştir (Şekil 5.15).



Şekil 5.14 Tarifelendirme

5.4. Mevcut Düzenlemeler Çerçevesinde Değerlendirilme

5.4.1 Birincil Düzenlemeler- Kanunlar

5.4.1.1 406 Sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu

406 sayılı Kanun'unun 27.01.2000 tarihinde 4502 sayılı Kanun'la değişikliğe uğramış 4üncü maddesinde "*Telekomünikasyon hizmetlerinin yürütülmesinde ve/veya telekomünikasyon altyapısı işletiminde ve bu hususlarda yapılacak düzenlemelerde aşağıdaki ilkeler nitelik ve nicelik itibarı ile gözönüne alınır*" ifadesi yer almaktadır. Telekomünikasyon hizmet kapsamında bulunan Mobil IP ve Mobil IP'de IPv6 protokolünün kullanılması hususunda da dolayısıyla bu nitelik ve nicelikler geçerliliğini korumaktadır. Konu maddenin aşağıda ifade edilen fıkralarında belirtilen;

"a) Herkesin, mâkul bir ücret karşılığında telekomünikasyon hizmetlerinden ve altyapısından yararlanmasını sağlayacak uygulamaların teşvik edilmesi.

c) *Bu Kanunda aksi belirtilmedikçe ya da objektif nedenler aksini gerektirmedikçe, niteliksel ve niceliksel devamlılık, düzenlilik, güvenilirlik, verimlilik, açıklıklık, şeffaflık ve kaynakların verimli kullanılması ilkelerinin gözetilmesi.*

f) *Kalkınma plan ve programlarındaki hedeflerin gözetilmesi.*

g) *Teknolojik yeniliklerin uygulanması ve araştırma/geliştirme yatırımlarının desteklenmesi.*

h) *Açık olarak belirlenecek hizmet kalitesi standartlarına uygunluğun sağlanması.” [64].*

hususları, Telekomünikasyon Kurumu'nun yaptırım ve/veya yönlendirmesine izin veren içeriğe sahip olup uygulama için dayanak teşkil edebileceği düşünülmektedir.

5.4.1.2 2813 Sayılı Telsiz Kanunu

2813 sayılı Telsiz Kanunu'nun Genel Esaslar başlığı altında yer alan 4 üncü maddesinin e) fıkrasında, *“İmal ve ithal edilen telsiz sistem ve cihazlarının çağdaş teknoloji gerekleri göz önünde tutularak yapılacak düzenlemelerle tesbit edilen standartlara uygunluğu sağlanır.”* ifadesi yer almaktadır [65]. Mobil IP her ne kadar bir telsiz sistem ve cihazı olmamakla birlikte WLAN telsiz sistemleri ile birlikte kullanılmaktadır. Bu nedenle, Mobil IP standardı ve Mobil IP'de kullanılan protokollerinin bu madde kapsamında değerlendirilebileceği düşünülmektedir.

2813 sayılı Telsiz Kanunu'nun Telekomünikasyon Kurumu'nun görevlerini açıklayan 7nci maddesinde *“Kurum telekomünikasyon hizmetlerinin yürütülmesi ve altyapısının işletilmesi ile ilgili hususları ve ayrıca hem bu hizmetlerde hem de genel olarak telekomünikasyon sektöründe rekabete aykırı davranış, plan ve uygulamaları re'sen veya şikayet üzerine incelemeye ve görev alanına giren konularda bilgi ve dokümanların sağlanmasını talep etmeye yetkilidir.”* ifadesi ile

Mobil IP'de rekabetle ilgili oluşabilecek hususlarda Telekomünikasyon Kurumu'nun müdahale edebileceği değerlendirilmektedir.

5.4.2 İkincil Düzenlemeler- Yönetmelikler

5.4.2.1 Telekomünikasyon Hizmet ve Altyapılarına İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği

İnternet Servis Sağlayıcılığı Hizmetine ilişkin yetkilendirme türü ve ilgili hükümler "Telekomünikasyon Hizmet ve Altyapılarına İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği'nin EK-A6 bölümünde yer almaktadır. WLAN işletmecilerinin yetkilendirilmeleri hususunda da bu yönetmelikten yararlanılabilir [66].

5.4.2.2 Ulusal Dolaşım (Roaming) Anlaşması Yapılması ile İlgili Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik

Konu Yönetmelikte, mobil telekomünikasyonun, data veya Kurumun belirleyeceği diğer hizmet veya altyapı işletmecileri arasında Ulusal Dolaşım (roaming) anlaşması yapılması ile ilgili usul ve esasları kapsadığı belirtilmekte olup [67] Mobil IP'nin uygulandığı sistemler (Örneğin WLAN'lar arası ve /veya Omurga şebeke- Ana Telekomünikasyon Şebekesi) arasındaki dolaşımın bu yönetmelik kapsamında düzenlendiği görülmektedir.

5.4.2.3. Tarife Yönetmeliği

Konu Yönetmeliğin Amaç bölümünde yer alan *"teknolojik gelişimin ve yatırımların teşvik edilmesi, ülke genelinde telekomünikasyon hizmetlerinin yaygınlaştırılması ile tüketicilerin korunması hususlarını gözeterek tarifelerin onaylanmasına"* ifadesi ile "İlkeler" başlığı altında yer alan Madde 5'in *"f) Telekomünikasyon hizmetleri arzını, teknolojik gelişmeyi ve yeni yatırımları*

özendirici olması," ve "g) Gelişen teknolojik şartlar çerçevesinde uluslararası standartlara ve ölçeklere yaklaştırılması," fıkraları Mobil IP'yi ve IPv4'ten IPv6'ya geçişi de desteklemektedir. Ayrıca, güvenlik konusunun yeni nesil İnternette daha fazla sağlanması ve e-Ticaret'e izin vermesi tüketicilerin (kullanıcıların) korunması açısından oldukça önemlidir.

Yönetmelikte, "Kurum tarafından, ilgili telekomünikasyon hizmetlerinde, bir işletmecinin hukuki veya fiili bir tekel olduğunun veya ilgili hizmet veya coğrafi piyasada hakim konumda bulunduğu veya etkin piyasa gücüne sahip olduğunun belirlendiği hallerde, işletmecinin kullanıcılara sunduğu telekomünikasyon hizmetlerinde uygulanacak tarifelerin onaylanmasına ve denetlenmesine yönelik usul ve esasları kapsar." [68] ifadesi ile Mobil IP hizmeti veren veya verecek olan işletmecilerin tarifelerinin de kapsandığı görülmektedir.

5.4.2.4. Erişim ve Arabağlantı Yönetmeliği

Konu Yönetmeliğin amacında yer alan "kullanıcıların mâkul bir ücret karşılığında telekomünikasyon hizmetlerinden ve altyapısından azami ölçüde yararlanmasını sağlayacak uygulamaların teşvik edilmesi, telekomünikasyon sektöründe verimliliğin, sürdürülebilir rekabet ortamının sağlanması ve uzun vadede kullanıcıların yararına olacak rekabet ortamının oluşturulmasına yönelik altyapı yatırımlarının desteklenmesi için telekomünikasyon şebekelerine, erişim ve arabağlantıya ilişkin usul ve esasları belirlemektir." [69] ifadesi ile Mobil IP hizmetleri için erişim ve arabağlantı hizmetinin de yönetmelik kapsamında yer aldığı anlaşılmaktadır.

