

Koruma

DR. ÖĞRETİM ÜYESİ ABDULLAH SEVİN

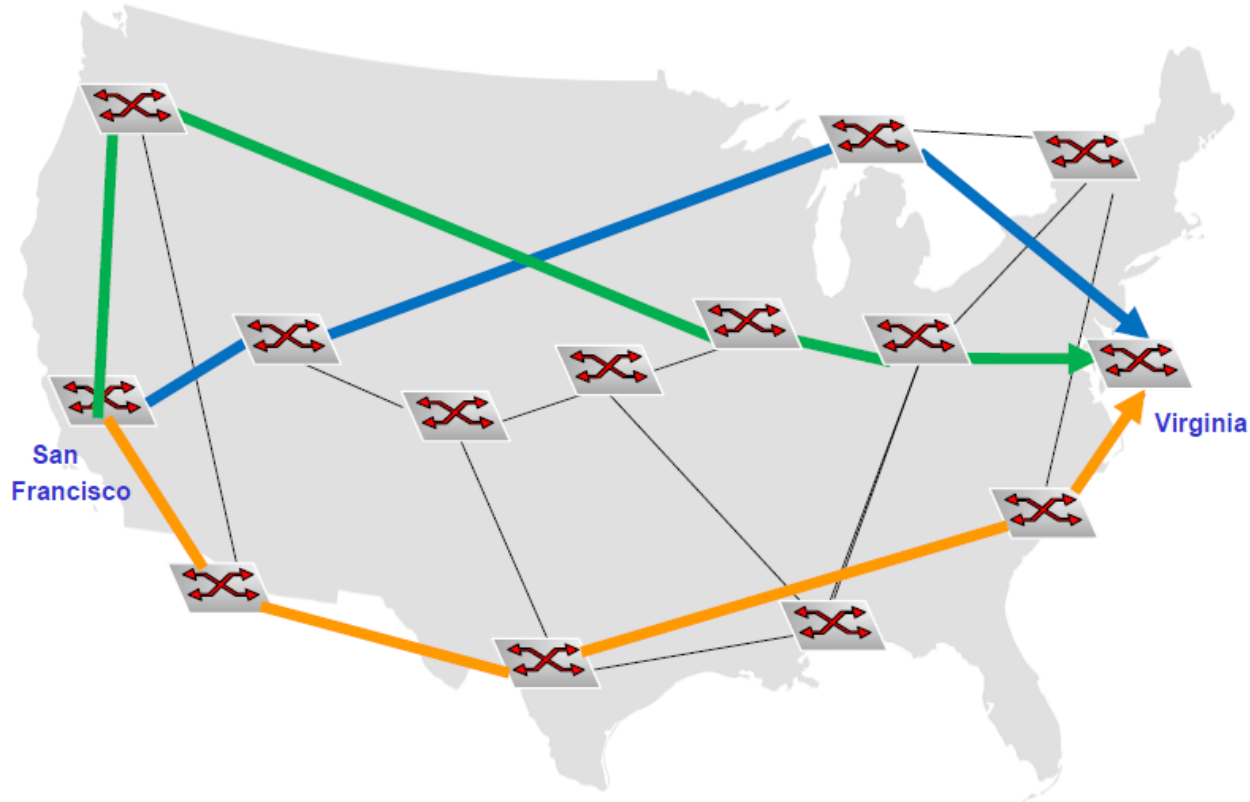
Amaç

□ Fiber Optik Ağlarda Koruma

Kullanılabilirlik (Availability)

- ❑ Işıkyolları ile müşterilere sunulan kapasite için genelde fiber optik servis sağlayıcı kapasitenin (diğer bir deyişle ışıkyolunun) sözleşme süresi içinde belirli bir oranda kullanılabilir olacağını garantiler.
- ❑ Örneğin %99,99 kullanılabilirlik garantisi verilmişse, 1 yıllık bir sözleşme için servis sağlayıcı sağlanan kapasitenin bu 1 yıl içinde kullanabilir olan zamanın toplamının $365 \times 24 \times 0,9999$ saat olduğunu taahhüt eder.
- ❑ Yani bu 1 yıl içinde arızalardan dolayı (örneğin fiber kopmaları) kapasite en fazla (toplamda) 52 dakika kullanılamaz olmasına izin vermelidir.

