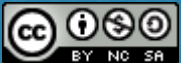




IPv6 Geçiş Mekanizmaları

IPv6 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.

IPv6 Geçiş Yöntemleri

- Önerilen geçiş yöntemleri 3 başlık altında incelenebilir:
 - Çeviri
 - NAT64/DNS64, TRT,IVI
 - Tünelleme
 - Elle ayarlanmış tünelleme, 6to4, ISATAP, Teredo
 - İkili Yığın

Çeviri

- Paket formatı bir protokol formatından diğer protokol formatına çevrilir ve bu sayede farklı protokoller kullanan iki uygulama aralarında haberleşebilir.
- İnternetin uçtan uca yapısını bozmaktadır.
- IPsec, DNSSec bu yöntemler ile çalışmamaktadır.
- Önerilen çeviri yöntemlerinden bazıları:
 - NAT64 – DNS64
 - Transport Relay Translation (TRT)
 - IVI

NAT64 Çeviri Yöntemi

- İki bileşen
 - NAT64 çevirici
 - TCP, UDP ve ICMP paketlerini IPv6 ve IPv4 protokolleri arasında çevirir.
 - DNS64 alan adı çözümleyici
 - DNS sunucusuna eklenen yama ile IPv6 üzerinden gelen sorgulara, alan adının AAAA kaydı yoksa, belirlenen önek ile AAAA cevabı dönmektedir.
- Örnek:
 - Belirlenen önek 64:FF9B::/96 .
 - deneme.ipv6.net.tr A kaydı 10.10.10.1, AAAA kaydı yok.
 - deneme.ipv6.net.tr için AAAA kaydı sorulduğunda cevap olarak 64:FF9B::10.10.10.1 dönülecektir.

NAT64 Çeviri Yöntemi

- Açık kaynak kodlu NAT64 uygulaması Ecdysis (<http://ecdysis.viagenie.ca/>)
- DNS64
 - Perl betiği
 - Unbound (yamalanmış)
 - Bind (yamalanmış)
- NAT64 çevirici
 - OpenBSD pf
 - Linux versiyonu
 - Linux çalışan CD
 - Fedora versiyonu

