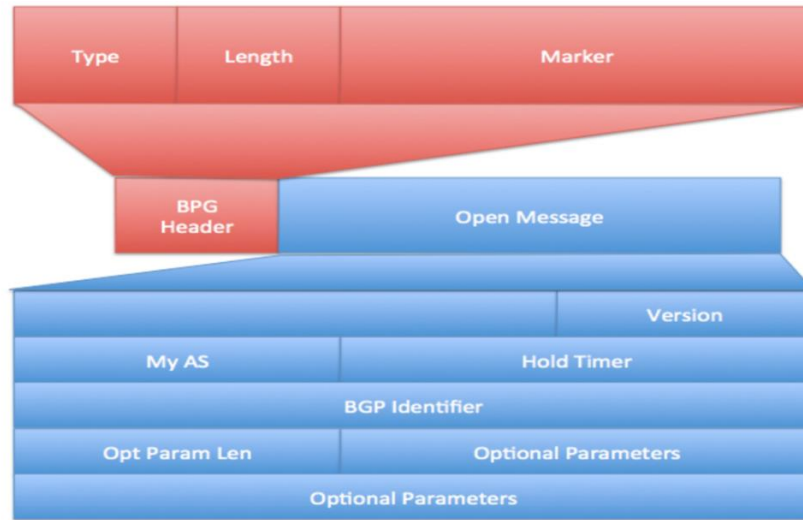


## BGP - 2

### BGP Packet Types

BGP protokolünde OPEN, UPDATE, NOTIFICATION ve KEEPALIVE olmak üzere dört farklı anons paketi bulunuyor. Bu paketler;

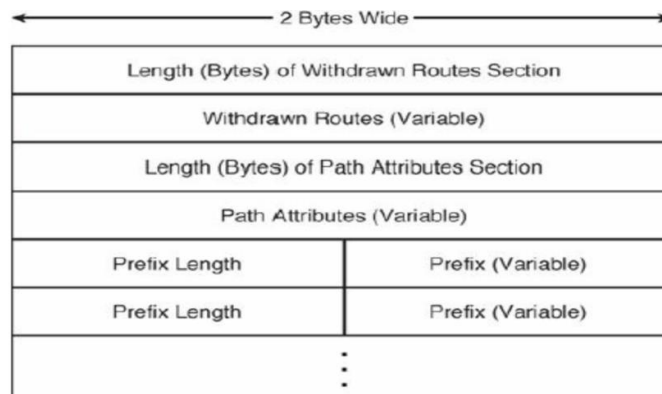
- **OPEN**, komşu BGP router ile komşuluk sürecinioturumunu başlatmak için kullanılan pakettir. Komşu BGP router ile ASN, BGP Identifier, Hold Time (180 sn), BGP Version Number gibi bilgiler paylaşılır.



- **KEEPALIVE**, komşuluk kurulduktan sonra komşu BGP routerun ayakta olup olmadığını kontrol etmek için kullanılan pakettir. Varsayılanda her 60 saniyede bir BGP Peers arasında karşılıklı olarak yollanır. Varsayılanda 180 saniye içerisinde (Hold Time) herhangi bir KEEPALIVE veya BGP paketi gelmezse komşuluk sonlandırılır.

```
▼ Border Gateway Protocol - KEEPALIVE Message
  Marker: ffffffffffffffffffffffffffffffff
  Length: 19
  Type: KEEPALIVE Message (4)
```

