

İNCE FİLM OPTİK FİLTRELER İÇİN OTOMATİZE TASARIM SİSTEMİ

Zeynep Arslantürk^{1,2}, Alperen Sezgin³, Osman Sayginer^{4,5}

¹Endüstri Mühendisliği, Yıldız Teknik Üniversitesi

²Türkiye Şişe ve Cam Fabrikaları, Bilgi Teknolojileri Teknoloji Geliştirme Müdürlüğü, zynparslanturk@gmail.com

³Şişecam Bilim ve Teknoloji Merkezi, asezgin@sisecam.com

⁴Trento Üniversitesi - İnşaat, Çevre ve Makine Mühendisliği Departmanı, osman.sayginer@unitn.it

⁵İtalya Ulusal Araştırma Kurumu (CNR) - Trento Fotonik ve Nanoteknoloji Enstitüsü (IFN - CSMFO), Bruno Kessler Vakfı - Fotonik Birimi

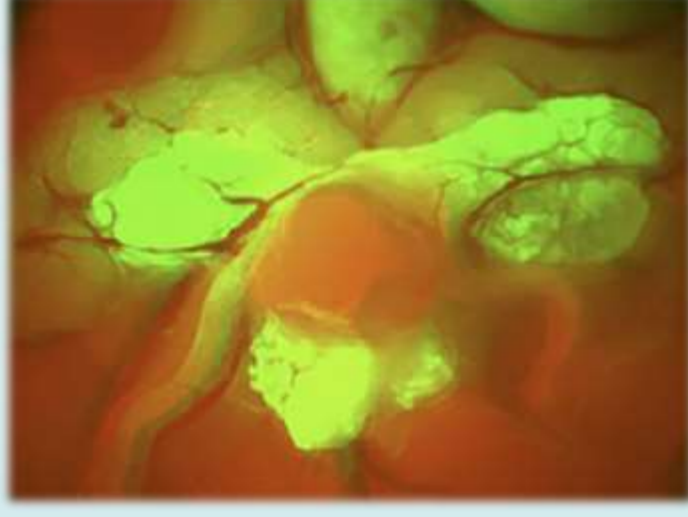
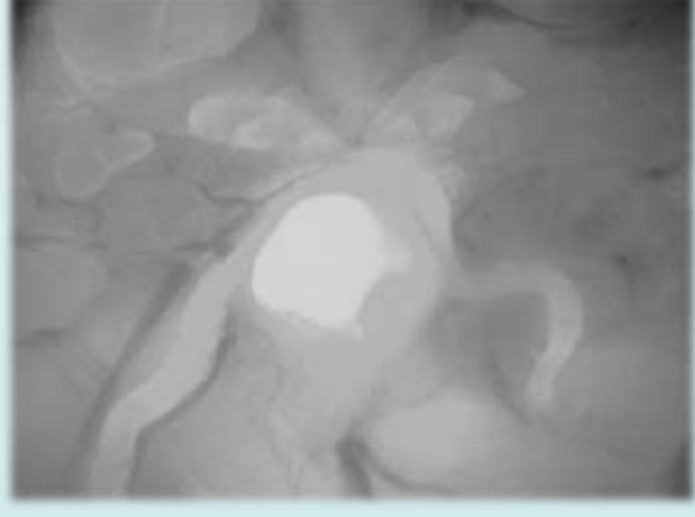
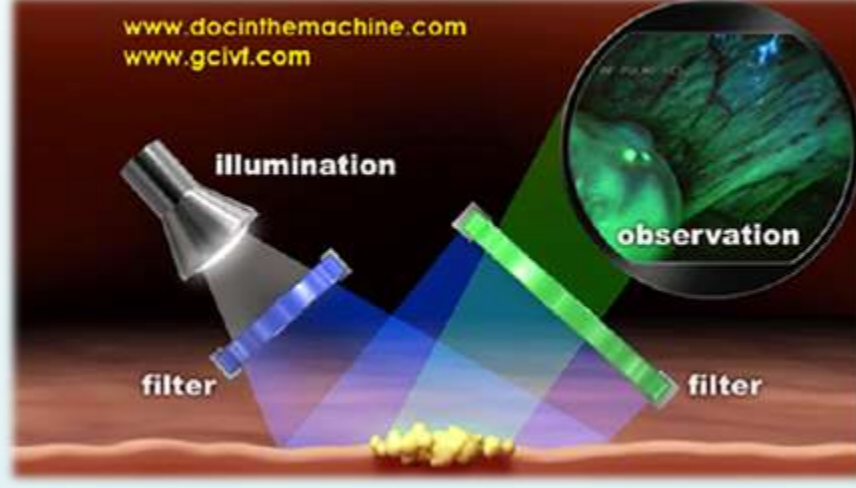


GÜNDELİK UYGULAMALAR [1]

