

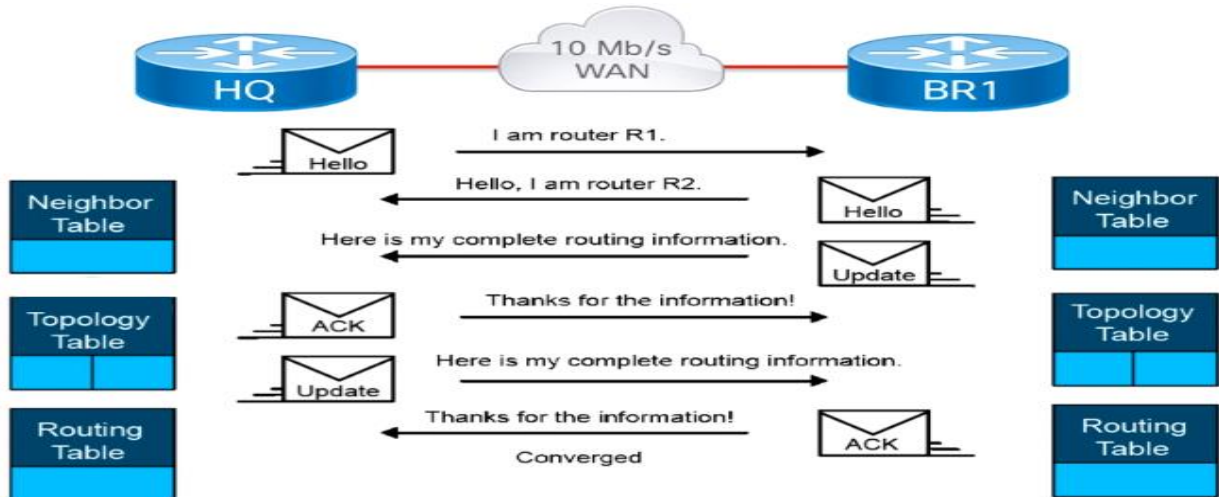
EIGRP

EIGRP (Enhanced Interior Gateway Routing Protocol), Cisco tarafından oluşturulan IGRP protokolünün geliştirilmesiyle oluşturulan dinamik yönlendirme protokolüdür. Advance Distance Vector (Distance Vector algoritmasının geliştirilmiş versiyonudur) algoritmasını temel alarak çalışır. Ön plana çıkan özelliklerine bakıldığında;

- Fast Converge, topolojide bir değişiklik meydana geldiğinde topolojideki bütün routerlar bu durumun güncellemelerinin çok kısa sürede alarak değişime adapte olabiliyor (DUAL Algoritmasıyla sağlanıyor).
- Partial Update, belirli periyotta güncelleme paketleri göndermek yerine sadece topolojide bir değişim olduğunda güncelleme paketi gönderir. Gönderilen güncelleme paketi içerisinde ise sadece gerektiği kadar bilgi bulunur (yönlendirme tablosunun tamamını paylaşmıyor).
- EIGRP protokolü IPv4 ve IPv6 protokollerini desteklemektedir.
- Komşu routerlarla rota bilgilerini unicast veta multicast paylaşabiliyor (Broadcast kullanmadan).
- TCP veya UDP protokollerini kullanmaz. Kendine özel L3 başlık yapısı bulunmaktadır (EIGRP -> 88).
- OSPF protokolünde olduğu gibi routerlar bağlı oldukları routerlarla bilgi paylaşmaya başlamak için öncelikle komşuluk kurulması gerekiyor.

EIGRP Komşuluk Süreci

- İlk olarak routerlardan biri (R1) komşu routera Hello paketi gönderir
- Komşu router (R2) Hello paketini aldığı anda karşısında EIGRP protokolü kullanan bir router olduğunu anlayıp kendisi de komşusuna Hello ve Update (öğrendiği network bilgilerini) paketlerini gönderir.
- Komşu routerdan gönderilen Hello ve Update paketini alan router (R1) komşu routera gönderdiği Update paketini aldığı na dair ACK paketi ve kendi network bilgilerini içeren Update paketini gönderir.
- Son durumda komşu router da Update paketini aldığı nı gösteren ACK pakeini komşusuna gönderir ve komşuluk kurma süreci sonlanır.