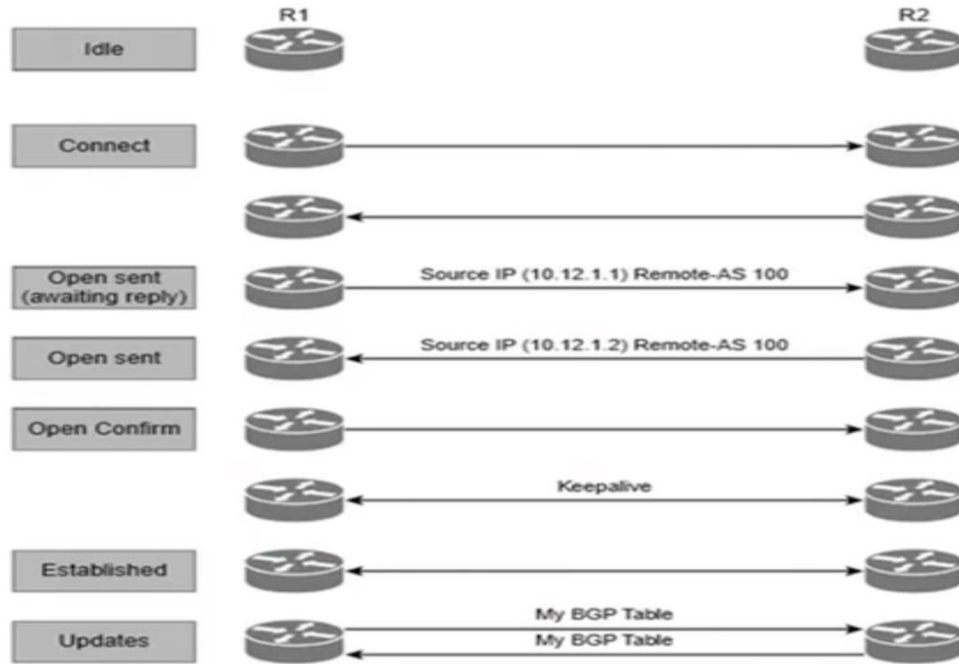
- **UPDATE**, komşuluk kurulduktan sonra BGP routerlar arasında network bilgilerini öğretmek için kullanılan pakettir. İçerisinde NLRI, Withdrawn NLRI, Path Attributes gibi değerleri barındırır.



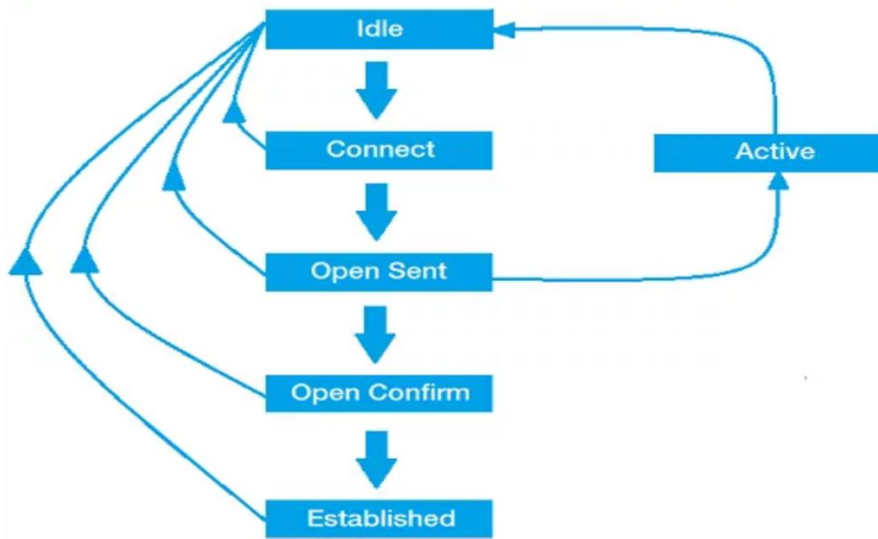
- **NOTIFICATION**, BGP komşuluk kuran routerlar arasında taraflardan birisi komşuluğu sonlandırmak istediğinde kullanılan pakettir. Genelde BGP protokolünde komşuluk durumunu etkileyebilecek değerler üzerinde bir değişiklik yapıldığında kullanılıyor.

### BGP Neighbor States

- **Idle**, BGP protokolünün açıldığı aşamadır. Herhangi bir paket gönderilmez.
- **Connect**, TCP oturumunun başlatıldığı adımdır (Three-Way Handshake – R1).
- **Active**, TCP oturumu başlatıldıktan sonra TCP oturumunu başlatan taraf karşı router'a **Open Sent** mesajı gönderiyor (R1).
- **OpenSent**, TCP oturumu başlatan router komşuluk kuracağı router'a Open Sent mesajı gönderdikten sonra karşı taraftan Open Sent mesajının gönderilmesini beklediği adımdır (R2).
- **OpenConfirm**, TCP oturumunu başlatan routerun karşı routerun gönderdiği Open Sent mesajını aldığını bildirmek için Open Confirm mesajı gönderdiği adımdır. Open Confirm mesajını ilettikten sonra karşı taraftan KEEPALIVE veya NOTIFICATION mesajı beklenir. NOTIFICATION paketi gönderilirse BGP komşuluk durumu Idle aşamasına geri döner (R1).
- **Established**, BGP komşuluğunun kurulduğu adımdır.
- **Updates**, BGP komşuluğu kuran routerlar arasında kendi network bilgilerini içeren BGP tablolarını paylaşırlar.



