

**EON**  
PHOTONICS

# **FIBER BRAGG GRATING SENSÖR**



[www.eonphotonics.com](http://www.eonphotonics.com)





EON Photonics Opto Elektronik grubu olarak bizler;

Lazer photonics alanındaki bilgi birikimimizi ve tecrübemizi, sensör sistemleri üretimine taşıyarak önemli bir ihtiyacı karşılamak üzere yatırımlar yaptık.

Özellikle Fiber Bragg Izgara (FBG) sistemlerinin sensör uygulamalarının çok çeşitli alanlarda kullanıldığı bilinmektedir. Hafifliği ve hassaslığı bilinen sensör teknolojilerine göre rakipsizdir.

FBG Sensörler havacılık endüstrisi, savunma sanayi, kompozit sistemler, makine başta olmak üzere hassas ölçüm yapılacak tüm alanlarda sunduğu benzersiz avantajlar ile günümüzde en çok tercih edilen ürünlerdir.



## İÇİNDEKİLER

FBG Nedir ?	4
Avantajları	6
Teknik Özellikleri	7
Uygulama Alanları	8



# FBG NEDİR ?

(Fiber Bragg Grating)

Optik fiberler; cam yada plastik malzemelerden yapılan ve insan saç teline eşdeğer kalınlıkta üretilen esnek, hafif ve şeffaf yapılardır.

FBG sensörler, 9 mikrometreye kadar çekirdeğe (core) ve 125 mikrometrelik kılıf çapına sahip olan tek modlu standart fiber optik kabloların belirli bir bölgesinde çeşitli teknik yöntemler kullanılarak, periyodik kırıcılık indis modülasyonu meydana getirilerek (1mm-10mm uzunluğunda) üretilmektedir.

Gelişen teknolojiyle FBG sensörler özellikle aşağıda belirtilen alanlarda ön plana çıkmıştır;

Akıllı malzeme şeklinde, kompozit içerisine gömülü olarak:

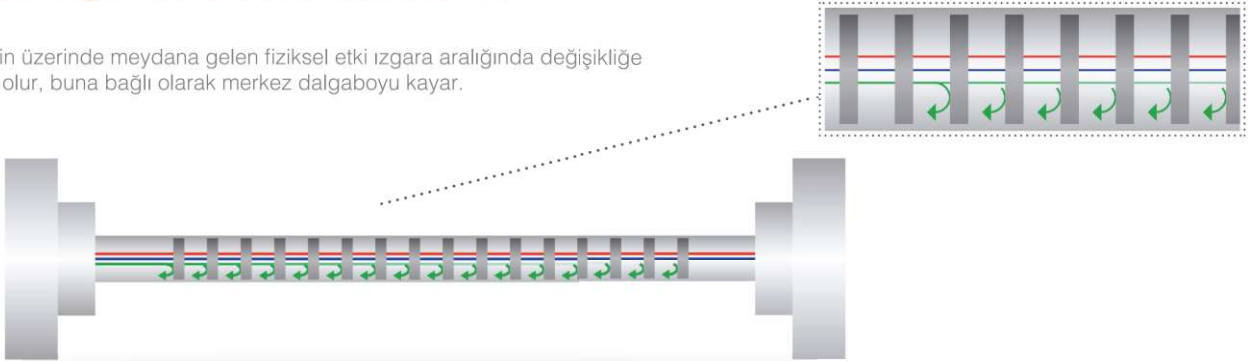
- Yeni nesil uzay ve hava araçlarında (uçak, insansız hava aracı (İHA), rüzgar türbinleri, drone, helikopter, roket, uydu vb.) uçuş esnasında kontrolleri sağlamak için kullanılmaktadır.

Akıllı şehirlerde çeşitli konsantre (zift, beton, harç, asfalt vb.) yapılar içine gömülerek:

- Karayolları, köprüler, demiryollarında ayrıca gaz ve petrol boru hatlarında hat boyunca oluşan gerinimleri kontrol etmek ve gerekli görüldüğünde hasarlı bölgeye erken müdahale etmek amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır.