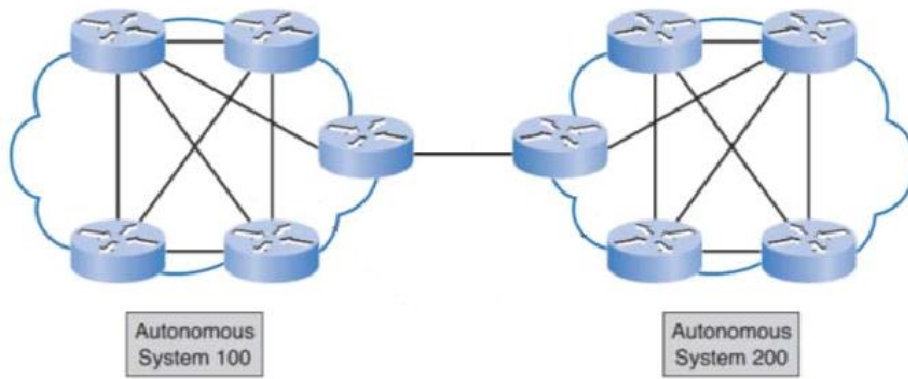


EIGRP protokolünde komşuluk kurulduktan sonra her iki router da birbirlerini komşuluk tablolarına ekliyorlar. Birbirlerinden öğrendikleri networkleri Topology tablolarına ekleyerek en uygun rotaları yönlendirme tablolarına ekliyorlar.

Autonomous Systems

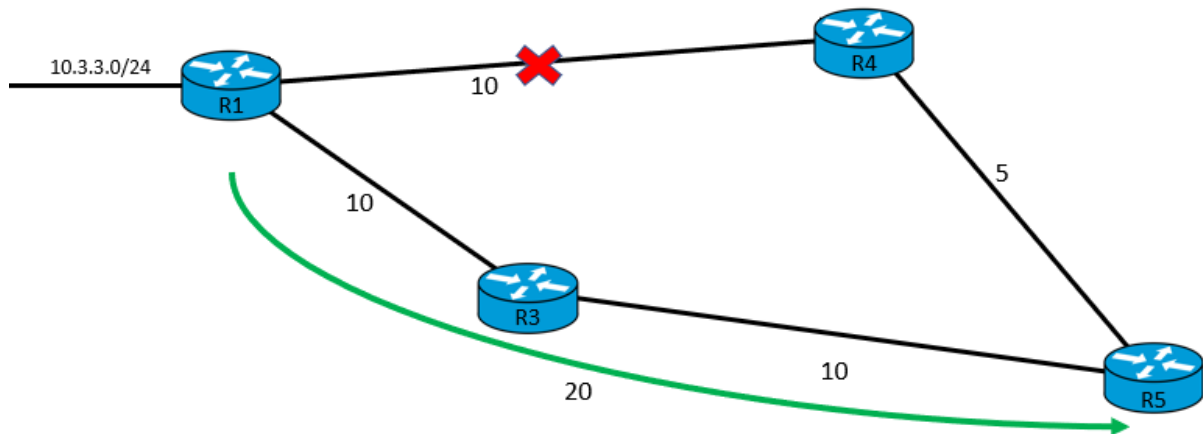
Autonomous Systems (AS), EIGRP ve BGP protokollerinde kullanılan bir terimdir. Kendi aralarında network güncellemelerinin paylaşılması istenen routerları gruplandırmak için kullanılan bir değerdir (Yani Multi Area OSPF’de Area’lar kullanılarak Single Area OSPF’lerin birbirinden izole çalışmasını sağlamak gib). Farklı bir ifadeyle belirlenen kapsam içerisinde bulunan networkeler için yönlendirme işlemlerinin yapılması sağlanıyor.