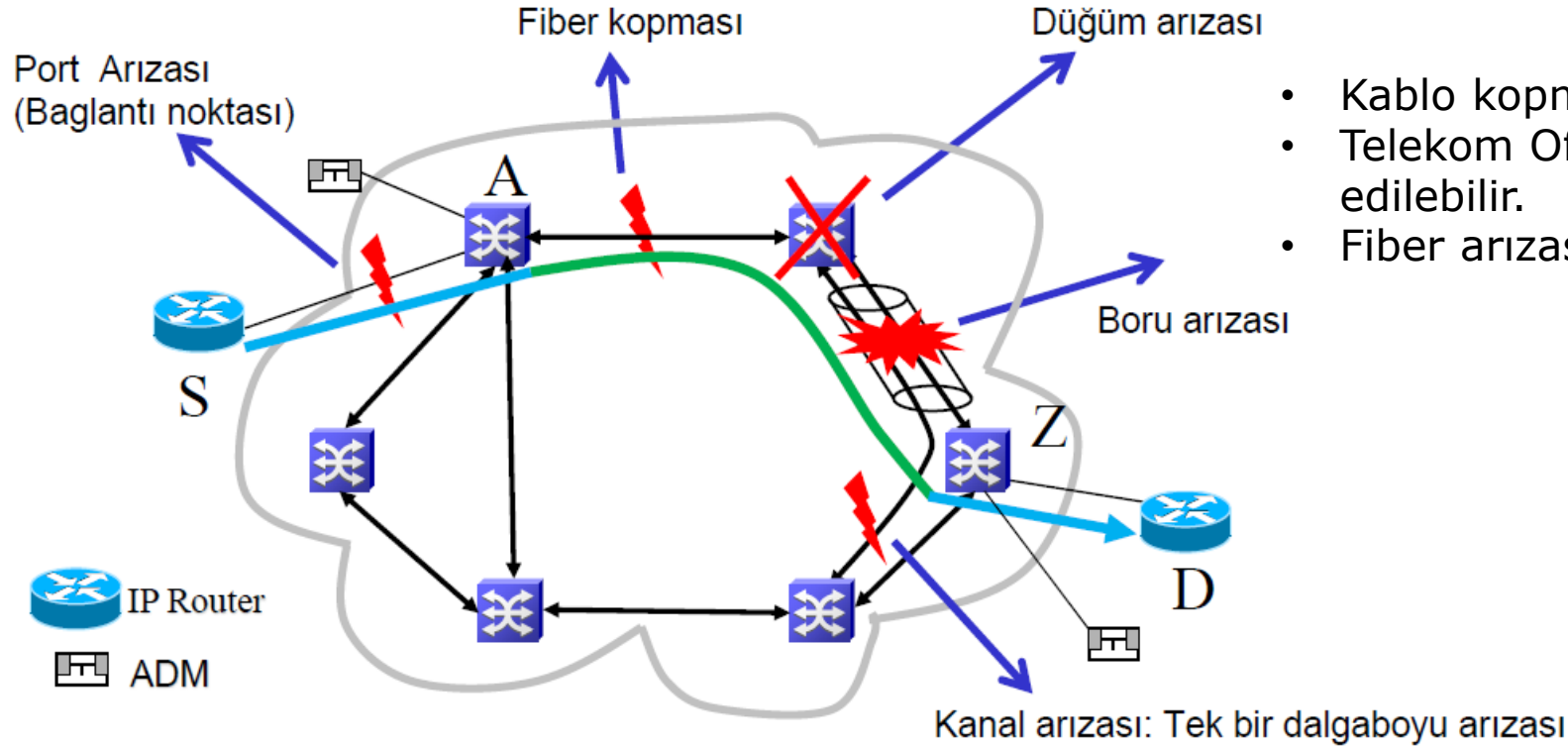
Temel Problem



San Francisco'dan Virginia'ya 99.9% kullanılabilirlikte bir yol gerekiyor.

- Bu yolu nasıl yönlendireceğiz?
- Gerekli olan kullanılabilirliği sağlamada tek bir yol yeterli olacak mıdır?
- Yoksa daha fazla mı yola ihtiyacımız var?
- Fiber kopunca tamir süresi yaklaşık 10-12 saat.
- Birden fazla yol kullanmak kullanılabilirliği arttırır fakat bantgenişliği kapasitesini düşürür