- Kamera Lensleri
- Güneş Pilleri
- Mimari Yapılar

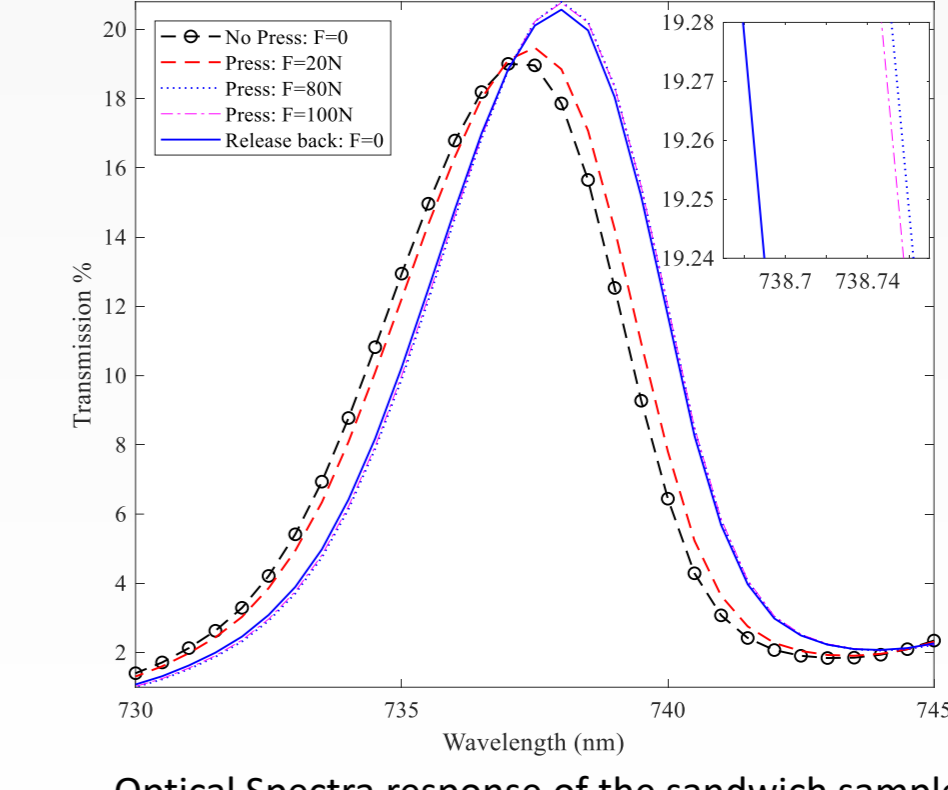
BİYOMEDİKAL UYGULAMALAR [3]

- Teşhis ve Tedavi
- Medikal Görüntüleme



PROJE HEDEFLERİ

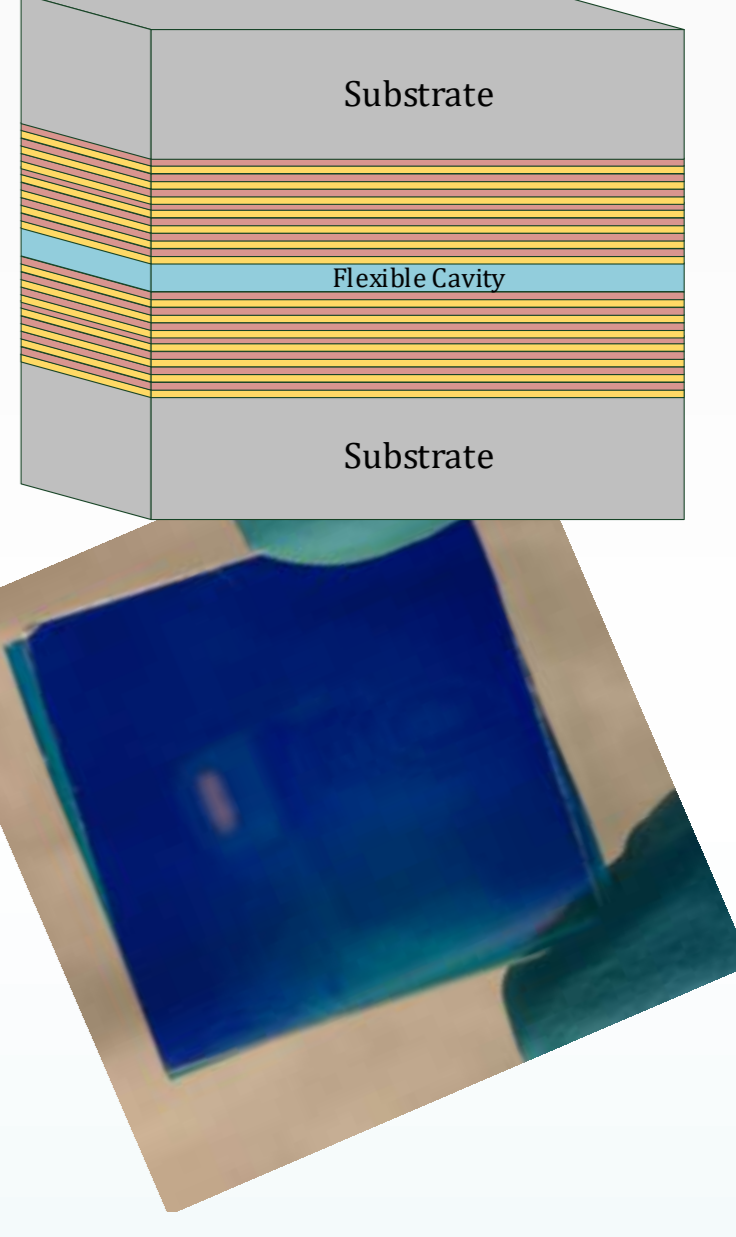
- Yerli bilgi birikiminin geliştirilmesi
- Açık kaynaklı, özgün bir benzetim yöntemi
- Sanayi ihtiyaçlarını karşılayan otomatik bir tasarım sistemi
- Gelecekteki üstün özellikli, yerli tasarım yazılımının temellerinin atılması



Optical Spectra response of the sandwich sample under different compression forces.