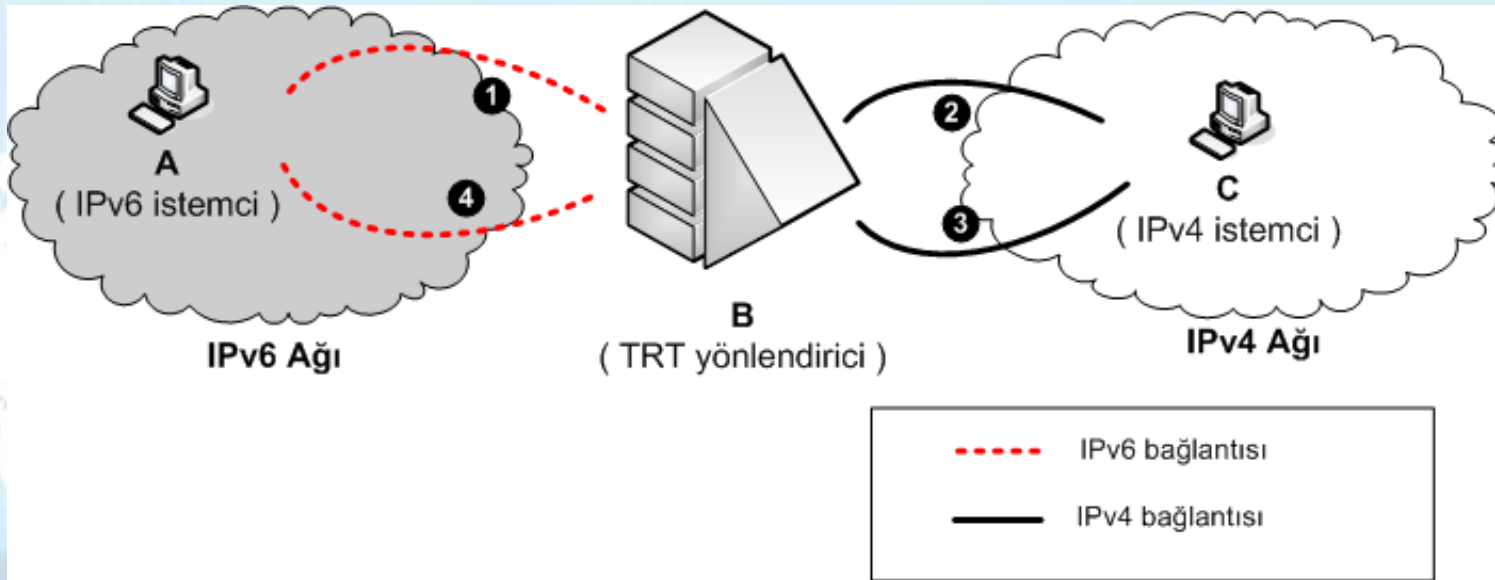
Uygulama 2.1: NAT64 Çeviri Yöntemi

- Bu senaryoda yalnız IPv6 çalışan 6 numaralı istemciden yalnız IPv4 sunucusuna NAT64/DNS64 çeviri yöntemi kullanılarak bağlantı sağlanacaktır.

TRT Çeviri Yöntemi

- OSI referans modeli taşıma (transport) katmanında çalışmaktadır.
- Yalın IPv6 ve yalın IPv4 kullanan uçlarda ek bir ayarlama gerekmemektedir.
- Paket başlığı değiştiği için IPsec ile uçtan uca güvenlik ve doğrulama yöntemleri TRT ile kullanılamamaktadır.