## ÇALIŞMA PRENSİBİ

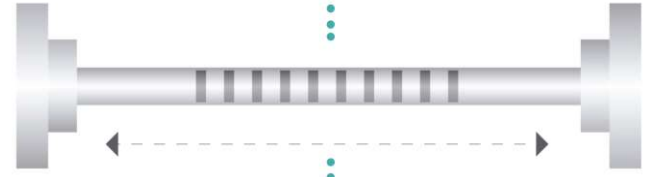
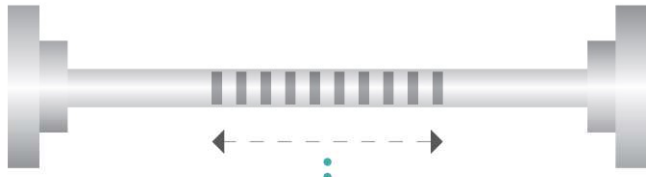
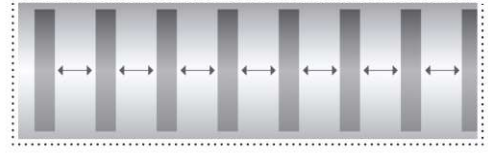
\* Fiberin üzerinde meydana gelen fiziksel etki ızgara aralığında değişikliğe neden olur, buna bağlı olarak merkez dalgaboyu kayar.



Fiber Bragg ızgaralar; geniş bant şeklinde gelen ışın hüzmesinin içerisinde yalnızca tek bir dalgaboyunu geriye yansıtırken (Bragg dalgaboyu), diğer dalgaboylarının geçişine izin vermektedir. Geriye yansıtılan bu dalgaboyu direkt olarak FBG'nin üretim karakteristiği ile ilgili olup, gerinim, sıcaklık, titreşim, ivme vb. gibi çeşitli fiziksel parametreleri ölçmek için kullanılmaktadır.

# FBG SENSÖR TEKNOLOJİSİYLE ÖLÇÜM

Sensörlerin yerleştirildiği yapı, gerinim ve sıcaklık gibi harici parametrelerin etkisine maruz kaldığında, merkez dalgaboyunda (Bragg dalgaboyu) kayma meydana gelmektedir. Meydana gelen dalgaboyu kayması optik sensör tarafından algılanmakta ve böylece kalibre edilmiş sistem ilgili fiziksel etkinin şiddeti yorumlanmaktadır.



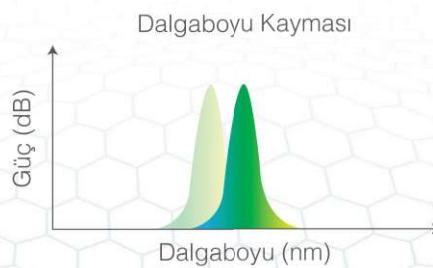
\* Gerinim olmadığında



\* Gerinim altında



\* Fiziksel etkiye maruz kalan fiberin boyu değiştiği zaman ızgaraların arasındaki mesafe de orantılı olarak değişir.



# AVANTAJLARI

## UZUN MESAFELER BOYUNCA ÖLÇÜM ALABİLME

FBG sensörlerin kullanıldığı uygulamaların tamamı ışığın taşınması ve yorumlanması sürecine dayalıdır. Işığın mesafeye bağımlılığı minimum seviyede olduğundan dolayı FBG sensörler, kilometre mertebesinde meydana gelen fiziksel değişimleri algılayarak, bu etkilerin sorgulama sistemi ile ölçülmesini sağlamaktadır.

## DÜŞÜK KURULUM MALİYETİ

EON FBG sensörleri, tek bir fiber optik kablo boyunca birden fazla FBG sensörü içermektedir. Böylece düşük kablolama avantajından faydalanılmış olunur. Optik ölçüm zinciri ihtiyaçlarınızı karşılamak için ayrı ayrı uyarlanabilmektedir.

## KÜÇÜK BOYUTLU, ESNEK ve HAFİF YAPIYA SAHİP OMASI

FBG sensörler, esnek, hafif ve yüksek mukavemetli olmalarından dolayı, havacılık ve uzay araştırmalarında, kompozit malzemelerin kalite kontrol ve yapısal denetim kontrolü aşamalarında sıklıkla tercih edilmektedir.