- AS numarası network yöneticisi tarafından isteğe bağlı seçilebiliyor (BGP protokolünde AS numarası RIPE, IANA gibi kuruluşlardan alınması gerekiyor).
- Routerların komşuluk kurabilmeleri için AS numaralarının karşılıklı arayüzelerde aynı olması gerekiyor.



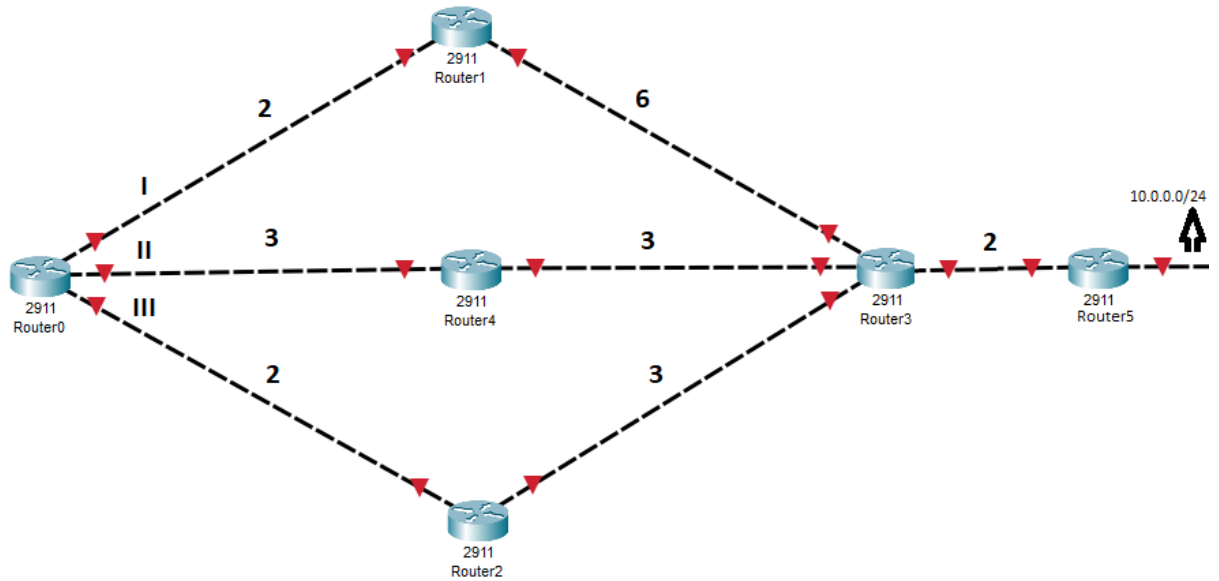
DUAL Algoritması

DUAL (Diffusing update algorithm) Algoritması, topoloji oluşturulurken her network için en iyi rota seçimi yapıldıktan sonra en alternatif rotalar da belirleniyor ve yedek rota olarak kaydediliyor. Bu sayede en iyi seçilen rota üzerinde bir problem meydana geldiğinde doğrudan yedek hatta geçilmesi sağlanarak Converge süresi kısaltılıyor.



DUAL algoritmasında kullanılan belirli terimlere bakıldığında (Görsel sadece terimleri açıklamak için oluşturulmuştur. EIGRP protokolünde Bandwidth değerleri daha farklı hesaplanmaktadır);