- Durum bilgisi tutulmaktadır. Tek noktada arıza riskini artırmaktadır.

TRT İletişim Örneği



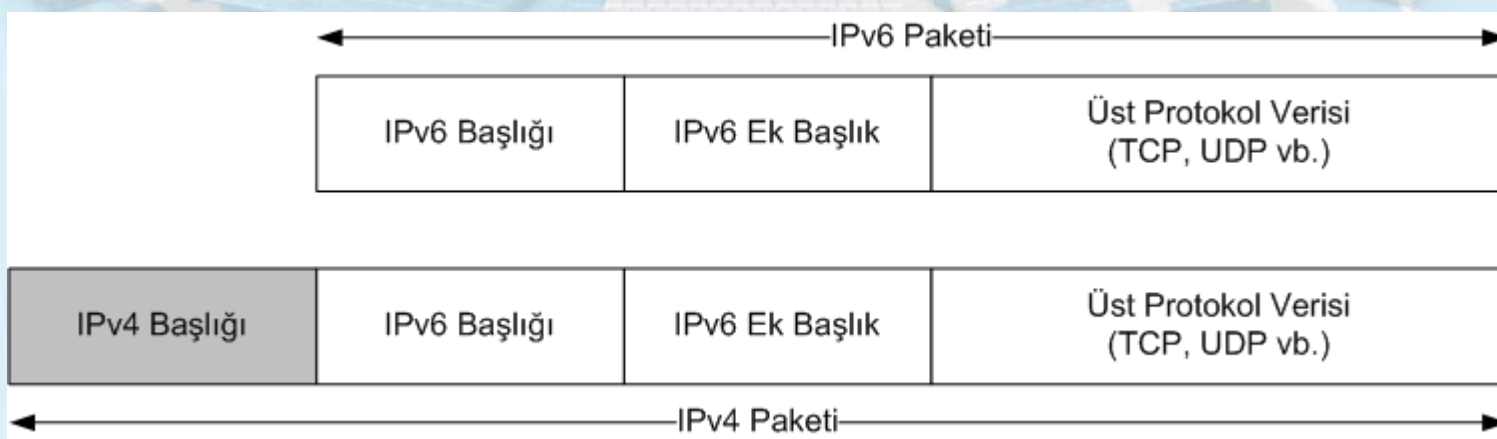
- A, oluşturduğu IPv6 paketini hedef adresine (TRT öneki + C 'nin IPv4 adresi) gönderir.
- TRT önekini içeren paketi alan B, oturumu tutar ve IPv4 ağına yeni bir oturum açar. IPv6 ağından gelen paketi, yeni başlığı ile IPv4 ağına iletir.
- C, kendisine gelen IPv4 paketini alır ve cevabını B 'ye gönderir.
- B, önceki durum bilgisine göre gelen paketi daha önceden açılmış oturum aracılığıyla A 'ya gönderir.