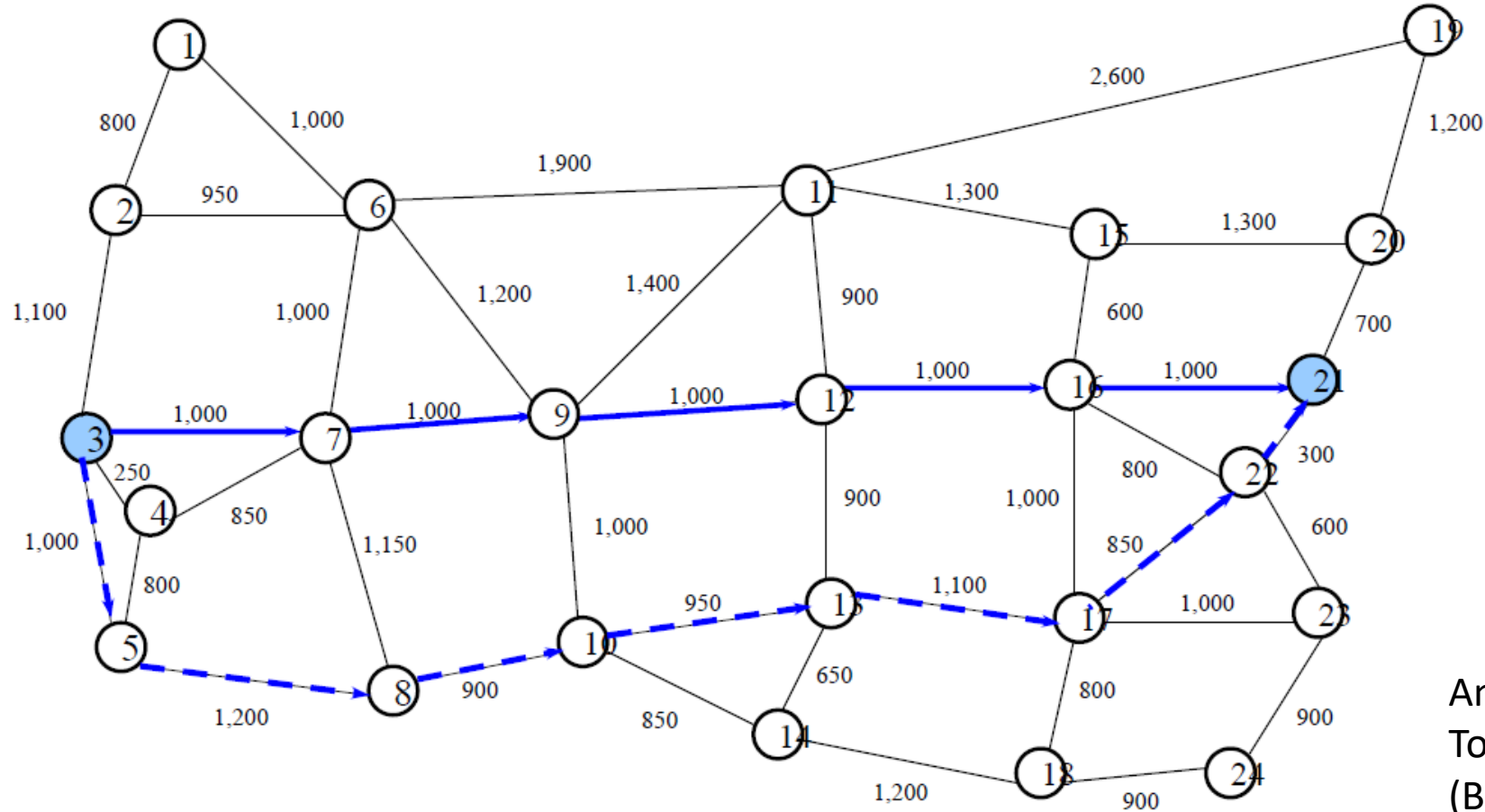
Neden dayanaklı servis saęlama?



- Kablo kopma oranı: 1-5 kopma/yıl/1000km
- Telekom Ofisindeki arızalar daha hızlı tamir edilebilir.
- Fiber arızasını bulmak ve tamiri zor

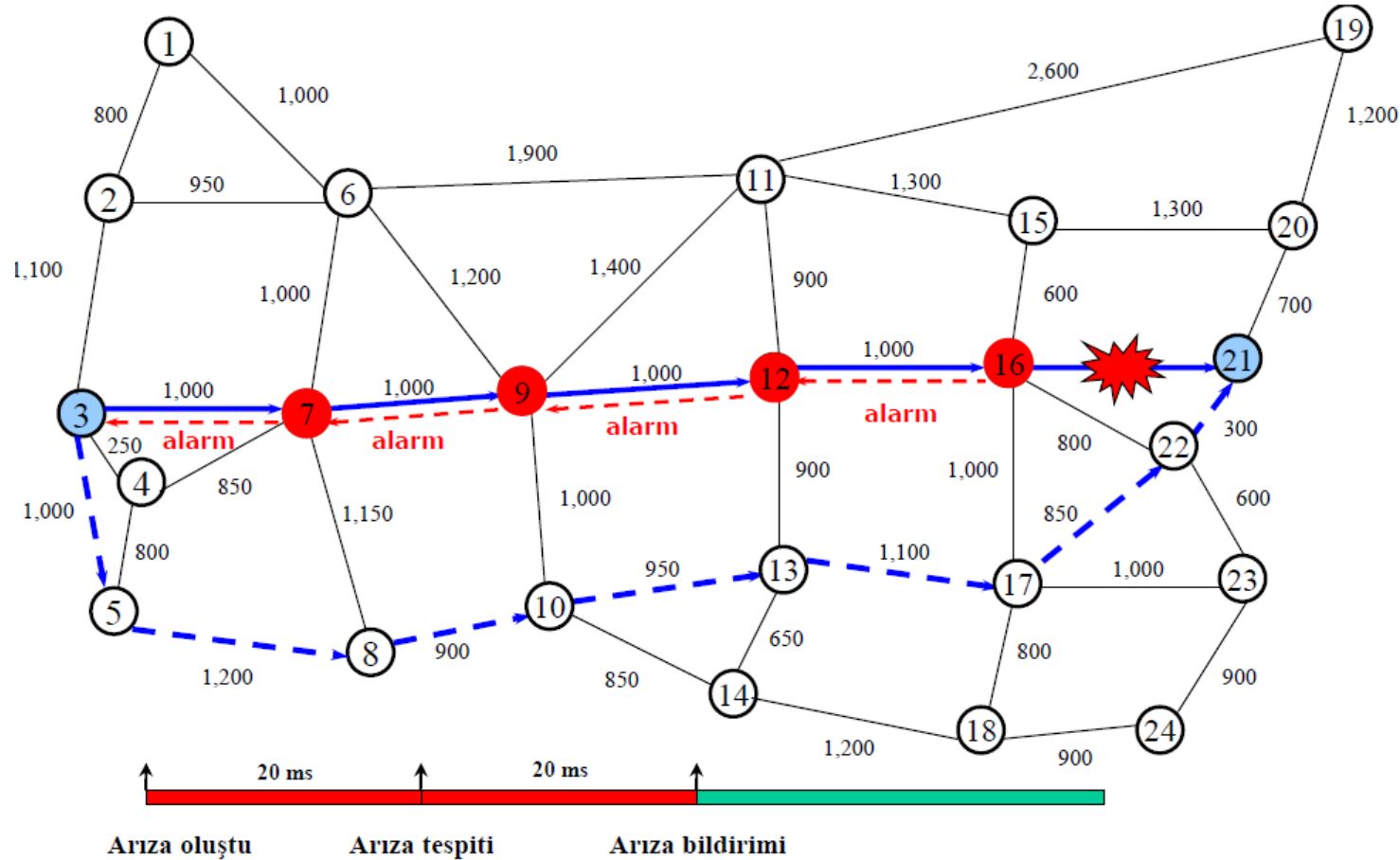
Tek kablo kopması: $864 \text{ fiber/kablo} * 160\lambda/\text{fiber} * \text{OC192}/\lambda(10\text{Gbit}) = 864 * 160 * 10\text{Gbit}$
= 1.3824 Pbps veri kaybı