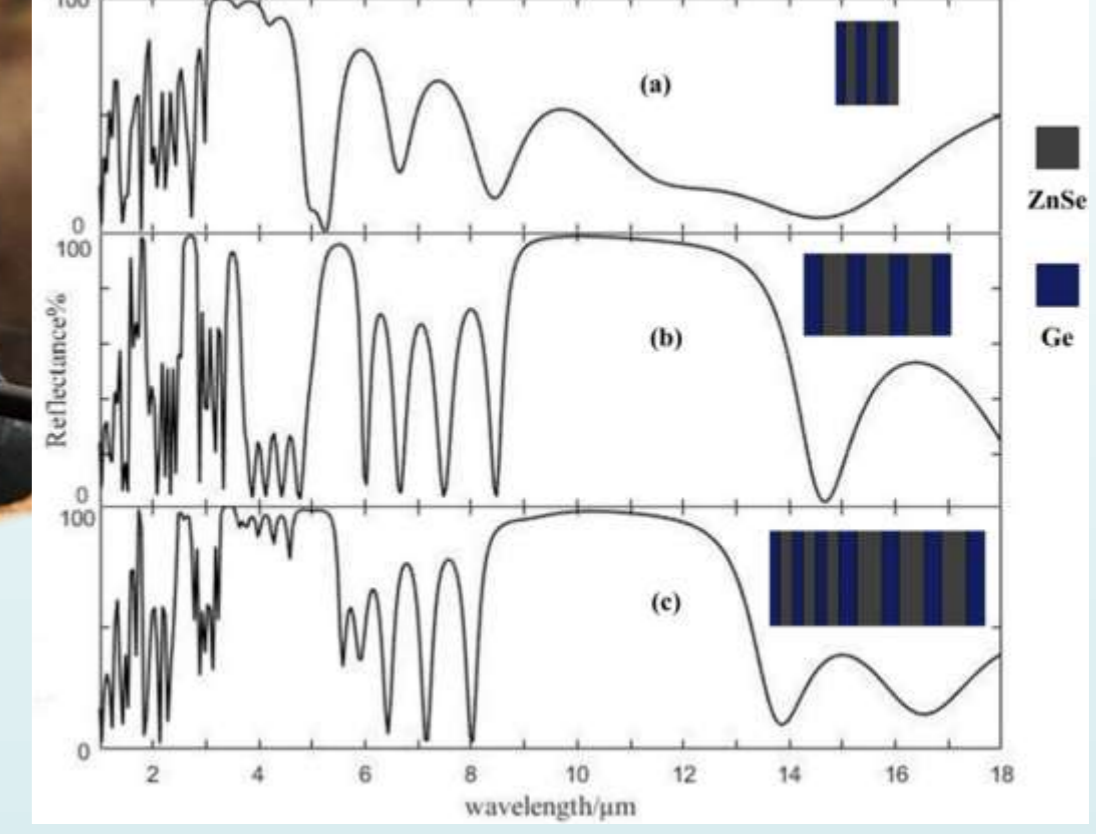
SENSÖR UYGULAMALARI [2]

- Biyomedikal Sensörler
- Hareket Sensörleri
- Görüntüleme Sensörleri



SAVUNMA UYGULAMALARI [4]

- Konum İşaretleme
- Termal Görüntüleme



Transfer Matris Benzetimi [2]