IVI

- 4 → 6 çeviri yöntemi
- IV → 4
- VI → 6
- Adresleme yapısı öneriliyor.
- Belirli bir IPv6 adres bloğu ve IPv4 adres bloğu bu yöntem için ayrılıyor.
- IPv4 istemci IPv6 sunucuya bağlantı sağlayabiliyor.
- Bu yöntem için ayrılan IPv4 bloğunda olmak şartı ile.
- Kaynaklar
- IVI yöntemi: <http://v6s.6test.edu.cn/>
- Linux yaması: <http://202.38.114.1/impl/>
- <http://www.ietf.org/proceedings/72/slides/behave-5.pdf>

Tünelleleme

- Bir protokole ait trafik diğer protokole ait paketlere sarmalanarak taşınır.
- Protokol tipi 41 (elle ayarlanmış tünelleleme, 6to4 vb.) veya IPv6 paketi UDP içinde taşınabilir (Teredo).
- Protokol tipi 41 örnek paket yapısı:



Tünelleme

- Tünelin uç noktalarında sarmalama ve sarmalama açma işlemleri için ikili yığın cihazlar yer almaktadır.
- Önerilmiş tünelleme yöntemlerinden bazıları:
 - Elle ayarlanmış tünelleme
 - 6to4
 - ISATAP
 - Teredo