Aşağıdaki diyagramdan da anlaşılacağı üzere Open Sent adımı dışında herhangi bir problemle karşılaşıldığında süreç Idle adımına geri dönüşüyor. Open Sent aşamasında karşı routerdan Open Sent mesajı alınamadığı durumda, bir süre Active durumuna geçilerek bekleniyor. Bekleme sonrasında yine karşı taraftan dönüş alınamazsa Idle aşamasına dönülerek en baştan komşuluk kurma süreci tekrarlanıyor (BGP konfigürasyonunda Active durumuyla çok sık karşılaşacaksınız).



### Basic BGP Cofiguration

BGP konfigürasyonu kullanılacak BGP versiyonuna göre iki farklı şekilde konfigüre edilebiliyor. BGP protokolünde sadece IPv4 adresler kullanılacaksa BGPv4+ konfigürasyonu yeterli oluyor. Ipv4 adreslerin yanı sıra IPv6 adresler kullanılacaksa MP-BGP versiyonu kullanılmalıdır.

### BGPv4+ Konfigürasyonu

- İlk olarak **"router bgp <AS Number>"** komutuyla AS numarasının tanımlanması gerekiyor. Burada OSPF protokolünde birden fazla OSPF proses oluşturulabildiği gibi birden fazla BGP AS değeri oluşturulamıyor. Tek bir router üzerinde tek bir BGP AS tanımı yapılabiliyor (bir router sadece bir tane AS değerine sahip olabiliyor).
  - o ASN tanımı altında **"neighbor <Neighbor Ip Address> remote-as <Neighbor ASN Value>"** komutuyla komşuluk kurulacak router bilgilerinin tanımlanması gerekiyor. Herhangi bir değişiklik yapılmadığı takdirde bu iki komutla BGPv4+ protokolü devreye alınıyor.
  - o Yönlendire tablosu üzerinde tanımlı network bilgilerinin BGP protokolüyle öğretilmesi için **"network <Ip Address> mask <Subnet Mask>"** komutuyla öğretilecek network bilgilerinin tanımlanması gerekiyor (Burada tanımlanan networklerin yönlendirme tablosunda (RIB Table olarak da biliniyor) kayıtlarının bulunması gerekiyor).
    - Not network tanımı yapılırken OSPF protokolündeki gibi arayüz ip adresi tanımlanamıyor. Doğrudan network adresinin girilmesi gerekiyor (Örnek olarak 192.168.10.1/24 yerine 192.168.10.0/24 olarak tanımlanması gerekiyor).

```
R1(config)#router bgp ?
<1-4294967295> Autonomous system number
<1.0-XX.YY> Autonomous system number

R1(config)#router bgp 65535
R1(config-router)#neighbor 10.0.0.2 remote-as 65536
R1(config-router)#neighbor 40.0.0.3 remote-as 65538
R1(config-router)#network 192.168.10.0 mask 255.255.255.0
R1(config-router)#network 192.168.20.0 mask 255.255.255.0
R1(config-router)#exit
```