Örnek: Adanmış Işıkyolu koruması

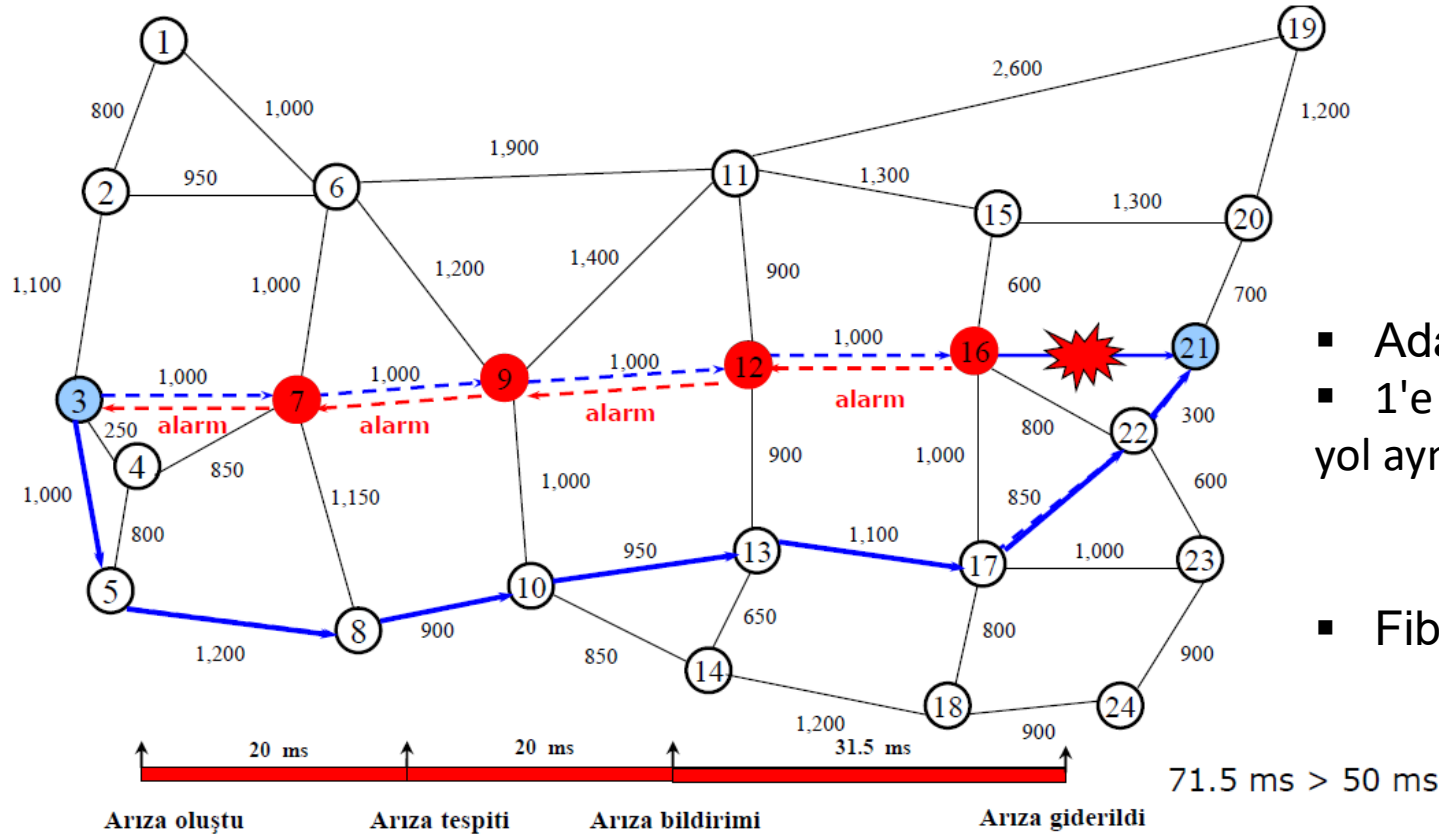


Ana yol + Yedek yol
Toplam Fiber Mesafesi= 11,300 Km
(Bağlantı-ayrık)