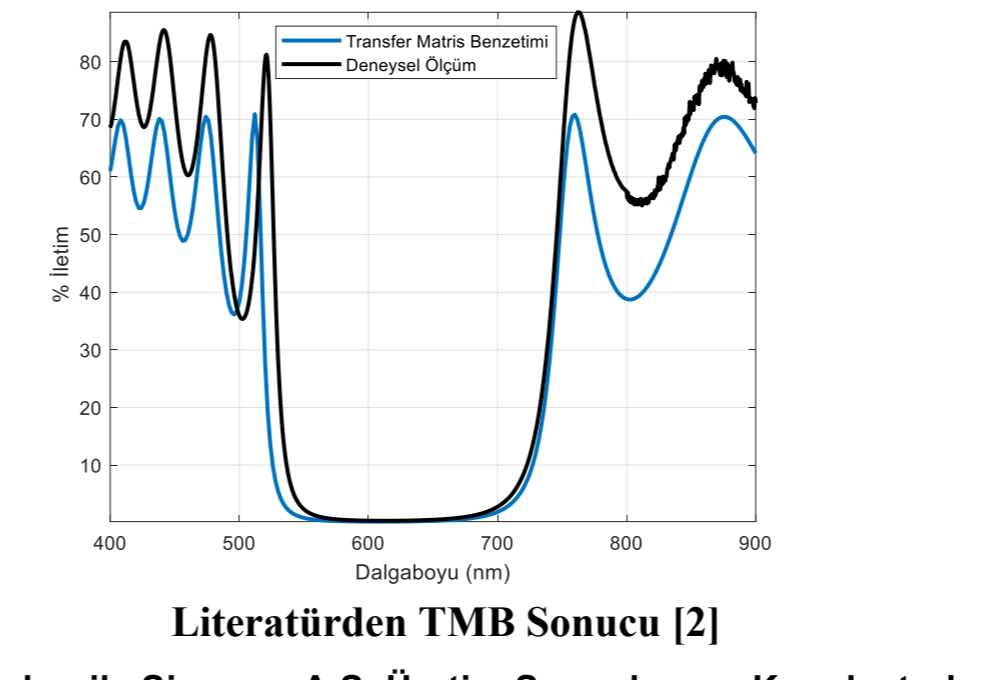
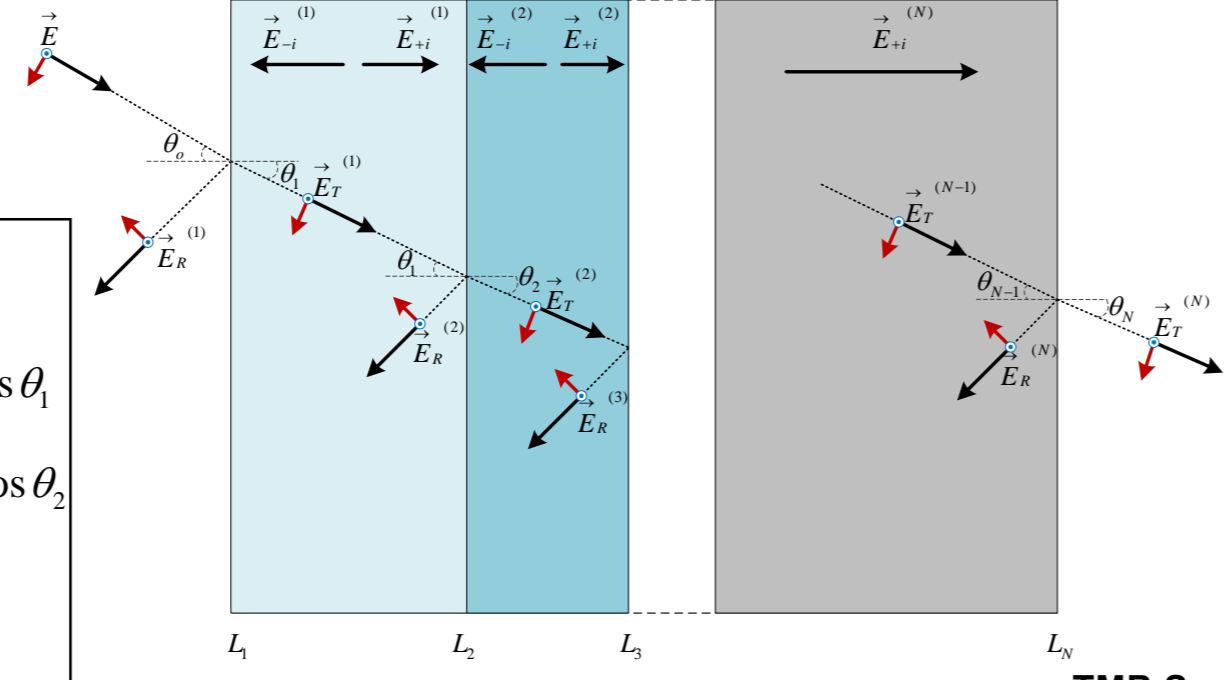
$$E_{L1}: E_{+} + E_{-} = E_{T} + E_{R} \quad B_{L1}: B \cos \theta_0 - B_R \cos \theta_0 = B_T \cos \theta_0 - B_{-i} \cos \theta_0$$

$$E_{L2}: E_{+} + E_{R} = E_{T} + E_{-} \quad B_{L2}: B_{+i} \cos \theta_1 - B_R \cos \theta_1 = B_T \cos \theta_1 - B_{-i} \cos \theta_1$$

