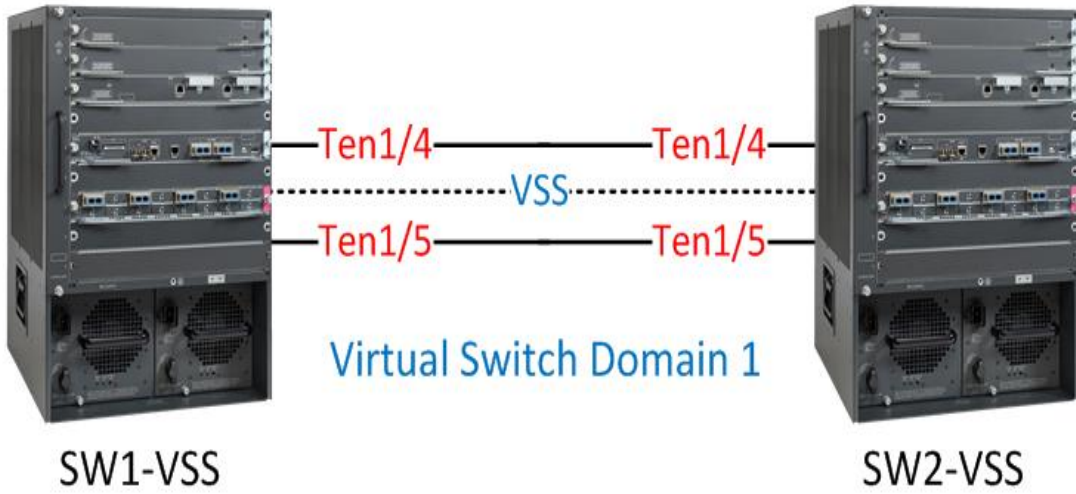


## VIRTUAL SWITCHING SYSTEM (VSS)

VSS teknolojisi önceki teknolojilerde olduğu gibi birden fazla yönlendiricinin veya üçüncü seviye bir anahtarlayıcının son kullanıcıya bir tek yönlendirici olarak görünmesini sağlar [21]. Lakin buradaki işlevsellik çok farklıdır. VSS’de birden farklı yönlendirici sanal olarak değil, gerçek anlamda tek bir yönlendirici haline gelir ve bu stack bağlantı metodu ile sağlanır.[22] Bu konu içerisinde VSS’nin işleyişinden bahsedildikten sonra, VSS konfigürasyonunun yönlendiriciler üzerinde nasıl yapıldığını adım adım inceleyeceğiz. Bu bölümdeki konfigürasyonlar gerçek ortamda yapılmıştır.



Şekil 3.1: VSS ağ altyapısı.

Şekil 3.1 de görüldüğü gibi iki ayrı yönlendiricinin birbirlerine TenGig modül ile bağlanması sonucu tek bir yönlendirici haline gelmesi sürecini adım adım inceleyeceğiz. Öncelikle omurgada konum alan yönlendiricileri inceleyelim.

Omurga yönlendiricileri data-plane ve control-plane olmak üzere ikiye ayrılır [23];

**Control-Plane:** Cihaz üzerindeki yönetimin, paket yol belirlenmesinin ve konfigürasyonun yapıldığı yerdir. Bu rolü üstlenen modüle supervisor denir.

**Data-Plane :** Cihaz üzerinde paket trafiğinin taşındığı ve iletiildiği kısımdır. Bu rolü üstlenen modüllere line-card denir. Bunlar GigaEthernet veya TenGigaEthernet line-cardları olabilir.

İki cihaz birbirlerine 2 x 10Gig ile bağlanır ve tek bir cihaz haline getirilir. VSS data plane kısmında aktif-aktif ama control plane kısmında ise aktif-pasif olarak çalışır. Cihazların VSS olma süreci bittiğinde line-card’lardaki port numaraları değişir. Örnelemek gerekirse;

- VSS öncesi ilk yönlendiricinin TenGig 2/5 portu (2. Slot daki 5. Port demek)
- VSS sonrasında TenGig 1/2/5 olur (1. Yönlendiricinin 2. Slotundaki 5. Portu )

VSS sürecini anlatırken ürün olarak Cisco 6504 Catalyst switchlerini 720-10G supervisor modülleri ile kullanacağız.