5.4.2.5. Numaralandırma Yönetmeliği

Dünyada IP adreslerinin tahsisi konusunda düzenleyici kuruluşlar tarafından bir işlem yapılmamaktadır. IP adresleri RIPE NCC tarafından yönetilmekte ve

İnternet Kayıt İdarelerince ISS'lere tahsis edilmektedir. Ülkemizde de Numaralandırma Yönetmeliği IP adreslerini kapsamamaktadır. Ancak, dünya'da IP adresleri ile telefon numaralarının tek adres veya numara altında tanımlanması yönünde çalışmalar bulunmaktadır. Konu Yönetmeliğin [70], Ulusal Numaralandırma Planında Değişiklik Yapılması hakkındaki 24 üncü maddesi ile *"Kurum bu yönetmeliğe ilave olarak, numara türlerine özel ekler yayımlayabilir "* ifadesi ile 30 uncu maddesine ifadesine göre, gereksinim duyulduğunda değişiklik ve düzenlemenin yapılabileceği ifade edilmektedir.

5.4.2.6. Telekomünikasyon Sektöründe Kişisel Bilgilerin İşlenmesi ve Gizliliğinin Korunması Hakkında Yönetmelik

Yönetmelikte *"Katma Değerli Telekomünikasyon Hizmetleri: Aboneler arasında iletilen ses ve veri dahil... bilgisayar işlemleri....,"* olarak tanımlanmakta ve 10 uncu 19 uncu maddelerinde sırasıyla yer alan *"trafik verilerinin işleme yetkisi ile işletmecinin yetkisi altındaki kişiler ile telekomünikasyon hizmetlerinin faturalama ve trafik idaresi, müşteri hizmetleri ,yolsuzluk tesbitleri, elektronik telekomünikasyon hizmetleri pazarlama veya katma değerli hizmet ile görevli kişilere münhasırdır"* ve *"Aboneler yazılı ve elektronik abone rehberlerinin..."* [71] ifadelerden konu Yönetmeliğin Elektronik haberleşmeyi kapsadığı dolayısıyla Mobil IP'nin uygulandığı İnternet ortamın için de geçerli olduğu görülmektedir. Ayrıca, AB mevzuatına uyum sözkonusu olmaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Mobil IP, kullanıcının IP adresini değiştirmeden İnternet bağlantısını sürekli kılmasını, aynı zamanda hareket edebilmesini sağlayan bir teknolojidir.

“Mobil IP” teknolojisi incelendiğinde, mobilite desteği sağlayan IPv4 ve IPv6 diye adlandırılan iki adet protokolün bulunduğu, bunlardan halihazırda İnternette kullanılan IPv4’ün, hemen hemen 25 yıl önce geliştirilmiş olduğu, İnternetin hızlı yükselişi ve Mobil IP’nin büyük bir potansiyel olduğu gözönüne alındığında, sabit ve Mobil IP’de halen kullanılmakta olan IPv4’te bir takım sorunların yaşandığı ve yetersizliklerin bulunduğu, IPv6’nın ise IPv4’te yaşanılan sorunlara bir çözüm olarak özellikle Mobil IP için oluşturulduğu tespit edilmektedir.

IPv4’te yaşanan temel sorunlardan birincisi, mevcut kullanılabilir adres sayısının yetersizliğidir. Son yıllarda, İnternet servislerinde mobilite desteğine ilginin artması, İnternet kullanıcı sayısına bir artış olarak yansımaktadır. Bu da artan IP adresi gereksinimi demektir. Ayrıca, GPRS ve UMTS’e dayalı mobil data servisleri, İnternet geniş bant erişimi (sabit ve mobil veya gezgin, WLAN gibi) sürekli adres tüketicileri olmaktadır. Mobilitenin kullanım kolaylığı sayesinde, yakın gelecekte yeni teknolojilerin kullanımı ile birlikte adres kıtlığının neden olduğu sıkıntının daha da yoğun yaşanacağı ve Mobil IP ile birlikte mobilitenin yayılmasını engelleyeceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

İkinci temel sorun güvenlik kavramıdır. Güvenlik ihtiyaçları, gittikçe aktif olarak dikkati çekmekte ve önem kazanmaktadır. Tüm dünyada, e-ticaret’in yaygınlaşması yakın gelecekte kaçınılmaz olacaktır. IPv4 ise ticari olmayan kullanım için tasarlanmıştır. Dolayısıyla, Mobil IP’de IPv4 kullanıldığında

güvenlik için gerekli yapılanmayı sağlayabilecek veya çoklu yayın fonksiyonlarına cevap verebilecek yeterlilik olamayacaktır.

Mobil IP'de mobilite desteği sağlayan ikinci protokol ise IPv6'dır. IPv6, mevcut IPv4'te adres boşluğunun tükenmesi problemlerinin üstesinden gelinmesi, güvenlik, mobilite ve servis kalitesi gibi yeni teknoloji ve servisler için artan taleplerin kısmen karşılanması için doksanların ortalarında IETF tarafından geliştirilmiştir. IPv6, IPv4'te bulunmayan ve Mobil IP'de gereksinim duyulan mobilite destek verimliliği için birçok özellikleri içermekle birlikte özellikle "sürekli çalışır" durum uygulamaları, yeniden biçimlendirme, gelişmiş ağ güvenliği desteği ve daha hızlı ve verimli çalışmayı sağlamaktadır. Bu nedenle, IPv6'nın kullanımı, İnternetin gelecekteki performansında önemli farklılıklar yapacak, İnternet ve web'in büyümesine büyük katkı sağlayacaktır. Mobil IP'nin yayılma hızı, IPv6'nın yayılma hızının bir parçası olacaktır. Görülmektedir ki, IPv6'ya geçişe yol açan çok sayıda faktör bulunmaktadır. Bütün göstergeler, Ülkemizde de yeni nesil IP olarak adlandırılan ve başka bir deyişle Mobil IP demek olan IPv6'ya geçmenin kaçınılmaz olduğunu göstermekte ve birçok avantaj sağlayacağına işaret etmektedir.

Bu çalışmanın Dördüncü Bölümünde, OECD kaynaklarına göre İnternetin büyümeye devam ettiği ve Mobil İnternet kullanıcılarının giderek arttığı, Avrupa Konseyi'nin ve Asya-Pasifik ülkelerinin yaklaşımının Mobil IP'de IPv6'yı desteklemek yönünde olduğu, bu kapsamda e-Avrupa ve e-Devlet çalışmalarının hız kazandığı, çalışmaların devlet ve hükümet politikası şeklinde yürütüldüğü tespit edilmektedir. Tez çalışması çerçevesinde yapılan araştırmalar, dünyadaki tüm gelişmiş ülkelerin bu alanda önemli altyapı yatırımları yapmakta olduğunu³ ve buna yönelik büyük bir pazar yaratıldığını

³ Örnek olarak, Tayvan'da 2003 yılı için 1,7 milyar A.B.D. Doları bütçe ayrılmış, Kore gibi gelişmekte olan bir ülkede Hükümet 2003-2005 yılları için yaklaşık 67 milyar Euro yatırım planlamıştır. Japonya'da ise IPv6 pazarının 1,365 milyar Euro'ya genişleyeceği belirtilmektedir.

göstermektedir. Asya-Pasifik ülkelerinin lider konumunda olduğu, ancak tüm dünyada da önemle takip edildiğinin görüldüğü, Mobil IP'nin yaygınlaştırılması ve IPv6'ya geçişin ülkemiz açısından da gerekli olduğu düşünülmektedir. Bu sonuca göre, ülke gelişmişliğinin bir göstergesi olarak, Türkiye'nin dünya ile bütünleşmesinin sağlanması, gelişmiş ülkelerle yarışması ve işbirliği yapması ile e-Türkiye ve e-Devlet Projesinin daha hızlı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için bilgi teknolojileri sektöründe yenilikçiliğin ve gelişmenin önünü açacak, ekonomide verimliliği sağlayacak, toplumun gelişmesine katkıda bulunacak İnternette ve Mobil IP'de yeni bir teknolojik gelişme olan IPv6'ya geçişin sağlanması, yaygınlaşmasının yakından takip edilmesi, gerekli takvimin oluşturulması ve zamanında uygulamaya geçilmesi gerekli görülmektedir. Bunun için de telekomünikasyon ve bilişim sektörünün ülkemizdeki düzenleyici kurumu olan Telekomünikasyon Kurumu anahtar konumda bulunmaktadır. Bu nedenle, Telekomünikasyon Kurumu'nun gerek bilimsel ve araştırma kuruluşları, gerek sektörün tüm birimleri, gerekse hükümet ve diğer kamu kurum ve kuruluşları ile işbirliği içinde, ülkemizin kalkınmasında önemli rolü oynayacak olan bu projede aktif rol alması gerektiği düşünülmektedir.