Işıkyolu koruması: arıza giderimi



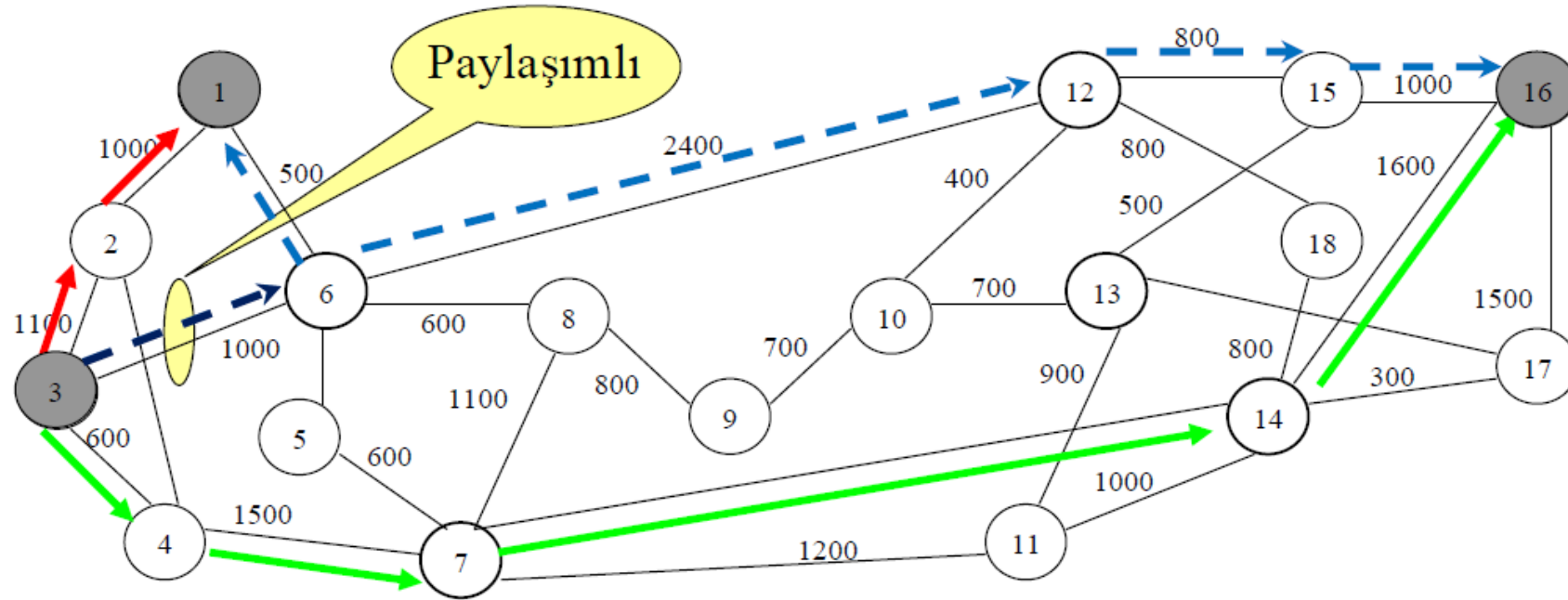
Işıkyolu koruması: arıza giderimi



- Adanmış yedek yolu başkası kullanamaz
- 1'e 1 koruma yönt. hem ana yol hem yedek yol aynı anda veri gönderiliyor. Alarma gerek yok.

- Fiberdeki ışık hızı yaklaşık 200.000 km/s

Paylaşımli ışık yolu koruması



- 2 hat birden koparsa, sadece biri kullanır. 1 dalga boyu tahsis edilir. **Ana yollar aynı hattan geçemez (Paylaşımli olması için)**
- Yeni bir yol isteği gelirse : 3-4-7-8 ; yedek yolu paylaştıramazsınız veya yeni dalgaboyu kullanarak yedek yol: 3-6-8

Tipik Varsayımlar

- ❑ Tekil fiber kopması
 - ❑ Telekom ağlarında baskın arıza çeşidi
 - ❑ Bir sonraki arıza oluşmadan mevcut arıza giderilir.
 - ❑ Gelişmiş teknikler çoklu arızalara karşı da dayanaklılığı arttırabilir.
- ❑ Ana ve yedek yollar bağlantı-ayrık olmalı
- ❑ Düğüm-ayrık olmaları gerekli değil.
 - ❑ Genellikle OXC'lerin anahtarlama ve kontrol üniteleri 1+1 (Master/Slave) olarak yedeklenmiştir.