## YÜKSEK HASSASİYETLİ TEST SONUÇLARI

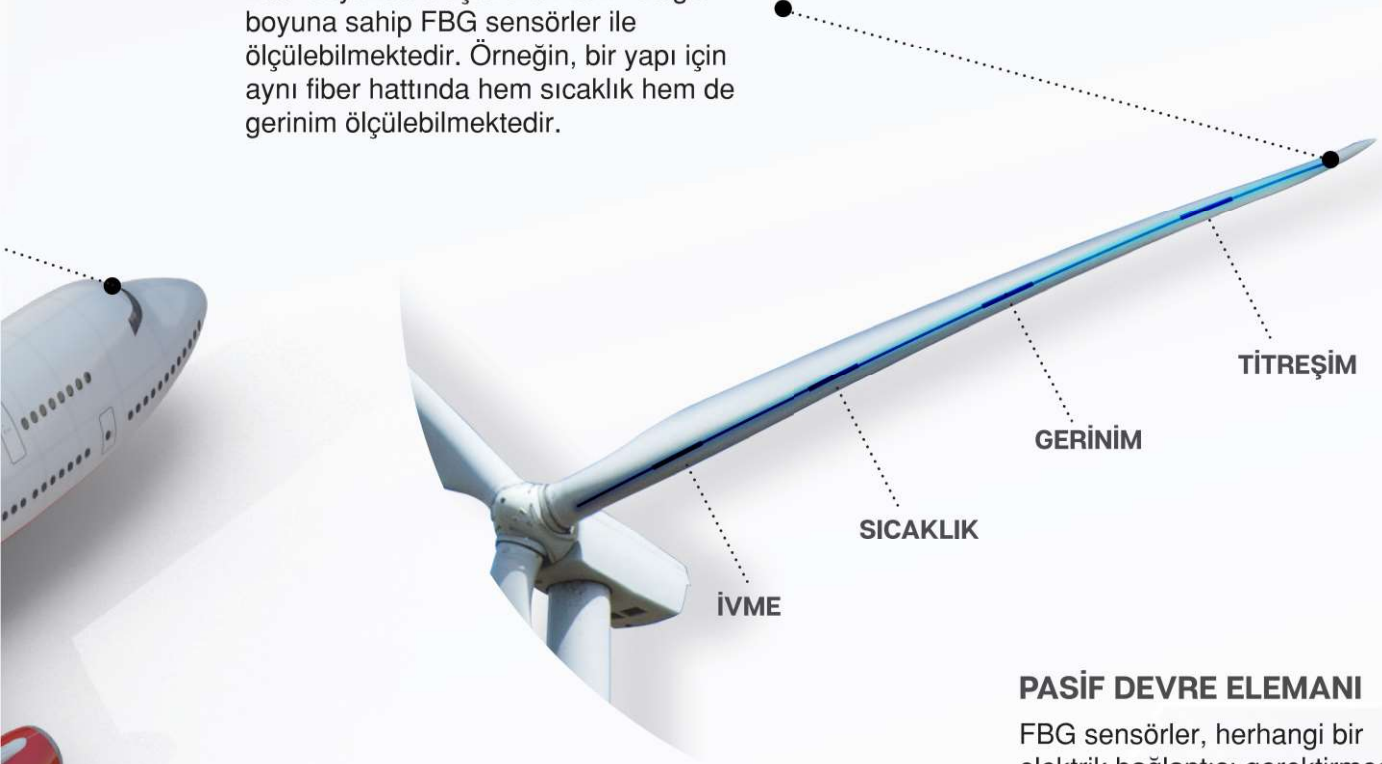
Zorlu ölçüm koşullarında, FBG sensörler ile çeşitli bileşenlerin ve yapıların mekanik davranışları (titreşim, yorulma, vb.) kolayca analiz edilebilmektedir. Özellikle yüksek gerinim seviyesine sahip malzemelerde ve çok sayıda yük döngüsü olan durumlarda, analiz amaçlı tercih edilmektedir.

## ELEKTRO-MANYETİK ve RADYO-FREKANS GİRİŞİMİNDEN ETKİLENMEME (EMI & RFI)

Fiberoptik kablo karakteristik yapısı gereği, elektromanyetik ve radyo frekansı girişimlerine karşı duyarsızdır. Bu sayede, yüksek manyetik alan bölgelerinde, yoğun radyo frekansına sahip çalışma alanlarında ve üst düzey bilgi güvenliği gereken bölgelerde rahatlıkla kullanılabilir.

## FARKLI FİZİKSEL PARAMETRELERİ (SICAKLIK, BASINÇ, GERİNİM vb.) AYNI ANDA ÖLÇEBİLME

Farklı fiziksel parametreler; bir fiber hattı boyunca oluşturulan farklı dalga boyuna sahip FBG sensörler ile ölçülebilmektedir. Örneğin, bir yapı için aynı fiber hattında hem sıcaklık hem de gerinim ölçülebilmektedir.



