

**MERKEZ KAMPÜS**

**KABLOLU BİLGİSAYAR AĞI ALIMI TEKNİK ŞARTNAMESİ**

**2021**

**İHALE NUMARASI**

**2021/1**

**ÇANKAYA ÜNİVERSİTESİ**

**MERKEZ KAMPÜS KABLOLU BİLGİSAYAR AĞI ALIMI TEKNİK ŞARTNAMESİ**

**1. Amaç ve Kapsam**

Çankaya Üniversitesi, Eskişehir Yolu 29. Km. Yukarı Yurtçu Mahallesi, Mimar Sinan Caddesi No:4, 06790, Etimesgut/ANKARA adresindeki Merkez Kampüsü’nde yapılacak olan Hazırlık, Mimarlık ve Hukuk Fakülte binalarının network cihazlarının anahtar teslim olarak temin edilmesi amaçlanmaktadır.

**2. Kısaltmalar ve Tanımlar**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kısaltma** | **İngilizce** | **Türkçe** |
| ACL | Access-control list | Erişim kontrol listeleri |
| ARP | Address Resolution Protocol | Katman adres keşif protokolü |
| BGP | Border Gateway Protocol | Dinamik yönlendirme yedekliliği protokolü |
| BPDU | Bridge Protocol Data Units | STP yönetim paketleri |
| DAC | Direct Attach Copper | SFP+ arabirimli 10G bakır |
| DHCP | Dynamic Host Configuration Protocol | Otomatik IP atama protokolü |
| Gb | Gigabit | Gigabit |
| GBIC | Gigabit interface converter | Gigabit arabirim çevirici |
| Gbps | Gigabit per second | Gigabit/saniye |
| GVRP | Generic Attribute Registration Protocol | Otomatik VLAN dağıtım protokolü |
| HTML | Hypertext Markup Language | Hiper metin işaretleme dili |
| HTTPS | Hypertext transfer protocol secure | Güvenli http erişimi |
| IGMP | Internet Group Management Protocol | Multicast yönlendirme protokolü |
| LLDP-MED | Media endpoint discovery extension | LLDP Medya cihaz tespit protokolü |
| LR | Long Reach | Uzun menzil |
| MAC | Media access control address | Tekil Ethernet arabirimi adresi |
| MDI/X | Medium dependent interface | Otomatik düz/çapraz algılama |
| MLD | Multicast Listener Discovery | IPv6 Keşif protokolü |
| Mpps | Million Packets Per Second | Milyon paket/saniye |
| MSTP | Multiple Spanning Tree Protocol | Çoklu 2. Katman hat yedekliliği protokolü |
| OEM | Original Equipment Manufacturer | Markasız ürün |
| OSPF | Open Shortest Path First | Dinamik yönlendirme protokolü |
| PoE | Power over Ethernet | Enerjisini veri kablosu üzerinden temin etme |
| QoS | Quality of service | Servis kalitesi protokolü |
| RADIUS | Remote Authentication Dial-In User Service | Merkezi yetkilendirme protokolü |
| RIP | Routing Information Protocol | Dinamik yönlendirme protokolü |
| RMON | Remote Network Monitoring | Network izleme ve protokol analizi |
| RPVST | Rapid Per-VLAN spanning tree Protocol | VLAN bazlı 2. Katman hat yedekliliği protokolü |
| RSTP | Rapid Spanning Tree Protocol, | Hızlı 2. Katman hat yedekliliği protokolü |
| SCP | Secure copy protocol | Güvenli dosya kopyalama protokolü |
| SDN | Software-defined networking | Yazılım tanımlı ağlar |
| SFP+ | Small form-factor pluggable | Dahili 10G Ethernet fiber çevirici |
| SNMP | Simple Network Management Protocol | Basit ağ yönetim protokolü |
| SR | Short Reach | Kısa menzil |
| STP | Spanning Tree Protocol | 2. Katman hat yedekliliği protokolü |
| TACACS | Terminal Access Controller Access-Control System | Merkezi yetkilendirme protokolü |
| TFTP | Trivial File Transfer Protocol | Sıradan dosya aktarım protokolü |
| VLAN | Virtual Local Area Network | Sanal yerel alan ağı |
| VXLAN | Virtual Extensible LAN | Bulut tabanlı 2. Katman VLAN protokolü |
| XRMON | Extended Remote Network Monitoring | Network izleme ve protokol analizi |
|  | Switching capacity | Anahtarlama kapasitesi |
|  | Forwarding rate | Paket iletim hızı |
|  | Openflow | SDN alt protokolü |
|  | Hot-Swappable | Cihaz çalışırken değiştirilebilme |
|  | Disaster recovery | Felaket kurtarma |
|  | Backup | Yedek |
|  | Jumbo Frame | Geniş ethernet paketi |
|  | Link Aggregation | Bağlantı birleştirme, yedekleme |

**3. Genel Şartlar**

**3.1** Firma, teklifinde bu şartnamedeki maddelere; sıralamaya uygun olarak ayrı ayrı cevap verecektir. Maddelerde istenilen hususların sağlanıp sağlanamayacağını hiçbir yoruma meydan vermeyecek şekilde net ifadelerle belirtecektir. Şartname cevaplarındaki düzensizlik ve belirsizliğin olması durumunda, teklifi değerlendirme kapsamı dışında bırakabileceğini kabul edecektir.