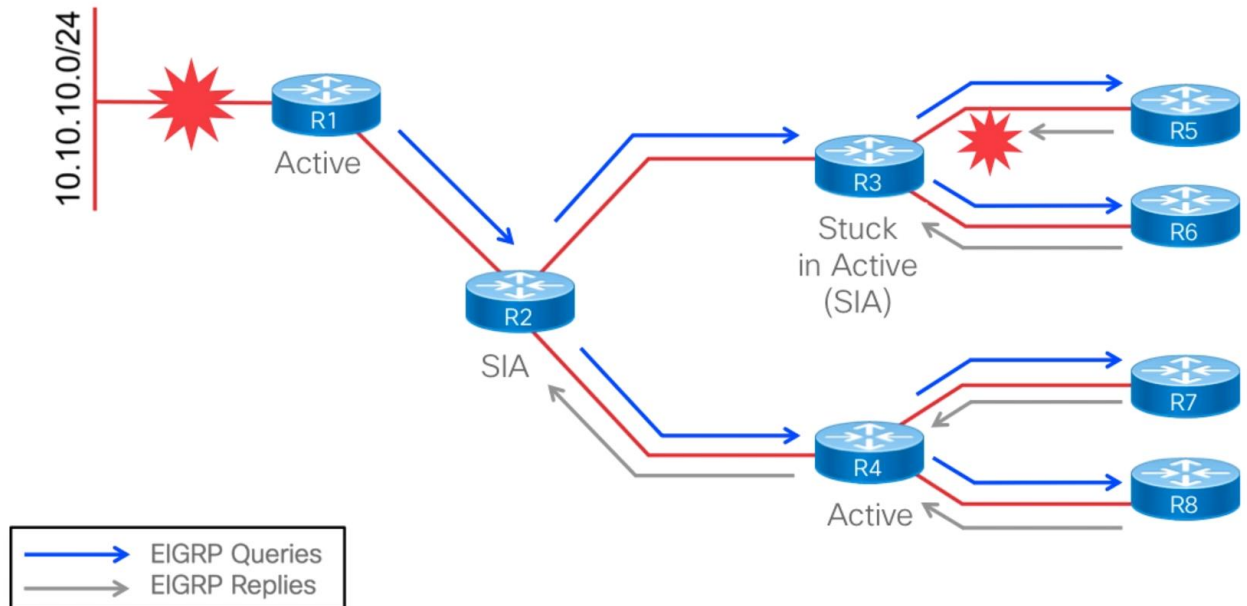
- **Successor Route**, belirlenen en iyi rotaya/routera deniliyor (Distance Vector algoritması kullanıldığı için routerlar sadece kendilerine doğrudan bağlı/komşu routerları bilirler).
- **Feasible Distance**, hedefe giden en iyi metrik değerine deniliyor. Aşağıdaki görsel için bu değer 7'dir ($2+3+2$).
- **Reported Distance/Advertised Distance**, komşu routerların hedef networklere ulaşmak için kullandığı rotaların metrik değerleridir. Aşağıdaki görselden örnek vermek gerekirse, Router1, 10.0.0.0/24 networküne ulaşmak için metrik değeri 8 olan rotayı kullandığını Router0'a bildirir (Reported Distance). Router0 ise bu değere kendisinin Router1'e erişmek için kullandığı bağlantının metrik değerini de ekleyerek rotanın toplam metrik değerini göz önünde bulundurur ve bu doğrultuda seçenekler arasından en iyi rotayı tespit eder.
- **Feasible Successor**, hedef networkler için hesaplanan yedek rotalara deniliyor.
- **Feasibility Condition**, rotaların yedek olarak seçilebilmesi için tek bir kuralı sağlaması gerekiyor. Bu kural;
 - o Reported Distance < Feasible Distance olması gerekiyor. $RD \geq FD$ olursa rota yedek olarak seçilmiyor. Aşağıdaki görselden örnek vermek gerekirse 10.0.0.0/24 networkü için;
 - III. Rota zaten Successor Route olarak seçilir.
 - I. Rota için $7 (FD) < 8 (RD)$ → yedek rota olarak seçilmez.
 - II. Rota için $7 (FD) > 5 (RD)$ → yedek rota olarak seçilir. III. Rotada bir sorun olursa trafikler II. Rota üzerinden gönderilmeye devam eder.