## MP-BGP konfigürasyonu

- İlk olarak **“router bgp <ASN Value>”** komutuyla ASN değerinin tanımlanması gerekiyor.
  - o Burada BGPv4+ konfigürasyonundan farklı olarak **“no bgp default ipv4-unicast”** komutuyla varsayılanda gelen IPv4-Unicast adres ailesi dışında farklı adres ailelerinin de kullanılacağını belirtmesi gerekiyor.
    - Bu tanım yapılmadan önce bir sonraki adım olan BGP komşularının tanımlanması durumunda BGP routerlar doğrudan IPv4-Unicast adres ailesini kullanarak komşuluk kurmaya çalışılacaktır.
  - o Varsayılanda gelen Address-Family tanımı dışında adres ailelerinin de kullanılacağı tanımlandıktan sonra **“neighbor <Neighbor Ip Address> remote-as <Neighbor ASN Value>”** komutuyla komşuluk kuracağı routerlar bilgilerinin girilmesi gerekiyor.
  - o Komşu routerlar tanımlandıktan sonra **“address-family {ipv4 | ipv6}”** komutuyla Address-Family tanımı altına girilmelidir.
    - Address-Family tanımı altında **“neighbor <Neighbor Ip Address> active”** komutuyla IPv4 adres üzerinden komşuluk kurulacak router bilgileri tanımlanmalıdır.
    - Aynı zamanda bu Address-Family tanımı altında yönlendirme tablosu üzerindeki network bilgilerinin BGP prokolüyle öğretilebilmesi için **“network <Ip Address> mask <Subnet Mask>”** komutuyla öğretilecek network tanımlarının yapılması gerekiyor (Burada tanımlanan networklerin yönlendirme tablosunda kayıtlarının bulunması gerekiyor).

```
R1(config)#router bgp 65535
R1(config-router)#no bgp default ipv4-unicast
R1(config-router)#neighbor 10.0.0.2 remote-as 65536
R1(config-router)#neighbor 40.0.0.3 remote-as 65537
R1(config-router)#address-family ?
  ipv4      Address family
  ipv6      Address family
  l2vpn     Address family
  nsap      Address family
  rtfilter  Address family
  vpnv4     Address family
  vpnv6     Address family

R1(config-router)#address-family ipv4
R1(config-router-af)#neighbor 10.0.0.2 activate
R1(config-router-af)#neighbor 40.0.0.3 activate
R1(config-router-af)#network 192.168.30.0 mask 255.255.255.0
R1(config-router-af)#network 192.168.40.0 mask 255.255.255.0
R1(config-router-af)#exit
R1(config-router)#exit
```

Konfigürasyon sonunda BGP routerlar arasında komşuluk kurulup kurulmadığını kontrol edebilmek için **“sh bgp ipv4 unicast summary”** veya **“sh ip bgp summary”** komutları kullanılmalıdır. Bu komutlara dair örnek çıktı aşağıda verilmiştir. Çıktı üzerinde;

- Neighbor, komşu routerun ip adresi,
- V, kullanılan BGP versiyon numarasını,
- AS, komşu routerun AS değeri,
- MsgRcvd/MsgSent, komşuyla haberleşme sürecinde gönderilen ve alınan paket sayıları,
- TblVer, oluşturulan BGP tablosundaki versiyon numarası,
- InQ, OutQ, kuyruğa eklenen Update paketlerinin sayısı (Gönderilen ama henüz işleme alınmamış),

- Up/Down, komşuluğun kurulu kaldığı süre
- State/PfxRcd, komşu routerdan öğrenilen network miktarı (komşuluk kurulamadıysa hangi aşamada olduğu da burada görüntüleniyor) görüntülenebiliyor.

Neighbor	V	AS	MsgRcvd	MsgSent	TblVer	InQ	OutQ	Up/Down	State/PfxRcd
10.6.6.6	4	65006	5985	6037	52	0	0	06:59:57	29
10.10.10.10	4	65000	5978	6055	52	0	0	06:59:56	29