## FİBER HAT BOYUNCA FARKLI NOKTALARDAN ÖLÇÜM ALABİLME

EON lazer bünyesinde geliştirilmiş olan yetkin sistemler sayesinde aynı fiber hattı üzerinde, aynı mukavemet ve hassasiyet derecesine sahip çok sayıda sensör üretilebilmekte ve hat boyunca herhangi bir veri kaybı yaşanmadan farklı fiziksel parametrelerin ölçümüne imkan sağlanmaktadır.

## FARKLI ALANLARA UYGULANABİLME

Ulaşılması zor yerler ve ölçüm noktaları için uygun olan bu sensörler, uzak bölgelerde ve erişilmesi zor noktalarda kurulum kolaylığını en üst düzeye çıkarmak için ideal bir seçimdir. EON FBG sensörleri, laboratuvarlar, dış mekânlar, demiryolları, rüzgâr türbinleri, beton yapılar, havacılık ve savunma araçları vb. gibi geniş bir uygulama yelpazesine yönelik optik sensörler sunar.

## PASİF DEVRE ELEMANI

FBG sensörler, herhangi bir elektrik bağlantısı gerektirmediği için pasif devre elemanı olarak değerlendirilmektedir.



## GERÇEK ZAMANLI ÖLÇÜM OLANAKLARI

FBG sensörler kullanıcıya gerçek zamanlı ölçüm yapabilme olanağı sağlamaktadır. Bu sistemlerde tek bir modülün hem ışın kaynağı hem de sorgulama ünitesi olarak kullanılmasına imkan sağlandığından, cihaz karmaşası olmadan mili saniye mertebesinde ölçüm almayı mümkün kılmaktadır.

# UYGULAMA ALANLARI

## YAPILAR

Petrol Platformları, Köprüler, Madenler, Barajlar, Tüneller gibi büyük ölçekli yapılara uygulandığında uygun maliyetli çözümler sunar.

- Gerinim değerlendirmesi
- Yük dağılım analizi
- Termal haritalama

## ENERJİ

(Rüzgar Türbinleri, Petrol Kuyuları, Boru Hatları, Nükleer Reaktörler, Jeneratörler) Her türlü yüksek voltaj ve tehlikeli ortamların (örneğin yüksek güç jeneratörleri, yüksek voltaj transformatörleri ve büyük elektrikli makinelerde) izlenmesi için son derece güvenlidir.

- Gerinim değerlendirmesi
- Yük dağılım analizi
- Sıvı seviyesi tespiti
- Termal haritalama

## RÜZGAR TÜRBİNLERİ

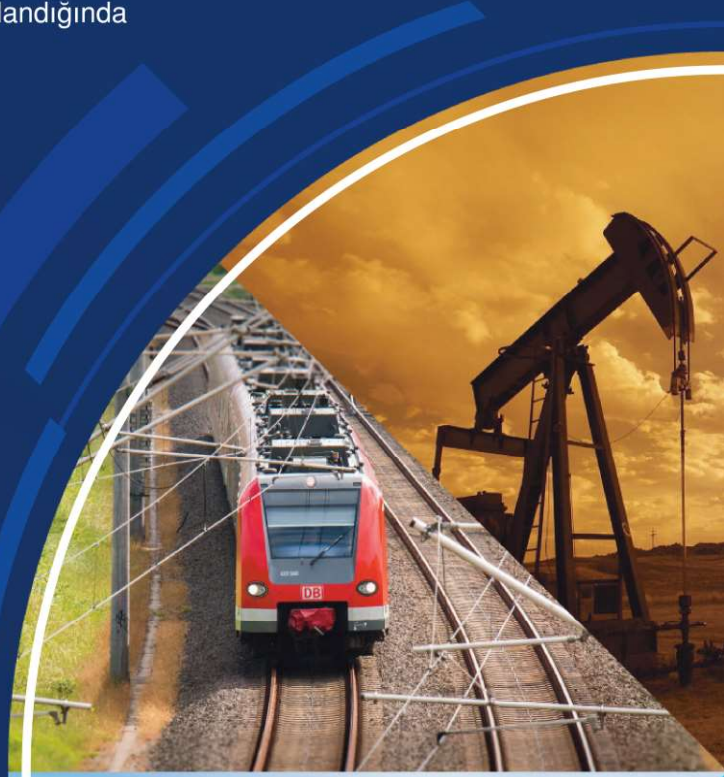
Pervanelerin yapısal sağlık izlemesini, anlık kontrol ve çalışma durumunu gözlemleme imkanı sunmaktadır.

