

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİBER ALTYAPI UYGULAMALARINDA COĞRAFİ BİLGİ
SİSTEMİ KULLANIMI: İZMİR KARABAĞLAR ÖRNEK
ÇALIŞMASI

GÖKÇE DOĞAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİRA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEODEZİ VE COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI

GEBZE
2021

T.C.
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİBER ALTYAPI UYGULAMALARINDA
COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMİ KULLANIMI:
İZMİR KARABAĞLAR ÖRNEK ÇALIŞMASI

GÖKÇE DOĞAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
JEODEZİ VE COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI

DANIŞMANI
DR. ÖĞR. ÜYESİ ALİ LEVENT YAĞCI

GEBZE
2021

T.R.
GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

**USING GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS IN FIBER
INFRASTRUCTURE APPLICATIONS: A CASE STUDY OF
KARABAGLAR, IZMİR**

GÖKÇE DOĞAN

**A THESIS SUBMITTED FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE
DEPARTMENT OF SURVEYİNG ENGINEERING
GEODESY AND GEOGRAPHICAL INFORMATION TECHNOLOGIES**

**THESIS SUPERVISOR
ASSIST. PROF. DR. ALİ LEVENT YAĞCI**

**GEBZE
2021**



YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

GTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08/01/2021 tarih ve 2021/2 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 19/01/2021 tarihinde tez savunma sınavı yapılan GÖKÇE DOĞAN' ın tez çalışması Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programı YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ

ÜYE
(TEZ DANIŞMANI) :

ÜYE :

ÜYE :

ONAY

Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
...../...../..... tarih ve/..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), coğrafi olarak tanımlanan herhangi bir nesne ile ilgili her türlü veriyi toplamayı ve yönetmeyi sağlayıp görsel olarak sunan bir sistemdir. Grafik, tablo ve metin olarak ifade edilemeyen verilerin coğrafi yakınlık, uzaklık, benzerlik ve farklılıkların gösterilmesini sağlayan, bunları bir bütün halinde gerçekleştirebilen güncel teknoloji ürünüdür. Telekomünikasyondan, ulaşım, doğalgaz hizmetlerinden sağlık sektörüne ve eğitim hizmetlerine kadar pek çok alanda kullanılabilmektedir. Bu çalışmada CBS'nin telekomünikasyon sektöründeki kullanımından bahsedilmektedir. Bu çalışma kapsamında, fiber altyapısı olmayan bir bölgeye yeni bir altyapı tesis edilirken nasıl bir yol izlendiği ve CBS'nin hangi aşamalarda ne düzeyde kullanıldığını göstermek amaçlanmıştır. Türkiye'de var olan altyapı sorunları nelerdir, Türkiye ve dünyadaki altyapı çalışmalarının karşılaştırılması, farklı operatörlere ait altyapı şebekelerin paylaşılması niçin önemlidir, gibi sorulara cevaplar aranmıştır. Uygulama kısmında ise ArcGIS yazılımı kullanılarak altyapısı olmayan bir mahalleye en uygun maliyet ile nasıl altyapı götürülür gibi sorular cevaplanmıştır. Mahalle seçimi yapılırken nelere dikkat edilmeli sorusunun cevabı araştırılmıştır. CBS'nin fiber altyapı uygulamasında ne gibi kazançlar getirebileceğinden bahsedilmiştir. Bu çalışma ile kullanılacak olan CBS programından faydalanılarak uygulama kapsamında İzmir ili Karabağlar ilçesi Kahramanlar ve Mimar Sinan Mahallelerinde verilerin bir araya getirilmesi, bilgisayar ortamına toplanması, çeşitli sorgulamaların yapılması ve analiz çalışmaları yapılacaktır. Ayrıca mevcut veriler yardımıyla oluşturulan CBS ile altyapı sorunlarına çözümler bulunması amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Fiber, Altyapı.

SUMMARY

Geographic Information Systems (GIS) is a system that provides visual collections and management of all kinds of data related to any geographically defined object. It is a technology product that provides the geographical proximity, distance, similarity and differences of data that cannot be expressed as graphics, tables and text, and realizes them as a whole. It can be used in many areas from telecommunication, transportation, natural gas services to health and education services. In this study, the use of GIS in the telecommunication sector will be discussed. In this study, it is aimed to explain how a new infrastructure is established in a region without fiber infrastructure and to show at what stage and at what level GIS is used. Infrastructure in Turkey and around the world were compared. This study is trying to answer questions like what the existing infrastructure problems in Turkey are and why it is important to share infrastructures of different operators among each other. In the application part, questions such as how to establish an infrastructure to a neighborhood without any infrastructure using ArcGIS software will be answered. The answer to the question of what should be considered when choosing a neighborhood will be investigated. It will be discussed how GIS can bring benefits to infrastructure applications. By using the GIS program, data gathering, computerization, various inquiries and analysis studies will be carried out in Kahramanlar and Mimar Sinan neighborhood of Karabağlar district of Izmir province. In addition, we will provide solutions to infrastructure problems using GIS.

Keywords: Geographic Information Systems, Fiber, Infrastructure.

TEŞEKKÜR

Başta yüksek lisans eğitimimde ve akademik hayatımda desteğini ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyip bilgisi ile bu çalışmanın oluşmasının yolunu açan danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Ali Levent YAĞCI' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca uygulamam esnasında desteğini benden esirgemeyen eşim Koray Doğan ve iş arkadaşım Selami Günşar 'a teşekkürü borç bilirim. Öğrenim hayatımın başlangıcından bugüne kadar yüksek lisans yapmamda da maddi ve manevi tüm desteği için aileme teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği	2
2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)	3
2.1. CBS' nin Tanımı	3
2.2 CBS Uygulama Alanları	4
2.3 CBS ve Fiber Altyapı Uygulamaları	5
3. FİBER ALTYAPI VE GELİŞİMİ	8
3.1 Türkiye' de Fiber Altyapının Tarihi Gelişimi	8
3.2. Dünya'da Fiber Altyapı Çalışmaları	10
3.2.1 Ülke Örnekleri	10
3.3 Türkiye' de Fiber Altyapı Sorunları	12
3.3.1 Türkiye' de Fiber Altyapı Paylaşımı ve Önemi	13
3.3.2 Türkiye' de Deprem ve Fiber Altyapı İlişkisi	14
4. FİBER KABLO VE ÇALIŞMA SİSTEMİ	15
4.1 Fiber Optik Haberleşme	15
4.1.1 Fiber Topolojileri	17
4.2 Fiber Optik Kablo Yapısı	18
4.3 Fiber Optik Kablo Standartları	21
4.4 Fiber Kablo Kapasitelerinin Belirlenmesi Ve Kentsel Dönüşüm	22
5. FİBER ALTYAPI UYGULAMALARI ÖRNEĞİ	24
5.1 Fiber Altyapı Tasarımı Ön Çalışma ve Uygulama Adımları	25
5.2 Uygulama Adımlarının İncelenmesi	25
5.3 Sayım Datasının Elde Edilmesi ve GIS İlişkilendirilmesi	32

6. SONUÇLAR ve YORUMLAR	37
KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	42



SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler ve Açıklamalar

Kısaltmalar

CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
GPS	:	Global Positioning System
GIS	:	Geographic Information System
FO	:	Fiber Optik
GTÜ	:	Gebze Teknik Üniversitesi



ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Şekil No:</u>	<u>Sayfa</u>
2.1: Fiber kablolanmanın CBS sistemi içerisindeki katmanları.	7
3.1: Fiber Altyapının Eylül 2018 itibarıyla Avrupa sıralaması.	9
3.2: Portekiz kanal lokasyonları haritası.	11
4.1: Fiber-to-the-Node.	18
4.2: Fiber-to-the-Basement.	18
4.3: Fiber-to-the-Home.	18
4.4: Fiber optik kablo yapısı.	19
4.5: Fiber kablo katmanları.	19
4.6: Fiber kablo katmanları.	20
4.7: Splitter.	20
4.8: Patch Panel.	20
4.9: Fiber kıl renkleri.	21
4.10: Singlemode fiber.	22
4.11: Multimode fiber.	22
5.1: İzmir Kahramanlar çalışma alanının ArcGIS ortamındaki görüntüsü.	24
5.2: İzmir Kahramanlar bölgesinin ArcGIS üzerinde bina katmanı görüntüsü.	24
5.3: Fiber altyapı uygulaması iş akış şeması.	25
5.4: Telekomünikasyon firması hp 6 alınarak yapılan çalışma.	26
5.5: Uygulama kapsamında HP 5 alınarak yapılan çalışma.	26
5.6: HP sayısı 5 ve üstü olan bir alan ve bina id numaraları.	26
5.7: Tranşe çalışması.	27
5.8: Menhol görüntüsü.	27
5.9: Branşman çizimi.	28
5.10: Bina içlerine giriş için kullanılan menholler.	28
5.11: POP Noktası düzeneği görüntüsü.	29
5.12: POP Noktası Google Earth Görüntüsü.	29
5.13: FC kablo ArcGIS görüntüsü.	30
5.14: Saha dolabı sokak görüntüsü.	31

5.15: DC ve FC kablo arcgis görüntüsü.	31
5.16: KMZ dönüşümü.	33
5.17: Bina katmanı projeksiyon dönüşümü.	33
5.18: Bina katmanı projeksiyon dönüşümü.	34
5.19: Bina katmanı projeksiyon dönüşümü koordinat sistemi seçimi.	34
5.20: Bina katmanı projeksiyon dönüşümü central meridian.	35
5.21: Türkiye pafta bölümlenmesi.	35
5.22: ArcGIS ortamı öznitelik tablosu görünümü.	36



1. GİRİŞ

İnsanoğlu var oluşundan bugüne kadar iletişim sağlayabilmek için birçok yöntem kullanmış ve geliştirmiştir [Kaydırak ve Gümüşay, 2011]. Altyapının gelişmiş olması bir ülkenin ekonomik açıdan da gelişmişliğinin göstergesi olarak görülmektedir. Altyapıda ortaya çıkacak olan en küçük problem insanların yaşam kalitesini olumsuz etkileyecektir [Yumrutaş ve İyınam, 2017]. Bu sebeple bilginin aktarılmasında mesafeyi önemsiz kılacak yöntemler üzerine çalışılmış ve bu yöntemler hızla ilerleyerek günümüze kadar gelmiştir. İstenilen bilginin doğru, güvenilir ve hızlı bir şekilde iletimini sağlamak adına elektrik kablolarının dışında kullanılabilecek alternatifler aranmaya başlanmış ve bu kapsamda çeşitli denemeler yapılmıştır. Örneğin 1960'lı yıllarda metal veya helezon içerikli tel kullanılarak ortaya çıkarılmış olan daire biçiminde dalga havuzları ve yansıtma borularıyla girişimlerde bulunulmuş; ancak yürütülen bu çalışmalar ışığın iletiminde yeterli olamamıştır [Kaydırak ve Gümüşay, 2011].

Hızla gelişmeye devam eden bilgisayar teknolojileri bilginin en verimli şekilde nasıl iletileceği ile ilgili yeni bakış açılarının ortaya çıkmasına olanaklar sunmaktadır. Bir bilginin ortaya çıkarılmasının dışında, bilginin istenilen konuma zamanında ve güncelliğini kaybetmeyerek kayıpsız şekilde ulaştırılması gerekmektedir. Gerekli bilgilerin elde edilmesinde sorunlar yaşanması ve dünya üzerinde var olan bu bilgilerin bir bütünlük ve düzen içerisinde bulunmaması, bilgisayar teknolojisinden faydalanarak daha verimli sistemlerin bir arada kullanılması ihtiyacını doğurmuştur.

İnsanların kırsal bölgelerden kente göç etmesi ve bu alanlarda yoğunluğun oluşması altyapıda bir takım sorunları da beraberinde getirmektedir. Altyapı ile ilgili, yol zeminini etkileyen trafikten kaynaklı ağırlık ve baskı, hava şartlarından kaynaklanan olumsuz etkiler, tasarımdan ve uygulamanın yanlışlıklarından ortaya çıkan hatalar, fiber altyapı sahalarının olduğu bölgelere yapılan müdahaleler gibi sebeplerden kaynaklanan bozukluklar meydana gelebilmektedir [Yumrutaş ve İyınam, 2017]. Çeşitli kurumlar ve yöneticilerde artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak ve bununla birlikte geçmiş zamanda yapılmış olan çeşitli problemler ortaya çıkaran altyapıya da çözümler getirmek istemektedir. Bu kapsamda da geliştirilmekte olan bilgisayar teknolojilerinden yararlanılarak kentlerin daha

yaşanılabilir bir duruma getirilmesi üzerine çalışılmaktadır. Bu gibi sorunları birçok ülke ele almakta ve verimli kentler yaratmak için çalışmalar yapmaktadırlar [Bilici ve Babahanoğlu, 2018]. Amerika, Almanya, Fransa gibi ülkeler akıllı ve daha kaliteli kentler için altyapı ve üst yapı çalışmalarının doğaya en az zararlı ve uygun bütçeleme ile koordineli bir biçimde bilgisayar destekli sistemler kullanarak çözümler üretmeye çalışmaktadırlar [Yumrutaş ve İyınam, 2017]. Bu gibi durumlardan da yola çıkarak dünya üzerinde yapılan değişikliklerin gözle görülür hale gelmesi ve bilgisayar ortamına aktararak hataların giderilmesinin kolaylaştırılması adına Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortaya çıkmıştır. CBS bu gibi durumlara müdahale etme olanağını daha hızlı hale getirmektedir.