Ayrıca, çalışmanın Beşinci Bölümünde, Türkiye'nin özellikle İnternet alanında, dünya istatistiklerinde alt sıralarda yer aldığı, İnternet hizmetinden sağlanan gelirlerin, telekomünikasyon hizmetleri gelirlerinin %3-4'ünü oluşturduğu, bu oranının Avrupa'da %22 civarında olduğu tespit edilmiştir. Telekomünikasyon ve İnternet erişimi için yapılan harcamaların çok düşük oluşu, bilgi toplumuna ulaşmada geri kalma "sayısal uçurum"un artması tehlikesine işaret etmektedir. Buna ek olarak, bilgisayar sahipliğine bağlı olmadan bilgisayar kullanım oranının %17,1 ve evinde İnternet bağlantısı olanların oranının ise %7 ile çok düşük bir seviyede olduğu görülmektedir. Ayrıca, ülkemizde İnternete bağlantı ücretlerinin AB bağlantı ücreti ortalamasının yarısının altında ve aday ülkelerdeki bağlantı ücreti ortalamasının ise ¼'ünden daha düşük olmasına rağmen, Türkiye'nin, AB

ülkeleri ve AB'ye aday diğer ülkelerin "İnternet kullanım ve İnternete erişim" yaygınlık oranlarının çok gerisinde kaldığı görülmektedir.

Çözümüne yönelik yaklaşımlardan birisi de mobil İnternetin kısaca Mobil IP'nin yaygınlaştırılmasında yatmaktadır. İnternet kullanım olanaklarının artırılması, kamuya açık alanlarda İnternet erişiminin sağlanması alınacak önlemlerden bazılarıdır. Mobil bilgisayarlaşmanın birçok avantajı olduğu öngörüsünden hareketle, Mobil IP ile; insanlara işlerini yürütmeye sağlanacak kolaylık, tren, uçak gibi ulaşım sektöründe hareket halinde İnternete erişilebilirlik olanağının sağlanması, gidilen her yerde yeni bilgisayarlaşma ortamı kurulması ve geliştirilmesi, İnternete güvenli ve kaliteli erişim gibi önemli faktörler, İnternet kullanımındaki yüzdenin üstel olarak artmasını sağlayacak önemli güçlerdir.

Mobil IP şebekesinin bir parçası olan WLAN'lar da, Mobil IP'nin uygulamasında ve yaygınlaşmasında önemli katkı sağlayacak ve İnternete erişim yüzdesini arttırmaya yarayacak sistemlerdir. Bu nedenle, Telekomünikasyon Kurumu'nca WLAN'lara uygulanacak düzenleme ve bürokratik işlemlerin, mümkün olduğunca basit olması halinde, WLAN'ların kurulup işletilmesi ve yaygınlaşmasına katkı ve kolaylık sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Mobil IP'nin yaygınlaştırılmasında ve IPv6'ya geçişte öncelikle İnternet Servis Sağlayıcıların buna hazır olması gerekli görülmektedir. Ülkemizde Mobil IP ve IPv6'ya geçişi değerlendirmek üzere yapılan anket sonuçları, IP adres kıtlığının orta vadede yaşanacağını, genel olarak sistemlerde IPv6 desteği bulunduğunu, İSS'lerin IPv6'ya geçişte büyük ölçüde istekli olduğunu ve IPv6'nın e-Türkiye'ye olumlu katkılarının olacağını ortaya koymaktadır. Ancak, IPv6'nın gelmesi ile İSS'ler arasında rekabet konusunda bir takım dengesizlikler oluşabilecektir. Bu dengesizliğin engellenmesinde ve rekabetin eşit ve adil koşullarda sağlanmasında Telekomünikasyon Kurumu'nun önemli bir rol üstlenmesini beklemek yanlış olmayacaktır.

Düzenlemeler kapsamında, AB Direktifleri ile ilgili mevzuat uyumunun büyük çoğunluğu gerçekleşmiş bulunmaktadır. Telekomünikasyon Kurumu'nun mevcut düzenlemelerinden Telekomünikasyon Hizmet ve Altyapılarına İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği, Ulusal Dolaşım (Roaming) Anlaşması ile İlgili Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, Tarife Yönetmeliği, Erişim ve Arabağlantı Yönetmeliği, Numaralandırma Yönetmeliği ve Telekomünikasyon Sektöründe Kişisel Bilgilerin İşlenmesi ve Gizliliğinin Korunması Hakkında Yönetmelik Mobil IP'yi kapsamaktadır. Bununla beraber, oluşabilecek gereksinimlerin değerlendirilmesi temelinde, birtakım ilave ve değişiklikler yapılabileceği düşünülmektedir.

Özet olarak Mobil IP'nin dünyaya paralel olarak gelişeceği, bu açıdan bakıldığında, IPv6'ya geçişin kaçınılmaz bir olgu olduğu, Türkiye'nin bilişim sektöründe atağa geçmesi ve İnternet kullanımının artırılması bir zorunluluk olarak değerlendirilmektedir. Bu konudaki girişimler ve gerekli önlemlerin hayata geçirilebilmesi için ise mevcut durumda halen yürürlükte olan mevzuatın yeterli bulunduğu mütalaa edilmektedir.

6.2. Öneriler

Bilindiği gibi, günümüzde gelişmiş ülkelerde bilgiye ulaşmanın en kolay yolu İnternet teknolojisinden geçmektedir. Ülkenin ulaşılması en zor köşelerine kadar uzanan bir altyapının kurulması, Mobil IP'nin kullanıldığı mobil İnternet şebekesi ile hız kazanacaktır. Bunun sonucu da doğal olarak, toplumsal kalkınma ve eğitim ve kültürel gelişmedeki rolü tartışılmaz olan telekomünikasyon sektörünün gelişimi açısından önemli katkı boyutunda olacaktır.

Günümüzde son kullanıcıya, hızlı ve kesintisiz İnternet, veri, ses ve video gibi çokluortam (multimedya) hizmetleri ulaşmaktadır. Özellikle iş dünyasında hızlı ve kesintisiz İnternet erişimine sahip olmak artık bir lüks olmaktan çıkmış,

KOBİ'lerle serbest çalışanlara kadar ulaşılması gereken bir zorunluluk haline gelmiştir. Bilim adamı, öğrenci ve toplumun diğer bütün kesimlerinde İnternet üzerinden bilgiye daha hızlı ve güvenli bir şekilde ulaşabilmek, çokluortam hizmetlerinden mâkul fiyatlarda yararlanmak, bilgi çağının gereklerinden biri olmuştur. Bu ortamın sunulması ve yaygınlaşmasının sağlanmasının Mobil IP ile hız kazanacağı ve mümkün olacağı değerlendirilmektedir.

