

**T.C  
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**WLAN KABLOSUZ AĞ TEKNOLOJİLERİNİN İNCELENMESİ VE İSTANBUL  
METROPOL'ÜNDE BİR UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hazırlayan  
Murat BAYRAM**

**Danışman  
Prof.Dr.MÜBARİZ EMİNLİ**

**İSTANBUL 2016**

## FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bilgisayar Mühendisliği A.B.D. Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans öğrencisi Murat BAYRAM tarafından hazırlanan ” *Wlan Kablosuz Ağ Teknolojilerinin İncelenmesi Ve İstanbul Metropol’ünde Bir Uygulaması*” konulu çalışması jürimizce Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi : 24.06.2016

(Jüri Üyesinin Ünvanı, Adı, Soyadı ve Kurumu):

İmzası

Jüri Üyesi : Prof. Dr.Mübariz EMİNLİ  
: Haliç Üniv. (Danışman)

Jüri Üyesi : Yrd. Doç Dr. Ulviye HACIZADE  
: Haliç Üniv.

Jüri Üyesi : Yrd. Doç.Dr. Alev MUTLU  
:Kocaeli Üniv.

Bu tez Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulunun kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Oya Oğuz  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdür V.

**T.C  
HALIÇ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**WLAN KABLOSUZ AĞ TEKNOLOJİLERİNİN İNCELENMESİ VE İSTANBUL  
METROPOL'ÜNDE BİR UYGULAMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Hazırlayan  
Murat BAYRAM**

**Danışman  
Prof.Dr.MÜBARİZ EMİNLİ**

**İSTANBUL 2016**

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmamın tamamlanması süresince büyük bir gayret ve özveriyle çalışmamı takip eden, gösterdiği sabır ve hoşgörüsüyle bana destek olan tez danışmanım Sayın Prof.Dr.Mübariz EMİNLİ' ye teşekkür ederim.

İstanbul, 2016

Murat BAYRAM

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
<b>KISALTMALAR</b> .....	II
<b>ŞEKİLLER LİSTESİ</b> .....	IV
<b>TABLolar LİSTESİ</b> .....	VI
<b>ÖZET</b> .....	VII
<b>ABSTRACT</b> .....	IX
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2. AÇIK SİSTEMLER BAĞLANTI (OSI) MODELİ</b> .....	4
2.1. Fiziksel Katman (Physical Layer) .....	6
2.2. Veri Bağlantı Katmanı (Data Link Layer) .....	6
2.3. Ağ Katmanı (Network Layer) .....	7
2.4. Taşıma Katmanı (Transport Layer) .....	8
2.5. Oturum Katmanı (Session Layer) .....	9
2.6. Sunum Katmanı (Presentation Layer) .....	10
2.7. Uygulama Katmanı (Application Layer) .....	10
<b>3. KABLOSUZ ALAN AĞLARI</b> .....	11
3.1. Kablosuz Alan Ağların Üstünlükleri.....	11
3.2. Kablosuz Alan Ağlara Özgü Zorluklar .....	13
3.3. Kablosuz Alan Ağ Türleri.....	15
3.3.1. Kablosuz Geniş Alan Ağları (WWAN) .....	16
3.3.2. Kablosuz Metropol Alan Ağları (WMAN) .....	16
3.3.3. Kablosuz Yerel Alan Ağları (WLAN) .....	16