## BGP Routing Concepts

Routerlar üzerinde yönlendirme tablosu (Global-RIB) dışında BGP protokolü için kullanılan ayrıca bir BGP (Yönlendirme) tablosu da bulunuyor. Bu tabloya **Loc-RIB** de deniliyor (“**sh bgp ipv4 unicast**” veya “**sh ip bgp**” komutuyla bu tablo görüntülenebilir). BGP protokolünde komşu routerlara öğretilmek üzere tanımlanan her network tanımı öncelikle BGP tablosuna kopyalanıyor. BGP tablosuna kopyalanan network tanımları komşu routerlara öğretilmeye başlanıyor.

```
BGProuter #show ip bgp ipv4 unicast
BGP table version is 15897, local router ID is 172.31.2.34
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best, i - internal,
               r RIB-failure, S Stale
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
10.0.0.0	172.31.2.33	10		0	4809 4809 i
10.0.38.0/24	172.28.144.5	20		0	9929 9929 i
10.0.78.64/26	172.31.2.33	10		0	4809 4809 i
10.0.140.0/24	172.28.144.5	20		0	9929 9929 i
10.0.144.0/22	172.31.2.33	10		0	4809 4809 ?
10.0.196.0/24	172.28.144.5	20		0	9929 65134 ?
10.0.197.0/24	172.31.2.33	10		0	4809 4809 ?
	172.28.144.5	20		0	9929 65134 ?

| → Burada BGP tablosuna kopyalanacak network tanımlarının yönlendirme tablosunda tanımı/öğrenilmiş olması gerektiğini unutma (Dinamik olarak öğrenilmiş, Statik olarak tanımlanmış olabilir veya doğrudan bağlı network olabilir).

| → Bazı network tanımları iki satırdan oluşuyor. İki satırdan oluşan network tanımları bu networke ulaşmak için birden fazla seçenek/rota olduğunu gösteriyor. Bu satırlarda kullanılan “\*>” sembolü tercih edilen/kullanılacak rotaları gösteriyor (Burada seçilen rota bilgileri Global RIB’e (Global Yönlendirme tablosuna) işleniyor).

| → Kendi üzerinde bulunan networkler “Next Hop” kısmında 0.0.0.0 ip adresiyle temsil ediliyor.

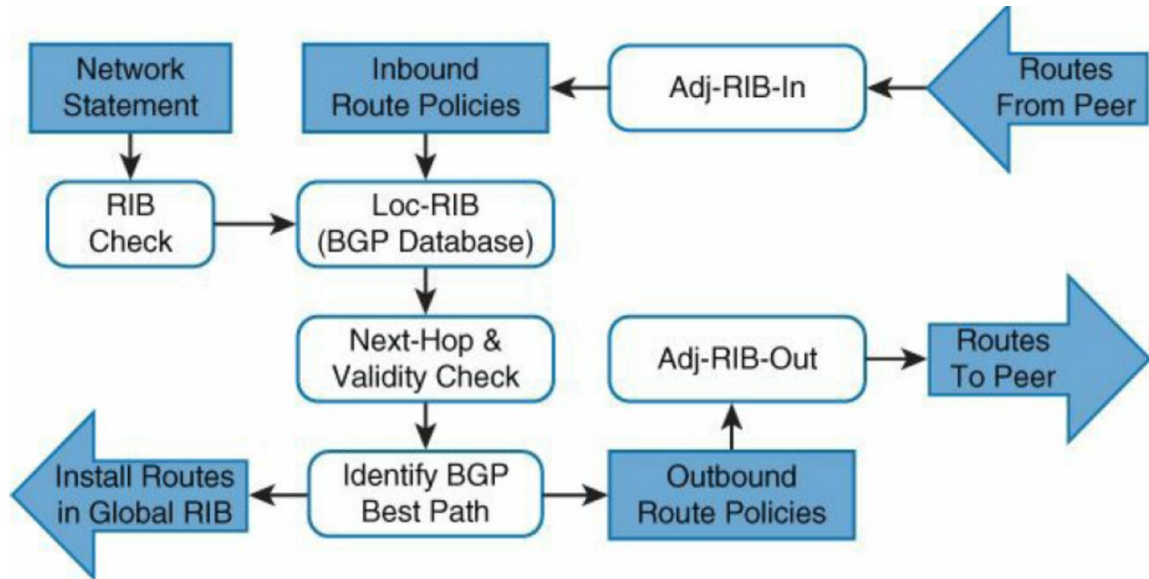
BGP protokolünde öğrenilen her network bilgisinin komşu routerlara öğretilmesi istenmeyebilir (filtreleme veya manipülasyonlar yapılmak istenebilir). Bu nedenle BGP protokolünde networkleri öğrenme ve öğretme sürecinde birden fazla yönlendirme tablosu kullanılıyor. Bu tabloların isimlerine ve ne için kullanıldıklarına bakıldığında;

- **Adj-RIB-In**, komşu routerdan yollanan BGP tablosudur.
- **Adj-RIB-Out**, komşuya yollanan BGP tablosudur
- **Loc-RIB**, BGP protokolü üzerindeki öğrenilen bütün networklerin tutulduğu tablodur.

BGP protokolünde bu tabloların nasıl çalıştığına bakıldığında;

- Öncelikle komşu routerdan gelen BGP tablosu Adj-RIB-In tablosuna kaydedilir.

- Adj-RIB-In tablosuna kopyalanan veriler **Inbound** yönünde uygulanan politikalar doğrultusunda eklenmesi gereken network bilgileri Loc-RIB tablosuna eklenir.
- Bu süreçte doğrudan bağlı veya statik olarak öğrenilen network tanımları için de ilk olarak network adresinin Global RIB tablosunda olup olmadığı kontrol edilir. RIB tablosunda olduğu görüldükten sonra bu network bilgisi Loc-RIB tablosuna eklenir.
- Komşu BGP routerdan alınan network bilgileriyle kendi üzerinde bulunan ve anons edilmesi istenen network bilgileri Loc-RIB tablosuna eklendikten sonra Loc-RIB tablosundaki her bir network tanımı için belirtilen “Next Hop” adreslerine erişim olup olmadığı kontrol edilir (Komşuluk için BGP routerların doğrudan bağlı olması gerekmiyordu. Dolayısıyla ara routerlardan kaynaklı erişim problemleri yaşanabilir).
  - o Next Hop adresi erişilebilirse Loc-RIB tablosundaki network kaydının başına sadece “\*” simgesi ekleniyor (Network erişimi olmadığı durumda yine BGP tablosuna eklenir ama yönlendirme sürecine dahil edilmez).
  - o Ulaşılamayan networkler komşu routerlara öğretilmesin diye filtrelenerek Adj-RIB-Out tablosu oluşturuluyor (Benzer şekilde çeşitli nedenlerden dolayı komşu routerlara öğretilmesi istenmeyen network tanımları olabiliyor. Bu network bilgileri de filtreleniyor).
