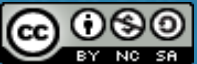




IPv6 Temelleri ve Yapılandırılması



IP✓6 Geçiş Eğitimi



IPv6 Geçiş Eğitimi kapsamında TÜBİTAK ULAKBİM tarafından hazırlanan bu döküman [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/) lisansı veya seçiminize göre daha güncel sürümlerine göre kullanılabilir.

İçerik:

1. IPv6 Temelleri:

- ✓ IPv6 Nedir? IPv6'a Neden İhtiyaç Duyuldu?
- ✓ IPv4'ün Eksiklikleri ve IPv6'ın Getirdikleri
- ✓ IPv6 Adres Mimarisi

Alıştırma 1: IPv6 Adresleri Kısaltma Kuralları

- ✓ IPv6'da Subnetleme
- ✓ IPv6 Adres Tipleri

Alıştırma 2: IPv6 Adres Planı Oluşturma

ARA

- ✓ IPv6 Başlık Yapısı
- ✓ ICMPv6
- ✓ Komşu Keşfi

2. Temel IPv6 Yapılandırması:

- ✓ Otomatik Adres Yapılandırması
- ✓ Statik Adres Yapılandırması
- ✓ DNS İstemci Yapılandırması

3. IPv6'da Yönlendirme

Uygulama 1: Temel IPv6 Adres Yapılandırması

IPv6 Nedir?

İnternet protokolü sürüm 6 (IPv6) standartları RFC 2460 belgesinde tanımlanan, İnternet'e bağlanacak cihazların adreslemesi ve iletişimi için geliştirilen Yeni Nesil İnternet Protokolüdür.

IPv6'a Neden İhtiyaç Duyuldu?

IPv4 İnternet'e bağlanacak cihazların adreslemesi için yetersiz kalmıştır

IPv4 'te 32 bitlik adres yapısı

$$2^{32} = 4.294.967.296$$

Not:

- **3 Şubat 2011** tarihinde olan Internet Assigned Numbers Authority (IANA) elinde kalan **son /8 IPv4** aralıklarını bölgesel IP adresi dağıtım yetkililerine (RIR) paylaşmıştır.
- **Eylül 2011** tarihine kadar **en az bir bölgesel dağıtım yetkilisinin** elindeki IPv4 adreslerinin tükenmesi beklenmektedir.

IPv4'ün Eksiklikleri:

- Uçtan uca adresleme için yetersiz kalmıştır. Network Adress Translation (NAT) gibi adres dönüştürücü mekanizmaların kullanımı zorunlu hale gelmiştir.
- IPv4 adres uzayı hiyerarşik adresleme yapılmasına olanak sağlayamamıştır.
- Verinin gizliliğinin ve bütünlüğünün korunabilmesi için IP seviyesinde güvenlik gereksinimi artmıştır.
- Mevcut IP otomatik yapılandırma yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur
- Artan Servis Kalitesi (QoS) ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmıştır.
- Ortaya çıkan yeni uygulamaların ihtiyaçlarını karşılamakta yetersiz kalmıştır.

IPv6'nın Getirdikleri:

- Genişletilmiş adres alanı
- Yeni Güvenlik Özellikleri
- Sadeleştirilmiş Başlık Yapısı
- Gelişmiş Servis Kalitesi Özellikleri
- Otomatik Adres Yapılandırılması
- Komşu Düğümlerle Etkileşim İçin Yeni Protokol
- Dolaşılabilirlik
- Genişletilebilirlik

IPv6'nın Getirdikleri:

➤ Genişletilmiş adres alanı

- 128 bitlik adres uzunluğu ile IPv4'e göre daha büyük bir adres alanı sunmaktadır

$2^{128}=340.282.366.920.938.463.374.607.431.768.211.456$

➤ Yeni Güvenlik Özellikleri

- IPsec desteği IPv6'da bütünleşik olarak gelmektedir
- Güvenlik için tanımlanmış ek başlıklar mevcuttur
- IPv6'da ara düğümlerde paketlerin parçalanmasına olanak verilmemektedir
- Yeni başlık yapısı ile ağ üzerinde paketlerin izlenmesi kolaylaşmaktadır

IPv6'nın Getirdikleri:

➤ Sadeleştirilmiş Başlık Yapısı

- sabit uzunlukta yeni bir başlık yapısına sahiptir
- isteğe bağlı kullanılabilecek **Uzantı Başlıkları** bölümü tanımlanmıştır

➤ Gelişmiş Servis Kalitesi Özellikleri

- trafiğin daha iyi tanımlanması ve buna göre önceliklendirilmesi yapılabilir
- IPsec kullanımı paket önceliklendirmeyi etkilememektedir

IPv6'nın Getirdikleri:

➤ Otomatik Adres Yapılandırılması

- ağ üzerinde adres atama sunucusu olmaksızın, ağa bağlı arabirimlerin adres edinmeleri mümkündür
- ek yapılandırma bilgilerinin istemcilere ulaştırılması sağlanabilir

➤ Komşu Düğümlerle Etkileşim İçin Yeni Protokol

- **ICMPv6** Internet Control Message Protocol for IPv6

IPv6'nın Getirdikleri:

➤ Dolaşılabilirlik

- IPv6'da ise sorunsuz çalışmaktadır

➤ Genişletilebilirlik

- genişletilebilir olan uzantı başlıkları bölümü, IPv6 'ya yeni özellikler kazandırabilmek amacıyla kullanılabilir

IPv6 Adres Mimarisi

- 16 bit uzunluğunda 8 gruba ayrılan IPv6 adresi

0010000000000001	0000110110111000	0000000000000000	0000000000000000
0000001010101010	0000000011111111	1111111000101000	1001110001011010

- onaltılık sayı düzenine “:” ile ayrılan 16 bitlik bloklar halinde yazılır

2001:0DB8:0000:0000:02AA:00FF:FE28:9C5A

IPv6 Adres Mimarisi

Ondalık	İkilik	Onaltılık
0	0000	0
1	0001	1
2	0010	2
3	0011	3
4	0100	4
5	0101	5
6	0110	6
7	0111	7
8	1000	8
9	1001	9
10	1010	A
11	1011	B
12	1100	C
13	1101	D
14	1110	E
15	1111	F

IPv6 Adresleri Kısaltma Kuralları:

2001:0DB8:0000:0000:02AA:00FF:FE28:9C5A

- Her 16 bitlik blokta solda kalan sıfırlar adresten atılabilir

2001:DB8:0:0:2AA:FF:FE28:9C5A

- Tamamı sıfırdan oluşan bloklar fazladan bir adet daha ":" kullanılarak adresten çıkarılabilir.

2001:DB8::2AA:FF:FE28:9C5A

Alıştırma.1: IPv6 Adresleri Kısaltma Kuralları

Alıştırma 1: IPv6 Adresleri Kısaltma Kuralları

1. 2001:0db8:0000:0000:0000:0000:0000:0c50
- A. 2001:0db8:0:0:0:0:0:0c50
 - B. 2001:0db8::0c50
 - C. 2001:db8::c50
 - D. 2001:db8::c5

Alıştırma 1: IPv6 Adresleri Kısaltma Kuralları

2. 2001:0db8:0000:0000:b450:0000:0000:00b4
- A. 2001:db8::b450::b4
 - B. 2001:db8::b450:0:0:b4
 - C. 2001:db8::b45:0000:0000:b4
 - D. 2001:db8:0:0:b450::b4

Alıştırma 1: IPv6 Adresleri Kısaltma Kuralları

3. 2001:0db8:00f0:0000:0000:03d0:0000:00ff
- A. 2001:0db8:00f0::3d0:0:00ff
 - B. 2001:db8:f0:0:0:3d0:0:ff
 - C. 2001:db8:f0::3d0:0:ff
 - D. 2001:0db8:0f0:0:0:3d0:0:0ff