### 3.1.1 VSS Konfigurasyonu

Standalone halinde çalışan iki adet yönlendiricinin VSS konfigürasyon süreci aşağıdaki gibidir;

- Her iki omurga yönlendiricisinde virtual switch domain oluşturulur ve bu domain altında yönlendiriciler “switch1” ve “switch2” olarak numaralandırılır.
- Virtual switch linkler oluşturulur.
- Conversion komutu girilerek yönlendiriciler baştan başlatılır.

VSS konfigürasyonu yapılmadan önce her iki cihazın IOS versiyonlarına bakılır ve her iki versiyonun da aynı olduğundan emin olunur. İki versiyonun da aynı olmaması durumunda hazırlanan konfigürasyon çalışmayacaktır. Kullandığımız her iki yönlendiricinin software ve hardware modellerinin VSS yapısını desteklediğini aşağıdaki konfigürasyonda görülür.

```
SW1-VSS#show module
Mod Ports Card Type Model Serial No.
-----
 1 5 Supervisor Engine 2T 10GE w/ CTS (Acti VS-SUP2T-10G SAL11111111
 2 4 CEF720 4 port 10-Gigabit Ethernet WS-X6704-10GE SAL11111111
 3 48 CEF720 48 port 10/100/1000mb Ethernet WS-X6748-GE-TX SAL11111111

Mod MAC addresses Hw Fw Sw Status
-----
 1 588d.09e6.d0b9 to 588d.09e6.d0c0 1.3 12.2(50r)SYS 15.0(1)SY2 Ok
 2 001a.a10e.833c to 001a.a10e.833f 2.5 12.2(14r)S5 15.0(1)SY2 Ok
 3 0002.fcc1.1bd0 to 0002.fcc1.1bff 1.2 12.2(14r)S5 15.0(1)SY2 Ok

Mod Sub-Module Model Serial Hw Status
-----
 1 Policy Feature Card 4 VS-F6K-PFC4 SAL11111111 1.2 Ok
 1 CPU Daughterboard VS-F6K-MSFC5 SAL11111111 1.4 Ok
 2 Centralized Forwarding Card WS-F6700-CFC SAD11111111 3.1 Ok
 3 Centralized Forwarding Card WS-F6700-CFC SAD11111111 1.1 Ok

Mod Online Diag Status
-----
 1 Pass
 2 Pass
 3 Pass
```

Figür 3.1: SW1 module gösterim konfigürasyonu

Switch2'nin konfigürasyon çıktısına bakıldığında ;

```
SW2-VSS#show module
*Aug 13 18:37:25.727: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
Mod Ports Card Type Model Serial No.
-----
 1 5 Supervisor Engine 2T 10GE w/ CTS (Acti VS-SUP2T-10G SAL22222222
 2 4 CEF720 4 port 10-Gigabit Ethernet WS-X6704-10GE SAL22222222
 3 48 CEF720 48 port 10/100/1000mb Ethernet WS-X6748-GE-TX SAD22222222

Mod MAC addresses Hw Fw Sw Status
-----
 1 588d.09e6.cc7d to 588d.09e6.cc84 1.3 12.2(50r)SY5 15.0(1)SY1 Ok
 2 001a.6c68.73e0 to 001a.6c68.73e3 2.5 12.2(14r)S5 15.0(1)SY1 Ok
 3 000d.6551.041a to 000d.6551.0449 1.2 12.2(14r)S5 15.0(1)SY1 Ok

Mod Sub-Module Model Serial Hw Status
-----
 1 Policy Feature Card 4 VS-F6K-PFC4 SAL22222222 1.2 Ok
 1 CPU Daughterboard VS-F6K-MSFC5 SAL22222222 1.4 Ok
 2 Centralized Forwarding Card WS-F6700-CFC SAL22222222 3.1 Ok
 3 Centralized Forwarding Card WS-F6700-CFC SAD22222222 1.1 Ok

Mod Online Diag Status
-----
 1 Pass
 2 Pass
 3 Pass
```