1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği

Fiber altyapı çalışmalarını her geçen gün geliştirmeye ve genişletmeye çalışan firmalar planlama kapsamında altyapılarını takip etmektedirler. İstenilen hedefe ulaşılması ve kullanıcıların ihtiyacı olan bilgilerin aktarılmasını hızlı bir şekilde sağlamak için CBS'den destek alınmaktadır [Kaydırak ve Gümüştay, 2011]. Bu kapsamda da altyapının kontrolünü ve verimliliğinin devamlı olmasını sağlamak amacıyla bilgisayar teknolojileri ve çeşitli yazılımlardan yararlanılmaktadır.

Bu çalışmada yapılacak olan fiber altyapı uygulaması ile CBS'ye bağlı bilgisayar programlarından biri olan ArcGIS yazılımı kullanılarak CBS'nin bu tür uygulamalara kazandıracağı görselliğin faydalarından bahsedilmesi amaçlanmaktadır. İlk aşamada altyapı sorunlarına değinilmekte ve bunlara ne gibi çözümler üretilebilir konusu üzerinde durulmaktadır. İkinci aşamada fiber altyapı paylaşımı, dünyadaki ve Türkiye' deki fiber altyapı çalışmaları ile bunların karşılaştırılması, fiber altyapı tasarımı ve projelendirme aşamaları ele alınmaktadır. Uygulama aşamasında ise seçilen bir pilot bölgeye ait verilerin toplanması, bütçe planı yapılması, "Asbuilt" oluşturulması, belirlenen sahada ArcGIS yazılımı kullanılarak altyapının oluşturulması ile tüm verilerin sisteme aktarılmasından ve kullanıcılara olan faydalarından bahsedilmektedir.

2.COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)

CBS, birçok farklı alanda kullanıldığından her disiplin için değişik şekilde yorumlanabilmektedir. İrdelendiğinde CBS'nin mekansal verilerin bir arada sunulması ile ilgili çalışmalarda kolaylık sağlaması, bir çok ülkede kişilerin ve çeşitli kurumların ilgisini çekmektedir. Bu da CBS'nin gelişim sürecinin hızlı bir şekilde olmasını sağlamaktadır. Bu gibi birbirinden farklı çalışmalar ve düşüncelerin ortaya atılmasıyla birlikte CBS'nin tam bir tanımı yoktur.

2.1. CBS'nin Tanımı

Gerçek dünya üzerindeki verilerle çalışmalarımızı yaptığımızdan dolayı bu aşamada yanlış kararlar verilmemesi için bilgiyi toparlanmış şekilde sunan iyi bir bilgi sistemine ihtiyaç duyulmuştur.

- CBS, coğrafi verileri bir arada bulundurabilen ve analiz yapabilme imkanı veren bilgisayar sistemidir.
- CBS, hedef alınan bir bölgede istenilen standartlar doğrultusunda o bölgedeki yerlerin tespitini sağlayabilen, veri setlerinin birbirleri ile olan ilişkilerini analiz edebilen, çeşitli modellemeler ve programlar ile daha özel sonuçlar elde edebilmeyi sağlayan bir sistemdir [Özdemir, 2020].
- CBS, konuma dayalı çalışmalar ile elde ettiğimiz sözel ya da sözel olmayan coğrafi verilerinin bir araya getirilmesini, depolanabilmesini, kontrol edilebilir hale getirilmesini, verilerin işlenebilmesini, verinin denetlenebilir olmasını sağlayan ve tüm bunları görsel olarak sunabilen bir sistemdir [Yılmaz ve Keskin, 2013].

Bu tanımlamalardan yola çıkarak CBS'nin bir soruya çözüm bulmada kullanılabilecek bir araç durumunda olması ile çözüm bulunması istenen bir konuya açıklık getirebilecek yaklaşımları sağlayabilmesi gibi ikilemde bırakan açıklamalar olduğu göze çarpmaktadır. Bu durumda CBS bazı tanımlarda bir araç bazılarında ise

gerçek dünya ile ilişkilendirilebilen bir bilgi sistemidir [Solak, 2010]. Verimli bir CBS, coğrafi içerikli problemler ile ilgili kolay çözüm üretmeyi sağlayan bunları çeşitli mekânsal veri tiplerini kullanarak yapabilen gelişmekte olan bir sistemdir [Sönmez ve Sarı, 2004].

CBS'nin sözel ve sözel olmayan verileri bir arada ve görsel bir şekilde sunabilmesi bilginin kullanımının hızlı ve sağlıklı olmasını sağlamaktadır. Gerçek dünya CBS tabanlı bilgisayar programları ile farklı katmanlara bölünerek depolanmakta ve program kullanıcıları tarafından bu katmanlar arasında analiz yapılabilmesi sağlanmaktadır. Gerçek dünya olarak tanımladığımız durum aslında mekansal veridir. Mekansal veriler, dünya üzerinde gördüğümüz tüm nesnelerin yani göller, yollar, orman türleri, dağlar, denizler gibi oluşumlardır ve hepsi kendi başına tanımlanabilmektedir. Mekansal veri, vektör ve raster (grid) veri olarak iki farklı şekilde kullanılmaktadır.

Vektör Veri: Nokta, çizgi ve çokgen gibi geometrik şekilleri barındıran gerçek dünya üzerindeki konumu bilinen elemanlar ile tanımlanmaktadır.

Raster (Grid) Veri: Gerçek dünya verilerinin düzenle dizilmiş hücresel kareler (pixel) şeklinde ifade edilmesidir. Mekansal veriyi, her biri eşit aralıkta bulunan satır ve sütunlardan oluşan hücrelerde temsil eder. Her bir hücre üzerine atanmış olan coğrafi alanı tanımlar.

Konuyu özetleyecek olursak CBS gerçek dünyadaki objeler ve onlara ait özniteliklerinin kullanılmasına olanak sunan bir sistem olarak birçok meslek dalında birbirinden farklı konulara çözüm bulunmasını sağlayan birçok dalın birleştirildiği tamamlayıcı bir bilgi sistemidir [Yılmaz ve Keskin, 2013].

2.2. CBS' nin Uygulama Alanları

CBS'nin kullanım alanı oldukça geniştir. En göz önünde olan uygulama düşünüldüğünde konum paylaşabiliyor olmak dahi CBS ile ilgilidir. Bundan dolayı net bir tanımda bulunmak ve bu alanları listeler halinde yazmak çokta mümkün değildir. Coğrafi verilerin kullanılabileceği her alanda CBS'den yararlanılabilmektedir [Sönmez ve Sarı, 2004]. Bazı uygulamaları sıralayacak olursak;

- Belediye Hizmetleri: Doğalgaz Tesis İşleri, Kentsel Faaliyetler, İmar Düzenlemeleri, Telekomünikasyon, TV Kablolama, Altyapı, Toplu Taşımacılık, Belediye Yolları ve Tesisleri vs.,
- Arazi Yönetimi: Arazi kullanım planlaması, Arazi Toplulaştırılması, Tarımsal arazi Bilgi Sistemi, Sulama Ağı Planlama, Baraj planlama [Solak, 2010],
- Sağlık Yönetimi: Sağlık Birimlerinin Yönetimi, Hastanelerin Bölgesel Analizi, Personel Yönetimi,
- İletişim ağı planlama ve yönetimi,
- Ormancılık,
- Çevre Kirliliği İzleme ve Önleme,
- Askeri uygulamalar,
- Uzaktan Algılama ve mekânsal bazlı birçok uygulama sıralanabilmektedir [Sönmez ve Sarı, 2004].

2.3. CBS ve Fiber Altyapı Uygulamaları

CBS, tüm altyapıların yerini ayırt etmeyi ve anlamayı kolaylaştırır. CBS ile GPS ve havadan görüntüler kullanılarak ortaya çıkarılması istenen haritalar çok zaman almayacak şekilde oluşturulabilmekte ve güncellenebilmektedir. Ayrıca sadece mevcut ve planlanan altyapı iyileştirmeleri hakkında değil, onları çevreleyen bağlamlar hakkında da ayrıntılı bilgileri bulmayı mümkün kılmaktadır. Bu altyapı haritaları projelerin planlama aşamasında veya iyileştirme süreçlerinde farklı sektörler arasında paylaşılarak daha verimli altyapı sistemlerinin kurulması için çalışılmaktadır. CBS, altyapıların tasarımı, işletmesi ve bakımına kadar tüm döngülerini kontrol altında tutmak ve yönetmek için kullanılabilmektedir [Web 1, 2020].

CBS özellikleri fiber altyapı yönetiminin kontrollü şekilde sağlanmasında büyük önem taşır. CBS' e dayalı programlar fiber ağ yönetimi için oldukça kullanışlıdır, çünkü kullanıcılar ağlarındaki her ögeyi katmanlar haline getirerek görselleştirme işlemini basit bir şekilde oluşturabilmektedir. GIS ile fiber tasarımı yapmak tüm ağların birbirleri ile nasıl çalıştığının görülmesini ve dağılımın hangi

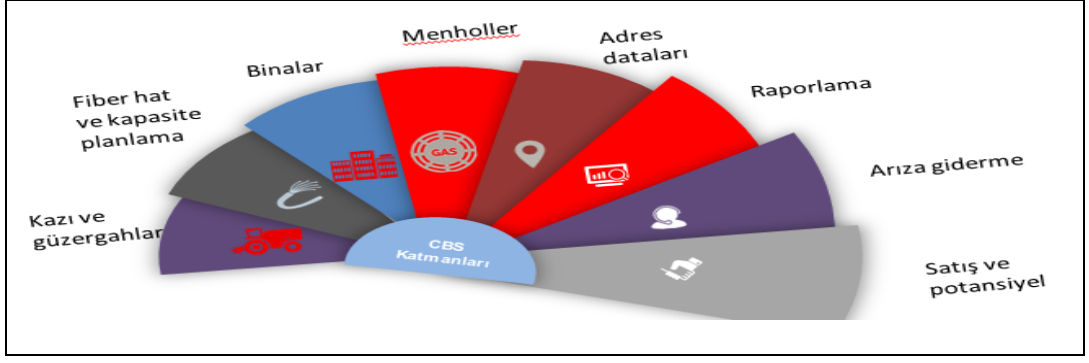
bölgelerde olduğunu ayrıca boş kalan alanlarının belirlenip büyüme fırsatının olabileceği yerlerin tespitinde kolaylıklar sağlamaktadır.

Fiber altyapının görselleştirilmesi bir fiber hattın performansının belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu haritalar ile çeşitli operatörler altyapılarının tüm ağlarının dijital kaydına sahip olabilmektedir. Tüm altyapı coğrafi koordinatlar ile ilişkili olduğundan gerçek dünyada nasıl konumlandığını da kolayca görebilmektedir. CBS ile sağlanan kolaylıkları örneklendirecek olursak;

- Bir firma döşemiş olduğu kabloların kapasitelerine harita programlarından ulaşabilmekte ve bunun sayesinde yeni müşterilere ne şekilde hizmet götürebileceği konusunda daha verimli karar verebilmektedir.
- Satışın hangi bölgelere odaklanması gerektiğini ve firmaların nasıl büyüyecekleriyle ilgili fikir edinebilmeleri için görsel olarak kolaylıkta sağlayan haritalar kullanılabilir.
- Müşteri yoğunluğunun fazla olduğu yerlerin belirlenmesi ve bu bölgelerde sorunlara oluşturulacak çözüm sürecinin en kısa zamana indirilmesine CBS programları ile olanak sağlanabilmektedir [Web 2, 2020].
- Bir müşteri fiber internet istediğinde müşteriye sağlanabilecek internet hızının ne olduğu sorusu cevaplanabilmektedir [Web 6, 2020].

Genel olarak fiber ağların satışı, pazar alanlarının belirlenmesi ve fiber hatlarla ilgili sorunların giderilmesinde CBS kolaylıklar sağlamaktadır. Fiber ağ yönetimi içinde daha az maliyetli olup ayrıca çalışma yükünü de azaltmaktadır. Ayrıca CBS fiber optik ağları uzun süreler kontrol altında tutmak içinde avantajlı bir alandır.