**3.2** Firma teklifinde sistemleri oluşturan tüm parçaların marka ve modellerini cihazların içinde bulunan kart ve modülleri ayrıca cihaz kataloglarını teklifine eklemelidir. Eksik bilgi ile teklif edilen cihazlar değerlendirmede ‘karşılanamıyor’ olarak göz önüne alınacaktır.

**3.3** Teklif edilecek tüm network cihazları Çankaya Üniversitesi’nde kurulmuş olan mevcut diğer network ekipmanı ile uyumlu olmalıdır. Gerekli keşif çalışmaları teklif verilmeden önce firma tarafından yapılmalıdır.

**3.4** Teklif edilen tüm cihaz ve yazılımların özellikleri üretici firmanın resmi sitesinde belirtilmiş olmalı ve en geç ihale tarihinde cihazlar üzerinde faal olmalıdır.

**3.5** Cihazların montajı esnasında kullanılacak gerekli olan cihaza özel tüm malzeme, kablo ve aparatlar ek bir ücret talep edilmeksizin firma tarafından temin edilecektir.

**3.6** İşi anahtar teslimi olarak kurmak ve sorunsuz bir şekilde çalışır durumda teslim etmek firmanın yükümlülüğündedir.

**Kurulum Genel Şartlar**

**3.7** Tüm kurulum Firma tarafından yapılacak ve Tak-Çalıştır şekilde anahtar teslim olarak Kurum’a teslim edilecektir. Teklif edilen tüm cihazların düzgün çalışması için gerekli ağda çalışan aktif ya da pasif tüm cihazların düzgün bir biçimde kurulması, ayarlanması, test edilmesi ve istenilir şekilde çalıştırılıp teslim edilmesi firma tarafından yapılmalıdır.

**Garanti**

**3.8** Teklif edilecek anahtar cihazlar ve bileşenleri en az 2 yıl üretici garantisinde olmalıdır. Garanti süresince oluşabilecek arızalardan onarım, güç kaynağı, modül, GBIC gibi parça değişim veya ürün değişimi için herhangi bir ücret talep edilmeyecek şekilde teklif edilmelidir. Bu garanti üretici firma garantisi olup gerekli servis paketleri teklife dahil edilmelidir.

**3.9** Ağ anahtarı yazılım güncellemeleri garanti süresi boyunca ücretsiz yapılabilecek şekilde teklif verilmelidir.

**Teslimat**

**3.10** Cihaz ihale sonuçlanması sonrasında en geç 90 gün içinde teslim edilmelidir.

**3.11** Teslim süresinden sonra, 4 hafta içinde kurulumu tamamlanmış olmalıdır.

Eğitim

**3.12** Cihaz yönetimi eğitimleri kurulum sonrasında, 2 kişiye 1 gün boyunca, Üniversite içerisinde gerçekleştirilecektir.

**4. Mevcut Durum**

Üniversitemiz Merkez Kampüsünde omurga anahtar olarak HP 8212 kullanılmaktadır. Yeni eklenecek 3 bina Merkez binadaki omurga anahtara 10GE-LR modüller ile bağlanacaktır. Omurga anahtar üzerine takılacak gerekli sayıda modül teklife eklenecektir. Teklif edilecek GBIC modülleri OEM olmayacak, mevcut omurga ile aynı marka ürünler olacaktır. (3 adet J9151A veya J9151E 10G SFP+ LC LR Transceiver) Yapılacak teklifler yığın veya şasi mimarisinde olabilecektir.

**5.1 Genel Donanım Özellikleri**

**5.1.1** Yığınlamada kullanılacak anahtarlar en az 48 adet 1 Gb ethernet portlu ürünlerden seçilecektir.

**5.1.2** Data sayılarını sağlayacak sayıda teklif edilen anahtarları halka mimaride bağlayabilecek sayıda yığın kablosu anahtarlar ile birlikte teklif edilmelidir.

**5.1.3** Anahtarlar 1’er U mesafede bağlanılacağı düşünülerek yığınlama kablo uzunlukları seçilmelidir.

**5.1.4** Her bina için anahtarlardan en az 2 tanesi dahili ya da harici yedek güç kaynağı ile teklif edilmelidir.

**5.1.5** Yığın tek IP üzerinden yönetilebilmeli ve anahtar ekleme çıkarma, güncelleme işlemleri yığını durdurmadan yapılabilmelidir.