Tez çalışmasından çıkarılan sonuçların değerlendirilmesi ışığında, ülkemizde Mobil IP konusunda yapılması gerekenler ve Telekomünikasyon Kurumu'nun bu konuda üstlenebileceği rol/görevler hususunda aşağıdaki tespitler yapılabilecektir:

- Mobil IP'nin yaygınlaştırılması ve IPv6'ya geçişe yönelik olarak bilgi teknolojilerinde ileri tüm ülkelerin gösterdiği çaba ve faaliyetlerden, ülkemizin de faydalanması planlanmalıdır. Bu amaçla, ülkemizde Telekomünikasyon Kurumu'nun koordinasyonunda ilgili kurum ve kuruluşların, üniversitelerin, işletmecilerin, endüstri kuruluşlarının, sivil toplum örgütlerinin ve KOBİ'lerin katılımının sağlanmasıyla;
 - IPv6 ile İnternet ve Mobil IP'nin yayılma hızı ve sürecini tespit etmek,
 - Kurum ve kuruluşlararası birlikteliği sağlamak,
 - Öneri, görüş ve konuları paylaşmak,
 - IPv6 konusunda çeşitli yazılım ve donanım ürünlerinin üretilmesi ve arttırılması ile dış pazarlarının yaratılmasını teşvik etmek,
 - Altyapının geliştirilmesine yönelik tespitlerde bulunmak,
 - Eğitime destek sağlayacak faaliyetleri oluşturmak ve/veya buna ilişkin kararları almak,
 - Ülke politikası ve stratejilerine katkı sağlayacak temel görüşleri oluşturmak,

- Bilişim sektörünün diğer bazı sektörlerde olduğu gibi teşvik kapsamına alınması yönünde araştırma yapmak ve görüş belirlemek,
 - e-Türkiye projesi ile bu konuyu ilişkilendirmek ve ayrılması gereken mali desteği belirlemek,
 - Alınan kararlar ve stratejileri hükümete sunmak,
- amacıyla ülke çapında bir Forum düzenlenmelidir.

- Ülkemizde İnternet kullanım oranının arttırılmasına yönelik olarak bilgilendirme amaçlı seminerler verilmeli, çözüme yönelik yaklaşımların tartışıldığı paneller düzenlenmeli; buna ek olarak Milli Eğitim Bakanlığı, Çocuk Esirgeme Kurumu ve Sosyal Hizmetler Kurumu ile işbirliği içerisinde Mobil IP'nin sağlayacağı avantajlarla birlikte özellikle okullarda İnternete erişim için geçici (örneğin birer ay süreli) sistemlerin kurulması sağlanmalı (örneğin, fazla sayıda cihaz ithalatı durumunda bu sistemlerden test ve deneme amaçlı olarak yararlanılması gibi), gerekli araç ve gereçlerin teminine katkıda bulunulmalı ve halihazırda konu kurumlar için vergide teşvik ile birlikte sabit İnternette uygulanan ücret indiriminin Mobil IP'de de uygulanması sağlanmalıdır.
- Mobil IP'yi uygulamada, İnternet Servis Sağlayıcıların anket sonuçlarında da görülen istekliliği önemli olup, fakat ilk adımın Telekomünikasyon Kurumu tarafından atılması gerekli görülmektedir. Sektörde yenilikçiliğin ve gelişmenin önünün açılması ile rekabet ortamının yaratılması yaşamsal önem taşımaktadır. Hizmetleri zenginleştirecek ve çeşitlendirilmesine yön verecek olan İnternet Servis Sağlayıcı İşletmecilerin teşvik edilmesi önemli katkı sağlayacaktır. Bu kapsamda, ISS'lerin piyasaya girişi önünde varsa engellerin kaldırılması, yetkilendirme evraklarının asgariye indirilmesi ve yetkilendirme ücretlerinin sembolik bedele dönüştürülmesi İSS'lerin gelişimi açısından önemli katkılardır. Ayrıca, Arabağlantı ve Erişim, Tarife gibi

konularda yapılacak düzenlemelerde, İSS'lerin hizmet sürdürebilir ve gelişimine ivme kazandırıcı gelirler elde etmesi için gerekli tedbirlerin alınması, kiralık hat gibi hizmet ana giderlerinin maliyetlerinin azaltılması hedeflenmelidir.

- Sabit ve Mobil IP'de IPv6 ve IPv4'ün bir arada olması uzun ve kaçınılmaz olacaktır. Geçişin belirli bir takvime bağlanması gerekmektedir. Omurga işletmecisi tarafından önerilen IPv6 altında geçiş sunumlarının (tekliflerinin) zaman takvimi oluşturulmalıdır. En geç İki yıllık bir süre içinde, IPv6'ya geçişte AB ülkeleri ortalamasına uyum sağlanması hedeflenmelidir. Ayrıca hizmetler ve içeriklerine, kullanıcıların ücretsiz erişimini sağlamak için işletmeciler ve İSS'ler tarafından uyulması gerekli prensipler oluşturulmalı ve izlenmelidir. Bu arada, Mobil IP/IPv6'nın yayılması da sağlanmalıdır.
- İnternetin hızla yaygınlaşmasının sağlanması ve bilgi toplumunun yaratılması ülkenin kalkınması olacaktır. Bu amaçla, mobil İnternet'e kullanıcıların mâkul ücretlerle erişiminin sağlanması yönünde gerekli rekabet koşullarının oluşturulması, verilecek içerik hizmetleri ile de yerli katkıyı ve katma değeri arttırıcı tedbirler alınmalıdır. IPv4'ten IPv6'ya geçiş döneminde özellikle büyük gereksinim duyulacak yazılım konusunda üretim yapılmasını özendirerek, destekleyecek ve sağlayacak teknokentler, üniversiteler gibi ilgili kurum ve kuruluşlarla koordinasyon sağlanmalıdır. Ayrıca, alternatif bilgi erişiminden başka bir deyişle, her yerde her ortamda bilgiye erişebilirliği sağlayan hizmetlerden yararlanmasını özendirici yaklaşımla, Mobil IP hizmetlerinin Evrensel Hizmet kapsamında yer alması yönünde ileriye dönük çalışmalar yapılması uygun görülmektedir.
- Mobil IP'nin şebekeleşmesinde önemli bir yer tutan WLAN ve Wi-Fi sistemleri, yakın gelecekte çok hızlı bir şekilde kurulup işletilmeye başlanacaktır. Bu sistemlerin kurulma aşamasında, Mobil IP'de IPv4

kullanımı ile yakın gelecekte atıl kapasitenin yaratılmasını önlemek amacıyla, Telekomünikasyon Kurumu tarafından Mobil IP ile İnternet bağlantısında IPv6 protokol standardının kullanılmasının tercihi yetkilendirme koşullarında yapılacak düzenlemelerle özendirilmelidir.

- AB Komisyonu'nun Mobil IP ile birlikte İnternette IPv6'nın hızlı yayılımını ve kullanımını garanti altına alma çalışmalarına [39,26], ülkemizin aktif katılımı için çaba gösterilmelidir. Bu amaçla, Avrupa Komisyonu IPv6 Görev Birliği" Grubunun çalışmalarını takip etmek ve entegrasyonun sağlamak üzere, "Telekomünikasyon Kurumu'nun koordinatörlüğünde, omurga işletmecisi, İSS'ler ve diğer telekomünikasyon işletmecileri ile cihaz imalatçıları bir araya getirecek ve e-Türkiye Projesi kapsamında IPv6 ile ilgili olarak birlikte çalışmasını sağlayacak bir Çalışma Grubu oluşturulmalı ve bu gruba üniversitelerin temsilcilerinin de gerektiğinde katılımı sağlanmalı ve desteklenmelidir.
- Elektronik sanayiinde dünyada hemen hemen lider konumunda olan Uzak Doğu ülkeleriyle temas geçilmeli, atılacak adımlarda onların stratejilerinden yararlanılmalı, tesis ve teknoloji transferini sağlayacak olanaklar oluşturulmalı, imalatçı firmalar yönlendirilmeli ve mümkün olduğunca süreç açısından paralellik sağlamalıdır. Ayrıca, tarihsel ve kültürel geçmişimiz bulunan Türk Cumhuriyetleri'nin bakir pazarı garanti altına alınmalı, ticari gelişmeleri ön plana çıkarıcı çalışmalar yapılmalıdır. Tesis, yatırım ve transferi yapılacak teknoloji ile Türkiye'nin önemli pazar payına sahip olması sağlanmalıdır.
- IPv4 ve IPv6'nın aynı anda çalışması sırasında rekabetle ilgili olarak oluşabilecek sorunlara karşı (örneğin IPv6'yı kullanan İSS'lerin IPv4'ü kullanan İSS'lere göre üstünlük sağlama çabası) kaynaklanacak ve sektörde rekabetin dengesini bozacak bir ortamın oluşturulmasını

engelleyecek) önlemlerin alınmasına yönelik olarak, bir çalışma yapılması ve bu çalışma sonucuna göre, gerekirse bir tebliğ yayımlanması uygun görülmektedir.