Feasible Successor seçilemediği durumda kullanılan rotada bir sorun yaşanır EIGRP protokolüne özel bulunan bir Query mesajı kullanılarak komşu routerlara ilgili networke ulaşabilecek herhangi bir rota tanımı bulundurup bulundurmadıkları sorulur (Yani yedek rota seçimi için kurala uymayan rota tanımları değerlendiriliyor). Hedef network için rota tanımı bulunduran komşu router varsa bu Query mesajı gönderen router'a bildirilir ve hedef networke erişimin devamlılığı sağlanır (Görsel üzerinde açıklaması; II. Rotanın Feasible Successor seçilmediği ve III. Rota üzerinde bir sorun yaşandığı düşünüldüğünde Router0 komşu routerlarına Query mesajı gönderir. Router1 gönderilen Query mesajına dönüş yaparak trafiklerin 10.0.0.0/24 networküne kendisi üzerinden gönderilmesini sağlar.

EIGRP Protokolünde Kullanılan Paket Türleri

- Hello, routerlar arasında komşuluk kurmak ve komşuluk kurulduktan sonra sorunsuz çalıştığını göstermek için kullanılan pakettir. Varsayılanda her 5 saniyede bir gönderilir ve 15 saniye boyunca gönderilmezse/alınmazsa komşuluk bozulur.
- Request, bazı durumlarda komşu routerlardan çeşitli bilgilerin talep edilmesi gerekebilir. Bu durumlarda kullanılan pakettir.
- Update, topolojide bir değişiklik meydana geldiği durumlarda kullanılan pakettir.
- Query, kullanılan hat/rota üzerinde bir sorun oluşmuşsa ve Feasible Successor bulunmuyorsa bütün komşu routerlara hedef networke ait bir rota tanımı bulundurup bulundurmadıklarını sormak için kullanılan pakettir (Bu paket AS kapsamı boyunca iletilebilir).
- Reply, Query paketine karşılık gönderilen pakettir. Olumlu veya olumsuz her router Query paketine mutlaka dönüş yapmak zorundadır.
 - o Query paketine Reply paketiyle dönüş yapılmadığı duruma **Stuck in Active** deniliyor (Reply paketi gelene kadar beklenmesi gerekiyor – Varsayılanda 3 dk).



| → **Stuck in Active**, eğer ki bir network için Feasible Successor bulunmuyorsa ve herhangi bir zamanda Successor Route üzerinde bir sorun yaşanmışsa (10.10.10.0/24 networküne erişim kesiliyor), router komşularına hedef networke ulaşmak için yönlendirme tablolarında herhangi bir rota tanımı bulundurup bulundurmadığını Query paketi göndererek sorgular (Bu Query paketi aynı AS içerisinde bulunan bütün routerlara gönderiliyor). Bu sürede bütün routerlardan Reply paketi gönderilene kadar hiçbir rota kullanılamıyor. Query paketine AS bölgesi içerisindeki herhangi bir routerdan Reply yanıtı gelmezse maksimum 3 dk beklenir (R5 Reply gönderemiyor). Eğer ki 3 dakika içinde herhangi bir routerdan Reply paketi gelmezse Routerun komşuluğu sıfırlanır (3 dakika sonunda R1 ile R2'in komşuluğu sıfırlanır).

Stuck in Active durumuna önlem olarak iki seçenek uygulanabiliyor. Bunlar;

- 1- EIGRP Summarization,
- 2- EIGRP Stub, konfigürasyonda tek çıkışlı routerlara "eigrp stub" komutu kullanılıyor. Bu sayede Query paketleri bu routerlara gönderilmiyor (R5, R6, R7, R8 gibi). Bu özellik sayesinde Stuck in Active olma ihtimali azaltılmış oluyor.