**5.1.6** Yığında bulunacak anahtarların her biri en az 170 Gbps anahtarlama kapasitesine (switching capacity) ve 125 Mpps iletim oranına (Forwarding rate) sahip olmalıdır.

**5.1.7** Şasi mimaride, ilgili konumdaki data ve PoE+ port sayılarını karşılayabilecek en az sayıda cihaz teklif edilmelidir.

**5.2 Hazırlık Binası**

**5.2.1** Hazırlık Binası için verilecek tekliflerdeki ethernet port sayıları en az 42 adedi 1 Gb PoE+ olmak üzere toplam 199 adet 1 Gb Ethernet olmalıdır. Bu port sayılarına erişebilmek için yığın ya da şasi mimarisi tercih edilebilir.

**5.2.2** Bağlantı için gerekli 3’er metrelik 2 adet uygun “fiber patchcord”lar teklife eklenecektir.

**5.2.3** Teklif edilecek anahtarlar Hazırlık binasında bulunacak sunucular için en az 12 adet 10 Gbit SFP+ yuvaları bulundurmalıdır. SR, LR ve DAC kablolar takılabilmelidir.

**5.2.4** Teklif edilecek anahtarlar tek kabinde konumlandırılacaktır.

**5.2.5** Teklif edilecek yığın tipindeki anahtar bina için belirtilen port sayılarını en fazla 5 cihaz ile sağlayabilmelidir.

**5.2.6** Teklif edilecek şasi tipindeki anahtar bina için belirtilen port sayılarını bir cihazla sağlayabilmelidir.

**5.3 Hukuk Binası**

**5.3.1** Hukuk Binası için verilecek tekliflerdeki ethernet port sayıları en az 147 adedi 1 Gb PoE+ olmak üzere toplam 419 adet 1 Gb Ethernet olmalıdır. Bu port sayılarına erişebilmek için yığın ya da şasi mimarisi tercih edilebilir.

**5.3.2** Bağlantı için gerekli 3’er metrelik 2 adet uygun “fiber patchcord”lar teklife eklenecektir.

**5.3.3** Teklif edilecek anahtarlar tek bir kabinde konumlandırılacaktır.

**5.3.4** Teklif edilecek yığın tipindeki anahtar bina için belirtilen port sayılarını en fazla 10 cihaz ile sağlayabilmelidir.

**5.3.5** Teklif edilecek şasi tipindeki anahtar bina için belirtilen port sayılarını en fazla 2 cihazla sağlayabilmelidir. Cihazlar ya da yığınlar birbirleri ile 2 adet 10 Gb DAC kablo üzerinden yedekli olarak iletişim kuracaktır.

**5.3.6** Teklif edilecek anahtarlar Hukuk Fakültesi binasında bulunacak sunucular için en 8 adet 10 Gbit SFP+ yuvaları bulundurmalıdır. SR, LR ve DAC kablolar takılabilmelidir.

**5.4 Mimarlık Binası**

**5.4.1** Mimarlık Binası için verilecek tekliflerdeki ethernet port sayıları en az 160 adedi 1 Gb PoE+ olmak üzere toplam 495 adet 1 Gb Ethernet olmalıdır. Bu port sayılarına erişebilmek için yığın ya da şasi mimarisi tercih edilebilir.

**5.4.2** Bağlantı için gerekli 3’er metrelik 2 adet uygun “fiber patchcord”lar teklife eklenecektir.

**5.4.3** Teklif edilecek anahtarlar birbirine bitişik 2 farklı kabinde konumlandırılacaktır.

**5.4.4** Teklif edilecek anahtar bina için belirtilen port sayılarını en fazla 12 cihaz ile sağlayabilmelidir.

**5.4.5** Teklif edilecek şasi tipindeki anahtar bina için belirtilen port sayılarını en fazla 2 cihazla sağlayabilmelidir. Cihazlar ya da yığınlar birbirleri ile 2 adet 10 Gb DAC kablo üzerinden yedekli olarak iletişim kuracaktır.

**5.4.6** Teklif edilecek anahtarlar Mimarlık Fakültesi binasında bulunacak sunucular için en 8 adet 10 Gbit SFP+ yuvaları bulundurmalıdır. SR, LR ve DAC kablolar takılabilmelidir.

**5.5 Şase Tipi Kullanıcı Anahtarı**

**5.5.1** Teklif edilen anahtar SDN temelli uygulamaları desteklemek için openflow veya benzeri bir protokolü desteklemeli ve buna uygun firmware versiyonu ile teklif edilmelidir.

**5.5.2** Her bina bağlantısı için gerekli 3’er metrelik 2 adet (toplam 6 adet) uygun “fiber patchcord”lar teklife eklenecektir.