Alıştırma 1: IPv6 Adresleri Kısaltma Kuralları

4. 2001:0db8:0f3c:00d7:7dab:03d0:0000:00ff
- A. 2001:db8:f3c:d7:7dab:3d:0:ff
 - B. 2001:db8:f3c:d7:7dab:3d0:0:ff
 - C. 2001:db8:f3c:d7:7dab:3d0::ff
 - D. 2001:0db8:0f3c:00d7:7dab:03d::00ff

IPv6 Adresleri:

- **CIDR gösterimi kullanılmaktadır**

Ağ adresini belirleyen bit sayısı “/” işareti kullanılarak, adres sonunda yazılır

2001:DB8::2AA:FF:FE28:9C5A /32

Ağ Adresi: 2001:DB8::/32

2001:DB8::2AA:FF:FE28:9C5A /64

2001:DB8:0:0:2AA:FF:FE28:9C5A /64

2001:DB8:0:0::/64

Ağ Adresi: 2001:DB8::/64

IPv6'da Subnetleme:

2001:0DB8:0000:0000:0000:0000:0000:0000

64 Bit Arayüz Tanıtıcı

/64

/60 = 16 /64

/56 = 256 /64

/52 = 4096 /64

/48 = 65536 /64

/32 = 65536 /48

IPv6'da Subnetleme:

2001:db8:1234::/48 aralığına ait ilk dört /64 adres aralığını belirtiniz

2001:db8:1234:0000::/64

2001:db8:1234:0001::/64

2001:db8:1234:0002::/64

2001:db8:1234:0003::/64

IPv6'da Subnetleme:

2001:db8:6EFF::/48 aralığına ait son 3 /52 adres aralığını belirtiniz

2001:db8:6EFF:D000::/52

2001:db8:6EFF:E000::/52

2001:db8:6EFF:F000::/52

IPv6'da Subnetleme:

2001:db8::/32 aralığındaki ilk iki /45 adres aralığını belirtiniz

2001:db8:0000::/45

2001:db8:0008::/45

IPv6 Adres Tipleri:

- **Tekil Gönderim IPv6 Adresleri:**
 - tek bir ağ arayüzünü tanımlar
- **Çoklu Gönderim (Multicast) Adresleri:**
 - bir grubu tanımlar
 - paketler, gruba dâhil olan tüm arayüzlere iletilir
- **Herhangi Birine Gönderim (Anycast) Adresleri:**
 - farklı arayüzlerden oluşturulmuş bir grubu tanımlamaktadır.
 - paket sadece grubun en yakındaki üyesine iletilir

Ataması Yapılan IPv6 Adres Aralıkları

Atama	Biçim Öneki (İkili Değer)	IPv6 Adres aralığı	Toplam Adres Aralığındaki Oranı	Toplam Adres Aralığındaki Yüzdesi
Rezerve edilmiş	0000 0000	0::/8	1/256	%0.39
Küresel Tekil Gönderim (Global Unicast) Adresleri	001	2000::/3	1/8	%12.5
Eşsiz Yerel Tekil Gönderim (Unique Local Unicast) Adresleri	1111 1100	FC00::/7	1/128	%0.78
Bağlantı Yerel Tekil Gönderim (Link Local Unicast) Adresleri	1111 1110 10	FE80::/10	1/1024	%0.10
Çoklu Gönderim (Multicast) Adresleri	1111 1111	FF00::/8	1/256	%0.39

0::/8

Belirsiz Adres (Unspecified Address):

0:0:0:0:0:0:0:0

Yerel İstemci Adresi (Loopback Address):

0:0:0:0:0:0:0:1

IPv4 Eşlemlili IPv6 Adresleri (IPv4-Mapped Addresses):

::ffff:0:0/96 aralığı kullanılır

ÖRNEK:

IPv4 adresi	192.168.0.5
16'lık sistemde gösterimi	C0A8:0005
IPv4 Eşlemlili IPv6 Adres	::ffff:C0A8:5

001::/3 - (Global Unicast)

- Dağıtım Bölgesel IP Adresi Dağıtım Yetkilileri tarafından yapılır
- Küresel bağlantısı için zorunlu olan adresler

001	Küresel Yönlendirme Öneki	Alt ağa Tanıtıcı	Arabirim Tanıtıcısı
	n bit	m bit	128-m-n bit

ISPLer için n=32, diğerleri için n= 48

Not:

2001::/32 ve **2002::/16** farklı geçiş yöntemleri için ayrılmış durumdadır

FC00::/7 - (Unique Local Unicast)

Eşsiz Yerel Tekil Gönderim Adresleri aralığı

1111110	L	Küresel Tanıtıcı	Alt Ağ Tanıtıcısı	Arabirim Tanıtıcısı
7 bit		40 bit	16 bit	64 bit

- L bitinin değeri 1 olan FD00::/8 alt aralığı kullanılmaktadır
- küresel olarak yönlendirilmezler

FE80::/10 – (Link Local Unicast)

Bağlantı Yerel Tekil Gönderim Adresler

1111111010	0	Arabirim Tanıtıcısı
10 bit	54 bit	64 bit

- sadece bir arayüz bağlantısı üzerinde kullanılır
- otomatik adres yapılandırılması ve komşu keşfinde kullanılır

FF00::/8 - (Multicast)

Çoklu Gönderim Adresleri

1111111	Bayrak	Kapsam	Grup Tanıtıcısı
8 bit	4 bit	4 bit	112 bit

“Bayrak” ve “Kapsam” bitleri adres tipini belirler

Kapsam bölümündeki bitlerin

değeri = 1 ise arayüz-yerel bir adrestir
 değeri = 2 ise bağlantı-yerel bir adrestir
 değeri = 4 ise yönetici-yerel bir adrestir
 değeri = 5 ise adres site-yerel bir adrestir
 değeri = 8 ise organizasyon-yerel bir adrestir
 değeri = E ise küresel bir adrestir

Bayrak alanın düşük seviye biti (T biti)

0 ise adres kalıcı olarak atanmıştır
 1 ise multicast adresin geçicidir

FF00::/8

Bazı ön tanımlı çoklu gönderim adresleri

- ff01::1 Tüm düğümler (arayüz-yerel)
- ff01::2 Tüm yönlendiriciler (arayüz-yerel)
- ff02::2 Tüm yönlendiriciler (bağlantı-yerel)
- ff05::2 Tüm yönlendiriciler (site-yerel)
- ff05::2 Tüm yönlendiriciler (site-yerel)

Küresel IPv6 Adres aralığımızı nereden alabiliriz?

Üniversiteler:

- IPv6 Adres aralıklarını TÜBİTAK ULAKBİM'den temin edebileceklerdir.

<https://www.ulakbim.gov.tr/ulaknet/uuys/uc/index.php>

Kamu kurumları:

- hizmet aldıkları ISP'lerden temin edebilecektir
Servis Sağlayıcı Bağımsız Adres Aralığı (Provider Independent) almak isteyen kurumlar:

- En az iki ISP bağlantısına sahip olmaları
- RIPE-452 belgesindeki kriterleri sağlamaları durumunda,
<http://www.ripe.net/ripe/docs/ripe-452>

Yerel Adres dağıtım Yetkilisi (LIR) olan ISP aracılığı ile veya doğrudan Bölgesel IP Dağıtım Yetkilisinden alabilirler. (En az /48)

Küresel IPv6 Adres aralığımızı nereden alabiliriz?