Path Metric Hesabı

EIGRP protokolünün metrik hesabında ilgili arayüzün Bandwidth, Load, Delay ve Reliability özellikleri için sayısal değerler belirleniyor (BW, LOAD, DLY ve REL) ve bu değerler matematiksel bir formüle tabi tutuluyor. Bu formül sonucunda oluşan sayısal ifade bağlantının metrik değerini oluşturuyor.

EIGRP protokolünde varsayılanda Metrik değeri sadece Bandwidth ve Delay özellikleri kullanılarak hesaplanıyor (Nedeni varsayılanda K1 ve K3 değeri 1 olarak gelirken, K2, K4 ve K5'in değerleri 0'dır – yani formülde etkisizdir) ama isteğe bağlı olarak bu değişkenlere 0'dan farklı değerler verilerek diğer özelliklerin de Metrik hesabına dahil olması sağlanabiliyor.

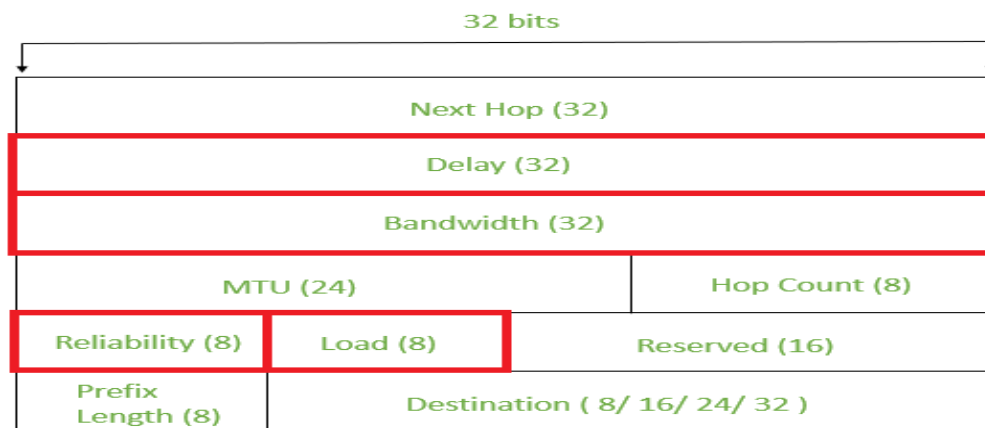
$$256 \times \left(\frac{K1 \times BW}{K1 \times BW} + \frac{K2 \times BW}{256 - LOAD} + K3 \times DLY \right) \times \frac{K4 \times K5}{REL + K4}$$
$$Metric = 256 * \left[\left(1 * \frac{10^7}{Min. Bandwidth} + \frac{0 * Min. Bandwidth}{256 - Load} + \frac{1 * Total Delay}{10} \right) * \frac{0}{0 + Reliability} \right]$$

| → Formülde Bandwidth değeri 10Gb referans alınarak hesaplanıyor. Bu sayede Bandwidth değeri büyük olan arayüzlerde Metrik değerlerinin daha düşük çıkması sağlanıyor.