**5.5.3** Teklif edilecek tüm modüller (I/O Modul, Supervisor, Kontrol Modul, Switching Fabric… vb) üreticinin yayınlamış olduğu en üst model ve performanstaki kartlar olmalıdır. Alt versiyon kart ve moduller teklif edilmeyecektir.

**5.5.4** Cihaz yönetim/işlemci modülü ve güç kaynaklarında yedekli konfigürasyonu desteklemelidir.

**5.5.5** GBIC’ler, güç kaynakları, kullanıcı modülleri Hot-Swappable olmalı, cihaz çalışırken sökülüp takılabilmelidir.

**5.5.6** Teklif edilecek anahtarın tüm portları, tıkanmasız (non-blocking) olarak çalışmalıdır.

**5.5.7** Anahtar ile birlikte teklif edilecek transcieverlar üreticinin kendisine ait ve kendi garantisi altında, orjinal ve yeni olmalıdır.

**5.5.8** 100/1000BaseT portlar otomatik olarak MDI ve MDIX ayarlamasını yapabilmelidir.

**5.5.9** Cihaz üreticinin WEB sitesinde duyurduğu performans değerini sağlayacak olan yazılım ve donanım ile teklif edilmelidir.

**5.5.10** Gigabit portlar için Latency (gecikme) degeri 3 mikrosaniyenin altında, 10 Gigabit portlar için 2 mikrosaniyenin altında olmalıdır.

**5.5.11** Layer2 anahtarlama, Layer 3 yönlendirme, Layer 4 önceliklendirme yapabilmelidir

**5.5.12** Disaster recovery veya yüksek performans backup sistemleri için Jumbo Frame desteği olmalıdır.

**5.5.13** IEEE 802.1Q (4,094 VLAN ID) VLAN ID’si işaretleme desteği ve en az 4000 adet port bazında VLAN tanımlanabilmelidir. GVRP veya benzeri bir protokol ile otomatik olarak VLAN’ları öğrenebilmeli ve atama yapabilmelidir. MAC-based VLAN desteği olmalıdır. IEEE 802.1v protokolü desteği ile VLAN seçimi Layer 3 protokole göre yapılabilmelidir.

**5.5.14** IEEE 802.3ad link aggregation özelliği ile 8 portu destekleyen bağlantı noktası (Trunk) oluşturulabilmelidir. IEEE 802.3ad link aggregation özelliği ile 140 adet bağlantı noktası (Trunk) oluşturulabilmelidir.

**5.5.15** IEEE 802.1D STP, IEEE 802.1s MSTP, IEEE 802.1w RSTP ve RPVST+ protokollerini desteklemelidir.

**5.5.16** Anahtar, sistemde bulunan aynı model farklı anahtar üzerinden Layer2 seviyesinde tüm bağlantıların, aynı anda tüm VLAN’lar için aktif aktif çalışmasını desteklemek amacıyla birden fazla omurga anahtarın tek bir sanal anahtar gibi çalışmasını desteklemelidir. Böylece farklı omurga anahtarlar üzerinden Layer2 seviyesinde dağıtık link aggregation desteklemelidir. Layer2 seviyesinde tüm bağlantıların, aynı anda tüm VLAN’lar için aktif aktif çalışması sağlanmalıdır. Teklif edilecek anahtar Multi-Chassis Trunking, Virtual Switching System veya Virtual Stacking Framework protokollerinden en az birini destekleyecek ve aktif-aktif çalışma mimarisini desteklemelidir. Bu özellikler lisansa bağlı ise cihaz ile birlikte teklife dahil edilecektir.

**5.5.17** VRRP (Virtual Routing Redundancy Protocol) özelliği ile iki adet omurga anahtar birbirini yedekleyerek çalışabilmelidir. Cihaz, bu özelliği destekleyecek donanım ve yazılım ile teklif edilmelidir.

**5.5.18** IEEE 802.1ad Q-in-Q desteği ile ölçeklendirilebilir ve hiyerarşik bir Ethernet ağ yapısı desteklenmelidir.

**5.5.19** Port güvenliği özelliği ile kullanıcı listeleri oluşturularak sadece belli MAC adreslerinin ilgili portlara bağlantı kurmasına izin verilebilmelidir. Bu sayede izinsiz kullanıcı ve cihazların ağa girişleri engellenebilmelidir.

**5.5.20** IEEE 802.1X port based network access control desteği olmalıdır. IEEE 802.1X desteği olmayan kullanıcıların network’e güvenli şekilde bağlanabilmesi için WEB tabanlı yetkilendirme yapılabilmelidir. WEB-based Authentication özelliği olmalıdır. Kullanıcılar gerektiğinde MAC adreslerine göre yetkilendirilebilmelidir, MAC-based Authentication özelliği olmalıdır.