➤ Türk Telekom IPv6 servisi sunmaya başladı

- ikili yığın (dual-stack) olarak verilmektedir (MetroEthernet şebekesi)
- IPv6 adres aralığı başvuru süreç ve tarifesi belirlenmiştir
 - /64 aralığı ücretsiz sunulmaktadır, bağlantı arayüzüne tanımlanır
 - /56 veya /48 aralıkları tahsis edilebilir, statik yönlendirilir

<http://www.turktelekom.com.tr/tt/portal/KurumsalUrun/Buyuk-Isletmeler-ve-Kamu/Data-ve-Genis-Bant-Hizmetleri/Noktadan-Noktaya-Erisim-Hizmetleri/Coklu-IP-ve-BGP-Tanimi/kisaca>

➤ Diğer ISPlar de servis sunmaya hazırlanmaktadır

IPv6 Adres Planı

➤ RFC 3627 (2003)

Use of /127 Prefix Length Between Routers Considered Harmful

➤ RFC 5375 (2008)

IPv6 Unicast Address Assignment Considerations

➤ RFC 6164 (Nisan 2011)

Using 127-Bit IPv6 Prefixes on Inter-Router Links

EK KAYNAKLAR:

RIPE - Preparing an IPv6 Addressing Plan Manual

http://www.ripe.net/training/material/IPv6-for-LIRs-Training-Course/IPv6_addr_plan4.pdf

ARIN wiki - IPv6 Addressing Plan

http://www.getipv6.info/index.php/IPv6_Addresssing_Plans

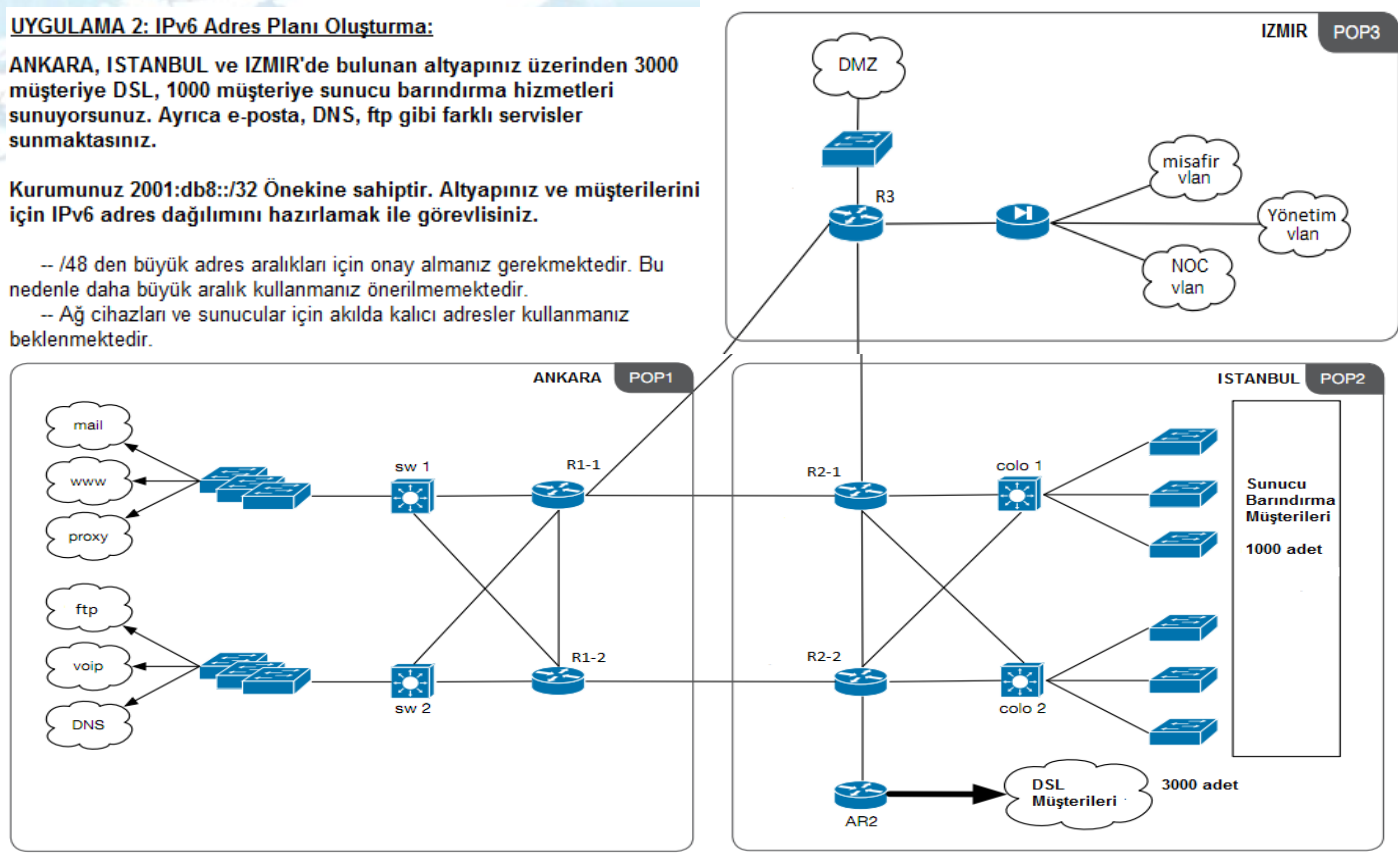
Alıştırma 2: IPv6 Adres Planı Oluşturma

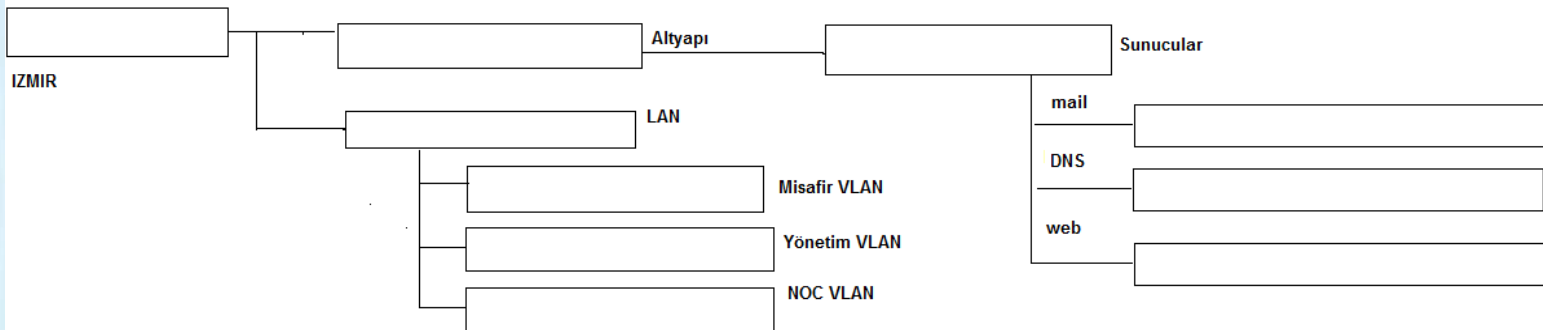
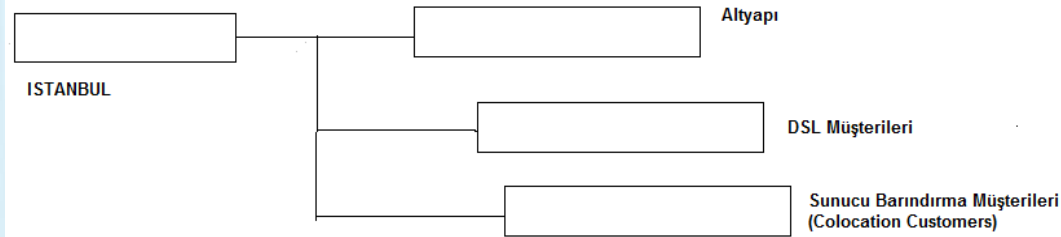
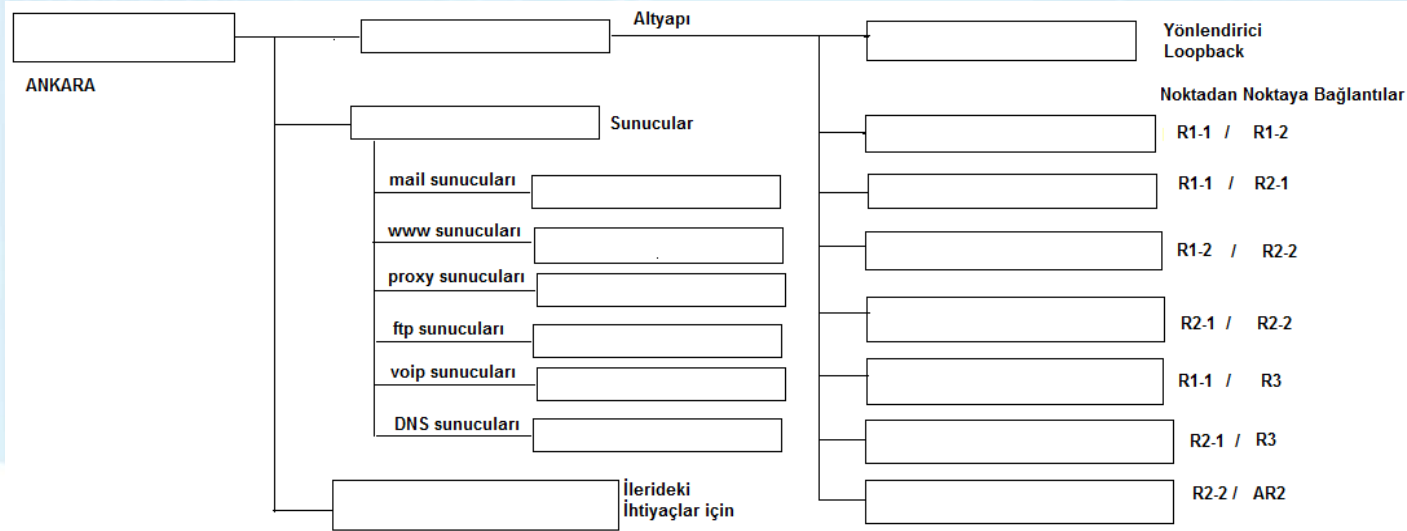
UYGULAMA 2: IPv6 Adres Planı Oluşturma:

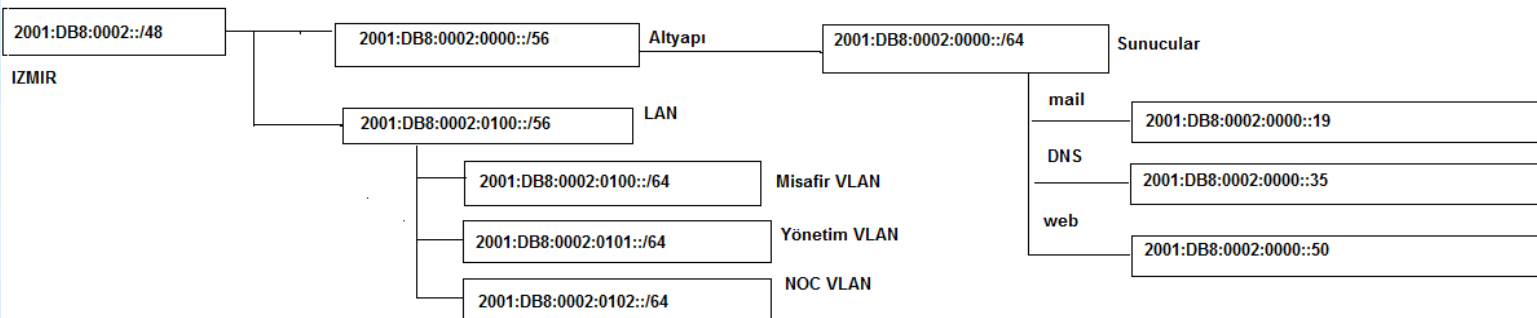
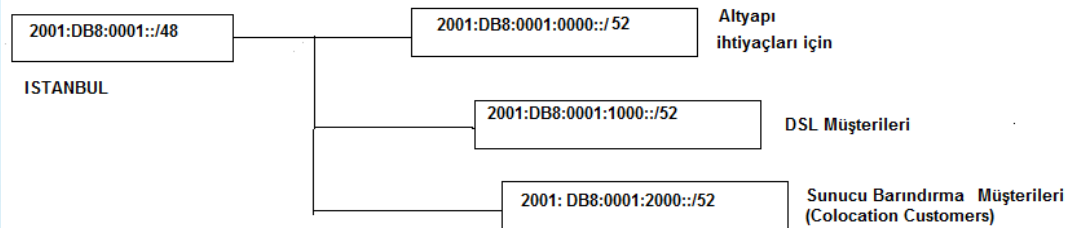
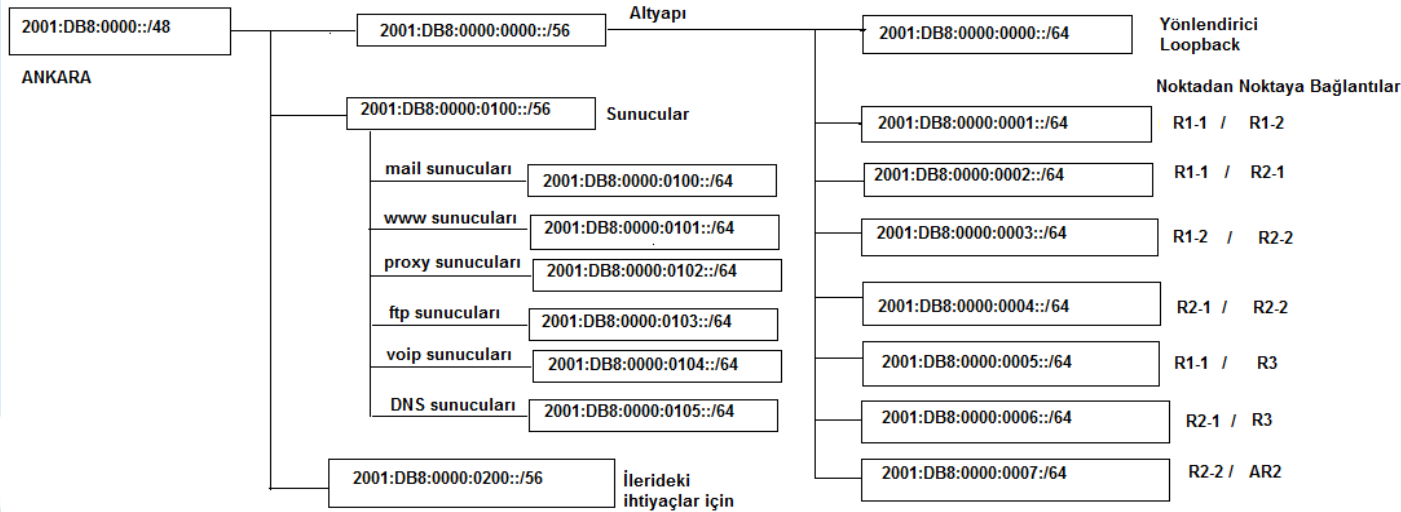
ANKARA, İSTANBUL ve İZMİR'de bulunan altyapınız üzerinden 3000 müşteriye DSL, 1000 müşteriye sunucu barındırma hizmetleri sunuyorsunuz. Ayrıca e-posta, DNS, ftp gibi farklı servisler sunmaktasınız.

Kurumunuz 2001:db8::/32 Öneğine sahiptir. Altyapınız ve müşterilerini için IPv6 adres dağılımını hazırlamak ile görevlisiniz.

- /48 den büyük adres aralıkları için onay almanız gerekmektedir. Bu nedenle daha büyük aralık kullanmanız önerilmemektedir.
- Ağ cihazları ve sunucular için akılda kalıcı adresler kullanmanız beklenmektedir.



