



L BAND EKFY'LERİN SICAKLIĞA BAĞIMLI FİBER BOYU VE KAZANCININ BULANIK MANTIK KULLANILARAK İNCELENMESİ

Gazi Üniversitesi T.E.F.
Elektronik Bilgisayar Eğitimi Bölümü

Murat YÜCEL
H. Haldun GÖKTAŞ

Özet

Bu çalışmada 1575 – 1610 nm arasındaki L band Erbiyum katkılı fiber yükseltece (EKFY) bulanık mantık (BM) uygulanarak, -20/+60 °C aralığındaki sıcaklıklara karşılık, maksimum sinyal kazancının elde edildiği erbiyum katkılı fiber (EKF) uzunluğu ve sinyal kazanç değeri bulunmuştur. Girişte sinyal dalga boyu ve sıcaklık parametrelerine karşılık çıkışta fiber boyu ve sinyal kazancı değerleri uzman verilere dayanılarak bulanık mantık kuralları oluşturulmuştur. Sonuç olarak, verilen giriş dalga boyu ve sıcaklık değerlerine karşılık sinyal kazancının maksimum olduğu fiber uzunluğu tahmin edilmiş ve elde edilen değerler uzman verilerle karşılaştırıldığında %94-%99 oranında doğruluk göstermiştir.

Giriş

EKFY'lerin sıcaklığa bağımlı karakteristikleri optik fiber yükselteçlerin pratik uygulamalarında özellikle dalga boyu bölmeli çoğullama (DBÇ) uygulamaları için önemli bir parametredir. EKFY'lerin sıcaklığa bağımlılıklarının önceden tahmin edilmelerinin genel bir kuralı yoktur.

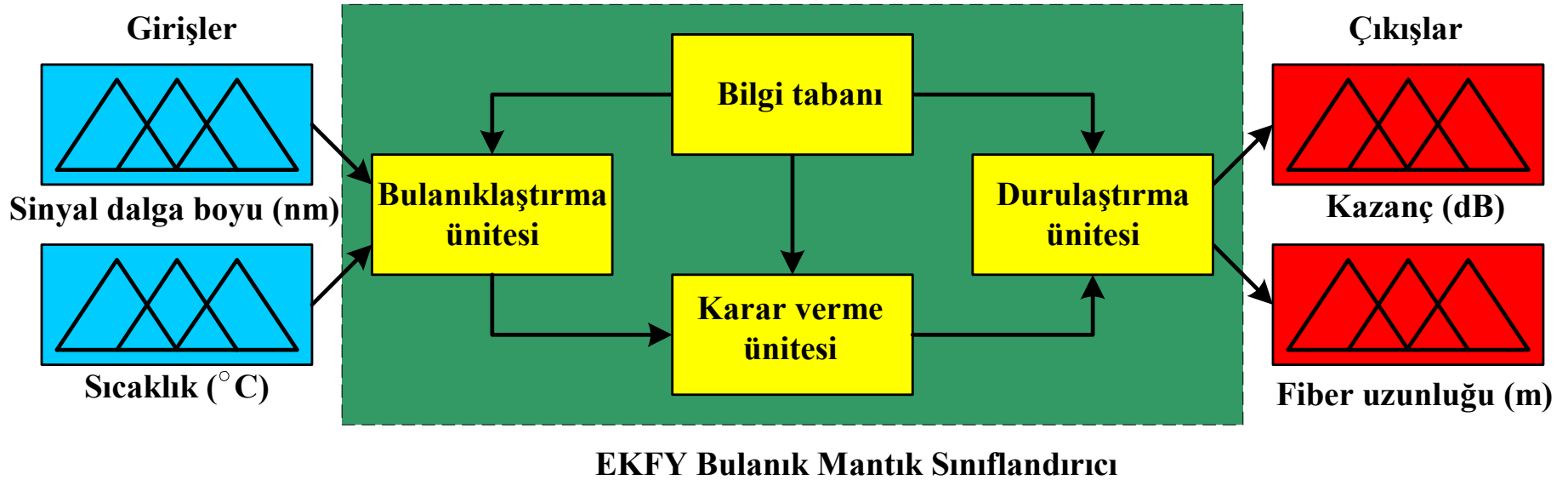
Giriş

Bazı yazarlar lineer extrapolasyon tekniklerini kullanarak EKFY'lerin sıcaklığa bağımlılıklarını modellemişlerdir. Sıcaklık analizinde McCumber teorisi ile herhangi bir frekansta iki kesitin oranını veren uyarılmış enerjinin sıcaklığa bağımlılığı kavramı kullanılabilir. Bu metot enerji seviyeleri hakkında bazı varsayımlar ile tahminde bulunabilir, ışıma ömrü ve soğurum kesitinden yayılım kesitine doğruluğu yüksektir.