CBS programları ile farklı veri türlerinin görüntülenebileceği haritalar oluşturulabilmektedir. Örneğin; Sokaklar, yol kenarları, fiber dışında yeraltından geçen hatlar, elektrik kutuları, fiber kablolar gibi birçok verinin katmanlar halinde görülebilmesi sağlanmaktadır ve bu durum şekil 2.1' de görselleştirilmiştir. Bu verileri kullanarak bir teknisyen çıkan sıkıntıları giderebilir ya da fiber hatların güzergahlarını planlayan biri için fiber hatların döşeli olmadığı yerleri tespit ederek maliyet hesapları yapıp seçilen alanın insan yoğunluğunu da görerek bölgenin gelir ve giderlerinin kolaylıkla hesaplayabilmesi sağlanabilmektedir [Web 2, 2020].



Şekil 2.1: Fiber kablolanmanın CBS içerisindeki katmanları.

3.FİBER ALTYAPI VE GELİŞİMİ

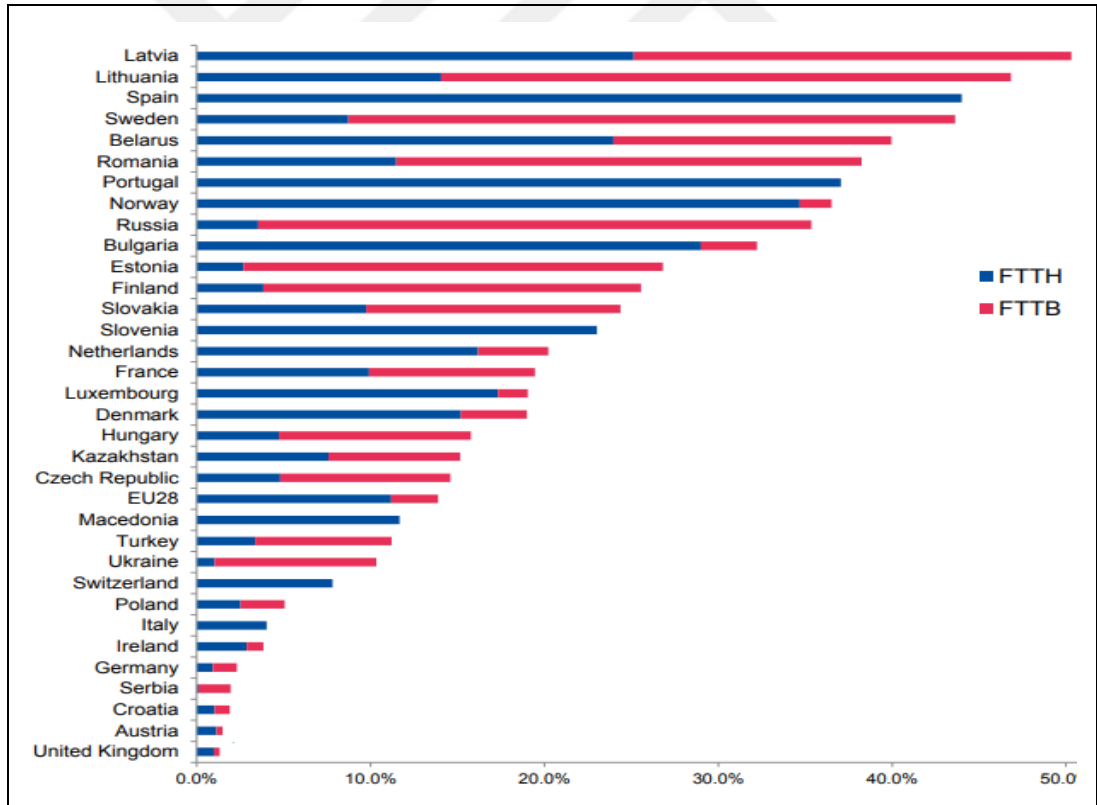
İnsanoğlunun yaratılışından bugüne kadar iletişim sağlayabilmek ve yaşantılarımızı kolaylaştırabilmek adına teknoloji sürekli gelişim halindedir. Duman ile haberleşme veya postacı güvercinlerin kullanıldığı zamanlardan başlayan iletişim şekilleri zaman geçtikçe farklı icatlarla güncellenerek çok ileri boyutlara taşınmıştır. Telgraf 1830' lar da bulunmuş ve ilk telefon görüşmesi ise 1876 yılında gerçekleşmiştir [Kaydırak ve Gümüşay, 2011]. Günümüzde kullandığımız internetin bugün ki durumuna gelmesinin ilk adımları 1980'li yıllardan başlamaktadır [Web 3, 2020]. Bu noktalara erişildikten sonra ise elektrik kablolarının dışında interneti hızlandırmak adına daha farklı arayışlara gidilmiştir. Bugün ise fiber optik kablolar hayatımıza girmiş bulunmakta ve hızla gelişmeye devam etmekte olan bir süreç yaşanmaktadır [Kaydırak ve Gümüşay, 2011].

3.1. Türkiye' de Fiber Altyapının Tarihi Gelişimi

- Türkiye'de ilk fiber optik sistem, Ankara-Gölbaşı arasına 1985 yılında kurulan fiber hat olmuştur [Web 4, 2020].
- İnternet ağının Türkiye ile buluşması ODTÜ' den Ankara-Washington arasına 1993 yılında kiralananan bir hat üzerine kurulması ile yapılmıştır.
- GSM teknolojisinin ülkemize girişi 1994 yıllarında olmuştur. Türkiye de ilk hizmet başlangıcı Ankara, İstanbul ve İzmir' de gerçekleştirilmiştir.
- İnternetin ilk kullanılmaya başlandığı dönemlerde çevirmeli yöntem adı verilen bir sistem kullanılırken 2000' li yıllarda ADSL ile tanışılmış ve internet hızında verimli gelişmeler görülmüştür.
- Dünyada ki internet hızı karşılaştırıldığında Türkiye 55. Sırada yer almaktadır. Türkiye nüfusunun %55' i internet kullanmaktadır [Web 3, 2020].
- İnternet bağlantısına sahip olan ülkelerin payı 1995 'te % 1' in altındayken 2016' da bu durum yaklaşık % 40' lara kadar bir artış göstermektedir [Dongen et al., 2017].
- 2018 yıllarının sonuna doğru fiber bulunan evlerin oranlarına bakıldığında Türkiye' de % 21' , İngiltere' de % 2.5, Almanya' da % 3.5, Fransa' da % 13.5

seviyelerinde olduğu görülmektedir [Web 5, 2019]. Bu durum şekil 3.1’ de FTTH ve FTTB kullanım oranlarına göre sıralanmaktadır [Montagne, 2019].

- Ülkemizde bazı bölgelerde fiber altyapı döşeyebilmek belediyelerin inisiyatifin de olup kiralama yolu ile operatörlere kullanılması gibi örnekler görülmektedir. Bu alanda en geniş planlamaları yapan belediyelerimizden biri İstanbul Büyükşehir Belediyesidir. Belediyenin ‘İBB Telekomünikasyon Altyapı Tesislerinin Kurulması ve Bu Tesislerin Ortak Kullanılması İçin Katılım ve Güzergâh Bakım Bedellerinin Tespiti İle Geçiş Hakkına İlişkin Yönetmeliği’ mevcuttur. Belediye bu hizmetiyle tesis paylaşımının öne çıkarılmasını ve bununla birlikte gereksiz kazıların önlenmesi, bakım bedellerini ve geçiş hakkının usullerini düzenli duruma getirmeyi hedeflemektedir [Karaçuha, 2010].
- 2020 yılında ise ülkemizde 5G’ e geçiş için çalışmalar devam etmektedir. 5G için önemli koşullardan biri altyapının yeterli seviyeye ulaşabilmiş olmasıdır.



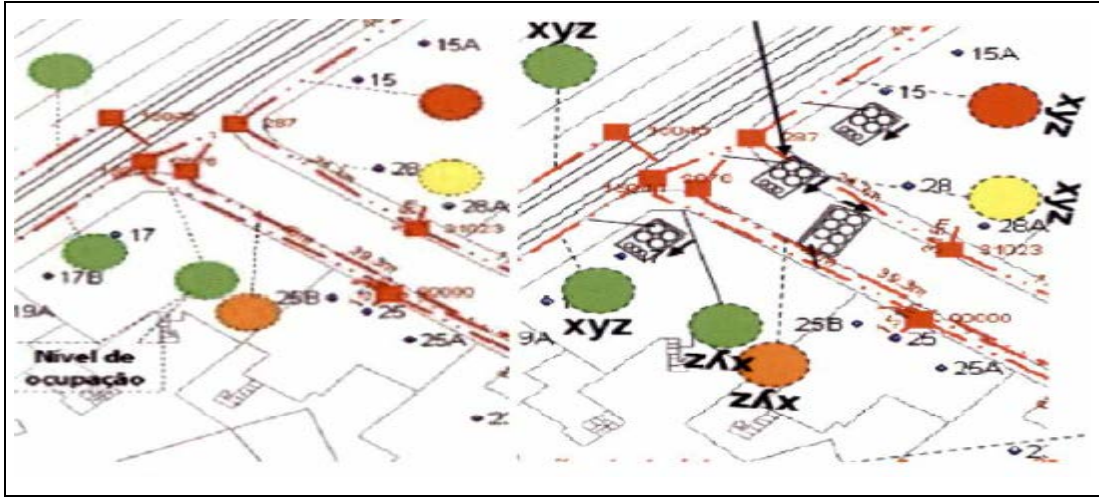
Şekil 3.1: Fiber altyapının Eylül 2018 itibarıyla Avrupa sıralaması.

3.2. Dünya’da Fiber Altyapı Çalışmaları

1970’ ler de fiber altyapı gelişimi başlamaktadır. İlk ticaret amaçlı kullanım ise 1980’ lerin başlarında gelişme göstermektedir. 2000’ li yılların sonlarında fiber talebin hızlı bir artış gösterdiği gözlenmektedir. Dünyadaki birçok telekomünikasyon firması, denizaltı ve yer altı fiber kablo ağlarına sahiptir ve bunlarla ara bağlantılar yapılabilmektedir [Boateng et al., 2020]. Bilgisayarların birbirleri arasında ağ bağlantısı kurma çalışmaları ilk olarak Fransa, ABD, İngiltere gibi ülkelerde başlamıştır [Web 3, 2020].

3.2.1. Ülke Örnekleri

Birçok ülkede çalışmalar yapılırken yer altında bulunan diğer kabloların, su ve doğalgaz borularının ilgili makamdan talep edilmesi gerekmektedir. Bu verileri bir araya getirebilmek için birden fazla kurumla iletişime geçilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda Portekiz’ de bir uygulamada pasif altyapı haritaları üzerinde çalışmalar yapılmaktadır. Böyle bir haritalama sistemiyle özel şirketlerin ve kamu kurumlarının kazı yapması gerektiğinde bu sistemi kullanarak mevcut altyapıya zarar vermesi engellenecektir. Ayrıca operatörlerin yeniden kazı yapmaları yerine var olan yapıyı kullanmak için girişimde bulunmalarının önünü açmaktadır. Böylece zamandan ve maliyetten tasarruf sağlanmaktadır. Portekiz bu örneği detaylı bir şekilde kullanabilen bir ülkedir. Bu durum şekil 3.2’ de mevcuttur [Mason, 2012]. Bu örneği kullanan ülkeler arasında Almanya, Belçika, Polonya, İsveç, İngiltere gibi ülkelerde mevcuttur [Öz, 2014].



Şekil 3.2: Portekiz kanal lokasyonları haritası.

Belçika da ise telekomünikasyon firmaları tüm altyapı tesisinin döşenmesi ve bunların bakımlarını yapmakla yükümlü olup yolların, sokakların, mahallelerin ve kanalların altına veya üstüne bir altyapı götürme yetkisine sahiptir. Aynı zamanda projelerini kamu kurumlarına sunmak zorundadır [Öz, 2014].

Bir de Gana ile ilgili yapılmış olan bir çalışmaya bakarak o bölgede bulunan fiber altyapının gelişimini görebilmekteyiz. Gana’ daki telekomünikasyon sistemleri de her ülke gibi yıllar içinde çeşitli dönüşümlerden geçmiştir. İlk olarak kullanılan mikrodalga iletim sisteminin büyük bir zorluk olduğu ve sıkıntılar yaşandığı görülmektedir. Günümüze yaklaştıkça fiber optik altyapının, hem kentsel hem de kırsal alanlarda yaşayan insanlara daha hızlı ve sorunsuz internet erişimi sağladığı görülmektedir. Tüm dünyada olduğu gibi Gana’da da, uzun mesafelerde tek modlu fiber optik kablolar kullanılmaktadır [Boateng, 2020].

