

ÇEŞİTLİ ERBİYUM KATKILI FİBER YÜKSELTEÇ KONFIGÜRASYONLARI İÇİN KAZANÇ VE GÜRÜLTÜ FAKTÖRÜNÜN İNCELENMESİ

Murat YÜCEL, Gazi Üniversitesi

Zühal ASLAN, Gazi Üniversitesi

H. Haldun GÖKTAŞ, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi



İÇERİK

- Giriş
- Fiber Optik Haberleşmenin Önemi
- Optik Yükseltmenin Önemi
- Optik Yükselteçler
- Optik Yükselteçlerin avantajları
- Optik Yükseltmenin Elde Edilmesi
- EDFA Konfigürasyonlarının Simülasyonları
- Sonuçlar Ve Tartışmalar

Giriş

- Bu çalışmada, tek geçişli, çift geçişli ve yeni bir çift geçişli erbiyum katkılı yükselteç (EDFA) konfigürasyonu için kazanç ve gürültü faktörü değişimleri incelenmiştir.
- Bu amaçla OptiAmplifier 4.0 optik sistem yazılımı kullanılarak, EDFA düzenekleri giriş sinyal gücü seviyesi ve sinyal dalga boyu değerleri değiştirilerek simüle edilmiştir.
- Simülasyon sonucunda giriş sinyal gücü seviyeleri değiştirilerek, her düzeneğe ait çıkış kazanç spektrumları ve gürültü faktörü spektrumları karşılaştırılmıştır.

Fiber Optik Haberleşmenin Önemi

- Günümüz haberleşme sistemleri incelendiğinde en büyük ihtiyacın artan kapasite ve hız ihtiyacı olduğu görülmektedir.
- Bu nedenle fiber optik haberleşme, günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmış ve diğer sistemler önemlerini kaybetmeye başlamışlardır.
- Fiber optik kablolar çok düşük zayıflama karakteristiğine sahiptirler.
- Üçüncü pencere iletimi için bu zayıflama değeri günümüzde teorik limit olan 0.14 dB/km'ye çok yaklaşmıştır.
- Bu da bakır kablo ile karşılaştırıldığında çok büyük bir iletişim mesafesi avantajını getirmektedir.
- Bunun yanında fiberde iletilen sinyaller ışık hızına yakın bir değerde olduğundan haberleşme hızı ve kalitesi de oldukça iyileşmektedir.

Optik Yükseltmenin Önemi

- Fiber kablolar dünyada bir sinir ağı gibi yayılırken mesafeler de artmaya başlamış ve bu nedenle zayıflayan sinyalleri yükseltme ihtiyacı ortaya çıkmıştır (Kıtalararası ve ülkeler arası iletişim).
- Elektro-optik dönüşüm kullanılarak sinyalin elektriksel hale getirilmesinden sonra elektriksel yükselteçler kullanılarak yükseltilmesi ilk yıllarda yeterli olsa bile daha sonraki yıllarda bu dönüşüm kapasite ve hız sınırlamasından dolayı yerini yeni arayışlara bırakmıştır.
- Bu arayışlar sonucunda ışık yine optik bir ortamda yükseltilmiştir.
- Herhangi bir elektro-optik dönüşüme gerek kalmadan ışık yine kendi ortamında yükseltilerek yoluna devam etmiştir.
- Sonuçta elektriksel yükselteçlerin neden olduğu hız ve kapasite sınırlaması ortadan kalkmıştır.

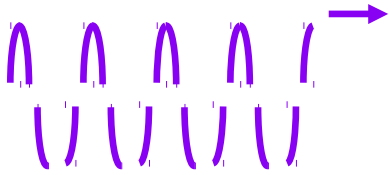
Optik Yükselteçler

- Optik yükselteçler yarı iletken optik yükselteçler (SOA), fiber Raman yükselteçler, Brillouin yükselteçler ve nadir toprak elementi katkıli yükselteçler olmak üzere 4 ana grupta toplanırken, en yaygın olarak kullanılan optik yükselteç nadir toprak elementi katkıli yükselteçlerden erbiyum katkıli fiber yükselteçlerdir (EDFA).
- EDFA'lar yüksek kazanç, düşük gürültü ve yüksek band genişliklerine sahiptirler ve özellikler fiber kabloların minimum zayıflamaya sahip olduğu üçüncü pencere bandında oldukça verimli olarak çalışmaktadır
- EDFA'lar foton foton etkileşimi ile iyon sayılarının ters birikmeye uğraması ve bunun sonucunda biriken fotonların yüksek enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine düşmesiyle yeni bir foton yayması ve sonuçta zayıflamış sinyalin EDFA çıkışında yükseltilmesi prensibine göre çalışır.