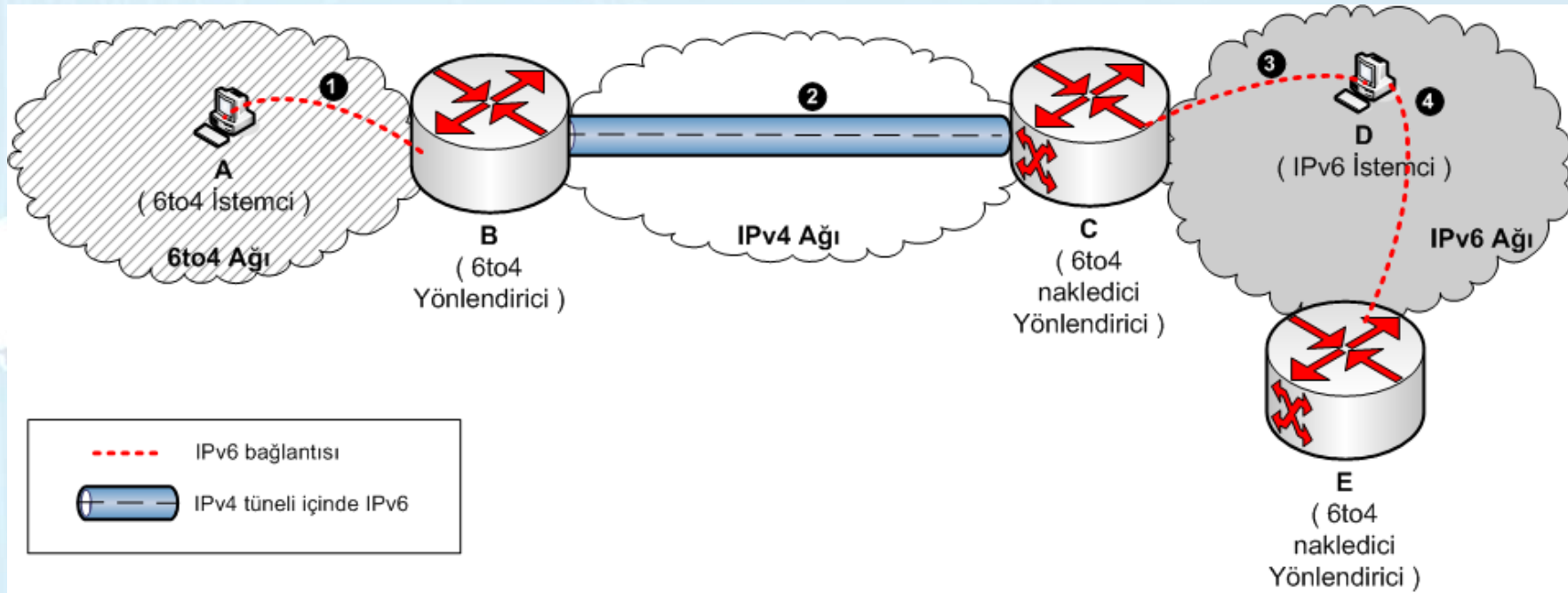
Elle ayarlanmış Tünelleme

- Tüneler statik kurulmaktadır.
- Yönlendiriciden yönlendiriciye veya istemciden yönlendiriciye kurulabilir.
- Tünelin uç noktalarında statik ayarlama gerekmektedir.

6to4 Tünelleme

- Otomatik tünelleme yöntemidir.
- Yönlendiriciden yönlendiriciye veya istemciden yönlendiriciye kurulabilir.
- 6to4 bileşenleri
 - 6to4 istemci
 - 6to4 yönlendirici
 - 6to4 nakledici yönlendirici
- Küresel IPv4 adresi gereklidir.
- 2002::/16 öneki kullanılmaktadır.
- 192.88.99.1 anycast adresi 6to4 nakledici yönlendiriciler tarafından duyurulmaktadır.

6to4 İletişim Örneği



- A , B'nin 6to4 ara yüzünden gönderdiği yönlendirici ilanı ile 2002::/16 önekinde sahip IPv6 adresi ve B'nin 6to4 adresini alır. Oluşturduğu IPv6 paketini B'ye iletir.
- 6to4 ara yüzünden IPv6 paketini alan B, 192.88.99.1 anycast adresini kullanarak en yakın nakledici yönlendiricinin (C'nin) IPv4 adresini öğrenir. Tünelin bitiş noktası olarak bu IPv4 adresini kullanır. Başka bir deyişle IPv6 paketini sarmaladığı IPv4 paket başlığındaki varış IPv4 adresi, C'nin IPv4 adresidir.
- IPv4 ara yüzünden sarmalanmış paketi alan C, paketin sarmalamasını açar. IPv6 paketini, IPv6 ara yüzünü kullanarak IPv6 ağına gönderir.
- D aldığı IPv6 paketini işler. Cevabı kendisine en yakın nakledici yönlendirici (E) üzerinden gönderir. En yakın nakledici yönlendirici, paketin gelirken üzerinden geçtiği nakledici yönlendirici olmayabilir.