Avrupa’ nın internet kullanımı açısından en önemli şehirlerinden biri Milanodur. Milano’ nun Avrupa şehirleri arasında iyi bir altyapıya sahip olabilmesi için bir plan oluşturmuşlardır. Bu planın maddelerinden bazılarını sıralarsak:

- Fiber optik yapının tüm şehre yayılması ve bunun için faiz oranı düşük olan kredi anlaşmaları,
- Kazı çalışmaları sırasında ortaya çıkacak olan kesintilerin süresinin minimum seviyelerde olmasının sağlanması şeklinde birkaç madde örnek verilebilir [Karaçuha, 2010].

Bir diğerk ÷lke örneği de İsveçtir. Stokholm’ de belediye, şebekelerin sahibi durumundadır. Fakat hizmetlerin gelişmesi ve daha iyi sunulabilmesi için şebekelerini kendilerinden core kiralayan operatörlere bırakmaktadır. Bu da fiber hatların paylaşımına bir destek demektir. Bu gibi projeler sayesinde İsveç, fiber altyapıda diğerk İskandinav ÷lkelerine göre ücretlerin düşük olduğu ve daha hızlı bağlantılara sahip olunan bir duruma ulaşmıştır. Yerel yönetimlerin şehir merkezinde kazı yapma yetkisi olup şehir merkezi dışında bulunan noktalar içinse diğerk tüm operatörlerin kazı inşaat çalışmaları yapma ve fiber hat döşeme yetkisi bulunmaktadır. Buradaki yapılaşmalardan biri Stokab’ dır. İşletmecilerin bu bölgelerde kazı oranı çok düşüktür. Stokab iyi planlanmış fiber hat döşeme örnekleri sunmaktadır. Birçok işletmenin kazı yapması yerine burada tek bir kazı çalışması yapılp diğerk operatörler içinde kablo döşenerek diğerk operatörlerin buradaki hatlardan satın alması sağlanabilmektedir. Hattı satın aldıktan sonra ise diğerk ekipmanların uygulanması satın alan ya da kiralayan firmaya ait olmaktadır [Karaçuha, 2010].

3.3. Türkiye’ de Fiber Altyapı Sorunları

Bir bölgenin yerleşime açılabilmesi yani üst yapılaşmasının düzgün olabilmesi için öncelikle altyapısının kurulmuş olması gerekmektedir [Karacan, 2017]. İnsanoğlu 1950’ li yıllardan beri bilgisayar kavramı ile karşı karşıyadır. Fakat o zamanlarda bu sistemin insanların günlük yaşantıları ile buluşmasına yönelik girişimlerde bulunulmamıştır [Savaş, 2014]. Altyapı ile ilgili çalışmaların yeterli seviyede ve tamamlanmış olması bir ÷lkenin gelişmişliğinin de göstergesidir. Altyapı çalışmaları tamamlanmamış ya da çok sık problemlerle karşılaşan ÷lkeler ise gelişmekte olan veya az gelişmiş ÷lkelerdir. Türkiye de bulunan altyapı problemlerinin kaynağı daha çok geçmişe dayanmaktadır. Ülkenin kuruluş yıllarında ekipmanların ve bilirkişi sayısının yetersiz olması ve elde ki imkanlar doğrultusunda daha çok üst yapı çalışmalarına öncelik verilmesi altyapının yetersiz kalmasına neden olmuştur. Bazı bölgelerde hızlı nüfus artışı ve bunun getirdiğı arazi kullanımı için yapılan plan değişiklikleri altyapı sorunlarına neden olmaktadır. Günümüze doğru geldiğimizde ise altyapı çalışmaları hızlı bir şekilde gelişim göstermektedir [Karacan, 2017]. Türkiye’ de geçmiş yıllarda altyapı çalışmalarının kayıtları dijital

ortamdan uzak yöntemlerle saklanırken günümüzde ise bu durumun daha hızlı ve düzenli sağlanması gerekliliğinden altyapı bilgi sistemleri ve CBS kullanımı ortaya çıkmıştır [Sönmez ve Avaroğlu, 2019]. Bir diğer problem ise aynı bölgede farklı kurumların birbirinden habersiz altyapı çalışmaları yapmasından dolayı diğer altyapılara zarar vermesidir [Yumrutaş ve İyiman, 2017].

3.3.1. Türkiye’ de Fiber Altyapı Paylaşımı ve Önemi

Fiber altyapı paylaşımı telekom operatörlerinin boru, kanal ve gözlerini belirlenmiş ücretler karşılığında paylaşma sunduğu hizmetlerdir [Web 8, 2020]. Ülkemizde boş yere veya fazladan kazı çalışması yapılarak kaynakların verimsiz kullanılmasına engel olmak adına döşenen kabloların içinde bulunan kanal ve gözlerin paylaşılması önem arz etmektedir. Bir altyapının kurulmasında en maliyetli aşama kazı işleridir. Bu tür inşaat işleri maliyetin yaklaşık %80’ ini kapsamaktadır. Fiber operatörlerin şebekelerini paylaşması ile fiber altyapının yaygınlaşması, internetin daha verimli ve ucuza sunulmasını sağlanabilmektedir. Bu sebeple operatörlerin şebeke paylaşılması durumunu yaygınlaştırması ülke için fayda getirecek bir yaklaşımdır. Başka ülkelere göz attığımızda Almanya, Danimarka, Belçika gibi fiber altyapı kurulumunda göz ve kanalların paylaşılmasında daha iyimser anlaşmaların olduğu görülebilmektedir [Web 7, 2020].

Fiber optik altyapımıza baktığımızda Türk Telekom’ un bir omurga olduğu görülmektedir. Diğer ülkeler ile kıyaslandığında fiber altyapıda çok fazla gelişim halinde olmadığımız fark edilmektedir. Bazı alternatif işletme sahipleri de fiber altyapı döşemeye başlamışlardır. Geçiş hakkı ile ilgili sıkıntılardan dolayı şebeke yayılımında sorunlar olması fiber altyapı döşenmesinde zorluklar ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunlardan yola çıkarak belediyelerin durumu düzeltmek adına çalışmaları mevcuttur. İstanbul Büyükşehir Belediyesince yayımlanan ‘Geçiş Hakkı Yönetmeliği’ sayesinde fiber altyapının paylaşımı ve işletmeciler arasında kiralanması gibi düzenlemeler vardır. Bunun dışında belediyenin yürütmüş olduğu İstanbul içinde birçok bölgeye fiber altyapı götürülmesi için işletmecilerin tesis paylaşımı konusunda çalışmaları devam etmektedir [Karaçuha, 2010].

3.3.2. Türkiye’ de Deprem ve Fiber Altyapı İlişkisi

Herhangi bir doğal afetle karşılaşıldığında insanlar haberleşme araçlarına hızla eğilim göstermektedir. Bu durumda oluşan yoğun iletişim trafiğini karşılamak zor bir hal almaktadır. İletişim için farklı yöntemler aranması gerekmektedir. Ayrıca telekom operatörlerinin kapasite artırma yoluna gitmeleri gerekmektedir [Web 5, 2019]. Örneğin 2003 yılında Cezayir de meydana gelen deprem, sualtında bulunan fiber optik bağlantılara zarar vermiştir. Bu olaydan Türkiye de etkilenmiş olup yurtdışı çıkışlı internet kapasitesinde düşüş meydana gelmiştir. Yaklaşık 10 günlük bir süreç Türkiye’ de milyon dolarlık kayıplara neden olmuştur. Bu olaydan sonrada ülkeler deniz altı fiberleri için alternatif çözümler aramaya başlamıştır [Web 9, 2020].

4. FİBER KABLO VE ÇALIŞMA SİSTEMİ

Sürekli bir araştırma ve geliştirme evresinde olan dünyada iletişim alanı da kendine önemli bir yer bulmuştur. Bir ülkenin belkemiğini iletişim ağları oluşturmaktadır. Bu ağlarda yaşanabilecek en küçük bir kesinti bile büyük karmaşıklıklara yol açabilmektedir. Bundan dolayı iletişim ağlarının güçlü ve sağlam yapılmış olması devletler için önem arz etmektedir [Kocaeli Büyükşehir Belediyesi vd., 2016].

Optik fiberden bahsedecek olursak içinde bulunan hammadde doğa da bolca mevcut durumdadır. Ayrıca daha fazla verinin iletimini sağlayabilmektedir. Diğer sistemlerle de çalışabilmesi açısından tercih edilebilirliği fazladır [Kesen vd., 2018]. Başka iletim ağlarına göre daha hafif bir yapıya sahiptir. Koruyucu bir yapıya sahip olduğu için daha uzun ömürlüdür. Kurumsal yerlere ve evlere fiberin götürülmesi zamanla daha ekonomik ve akıllıca bir seçenek olmaya başlamıştır [Karaçuha vd., 2010].

4.1. Fiber Optik Haberleşme

Teknolojinin ilerlemesi ile fiber optik kabloların (FO) üretilmesine başlanmıştır. Elektrik ile iletim sağlayan bakır kabloların yerine ışık ile çok daha hızlı iletim sağlayan daha büyük kapasiteli ve iletimin daha güvenilir şekilde yapılması sağlayan fiber optik kablolar hızla yayılmaktadır [Açıkgöz vd., 2012]. Çeşitli alanlarda kullanılmaya başlanmaktadır. Buna örnek olarak heyelanların fiber optik kablolar ile izlenmesini söyleyebiliriz. Heyelanlar büyük yıkıcı etkiler bırakabilen doğal afetlerdendir. Bu etkilerin daha az bir seviyeye indirilebilmesi için birçok farklı heyelan izleme sistemleri denenmektedir. Bunlardan biri de fiber optik kablolar ve bir lazer ışık kaynağının alıcısı olacak bir cihaz kullanılarak yapılan çalışmadır [Arslan vd., 2015].

Fiber kablolar kazı çalışmaları ile yeraltına döşenmektedir. Bu kazı ya da inşaat faaliyetleri kabloların alım maliyetlerinden çok daha yüksek bedellere sahiptir. Bir yüzde belirleyecek olursak kablo maliyetleri kazı maliyetlerinin %5 ile %15 'i arasında bir miktarı oluşturmaktadır [Karaçuha vd., 2010]. Fakat diğer geleneksel

kablolama sistemlerindense fiber optik kabloların kullanılmasının birçok avantajı mevcuttur. Bunları sıralarsak;

- Döşenen fiber optik ağları güvenlik sistemlerinde, telefon görüşmelerinde ses ve görüntünün daha kalite ve hızlı şekilde iletimini sağlayabilmektedir.
- Fiber optik kabloların daha hafif olması ve yer bakımından küçük alanlar kaplamaktadır.
- Güç harcama durumu daha düşük seviyelerdedir [Açıkgöz vd., 2012].
- Daha yoğun düzeylerde kayıpsız veri iletimi sağlayabilmektedir.
- İletişim protokollerine bağlı çalışmadıklarında çeşitli verilerin iletilmesine olanak sunabilmektedir.
- Yeni teknolojilere kolayca uyum gösterebilmektedir [Karaçuhan vd., 2010].
- Yüksek sıcaklıklara ve kimyasal etkilere dayanabilmektedir [Kesen vd., 2018].
- 20-50 yıl arasında kullanılabilir yani uzun ömürlü olması gibi avantajlara sahiptir [Karaçuhan vd., 2010].
- Teoride geniş bant aralığına sahip olup, sınırsızdır.
- Sinyalin zayıflama oranı daha düşüktür.
- Ses ve görüntü gibi tüm veriler ışık olarak taşınmaktadır.
- Üretildiği malzeme bakır gibi değerli bir maden olmadığı için çalınması durumu daha az oranlardadır.
- Çalışmalarda işçilik daha azdır [Kaydırak ve Gümüşay, 2011].
- Sinyaller bir bozulmaya uğramadan 25 km' nin üstündeki mesafelere erişebilmektedir. Sinyallerin taşınması için kullanılacak olan ekipmanlar da daha kaliteli bir duruma gelmektedir.
- Mevcut olan altyapıda değişiklik yapmadan bant genişliğini artırmak mümkün olabilmektedir [Karaçuha, 2010].

Fiber kablo kapasitesi ve üzerinde yapılaşma olmayan parseller ile ilgili aşağıdaki açıklamalar yapılabilir:

- Operatörler genel olarak fiber kablolarını ihtiyaçlarından daha fazla bir kapasitede döşemektedir. Bunun sebebi olarak düşük kapasiteli bir hattın yapım

maliyeti ile yüksek kapasiteli hattın yapım maliyeti arasındaki farkın gözle görülmeyecek kadar düşük olmasındandır. Bu da bize maliyetli kısmın kazı olduğunu göstermektedir.