Giriş

Bu çalışmada bu tür tekniklerin yerine gene doğası tahmine dayalı olan bulanık mantık kullanılmıştır. Bu yöntemle sinyal dalga boyu ve sıcaklık parametrelerine karşılık maksimum kazancın elde edildiği en uygun boy parametresi elde edilmiştir. Bu yöntemde ihtiyaç duyulan uzman verilerine literatürdeki deneysel çalışmalardan ve yeterli deneysel veri bulunmayan bölgelerde tahmin hassasiyetini artırmak için OptiAmp 4.0 programı ile modellenen sistemin verilerinden faydalanılmıştır. Daha sonra bulanık mantık sisteme ara değerde çeşitli veriler uygulanarak bu değerler uzman değerler ile karşılaştırılmıştır.

EKFY Bulanık Mantık Sınıflandırıcının Temel Yapısı



BULANIK MANTIK SİSTEMİN YAPISI

Bulanık mantık, uzman bilgisinin kullanılması, esnek olması, bilinmeyen değerleri büyük bir doğrulukla tahmin etmesi, kolay anlaşılabilirliği, insan diline yakın olması, vb. özellikleri ile oldukça kullanışlıdır. Bulanık küme kavramını klasik küme kavramından ayıran en önemli özellik sayısal değişkenlerin yerine sözel değişkenlerin kullanılmasıdır.

BULANIK MANTIK SİSTEMİN YAPISI

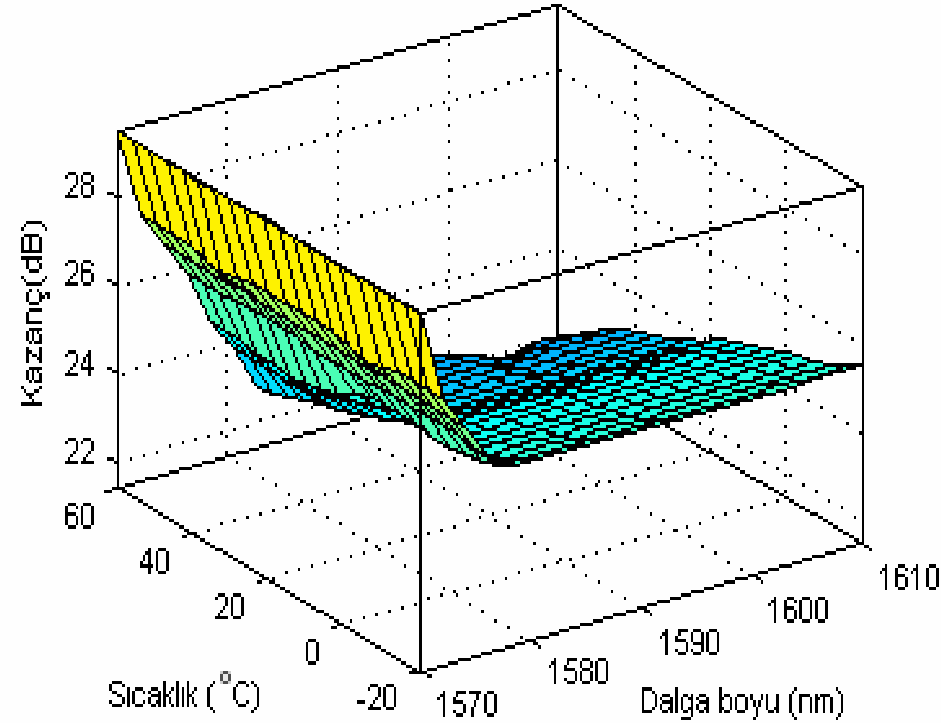
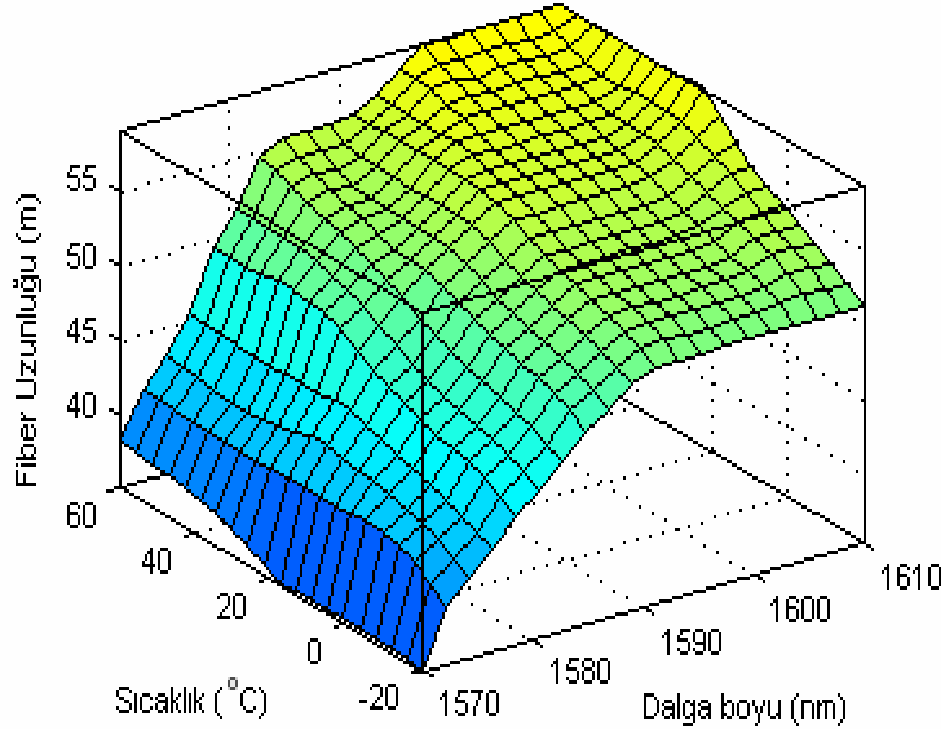
EKFY bulanık mantık sınıflandırıcısının bulanıklaştırma ünitesi, uygulanan dalga boyu ve sıcaklık giriş değişkenlerinin sayısal verileri üzerinde ölçek değişikliği yaparak bu değerleri bulanık veriler biçimine dönüştürmektedir. Bu ünite işlevini bulanık kümeleri kullanarak gerçekleştirmektedir. Bulanık kümeler ise üyelik fonksiyonları ile temsil edilmektedir. Bilgi tabanı ünitesi, veri tabanı ve kural tabanı olmak üzere iki ünitelerden oluşmaktadır. Karar verme ünitesi karar verme işlemini gerçekleştirirken, bilgi tabanına giderek oradan üyelik fonksiyonları ile ilgili bilgileri ve değişik giriş değerleri için tespit edilmiş kontrol çıkış bilgisini almaktadır. Bu sebeple kontrol işlemi süresince veri tabanı ve çıkarım ünitesi sürekli olarak birbirini ile ilişkilidir. Bilgi tabanının kural tabanı ünitesi, giriş çıkış arasındaki bağıntıyı tanımlayan bir dizi bulanık kuralları içermektedir. Bu kurallar genellikle EĞER-O HALDE (IF-THEN) şart cümlelerinden oluşan bir bütünü temsil etmektedir.