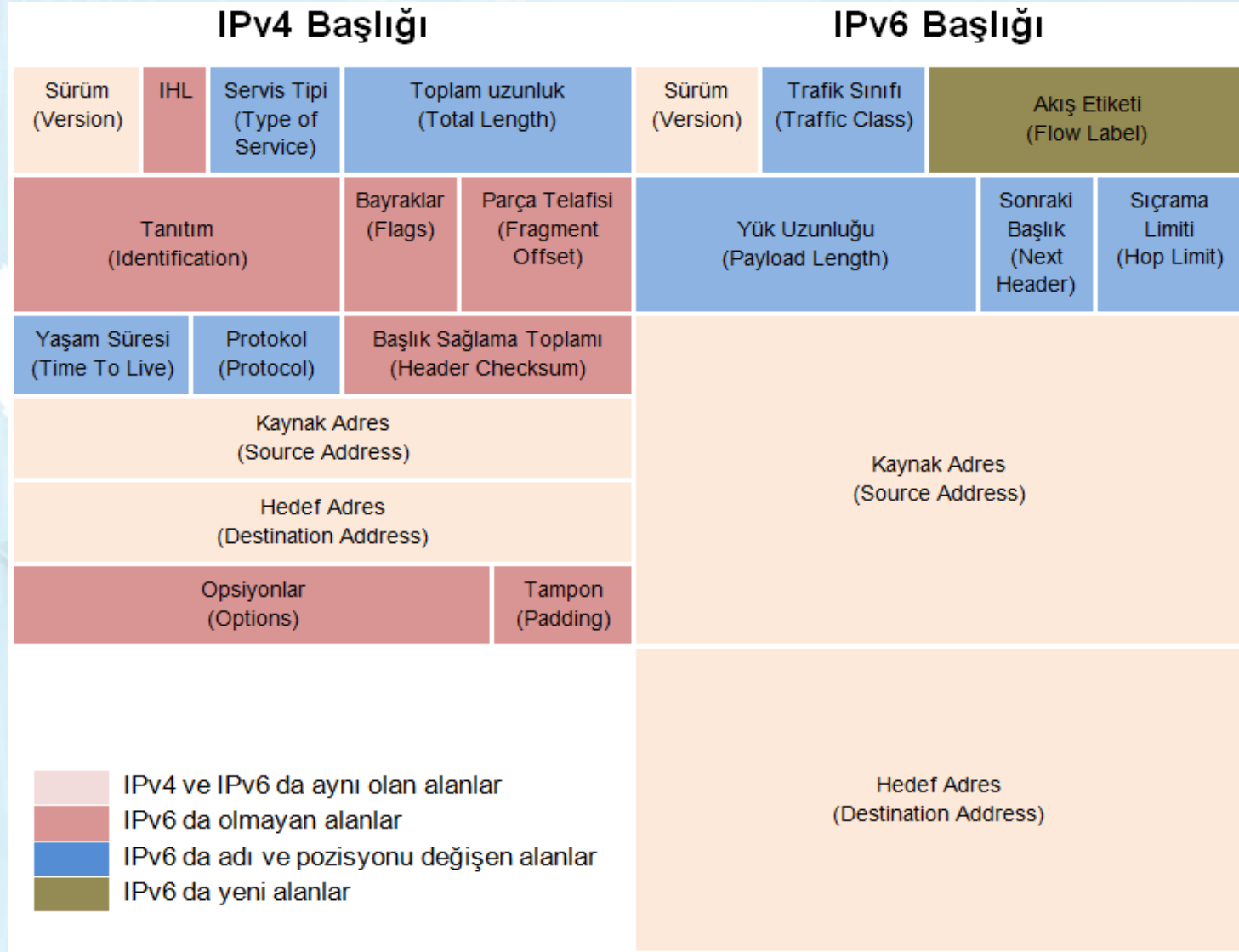




IPv6 Başlık Yapısı

- daha yalın bir başlık yapısı
- üst katmanlara devredilebilen kısımlar çıkarılmıştır
- sabit uzunlukta temel bir başlık yapısı
- başlık içerisindeki adres kısmı genişletilmiş
- isteğe bağlı kullanılacak Uzantı Başlıkları bölümü

IPv6 Başlık Yapısı



Uzantı Başlıkları:

- temel başlık ile üst seviye protokol başlıkları arasında yer alır
- ihtiyaç duyulduğunda kullanılır
- bulunacak başlık sayısı ile ilgili bir kısıtlama yoktur
- bütün başlıklar “Sonraki Başlık Değeri” ile tanımlanmalıdır

Uzantı Başlıkları:

IPv6 Başlığı Sonraki Başlık Değeri= TCP (6)	TCP Başlığı + Veri		
IPv6 Başlığı Sonraki Başlık Değeri= Yönlendirme (43)	Yönlendirme Başlık Sonraki Başlık Değeri=TCP(6)	TCP Başlığı + Veri	
IPv6 Başlığı Sonraki Başlık Değeri= Yönlendirme (43)	Yönlendirme Başlık Sonraki Başlık Değeri= Parçalama (44)	Parçalama Başlığı Sonraki Başlık Değeri= TCP (6)	TCP Başlık Parçası + Veri

Uzantı Başlıkları Sıralaması:

- **Sıçrama Seçenekleri Başlığı** (Hop-by-Hop Options Header)
- **Hedef Seçenekleri Başlığı** (Destination Options Header)
- **Yönlendirme Başlığı** (Routing Header)
- **Parçalama Başlığı** (Fragment Header)
- **Doğrulama Başlığı** (Authentication header)
- **Kapsüllenmiş Güvenlik Yük Başlığı** (Encapsulating Security Payload Header)
- **Hedef Seçenekleri Başlığı** (Destination Options Header)
- **Dolaşılabilirlik Başlığı** (Mobility Header)
- **Üst Protokol Başlığı** (Upper-layer Header)

ICMPv6

- RFC 2468
- IPv6 düğümlerinin iletişimleri için temel bir protokol
- tüm düğümler tarafından desteklenmesi zorunludur

ICMPv6 Paketi

	0-7 Bit	8-16 Bit	16-31 Bit
Başlık (Header) 0-31 Bit	Tip (Type)	Kod (Code)	Sağlama Toplamı (Checksum)
Protokol yükü (Protokol Payload)	Mesaj (Message)		

Tip Alanı

İlk bit 0 ise (0-127) - hata mesajı.

İlk bit 1 ise (128-255) - bilgi mesajı

Kod Alanı

içeriği mesaj tipine bağlı

Sağlama Toplamı Alanı

ICMP paketi için minimum seviyede bütünlük doğrulaması

ICMPv6 hata mesajları

Tip	Kod	Açıklama
1		Hedef Erişilemez
1	0	Hedefe yönlendirme bilgisi yok
1	1	Hedef ile iletişim yönetimsel olarak engellenmiştir
1	2	Kaynak adresin kapsamı dışında
1	3	Adres erişilemez
1	4	Port erişilemez
1	5	Kaynak adres başarısız giriş-çıkış politikası
1	6	Hedef rotası reddedildi
1	7	Yönlendirme başlığında hata
2	0	Paket çok büyük
3		Zaman aşımı
3	0	Sekme limiti aşımı
3	1	Parça birleştirme zaman aşımı
4		Parametre problemi
4	0	Başlık alanında hata
4	1	Tanımlanamayan sonraki başlık bölümü
4	2	Tanımlanamayan IPv6 opsiyonu