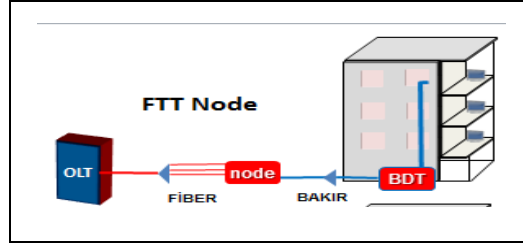
- Kablo çekimi yapılırken mahalledeki boş arsalar da düşünülerek bir branşman ek noktası ile kablonun bir kılı o arsaya yapılacak bina için, bina önünde rezerve edilir.

Fiber kablo çekimi ve yer altındaki diğer hatlar ile ilgili kazıdan önce çalışılacak bölgede doğalgaz vb. hatların geçip geçmediğini öğrenmek için belediyeye başvuru yapılmakta ve projeler alınmaktadır. Kazı sırasında da radar cihazlarla kontrol sağlanabilmektedir.

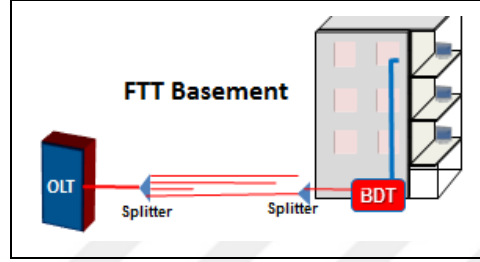
4.1.1. Fiber Topolojileri

Operatörler için evlere ve kurumsal ortamlara fiber kabloların döşenmesi stratejik bir hal almaya başlamaktadır. Bu kapsamda Fiber to the X (FTTX) olarak tanımlanan bu uygulamalar fiber kablonun ulaştığı son noktaya göre farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar aşağıda sıralanmıştır;

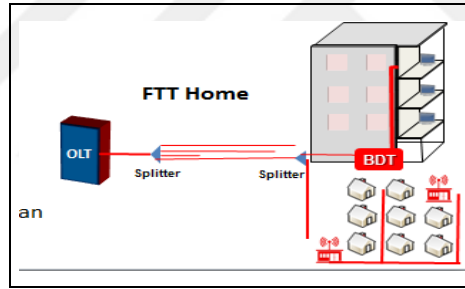
- Fiber-to-the-Premises (FTTP– Binaya kadar fiber): Evlere bakır kablo çekilir.
 - Fiber-to-the-Home (FTTH-Eve kadar fiber): Evlerin girişlerine kadar çekilir. Şekil 4.3’ te görülmektedir.
 - Fiber-to-the-Basement (FTTB-İşyerine kadar fiber): Çok katlı binaların girişlerine kadar çekilir. Şekil 4.2’ de görülmektedir.
 - Fiber-to-the-Curb (FTTC- Saha dolabına kadar fiber)
 - Fiber-to-the-Node (FTTN- Düğümüne kadar fiber):Şekil 4.1’de görülmektedir.
- [Karaçuha vd.,2010].



Şekil 4.1: Fiber-to-the-Node



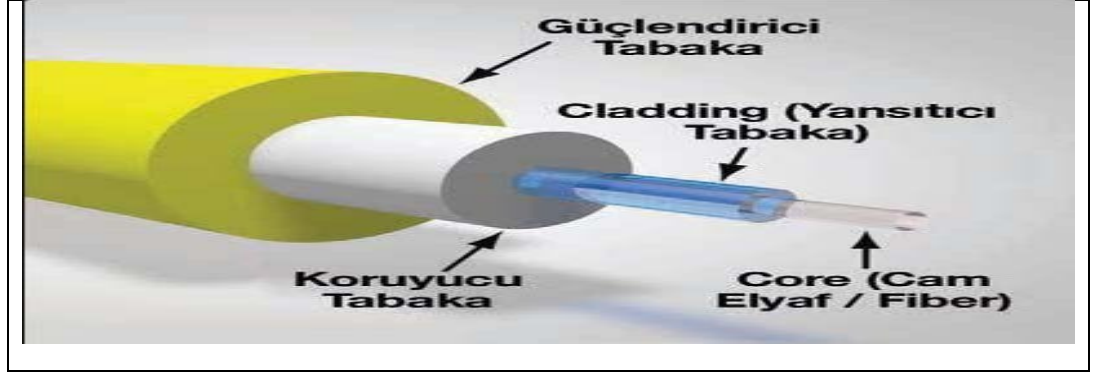
Şekil 4.2: Fiber-to-the-Basement



Şekil 4.3: Fiber-to-the-Home

4.2. Fiber Optik Kablo Yapısı

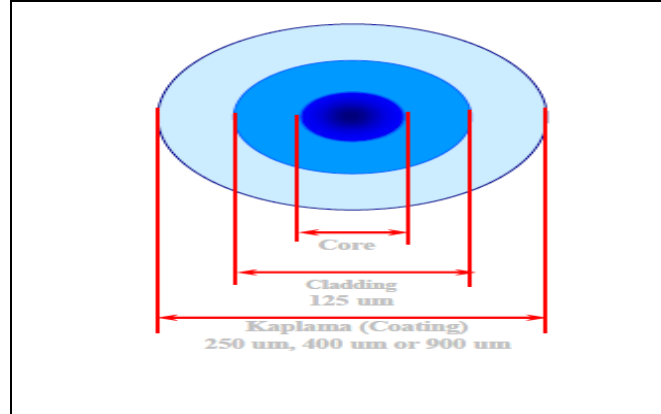
Fiber optik kablo içerisindeki cam elyaf ile yansıma kurallarına uygun şekilde hareket etmesi sağlanarak iletimi yapılacak verilerin sapmalara uğramadan hızlı bir şekilde iletiminin sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Bu görsel 4.4’ te gösterilmiştir [Web 10, 2020]. Fiber optik kablolar yansıma ve kırılma kanunlarına göre çalışırlar [Çakın, 2015].



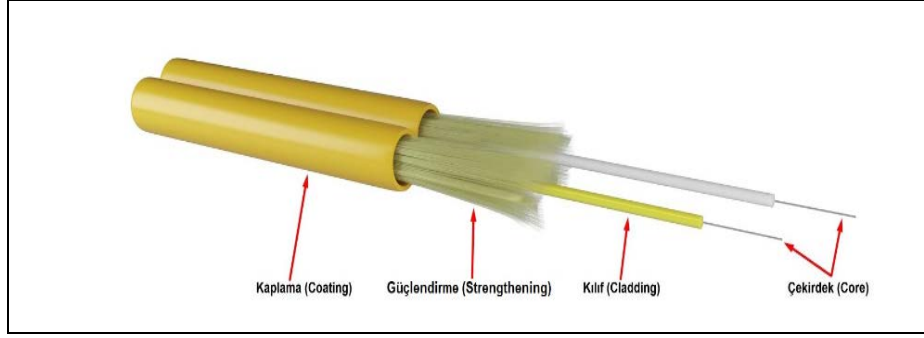
Şekil 4.4: Fiber optik kablo yapısı.

Günümüzde kullanılan fiberler 3 katmandan oluşmaktadır. Şekil 4.5 ve 4.6’ da görülmektedir [Çakın, 2015], [Boyan, 2020] . Bu katmanlar:

- Core (Kıl-Çekirdek): Işığın yönlendirildiği cam tabakadır [Boyan, 2020].
- Cladding (Kılıf-Cam Örtü): Çekirdeği saran optik malzemeden üretilmiş kılıftır. Çekirdekten yansıyan ışını tekrar çekirdeğe göndererek veri kayıplarını engellemektedir.
- Coating (Kaplama): Cladding katmanını saran kablonun tüm dış etmenlerden korunmasını sağlayan en dış kaplamadır [Çakın, 2015].



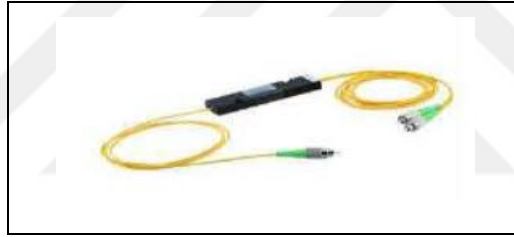
Şekil 4.5: Fiber kablo katmanları.



Şekil 4.6: Fiber kablo katmanları.

Fiber optik kablo ekipmanlarından bazıları:

Splitter (Bölücü-Çoklayıcı): Kablonun corelarını (kıl) çoğullamak için kullanılmaktadır. Şekil 4.7 ‘ de mevcuttur [Kocaeli Büyükşehir Belediyesi vd., 2016].



Şekil 4.7: Splitter.

Patch Panel: Fiber optik kabloların sonlandırıldığı alanlarda kullanılan metal ya da plastikten üretilen kutulardır. Şekil 4.8’ de görülmektedir [Kocaeli Büyükşehir Belediyesi vd., 2016]. Kablo ile iletilen ışık buradan modemlere ulaşarak sayısal veriye dönüştürülmüş olur.



Şekil 4.8: Patch Panel.

Fiber optik kablo kıl renkleri şekil 4.9’ da gösterilmektedir [Kocaeli Büyükşehir Belediyesi vd., 2016]. Bu renkler core planlarında da işlenmektedir.

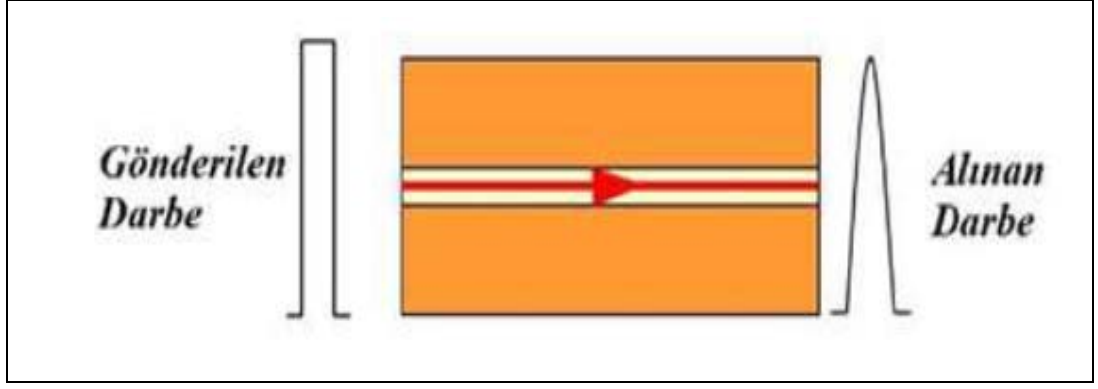
Fiber numarası	Fiber rengi	
1	Kırmızı	
2	Yeşil	
3	Mavi	
4	Sarı	
5	Beyaz	
6	Gri	
7	Kahverengi	
8	Mor	
9	Turkuaz	
10	Siyah	
11	Turuncu	
12	Pembe	

Şekil 4.9: Fiber kıl renkleri.

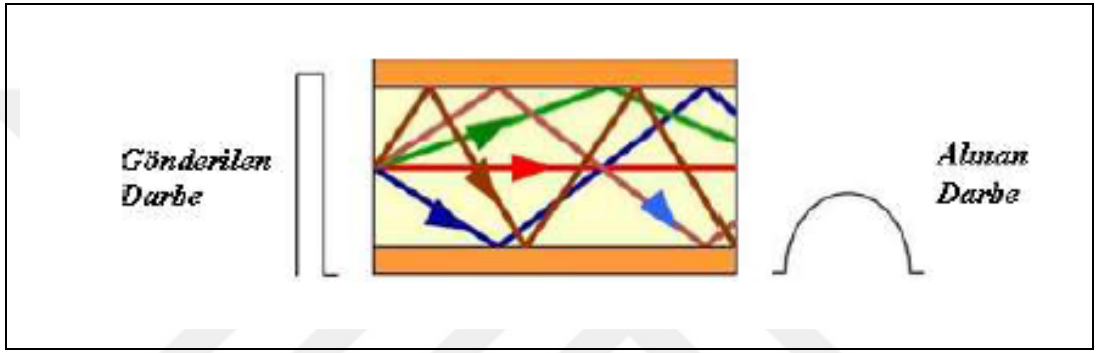
4.3. Fiber Optik Kablo Standartları

Multimod fiber düşük maliyetlidir. Tek bir ışık ışınıyla veri aktarılabilmektedir. Kısa mesafeli bina içi ağ uygulamalarında tercih edilmektedir. Maksimum 300 m mesafelerde çalıştırılmaktadır. Şekil 4.11’ de mevcuttur [Kocaeli Büyükşehir Belediyesi vd., 2016].

Singlemode fiber ise yüksek maliyetlidir. Birden fazla ışık ışınıyla veri aktarılmaktadır. Şehirler ve ülkeler arası ağ uygulamalarında kullanılmaktadır. Sınırsız mesafe erişimine sahiptir. Şekil 4.10’ de mevcuttur [Kocaeli Büyükşehir Belediyesi vd., 2016].



Şekil 4.10: Singlemode fiber.



Şekil 4.11: Multimode fiber.