BULANIK MANTIK SİSTEMİN YAPISI

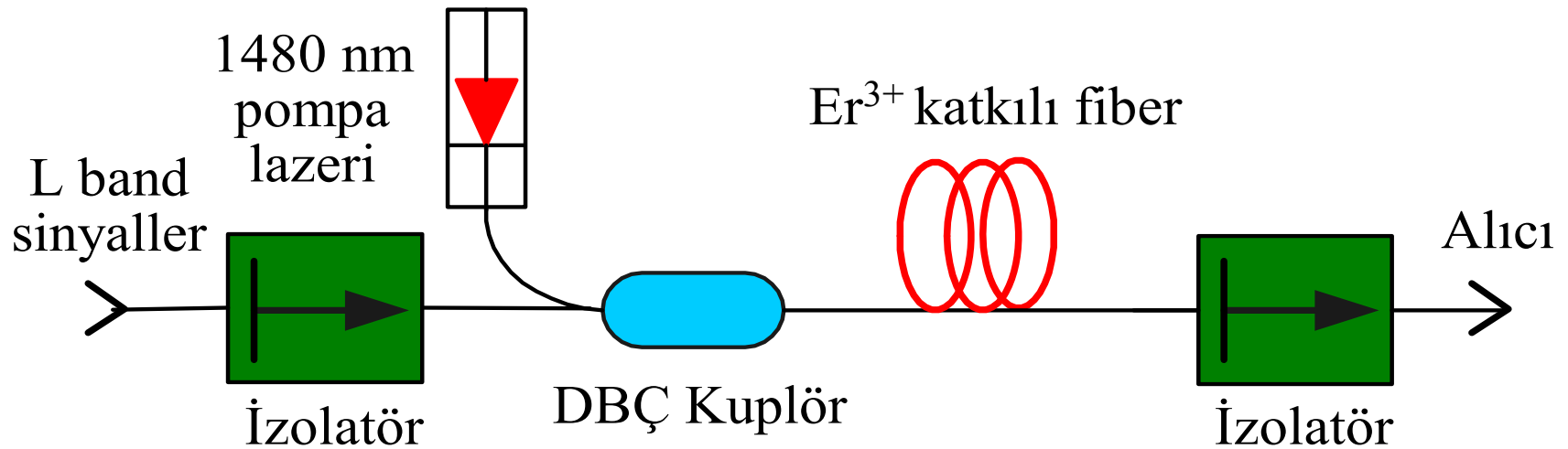
Karar verme ünitesi, bulanıklaştırma ünitesinden gelen bulanık değerleri, kural tabanındaki kurallar üzerinde uygulayarak bulanık muhakeme işlemini gerçekleştirmektedir. İlk olarak bulanıklaştırma ünitesinden gelen bulanık bilgiler kural tabanında yerine konarak aktif kurallar tespit edilmektedir. Daha sonra bu kurallar bulanık muhakeme yöntemlerinden Max-Min yöntemi kullanılarak bileştirilmektedir.