3.3.4. Kablosuz Kişisel Alan Ağları (WPAN) .....	18
3.4. Kablosuz Yerel Alan Ağ (WLAN) Sistemleri .....	18
3.4.1. Kablosuz Yerel Alan Ağ Sistemlerinin Çalışma İlkeleri .....	19
3.4.2. Kablosuz Yerel Alan Ağ Sistemlerinin Mimari Yapıları.....	19
3.4.2.1. Kablosuz Yerel Alan Ağ Sistemlerinin Mantıksal Yapısı .....	19
3.4.2.2. Kablosuz Yerel Alan Ağ Sistemlerinin Fiziksel Mimari Yapısı.....	20
3.4.2.2.1. Altyapı (Infrastructure) Mimarisi.....	21
3.4.2.2.2. Genişletilmiş Altyapı Çalışma Mimarisi.....	22
3.5. Kablosuz Yerel Alan Ağ Standartları .....	23
3.5.1. IEEE 802.11a Standardı .....	24
3.5.2. IEEE 802.11b Standardı.....	25
3.5.3. IEEE 802.11g Standardı.....	25
3.5.4. IEEE 802.11n Standardı.....	25
3.5.5. IEEE 802.11h Standardı.....	26
3.5.6. IEEE 802.11ac Standardı .....	26
<b>4. AĞ CİHAZLARI.....</b>	<b>28</b>
4.1. Anahtar (Switch) .....	28
4.2. Güvenlik Duvarı (Firewall) .....	29
4.3. Erişim Noktası (Access Point) .....	30
4.4. Radyo Bağlantı (Radyolink) Cihazı.....	31
4.5. Erişim Noktası Denetleyici (Access Point Controller) .....	31

<b>5. MATERYAL ve YÖNTEM</b> .....	33
5.1. Kablolu Ağ Bağlantılı Metropol WLAN' lar Sisteminin Mimarisi .....	33
5.1.1. Sistemde Kullanılan Ağ Cihazları.....	35
5.1.2. Örnek WLAN Yapıları: Aksaray Ve Kadıkoy Lokasyonları.....	47
5.2. İnternet'e WLAN' lar Sistemi İle Erişim Uygulaması (İstanbul Metropol Örneğinde) .....	53
<b>6. ARAŞTIRMA BULGULARI</b> .....	55
6.1. Kablosuz Yerel Alan Ağ'lar Sistemi Logsign Yazılımı ile Çıkarılan İstatikseller .....	55
6.2. Kablosuz Yerel Alan Ağ'lar Sistemi Ağ Trafığı .....	63
<b>7. SONUÇLAR ve TARTIŞMA</b> .....	65
<b>KAYNAKLAR</b> .....	68
<b>EKLER</b> .....	71
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	73

## KISALTMALAR

<b>ACL</b>	:Access Controller List ( Erişim Kontrol Listesi)
<b>OSI</b>	:International Standars Organization (Açık Sistemler Bağlantı Modeli)
<b>ADSL</b>	:Asymmetric Digital Subscriber Line (Asimetrik Sayısal Abone Hattı)
<b>IDS</b>	: Intrusion Detection System ( Saldırı Tespit Sistemi)
<b>IP</b>	: Internet Protocol (İnternet Protokolü)
<b>IPSec</b>	: Internet Protocol Security (İnternet Protokol Güvenliği)
<b>LAN</b>	: Local Area Network (Yerel Alan Ağı)
<b>MMAC</b>	: Medium Access Control (Orta Erişim Kontrolü)
<b>SSID</b>	: Service Set Identifier (Hizmet Seti Kimliği)
<b>WAN</b>	: Wide Area Network (Geniş Alan Ağı)
<b>WAP</b>	: Wireless Application Protocol (Kablosuz Uygulama Protokolü)
<b>WIFI</b>	: Wireless Fidelity (Kablosuz Bağlantı Alanı)
<b>WLAN</b>	: Wireless Local Area Network (Kablosuz Yerel Alan Ağı)
<b>WMAN</b>	: Wireless Metropolitan Area Network (Kablosuz Metropol Alan Ağları)
<b>WPAN</b>	: Wireless Personal Area Network (Kablosuz Kişisel Alan Ağı)
<b>ISD</b>	:International Standards Organization (Uluslararası Standartlar Örgütü)
<b>OSI</b>	: Open Systems Interconnection (Açık Sistemler Bağlantısı)
<b>UTP</b>	:Unshield Twisted Pair (Korumasız Bükümlü Kablo)
<b>AP</b>	:Access Point (Erişim Noktası)
<b>WEP</b>	:Wired Equiyalent Privacy (Kablolü Eşdeğer Gizlilik)
<b>RF</b>	:Radio Frequency (Radyo Frekansı)
<b>USB</b>	: Universal Serial Bus (Evrensel Seri Yolu)
<b>BSA</b>	: Basic Service Area (Temel Hizmet Alanı)
<b>PCMCIA</b>	:Personal Computer Memory Card International Association ( Kişisel Bilgisayar Bellek Kartı Uluslararası Birliği)