4.4. Fiber Kablo Kapasitelerinin Belirlenmesi Ve Kentsel Dönüşüm

Kablo kapasiteleri sokağın, caddenin ve mahallenin;

- Bina yoğunluğu,
- Kurumsal yoğunluk,
- Rekabet durumu (%40-50),
- Rezerve kapasite bakılarak belirlenmektedir.

Kablo Kapasiteleri ve Kentsel Dönüşüm İlişkisi;

- Kablo ömrünün uygulamada 15 yıl olması (Doğalgaz, Su, Yol Yenileme Çalışmaları),

- Altyapı – Yapılaşma ömrünün 30 yıl (Binalar, Altyapılar),
- Bir hizmetten elde edilecek gelirin 2-5 yıl arasında hesaplanması,
- Farklı bir borudan yeni kablo çekilmesi gibi işlemler yapılabilmektedir.



5. FİBER ALTYAPI UYGULAMALARI ÖRNEĞİ

Uygulama sahası olarak İzmir ili Karabağlar ilçesi Kahramanlar ve Mimar Sinan Mahalleri seçilmiştir (Şekil 5.1 ve Şekil 5.2). Seçilen uygulama sahasında verilerin toplanması, bilgisayara aktarılması, depolanması, sorgulanması, analiz edilmesi ve kullanıcılara iletimi gerçekleştirilmiştir.



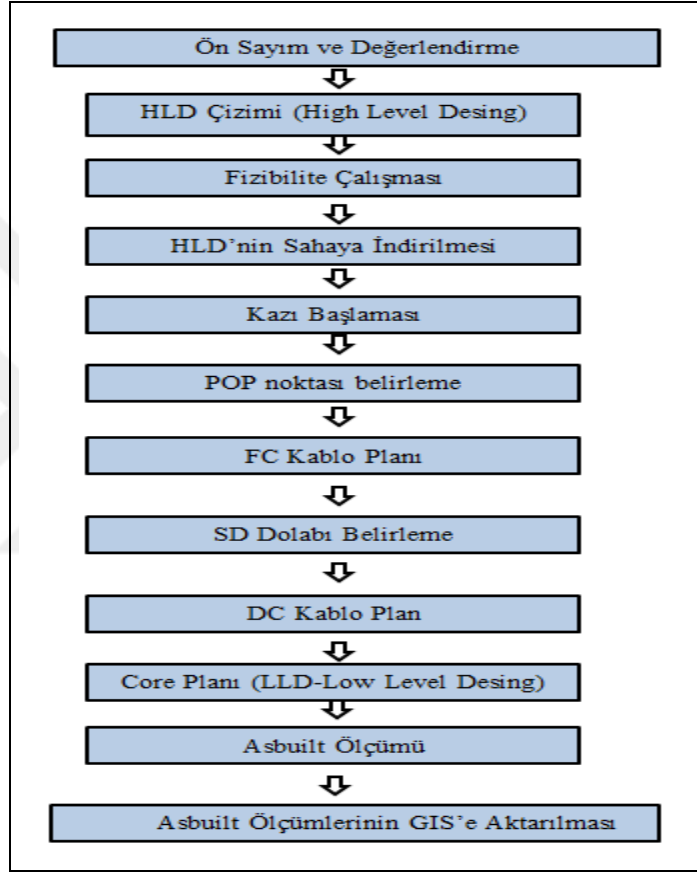
Şekil 5.1: İzmir Kahramanlar çalışma alanının ArcGIS ortamındaki görüntüsü.



Şekil 5.2: İzmir Kahramanlar bölgesinin ArcGIS üzerinde bina katmanı görüntüsü.

5.1. Fiber Altyapı Tasarımı Ön Çalışma ve Uygulama Adımları

Fiber altyapı döşenmesinde birçok alt basamak vardır. Bir proje kabloların, eklerinden sonlandırılmasına kadar çeşitli aşamalardan geçmektedir. Fiber altyapı döşenecek olan kentin altyapı özellikleri de önem arz etmektedir. Yapılacak olan uygulamaların adımları Şekil 5.3'te sıralanmaktadır.



Şekil 5.3: Fiber altyapı uygulaması iş akış şeması.

5.2. Uygulama Adımlarının İncelenmesi

Aşama 1: Seçilen bölgenin fiber yatırımına uygunluk durumuna karar verilir. Bunun için öncelikle bina sayımına ve bağımsız bölümlere (HomePass(Hp)) bakılır. Şekil 5.4 ve Şekil 5.5' te görülen özet tablo oluşturularak maliyet açısından uygunluğuna ve kazı çalışmaları için bölgenin fizibil olup olmadığı kontrol edilir.

il	ilçe	Mahalle	TÜM		HP6		ORAN (HP6/TÜMÜ)		DISTANCE(km)	COST per HP
			BINA	HP	BINA	HP	BINA	HP		
İZMİR	Karabağlar	kahramanlar	519	4114	258	2779	50%	68%	3468.00	1.25
İZMİR	Karabağlar	mimarsinan	338	5611	277	4108	82%	73%	4752.00	1.16
İZMİR	Karabağlar	uplink							0.00	
		TOPLAM	857	9725	535	6887	62%	71%	8220.00	

Şekil 5.4: Telekomünikasyon firması hp 6 alınarak yapılan çalışma.

il	ilçe	Mahalle	TÜM		HP5		ORAN (HP5/TÜMÜ)		DISTANCE(km)	COST per HP
			BINA	HP	BINA	HP	BINA	HP		
İZMİR	Karabağlar	kahramanlar	519	4114	337	3174	65%	77%	3926.00	1.24
İZMİR	Karabağlar	mimarsinan	338	5611	285	4148	84%	74%	4916.00	1.19
İZMİR	Karabağlar	uplink							0.00	
		TOPLAM	857	9725	622	7322	73%	75%	8842.00	

Şekil 5.5: Uygulama kapsamında hp 5 alınarak yapılan çalışma.

Aşama 2: HLD (high level desing), saha çalışması başlamadan önceki uygulama projesidir. En az 5 HP' lik binalara bakılarak kazı çalışmasının nerelere yapılacağı belirlenmiştir. Kazı çalışması planlanırken tüm binalara kablonun ulaşabileceği şekilde tasarım yapılmıştır. Şekil 5.6' da binaların HP' leri ve binaları ayırt etmek için ID' leri yazılmıştır.



Şekil 5.6: HP sayısı 5 ve üstü olan bir alan ve bina id numaraları.

Aşama 3: Seçilen bölgede tranşeler çizilir. Tranşe tüm kabloların döneceği yani kazının yapılacağı alanlardır. Şekil 5.7 üzerinde tranşeler görülmektedir.



Şekil 5.7: Tranşe çalışması.

Aşama 4: Tranşelere menhol noktaları (ek odası) eklenir. Bunlar TİP-C olarak adlandırılmaktadır. Kabloların toplandığı bölgelerdir. Menholler konumlandırılırken yollara denk gelmemesine, aralarındaki mesafelerin tranşe uzunluğuna göre ortalama 50 metre aralıklarda atılmasına dikkat edilir. Şekil 5.8’ de görülen koyu yeşil yuvarlaklar menhollerini temsil etmektedir.



Şekil 5.8: Menhol görüntüsü.

Aşama 5: Branşmanlar çizilir. Branşman kazısı bina önüne kadar yapılır ve içinden branşman kabloları yani binayı besleyecek yanmaz kablolar çekilir. Bir branşman iki binayı besleyecek şekilde konumlandırılmıştır. Bu durum Şekil 5.9’ da yeşil çizgiler ile gösterilen kısımlardır.



Şekil 5.9: Branşman çizimi.

Aşama 6: Branşman kabloları TIP-15 adı verilen menholler atılır. Yanmaz kablolar bu noktadan bina içlerine çekilir. Şekil 5.10' da görülmektedir.



Şekil 5.10: Bina içlerine giriş için kullanılan menholler.

Aşama 8: Feeder (FC) kabloda 288' lik kablo kullanılır. FC kablolar saha dolaplarını beslerler. Öbeğin büyüklüğüne göre FC kablo sayısı değişir. Şekil 5.13' te ArcGIS programı ile görselleştirilmiş olan FC kablo görülmektedir.

Saha dolabı mahallelerdeki binaları besleyen belli aralıklarla konulmuş olan FC kablonun beslediği ve içinde splitter ekipmanlarının bulunduğu kutulardır. Şekil 5.14' de saha dolabı görülmektedir [Google Earth].



Şekil 5.13: FC kablo ArcGIS görüntüsü.



Şekil 5.14: Saha dolabı sokak görüntüsü.

Aşama 9: DC (Direct Current) kablo 96' lık kablolardır. Mahalle arasındaki sokaklara döşenen ek noktalarından binaları besleyen kablolardır. Şekil 5.15' te DC kablo ve FC kablo görülmektedir.



Şekil 5.15: DC ve FC kablo ArcGIS görüntüsü.

Aşama 10: Kazı çalışması bittikten sonra “Asbuilt” ölçümü yapılır. Total station ve GPS ile kazı çalışmaları koordinatlandırılıp sayısallaştırılır. Yani “Asbuilt” kazı güzergahlarının koordinatlandırılmasıdır. Bu veriler ITRF-96 datumu 3 derece projeksiyon sistemindedir.

Aşama 11: Koordinatlandırılan çalışma Netcad ortamına aktarılır. Katmanlar belirlenir. GIS’ e uygun hale getirilerek Lambert (lambert conformal conic)

Koordinat sistemine çevrilerek ArcGIS programına aktarılır. Aktarılan kazı güzergahlarına göre kabloların çizimi yapılır.

Lambert Projeksiyonu: Küresel şekillerin korunduğu bir projeksiyondur. Türkiye’ de küçük ölçekli haritalama için kullanılabilir. ($<1/250000$).

Aşama 12: Core planı POP noktasından binaya kadar gidecek olan kabloların bilgilerini barındırır.

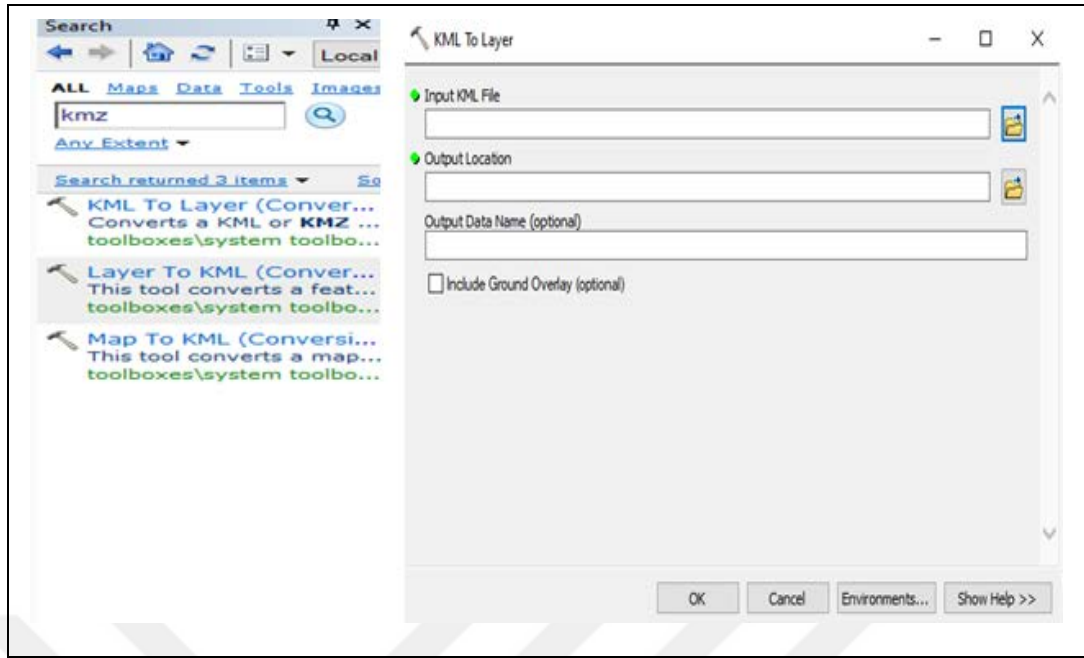
Ayrıca kablolar döşendikten sonra fiber optik kablo testleri ODTR cihazları kullanılarak yapılmaktadır. Bu testler çalışmaları X noktasından Y noktasına ve Y noktasından X noktasına yapılarak gerçekleştirilmektedir. Bu şekilde kabloların düzgün bir şekilde ışığı iletip iletemediğinin kontrolü yapılmış olur.

5.3. Sayım Datasının Elde Edilmesi ve GIS İlişkilendirilmesi

- Sayım datası saha ekipleri tarafından çalışma alanından toplanmaktadır.
- Sayım datası kapsamında sahadan toplanan veriler bina katsayısı, işyeri bilgileri, daire kapı numaraları, bina kapı numarası, bina adı, sokak adı, il, ilçe ve mahalle bilgilerini içermektedir.
- Bu işlemler bitince çalışılan bölgeye ait altlık veri (bina katmanı) belediyeden alınmaktadır.
- Sahadan alınan veriler belediyeden alınan altlık dataya işlenmektedir.
- Çalışma ortamında kullanılan Lambert projeksiyonu olduğu için alınan veriler Lambert’e dönüştürülür.