**5.5.21** Port başına aynı anda birden fazla kimlik tanımlama metoduna (802.1x, Web Tabanlı veya Mac Tabanlı) ve port bazında aynı anda birden fazla kullanıcının kimlik doğrulamasına destek vermelidir.

**5.5.22** RADIUS ve TACACS+ tabanlı kimlik doğrulama protokollerini desteklemelidir. Üreticiye özel protokoller veya benzeri / muadili protokoller kabul edilmeyecektir.

**5.5.23** BPDU ataklarına karşın BPDU koruması bulunmalıdır. STP Root olarak seçilmiş anahtarı ataklara ve yapılandırma hatalarına karşı koruma özelliği bulunmalıdır. İstenmeyen, kötü amaçlı saldırılardan veya yapılandırma hatalarından korunması amacı ile anahtar STP root guard desteklemelidir.

**5.5.24** İstenmeyen ARP Broadcast saldırılarına karşın güvenlik önlemi olarak Dinamik ARP koruması özelliği bulunmalıdır. ICMP DoS ataklarına karşın ICMP Throttling veya benzeri bir güvenlik metodunun desteği bulunmalıdır. Omurga anahtar network içerisinde yayılacak zararlı trafiği engellemek amacı ile VLAN’lar arası trafiği denetleyen virüs, worm, spyware gibi zararlıları tespit ederek trafik geçişini sınırlandırabilen connection rate filtering vb. teknolojilere sahip olmalıdır.

**5.5.25** Layer 3 düzeyinde statik yönlendirme ile dinamik yönlendirme yapabilmelidir. Anahtarlama cihazı, unicast ve multicast routing protokollerinden RIPv1, RIPv2, RIPng, OSPF, OSPF v3, BGP, Static IPv4 ve IPv6 routing, Policy-Based Routing, Bidirectional Forwarding Detection, Equal-Cost Multipath (ECMP) desteklemelidir. Bu protokollerin aktif olması için lisans gerekiyorsa cihazla birlikte teklif edilmelidir.

**5.5.26** Adres tablosunda en az 64.000 adet MAC adres tutabilmelidir.

**5.5.27** Private VLAN desteği bulunmalıdır.

**5.5.28** Layer 3 IP kaynak/hedef adreslerine göre, Layer 4 UDP/TCP port numarasına göre Access Control List yazılabilmelidir. IPv6 ağ trafiği için ACL desteği olmalıdır.

**5.5.29** SSH v2 (Secure Shell) protokolü ile uzaktan güvenli şekilde yönetilebilir olmalıdır.

**5.5.30** IGMPv3 desteği olmalıdır. İstek dışı multicast baskınlarına karşı IP multicast snooping desteği bulunmalıdır.

**5.5.31** Hangi anahtarlama portlarının birbirleriyle görüşeceğini kontrol etmek için kaynak port filtrelemesi veya benzeri bir özelliği bulunmalıdır.

**5.5.32** İstenmeyen DHCP sunucularına karşın güvenlik önlemi olarak DHCP koruması özelliği bulunmalıdır.

**5.5.33** Anahtar ağ üzerindeki Multimedia (HD Video, Ses, Görüntü, E-Learning Data … vb) trafiğinin etkin bir şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla Multicast anahtarlama ve yönlendirme yapabilmelidir. Bu amaçla anahtar Multicast anahtarlama için IGMP v3 özelliklerini, Multicast yönlendirme için PIM SM (Protocol Independent Multicast Sparse Mode) ve PIM DM (Protocol Independent Multicast Dense Mode) her ikisi de hem IPv4 hem de IPv6 için desteklenecektir.

**5.5.34** IPv6 desteği bulunmalıdır. IPv4 protokolünden IPv6 protokolüne geçiş için her iki protokolün kullanımına olanak sağlamalıdır.

**5.5.35** IPv6 yönlendirme desteği hazır olmalıdır. Statik ve OSPFv3 protokolü desteklenmeli ve cihaz üzerinde hazır olmalıdır.

**5.5.36** IPv6 multicast trafiğinin gerekli arayüzlere yönlendirilebilmesi ve gereksiz multicast yayının engellenebilmesi için MLD snooping özelliği bulunmalıdır.

**5.5.37** Network trafiğini takip etmek için Port-Mirroring özelliği bulunmalıdır. Birden fazla portun trafiği tek bir porttan takip edilebilecektir. Ağ içerisindeki aynı tip başka bir anahtar üzerindeki bir portun izlenmesi mümkün olmalıdır. Seçilen MAC adreslere göre ve VLAN bazlı trafik izleme mümkün olmalıdır.

**5.5.38** Cihazın VXLAN desteği olacaktır.

**5.5.39** Hız sınırlama (Rate Limiting) özellikleri (port-based rate limiting ve classifier-based rate limiting) olmalıdır.