- Anlık olarak gerinim değerlendirmesi yapar.
- Pervanelerdeki yük dağılımını gözlemleme imkanı sunar.
- Pervane tasarım aşamasının gerçek zamanlı analizini sağlar.
- Sıcaklık ve gerinim kaynaklı pervanedeki plastik deformasyonların belirlenmesini sağlar.

## ULAŞTIRMA

Karayolları, köprüler ve tünellerde yapısal sağlık izleme amacıyla kullanılarak ne zaman bakım gerektiğini belirlemeye yardımcı olur. Kullanıldıkları yerler;

- Köprülerde çelik halatlarda gerinim ve yorulma davranışını izlemek amacıyla kullanılır.
- Trenlerde, raylardaki genleşme ve büzülme kaynaklı deformasyonların belirlenmesinde kullanılır.
- Ayrıca yapısal sağlık izleme dışında trafik lambalarının, trenlerin vb. ulaşım yollarının koordineli bir şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla sinyalizasyon sistemleri ile entegre olarak çalışır.





## DENİZCİLİK

Denizaltı ve gemilerde FBG sensörler, hem yapısal sağlık izleme amaçlı hem de yapının belirli noktalarında meydana gelen yük ve yorulma davranışını gözlemlemek amacıyla kullanılır.

- Gemi ve denizaltılarının yüzeylerinde meydana gelen gerinim ve sıcaklık değişimlerini anlık olarak ölçme imkanı sağlar.
- Yüksek basınç ve manyetik alana sahip bölgelerde, konvansiyonel sensörlerin sağlıklı bir veri alamayacağı durumlarda bu sensörlerin yerini, FBG sensörler olarak hassas ölçüm imkanı yapılmasını sağlar.
- Termal haritalama olanağı sağlar

## LABORATUVAR TESTLERİ VE ÖLÇÜMLERİ

Çeşitli fiziksel parametrelerin ölçümlerinin yapıldığı laboratuvar ortamlarında, özellikle de mekanik test aşamasında aşağıdaki amaçlara yönelik kullanılmaktadır.

- Malzemenin veya oluşturulan parçanın ömür testlerinde,
- Yorulma davranışı ve yük analizi testlerinde,
- Çekme-basma testlerinde malzemelerin genişleme ve büzülme analizlerinde ve malzeme yüzeyinde meydana gelen deformasyonların tespit ve ölçümünde kullanılabilir.

## EMNİYET VE GÜVENLİK

Sınır güvenliğinde, gerinim sensörü olarak yaygın bir şekilde tercih edilmektedir.

- Karakol çevresinde ve sınır hatlarında, güvenlik tellerinin üzerine yerleştirilerek kullanılabilir.
- Kozmik odaların içerisinde güvenlik düzeyini artırma amaçlı olarak kullanılabilir.
- Sinyal karıştırıcıların bulunduğu ortamlarda güvenli bir şekilde kullanılabilir.

## MEDİKAL

Tıbbi robotik kol, hasta durumu takip cihazları

- Hasta takip cihazı olarak, hastanın durumunu doktora bildirmek amacıyla kıyafet, yatak, sandalye vb. cisimlerin içine gömülerek kullanılır.
- Yüksek manyetik alan olan MR cihazları içerisinde hastanın yaşamsal fonksiyonlarını takip etmek için kullanılır.
- Robotik ellerde tutma kuvvetini ayarlayabilmesi için kuvvet sensörü olarak kullanılır.