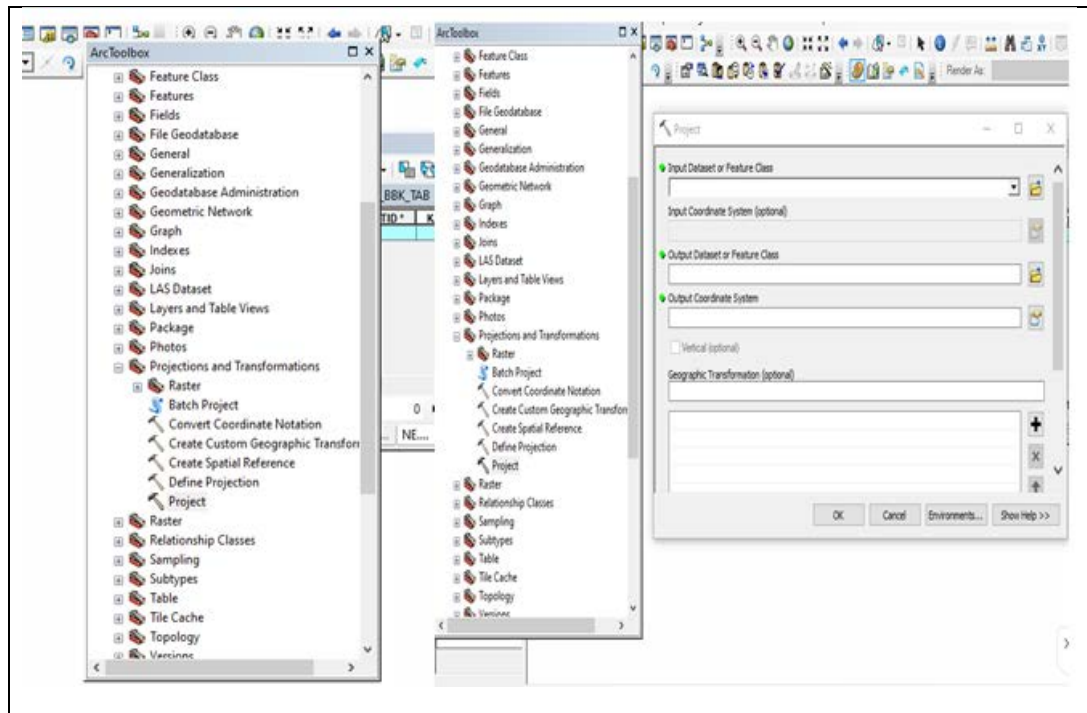
Altlık verinin Arcgis ortamında Lambert Dönüşümü;

Google Earth uzantısı kmz. olarak gelen bina altlığı WGS-84 formatındadır. İlk olarak kmz. uzantılı bu veri GIS ortamında layer ‘ a (katmana) dönüştürülür. Şekil 5.16’ da görülmektedir.



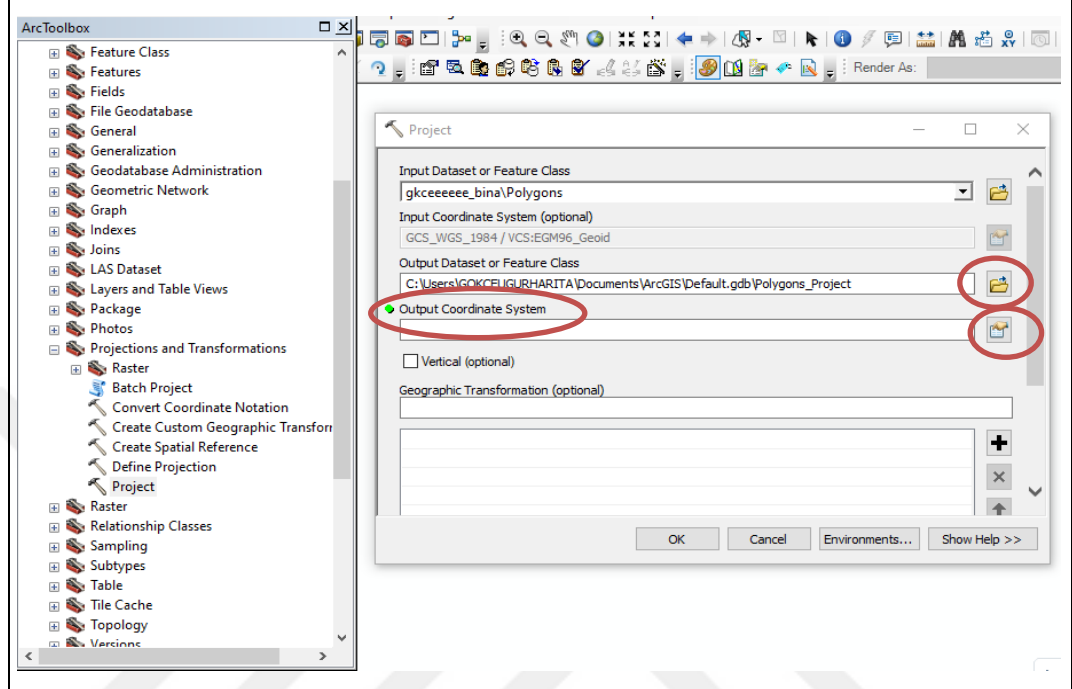
Şekil 5.16: KMZ dönüşümü.

KMZ dönüşüm işlemi tamamlandıktan sonra bina katmanına dönüşüm işlemine başlanır. Arctoolbox' a girilir. Projections and Transformations → Raster → Project seçeneği açılır. Şekil 5.17' de görülmektedir.



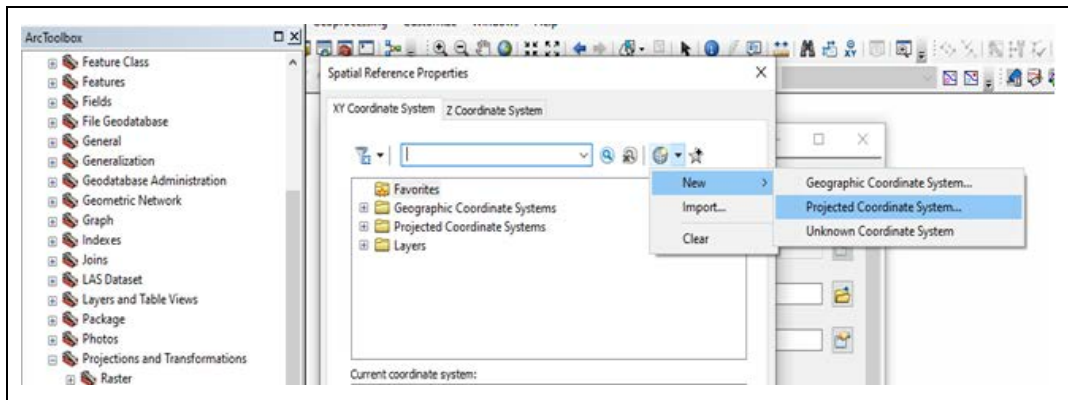
Şekil 5.17: Bina katmanı projeksiyon dönüşümü.

Açılan pencerede input sekmesine dönüştürülecek olan data seçilmektedir. Output dataset sekmesine ise verinin kayıt edileceği yer seçilmektedir. Şekil 5.18’ de görülmektedir.



Şekil 5.18: Bina katmanı projeksiyon dönüşümü.

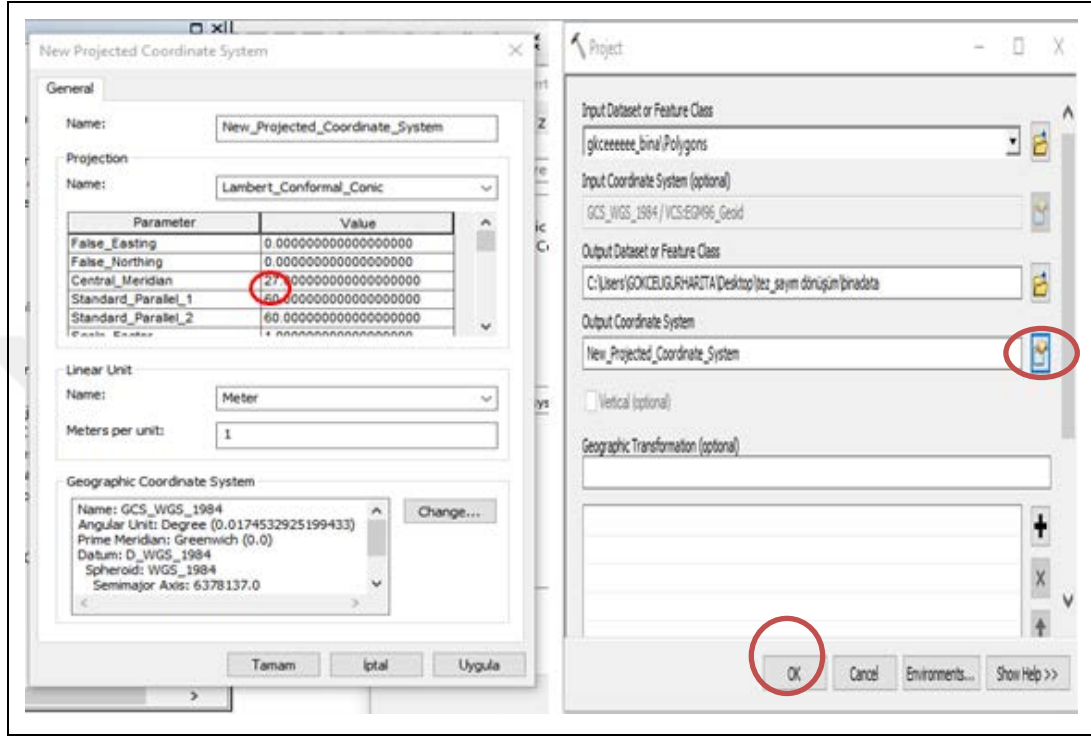
Şekil 5.18’ de yer alan Output Coordinate System alanına tıklanır. Burada dönüşüm yapılacak olan koordinat sistemi seçilir. Bu dönüşüm şekil 5.19’ da görülmektedir.



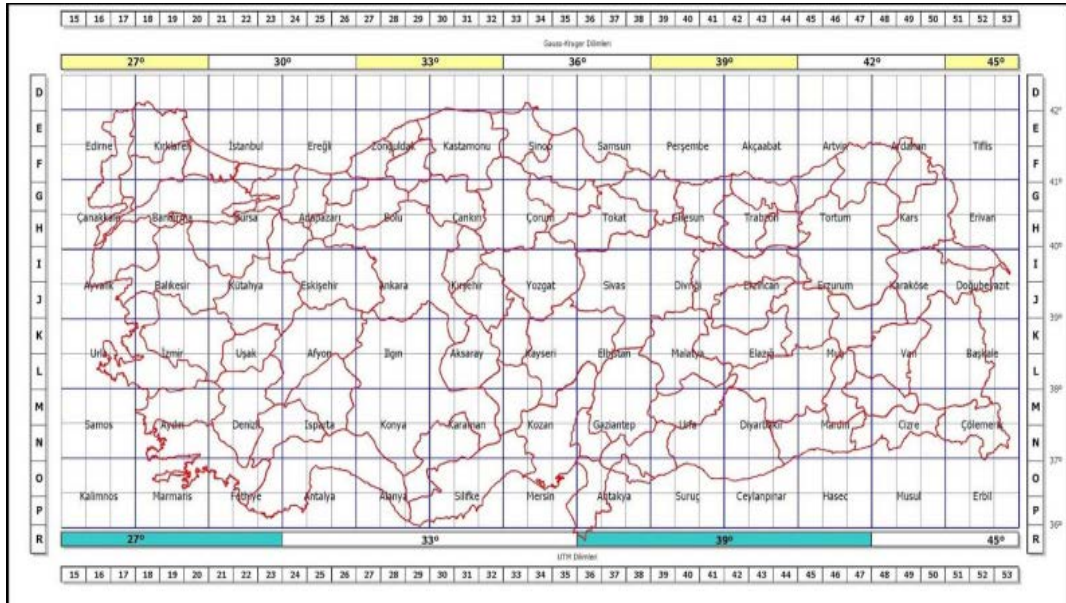
Şekil 5.19: Bina katmanı projeksiyon dönüşümü koordinat sistemi seçimi.