Optik Yükselteçlerin avantajları

- Yüksek kazanç
- Yüksek çıkış gücü
- Yüksek verimlilik
- Düşük gürültü
- Yüksek band genişliği
- Optik haberleşme sistemlerinin kapasitesini büyük ölçüde artıran WDM için avantaj sağlar.

Optik Yükseltmenin Elde Edilmesi



Pompalama fotonu

980 nm



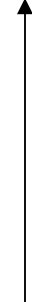
TOPRAK SEVİYESİNDEKİ
ERBİYUM İYONLARI

Optik Yükseltmenin Elde Edilmesi

UYARILMIŞ SEVİYEDEKİ
ERBİYUM İYONLARI



ENERJİ
SOĞURMASI

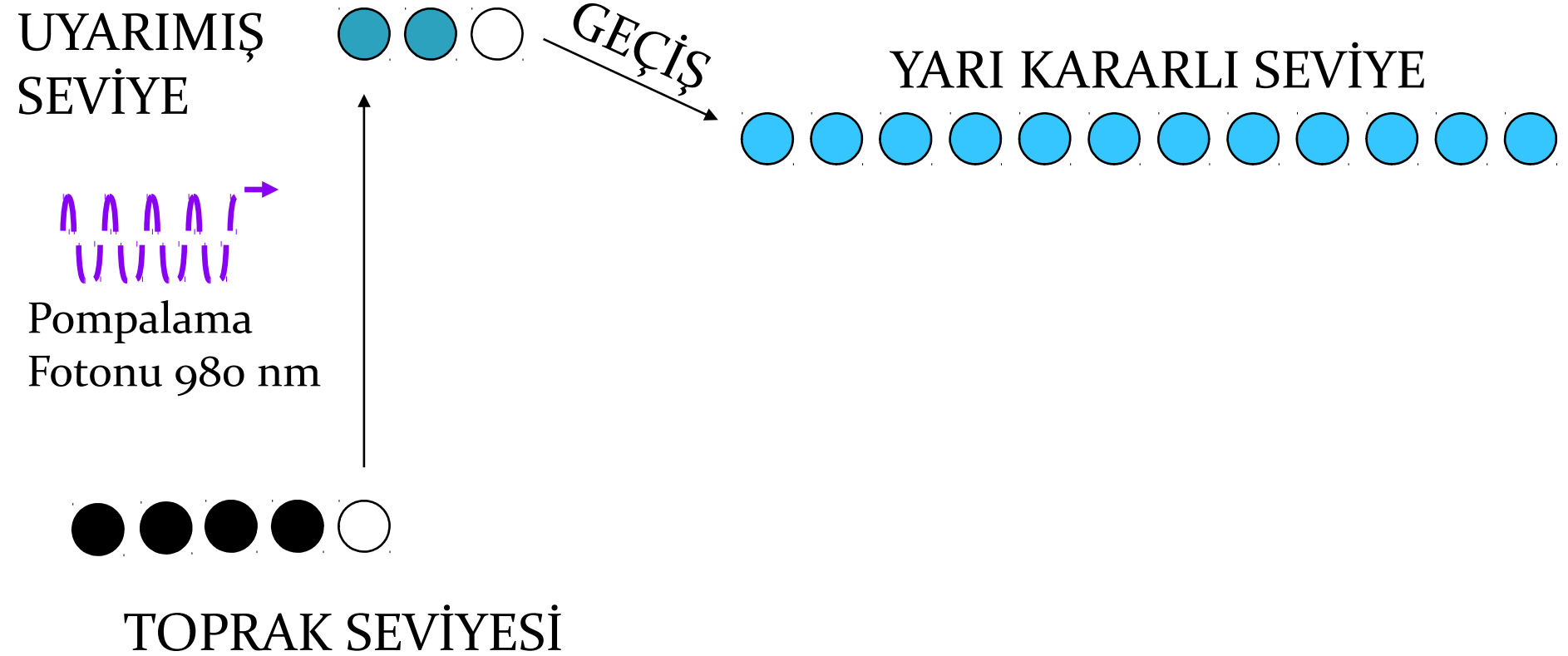


Pompalama fotonu
980 nm

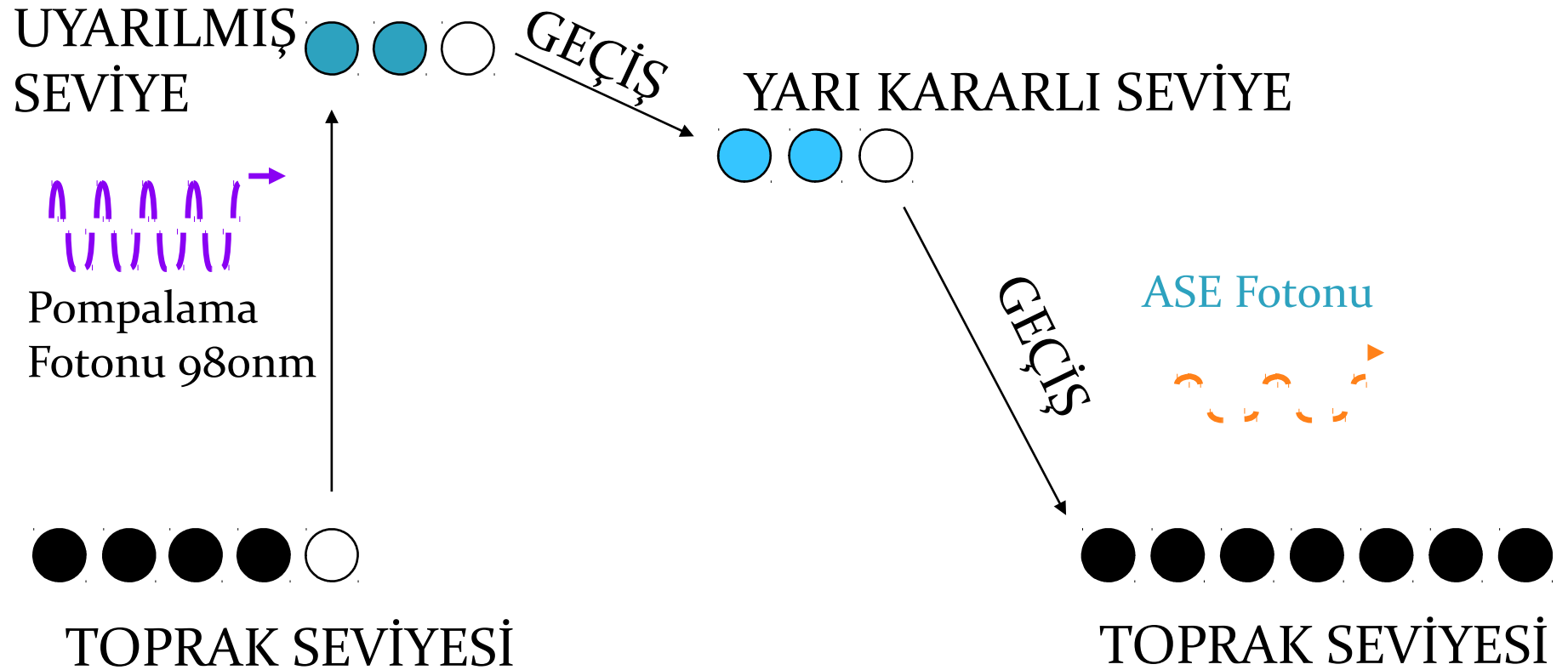


TOPRAK SEVİYESİNDEKİ
ERBİYUM İYONLARI

