

# Optiksel Telsiz ile İletişimin Orta Anadolu'da Kullanım Olasılığının Araştırılması

## Research on Link Availability for Optical Wireless in Central Anatolia

Arseli Uyanık<sup>1</sup>, Deniz Karaçor<sup>1</sup>, Faruk Özek<sup>1</sup>, Filiz Sarı<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Elektronik Mühendisliği Bölümü  
Ankara Üniversitesi

arsuyanik@hotmail.com, dkaracor@eng.ankara.edu.tr, ozek@eng.ankara.edu.tr, icat@eng.ankara.edu.tr

### Özet

Ülke ölçeğinde yapılacak kapsamlı bir çalışmanın başlangıcı olmak üzere, laser ile optiksel telsizin Orta Anadolu'da kullanım olasılığı araştırıldı. Ankara kenti bölge merkezi olarak seçildi. Temel veri olan görüş uzaklığının günlük ve saatlik kayıtlarının yapıldığı en uygun havaalanı belirlendi. Kullanım olasılığı, Ağustos 07 ile Temmuz 08 arası bir yıllık zaman aralığı için kümülatif görüş uzaklığı verilerinden bulundu. Daha kullanışlı, pratik bir değer olan iletim kesinti süreleri de sunuldu.

### Abstract

As an initial part of a countrywide investigation, the link availability of laser optical wireless in the central Anatolia has been researched. The city of Ankara is chosen as the regional center. For the basically required daily and hourly visibility observation records, the most suitable airport is selected. From the cumulative visibility data, the availability is obtained covering the annual period of August 07 to July 08. Being a more practical parameter, the link cut-off times are also presented.

### 1. Giriş

Bir optoelektronik uygulaması olan laser ile optiksel telsiz, veya *free space optical communication*, iletim ortamı olarak havanın kullanıldığı fibersiz optiksel iletişim tekniğidir ve radyo frekansında (RF) yapılan bağlantılara oldukça yeni bir alternatif / tamamlayıcı olarak uygulama bulmaktadır [1-3].

#### Uygulama Örnekleri

Konut, üniversite, ticari yapı gruplarından oluşan yerleşkelerde (campus), çatıdan çatıya geçici veya kalıcı bağlantılar (yerel alan ağları) tipik uygulama örnekleridir. Türkiye'deki ilk uygulama, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, (eski) dekanlık binası ile İbni Sina Hastanesi

arasındaki ikili (hybrid / tandem) bağlantıdır: uzaklık  $R \approx 2.9$  km. Telefon iletişimi sağlayan sistemde iletim hızı 155 Mb/s olup sinyal taşıyıcı laser dalga boyu 1550 nm'dir. Özellikle sisli havada iletim durur ve RF kanalı devreye girer.

Günümüzde yazarlarca bilinen en az 50 sistem kullanımdadır. Ulaşılan en son aşama, İstanbul'da, Eminönü ile Maslak arasında, toplam uzunluğu 12.8 km olan optiksel telsiz omurgasıdır [4].

#### Üstünlükler

Laser frekanslarının, RF frekanslarından ortalama  $10^7$  kat daha yüksek olması ve laserin doğrusal demet olarak yayılması (noktadan noktaya iletim, *p2p*) aşağıdaki önemli üstünlükleri sağlar:

- Yüksek iletim hızı, b/s
- Lisans alma gereği olmaması (diğer iletişim sistemlerinden etkilenmez)
- İletişim güvenliği / gizlilik

#### Yetersizlikler

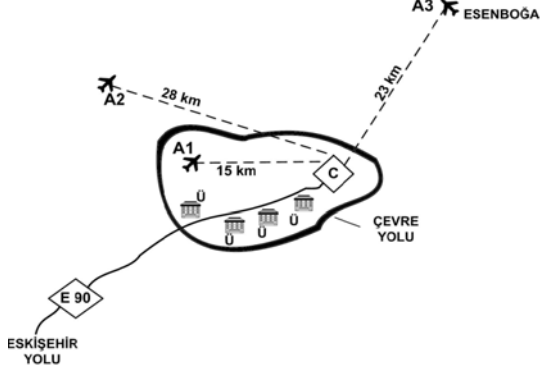
Maksimum iletim uzaklığı 3 – 4 km olan optiksel telsizin en önemli yetersizliği, veya RF sistemlerine göre dezavantajı, özellikle sis olmak üzere olumsuz hava şartlarından daha çok etkilenmesidir. Kullanılan laser dalga boylarının sis damlacıklarının çapına yaklaşık eşit olması laser ışınlarında maksimum saçılmaya, *Mie scattering*, [3], laser sinyalinde de zayıflamaya neden olur.