Çalışma şekline göre Lambert kullanıldığı için Projection Name alanı Lambert Conformal Conic seçilir. Central Meridian ise çalışılan bölgenin dilim orta

meridyenini ifade etmektedir. Bu şekilde data istenilen formata uygun hale getirilir. Şekil 5.20' de görülmektedir. Bölgenin dilim orta meridyeni bilgisi yoksa Türkiye pafta bölümlenmesi grafiği kullanılabilir. Şekil 5.21' de Türkiye pafta bölümlenmesi mevcuttur [Web 12, 2020].

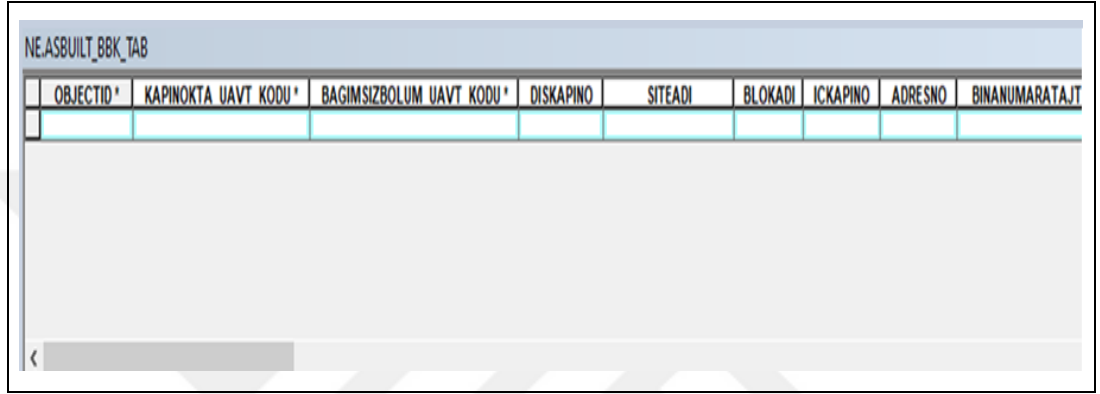


Şekil 5.20: Bina katmanı projeksiyon dönüşümü central meridian.



Şekil 5.21: Türkiye pafta bölümlenmesi.

Dönüşüm işlemi tamamlandıktan sonra sahadan toplanan veriler ile Şekil 5.22’ de görülen öznitelik bilgileri doldurulur. Şekilde bilgiler veri gizliliği sebebi ile boş durumdadır. Son aşama olan “Asbuilt” çalışmasının GIS’ e aktarılması ile uygulama tamamlanır. “Asbuilt” işin tamamlanmasının ardından yapılan son işlerdir. Bu kapsamda fiber hatlarla ilgili tüm detaylar, kazının yapıldığı yerlerin ve menhol noktalarının koordinatları gibi veriler incelikli bir şekilde ölçülerek belirtilmektedir [Kocaeli Büyükşehir Belediyesi vd., 2016].



OBJECTID *	KAPINOKTA UAVT KODU *	BAGIMSIZBOLU UAVT KODU *	DISKAPINO	SITEADI	BLOKADI	ICKAPINO	ADRESNO	BINANUMARATAJT

Şekil 5.22: ArcGIS ortamı öznitelik tablosu görünümü.

6. SONUÇLAR ve YORUMLAR

CBS farklı meslek alanlarında kullanılabilecek kolaylığı sağladığı için birçok meslek dalına hitap etmektedir. Hangi meslek alanında kullanılacaksa, o alana ait verilerin katmanlar halinde depolanabildiği ve bu katmanların görsel olarak sunulabilmesi gibi avantajları sayesinde CBS'nin birçok meslek uygulamalarında kullanılma oranı da artmaktadır. Uygulama aşamasında ise seçilen bir pilot bölgeye ait verilerin toplanması, bütçe planı yapılması, "Asbuilt" oluşturulması, belirlenen sahada ArcGIS programı kullanılarak altyapının oluşturulması ile tüm verilerin sisteme aktarılmasından, kullanıcılara ve operatörlere ne gibi faydalarının olabileceği araştırılmıştır. Uygulama sonucunda CBS sayesinde iş gücünün kısaltılabildiği ayrıca daha fazla kullanıcıya hitap edebilen ve kullanıma elverişli bir sistemin ortaya çıktığı görülmüştür.

Fiber altyapı çalışmaları hem günümüzde kullandığımız hem de gelecekte ortaya çıkabilecek farklı ihtiyaçlarımız göz önüne alınarak yürütülmelidir. Altyapı tasarım aşamalarında oluşan süreçler ve bunların geliştirilmesi CBS' de yenilikleri ortaya çıkartmıştır. Bu durumlar akıllı kentler konusunu ortaya çıkarmıştır. Bu sayede tüm bireylerin hayat kalitesinde iyileşme ve kolaylıklar olacaktır. Bilgiye erişim daha kolay bir hale gelecektir.

Fiber altyapı çalışmalarında devlet rekabeti artırarak özel sektörün yatırım yapması için araştırmalar ve planlar yapılmalıdır. Altyapı paylaşımı önem verilmeli ve gözetim altında tutulmalıdır. Kapasite ve erişimlerde kolaylıklar sağlanarak teşvik edici yollar izlenmelidir.

Uygulama ile fiber kablo kapasite kullanımlarını ve kullanım yerlerini CBS ile kayıt altına alarak görselleştirilmesini aynı zamanda sahip olunan fiber varlığının daha verimli optimize edilmesi ve tasarruflu kullanılması sağlanmıştır. Ayrıca fiber kablolarda ortaya çıkacak olan arızaların tespitinin CBS ile görselleştirme sağlanarak çözüme daha kısa sürede ulaşılabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Bu çalışma kapsamında saha dolaplarının, menhollerin seçiminde CBS katmanları ve objektif bir yöntem kullanılmamaktadır. Kişinin bölgeye görsel bir şekilde bakarak ve tecrübelerine dayanarak yani öznel bir yaklaşım ile karar vermesi aşamasından oluşmaktadır. Bu durum daha geniş kapsamlı araştırmalar ile geliştirilip çalışmanın kişi tecrübeleri ile değil bir programa veya matematiksel yöntemlere

başvurularak neler yapılabileceğine bakılmalıdır. CBS katmanları kullanılarak saha dolabı yerleştirmeleri ve güzergahın belirlenmesi gibi aşamalar objektif olarak CBS programında yaptırılabilir mi sorusunun cevabı sorgulanmalıdır.



KAYNAKLAR

Açıkgöz M., Ateş V., Dörterler M., (2012), “Üniversite Bilişim Altyapısının Yenilenmesi: Gazi Üniversitesi Örneği”, Akademik Bilişim’12 - XIV. Akademik Bilişim Konferansı, Uşak, 1-3 Şubat.

Arslan A., Akgün H., Koçkar M.K., Eker M., Kelam M.A., (2015), “İzmir Fiber Optik Teknolojisi İle Heyelanların İzlenmesi”, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İzmir, 14-16 Ekim.

Bilici Z., Babahanoğlu V., (2018), “Akıllı Kent Uygulamaları ve Konya Örneği” , Akademik Yaklaşımlar Dergisi Journal Of Academic Approaches, 9 (2), 124-139.

Boateng O.N., Xedagbui F., Adekoya A.F., Weyori B.A., (2020), “Fiber optic deployment challenges and their management in a developing country: A tutorial and case study in Ghana” , Engineering Reports.

Çakın H., (2015), “Fiber Optik Teknolojisi ve Karmaşık Yapılarda Fiber Uygulamaları”, Tyco Elektronik AMP Tic. Ltd. Şti.

Dongen B., Renk P., Selgert P., Visser H., (2017), “Fibre-optics: 21st century communication backbone”, Sector Focus Communication Infrastructure.

Kaydırak İ.E., Gümüşay M.Ü., (2011), “Coğrafi bilgi sistemlerinin fiberoptik kablo çalışmalarında kullanılması”, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, Antalya, Türkiye, 31 Ekim-4 Kasım.

Karacan R., (2017), “Türkiye’de altyapı yatırımlarının ekonomik büyüme açısından değerlendirilmesi”, Business & Management Studies: An International Journal, 5(2), 314-329.

Kocaeli Büyükşehir Belediyesi, İşkur, Çsgb, (2016), Fiber Optik İletişim Teknolojileri, Kocaeli.

Karaçuha E., Evren G., Güçlü T., Kibar Y.Ş., (2010), “Sayısal Kentlere Dönüşüm-Genişbant ve Fiber: İktisadi Düzenleyici İncelemeler, Deneyimler ve Öneriler”, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Ankara.

Kesen U., Sarıkış A., Yayla A., (2018), “Fiber optik haberleşmenin akıllı ulaşım sistemlerindeki yeri”, Uluslararası Akıllı ulaşım Sistemleri Konferansı, Bandırma, 19-21 Nisan.

Montagne R., (2019), “FTTH Council Europe”, Panorama Europe Broadband Status FTTH Council Europe Conference, Amsterdam, 12-14 Mart.

Özdemir A., (2020), “Coğrafi Bilgi Sistemleri”, Tarım ve Orman Bakanlığı Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Modelleme Şube Müdürlüğü.

Öz S., (2014), “Bilgi teknolojileri ve iletişim kurumu- Ülkemiz geçiş hakkı mevzuatının getirdiği yenilikler ve öneriler”, Bilişim Uzmanlığı Tezi, Ankara.

Savaş Ö., (2014), “Türkiye de Bilgi Toplumuna Geçiş Politikaları”, Aydınlanma 1923.

Solak İ., (2010), “Coğrafi Pazarlama (Geomarketing)”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

Sönmez N.K., Sarı M., (2004), “Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Esasları ve Uygulama Alanları”, Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü, Antalya.

Sönmez F., Avaroğlu E., (2019), “Coğrafi Bilgi Sisteminden Yararlanarak Mersin Üniversitesi'nin Fiber Optik Ağ Altyapısının Oluşturulması”, Türkiye Coğrafi Bilgi Sistemleri Dergisi, Mersin Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği, Mersin.

Sönmez B., (T.Y.), “Fiber Optik Kablolar ve Standartları”, Türk Prysmian Kablo ve Sistemleri A.Ş.

Web 1, (2020), <https://www.esri.com/about/newsroom/arcnews/rebuilding-us-infrastructure-requires-gis-and-geospatial-data/> (Erişim Tarihi: 03/05/2020).

Web 2, (2020), <https://get.ospinsight.com/gis-fiber-network-mapping-the-ultimate-guide#> (Erişim Tarihi:15/03/2020).

Web 3, (2020), <https://businessht.bloomberght.com/teknoloji/haber/1174426-turkiyede-internetin-hizli-tarihi> (Erişim Tarihi: 10/09/2020).

Web 4, (2020), <https://www.iienstitu.com/blog/fiber-internet-nedir> (Erişim Tarihi: 3 Ocak 2020).

Web 5, (2019), <https://www.haberturk.com/turk-telekom-fiber-internette-ne-durumda-haberler-2540767-teknoloji> (Erişim Tarihi: 07/06/2019).

Web 6, (2020), <https://www.bthaber.com/cbs-ve-navigasyon-buyuk-kamu-kurumlari-ve-altyapi-sirketleri-icin-olmazsa-olmaz/> (Erişim Tarihi: 08/09/2020).

Web 7, (2020), <https://www.cnnturk.com/bilim-teknoloji/teknoloji/10-soruda-turkiye-de-fiber-internet-altyapisinin-durumu> (05/06/2020).

Web 8, (2020), <https://www.btk.gov.tr/tesis-paylasimi-duzenlemesi> (Erişim Tarihi: 09/11/2020).

Web 9, (2020), <https://www.hurriyet.com.tr/fasta-kablo-koptu-turkiye-591-milyon-dolardan-oldu-150206> (Erişim Tarihi: 02/12/2020).

Web 10, (2020), <https://eodev.com/gorev/13713332> (Erişim Tarihi:13 Aralık 2020).

Web 11, (2020), <https://www.firatboyan.com/multi-single-mod-fiber-optik-kablo.aspx%2027.06.2018> (Erişim Tarihi: 12/09/2020).

Web 12, (2020), <http://www.jeomatik.com/trpafta.pdf> (Erişim Tarihi: 10/08/2020).

Web 13, (2020), <https://fullnet.com.tr/faq-items/pop-noktasi-nedir/> (Erişim Tarihi: 10 Nisan 2020).

Yumrutaş İ., İyiman ř., (2018), “Altyapı kazılarının planlanmasında CBS tabanlı bir karar destek sistemi önerisi: Fatih İlçesi Örneği”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22 (2), 401-416.

Yılmaz G., Keskin M.E., (2013), “Altyapı Bilgi Sistemi”, Süleyman Demirel Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Isparta.

Yardley M., Parker R., Vroobel M., (2012), “Support for the preparation of an impact assessment to accompany an EU initiative on reducing the costs of high-speed broadband infrastructure deployment” , Analysys Mason Limited.