<b>OFDM</b>	:Orthogonal Fruquency Division Mutiplexing (Dik Frekans Bölmeli Çoğullama)
<b>DFS</b>	: Dynamic Frequency Selection (Dinamik Frekans Seçimi)
<b>SNMP</b>	: Simple Network Management Protokol (Basit Ağ Yönetimi Protokolü)
<b>DNS</b>	: Domain Name Service (Alan Adı Sistemi)
<b>WLC</b>	: Wireless Local Lan Controller (Kablosuz Yerel Ağ Denetleyici)
<b>PDA</b>	: Personal Digital Assistant (Kişisel Sayısal Yardımcı)



## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. OSI Katmanları.....	5
Şekil 2.2. Veri Paketi Yapısı.....	8
Şekil 3.1. Kablosuz Ağ Örneği .....	12
Şekil 3.2. Kablosu Ağların Mesafeye Göre Sınıflandırılması .....	15
Şekil 3.3. WLAN Kullanım Alanları .....	17
Şekil 3.4. Kablosuz Yerel Alan Ağ İletiminin OSI Modelindeki Yeri.....	20
Şekil 3.5. Altyapı Mimarisi.....	22
Şekil 3.6. Genişletilmiş Altyapı Mimarisi .....	23
Şekil 4.1. HP Ve Cisco Anahtar Çeşitleri.....	29
Şekil 4.2. Cisco Ve Ruckus Erişim Noktaları.....	30
Şekil 4.3. Erişim Noktası Denetleyici Bağlantısı.....	31
Şekil 5.1. Kablolu Ağ Bağlantılı Metropol WLAN' lar Sistemi Mimarisi.....	34
Şekil 5.2. Erişim Noktası Konsol Ara Yüzünde Kullanılan Komut .....	36
Şekil 5.3. Erişim Noktası Ayar Ekranı . .....	36
Şekil 5.4. Radyo Bağlantı (Radyolink) Erişim Noktası Ayar Ekranı .....	37
Şekil 5.5. Radyo Bağlantı (Radyolink) Durak (Station) Ayarı .....	38
Şekil 5.6. Kablosuz Yerel Alan Ağ Gruplarının Tanımlanması .....	39
Şekil 5.7. Aksaray WLAN 'ı Erişim Noktaları Kurulum Ekranı .....	40
Şekil 5.8. Erişim Noktalarına 2,4 ve 5GHz' den Bağlanan Kullanıcı Sayısı Grafiği .....	41

<b>Şekil 5.9.</b> Erişim Noktalarından Geçen Veri Trafığı Grafiği.....	42
<b>Şekil 5.10.</b> Erişim Noktalarında Veri İletim Hızı Grafiği.....	43
<b>Şekil 5.11.</b> Güvenlik Duvarı (Firewall Fortigate 1000c modeli) Fiziksel Yapısı.....	45
<b>Şekil 5.12.</b> Cisco 3560 Anahtarın Fiziksel Yapısı .....	46
<b>Şekil 5.13.</b> Aksaray WLAN Yapısı .....	47
<b>Şekil 5.14.</b> Kurulumu Yapılan Erişim Noktası .....	48
<b>Şekil 5.15.</b> Aksaray WLAN Kapsama Alanı Haritası.....	49
<b>Şekil 5.16.</b> Kadıkoy WLAN Genişletilmiş Alt Yapı Mimarisi.....	50
<b>Şekil 5.17.</b> Kadıkoy WLAN Yapısındaki Erişim Noktaları .....	51
<b>Şekil 5.18.</b> Kadıkoy WLAN Yapısı Kapsama Alanı Haritası.....	52
<b>Şekil 5.19.</b> IBB-WiFi SSID Ekranı.....	53
<b>Şekil 5.20.</b> IBB-WiFi Kayıt Ekranı.....	54
<b>Şekil 5.21.</b> IBB-WiFi Giriş Ekranı .....	54
<b>Şekil 6.1.</b> Lokasyon WLAN'larında Kullanıcı Erişim Sayıları Grafiği.....	56
<b>Şekil 6.2.</b> Kullanıcı Erişim Ve Veri Kullanım Grafiği .....	58
<b>Şekil 6.3</b> En Çok Erişilen Web Siteleri Grafiği .....	60
<b>Şekil 6.4.</b> Lokasyon WLAN'larına Göre Haftalık Kota Kullanım Grafiği .....	61
<b>Şekil 6.5.</b> Kablosuz Yerel Alan Ağ'lar Sistemi Trafik Zamanlama Diyagramı .....	63