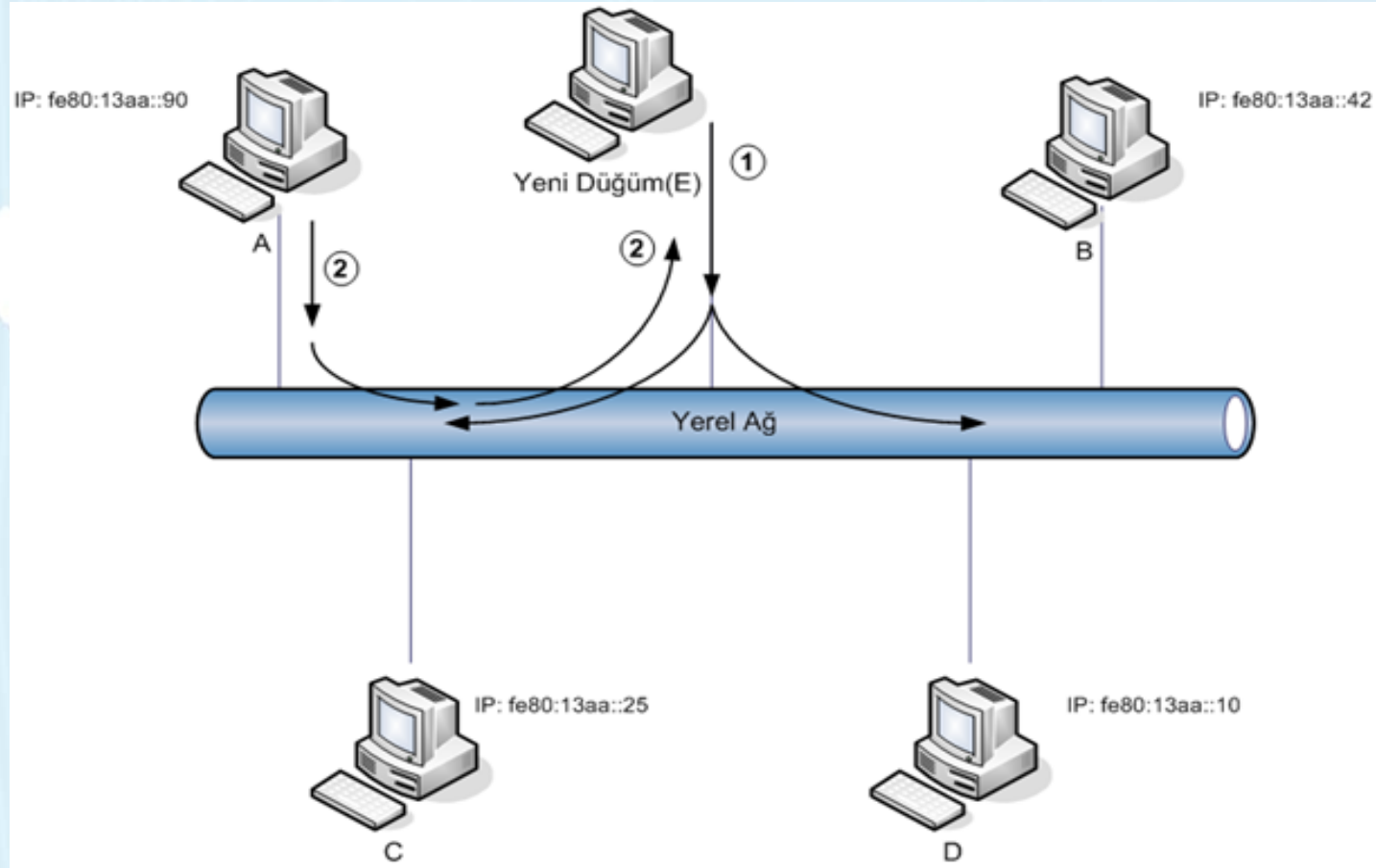
ICMPv6 Bilgi Mesajları

Tip	Kod	Açıklama	RFC
128	0	Yankı İsteği	4443
129	0	Yankı Cevabı	4443
130	0	Çoklu Gönderim Dinleyici Sorgusu	2710
131	0	Çoklu Gönderim Dinleyici Raporu	2710
132	0	Çoklu Gönderim Dinleyici Tamam Mesajı	2710
133	0	Yönlendirici Talep Mesajı	4861
134	0	Yönlendirici İlan Mesajı	4861
135	0	Komşu Talep Mesajı	4861
136	0	Komşu İlan Mesajı	4861
137	0	Yeniden Yönlendirme Mesajı	4861
138		Yönlendiricileri Yeniden Numaralandırma	Crawford
139		ICMP Düğüm Bilgisi Sorgusu	4620
140		ICMP Düğüm Bilgisi Cevabı	4620
141	0	Ters Komşu Keşfi Teklif Mesajı	3122
142	0	Ters Komşu Keşfi İlan Mesajı	3122
143	0	Sürüm 2 Çoklu Gönderim Dinleyici Raporu	3810
144	0	Ev Ajanı Adres Keşif -Talep Mesajı	3375
145	0	Ev Ajanı Adres Keşif -Cevap Mesajı	3375
146	0	Mobil Önek Talep Mesajı	3375
147	0	Mobil Önek İlan Mesajı	3375

Komşu Keşfi (Neighbor Discovery)

- ICMPv6 mesajlarını kullanır
- Address Resolution Protocol” (ARP), “ICMPv4 Router Discovery” ve “ICMPv4 Redirect” görevlerini üstlenir
- Aynı hattaki diğer düğümlerin bağlantı yerel adreslerinin bulunması, yönlendiricilerin bulunması ve komşuların erişilebilirlik durumların tespit edilmesinde vb. durumlarda kullanılır.

Komşu Keşfi



Komşu Keşfi (Neighbor Discovery)

➤ Yönlendirici Talep Mesajı (**Router Solicitation**)

Ağa bağlı yönlendirici öğrenmek amacıyla gönderilir

➤ Yönlendirici İlan Mesajı (**Router Advertisement**)

“Yönlendirici Talep Mesajı’na” cevaben kullanılır

➤ Komşu Talep Mesajı (**Neighbor Solicitation**)

Diğer düğümlerin bağlantı katmanı adreslerinin (link-layer) bulunması, komşuların erişilebilirliğinin kontrol edilmesi için kullanılır.

➤ Komşu İlanı (**Neighbor Advertisement**)

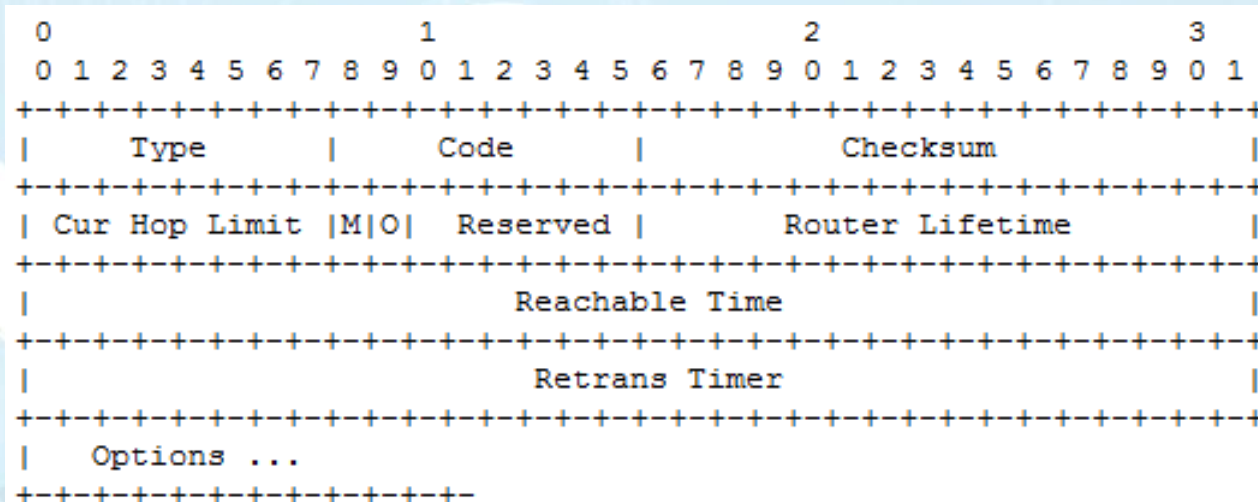
Komşu Talep mesajına cevap olarak ya da bağlantı katmanı adresi değişikliği durumunda yayınlanır.