- Ulaşılabilir networkler belirlendikten sonra bu networklere ulaşabilmek için kullanılabilecek en iyi rotalar tespit edilir.
- Tespit edilen network ve rota bilgileri hem Global RIB (Global Yönlendirme tablosu) tablosuna yazılır hem de komşu BGP routerlarla paylaşılacak üzere **Outband** yönünde tanımlanan politikalar uygulanarak Adj-RIB-Out tablosu oluşturulur ve komşu routerlarla paylaşılır.



## Route Summarization

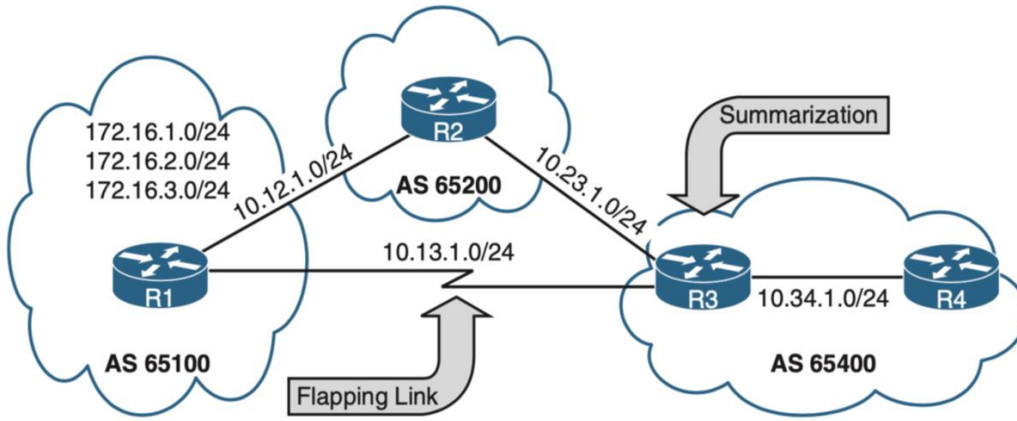
BGP protokolünde öğretilen network tanımları ardışık biçimde olabiliyor. Bu networklerin BGP protokolüyle anons edilebilmesi için her bir network tanımını tek tek tanımlamak yerine adres özetlemesi yapılabilir.

Adres özetleme işleminin faydalarından birisi aşağıdaki görsel üzerinden açıklanmaya çalışıldığında, AS65100 üzerinde ardışık şekilde 172.16.1.0/24 networkleri bulunuyor (Bu networklerin normalde komşu BGP routerlara öğretilbilmesi için ayrı ayrı BGP AS tanımı altında



belirtilmesi gerekiyor). Bu networkler EGP üzerindeki komşu routerlara öğretildikten sonra EGP routerlar arasında Flapping Link gibi bir problem yaşandığında komşu EGP routerların dahil oldukları AS içerisindeki routerlar (IGP) bu durumdan çok fazla etkilenecektir.

Bu duruma örnek olarak (R3'ün 10.13.1.0/24 networkünü tercih ettiği varsayılıyor) R1-R3 arası bağlantı üzerinde Flapping Link görülürse R3'ün kendi üzerinde R1'den öğrendiği network tanımları için durum güncellemeleri yapması gerekecektir. Bu güncellemeler komşu IGP router olan R4'e sürekli Update paketlerinin gönderilmesine neden olacaktır (EGP üzerinde Update paketi gönderme süreleri (Timers) uzundur ama IGP içerisindeki routerlar için bu süreler çok daha kısadır). R3 üzerinde adres özetleme işlemi yapıldığında ise tek bir özet adres tanımlı olacaktır. Dolayısıyla R3 ile R4 arasındaki Update paket trafiği daha az olacaktır.



BGP protokolünde adres özetleme işlemi Static (Network Statement) ve Dynamic (Aggregation) olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Bu uygulamalara bakıldığında;

### Static (Network Statement) Route Summarization

Statik adres özetleme işlemi için ilk olarak tanımlı BGP AS arayüzü altında **"network <Ip Address> mask <Subnet Mask>"** komutuyla özet adres tanımı manuel olarak yapılmalıdır.

- Bu tanım sonrasında BGP AS altında tanımlanan networklerin Loc-RIB tablosuna eklenmeden önce Global RIB tablosu üzerinde tanımlı olup olmadığı kontrol ediliyordu. Tanımlanan adres özetinin bu kontrolü geçebilmesi için global konfigürasyon modu altında **"ip route <Summarized Network Address> <Subnet Mask> null0"** komutuyla özet adres tanımları içerisinde bulunmayan adreslerin Loop oluşturmaması için NULL0 arayüzüne statik rota tanımı yapılıyor (Normalde Loop oluşumunu önlemek için tanıımıyordu. Detaylı bilgi için **CCNP - 04 - IP Routing Essentials** notlarını inceleyebilirsiniz).
  - o ALTIN KURAL – Summarization işlemi yapılıyorsa Loop oluşumuna karşın NULL0 tanımı da mutlaka yapılmalıdır.
  - o BGP protokolü için adres özetleme sürecinde AS arayüzü altında özet adres tanımı yapılsa dahi NULL0 arayüzüne tanım yapılmadığı takdirde network adresi Global RIB üzerinde bulunamayacağı için özet adres tanımı yönlendirme sürecine dahil edilmeyecektir.
- Burada sadece routerun kendi üzerindeki networkler için adres özetleme işleminin yapıldığına dikkat edilmelidir (Komşu routerlarda öğrenilen networkler üzerinde yapılmıyor).
- Örnek olarak 172.29.10.0/24 - 172.29.20.0/24 arası network özetleme işlemi için uygulanacak konfigürasyon aşağıdaki gibi olacaktır.