**5.5.40** IEEE 802.1p trafik önceliklendirme desteği olmalıdır. CoS (Class of Service) özelliği ile, 802.1p önceliklendirmeler IP adresine, IP Type of Service, Layer 3 protokole, TCP/UDP port numarasına, DiffServ ve kaynak portuna göre yapılabilmelidir.

**5.5.41** SNMPv1/v2c/v3 ve RMON, XRMON protokolleri desteklenmelidir. Herhangi bir tarayıcı ile HTML tabanlı, HTTP ve HTTPS protokolleri ile uzaktan yönetilebilir olmalıdır. Secure Sockets Layer (SSL) protokolü özellikleri bulunmalıdır.

**5.5.42** Teklif edilen ürün serisinde sFlow veya NetFlow gibi veri akışı izleme protokollerinin en az birinin desteği bulunmalıdır.

**5.5.43** Cihazın komut satırı (CLI) üzerinden yönetim desteği olmalıdır.

**5.5.44** RFC 783 TFTP Protocol (revision 2) dosya transfer protokolü desteği bulunmalıdır. TFTP protokolü ile yazılım (firmware) güncellemesi yapılabilmelidir.

**5.5.45** Anahtarlama cihazları arasındaki bağlantıların sağlığının korunması amaçlı Uni-Directional Link Detection (UDLD) veya benzeri desteği bulunmalıdır.

**5.5.46** IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol (LLDP) keşif protokolü veya benzeri bir protokol desteği bulunmalıdır. Destekli IP Telefon gibi uç cihazların QoS ve VLAN gibi ayarlarının otomatik olarak yapılabilmesi için LLDP-MED protokolü desteği bulunmalıdır.

**5.5.47** Cihazın tüm modülleri takılı iken en az N+1 yedekli olacak cihazı rahatlıkla besleyebilecek yedekli çalışabilen güç kaynakları olmalıdır. Anahtarın tüm güç kaynağı slotları dolu olarak teklif edilmelidir.

**5.5.48** Teklif edilecek anahtar cihazlar ve bileşenleri en az 2 yıl üretici garantisinde olmalıdır. Garanti süresince oluşabilecek arızalardan onarım, güç kaynağı, modül, GBIC gibi parça değişim veya ürün değişimi için herhangi bir ücret talep edilmeyecek şekilde teklif edilmelidir. Bu garanti üretici firma garantisi olup gerekli servis paketleri teklife dahil edilmelidir.

**5.5.49** Ağ anahtarı yazılım güncellemeleri garanti süresi boyunca ücretsiz yapılabilecek şekilde teklif verilmelidir.

**5.5.50** Teklif edilen anahtar modüler şasi yapıda olmalı ve supervisor/management modulleri haricinde I/O modül takılabilecek en az 6 adet genişleme yuvası (slot) bulunmalıdır.

**5.5.51** Cihazın anahtarlama kapasitesi 6 modüllü anahtarlar için en az 960 Gbps, data iletim kapasitesi ise en az 570 Mpps, 12 modüllü anahtarlar için en az 1900 Gbps, data iletim kapasitesi ise en az 1140 Mpps olmalıdır.

**5.5.52** Teklif edilen anahtar 6 modüllü anahtarlar için, üzerine en az 144 adet 100/1000 port veya 144 adet GBIC / SFP port veya en az 48 adet 10 gigabit (SFP+/10Gbase-T) port veya 12 adet 40 gigabit port takılabilmelidir.

**5.5.53** Teklif edilen anahtar 12 modüllü anahtarlar için, üzerine en az 288 adet 100/1000 port veya 288 adet GBIC / SFP port veya en az 96 adet 10 gigabit (SFP+/10Gbase-T) port veya 24 adet 40 gigabit port takılabilmelidir.

**5.5.54** Teklif edilen anahtarların genişleme yuvalarına; 1000BaseSX, 1000BaseLX, 1000BaseLH GBIC’lerin takılabileceği modüller, 100/1000 PoE+ modüller ve 10 Gigabit modüller (10G SR, 10G LR, 10G LRM, 10G ER), 40 Gigabit modüller(SR4, LR4) takılabilmelidir. Eğer varsa kendisiyle aynı marka sunucularla uyumlu 10G bağlantı için maliyet avantajı sağlayan Direct Attach Cable (DAC) desteği olmalıdır.