6to4 Tünelleme

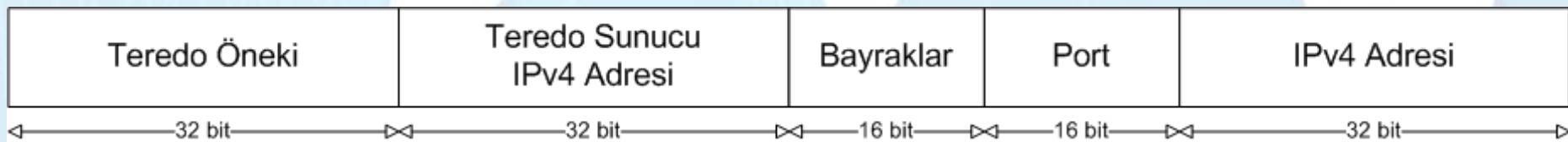
- Avantajları
 - Kurulan tünellerin kullanımı geçerli oturum sonlandığında bitmektedir.
 - Kolay kurulum, ağa kurulacak 6to4 yönlendirici ile ağa duyurulan önek ile ağa IPv6 bağlantısı sağlanabilir.
- Dezavantajları
 - NAT arkasında kalan cihazlar bu yöntemi kullanamamaktadır.
 - Ağ yöneticileri 6to4 trafiğini izlemekte zorluk yaşayabilir.
 - 6to4 yöntemi kullanılan ağlarda 2002::/16 öneki kullanılmaktadır. Yalın IPv6 kullanımına geçildiğinde yeniden adresleme yapmak gerekmektedir.

ISATAP

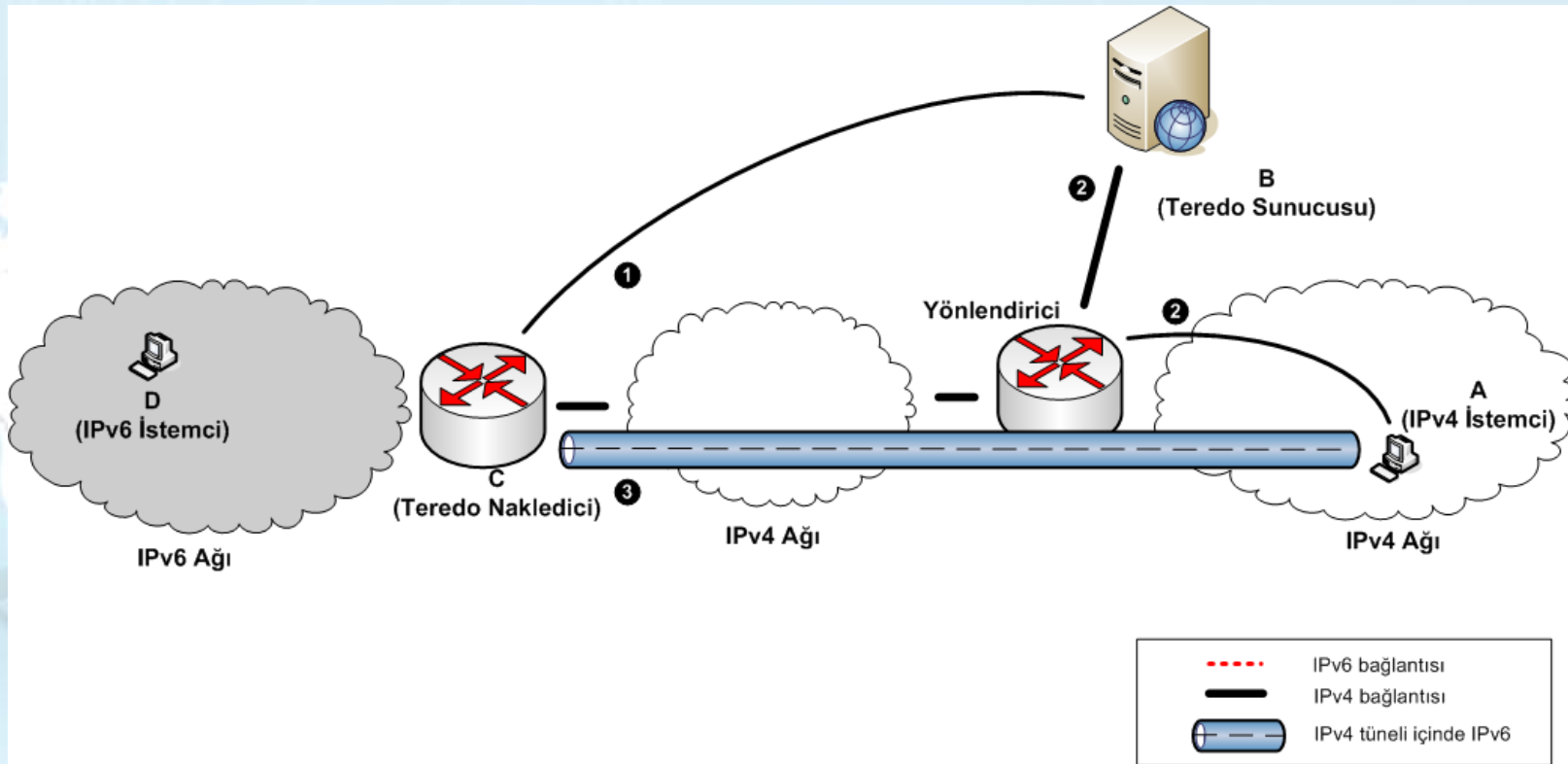
- 6to4 benzeri otomatik tünelleme yöntemidir.
- Protokol tipi 41
- IPv4 paketleri içinde IPv6 paketleri sarmalanarak iletilir.
- ISATAP adresi örneği `::5EFE:10.10.10.1`
- Windows istemciler otomatik `isatap.example.com` adresini sorgular ve ISATAP arayüzünü otomatik olarak ayarlar.