**Figür 3.2:** SW2 module gösterim konfigürasyonu

Her iki yönlendirici de VSS teknolojisini destekleyen VS-SUP2T-10g supervisorlarını kullanıyorlar. Yönlendiricilerin hardware modülleri VSS uyumlu olduğu gibi software versiyonları da uyumlu olmalıdır.

```
SW1-VSS#show version
Cisco IOS Software, s2t54 Software (s2t54-ADVENTERPRISEK9-M), Version 15.0(1)SY2,
RELEASE SOFTWARE (fc4)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
```

**Figür 3.3:** SW1 version gösterim konfigürasyonu

Diğer yönlendiricinin software versiyonu

```
SW2-VSS#show version
Cisco IOS Software, s2t54 Software (s2t54-ADVENTERPRISEK9-M), Version 15.0(1)SY2,
RELEASE SOFTWARE (fc4)
Technical Support: http://www.cisco.com/techsupport
```

**Figür 3.4:** SW2 version gösterim konfigürasyonu

Her iki yönlendiricinin de software versiyonları IOS 15.0(1)SY2 olup VSS teknolojisine uygun oldukları konfigürasyon çıktılarında görülmektedir. Bu durumda VSS konfigürasyon yapılandırılmasına geçilebilir.

VSS yapılandırılma sürecinde ilk adım olan Virtual Switch Domain Id, 1 ile 255 arasında grup numarası olarak verilebilir. 6500 serisi “SW1-VSS” ve “SW2-VSS” isimli cihazlarımızdan her ikisini de aynı virtual switch domain id altında konfig etmemiz gerekiyor.

```
SW1-VSS(config)#switch virtual domain 1
Domain ID 1 config will take effect only
after the exec command 'switch convert mode virtual' is issued

SW1-VSS(config-vs-domain)#switch 1
```

```
SW2-VSS(config)#switch virtual domain 1
Domain ID 1 config will take effect only
after the exec command 'switch convert mode virtual' is issued

SW2-VSS(config-vs-domain)#switch 2
```

**Figür 3.5:** SW1 ve SW2 virtual domain konfigürasyonu

Yukarıdaki konfigürasyonlarda görüldüğü gibi her iki yönlendirici de aynı virtual switch domain altındalar. Bu sistem içerisinde SW1-VSS, “switch1” ve SW2-VSS “switch2” olarak ayarlandılar. Sonraki adım yönlendiricilere aktif-pasif seçimi için priority değeri atamak olarak belirlenir.

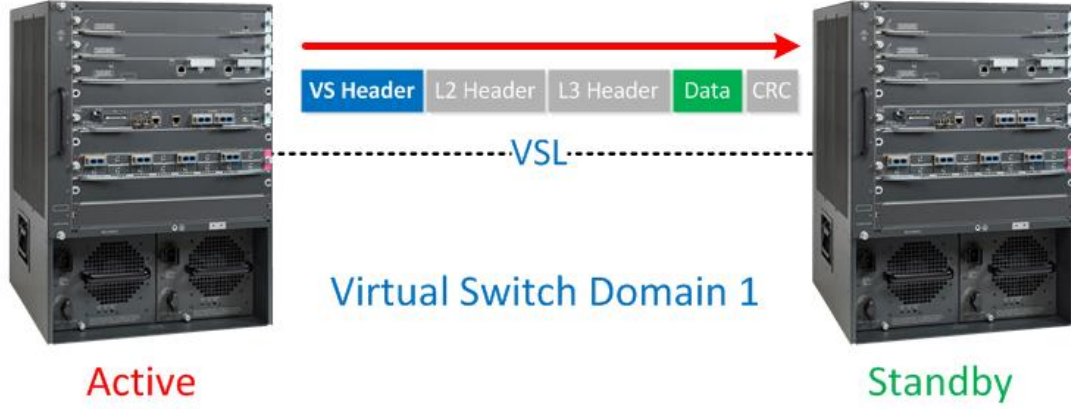
```
SW1-VSS(config-vs-domain)#switch 1 priority 110
SW1-VSS(config-vs-domain)#switch 2 priority 100
```

```
SW2-VSS(config-vs-domain)#switch 1 priority 110
SW2-VSS(config-vs-domain)#switch 2 priority 100
```