**5.5.55** Şasi mimarisinde kullanılacak her Data ve PoE tipi modülden birer adet yedek modül teklife eklenecektir.

**5.6 Yığın Tipi Kullanıcı Anahtarı**

**5.6.1** Anahtar IPv4 ve IPv6 protokolleri için tıkanmasız yapıda çalışmalıdır.

**5.6.2** Anahtarın dahili ya da harici yedek güç kaynağı desteği olmalıdır.

**5.6.3** Anahtarın en az 9100 byte’lık jumbo frame desteği olmalıdır.

**5.6.4** Anahtarın bakır portlarında 802.3az EEE (Energy Efficient Ethernet) desteği olmalıdır.

**5.6.5** Anahtar halka topoloji ile yığınlama için kullanılacak gerekli uzunluklardaki kablolar teklife dahil edilecektir.

**5.6.6** Anahtar en az sekiz adet ve üzeri sayıdaki anahtar ile yığınlanabilmelidir.

**5.6.7** Tüm yığın tek IP Adresi ve tek bir konfigürasyon üzerinden yönetilebilmeli ve yığın çalışırken yeni bir anahtarı yığına eklenebilmelidir.

**5.6.8** Yığında anahtarlama bant genişliği en az 80 Gbps olmalı, yığındaki tüm anahtarlar bu bant genişliğine tam erişime sahip olmalıdır.

**5.6.9** Yığındaki farklı anahtarlar üzerinden link aggregation yapmak mümkün olmalıdır. 802.3ad Link Aggregation (Dynamic veya Static)

**5.6.10** Anahtar en az Spanning Tree (802.1d, MST, Rapid), 802.1x, 802.3af, LACP, IGMP Snooping, DHCP Snooping özellikleri desteklenmelidir.

**5.6.11** Anahtar en az 16.000 adet MAC adresi desteklenmelidir.

**5.6.12** IEEE 802.1d Spanning Tree Protocol(STP), 802.1w Rapid Spanning Tree ve 802.1s Multiple Spanning Tree Protocol (MSTP) desteklenmelidir. VLAN’ler arası yük dengelemesi için 802.1d ve 802.1w protokolleri her VLAN için ayrı ayrı çalıştırılabilmelidir.

**5.6.13** Anahtar L2 loop’ları engelleme konusunda Spanning Tree dışında özelliklere sahip olmalıdır.

**5.6.14** Fiberoptik arayüzlerde, bağlantıların tek yönlü olarak fiberoptik kablolama veya port hatalarından dolayı arızalanması durumunda bunu algılayan ve tek yönlü olan linkleri kapatan UniDirectional Link Detection(UDLD) özelliği bulunmalıdır.

**5.6.15** Anahtar IEEE 802.3ad - LACP desteklemelidir. Cihaz üzerinde minimum 8 adet 10/100/1000 ya da 1000BaseX port, aynı kanal altında toplanıp, tek port gibi çalışabilmelidir.

**5.6.16** Anahtar, 802.1AB protokolünü desteklemelidir. Bu sayede kendisine doğrudan bağlı diğer anahtarları öğrenme (neighbor learning) özelliğine sahip olacaktır.

**5.6.17** Anahtar statik yönlendirme, VLAN’ler arası IP yönlendirme, ve dinamik yönlendirme protokollerinden RIP ve OSPF desteklemelidir.

**5.6.18** Anahtar VRRP gibi üçüncü katman bir yedekleme protokolü desteklemelidir

**5.6.19** Anahtar politika tabanlı yönlendirme (PBR) desteklemelidir.

**5.6.20** Anahtar örnekleme yapmadan Netflow veya sFlow desteklemelidir.

**5.6.21** Anahtarın IGMP v1, v2 ve v3 desteği olmalıdır.

**5.6.22** Anahtarın IGMP snooping ve MLD snooping desteği olmalıdır.

**5.6.23** Anahtar RADIUS ve TACACS+ tabanlı kimlik doğrulama protokollerini desteklemelidir. Üreticiye özel protokoller veya benzeri / muadili protokoller kabul edilmeyecektir.

**5.6.24** Cihaz, paketleri L2 başlığındaki kaynak/hedef MAC adresi, L3 başlığındaki kaynak/hedef IP adresi, L4 başlığındaki TCP/UDP port numarası bilgilerine göre erişim denetiminden (ACL) geçirebilmelidir.

**5.6.25** Erişim kontrol listeleri Port, VLAN seviyesinde uygulanabilmelidir.

**5.6.26** Anahtarın Private VLAN desteği bulunmalıdır.

**5.6.27** Anahtar her porttan belirlenen adet kadar MAC adresinin bağlantı kurmasını sağlayabilmelidir. Belirlenen limit dışındaki MAC adresleri isteğe bağlı olarak belirlendiğinde port kapatılabilmeli veya limit dışı MAC adreslerinin bağlanması engellenebilmelidir.

**5.6.28** Anahtar DHCP, ARP ve IP ataklarını engellemek için DHCP snooping, Dynamic ARP Inspection gibi özelliklerine sahip olmalıdır.