➤ Yeniden Yönlendirme (**Redirect Message**)

Yönlendiriciler tarafından, hedef IPv6 adresi için daha iyi bir rotanın varlığı durumunda düğümlere gönderilir

Yönlendirici İlanı (Router Advertisement)

➤ Mesaj Formatı



- **M & O bitleri (Managed Address Configuration Flags)**

İstemcilere adres yapılandırması ve ek parametreleri elde etmek için kullanılacak yöntemler konusunda bilgi verir.

IPv6 Adres Yapılandırması

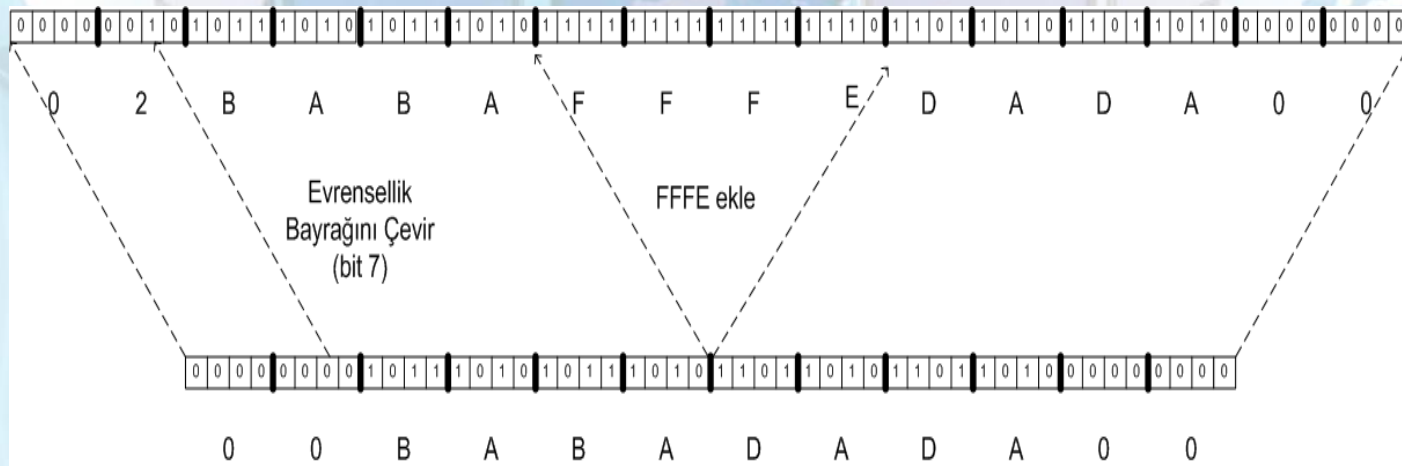
➤ Otomatik Adres Yapılandırması

- Durum Denetimsiz Adres Yapılandırması
- Durum Denetimli Adres Yapılandırması

➤ Statik Adres Yapılandırması

Durum Denetimsiz (Stateless) Adres Yapılandırması

- ağa bağlanan düğümlerin kullandıkları IPv6 adresleri bir sunucu veya otorite tarafından belirlenmez ve kayıt altına alınmaz
- adreslerin arayüz tanımlayıcısı bölümü oluşturulurken düğümlerin 48 bitlik MAC adresleri kullanılır.



Durum Denetimsiz Adres Yapılandırması

- İstemci bağlantı yerel adresini kullanarak yönlendirici talebini , çoklu gönderim adresi üzerinden gönderir
- Yönlendirici bu talebe, ağ katmanındaki yapılandırma parametrelerini içeren bir mesaj ile cevap verir
- Oluşturulan arayüz tanımlayıcısı ağa bağlı yönlendiriciler tarafından anons edilen önek ile birleştirilir

Durum Denetimli Adres Yapılandırması

DHCPv6 kullanılabilir

- İstemci çoklu gönderim adresleri kullanarak, DHCP sunucusuna talebini iletir
- Sunucu istemciye gerekli ağ yapılandırma bilgilerini gönderir

DHCP istemcisi ile aynı ağda bulunmayan DHCP sunucularına mesajları DHCP nakledici (DHCP relay) yapılandırması ile ulaştırılabilir.

FF02::1:2 - DHCP sunucuların ve nakledicileri ajanların (bağlantı yerel)

FF05::1:3 - DHCP sunucuları (site yerel)

Durum Denetimli (Statefull) Adres Yapılandırması

- İstemciler IPv6 adreslerini ve ağa bağlanmak için gerekli diğer parametreleri ağa bağlı bir sunucudan elde eder
- Sunucu dağıttığı IPv6 adresleri ile ilgili bir veri tabanı tutarak durum denetimi gerçekleştirir
- Bazı ek yapılandırma bilgilerinin istemcilere ulaştırılması mümkündür (DNS,SIP sunucusu, NTP sunucusu vb)
- Varsayılan ağ geçidi bilgisinin bu yöntem kullanılarak istemcilere iletilmesi şu anda mümkün değil

Yönlendirici İlanı M&O Bayrakları

M=0 ve O=0 ise

- İstemci adres yapılandırması için RA kullanır, ek parametreleri diğer yöntemler (statik yapılandırma) ile elde eder

M=0 ve O=1 ise (DHCPv6 stateless)

- İstemci adres yapılandırması için RA kullanır, ek parametreleri DHCPv6 ile elde eder

M=1 ve O=0 ise

- İstemci adres yapılandırması için DHCPv6 kullanır, ek parametreleri diğer yöntemler (statik yapılandırma) ile elde eder

M=1 ve O=1 ise (DHCPv6 statefull)

- İstemci adres yapılandırması ve ek parametreleri elde etmek için için DHCPv6 kullanır

Yönlendirici İlanı ve Özerklik Bayrağının (Autonomous Flag)

Bu bayrak değeri **1** ise, istemciler ağ önek bilgisinin adres yapılandırması için kullanırlar

Bayrak değeri **0** ise, istemciler ilgili “Yönlendirici İlan Mesajı”ndaki ağ önek bilgisini adres yapılandırması için kullanmazlar :

Yönlendirici İlanı ve M&O Bayrakları

Cisco Yönlendirici

```
Router(config-if)#ipv6 nd managed-config-flag
```

M bitini 1 yapar (istemciye adresini DHCPv6'dan almasını bildirir)

```
Router(config-if)#ipv6 nd other-config-flag
```

O bitini 1 yapar (istemciye ek parametreleri DHCPv6'dan almasını bildirir)

Yönlendirici İlanı ve Özerklik Bayrağı

Cisco Yönlendirici

Bu bit için varsayılan değer **1** dir.

```
Router(config-if)#ipv6 nd prefix 2001:db8:1:2::/64 no-autoconfig
```

A bitini **0** yapar (istemciye önek bilgisini otomatik adres yapılandırmasında kullanamayacağını belirtir)

Cisco Yönlendiricilerinde Durum Denetimsiz Adres Yapılandırması

Yönlendirici İlanı için Temel Yapılandırma

```
interface GigabitEthernet0/1  
  ipv6 address 2001:db8:1:2::1/64  
  ipv6 enable  
  ipv6 nd prefix 2001:db8:1:2::/64
```

Bu yöntemin kullanılabilmesi için tanımlanan ağ öneki /64 olmalı

ipv6 nd ra-lifetime *seconds*

Default değer 1800, eğer 0 değeri verilir ise rota kullanılmaz

Cisco Yönlendiricilerinde Durum Denetimsiz Adres Yapılandırması

DHCPv6 stateless

```
ipv6 dhcp pool IPv6DNS
dns-server 2001:DB8:A:B::1
dns-server 2001:DB8:3000:3000::42
domain-name ulakbim.gov.tr
!
interface Ethernet0/0
ipv6 enable
ipv6 address 2001:DB8:1:2::1/64
ipv6 nd other-config-flag
ipv6 dhcp server IPv6DNS
```