```
ip route 172.29.0.0 255.255.224.0 null0
router bgp 64520
network 172.29.0.0 mask 255.255.224.0
```

## Dynamic (Aggregation) Route Sumarization

Dinamik adres özetleme işlemi için BGP AS tanımı altında “**aggregate-address** <Summarized Network Address> <Subnet Mask> (**summary-only** | **as-set**)” komutuyla özet adres tanımı yapılmalıdır (Bu komutla beraber NULL0 arayüzü için statik rota tanımı otomatik olarak oluşturulacaktır).

Konfigürasyon parametre kullanılmadan gerçekleştirildiğinde özetlenmeden önceki kullanılan network adresleri ayrı ayrı anons edilmeye devam edilirken buna ek olarak özetlenmiş haliyle de anons edilmeye başlanıyor (Yani aslında pek de bir değişiklik olduğu söylenemez. Sadece OSPF veya EIGRP üzerinden Redistribute edilen network bilgileri komşu BGP routerlara öğretilirken doğrudan OSPF routerları anons edilmek istenmediği durumlarda kullanılması anlamlı oluyor - OSPF veya EIGRP üzerinden öğrenilen networkler özetlendiğinde Next Hop adres olarak Reditribute edilen BGP routerun adresi öğretiliyor). Daha açıklayıcı olması adına örnek vermek gerekirse 172.29.10.0/24 - 172.29.20.0/24 arasındaki networkler ayrı ayrı anons edilmeye devam edilirken buna ek olarak özetlenen 172.29.10.0/24 - 172.29.20.0/24 network adresi de anons edilmeye başlanıyor.

Komut sonunda kullanılabilecek parametrelere bakıldığında;

**Summary-only**, BGP protokolünde adres özetlemesi yapıldığında Summary-only parametresi kullanılırsa, komşu BGP routerlara sadece özet adres tanımı anons edilecektir (Özet tanımı dışında her network ayrı ayrı anons edilmeyecektir).

- Örnek olarak 192.168.1.0/24 – 192.168.255.0/24 arasındaki adresler özetlendiğinde, bu aralıktaki her bir adres ve özet tanımı (192.168.0.0/16) anons edilmiyor. Bunun yerine tanımlanan aralıktaki her bir adres **Suppressed** edilerek öğretilmiyor. Sadece özet adres tanımı (192.168.0.0/16) anons edilecektir.