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b> MAC Adresi .....	6
<b>Tablo 5.1.</b> Erişim Noktalarına 2,4 ve 5GHz' den Bağlanan Kullanıcı Sayıları .....	41
<b>Tablo 5.2.</b> Erişim Noktalarından Geçen Saatlik Veri Miktarı Değerleri.....	43
<b>Tablo 5.3.</b> Erişim Noktalarında Veri İletim Hızı Değerleri.....	44
<b>Tablo 6.1.</b> Lokasyon WLAN'lara Kullanıcı Erişim Sayıları.....	57
<b>Tablo 6.2.</b> WLAN'larda Erişim Sağlayan Kullanıcı Toplam Sayısı Ve Veri Kullanım Miktarı.....	59
<b>Tablo 6.3.</b> En Çok Erişilen Web Siteleri Ve Erişim Sayıları .....	61
<b>Tablo 6.4.</b> Lokasyon WLAN'ları İçin Veri Yükleme Ve Veri İndirme Değerleri.....	62

## GENEL BİLGİLER

Adı ve Soyadı : Murat BAYRAM  
Anabilim Dalı : Bilgisayar Mühendisliği  
Programı : Bilgisayar Mühendisliği  
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Mübariz EMİNLİ  
Tez Türü ve Tarihi : Yüksek Lisans – Haziran 2016

### ÖZET

#### WLAN KABLOSUZ AĞ TEKNOLOJİLERİNİN İNCELENMESİ VE İSTANBUL METROPOL'ÜNDE BİR UYGULAMASI

Hızla gelişen teknolojik dünyada bilgisayar ağları bir değişim döngüsü içerisine girmiştir. Özellikle teknoloji alanında yaşanan değişimler sistemin daha etkili ve hızlı çalışmasına zemin hazırlamıştır.

Bilginin hızlı bir şekilde yayıldığı zamanda, toplumlar ve örgütler içinde bilginin paylaşımı çabuk ve aktif bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Teknolojik ve iletişim ağındaki süratli gelişmeler, evreni iletişim yönünden küçük bir yapıya çevirmektedir. Bu, bilgisayar ağları sayesinde olmaktadır. Bilgisayar ağları, kablolu ve kablosuz bilgisayar ağları olarak ikiye ayrılabilir. Kablolu bilgisayar ağlarının kullanımı hala yaygın olmakla beraber, günümüzde birçok kurum ve kuruluş kablosuz yerel alan ağı uygulamasına geçmiştir. Çünkü kablosuz ağların avantajları; güvenlik standartlarının geliştirilmesiyle birlikte daha da artmıştır. Kurum ve kuruluşlar da kablosuz ağların bu avantajlarından yararlanmak istemekte olup, bu sistemi uygulamaya başlamışlardır. Kablosuz ağ uygulaması, sadece kurum ve kuruluşlarda sınırlı olmayıp, pek çok kamuya açık alanlarda da uygulanmaktadır (Hot Spot) ve her geçen gün uygulaması artmaktadır. Bu tez çalışmasında İstanbul metropolü örneğinde mobil kullanıcıların erişim noktaları (AP) aracılığıyla İnternete erişimini sağlayan kablolu ağ bağlantılı WLAN'lar sistemi tasarlanmıştır. Şehrin farklı lokasyonlarında yer alan WLAN'ları oluşturulurken erişim noktası sayısı ve yerleşimi, çevre şartları ve Türk Telekom devreleri kullanım olanağı dikkate alınmıştır.