Bağlantı-ayrık yolların bulunması

☐ İki-adım yaklaşımı

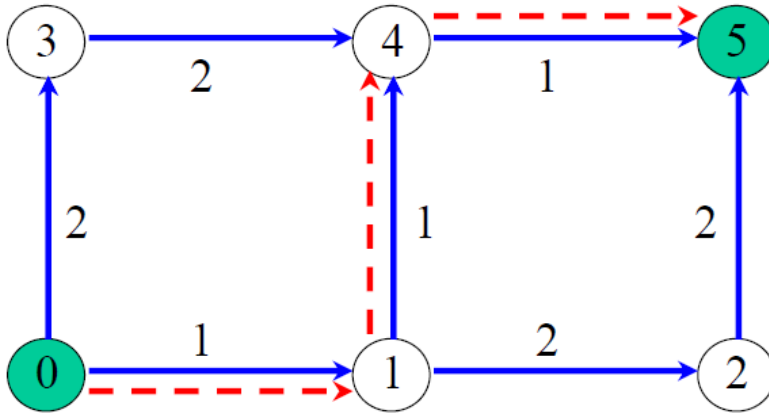
- ☐ Adım 1: Verilen topolojide en kısa yolu (P) hesapla
- ☐ Adım 2: P üzerindeki dalgalı boyu bağlantılarını sil ve oluşan topolojide en kısa yolu hesapla
- ☐ Optimum sonucu vermez.

☐ Tek-adım yaklaşımı

- ☐ İki bağlantı-ayrık yolu aynı anda bulur
- ☐ Optimum sonucu verir
- ☐ Literatürde Suurballe veya Bhandari algoritması olarak adlandırılır.

2-adım yaklaşımı

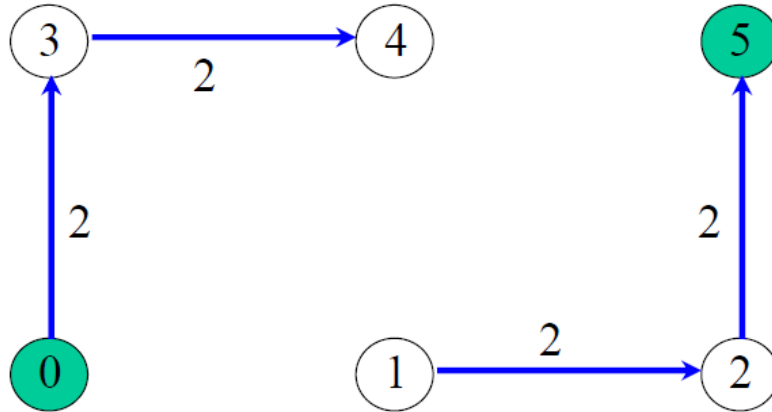
AdımI: Verilen topolojide en kısa yolu (P) hesapla



- Tek-yönlü bağlantılar
- Her bağlantının ağırlığı verilmiş
- Her bağlantı da tek bir dalgaboyu
- Servis talebi(0, 5)

2-adım yaklaşımı

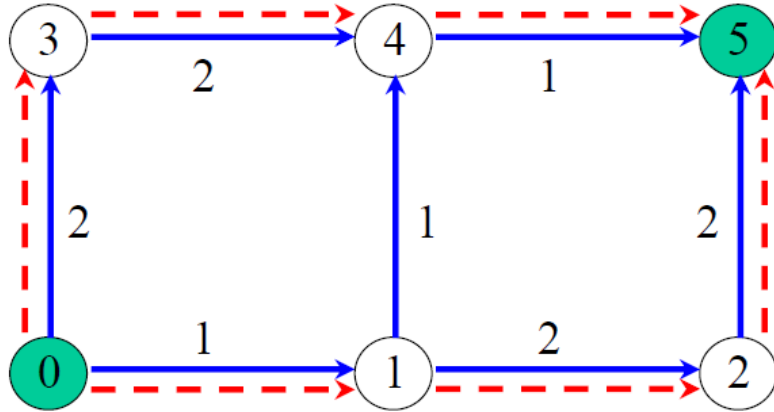
Adım II: Püzerindeki bağlantıları sil; kalan topolojide en kısa yolu bul



- Tek-yönlü bağlantılar
- Her bağlantının ağırlığı verilmiş
- Her bağlantıda tek bir dalgaboyu
- Servis talebi(0, 5)

2-adım yaklaşımı

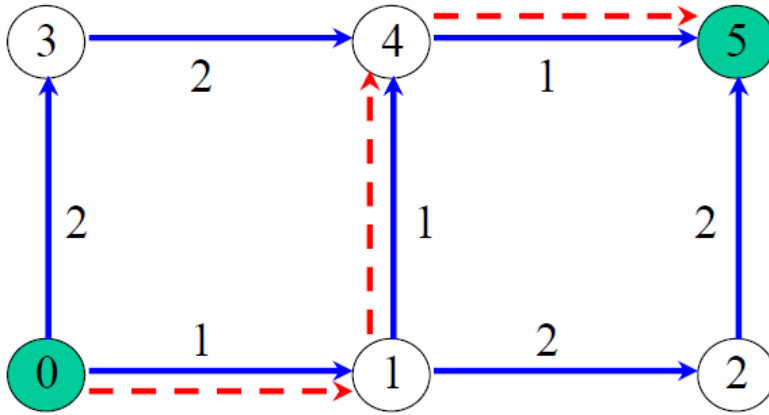
Aslında bir çözüm varken, 2-adım yaklaşımı sonuç bulamadı.