**Figür 3.6:** SW1 ve SW2 , VSS priority değeri konfigürasyonu

Priority değeri yüksek olan yönlendirici aktif rol alır. Buradaki aktif rolden kasıt supervisor rolü içindir. Bu durumda Switch1’in priority değeri daha yüksek olduğu için SW1-VSS aktif yönlendirici olur. SW2-VSS ise beklemede yani standby durumunda kalır. Buradaki roller control-plane içindir. Her iki yönlendiricide de data-plane aktif olarak rol alır.

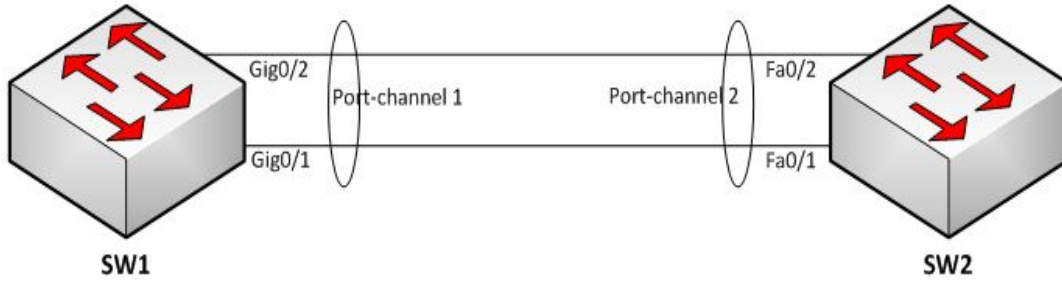
VSS teknolojisinde yönlendiriciler arasında konfigürasyon değişikliği ve durum bilgisi güncellemeleri **virtual switch link** üzerinden yapılır [22]. VSS bağlantısı için virtual switch link olarak fiziksel port ya da yedeklilik için etherchannel kullanılabilir. VSL, link üzerinden gönderilen her bir paket frame ine “virtual switch header” ekler. Bu süreç **şekil 3.2**'deki gibidir.



Şekil 3.2: VSS Vsl Header.

Yönlendiricilerin üzerindeki fiziksel portların hepsi VSS teknolojisini desteklemez. Bu yazıda VSS bağlantısı kurulurken supervisor üzerindeki Ten Gigabit interfaceler kullanıldı. VSS kurulurken yedekli bağlantı için etherchannel kullanıldı. Etherchannel konfigürasyonuna geçmeden önce etherchannel, link aggregation konusuna hakim olunması gerekiyor.

**Etherchannel** teknolojisi sayesinde paralel hatlar birleştirilerek tek bir mantıksal hat gibi kullanılabilirler [24]. Buna göre en az iki, en fazla sekiz FastEthernet, GigabitEthernet veya 10-Gigabit Ethernet hat birleştirilebilir ve Fast Etherchannel, Gigabit Etherchannel ve 10-Gigabit Etherchannel oluşturabilirler. Bu durumda full-duplex olarak en fazla 1600 Mbps (8 FastEthernet hattın birleştirilmesiyle), 16 Gbps (8 Gigabit Ethernet hattın birleştirilmesiyle) ve 160 Gbps (8 10-Gigabit Ethernet hattın birleştirilmesiyle) hızlarına ulaşılabilir. Bu da iki switch arasındaki hat kapasitemizi arttırabilmemiz anlamına gelmektedir ki ihtiyaç durumunda bizler için önemli bir avantaj sağlamaktadır. Çünkü normal şartlarda switchler arası paralel hatlardan biri dışındaki diğerleri loop oluşmaması için STP(Spanning Tree Protocol) tarafından engellenmektedir.