**5.6.29** 802.1x desteklemeyen cihazlar için bir RADIUS sunucu üzerinden MAC adres tabanlı kimlik doğrulama yapabilmelidir.

**5.6.30** 802.1x desteklemeyen cihazlar için WEB tabanlı kimlik doğrulama işlemi yapılabilmeli ve bir HTTP sunucuya yönlendirme yapılabilmelidir.

**5.6.31** Anahtar Voice VLAN yaratılmasını destekleyecektir. Bu sayede IEEE 802.1p class of service (CoS) uyumlu IP telefonların otomatik olarak tanınması ve Voice VLAN a eklenmesine olanak sağlamalıdır.

**5.6.32** Anahtarın "QoS (Quality of Service)" desteği bulunmalıdır. Üçüncü seviyede (L3) DiffServ Code Point (IP ToS/DSCP) ya da ikinci seviyede (L2) IEEE 802.1p CoS (Class of Service) ile sınıflandırılmış paketlerin öncelik değerlerini anlayabilmeli, gerektiğinde bu öncelik değerlerini değiştirebilmelidir.

**5.6.33** Anahtar üzerindeki 10/100/1000 portlarının hızı sınırlandırılabilmelidir (Rate Limiting).

**5.6.34** Anahtar uzak lokasyondaki DHCP sunuculara DHCP isteklerini iletmek için DHCP relay desteğine sahip olmalıdır. Bu özellik IPv4 ve IPv6 için desteklenmelidir.

**5.6.35** Anahtarda detaylı gerçek zamanlı trafik analizi yapabilmek için VLAN ve port bazında port aynalama desteği bulunmalıdır.

**5.6.36** TFTP veya SCP protokolleri ile işletim sistemi güncellemesi yapılabilmelidir.

**5.6.37** Anahtar syslog sunuculara log gönderebilmeli, hata, kaynak kullanımı ve zaman aşımı gibi bilgileri raporlayabilmelidir. Raporlanacak bilgi başlıkları seçilebilir olmalıdır.

**5.6.38** Anahtarın saat ve tarih bilgisi, ağ üzerindeki bir sunucudan NTP protokolü ile eşzamanlanabilmelidir.

**5.6.39** Anahtar, SNMP v1, v2c, v3, telnet, Secure Shell (SSH) v2, HTTP (web), HTTPS, konsol ve ethernet yönetim portu aracılığı ile yönetilebilmeli veya gözlenebilmelidir.

**5.6.40** Anahtar SNMP trap yeteneğine sahip olmalıdır.

**5.6.41** En az 4 grup RMON (history, statistics, alarms, events) desteği olmalıdır. HTTP (web) yönetim sunucusu hem IPv4 hem IPv6 istemcilere servis sağlayabilmelidir.

**5.6.42** Her bina için 1 adet SFP+ 10G-LR teklif edilecektir.

**5.6.43** Her bina için yeterli uzunlukta 1 adet DAC kablo teklif edilecektir.

**5.6.44** Yığın mimarisinde kullanılacak her model anahtardan birer adet yedek anahtar teklife eklenecektir.

**5.7 Yığın Switch Teknik Özellikler**

Tip 1 - Yığın Anahtar (48x10/100/1000T, 4x10GE-SFP+)

**5.7.1** Anahtar üzerinde en az 48 adet 10/100/1000Mbps port bulunmalıdır. Herhangi bir fiber uplink portu kullanıldığında bu bakır portlardan herhangi biri kullanım dışı kalmamalıdır.

**5.7.2** Anahtar en az 4 adet 1/10G fiber uplink porta sahip olmalıdır. Her bina için bir adet 10G-LR SFP+ modül takılı olarak teklif edilmelidir.

**5.7.3** Anahtarlama bant genişliği yığınlama kapasitesi hariç en az 170 Gbps olmalıdır. Anahtarın L2 anahtarlama performans değeri en az 125 Mpps olmalıdır.

Tip 2 - Yığın Anahtar (48x10/100/1000PoE+, 4x10GE-SFP+)

**5.7.4** Anahtar üzerinde en az 48 adet 10/100/1000Mbps port bulunmalıdır. Herhangi bir fiber uplink portu kullanıldığında bu portlardan herhangi biri kullanım dışı kalmamalıdır.

**5.7.5** Anahtar 4 adet 1/10G fiber uplink porta sahip olmalıdır.

**5.7.6** Anahtarlama bant genişliği yığınlama kapasitesi hariç en az 170 Gbps olmalıdır. Anahtarın L2 anahtarlama performans değeri en az 125 Mpps olmalıdır.

**5.7.7** Anahtarın bütün portlarında 802.3af (15W), 802.3at (30W) desteği olacaktır. Dahili veya harici yedek güç kaynağı ile 48 porttan aynı anda PoE+ (30W) sağlayabilecek donanıma sahip olmalıdır.