- IPv4'ten IPv6'ya geçiş sürecinde oluşturulacak takvim dahilinde, İSS'lerle belirli sürelerde (üç ya da aylık periyodlar dahilinde) toplantılar düzenlenmeli, sektör izlenmeli ve gelişmeler takip edilmelidir.
- Belli bir süre için İnternete erişim ücretlerinin düşürülmesinin teşvik edilmesi yönünde çalışmalar devam ettirilmelidir. Ayrıca, tarife onaylarında kamu kurum ve kuruluşları, kobiler ve eğitim organları gibi ülkenin öncelikli kuruluşları için yapılan iyileştirmelerin diğer sosyal kesim ve gruplara da yaygınlaştırılması sağlanmalıdır.

KAYNAKÇA

- [1] Mobile IP, s.5
www.cisco.com/univered/cc/td/doc/product/software/ios120/120newft/120t/
 Son Erişim Tarihi : 06.09.2004
- [2] Mobile IP
http://webopedia.com./TERM/M/Mobile_IP.html
 Son Erişim Tarihi : 06.09.2004
- [3] Ghosh, D., 2000, Mobil IP, ACM Crossroads Student Magazine,
ACM Crossroads Discussion Board : Mobile IP.
www.acm.org/crossroads/xrds7-2/mobileip.html
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [4] IP Routing for Wireless/Mobile Hosts (mobileip),.01.10.2002.
<http://www.ietf.org/html.charters/mobileip-charters.html>
 Son Erişim Tarihi :26.07.2004
- [5] Geier, J.,2002, Wireless LANs Second Edition, SAMS Publishing,U.S.A..
http://www.amazon.com/gp/reader/0672320584/ref=sib_dp_pt/102-4705854-1077706#reader-page
 Son Erişim Tarihi :24.09.2004
- [6] Oral,A. İnterneti Geliştirme Çalışmaları-1, 03.09.2001.
http://dergi.tbd.org.tr/yazarlar/03092001/ahmet_oral.htm
 Son Erişim Tarihi : 21.09.2004
- [7] H.H'mimy. SMU EE 8315 Advanced Topics Wireless Communications-Spring'03, Southern Methodist University.
- [8] Perkins,C.E.,1998, Mobile Networking Through Mobile IP, IEEE Internet Computing,
<http://computer.org/internet>
 Son Erişim Tarihi : 21.09.2004
- [9] Baştanlar, Y. , Mobil IP & İts Applications in the World, ODTÜ,Graduate Seminar 2003.
- [10] Schefström, D., May 2002, The Architecture of a Mobile Internet, CDT, Sweeden,
www.imit.kth.se/~dick56/RadioSphere/ArchitectureOfAMobileInternet.pdf
 Son Erişim Tarihi : 07.08.2004

- [11] ipUnplugged AB 2003 .IPU-2001:0013, Rev C
www.ipunplugged.com/pdf/NetworkingMobileIP.pdf
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [12] Carli M., Neri Alessandro, Picc A.R., Mobile IP and Cellular IP Integration for Inter Access Networks Handoff, University of "Roma Tre", Lucent Techonologies, Italy S.p.A, Italy.
- [13] Baykal, N., 2001, Bilgisayar Ağları : Veri İletişimi, Yerel-Geniş Ağlar, İnternet Teknolojileri, SAS Bilişim Yayınları, Turkey, s. 346, 352.
- [14] McCann, P.J., Hiller, T. August 2000, An Internet Infrastructure for Cellular CDMA Networks Using Mobile IP, IEEE Personal Communications.
<http://www.comsoc.org/pci/private/2000/aug/mccann.html>
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [15] Tandjaoui D., Badache N., Bettahar H., Bouabdallah A., Seba H., 2003, Performance Enchancement of Smooth Handoff in Mobile IP by Reducing Packets Disorder, 0-7695-1961-X/03 \$17.00 8c) 2003 IEEE.
- [16] Brewer, E.A., Kattz, R.H., Amir, E., Balakrishnan, H., Chawathe, Y., Fox, A., Gribble, S..D., Hodes, T., Nguyen, G., Padmanabhan, V.N., Stemm, M., Sashan, S., Henderson, T. , A Network Architecture for Heterogenous Mobile Computing, University of California at Berkeley, U.S.A.
<http://daedalus.cs.berkeley.edu/new.papers/Barwan.pdf>
<http://research.microsoft.com/padmanab/papers/ieeepcs98.pdf>
 Son Erişim Tarihi :05.06.2004
- [17] Yokoto H., Idoue A., Hasegawa T., Kato T., 2002. Link Layer Assisted Mobile IP Fast Handoff Method over Wireless LAN Networks, MOB/COM'02, September 23-28,2002, Atlanta,Georgia, USA.
- [18] Seneviratne A., Sarikaya B., 27 March 1998, Cellular networks and mobile İnternet, University of Technology, Sydney, Australia.
- [19] Network design with Mobile IP,
www.isoc.org/isoc/conferences/inet/01/CD_proceedings/T40/inet_T40.htm
 Son Erişim Tarihi : 27 Ağustos 2004
- [20] Johnson, D., Mobility Support in IPv6, draft-ietf-mobile-ipv6-21.txt.
www.draft-ietf-mobileip-ipv6-24.htm
 Son Erişim Tarihi : 07 Temmuz 2004

- [21] Prasad, R., Rugieri, M., Technology Trends In Wireless Communications, Chapter 3 ,Artech House, Boston. London , 2003, ISBN: 1-58053-352-3
www.artechhouse.com
Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [22] Patil, B., Saifullah, Y., Faccin,S., Sreemanthula, S., Aravamudhan, L., Sharma,S., Mononen, R., IP in Wireless Networks, Prentice Hall PTR, January31, 2003, ISBN : 0-13-066648-3.
- [23] Jain, P., Kelkar, R., Mobile IP: Enabling Mobility for the 3G Wireless Internet, April 2003, TATA Consultancy Services.
- [24] Chen, C.Y., Mobility with the Internet and IP Networks, 23 August 1999, the University of Birmingham.
- [25] Johnson, D., Mobility Support in IPv6, draft-ietf-mobile-ipv6-24.txt.
www.draft-ietf-mobileip-ipv6-24.htm
Son Erişim Tarihi : 07 Temmuz 2004
- [26] 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>
Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [27] Egevang, K., Francis, P.,The IP network Address Translator (NAT), May, 1994.
<http://www.ietf.org/rfc/rfc1631.txt>
Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [28] Kandemir, A. "Numaralandırma 2001" Konferans Raporu, CEPT/ERO, CMA, NeuStar-Haziran 2001, Londra.
- [29] Vocea, S., Management of Internet Resources, ITU Workshop, Fiji, 1December 2003.
<http://www.apnic.net/community/presentations/docs/other/1>
Son Erişim Tarihi :10.01.2005
- [30] IDATE and Pardieu Brocas Maffei&Leygonie's Office, Study on IPv6 Migration/ October 2002, France. s.1,2
<http://www.art-telecom.fr/publications/etudes/synt-8entr/synt-ipv6/synt-ipv6-gb.htm>
Son Erişim Tarihi :04.08.2004