Artan sis yoğunluğu, görüş uzaklığının (*visibility*) kısılmasına, dolayısı ile sistem kullanım olasılığının, KL / OL (*availability*) azalmasına ve böylece iletimde kesintilere neden olur. Sonuç olarak, sistem performansını belirleyen ve

ölçülebilir en önemli veri görüş uzaklığıdır ve ölçüm kayıtları genellikle havaalanlarında yapılmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bölge merkezi Ankara'nın çevresindeki havaalanları Şekil 1'de gösterilmiştir: A1 Etimesgut, A2 Akıncılar havaalanları, C: kent merkezi, Ü: üniversite yerleşkesi.

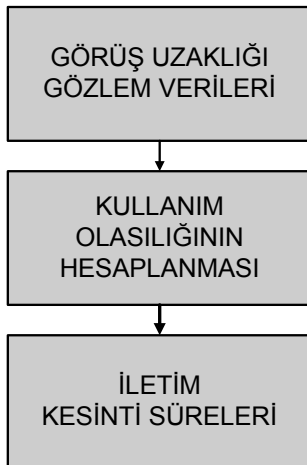


Şekil 1: Ankara kent planı.

Görüş uzaklığı kayıtlarının kaynağı olarak, havaalanı seçiminde aşağıda belirtilen ölçütler dikkate alınmıştır:

- Kent merkezine yakınlık
- Potansiyel kullanıcı olan üniversite yerleşke konumları
- Kentin gelecekteki genişleme yönü (Eskişehir yolu).

Aday havaalanları içinde en uygun olanının Etimesgut olduğu görülmüştür. Çalışmada izlenen yöntem ise Şekil 2'de açıklanmıştır.



Şekil 2: İzlenen yöntemin akış diyagramı.

## 3. Sonuçlar

Havaalanı verileri  $V = 10$  km'ye kadar olan uzaklıkları kapsamaktadır. Çalışmada, optiksel telsiz için maksimum iletim uzaklığı  $R \approx 3$  km olduğundan,  $V = 0 - 3$  km arası kümülatif gözlem sayıları dikkate alındı.

Ağustos 07 - Temmuz 08 arası bir yıllık sürede, görüş uzaklığının sadece Kasım - Şubat aylarında 3 km'nin altına düştüğü gözlemlendi (maksimum iletim uzaklığı  $R \approx 3$  km). Diğer 8 ay için kümülatif gözlem sayıları yaklaşık sıfırdır, Tablo 1.

Tablo 1:  $V = 3$  km için kümülatif gözlem sayısının aylara göre bir yıllık dağılımı

AYLAR	KÜMÜLATİF GÖZLEM SAYISI
Ağustos 07	0
Eylül	0
Ekim	0
Kasım	496
<b>Aralık</b>	545
Ocak 08	426
Şubat	357
Mart	0
Nisan	0
Mayıs	0
Haziran	0
Temmuz	0
<b>Toplam</b>	1824

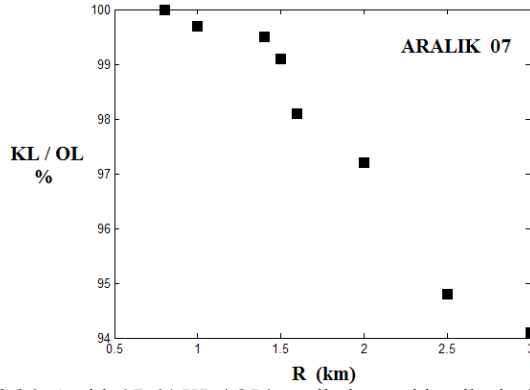
Aralık 07 (en kritik ay) örnek olmak üzere, kümülatif gözlem sayılarından % KL / OL değerleri bulundu. Kullanım dışı olasılıktan da, % KD / OL, *unavailability*, iletimde kesinti süreleri,  $t_k$ , hesaplandı. Sonuçlar, Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2: Aralık 07 için veri ve sonuç özeti

V (km)	KÜMÜLATİF GÖZLEM SAYISI	KL/OL %	KD/OL %	KESİNTİ SÜRESİ (gün)
10.0	397			
8.0	410			
7.0	424			
6.0	445			
5.0	494			
4.0	507			
3.5	508			
3.0	545	94.1	5.9	1.8
2.5	549	94.8	5.2	1.6
2.0	563	97.2	2.8	0.9
1.6	568	98.1	1.9	0.6
1.5	574	99.1	0.9	0.3
1.4	576	99.5	0.5	0.2
1.0	577	99.7	0.3	0.1
0.8	579	100.0	0.0	0.0

Görüş uzaklığı  $V \leq 4$  km olmak şartı ile, iletim uzaklığı  $R$ , görüş uzaklığına yaklaşık eşittir,  $R \approx V$  [5]. Bu nedenle, % KL / OL' nın değişiminde, görüş uzaklığı yerine iletim uzaklığı tercih edildi, Şekil 3.