Logsign yazılım aracıyla tüm lokasyonlarındaki WLAN’da haftalık toplam tekil kullanıcı erişimi ve veri kullanım yoğunluğu, en çok tercih edilen web siteleri, WLAN lokasyonuna göre kota kullanımı gibi istatistikler çıkarılmıştır. Tasarlanan İnternet erişimli metropol WLAN’lar sisteminde ağ trafiği incelenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kablosuz Yerel Alan Ağı, Erişim Noktası, İnternet Erişimi Sağlayan Kablolı Ağ Bağlantılı WLAN, Logsign Yazılımı



## **GENERAL INFORMATION**

Name and Surname : Murat BAYRAM  
Field : Computer Engineering  
Program : Computer Engineering  
Supervisor : Prof.Dr.Mübariz EMİNLİ  
Degree Awarded and Date : Master of Science – June 2016

## **ABSTRACT**

### **WLAN WIRELESS NETWORK TECHNOLOGY AND INVESTIGATION OF AN APPLICATION IN THE METROPOLIS OF ISTANBUL**

The rapidly evolving technological world has entered into a computer network exchange cycle. And changes in the technology field in particular paved the system more efficient and faster.

The Quick spread of information at the time, and active knowledge sharing within communities and Organizations must be performed in a quick manner. Rapid developments in technological and communication network, the universe is enclosed by a small structure in terms of communication. This is thanks to the computer networks. Computer networks, wired and wireless computer networks can be divided into. The use of wired computer networks is still widespread, although many institutions and organizations today, Wireless Local Area Network to the application has passed. Because the advantages of wireless networks; with the development of safety standards has increased. Institutions and organizations also want to benefit from the advantages of wireless networks, and started to implement this system. Wireless networking application that not only institutions and organizations is not limited to, but is practiced in areas many public (hot spot) and the application of every day is increasing. In this thesis, the metropolis of Istanbul in the example of the mobile users of the access point (AP) that provides access to the Internet through a wireless network connected to the

WLAN are designed as a system. The number of WLANs access points located at different locations in the city while creating and placement, environmental conditions, and the ability to use Turkish Telecom circuits were taken into consideration.

Logsign weekly total unique users in a WLAN with a software tool access and data use in all locations, the severity of the most preferred Web sites, has issued according to the quota usage statistics such as WLAN location. Designed with Internet access Metropolitan network traffic in the system of WLANs are examined.

**Key Words:** Wireless Local Area Networks, Access Point, Wlan Internet Access is Network Connected, Logsign Software



## 1. GİRİŞ

Teknolojinin her geçen gün gelişmesiyle birlikte, insanlara sunduğu rahatlık da artmıştır. Bu teknolojik gelişmeler içinde bilgisayardaki gelişmelerde yerini almıştır. Bilgisayarın gelişmesi sonucunda, kullanım yaygınlığı da artmıştır. Kullanım yaygınlığının artması, bilgisayarlarla ilgili isteklerin de artmasına neden olmuştur. İnsanların en uygun yolla ve zaman kaybına uğramadan bilgiye ulaşmak, kaynak paylaşımı, dosya paylaşımı, yazıcı paylaşımı gibi birtakım ihtiyaçlarını karşılamak istemesi, bilgisayarlar arasında bir iletişim ağı kurulmasını gerektirmiştir. Bunu sağlamak için oluşturulan yerel düzeydeki bilgisayar ağ yapılarının genişleme süreci 1980'li yıllarda olmuştur.

1980'li yıllar içerisinde yaşanan bu gelişmeler, kişilere ait bilgisayarların artmasına ve bu yönde ortaya çıkan gelişmelere de katkı sağlamıştır. Bunun üzerine ağ kavramı gelişmiş ve ihtiyaçlara göre ağ kavramları ve uygulamaları geliştirilmiştir. Büyüklüklerine göre ağ kavramları ortaya çıkmış ve sonra uygulamalarına geçilmiştir. İlk olarak Yerel Alan Ağları (Local Area Networks - LANs) ortaya çıkmış, daha sonra daha geniş coğrafyadaki bilgisayarların birbirleriyle haberleşme ihtiyaçları Geniş Alan Ağları (Wide Area Networks - WANs) kavramının ve uygulamasının doğmasına neden olmuştur (Baykal, 2001).