**Şekil 3.3:** Etherchannel.

Konfigurasyon yapılmadan önce Etherchannel'a dahil olan portların Spanning-Tree özelliklerinin aynı olmasına dikkat edilmelidir. Ayrıca Etherchannel'ı oluşturan portlar aynı vlan'de olmalıdırlar veya trunk görevi göreceklerse native vlan'leri geçmesine izin verdikleri vlan'ler aynı olacak biçimde trunk modunda konfigüre edilmelidirler.

Etherchannel'ı oluşturan hatlar arasında network trafiğinin dağılımı bir algoritmaya göre yapılır ve bu trafik hatlara eşit dağıtılmak zorunda değildir. Bu yüzden yukarıda bahsettiğimiz hızlara ulaşamayabilir. Etherchannel'ı oluşturan hatlardan herhangi birisi çalışmaz duruma gelirse onun trafiği otomatik olarak Etherchannel içindeki başka bir hatta yönlendirilir. Algoritma, trafiği hatlar arasında dağıtırken kaynak IP, hedef IP, kaynak MAC, hedef MAC adreslerini veya port numaralarını temel alabilir. İki hattın birleştirilmesinden oluşan bir Etherchannel'da karar için 1 bitlik bilgiye ihtiyacımız vardır. Buna göre, trafiği dağıtmak için eğer bu 1 bitlik bilgi 0 ise hat 0, 1 ise hat 1 seçilebilir. Bu seçim için kullanılan bir yöntem, adreslerin son bitlerinin XOR'lanmasıdır. Bir örnek verecek olursak 192.168.2.1 adresinden 172.31.68.46 adresine gönderilen bir paket için trafiğin akacağı hat seçimi şu şekilde yapılır; Eğer iki hattın birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir Etherchannel varsa IP adreslerinin son 1 biti üzerinde XOR işlemi uygulanarak  $1 \text{ XOR } 0=1$ , bu trafik için hat 1'in kullanılacağına karar verilir. Eğer dört hattın birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir Etherchannel varsa IP adreslerinin son 2 biti üzerinde XOR işlemi uygulanarak  $01 \text{ XOR } 10=11$ , bu trafik için hat 3'ün kullanılacağına karar verilir. Son olarak sekiz hattın birleştirilmesiyle oluşturulmuş bir Etherchannel varsa IP adreslerinin son 3 biti üzerinde XOR işlemi uygulanarak  $001 \text{ XOR } 110 = 111$ , bu trafik için hat 7'nin kullanılacağına karar verilir

Etherchannel port numaraları	Yük dağılımı
8	1:1:1:1:1:1:1:1

7	2:1:1:1:1:1
6	2:2:1:1:1:1
5	2:2:2:1:1
4	2:2:2:2
3	3:3:2
2	4:4

**Tablo 3.1:** Etherchannel 8 bitlik HASH algoritması

Yukarıdaki yöntem, hatlar arasında trafiğin dağıtımında adaletsizliğe yol açabilir. Bazen hatlardan biri fazla yük taşırken diğeri çok daha az yük taşır konuma gelebilir. Bunu dengelemek için TCP ve UDP portları trafik dağıtımında kullanılabilir. VSS bağlantımızın yedekli olması için yönlendiricilerin supervisor modülleri üzerindeki Ten 1/4 ve Ten 1/5 interfaceleri kullanıldı.

```
SW1-VSS(config)#interface port-channel 1
SW1-VSS(config-if)#no shutdown
SW1-VSS(config-if)#switch virtual link 1
SW1-VSS(config-if)#exit
SW1-VSS(config)#int range ten 1/4 - 5
SW1-VSS(config-if-range)#channel-group 1 mode on
SW1-VSS(config-if-range)#no shut
```