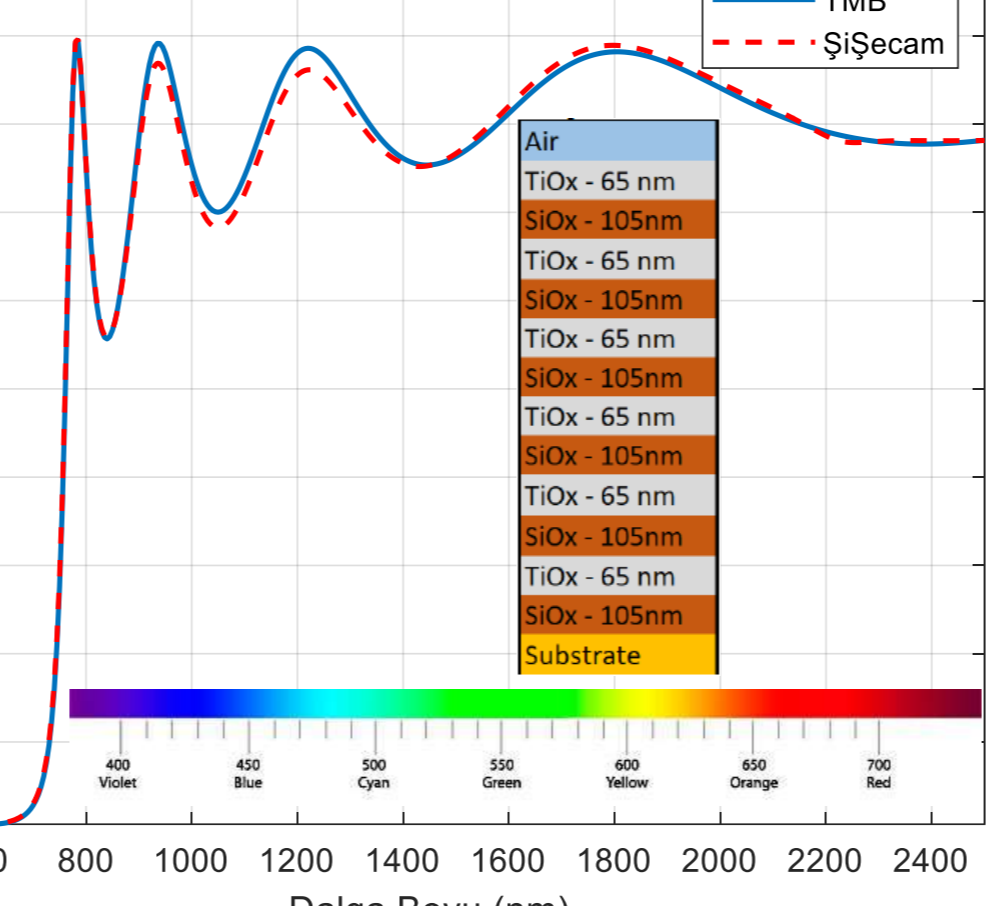
$$E_{L3}: E_{+} + E_{R} = E_{T} + E_{-} \quad B_{L3}: B_{+i} \cos \theta_2 - B_R \cos \theta_2 = B_T \cos \theta_2 - B_{-i} \cos \theta_2$$

$$\vdots$$

$$E_{LN}: E_{+} + E_{R} = E_{T} + E_{-} \quad B_{LN}: B_{+i} \cos \theta_{N-1} - B_R \cos \theta_{N-1} = E_T \cos \theta_N$$



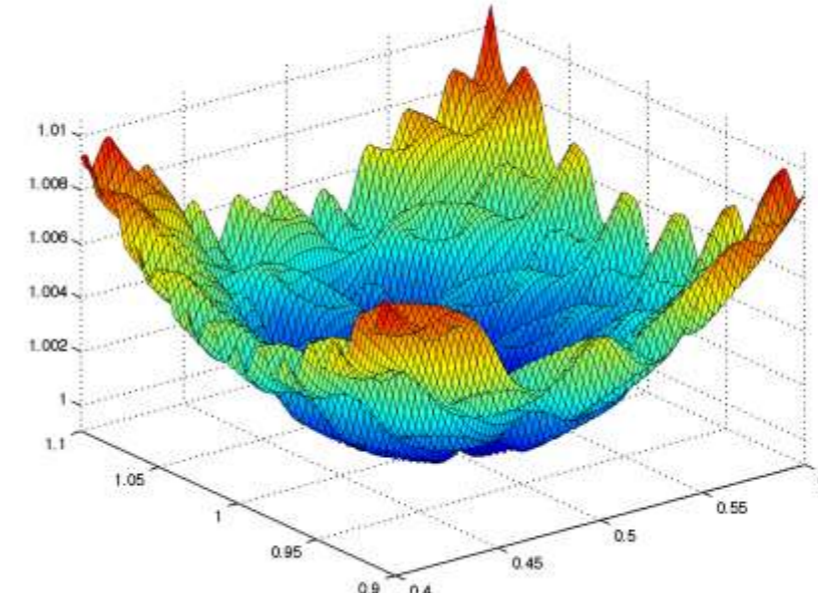
Literatürden TMB Sonucu [2]