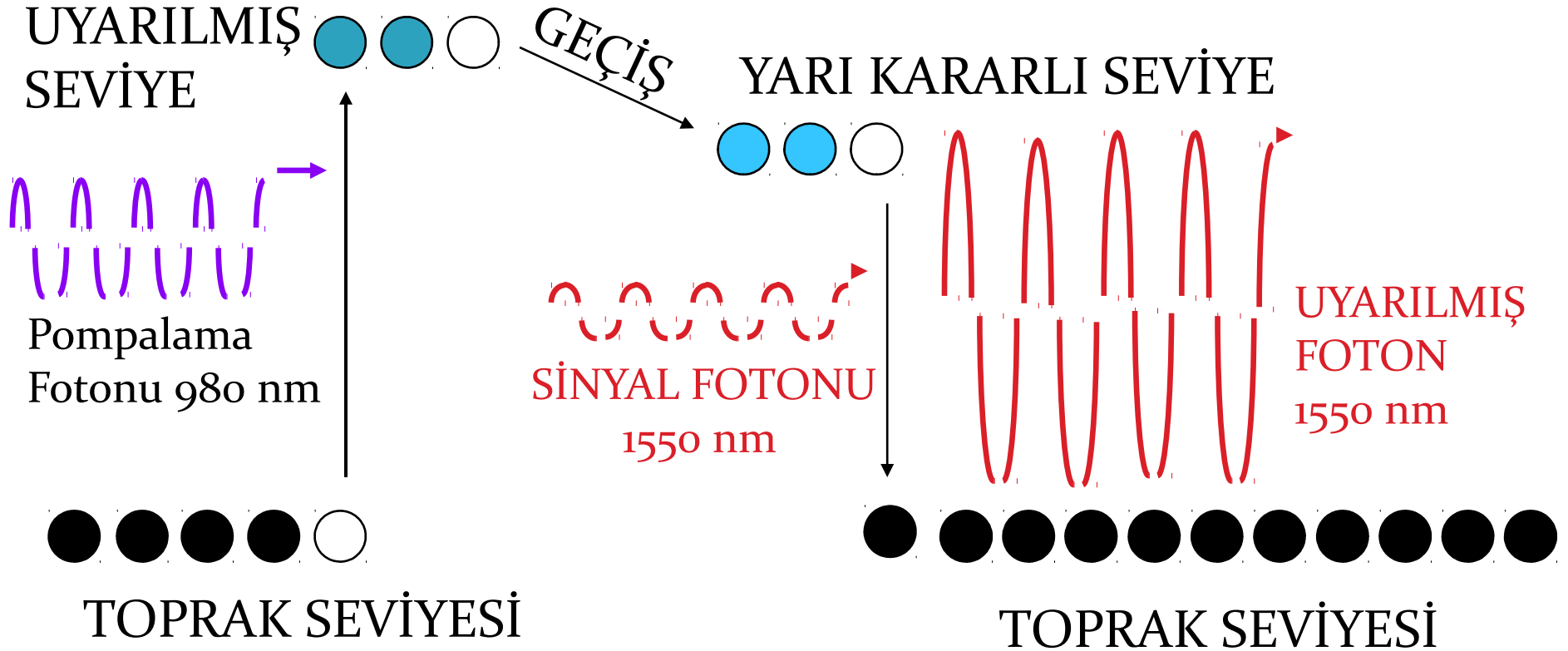
Optik Yükseltmenin Elde Edilmesi



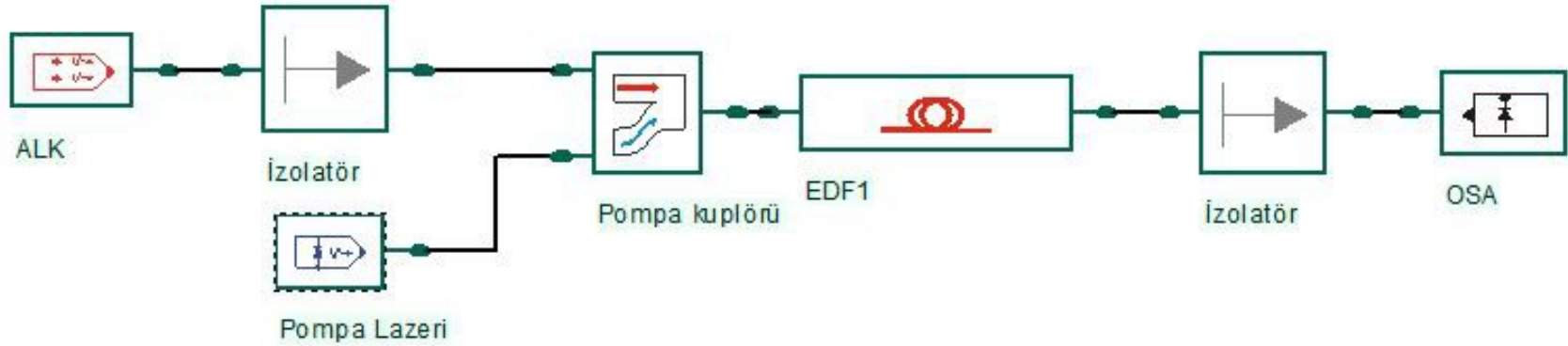
Optik Yükseltmenin Elde Edilmesi



Optik Yükseltmenin Elde Edilmesi

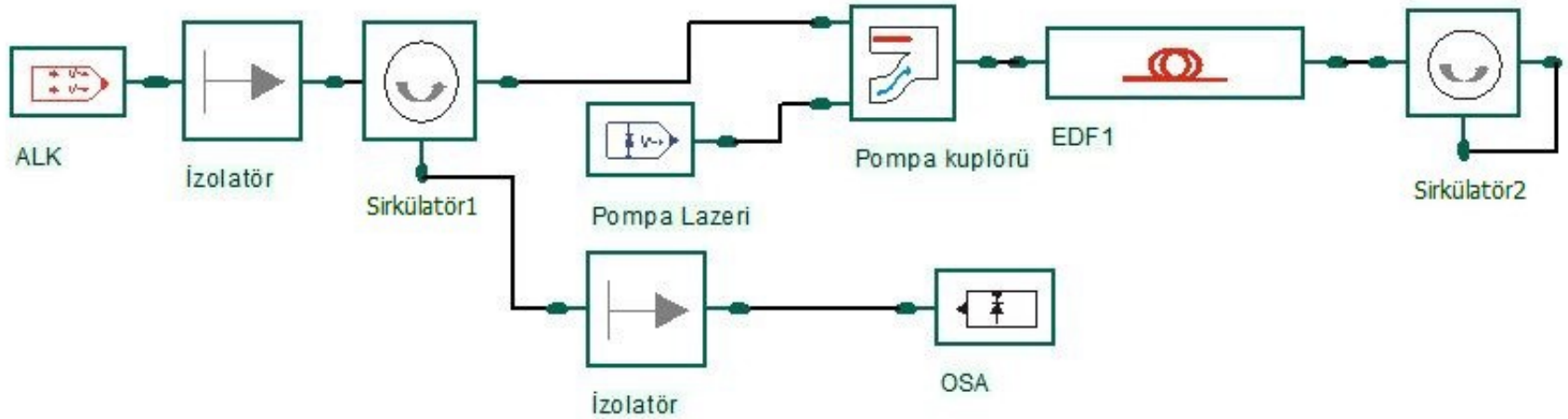


Tek Geçişli Erbiyum Katkılı Fiber Yükselteç



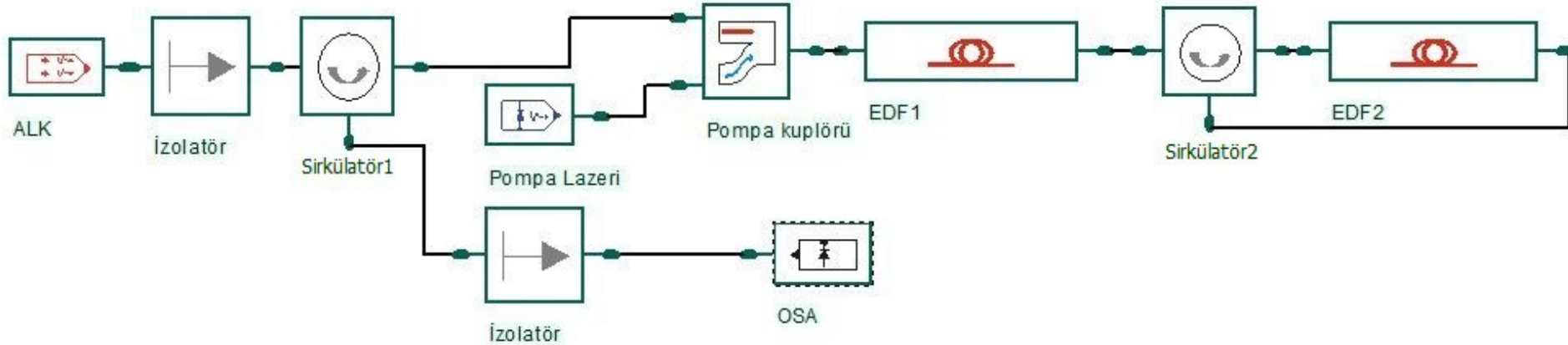
- Şekilde ayarlanabilir lazer kaynağı (ALK) ile uygulanan sinyaller optik izolatörden geçtikten sonra 980 nm dalga boyuna ve 100 mW güce sahip pompa lazeri ile pompa koplöründe birleştirilmektedir.
- Buradan 10 m'lik erbiyum katkılı fibere (EKF) ulaşarak yükseltileen sinyaller optik spektrum analizörü ile ölçülmektedir.