```
*> 192.168.0.0/16 0.0.0.0 32768 i
#> 192.168.1.1/32 10.12.1.1 0 0 65100 ?
#> 192.168.2.2/32 0.0.0.0 0 32768 ?
#> 192.168.3.3/32 10.23.1.3 0 0 65300 ?
```

- Bu parametrenin olumsuz yanı, network adreslerinin sadece özet tanımı anons edildiği için her bir network üzerindeki AS\_Path bilgileri kaybedilecektir. Bu durum Loop riski de oluşturabilmektedir. Özet adres tanımında kaynak bilgisi olarak BGP adres özetleme işlemini yapan router (Aggregator) görünecektir.
- Bu parametrenin olumlu yönlerine bakıldığında, Flapping Link probleminin etkilerini azaltır. Ek olarak yönlendirme tablosunun küçülmesini sağlar.
- Özetleme yapılacak network tanımının sonuna (“**summary-only**” parametresiyle kullanılıyor) “**as-set**” parametresi de eklenerek özetlenen network adreslerine ulaşmak için gidilen AS\_Path değerlerinin de korunması ve anons edilmesi sağlanabiliyor.

```
*> 192.168.0.0/16 0.0.0.0 100 32768 {65100,65300} ?
#> 192.168.1.1/32 10.12.1.1 0 0 65100 ?
#> 192.168.2.2/32 0.0.0.0 0 32768 ?
#> 192.168.3.3/32 10.23.1.3 0 0 65300 ?
```



- Farklı AS'lere dahil network tanımları özetlenirken “**as-set**” parametresi de kullanılıyorsa anons edilen network tanımları içerisinde networklerin AS\_Path bilgileri de gönderiliyordu. Özet adres tanımı içinde bulunan AS\_Path değerleri, aynı AS'e dahil bir BGP routera bu anons geldiğinde, BGP router Loop oluşmuş gibi algılayacak ve özet adres tanımını drop edecektir.

## Notlar

- OSPF protokolünden BGP protokolüne network bilgilerini Redistribute edilmek için BGP AS tanımı altında “**redistribute ospf <OSPF Process Number>**” komutu kullanılıyor. BGP protokolünden OSPF protokolüne network tanımları Redistribute edilirken dikkat edilmesi gerekiyor. Filtreleme yapılmadığı durumda çok fazla miktarda network kaydı aktarılacaktır. Bu durum OSPF protokolünün çatlamasına neden olabilir.
- Flapping Link, bir bağlantının kesintilere uğramasıdır (git-gel yapması).

## Terminolojiler

- Atomic Aggregate, bir adres özeti yapıldığında bu tanımın anons paketlerinde özet adres tanımı olduğunu belirten parametreye verilen isimdir.
- Agregator, bir adres özeti yapıldığında bu özetlemeyi gerçekleştiren BGP router bilgisinin eklendiği parametredir.

## Kontrol Komutları

- Sh bgp ipv4 unicast summary
- Sh ip bgp summary
- Sh bgp ipv4 unicast
- Sh bgp ipv4 unicast <Ip Address>
- Sh bgp ipv4 unicast neighbors <IpAddress> Advertised-routes
- Sh ip bgp