- [31] Understanding IP Addressing: Everything You Ever Wanted To Know, 3Com, s.1,2.
http://www.3com.com/other/pdfs/infra/corpinfo/en_US/501302.pdf
Son Erişim Tarihi : 14.08.2004
- [32] Jamhour, E., Storoz, S., PPGIA, Implementing Wireless Networks with Transition Mechanisms, Proceedings of th XXII International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC'02), 1522-4902702, 2002 IEEE.
- [33] Rekhter, y., Moskowitz, B., Karrenberg, D., Groot, G. J., Lear, E., Address Allocation for Private Internets, February 1996.
<http://www.faqs.org/rfcs/rfc1918.html>.
Son Erişim Tarihi :05.08.2004
- [34] Directorate for Science, Technology and Industry Committee for Information, Computer and Communications Policy, Communications Outlook , 2005, OECD. Chapter 5, s.4,8,35.
- [35] Internet Engineering Workshops, IPv6 Addressing,
<http://ipv6.internet2.edu/fiu/presentations/01-ipv6-addressing.ppt>
Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [36] 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>
Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [37] Drabik P. , DG Information Society F2 European Commission.
www.cs.ucl.ac.uk/research/6winit/presentations/kickoff/0116.ppt
Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [38] [www.ispo.cec.be/ief/InternetPoliciesSite/Organisation/COM\(2000\)202.doc](http://www.ispo.cec.be/ief/InternetPoliciesSite/Organisation/COM(2000)202.doc)
Son Erişim Tarihi : 26 Temmuz 2004
- [39] Drabik, P., Martinez, J.P. ,Ucendo C.R., Jongh, T. Press Release, European Commission showcases deployment of IPv6, the new Internet Protokol, December 22, 2003, Brussels.
www.global-ipv6.net/documents/event_pr_v8.pdf
Son Erişim Tarihi :04.08.2004

- [40] OFTEL, New EC Regulatory for the regulation of electronic communications.
http://www.oftel.gov.uk/ind_info/eu_directives/index.htm
Son Erişim Tarihi : 04.08.2004
- [41] Stachy, S., A Global Showcase:The Future of IP Networks in Asia, Comm Works Asia Pasific, 23.03.2003.
<http://unpan1.un.org/intradoc/groups/public/documents/APCITY/UNPAN008648.pdf>
Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [42] InnovAsia Research publishes the first report to the world, "IPv6 Applications" s.
www.jap.presse.com/innovasia-research/files/IPv6%20applications_eng.pdf
Son Erişim Tarihi : 27.07.2004
- [43] Ito K., IPv6 Activities Update in Asia-Pascific, IPv6 Promotion Council, Japan, ICANN GAC IPv6 Workshop Carthage, 29th Oct.,2003.
http://www.gac-icann.org/web/meetings/mtg17/GAC_IPv6_workshop_IPv6_Promotion_Council_of_Japan.pdf
Son Erişim Tarihi : 15.06.2004
- [44] Internet, a review of the French market, march 2003, s.12.
<http://www.art-telecom.fr/eng/index.htm>
Son Erişim Tarihi : 16.08.2004
- [45] Summary of the Public Consultation on WLAN Techonology, April, 2002
<http://www.art-telecom.fr/eng/index.htm>
Son Erişim Tarihi : 16.08.2004
- [46] Dr Leo Lehmann L., OFCOM, Mobile & Satellite Services, E-mail message.
Leo.Lehmann@bakom.admin.ch , 03.03.2004
- [47] IPv6 Standardization, 02.03.2004, Finland.
www.ficaro.fi/englanti/tele/IPv6.htm.
Son Erişim Tarihi : 11.05.2004
- [48] German IPv6 Summit by German IPv6 Task Force 2004,
<http://linda.ipv6.berkom.de/summit/index.html>
Son Erişim Tarihi :04.08.2004

- [49] IPv6 SUMMIT Germany, s.3, Bonn-Bad Godesberg
http://www.Linda.ipv6.berkom.de/summit/01_Bosco.E.Fernandes_Opening_Remarks_from_the_host.doc
 Son Erişim Tarihi : 16.08.2004
- [50] Taiwan IPv6 update
www.ndhu.edu.tw/~comput/HCC/TaiwanIPv6update.doc
 Son Erişim Tarihi : 22.07.2004
- [51] Lee,F., Ph.D,The IPv6 Deployment and Development in Taiwan,
 8.28.2003
www.apan.net/meetings/busan03/materials/ws/nrw/IPv6-Deployment-Taiwan-Lee-8-28-2003.ppt
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [52] Thomas, A.,FCC, , E-mail message, March 23, 2004 9:41 PM.
Alan.Thomas@fcc.gov
- [53] 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_public_d3_4v1_3.pdf
 Son Erişim Tarihi : 09.06.2004
- [54] TK-SAS Dairesi Başkanlığı Veri Tabanı Dokümanı, Aralık 2004.
- [55] TBS-İletişim Alt Yapısı Raporu
http://www.taek.gov.tr/taek/bet/pdf/iletisim_altyapisi.pdf
 Son Erişim Tarihi : 09.08.2004
- [56] TÜBİTAK-BİLTEN, BTYKA-2000 Kamusal Değerlendirme Raporu, Ocak 2001, Ankara.
http://bilisimsurasi.org.tr/cg/egitim/kutuphane/Tubitak_Bilten_raporu.pdf
 Son Erişim Tarihi : 09.08.2004
- [57] e Europe-2003 Progress Report, June 2002.
- [58] e Europe Plus-2003 Progress Report, February 2004.
- [59] Akdemir, E., Erdem B., Locksley G., A Comparative Analysis of the Turkish Telekommunikations Sector, SPO,Bilkent University,World Bank, May 1, 2003.
- [60] 4th Report on Monitoring of EU Candidate Countries (Telecommunication Services Sector)

- [61] TNET hakkında.
http://www.telekom.gov.tr/webtech/default.asp?sayfa_id=202
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [62] TTWINET (WLAN).
http://www.telekom.gov.tr/webtech/default.asp?sayfa_id=68
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [63] WLAN Kablosuz İnternet Servisi
<http://www.winet.telekom.gov.tr/wlan.htm>
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [64] 04.02.1924 Tarih ve 406 sayılı Telgraf ve Telefon Kanunu.
<http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/Kanunlar/Kanunlar.htm>
- [65] 05.04.1983 Tarih ve 4502 sayılı Telsiz Kanunu.
<http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/Kanunlar/Kanunlar.htm>
- [66] Telekomünikasyon Hizmet ve Altyapılarına İlişkin Yetkilendirme Yönetmeliği,2004.
<http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/yonetmelikler/Yonetmelikler.htm>
 Son Erişim Tarihi :23.09.2004
- [67] TK, Ulusal Dolaşım (Roaming) Anlaşması Yapılması ile ilgili Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelik, 2001,
http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/yonetmelikler/Ulusal_Raoming_yonetmelięi_Turkce.pdf
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [68] TK, Tarife Yönetmeliği, 2001,
<http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/yonetmelikler/Yonetmelikler.htm>
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [69] TK, Erişim ve Arabağlantı Yönetmeliği, 2003,
http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/yonetmelikler/erisim_arabaglanti_yonetmelięi.pdf
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004
- [70] TK, Numaralandırma Yönetmeliği, 2004,
<http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/yonetmelikler/NumaralandirmaYonetmelięi.pdf>
 Son Erişim Tarihi :04.08.2004

- [71] TK, Telekomünikasyon Sektöründe Kişisel Bilgilerin İşlenmesi ve Gizliliğinin Korunması Hakkında Yönetmelik, 2004, TK, [http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/yonetmelikler/Kisisel Bil Yon 06_02_04.pdf](http://www.tk.gov.tr/Duzenlemeler/Hukuki/yonetmelikler/Kisisel_Bil_Yon_06_02_04.pdf)
Son Erişim Tarihi :04.08.2004

EK-1 DÜZENLEYİCİ OTORİTELERE GÖNDERİLEN ANKET**QUESTIONNAIRE
Mobile IP / IPv6****Billing**

1. Which billing methods for mobile IP services shown below are using in your country?

- Web surfing
- Sending e-mail
- Receiving e-mail
- Network news
- Content hotel
- Directory service
- Online gaming
- Personal finans services
- Information services
- Internet fax
- Website hosting
- Virtual private networks
- Unified messaging

Licences

1.How about cellular and Mobile IP licencing?