**Figür 3.7:** SW1 virtual link konfigürasyonu

```
SW2-VSS(config)#interface port-channel 2
SW2-VSS(config-if)#no shutdown
SW2-VSS(config-if)#switch virtual link 2
SW2-VSS(config-if)#exit
SW2-VSS(config)#int range ten 1/4 - 5
SW2-VSS(config-if-range)#channel-group 2 mode on
SW2-VSS(config-if-range)#no shutdown
```

**Figür 3.8:** SW2 virtual link konfigürasyonu

Yukarıdaki konfigürasyonlarda iki yönlendiricin birbirleriyle bağlantısı için etherchannel yapılmış ve supervisorlar üzerindeki TenGig interfaceler bu oluşturulan etherchannel'lara üye edilmiştir. Ayrıca her bir yönlendirici için etherchannel'lar "virtual switch link" olarak belirlenmiştir. Etherchannel durumlarını görmek için;

```
SW1-VSS#show etherchannel summary | incl Po1
1      Po1(RU)      -      Te1/4(P)      Te1/5(P)
```

```
SW2-VSS#show etherchannel summary | incl Po2
2      Po2(RU)      -      Te1/4(P)      Te1/5(P)
```

**Figür 3.9:** SW1 ve SW2 etherchannel durum gösterim konfigürasyonu

Yapılan adımlar tek tek incelendi. Yönlendiriciler VSS oluşumu için hazırlar. Son adım olarak VSS dönüşümünü gerçekleştirdikten sonra switchler üç süreçten geçer.

- Her iki switch'in konfigürasyonları tek bir konfigürasyon haline gelir.
- İnterface numaraları slot/port düzeninden switch-numarası/slot/port olarak değişir.
- Switch'lerin aktif-pasif rollerinin belirlenme süreci

VSS oluşumunu başlatmak için aşağıdaki konfigürasyonlar yapılır;

```
SW1-VSS#switch convert mode virtual

This command will convert all interface names
to naming convention "interface-type switch-number/slot/port",
save the running config to startup-config and
reload the switch.

NOTE: Make sure to configure one or more dual-active detection methods
once the conversion is complete and the switches have come up in VSS mode.

Do you want to proceed? [yes/no]: yes
Converting interface names
Building configuration...
```

**Figür 3.10:** SW1 virtual convert konfigürasyonu

Aynı işlem diğer switch için de yapılır ve bu işlemin her iki switch için aynı zamanda yapılması gerekir.



```
SW2-VSS#switch convert mode virtual
```

```
This command will convert all interface names  
to naming convention "interface-type switch-number/slot/port",  
save the running config to startup-config and  
reload the switch.
```

```
NOTE: Make sure to configure one or more dual-active detection methods  
once the conversion is complete and the switches have come up in VSS mode.
```

```
Do you want to proceed? [yes/no]: yes
```

```
Converting interface names
```

```
Building configuration...
```

**Figür 3.11:** SW2 virtual convert konfigürasyonu

Yukarıda görülen işlemler yapıldıktan sonra switch'ler baştan başlar ve süreç console arayüzünden aşağıdaki gibi görülür;

```
SW1-VSS#
```

```
System detected Virtual Switch configuration...
```

```
Interface TenGigabitEthernet 1/1/4 is member of PortChannel 1
```

```
Interface TenGigabitEthernet 1/1/5 is member of PortChannel 1
```

**Figür 3.12:** SW1 VSS başlangıç süreci gösterim konfigürasyonu

```
SW2-VSS#
```

```
System detected Virtual Switch configuration...
```

```
Interface TenGigabitEthernet 2/1/4 is member of PortChannel 2
```

```
Interface TenGigabitEthernet 2/1/5 is member of PortChannel 2
```