BSD & Linux Yönlendiricilerinde Durum Denetimsiz Adres Yapılandırması

radvd kullanımı için `/etc/radvd.conf` dosyası örnek yapılandırması

```
interface eth0 {  
    AdvSendAdvert on;  
    MinRtrAdvInterval 180;  
    MaxRtrAdvInterval 600;  
    prefix 2001:db8:1:2::/64 {  
        AdvOnLink on;  
        AdvAutonomous on;  
        AdvRouterAddr on;  
    };  
};
```

“AdvAutonomous on” örnek bilgisinin durum denetimsiz otomatik adres yapılandırmasında kullanılabileceğini belirtir

M ve O bitlerinin değerlerini 1 olarak değiştirmek için arayüz seçenekleri altında yer alan **“AdvManagedFlag on”** ve **“AdvOtherConfigFlag on”** kullanılır

BSD & Linux Yönlendiricilerinde Durum Denetimsiz Adres Yapılandırması

rtadvd örnek yapılandırma:

Yönlendirici İlanı

```
default:\
:chlim#64:raflags#0:rltime#1800:rtime#0:retrans#0:\
:pinoflags="la":vltime#2592000:pltime#604800:mtu#0:
ef0:\
:addr="2001:db8:1f:3:prefixlen#64:tc=default:
```

“pinoflags” bölümünde yer alan “a” parametresi ile önekin otomatik adres yapılandırmasında kullanılabilir olduğunu bildirir

M ve O bitlerinin değerlerini 1 olarak değiştirebilmek için “raflags” bölümündeki “m” ve “o” parametreleri kullanılır.

BSD & Linux Yönlendiricilerinde Durum Denetimsiz Adres Yapılandırması

rtadvd örnek yapılandırma:

DHCPv6 stateless

```
default:\n:chlim#64:raflags="o":rltime#0:rttime#0:retrans#0:\n:pinfotags="la":vltime#2592000:pltime#604800:mtu#0:\n:ef0:\n:addr="2001:db8:1f:3:prefixlen#64:tc=default:
```

BSD & Linux Yönlendiricilerinde Durum Denetimli Adres Yapılandırması

radvd örnek yapılandırma:

```
interface eth0
{
  AdvSendAdvert on;
  AdvManagedFlag on;
  AdvOtherConfigFlag on;
  MinRtrAdvInterval 180;
  MaxRtrAdvInterval 600;
  prefix 2001:db8:1:2::/64
  {
    AdvOnLink on;
    AdvAutonomous off;
    AdvRouterAddr on;
  };
};
```

BSD & Linux Yönlendiricilerinde Durum Denetimli Adres Yapılandırması

rtadvd örnek yapılandırma:

```
default:\n    :chlim#64:raflags="mo":rltime#0:rttime#0:retrans#0:\n    :pinf flags="l":vltime#2592000:pltime#604800:mtu#0:\nem3:\n    :addr="2001:db8:1f:3::":prefixlen#64:tc=default:
```

DHCP Sunucusu Yapılandırması

dhcp6s yapılandırma dosyası, */etc/dhcp6s.conf* dosyasıdır.

```
interface eth0 {  
    server-preference 255;  
    renew-time 60;  
    rebind-time 90;  
    prefer-life-time 130;  
    valid-life-time 200;  
    allow rapid-commit;  
    option dns_servers 2001:db8:1:2::1 ipv6.ulakbim.gov.tr;  
    link AAA {  
        range 2001:db8:1:2::1000 to 2001:db8:1:2::ffff/64;  
        prefix 2001:db8:1:2::/64;  
    };  
};
```

DHCP Sunucusu Yapılandırması

ISC dhcp sunucusu ,

```
default-lease-time 600;  
max-lease-time 7200;  
log-facility local7;
```

```
subnet6 2001:a98:1f:f3::/64 {
```

```
    range6 2001:a98:1f:f3::100 2001:a98:1f:f3::120;  
    option dhcp6.name-servers 2001:a98:10::251;  
    option dhcp6.domain-search "ulakbim.gov.tr";
```

```
# İstemciye sabit IPv6 adresi verilmesi için örnek yapılandırma
```

```
#
```

```
#     host ipv6sabit{
```

```
#     host-identifier option dhcp6.client-id 00:01:00:01:14:dc:f7:33:08:00:27:fd:0f:14;
```

```
#     fixed-address6 2001:a98:1f:f3::701;
```

```
# }
```

```
}
```

DHCPv6 sunucu

```
ipv6 local pool VLAN10 2001:db8:1::/48 64
!
ipv6 dhcp pool DHCPv6HAVUZ
prefix-delegation 2001:db8:1::23F6:33BA/64 00030001000E84244E70
prefix-delegation pool VLAN10
dns-server 2001:db8:1::19
domain-name abc.edu.tr
!
interface FastEthernet0/0
  ipv6 address 2001:db8:1::1/64
  ipv6 address FE80::1 link-local
  ipv6 nd managed-config-flag
  ipv6 nd other-config-flag
  ipv6 dhcp server DHCPv6HAVUZU rapid-commit preference 1 allow-hint
```

Cisco Yönlendirici - DHCPv6 sunucu

DHCP tablosu RAM 'de tutulur

```
ipv6 dhcp database tftp://10.0.0.1/dhcp-binding write-delay 120
```

```
ipv6 dhcp database bootflash
```

Statik Adres Yapılandırması

Cisco IOS

```
interface GigabitEthernet0/1  
ipv6 address 2001:db8:2:1::1/64  
ipv6 enable
```

FreeBSD

```
/sbin/ifconfig fxp0 inet6 2001:db8:2:1::2/64  
/sbin/route add -inet6 default 2001:db8:2:1::1
```

Linux

```
/sbin/ifconfig eth0 add 2001:db8:2:1::2/64  
/sbin/route add --inet6 default gw 2001:db8:2:1::1
```

Statik Adres Yapılandırması

Windows XP

```
netsh interface ipv6 install  
netsh interface ipv6 set address "Local Area Connection" 2001:db8:2:1::1
```

Windows 7

```
netsh interface ipv6 set address "Local Area Connection" 2001:db8:2:1::1
```

Local Area Connection parametresi ***netsh interface ipv6 show interface*** komutunun çıktısından elde edilebilir :

DNS İstemci Yapılandırması

- Statik yapılandırma
- DHCPv6 sunucusu ile yapılandırma bilgilerinin aktarılması
- Yönlendirici İlanları mesajları ile bilgilerinin aktarılması
- Herhangi Birine Gönderim (Anycast) DNS Sunucu Kullanımı

IPv6'da Yönlendirme

IPv6 Yönlendirme Tablosundaki Bilgiler:

- Adres öneki
- Sonraki Sıçrama Arayüzü (interface)
- Sonraki Sıçrama Adresi
- Aynı öneke sahip birden fazla yönlendirme tanımı için öncelik değeri (preference value)
- Yönlendirme bilgisinin yaşam süresi
- Yönlendirme bilgisinin hangi protokol aracılığı ile elde edildiği

IPv6 Yönlendirme

Temel adımlar:

- Yönlendirici de IPv6 yönlendirmenin etkinleştirilmesi
- Kullanılacak arayüzde IPv6 etkinleştirilmesi ve IPv6 adresinin tanımlanması
- Statik IPv6 yönlendirme tanımlanması veya dinamik yönlendirme protokollerinin yapılandırılması

IPv6 Yönlendirme

Yönlendirmenin etkinleştirilmesi ve IPv6 adresinin girilmesi:

```
ipv6 unicast-routing  
!  
interface GigabitEthernet0/1  
  ipv6 address 2001:db8:2:1::1/125  
  ipv6 enable  
!
```

Statik yönlendirme:

```
ipv6 route 2001:db8::/32 2001:db8:2:1::2  
  
ipv6 route ::/0 2001:db8:2:1::2
```