Çift Geçişli Erbiyum Katkılı Fiber Yükselteç



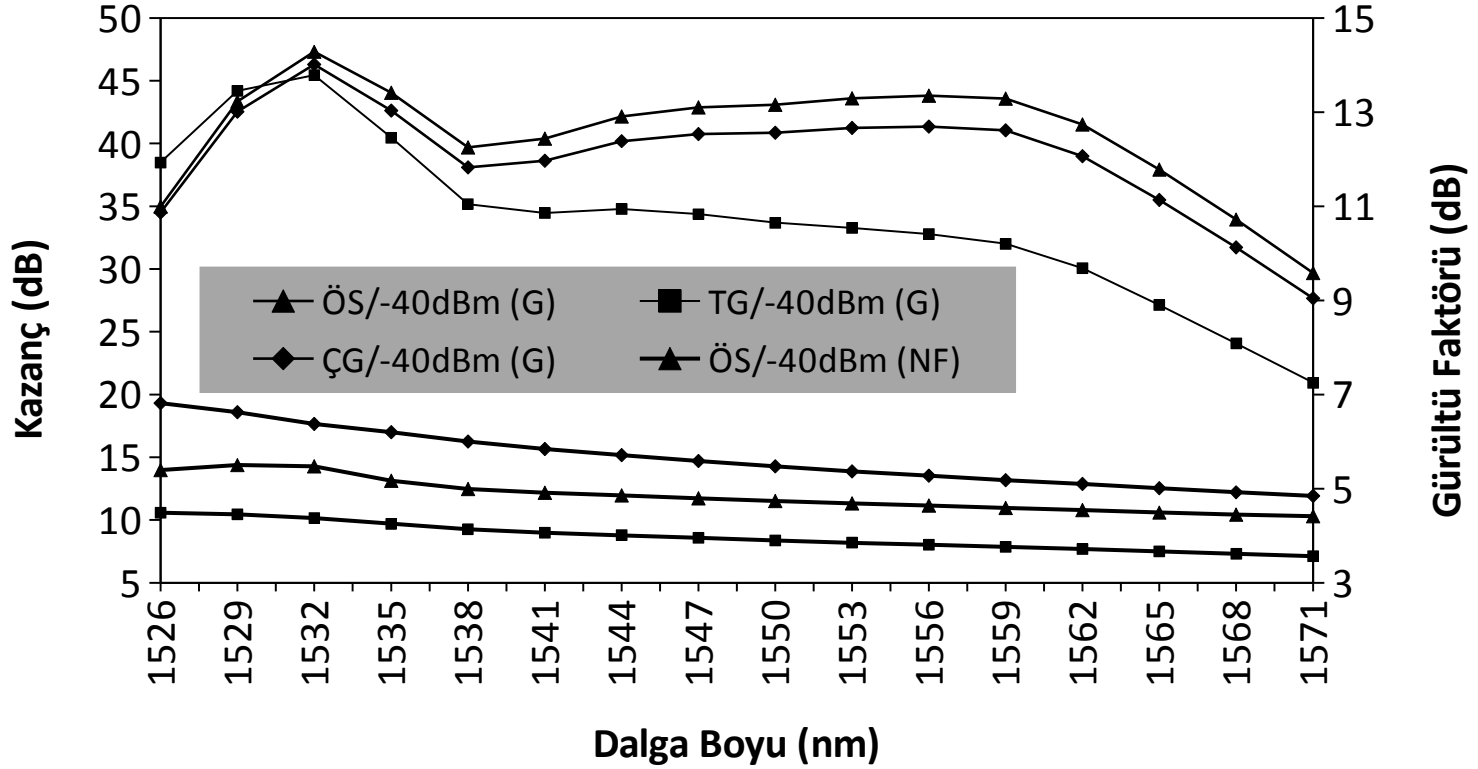
- Şekilde ALK'dan optik sirkülatöre uygulanan sinyal birinci optik sirkülatörün 1 numaralı ucundan girip 2 numaralı ucundan çıkarak pompa kuplöründe 980 nm'lik pompa sinyali ile birleştirilmiştir.
- Buradan EKF'e giren sinyaller çıkıştaki ikinci sirkülatörün 1 numaralı ucundan girerek 2 numaralı ucunda çıkmış ve buradan 3 numaralı uca girerek tekrar 1 numaralı uca ulaşarak EKF'ye geri döndürülmüştür.
- EDF'de bir kez daha yükselen sinyaller birinci optik sirkülatörün 2 numaralı ucundan girerek 3 numaralı ucundan OSA'ya gelmiş ve OSA kullanılarak gerekli ölçümler yapılmıştır.