Bulanık mantık sistemin giriş ve çıkışları arasındaki ilişki

Bu çalışmada sistemin bulanık mantık modeli Matlab programı kullanılarak oluşturulmuştur. Şekilde yazılan kural tabanına göre giriş ve çıkış değişkenlerinin ilişkileri görülmektedir.



Oluşturulan sistem modeli



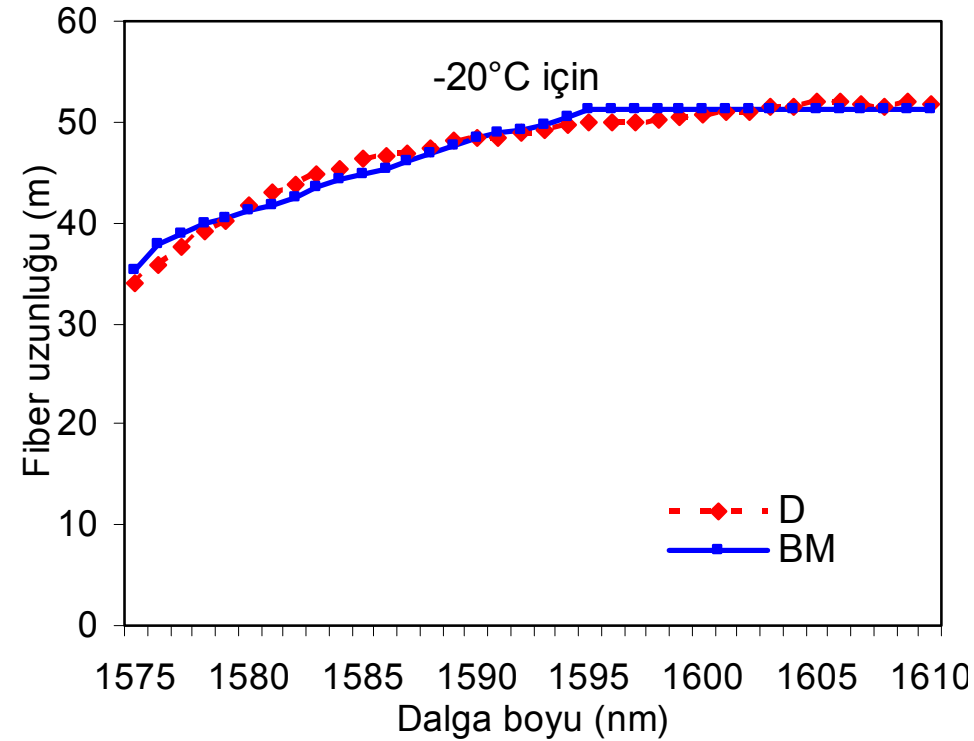
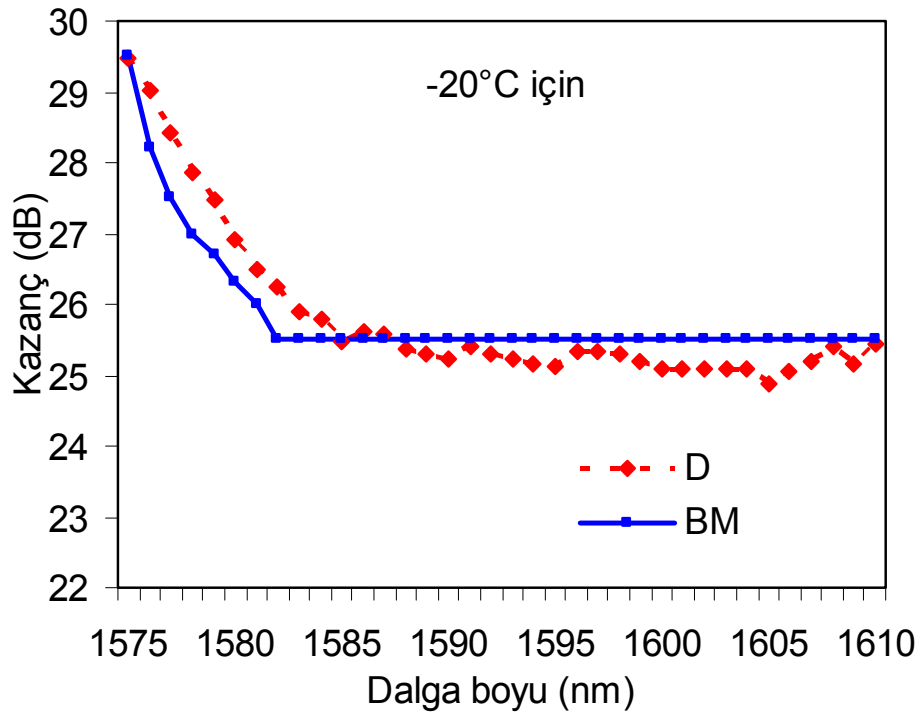
Kural tabanı oluşturulurken literatürdeki çalışmalardan alınan dataların yetersiz olduğu kısımlarda, bulanık mantık sistemin tahmin hassasiyetini artırmak için OptiAmp 4.0 programı kullanılarak Şekildeki sistem modellenmiştir.