Ağların birbirleri ile haberleşmeleri, kablolar sayesinde olmaktadır. Ancak günümüzde kablolu ağlara alternatif olarak kablosuz ağ (Wireless Networks) kavramı da geliştirilmiş, avantajlarının fazla olması sonucu pazarda ve uygulamada yerini hızlı bir şekilde almıştır. Günümüzde artık bilinen klasik kablolu ağların yerini, kablosuz ağlar almaya başlamıştır. Yani kablosuz iletişim de artık popüler bağlantı şekillerindedir. Kablosuz ağlar; kablolu bir şekilde yapılan iletişim teknolojisine alternatif bir şekilde

uygulanmış radyo frekansı sistemini de aktif bir şekilde kullanarak boşluktan veri paylaşımını uygulayan esnek yapılı bir sistemdir (Öztürk, 2004).

Kablosuz ağ sistemlerine tarihsel açıdan bakacak olursak, sistemin kökleri çok eskilere dayanmaktadır. Yarım yüzyıl öncesinde yaşanan dünya savaşı sırasında Amerika Birleşik Devletlerinin savaş içerisinde bilgi transferlerini gerçekleştirmek için ilk olarak radyo frekanslarını kullandığı ortaya çıkmıştır. Bu yapıyı korumak için çok sıkı bir güvenlik ve şifre yapısı kullanılmıştır. Bu sayede radyo frekansları bilgi alışverişinin sağlayan bir sistem olarak bu alanda yeni bir teknolojik olay yaşanmıştır. Yaşanan bu yeni gelişme, 1971 yılında Hawaii Üniversitesinde bir grup araştırmacıya ilham kaynağı olmuş ve ilk paket tabanlı radyo iletişim ağını kurmaları sağlanmıştır. Adı ALOHNET olan bu ağ, bilinen ilk kablosuz yerel iletişim ağı (Wireless Local Area Network - WLAN) oldu. Bu ilk WLAN, çift yönlü yıldız topolojisini kullanan 7 bilgisayardan oluşuyordu. Alohnnet bünyesindeki bilgisayarlar, dört ayrı Hawaii adasında yerleşik durumda idi. Merkez bilgisayar, Oahu adasında bulunuyordu. İşte kablosuz ağın doğuşu, bu gelişme ile gerçekleşti. Bu tarihten günümüze, kablosuz ağlar çok fazla yol aldılar. Günümüz koşullarında yaygınlaşan kablosuz ağların beraberinde getirdiği güvenlik tehditleri mevcut olmakta ve buna karşı önlemlerin alınmasına ve bu konuda araştırmaların yapılmasına devam edilmektedir (Stallings, 2000).

Kablosuz ağlar beraberinde güvenlik sorunlarını da getirmişlerdir. Bilindiği üzere kablosuz ağlarda iletim ortamı olarak hava kullanılmaktadır. Bu, sinyalin havanın götürebildiği yere kadar gidebilmesi anlamına gelmektedir.

Bu tez çalışmasın da WLAN ağ teknolojisi üzerinde ayrıntılı bir inceleme yapılarak, İstanbul metropol yapısı içerisinde farklı lokasyonlarda WLAN yapıları tasarlanarak, lokasyonlarda kapsama haritası çıkartılacaktır. WLAN lokasyonları ve bağlı olan kullanıcılar hakkında Logsign yazılımı ile istatistiksel sonuçlar elde edilecektir.

Tez Giriş Bölümü birinci bölüm olmak üzere yedi bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde kablosuz yerel alan ağların tarihçesi anlatılmış ve günümüzde yaygın olmasından bahsedilmiştir.