Önerilen Sistem

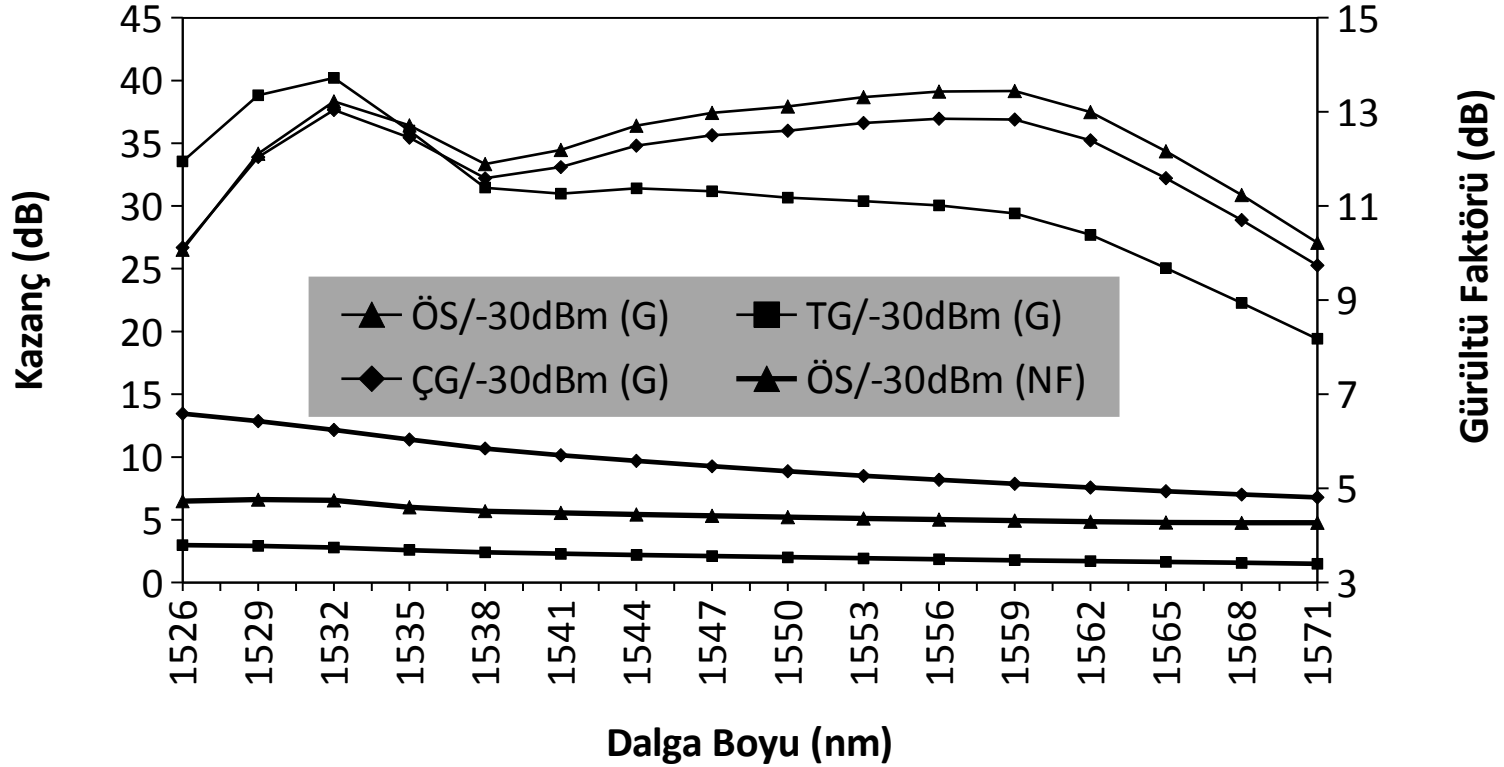


- Şekilde Çift Geçişli EDFA 'ya göre çıkıştaki ikinci sirkülatörün 2 ve 3 no'lu bacaklarının arasında 2 m'lik bir EKF daha eklenmiştir.
- Bu EDF sayesinde kazanç seviyesinde artış, gürültü seviyesinde ise azalma gözlemlenmiştir.