2.Which services are Value-added services on İnternet?

Interconnection

1. What is the new business models in IP transit and peering (including sound peering connections)?
2. How ISPs can infiltrate the hierarchical structure of peering-it is on issue of cost and service
3. How ISP's peer with one another?
4. How is the connection in IPv6 in the provinces ?

Networking

1. What should be Mobile IP business infrastructure platform for service providers or other operators?
2. How Mobile IP busines infrastructure platform will be organized?

Deployment

1. What are service providers's actual mobile IP deployment plans, revenue expectations and investment budgets?
2. How is the IPv6 deployment plan?
3. How can service providers operate efficiently and effectively in such environment?
4. IP service provisioning manual or automated?

EK-2 MOBİL IP VE YENİ NESİL IP'YE (IPV6) GEÇİŞ KONUSUNDA İŞLETMECİ VE İSS'LERE YÖNELTİLEN SORULAR

“SORGULAMA”

Son yıllarda İnternetin büyümesi ve mobil kullanımdaki belirgin artışla birlikte, “Mobil ve IP” konsepti, günümüzde Telekomünikasyon Sektörünü düzenleyen, politikalar üreten ve stratejiler oluşturan Regülasyon İdareleri için önemli konuların başında yer almaktadır. Mobil IP, mobil bilgisayarların bağlantı noktası ne olursa olsun IP adresi değişmeksizin İnternete bağlı kalmasını olanaklı kılan ve TCP gibi daha yüksek protokollere açık, İnternet protokolu üzerine inşa edilen bir standard protokoldür. Gerek Avrupa Konseyi'nde gerekse Asya-Pasifik ülkelerinde, günümüzde kullanılan IPv4'ün yerini alacak yeni protokol IPv6 üzerinde yoğun olarak çalışılmaktadır.

Bu çerçevede, Telekomünikasyon Kurumu olarak, Türkiye'de de bir yaklaşım ortaya konulmasının gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Bu amaçla, özellikle Mobil IP'de servis kalitesi ve güvenliği daha yüksek, geliştirilmiş adres yeteneğine sahip IPv6 teknolojisinin incelenmesi, yayılması, işletmeciler arası dolaşımı, ISS servisine açılması konuları Kurumumuzca araştırılmakta olup, Mobil IP servisine katkıda bulunacak mevcut düzenlemeler ve Dünyadaki genel eğilimler çerçevesinde Türkiye için öneriler ve stratejiler oluşturulması hedeflenmektedir. Konunun Omurga İşletmeci ve ISS ler açısından analizi, yaklaşımları, sağlayacakları avantajlar ve karşılaşılabilecekleri sorunlar büyük önem taşımaktadır.

Bu çerçevede, Kurumumuzca bir sorgulama hazırlanmış bulunmaktadır. Konu Sorgulanmanın 8 Mayıs 2004 tarihine kadar cevaplandırılması ve görüşlerinizin bu konuda oluşturulacak strateji ve politikalarda yer almasına ve düzenlemeye yönelik önerilerinizin Kurumca dikkate alınmasına yol açacak,

sonuç olarak ta Ülkemizin bilgi çağında hızla ilerlemesine, yurt içinde sayısal uçurumun engellenmesine, Bilgi Teknolojileri ve Telekomünikasyon alanında Dünyada ön sıralarda yer almasına katkıda bulunacaktır.

1. İlgili IP Tahsis İdaresine başvurduğunuzda, talebiniz ölçüsünde IP adres tahsisi yapılıyor mu?
2. Ülkemizde IP adresi tahsisinde bir sıkıntı yaşıyor musunuz? Yakın gelecekte IP adres kıtlığı sıkıntısı yaşanabileceğini düşünüyor musunuz?
3. Mobil IP'yi desteklemek için yaklaşımınız nedir? Bu konuda yürütülmekte olan herhangi bir çalışmanız var mı? Mobil IP kapsamında nasıl bir altyapıya ihtiyacınız olacağını düşünüyorsunuz?
4. Bugün kullanılan mobilitayı de destekleyen IPv4'ten, gelişmiş ağ güvenliği desteği sağlayan, IPv4'te bulunmayan mobilite destek verimliliği ile geliştirilmiş adres yeteneğine sahip IPv6'ya geçiş konusunda düşünceleriniz nelerdir?
5. IPv4'ten IPv6'ya geçişte şebeke güvenliği ve adresleme açısından yaşanabilecek sıkıntılar nelerdir?
6. TTAŞ , IPv6'da data geçişini garanti edebilecek mi ?
7. IPv6 protokolünün kullanılması durumunda etkilenecek ekipmanlarınız (yazılım ve donanım olarak) nelerdir? Öngördüğünüz yaklaşık maliyet ne düzeydedir?
8. Sisteme yapmayı düşündüğünüz tahmini yatırım miktarı ne kadardır?
9. IPv4'ten IPv6'ya geçişin uç kullanıcılara yansımaları neler olacaktır?

10. IPv6'ya geçiş için sizce öngörülen tarih ne olmalıdır ? Őirketinizde bu süreç ne kadar olacaktır? Ticari açıdan bakıldığında Şirketinizin bu geçişi hangi tarihte tamamlaması gerekmektedir?
11. WLAN servisinin aralığı içinde olan mobil kullanıcılara geniş bant erişimi sunmak için ihtiyaç duyulan ilave kapasite nedir?
12. WLAN'larda IPv6'nın IPv4'e göre güvenlik avantajının katkıları neler olabilir?
13. WLAN Kablosuz İnternet Servisi veriyorsanız, kaç adet hot-spot noktanız bulunmaktadır? Ücretlendirme konusunda nasıl bir yöntem uyguluyorsunuz?
14. IPv6'nın IPv4 ile birlikte kullanımı sırasında, işletmeciler arasında rekabetin sağlanması açısından alınması gereken önlemler neler olmalıdır?
15. Mobil IP'de arabağlantı ve dolaşım konusunda görüş ve önerileriniz nelerdir? Mevcut düzenlemeler yeterli midir? Konuya ilişkin teknik ve hukuki anlamda ne tür düzenlemeler yapılması gerektiğini düşünüyorsunuz?
16. Telekomünikasyon Kurumu'ndan Mobil IP konusunda beklentileriniz nelerdir? Bu konuda Kurumca yapılacak çalışmalara ne tür katkılar sağlayabilirsiniz?
17. IPv6'nın hızlı yayılımı ve kullanımınının, E-Türkiye konusunda sizce katkıları neler olacaktır? Kurumun bu konuda stratejisi ve genel politikası ne olmalıdır?
18. Konuya ilişkin diğer görüş ve önerileriniz nelerdir?