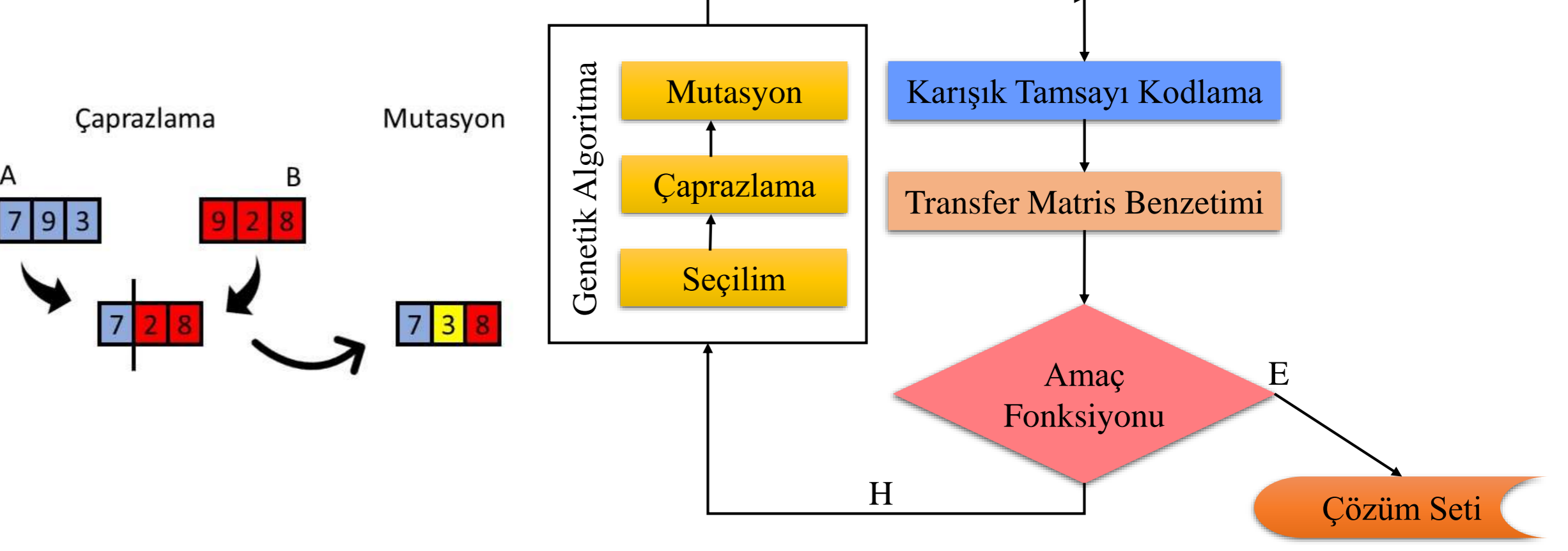
TMB Sonuçları ile Şişecam A.Ş. Üretim Sonuçlarının Karşılaştırılması

- Transfer Matris Benzetimi (TMB), optik ve akustik alanlarında elektromanyetik veya akustik dalganın yayılmasını hesaplamada yaygın kullanılan bir yöntemdir [1].
- TMB, Maxwell denklemlerinden türetilen ve içerisinde her bir katman için malzeme ile kalınlık özelliklerini barındıran karakteristik bir matris hesabına dayanır.
- TMB ile her bir katman için gelen ışığın karakteristik davranışını matematiksel olarak modellemek mümkündür.

Genetik Algoritma ile Optimizasyon [5]



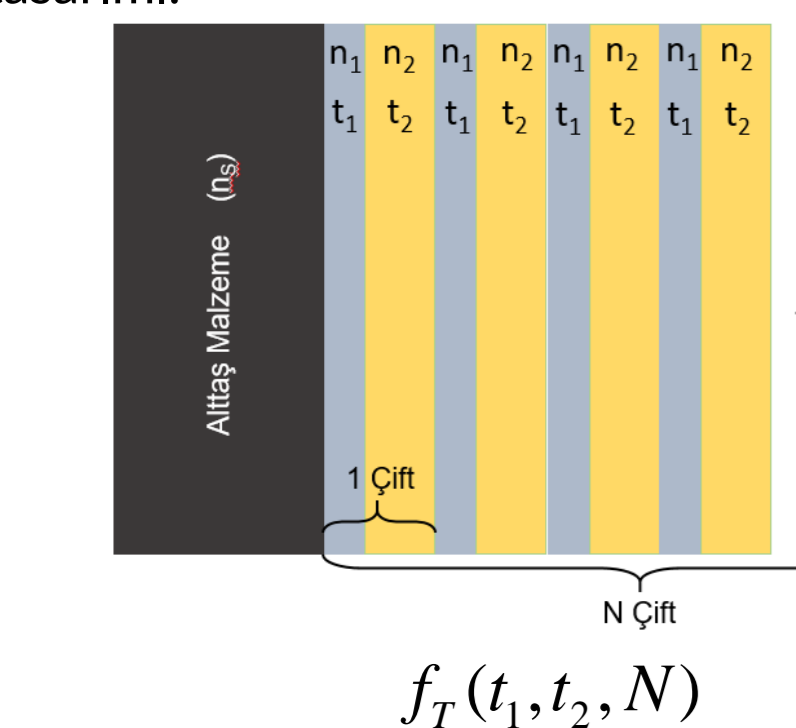
- Genetik algoritma (GA), biyolojik evrimin doğasını taklit eden stokastik bir araştırma yöntemidir.
- Bir probleme olası pek çok çözümün içerisinde en uygununu (en iyisini) bulmaya çalışan algoritmalarlardır.
- Popülasyon nesilden nesile geliştiği kötü çözümler yok olma, iyi çözümler ise daha iyi çözümler oluşturmak için kullanıma eğilimindedirler.