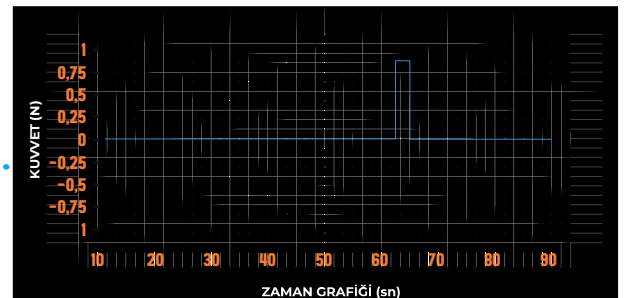
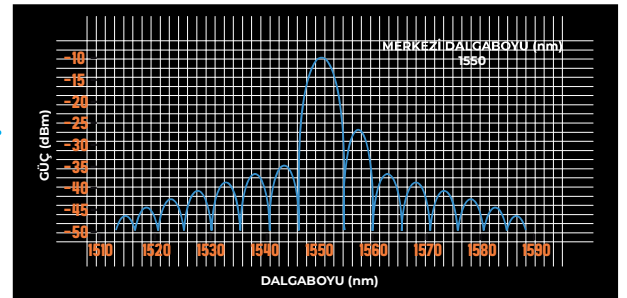
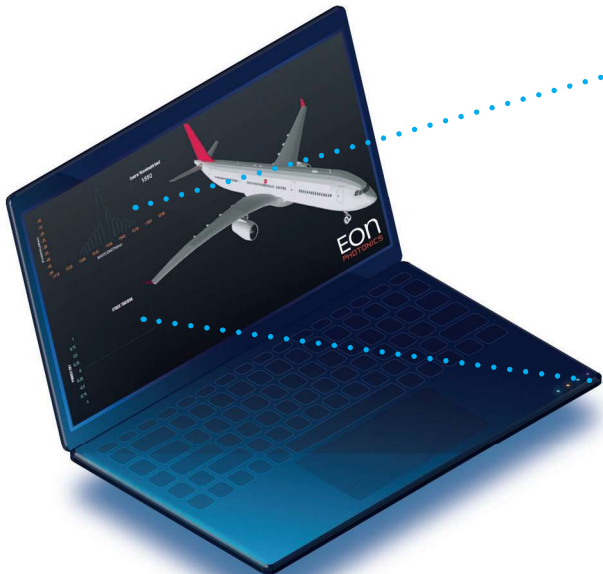
# KOMPOZİT



10

En az iki bileşenin bir araya gelerek daha üstün özellikler göstermesiyle gelişen kompozit malzemeler içerisinde FBG sensörler kolay bir şekilde gömülebilmektedir. Gelişen teknoloji ile FBG sensörler kompozit ile uyumlu olarak hareket ederek kompozit malzemelerin proses geliştirme süreçlerinde dünyada yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Böylece FBG sensörler kompozit içinde malzeme yapısını taklit ederek, kompozitin içerisinde meydana gelen geçici ve/veya kalıcı deformasyonların gözlemlenmesini, oluşan bu deformasyonların kolay bir şekilde tespit edilerek deformasyon bölgesinin hesaplanmasına olanak sağlamaktadır.

FBG sensörün gömülü olduğu kompozit malzemeler özellikle havacılık ve uzay alanlarında kullanılmaktadır; Kompozit (uçak kanatları vb.) içine gömülerek, uçakların ve çeşitli uzay araçlarının (uydu vb.) yapısal bütünlüğünü izler ve bu alanda yapısal sağlık için bakım zamanı vb. gibi süreleri belirleyerek yapısal çözümlere olanak sağlamaktadır.



# TEKNİK ÖZELLİKLER

Gerinim Sensörü Teknik Özellikleri	
Teknik Özellikler	Parametre
Gerinim Ölçüm Aralığı	$\pm 2500 \mu\epsilon$
Hassasiyet	1,2 pm / $\mu\epsilon$
Merkezi Dalgaboyu	C-L Band (1515-1585 nm)
Çalışma Sıcaklığı	-55°.....+80°C Taled / -55°.....+275°C Bare Fiber
Kaplama	Akrilik veya Poliamid
Konektör Tipi	FC/APC - Özelleştirilebilir
FBG Uzunluğu	0.7 mm - 14mm
Boyut (Fiber Uzunluğu)	Özelleştirilebilir
Fiber Tipi	SM1500P
Fiber Çapı (Coating)	150 $\mu\text{m}$
Fiber Bükülme Çapı	6mm
FWHM (Full Width Half Maximum)	250 $\pm$ 50 pm

Sıcaklık Sensörü Teknik Özellikleri	
Teknik Özellikler	Parametre
Sıcaklık Ölçüm Aralığı	-55°.....+275°C
Hassasiyet	10 pm / °C
Merkezi Dalgaboyu	C-L Band (1515-1585 nm)
Kaplama	Poliamid
Konektör Tipi	FC/APC - Özelleştirilebilir
FBG Uzunluğu	0.7 mm - 14mm
Boyut (Fiber Uzunluğu)	Özelleştirilebilir
Fiber Tipi	SM1500P
Fiber Çapı (Coating)	150 $\mu\text{m}$
FWHM (Full Width Half Maximum)	250 $\pm$ 50 pm

# EON

PHOTONICS

Organize Sanayi Bölgesi Lacivert Cad. No: 2 Nilüfer / Bursa / TÜRKİYE  
T: +90 224 294 75 15 (722) sales@eonphotonics.com www.eonphotonics.com