İkinci bölümde açık sistemler bağlantı (OSI) modeli tanıtılmış, bu model yapısında bulunan katmanlar hakkında bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölüm kablosuz alan ağ türleri ve kablosuz yerel alan ağlar hakkında bilgi içermektedir. Kablosuz yerel alan ağlarda hangi mimari yapıların nasıl kullanıldığı ve kablosuz yerel alan ağ standartları anlatılmıştır.

Tezin dördüncü bölümü ağ cihazları hakkındadır. Kablosuz yerel alan ağ sisteminde kullanılan cihazlardan bahsedilmiştir.

Beşinci bölüm tasarlanan kablolu ağ bağlantılı metropol kablosuz yerel alan ağlar sistemi mimarisi hakkındadır. Bu bölümde İstanbul metropolünde kablosuz yerel alan ağlar ile ilgili örnekler verilmiştir. Ayrıca kablosuz yerel alan ağlar ile Internet'e erişim uygulaması hakkında bilgi verilmiştir.

Tezin altıncı bölümünde kablosuz yerel alan ağlar sisteminde logsign yazılımı ile çıkarılan istatistiksel sonuçlar ve ağ trafiğine yer verilmiştir.

Tezin son bölümü olan yedinci bölümde ise yapılan çalışmaya ait sonuçlar bulunmaktadır.

## 2. AÇIK SİSTEMLER BAĞLANTI MODELİ (OSI)

Açık sistemler bağlantı modeli, belirli katmanlardan oluşmuş ana bir yapı üzerinde kurulmuştur. Bu nedenle birbirlerine bağlı belirli katmanlar aracılığı ile sistem çalışmaktadır. Bu sistemin temelinde ise OSI modeli bulunmaktadır (Shinder, 2001).

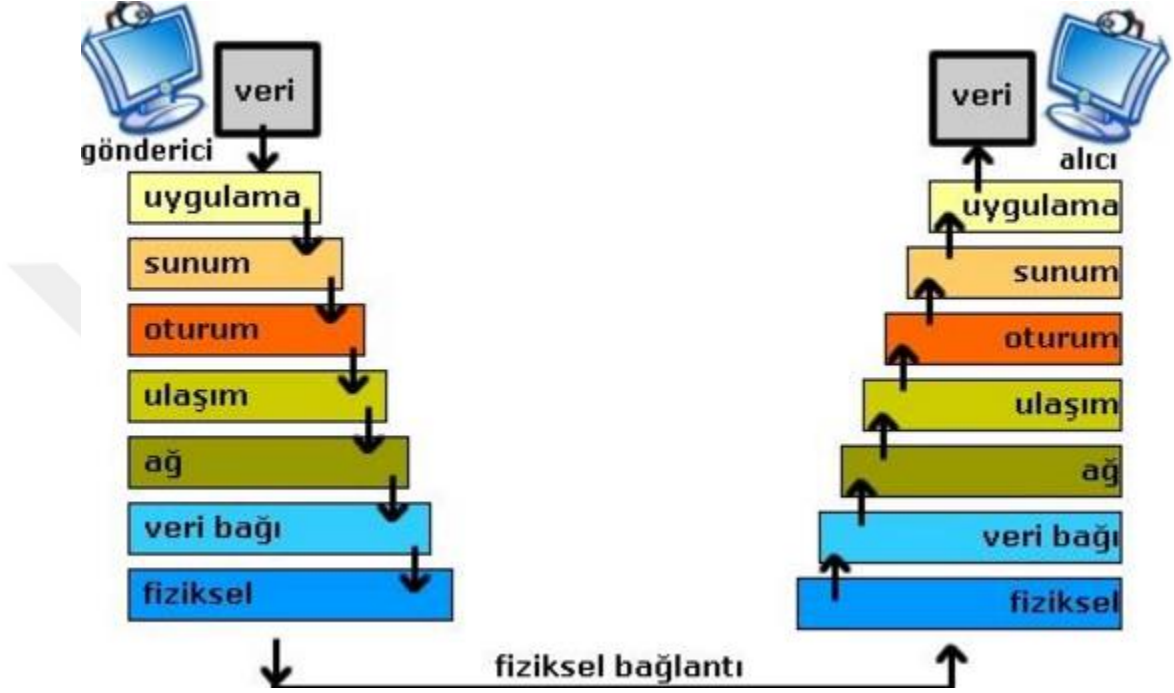
OSI model yapısı olarak ISO (International Standards Organization) yapısından genişletilerek, farklı bilgisayarlar arasında iletişim yapısının hangi şekilde olacağını tanımlayan bir referans modelidir. İlk defa 1978 yılı içerisinde yapılan bu yapı, 1984 senesinde yeni bir yapı ile düzenlenerek OSI model yapısı olarak tanıtılmıştır. Bu model yapısı geniş bir şekilde kullanım alanı bulmuş ve özellikle network işlemleri için temel bir kılavuz olmuştur (Shinder, 2001).