Sistemde kullanılan parametreler

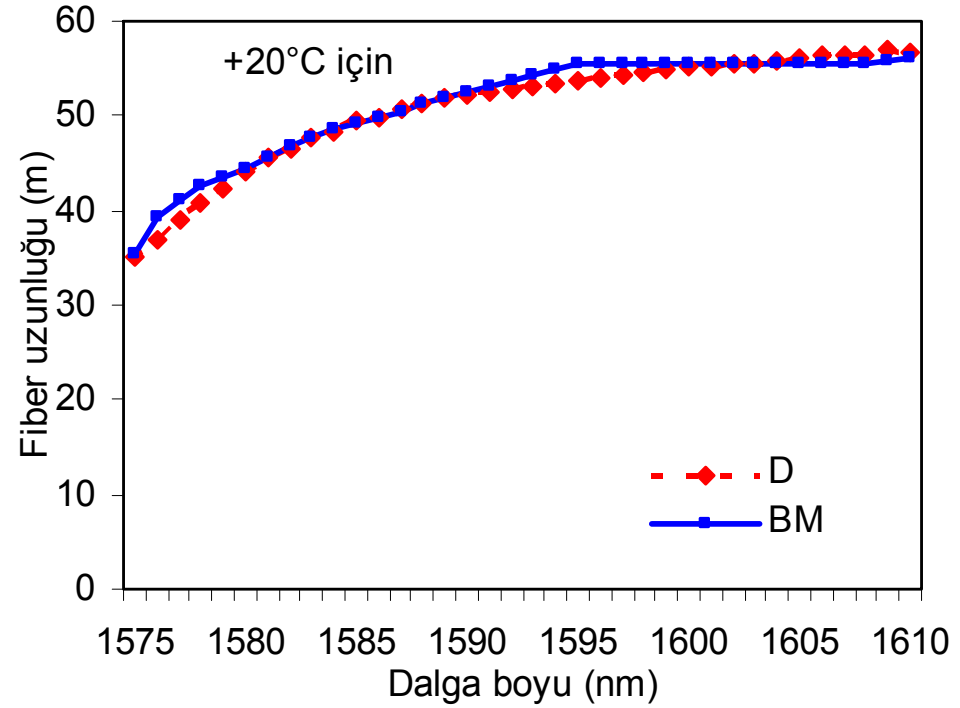
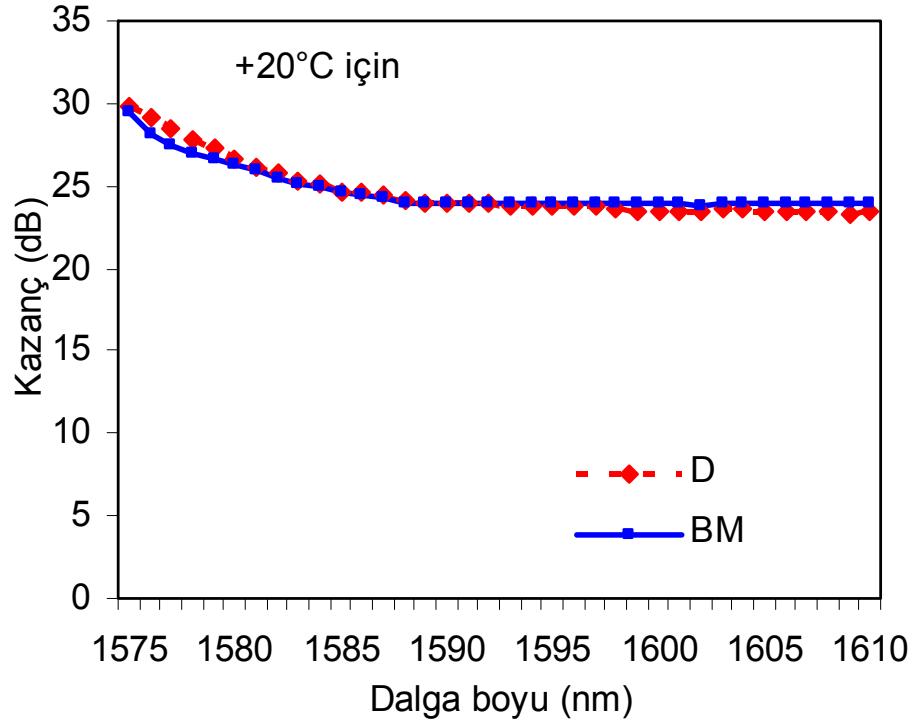
Parametreler	Değerler
Erbiyum yoğunluğu	$3,86 \times 10^{24} \text{ m}^{-3}$
İyon ömrü	10,8 ms
Pompa dalga boyu	1480 nm
P_p	30 mW
P_s	10 μ W