- Tek-yönlü bağlantılar
- Her bağlantının ağırlığı verilmiş
- Her bağlantıda tek bir dalgaboyu
- Servis talebi(0, 5)

Tek-adım yaklaşımı

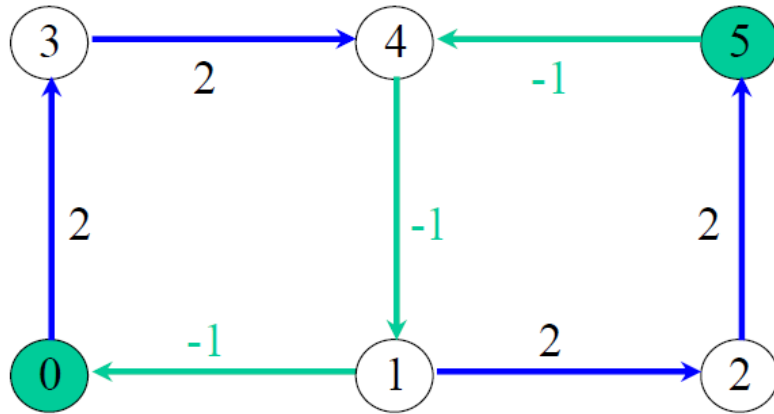
Adım I: Verilen topolojide en kısa yolu (P) hesapla



- Tek-yönlü bağlantılar
- Her bağlantının ağırlığı verilmiş
- Her bağlantıda tek bir dalgaboyu
- Servis talebi(0, 5)

Tek-adım yaklaşımı

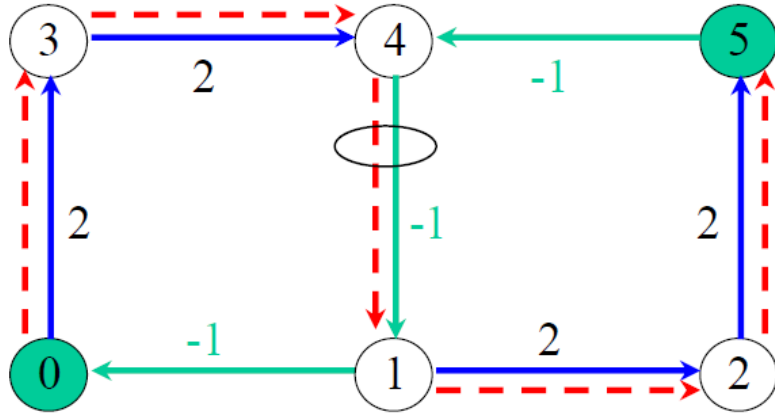
Adım II: P boyunca tüm bağlantıları ters yöne çevir ve ağırlıkları -1 ile çarp



- Tek-yönlü bağlantılar
- Her bağlantının ağırlığı verilmiş
- Her bağlantıda tek bir dalgaboyu
- Servis talebi(0, 5)

Tek-adım yaklaşımı

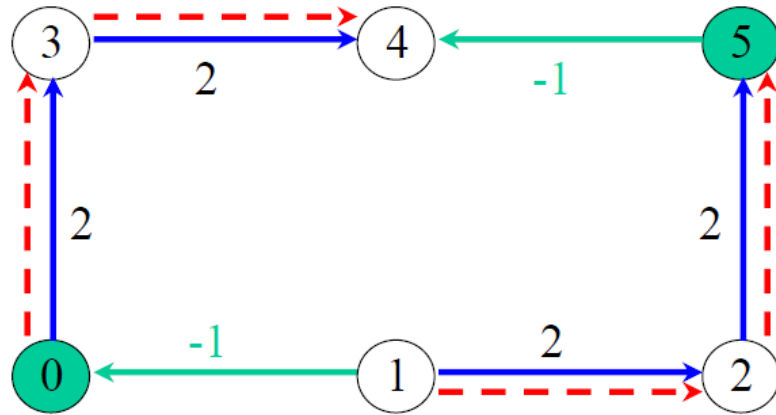
Adım III: Bu graf üzerindeki en kısayolu (P') hesapla



- Tek-yönlü bağlantılar
- Her bağlantının ağırlığı verilmiş
- Her bağlantıda tek bir dalgaboyu
- Servis talebi(0, 5)