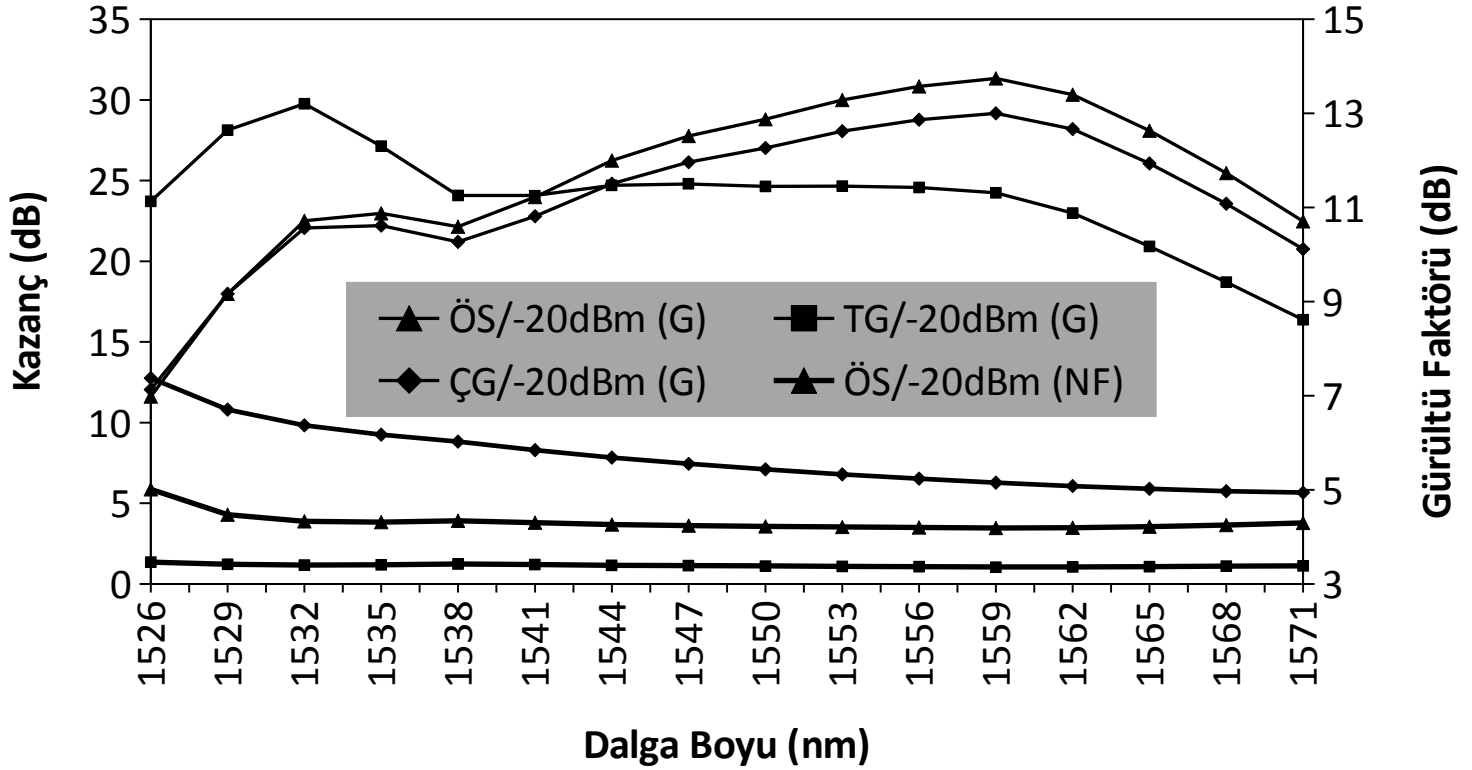
-40 dBm'lik sinyal için çıkış kazanç ve gürültü spektrumları



-30 dBm'lik sinyal için çıkış kazanç ve gürültü spektrumları



-20 dBm'lik sinyal için çıkış kazanç ve gürültü spektrumları



SONUÇLAR ve TARTIŞMALAR

- **Tüm sistemlere ait ortalama kazanç ve gürültü değerleri**

Parametreler	Tek Geçiş			Çift Geçiş			Önerilen Sistem		
Giriş Sinyal Gücü (dBm)	-40	-30	-20	-40	-30	-20	-40	-30	-20
Kazanç (dB)	33.83	30.53	23.96	38.87	33.59	23.80	40.74	35.10	25.15
Gürültü (dB)	3.97	3.57	3.39	5.64	5.52	5.68	4.85	4.45	4.31

- Sonuç olarak, tek geçişli sistemler düşük gürültü faktörüne sahip olmalarına rağmen kazanç değerleri de düşüktür.
- Çift geçişli sistemin kazanç değerlerinin yanı sıra, gürültü değerleri EDF'ten iki kez geçen sinyaldeki gürültünün de iki kez artmasına neden olur.
- Önerilen çift geçişli düzenekte ise çift geçişli sisteme göre daha yüksek kazanç ve daha düşük gürültü faktörü değerleri elde edilmiştir.



Teşekkürler.