Sistemde Tablodaki EKF, pompa ve sinyal verilerinden yararlanılmıştır.

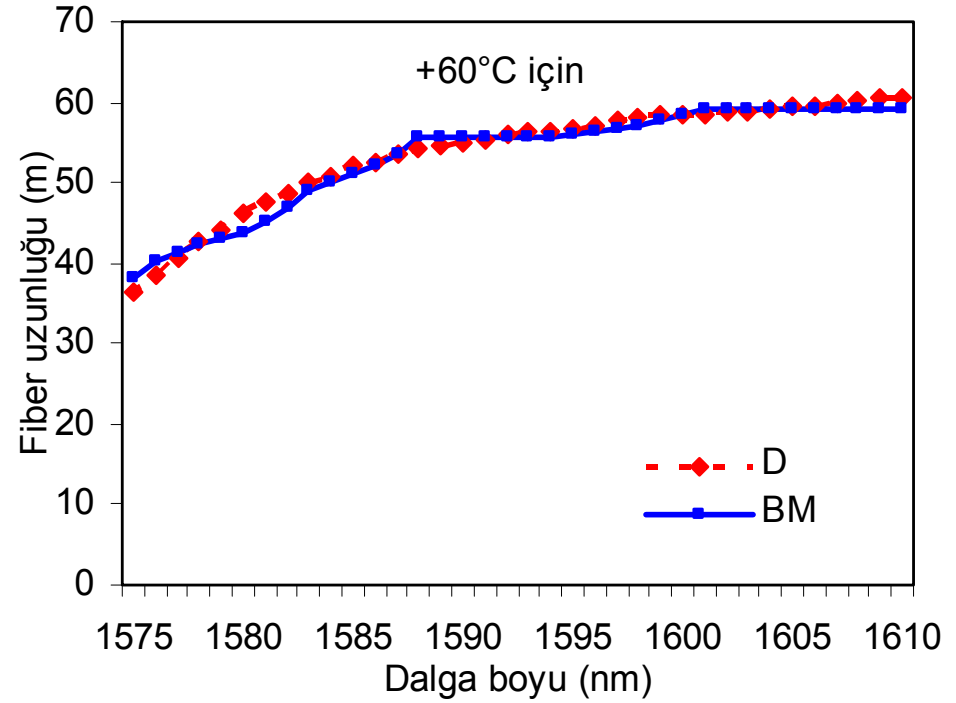
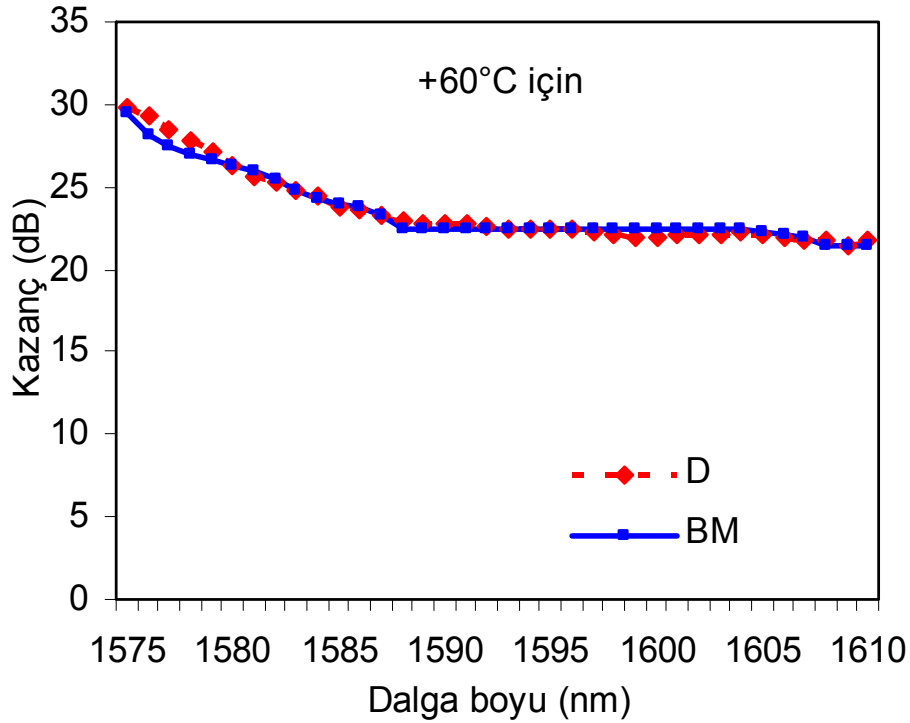
L bandı boyunca -20 °C için deneysel ve bulanık mantık sınıflandırıcının sonuçları