Tek-adım yaklaşımı

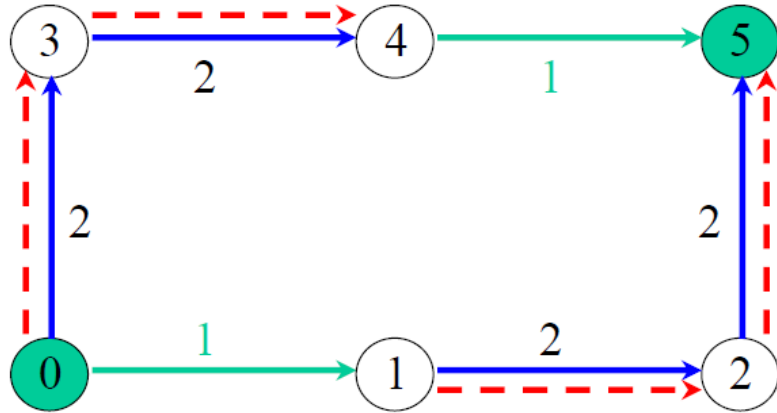
Adım IV: P ve P' tarafından ortak kullanılan ve **hiç kullanılmayan** bağlantıları sil



- Tek-yönlü bağlantılar
- Her bağlantının ağırlığı verilmiş
- Her bağlantıda tek bir dalgaboyu
- Servis talebi(0, 5)

Tek-adım yaklaşımı

Adım V: yeşil ile gösterilen bağlantıları tersine çevir ve ağırlıklarını pozitif yap
Şimdi iki yolumuz var: (0, 1, 2, 5) ve (0, 3, 4, 5). Kısa olan Ana yol uzun olan yedek yol

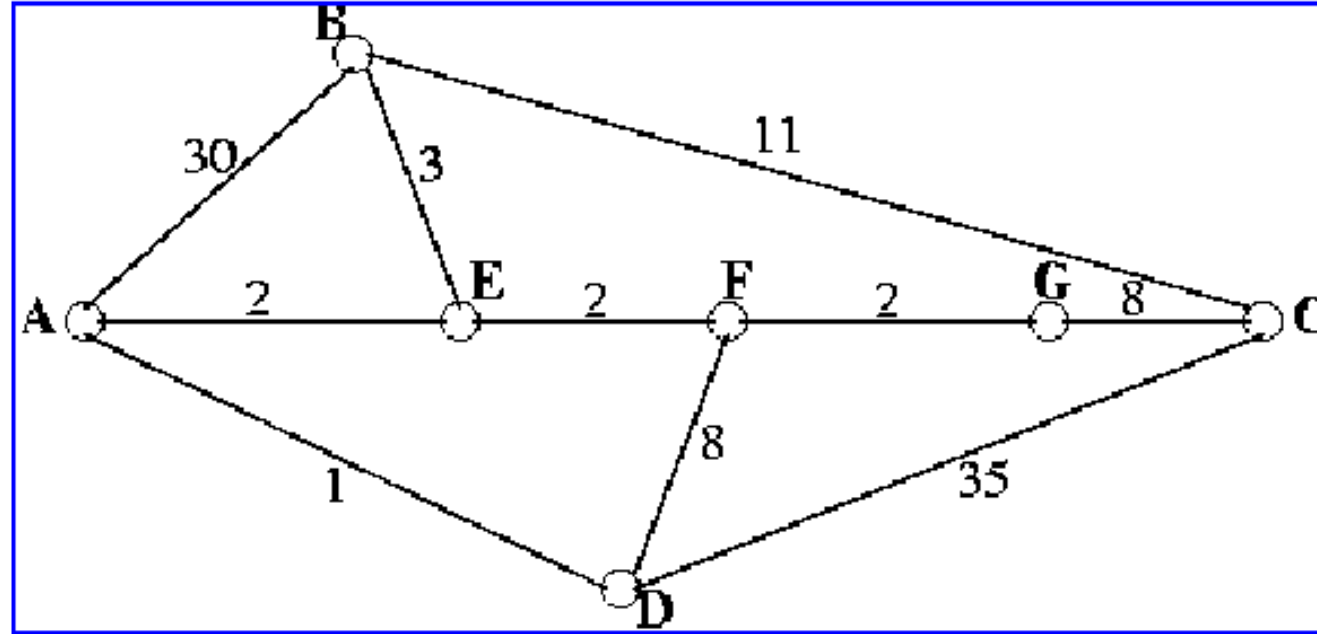


2-adım ve Tek-adım karşılaştırması

Örnek: A ve C düğümleri arasında en kısa yolçiftini bulunuz

–2 yaklaşımı ayrı ayrı uygulayarak.

–Hangisi daha iyi?



2-adım ve Tek-adım karşılaştırması

Örnek: A ve C düğümleri arasında en kısa yol çiftini bulunuz;

2-Adım

Ana yol : A-E-F-G-C=14

Yedek yol: A-D-C = 36 Toplam = 50

1-Adım

1.adım: A-E-F-G-C ve sonra tersle -1 ile çarp

2.adım : yeni yol A-D-F-E-B-C

3.adım: E-F, D-C, A-B yi sil

4.adım: bağlantıları düzelt

Ana yol : A-E-B-C=16

Yedek yol: A-D-F-G-C=19 ve Toplam= 35