**Figür 3.13:** SW2 VSS başlangıç süreci gösterim konfigürasyonu

Bu adımda switch'lerin aktif-pasif seçimleri görülür;

```
SW1-VSS#
%PFREDUN-6-ACTIVE: Initializing as ACTIVE processor for this switch

%VSL_BRINGUP-6-MODULE_UP: VSL module in slot 1 switch 1 brought up
%VSLP-5-RRP_ROLE_RESOLVED: Role resolved as ACTIVE by VSLP
%VSL-5-VSL_CNTRL_LINK: New VSL Control Link 1/1/4
```

```
SW2-VSS#
%PFREDUN-6-ACTIVE: Initializing as ACTIVE processor for this switch

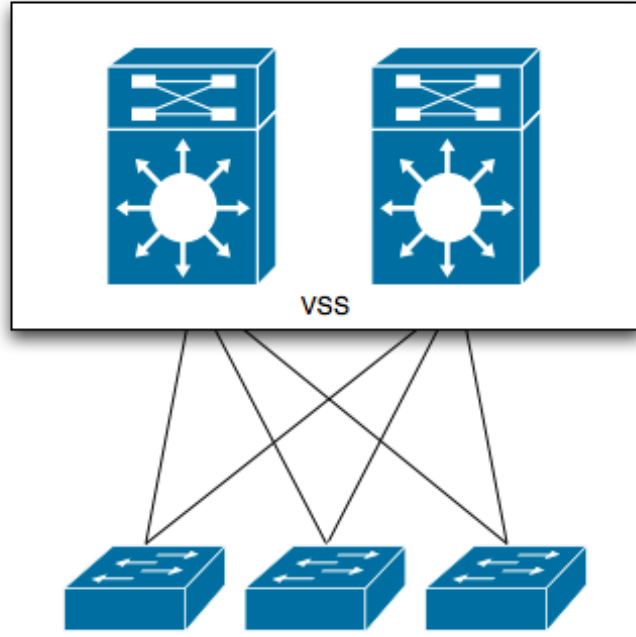
%VSL_BRINGUP-6-MODULE_UP: VSL module in slot 1 switch 2 brought up
%VSLP-5-RRP_ROLE_RESOLVED: Role resolved as STANDBY by VSLP
%VSL-5-VSL_CNTRL_LINK: New VSL Control Link 2/1/4
```

**Figür 3.14:** SW1 ve SW2 VSS aktif-pasif seçim süreci gösterim konfigürasyonu

Her iki switch’inde baştan başlarken boot olma sürecinde VSS bağlantısı olma sürecinde fiziksel portları “virtual switch link” olarak görülür ve kendi aralarında aktif-pasif seçimini yaparlar. Bizim senaryomuzda SW1-VSS aktif olarak seçilmiştir. SW2-VSS artık konfigürasyon için devre dışı bırakılmıştır. Bu seçim olduktan sonra bütün konfigürasyonlar SW1-VSS üzerinden yapılır ve eş zamanlı olarak SW2-VSS ile paylaşılır.

### 3.1.2 Virtual System Switching de Yük Dağılımı ve Yedeklilik

VSS topolojisinde yedeklilik ve yük dağılımı tam verimle çalışır [22] Her bir kenar switch’den omurga yönlendiriciye iki bağlantı kablosu gider. Bu kablolardan biri SW1-VSS e giderken diğeri SW2-VSS e gider. Daha önce anlatıldığı gibi VSS’nin çalışma mantığında control-plane aktif-pasif çalışırken data-plane aktif-aktif çalışır. Kenar switch’den omurga yönlendiricilere giden iki kabloda etherchannel teknolojisi kullanılarak her iki kablonun aktif bir şekilde trafiği iletmesi sağlanır. Aynı şekilde omurga yönlendiricisine gelen iki kabloda da etherchannel teknolojisi kullanılır. Bu yük dağılımını sağlar. Bu kablolarda biri olan SW1-VSS yönlendiricisinin data-plane modülüne giderken, diğeri kablo olan SW2-VSS yönlendiricisinin data-plane modülüne gider. Böylece yedeklilik de sağlanmış olur.



Şekil 3.4: VSS Yedeklilik ve Yük dağılımı.