EK-3 WLAN UYGULANMALARINA YÖNELİK İSS'LERE GÖNDERİLEN SORULAR

“SORGULAMA”

Telsiz teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak mobil bilgi ve iletişim pazarında da gelişmeler olduğu, yeni mobil ürün ve teknolojilerin geliştirildiği ve hizmete sunulduğu malumunuzdur. Bu teknolojilerden Kablosuz Yerel Alan Ağları (WLAN -Wireless Local Area Networks) geleceğin ağları olma yolunda sürekli gelişme içerisindedir. Bu nedenle gerek toplumun gerekse sektörün ilgi odağı haline geldiği görülmektedir. Genelde 2.4 GHz ve 5 GHz frekans bantlarında çalışan Kablosuz Yerel Alan Ağlarının gelişimi hakkındaki mevcut beklentileri tesbit etmek ve olası gelişmeleri de takip ederek piyasada kaosu önlemek için gerekli düzenleme çalışmalarını başlatmak üzere aşağıdaki soruların karşılıklarını bulmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

1. **WLAN** sistemlerinin hangi frekans bandında gelişeceğini ve ne kadar bant genişliğinin yeterli olacağını düşünüyorsunuz?
2. **WLAN** sistemlerinin kapalı alanlarda mı yoksa halkın kullanımına yönelik olarak açık kamu alanlarında mı gelişeceğini düşünmektesiniz? Kamu açık alanlarındaki kullanım nedeniyle muhtemel enterferans problemi ve çözüm yöntemi konusundaki düşünceleriniz nelerdir?
3. Kamu açık alanlarında (Taksim gibi) birden fazla işletmecinin hizmet vermesi durumunda karşılaşılması muhtemel sorunlar nelerdir?
4. Özellikle Kamu alanlarında çalışan **WLAN** sistemleri için şebekeler arası dolaşım (roaming) yapılabilir mi? Bu durumda tarife yapıları nasıl olmalıdır?

5. Mobil kullanıcı kimliklerinin tesbiti ve izinsiz (kaçak) kullanımın önlenmesi için nasıl bir yöntem uygulanmalıdır?
6. **WLAN** işletmecisinin arabağlantı ihtiyacı olacak mı? Olacak ise bu arabağlantı sorunu nasıl çözülebilir? TELEKOMÜNİKASYON KURUMU'nun arabağlantı konusunda yapmış olduğu düzenlemeler yeterlidir?
7. Firmanız tarafından Üniversite, Hastane, Otel ve Kamu alanları gibi mekanlarda kurulmuş veya işletilen **WLAN** sistemi var mıdır. Var ise buralarda oluşan trafik miktarı hakkında detaylı bilgi verebilir misiniz?
8. Gelecek 3 yıl için **WLAN** sistemlerinin kullanımı gelişimi ve pazar büyüklüğü hakkındaki öngörünüz ile şirketinizin bu sisteme yapmayı düşündüğü yatırım miktarı hakkında bilgi verebilir misiniz?
9. **WLAN** sistemlerinin mevcut ve yakın gelecekteki diğer mobil sistemlerden temel uygulamalardaki farkı nedir? 3G ile mukayese edilmesi durumunda nasıl bir yorum yapabilirsiniz?
10. **WLAN** sistemleri teknik ve uygulama yönünden ses iletimi için (Wi-Fi telephony) kullanılabilir mi?
11. **WLAN** sistemleri data iletimi için bir altyapı oluşturabilir mi? (backhaul olarak kullanılabilir mi?)
12. Aynı bölgede hizmet vermek isteyen farklı işletmeciler arasında nasıl bir seçim yapılmalıdır?
13. **WLAN** hizmetlerinin açık kamu alanlarında sunulması için yetkilendirme yapılması durumunda;

- a) Lisans almak istermisiniz?
- b) Hangi bölgelerde hizmet sunmak istersiniz?
- c) Ne kadarlık bir lisans bedeli uygun olur?

14. **WLAN** konusunda TELEKOMÜNİKASYON KURUMU'nda yürütülen çalışmalara aktif olarak katılmak istermisiniz? Cevabınız evet ise irtibat kurulacak firma yetkilisinin adı ve irtibat adresini belirtiniz.

ÖZGEÇMİŞ

Ayşegül BOLAT

1960 Antakya doğumlu olup ilk, orta ve lise öğrenimini Antakya'da tamamlamıştır. Lisans Eğitimini 1982 yılında, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Mühendisliği bölümünde tamamlamıştır. 1982-83 öğretim yılı sonunda, Ankara Üniversitesi Eğitim Fakültesinden Öğretmenlik Formasyonu belgesini almıştır.

1983 yılında mülga Telsiz Genel Müdürlüğü Frekans Dairesi Başkanlığı'nda Mühendis olarak göreve başlamıştır. Mühendis olarak görev yaptığı yıllarda, Radyokomünikasyon Sistemleri VHF/UHF Frekans Planlamasını yapmış ve çeşitli kurum ve kuruluşlara frekans tahsisi işlemlerini yürütmüştür. Genelkurmay Başkanlığı'nda hizmet içi, Boğaziçi Üniversitesi'nde Radyokomünikasyon Teknikleri, ITU/IFRB'de Milli Frekans İdaresinin Geliştirilmesi, Frekans İdaresi Sistem eğitimleri ile İngiltere'de yabancı dil eğitimi görmüştür. ITU tarafından düzenlenen WARC-Mob-87 Mobil Servisler ve WARC-ORB-88 Sabit Uydu Yörüngesinin Planlanması konularında düzenlenen Dünya Radyokomünikasyon Konferanslarına katılmış ve konferanslar öncesi Türkiye görüşlerinin oluşturulmasında önemli katkılar sağlamıştır.

1989 yılında ITU/IFRB Şube Müdürlüğü'ne vekaleten, 1994 yılında ise ITU/BR, Uydu-BC Şube Müdürlüğü'ne asaleten atanmıştır. Bu dönemlerde, uydu şebekelerinin ve Türksat uyduları ile radyo ve televizyon istasyonlarının frekans tahsisi ile ülkelerarası koordinasyonu ve uluslararası frekans tescil işlemlerini yürütmüştür. Uluslararası Telsiz Tüzüğü (ITU/RR) ve ITU Yasa ve Tüzüğü (Convention and Constitution) hakkında çok iyi bilgi ve birikime sahip olmuştur. Ayrıca, WARC-92, PP-89, APP-92, PP-94; WRC-93 ve WRC-97 Konferansları hazırlık ve Türkiye tekliflerinin oluşturulması çalışmalarını yürütmüş, CEPT'in

çeşitli toplantılarına katılmış ve ülkemizde çeşitli toplantıların organizasyon çalışmalarında bulunmuştur.

2000 yılında ise, Standartlar Dairesi Başkanlığı, Uluslararası İlişkiler Şube Müdürlüğü görevine atanmış, Ülkemizde düzenlenen WRC-2000 Konferansının organizasyon çalışmalarında bulunmuş ve konu Konferansta Komite koordinatörü olarak görev yapmıştır.

15 Ağustos 2000 tarihinden itibaren ise, Telekomünikasyon Kurumu Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı'nda uzman olarak görev yapmaktadır. Görev yaptığı bu süre içinde, Telekomünikasyon Alanında Ses Tekelinin Kaldırılması ile Yerel Ağın Kullanıma Açılması konularında müşterek olarak raporlar hazırlamıştır. Ayrıca, xDSL Teknolojileri konusunda bir raporu ve yayını bulunmaktadır. Telekomünikasyon Sektöründe Kişisel Bilgilerin İşlenmesi ve Gizliliğinin Korunması Hakkında Yönetmeliğin hazırlanmasında önemli katkıları olmuştur.