L bandı boyunca +20 °C için deneysel ve bulanık mantık sınıflandırıcının sonuçları



L bandı boyunca +60 °C için deneysel ve bulanık mantık sınıflandırıcının sonuçları



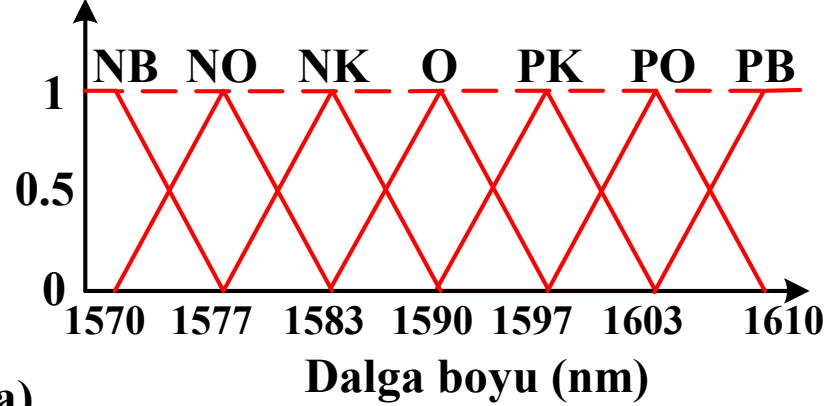
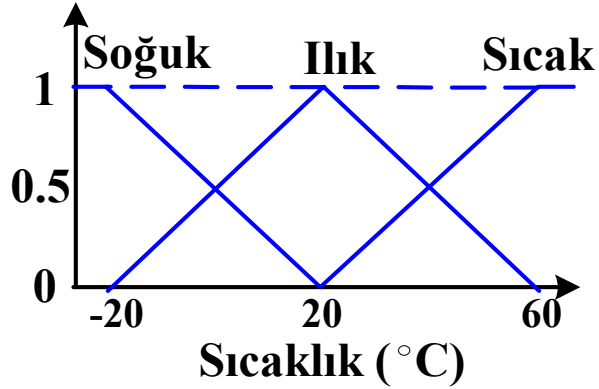
SONUÇ

Bu çalışmada kullanılan veriler incelendiğinde D ile BM arasında % 94–99 oranında doğruluk ilişkisi görülmektedir. Buda BM sınıflandırıcının EKFY parametreleri üzerindeki doğruluk başarısını göstermektedir. BM, pompa dalga boyu, gücü ve pompalama konfigürasyonları, giriş sinyal gücü, farklı fiber türleri, v.b. gibi EKFY'nin diğer parametrelerine de kolaylıkla uygulanabilir. Fakat kullanılan giriş ve çıkış değişkenlerine karşılık BM sistemin kural tabanının oluşturulması gerekir. BM sistem özellikle pratik uygulanabilirliği, karışık hesaplama işlemlerinin kullanılmaması ve daha kısa zamanda sonuç vermesinden dolayı avantajlar sağlar.