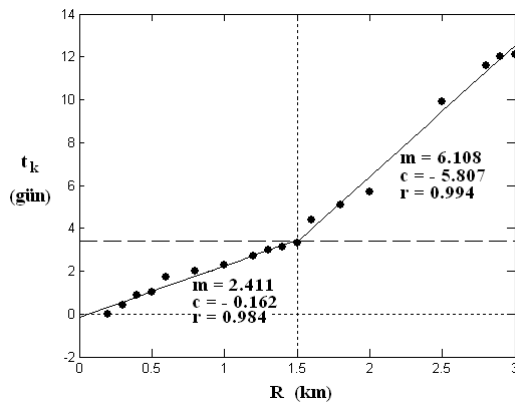
V = 3 km kümülatif gözlem sayılarının yüksek olduğu Kasım-Şubat aralığı için, benzer verilerden (Tablo 3) ve aynı yöntem ile iletim kesinti süreleri bulundu ve Şekil 4'te gösterildi.



Şekil 3: Aralık 07: % KL / OL' nın iletim uzaklığı ile değişimi

Tablo 3: Kasım-Şubat için veriler ve sonuçlar

V (km)	KÜMÜLATİF GÖZLEM SAYISI	KL/OL %	KESİNTİ, $t_k$ (gün)
0.2	2026	100.0	0.0
0.3	2019	99.7	0.4
0.4	2011	99.3	0.9
0.5	2009	99.2	1.0
0.6	1998	98.6	1.7
0.8	1992	98.3	2.0
1.0	1988	98.1	2.3
1.2	1981	97.8	2.7
1.3	1975	97.5	3.0
1.4	1974	97.4	3.1
1.5	1971	97.3	3.3
1.6	1952	96.3	4.4
1.8	1940	95.8	5.1
2.0	1930	95.3	5.7
2.5	1860	91.8	9.9
2.8	1831	90.4	11.6
2.9	1825	90.1	12.0
3.0	1824	90.0	12.1



Şekil 4: Kasım-Şubat: Kesinti süresinin iletim uzaklığı ile değişimi

Şekil 4'teki verilerin tümü için üstel *fonksiyon uyumu*, *curve fitting*, yerine  $R = 1.5$  km'den kısa ve uzun veriler için iki ayrı doğrusal değişimin dikkate alınması daha iyi uyum, *goodness of fit*, veya uyum katsayısı, *correlation coefficient*, sonuçları verdi.

Şekil 4 ve Tablo 1'den, Şubat 08 için  $R = 3$  km iletim uzaklığında, kesinti süresi  $t_k = (12.52)(357/1824) = 2.45$  gün olarak bulunur. Ankara Üniversitesi sisteminde,  $R = 2.9$  km, Şubat 2001 tarihinde ölçülmüş ve kayıt edilmiş tek veri olan  $t_k = 1.37$  gün, [6], değeri ile aradaki fark sadece bir gündür.

Orta Anadolu merkezi olarak seçilen Ankara'da, ilk ve son bahar ile yaz ayları için yıldan yıla önemli bir görüş uzaklığı değişimi beklenmemektedir. Ancak, istatistiksel doğruluk açısından, Kasım - Şubat dönemine ait daha çok verinin analiz edilmesinin gerektiği açıktır.

Proje niteliği taşıyan çalışmaya, Türkiye'nin diğer bölgelerini kapsayacak şekilde devam edilecektir.

#### 4. Kaynaklar

- [1] Majumdar, A. K. and Ricklin, J. C., *Free - Space Laser Communications: Principles and Advances*, Springer, New York, 2008.
- [2] Bouchet, O., Sizun, H., Boisrobert, C., Fornel, F. and Favennec, P. N., *Free - Space Optics: Propagation and Communication*, ISTE Ltd, London, 2006.
- [3] Willebrand, H. and Ghuman, B. S., *Free - Space Optics: Enabling Optical Connectivity in Today's Networks*, Sams Publishing, Indianapolis, 2001.
- [4] "Gigabit - speed FSO network serves Istanbul's business district," [http://lw.pennet.com/Articles/Article\\_Display.cfm?Section=ARTCL&Subsection=Display&ARTICLE\\_ID=208105&KEYWORD=fsona&p=13](http://lw.pennet.com/Articles/Article_Display.cfm?Section=ARTCL&Subsection=Display&ARTICLE_ID=208105&KEYWORD=fsona&p=13)
- [5] Kim, I. I., Stieger, R., Koontz, J. A., Moursund, C., Barclay, M., et al. "Wireless optical transmission of fast ethernet, FDDI, ATM, and ESCON protocol data using the TerraLink laser communication system", *Opt. Eng.*, Vol. 12, pp. 3143 - 3155, 1998.
- [6] Akbulut, A., İlk, H. G. and Arı, F., "Design, availability and reliability analysis of an experimental outdoor FSO / RF communication system", *ICTON 05, 7<sup>th</sup> Int. Conf. Transparent Optical Networks*, 2005, pp. 403 - 406.