Tasarım Stratejileri

Çalışma 1

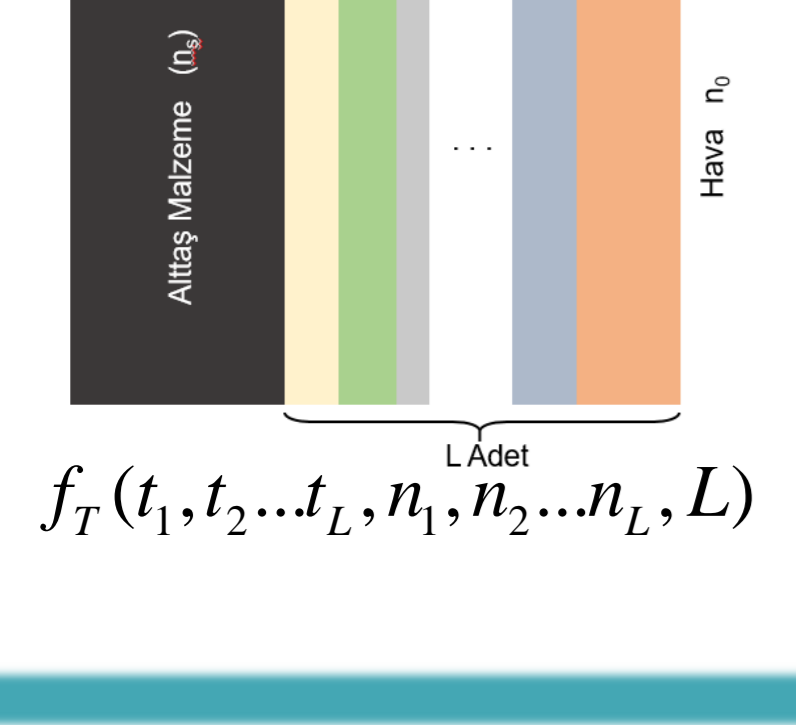
• İki çeşit kaplama malzemesinin ardışık çiftler şeklinde sıralanması ile elde edilmiş bir filtre tasarımı.



$$f_T(t_1, t_2, N)$$

Çalışma 2

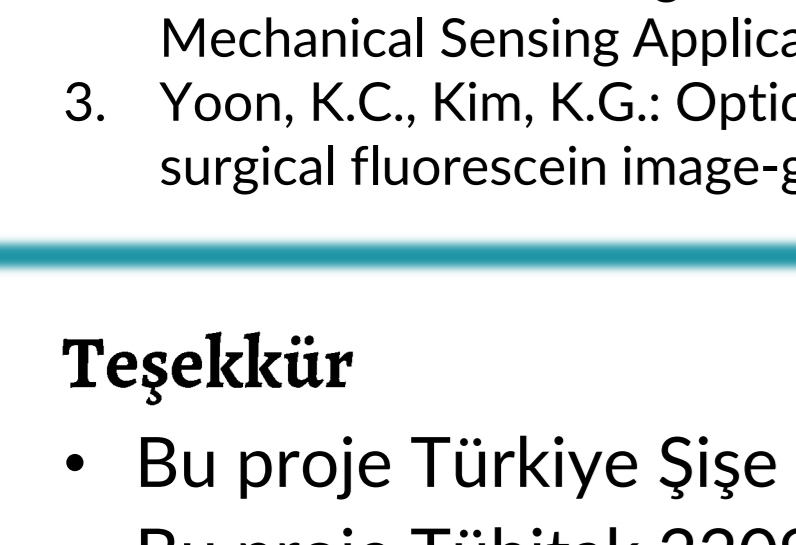
• İki çeşit kaplama malzemesinin, farklı kalınlıklarda (t1, t2, tL) ardışık bir şekilde sıralanması ile elde edilmiş bir filtre tasarımı.



$$f_T(t_1, t_2, \dots, t_L, N)$$

Çalışma 3

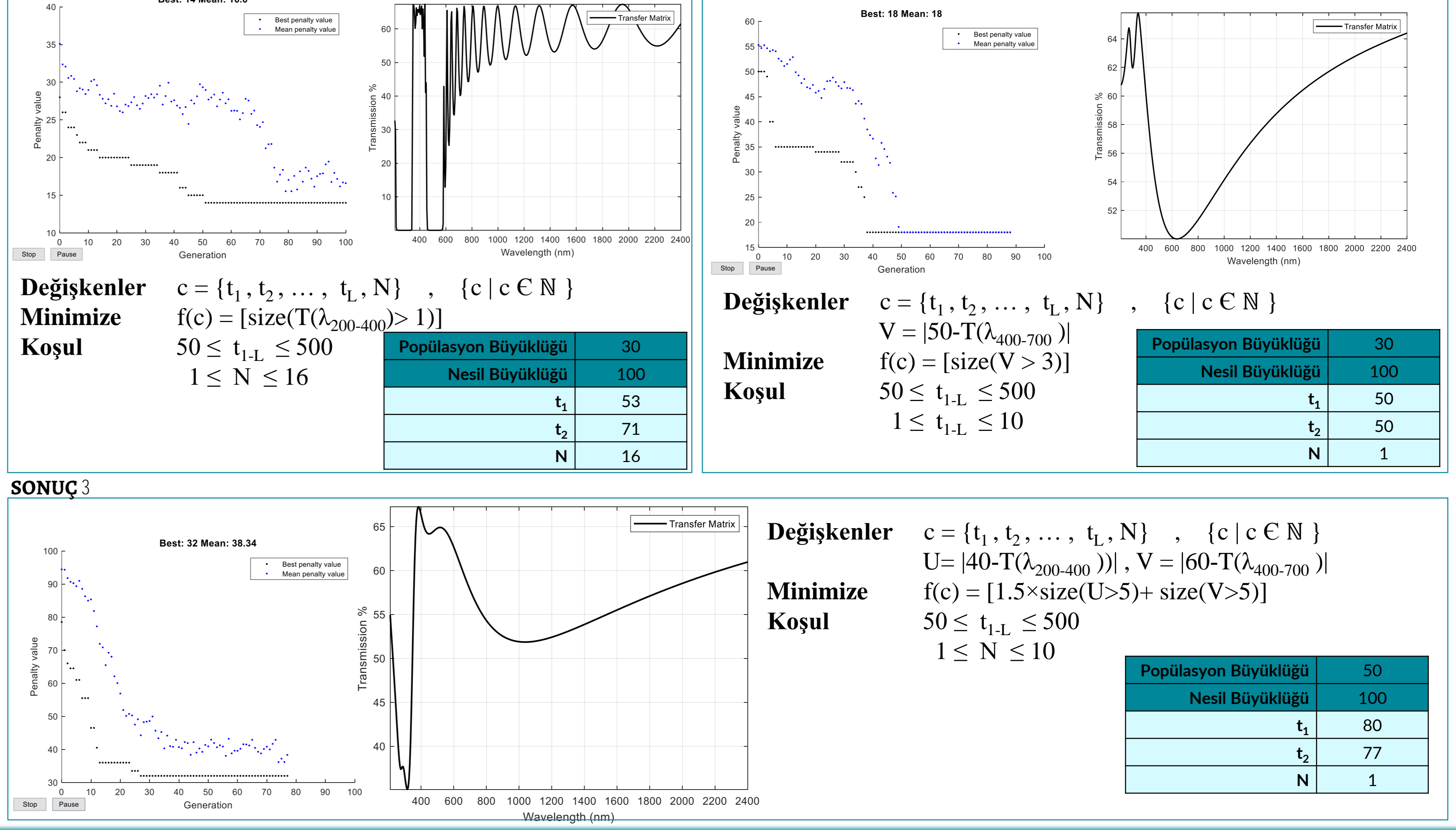
• L çeşit farklı kaplama malzemesinin ardışık bir şekilde ve her birinin farklı kalınlıklarda sıralanması ile elde edilmiş bir filtre tasarımı.