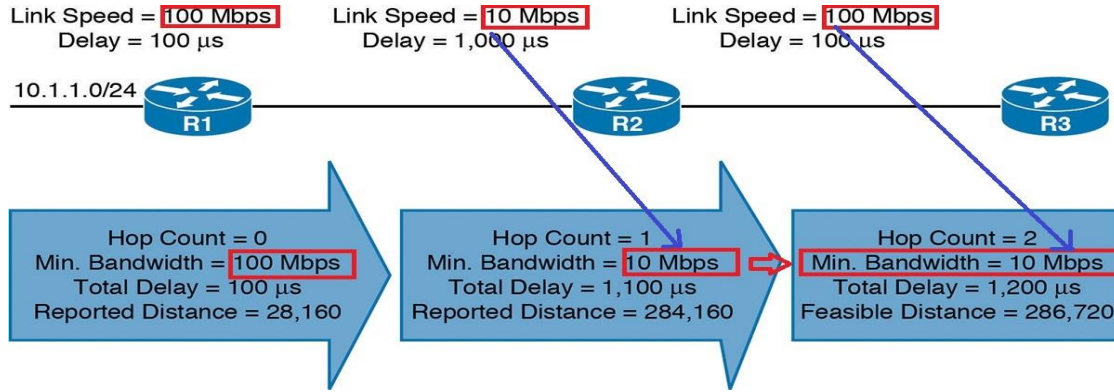
| → Bu değer günümüz bant genişlikleriyle karşılaştırıldığında yeterli olmayabiliyor. 10Gbit ve üzeri Bandwidth değere sahip bağlantılarda aynı sonuçları verebiliyor. Bunun için Wide Metrics özelliği kullanılıyor ve Bandwidth değeri 10Gbit*65535 değeri baz alınarak hesaplanıyor. Bu sayede çok daha yüksek bant genişlikleri kullanılabilir. Ayrıca formülasyona K6 değeri getirilerek Jitter (Delay değişimi), enerji değeri gibi çeşitli özellikler de Metrik hesabına eklenebiliyor.

$$Wide Metric = 65,535 * \left[\left(\frac{K_1 * 10^7}{Min. Bandwidth} + \frac{K_2 * 10^7}{256 - Load} + \frac{K_3 * Latency}{10^{-6}} + K_6 * Extended \right) * \frac{K_5}{K_4 + Reliability} \right]$$

Metrik hesabında Load, Reliability gibi özelliklerin de göz önünde bulundurulması isteniyorsa bu konfigürasyonun AS içerisindeki bütün routerlarda uygulanması gerekiyor. Nedeni, EIGRP anonsu/update paketi içerisinde bu değerler komşu routera gönderilerek komşu routerın bu bağlantı için kendi Metrik değerini hesaplaması sağlanıyor. Gönderilen değerler komşu routerla uyuşmazsa komşuluk koparılıyor/kurulamıyor.



EIGRP protokolünde varsayılanda Bandwidth ve Delay değerleri kullanılarak Metrik hesabı yapılıyordu. Bantwidth değeri hedef network ve router arasındaki en düşük bant genişliğine sahip bağlantının bant genişliği baz alınarak (Formülde de **Min Bandwidth** olarak geçiyor) hesaplanmaktadır. Bu değer hedef networkten kaynak routera gelene kadar her router arasında ki Bandwidth değeri ile karşılaştırılıyor. Karşılaştırılan Bandwidth değerinden daha düşük Bandwidth değerine sahip bağlantı olduğu anlaşılırsa bu değer güncellenerek iletmeye devam ediyor. Örneğin;



| → 10.1.1.0/24 networkünde Bandwidth değeri 100Mbit iken R1-R2 arasında Bandwidth değeri 10Mbit olduğu için R2-R3 arasında da Bandwidth değeri 10Mbit olarak gönderiliyor. R2-R3 arası Bandwidth değeri 10Mbitten daha yüksek olmadığı için Bandwidth değeri güncellenmeden iletmeye devam ediyor.

| → Farklı bir bakış açısıyla R1 ve R2 üzerinden erişilecek her rota tanımı için rota boyunca 10Mbit değerinden daha düşük Bandwidth değeriyle karşılaşmadığı sürece Metrik değerleri 10Mbit olarak hesaplanacaktır.

| → Delay sürelerinin kimülatif toplanarak iletildiğine dikkat edilmeli.