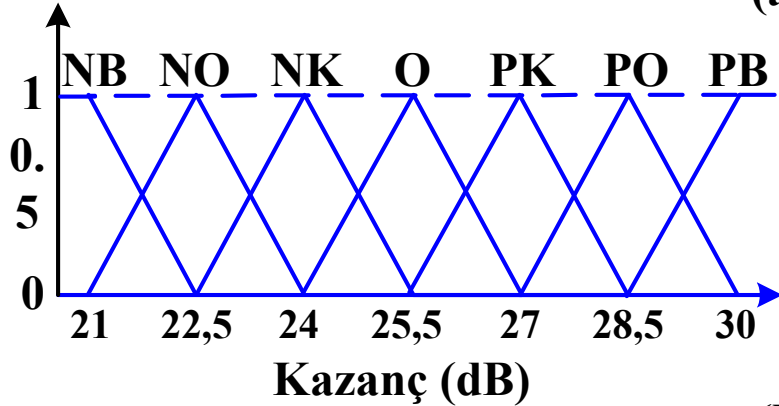
Kaynaklar

1. Yamada, M., Shimizu, M., Horiguchi, M., Okayasu, M., "Temperature Dependence of Signal Gain in Er³⁺-Doped Optical Fiber Amplifiers", *IEEE J. Quantum Electron.*, Cilt:28, Sayı:3, 1992, 640-649.
2. Bolshtyansky, M., Wysocki, P., Conti, N., "Model of Temperature Dependence for Gain Shape of Erbium-Doped Fiber Amplifier", *IEEE J. Lightwave Tech.*, Cilt:18, Sayı:11, 2000, 1533-1540.
3. Kemtchou, J., Duhamel, M., Lecoy, P., "Gain Temperature Dependence of Erbium-Doped Silica and Fluoride Fiber Amplifiers in Multichannel Wavelength-Multiplexed Transmission Systems", *IEEE J. Lightwave Tech.*, Cilt:15, Sayı:11, 1997, 2083-2090.
4. Kagi, N., Oyobe, A., Nakamura, K., "Temperature Dependence of the Gain in Erbium-Doped Fibers", *IEEE J. Lightwave Tech.*, Cilt:9, Sayı:2, 1991, 261-265.
5. Flood, F.A., "Comparison of Temperature Dependence in C-Band and L-Band EDFAs", *IEEE J. Lightwave Tech.*, Cilt:19, Sayı:4, 2001, 527-535.
6. OptiAmplifier Version 4.0; Optical Fiber Amplifier and Laser Design Software (Copyright © 2002 Optiwave Corporation, 2002).
7. Lee, C.C., "Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller-Part I", *IEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Cilt:20, Sayı:2, 1990, 404-418.
8. Lee, C.C., "Fuzzy Logic in Control Systems: Fuzzy Logic Controller-Part I", *IEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, Cilt:20, Sayı:2, 1990, 419-435.
9. Berkdemir, C., Özsoy, S., "The Temperature dependent performance analysis of EDFAs pumped at 1480nm: A more accurate propagation equation", *Optics. Express*, Cilt:13, Sayı:13, 2005, 5179-5185.
10. Lin, M.C., Chi, S., "The Gain and Optimal Length in the Erbium-Doped Fiber Amplifiers with 1480nm Pumping", *IEEE Photon. Technol. Letters*, Cilt:4, Sayı:4, 1992, 354.

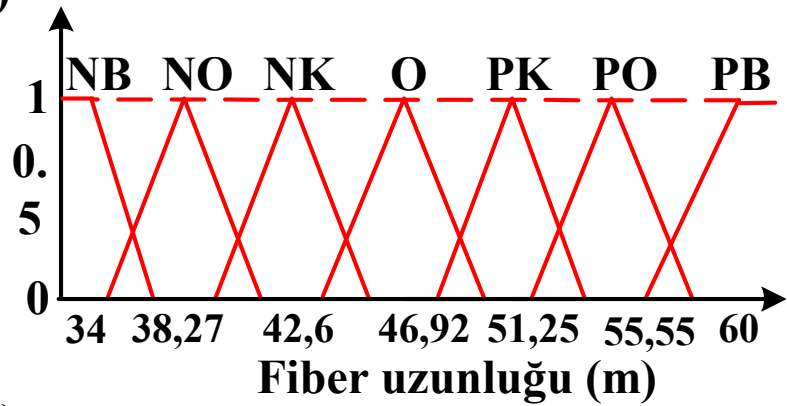
Üyelik fonksiyonları



(a)



(b)



- (a) Giriş değişkenlerinin üyelik fonksiyonları (Sıcaklık ve dalga boyu),
(b) Çıkış değişkenlerinin üyelik fonksiyonları (Kazanç ve fiber uzunluğu)