$$f_T(t_1, t_2, \dots, t_L, n_1, n_2, \dots, n_L, L)$$

Hedeflenen tasarım:
Ultra Viole (UV) aralığında iletimi azaltan (200-400 nm), görünür dalga boyu aralığında (400-700 nm) da istenilen iletim oranına sabitleyecek bir tasarım sistemi.

Ön Sonuçlar



Değişkenler: $c = \{t_1, t_2, \dots, t_L, N\}$, $\{c | c \in \mathbb{N}\}$
Minimize: $f(c) = [\text{size}(T(\lambda_{200-400}) > 1)]$
Koşul: $50 \leq t_{1-L} \leq 500$, $1 \leq N \leq 16$

Popülasyon Büyüklüğü	30
Nesil Büyüklüğü	100
t_1	53
t_2	71
N	16

Değişkenler: $c = \{t_1, t_2, \dots, t_L, N\}$, $\{c | c \in \mathbb{N}\}$
Minimize: $f(c) = [\text{size}(V > 3)]$
Koşul: $50 \leq t_{1-L} \leq 500$, $1 \leq t_{1-L} \leq 10$

Popülasyon Büyüklüğü	30
Nesil Büyüklüğü	100
t_1	50
t_2	50
N	1

SONUÇ 3

Değişkenler: $c = \{t_1, t_2, \dots, t_L, N\}$, $\{c | c \in \mathbb{N}\}$
Minimize: $f(c) = [1.5 \times \text{size}(U > 5) + \text{size}(V > 5)]$
Koşul: $50 \leq t_{1-L} \leq 500$, $1 \leq N \leq 10$

Popülasyon Büyüklüğü	50
Nesil Büyüklüğü	100
t_1	80
t_2	77
N	1

Kaynakça

1. Topasna, D.M.; Topasna, G.A. Numerical modeling of thin film optical filters. Educ. Train. Opt. Photonics 2009, EP5.
2. Sayginer, O.; Chiasera, A.; Zur, L.; Varas, S.; Tran, L.T.N.; Armellini, C.; Ferrari, M.; Bursi, O.S. Fabrication, Modelling and Assessment of Hybrid 1-D Elastic Fabry Perot Microcavity for Mechanical Sensing Applications. Ceram. Int. 2019.
3. Yoon, K.C.; Kim, K.G. Optical bandpass filter with adjustable reflection using a thin-film thickness for surgical fluorescein image-guided microscopy applications. Microw. Opt. Technol. Lett. 61, 1126–

Teşekkür

- 1131 (2019). doi:10.1002/mop.31684
4. Zhang, J.K., Zhao, D.P., Chen, Z.S., Liu, Y., Wang, H., Lin, Z.Q., Shi, J.M.: One dimensional photonic crystal based multilayer film with low IR and visible signatures. Opt. Mater. (Amst). 91, 261–267 (2019). doi:10.1016/j.optmat.2019.03.033
5. Sayginer O., Kiziltas G., "Integrated topology optimization of volumetric antenna substrates and conductor surfaces for broadband microstrip patch antennas", IEEE AP-S Symposium on Antennas and Propagation and USNC-URSI Radio Science Meeting, 2017, San Diego, California, USA.



İşbirliği Laboratuvarı
<https://collab.sayginer.com/tr>