Teredo

- IPv6 paketlerinin IPv4 UDP paketlerine sarmalanarak iletildiği otomatik tünelleme yöntemidir.
- NAT ve güvenlik duvarı arkasındaki, sanal IPv4 adresine sahip, cihazların IPv6 ağına bağlanmaları için kullanılmaktadır.
- Teredo bileşenleri
 - Teredo istemci
 - Teredo Sunucu
 - Teredo Nakledici
- Teredo öneki 2001::/32
- Teredo adres örneği



Teredo İletişim Örneği



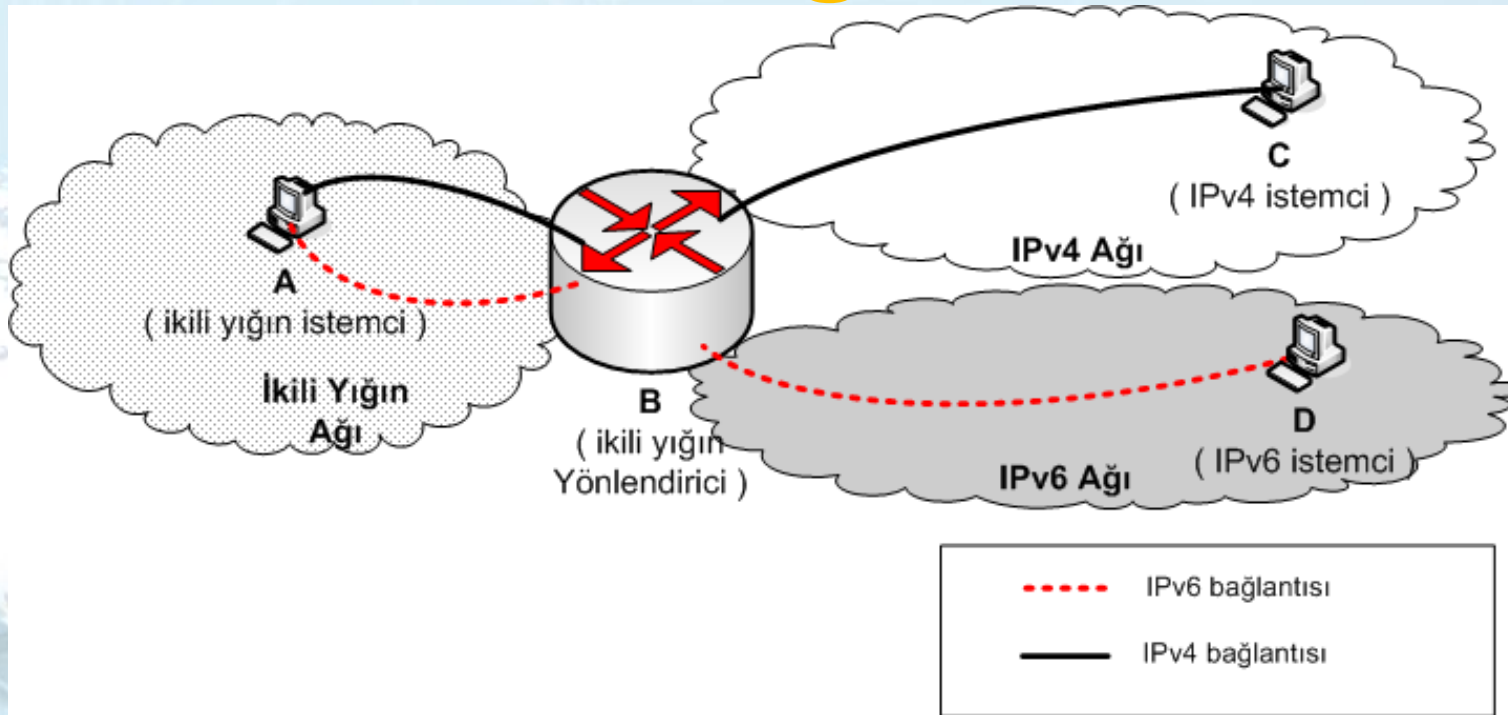
1. C (veya başka bir teredo istemci); A 'ya IPv6 paketi göndereceği zaman, öncelikle A 'nın IPv4 adresinden A'nın ilişkili olduğu teredo sunucusunun IPv4 adresini öğrenir. C, NAT yapısını öğrenmek için B 'ye IPv6 balon paketi gönderir.
2. B, kendisine gelen balon paketi A 'ya iletir.
3. Böylece NAT arkasındaki teredo istemcisi A, C 'ye doğru bağlantı açar.

Uygulama 2.2: Teredo Tünelleme Yöntemi

- Bu senaryoda NAT arkasındaki Windows 7 ve Ubuntu istemcileri ile Teredo yöntemini kullanarak IPv6 ağına bağlantı sağlanacaktır.



İkili Yığın



- Her düğüm hem IPv4 ağına hem de IPv6 ağına doğrudan bağlıdır.
- Tünel sarmalama ve sarmalama açma noktalarındaki cihazlar ikili yığın yöntemi ile çalışmalıdır.
- Yönlendirici ve güvenlik ekipmanı iki protokol için düzenlenmelidir.
 - IPv4 ve IPv6 ağ yapıları farklı olabilir.
- Güncel işletim sistemlerinde IPv4 ve IPv6 desteği bir arada bulunmaktadır.
 - Windows 7, Windows Server 2008, Ubuntu, Debian, FreeBSD vb.

Uygulama 2.3: İkili Yığın Yöntemi

- Bu senaryoda ikili yığın yöntemini kullanılarak IPv6 ağına doğrudan bağlantı sağlanacaktır.



Son söz

- IPv6 geçiş yöntemleri
 - Her ağ yapısı için uygun genel geçer bir geçiş yöntemi mevcut değil.
 - Ağa doğrudan IPv6 bağlantısı sağlanması tercih edilmelidir.
 - Geçiş yöntemleri göz önünde bulundurularak ağdaki IPv6 trafiği kontrol edilmeli, kontrol dışında açılan tüneller, bağlantılar mümkün olduğunca engellenmeye çalışılmalıdır.