EIGRP Konfigürasyonu

- Konfigürasyon için ilk olarak “**router eigrp <AS Number>**” komutuyla router üzerinde EIGRP protokolü devreye alınır.
- Routerlar üzerinde bulunan ve EIGRP protokolüyle yönlendirilmesi istenen networkler üç farklı şekilde tanımlanabiliyor. Bunlar;
 - “**network <Network Address>**” komutuyla tanımlanabiliyor. Bu şekilde tanımlandığında ip adresinin sınıfı dikkate alınarak uygulanıyor. Örnek olarak
 - “network 192.168.1.0” için C (yani /24) sınıfı adres olarak algılanır.
 - “network 10.0.0.0” için A (yani /8) sınıfı adres olarak algılanır.
 - “**network <Network Address> <Wildcard Mask>**” komutuyla tanımlanabiliyor. Örnek olarak;
 - “network 192.158.10.1 0.0.0.255”
 - “**network <Interface Ip Address> <Wildcard Mask>**” komutuyla doğrudan arayüzde kullanılan ip adresi tanımlanabiliyor. Büyük topolojilerde daha az hata yapmak adına (karışık Subnet maskeleri kullanılıyorsa Wildcard hesaplamak sorun olabiliyor) en sık kullanılan tanımlama şeklidir. Benzer şekilde OSPF protokolünde de kullanılıyordu.
 - “network 192.168.10.1 0.0.0.0”
 - Statik rota tanımının EIGRP protokolüyle AS içerisindeki routerlara öğretilmesi için öncelikle “**ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 <Next Hop Ip Address>**” komutuyla statik rota

tanımından sonra “**redistribute static**” komutuyla AS içerisindeki routerlara öğretilmesi sağlanabiliyor.

- Summarization işleminin; Otomatik olarak yapılması için EIGRP konfigürasyon modunda “**auto-summary**” komutu kullanılıyor. Manuel tanımlama için ilgili portun arayüzüne girilerek “**ip summary-address eigrp <AS Number> <Network Address> <Subnet Mask>**” komutu kullanılıyor (Özetlemenin manuel olarak yapılması öneriliyor).
 - Summarization yapılan yerde Loop riski oluşuyordu (**CCNP - 04 - IP Routing Essentials**). EIGRP protokolünde Summarization işlemi otomatik yapıldığında yönlendirme tablosuna önlem olarak kullanılmayan network aralıklarını otomatik olarak Null 0 ‘a yönlendiren satırlar da ekleniyor.

```
RX(config)#router eigrp 100
RX(config-router)#network 10.10.10.1 0.0.0.0
RX(config-router)#network 30.0.0.0
RX(config-router)#network 20.0.0.0 0.0.0.255
RX(config-router)#exit
RX(config)#ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 10.0.0.2
RX(config)#router eigrp 100
RX(config-router)#redistribute static
RX(config-router)#auto-summary
RX(config-router)#no auto-summary
RX(config-router)#exit
RX(config)#int gi 0/0/0
RX(config-if)#ip summary-address eigrp 100 10.0.0.0 255.255.0.0
RX(config-if)#exit
RX(config)#
```

- İsteğe bağlı olarak Bandwidth değerleri aynı olmayan iki bağlantı arasında “**variance <Variance Number>**” komutuyla variance değerleri değiştirilerek aralarında Load Balance yapılması sağlanabiliyor.

NOT

- Routerlarda da switchlerde olduğu gibi “**ip default-gateway <Ip Address>**” komutuyla gateway adresleri tanımlanabiliyor.
- EIGRP protokolünün Administrative Distance değeri 5, 90 veya 170 olabilir.
 - 5, Summarization işlemlerinde kullanılıyor örnek (olarak “auto-summary” komutuyla Loop oluşumuna önlem olarak kullanılmayan network adreslerini Null 0 arayüzüne yönlendiren rota tanımında kullanılıyor).
 - 90, AS içerisindeki farklı bir routerdan öğrenilen rota/network bilgileri için kullanılıyor.
 - 170, statik rota tanımından veya OSPF gibi harici bir dinamik yönlendirme protokolünden öğrenilen rota/network bilgileri için kullanılıyor.
- EIGRP protokolünde routerlar aralarında haberleşmek için 224.0.0.10 Multicast adresini kullanırlar.

Kontrol Komutları

- sh ip eigrp topology
- sh ip eigrp topology all-links
- https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/ios-xml/ios/iproute_eigrp/command/ire-cr-book/ire-s1.html