OSI Model yapısı, belirli bir donanıma ya da network işletim şekline yönelik değildir. OSI model yapısının amacı; network yapısının ve mimari şekillerinin bir network yapısal ürün kataloğu olarak kullanılmasını amaçlamaktadır. Özellikle standart yapıları iletişimin sağlanmasına yönelik yapılarda karmaşık bir yol haritasına sahiptir. ISO standart yapısı farklı yedi katman yapısına ayrıştırmıştır.

Bu modele göre belirlenen katmanlar ise;

- Fiziksel Katmanlar
- Veri Bağlantı Katmanı
- Ağ Katmanı
- Ulaşım Katmanı
- Oturum Katmanı
- Sunum Katmanı
- Uygulama Katmanı

Olmak üzere yedi katmandan oluşmaktadır. Her bir katmanın farklı bir özelliği ve yapısı bulunmaktadır. Şekil 2.1’ de OSI modelinde bir verinin gönderilirken hangi katmanlardan geçtiği görülmektedir.



Şekil 2.1. OSI Katmanları (Blog, 2009)

Veri diğer alt katmanlara iletilirken iletimi belirli şekillerde olur: Veri (data) halinde alınan bilgi, taşıma katmanında kesim (segment) adı verilen birimlere ayrılır. Bu şekilde veri alıcı cihazda tekrar biraraya getirilirken doğru sıralanması sağlanmış olur. Ağ katmanı segment şeklinde gelen verilere burada adres bildileri eklenir; böylece kesimler paket haline dönüşür. Veri bağlantı katmanında paketlere MAC adresleri eklenerek çerçeve (frame) adını verdiğimiz yapı oluşur. En son aşama olarak fiziksel katmana gelen çerçeveler burada bir bit dizisine dönüştürülerek iletme hazır hale getirilir.

MAC adresi 48 bitlik bir adres olup ilk 24 biti kartın üretici kodunu, son 24 bit ise kartın üretimde atanan seri numarasını gösterir. MAC adresi için görüntüleme formatı olarak onaltılık sayı tabanı kullanılır. İkilik tabandaki her dört bit, onaltılık tabanda tek bir karakterle ifade edildiğinden, 48 bitlik MAC adresi 12 karakterle yazılır

ve gösterilir. MAC adresinin genel yazım şekli 00:0C:29:72:BC:17 biçimindedir, Tablo 2.1 ' de görülmektedir.

**Tablo 2.1.** Mac Adresi

MAC Adresi	
Üretici Kodu	Üretim Seri No
00:0C:29	72:BC:17

Şimdi belirtmiş olduğumuz bu katmanlar hakkında gerekli bilgileri sırası ile belirtmeye çalışalım:

### **2.1. Fiziksel Katman (Physical Layer)**

En alt seviyede bulunan bir katmandır. Gelen veriler bir bit şeklinde gönderir. Burada ağın kablosuna bağlı bir iletişimsel yapı şekillenir. Fiziki katmansal şeklinde veri yapılarının sayı şeklinde (baseband) iletişimi; koaksiyel kablolar, UTP (Unshielded Twisted Pair) ya da fiber-optik tarafından yapılacaktır. Bu şekilde iletimle ilgi olarak yaygın bir şekilde IEEE 802. 3, 802. 4 ve 802. 5 standartları kullanılır. Fiziksel katman; verinin gönderilmesini ve alınmasını tanımlayan katmandır. Kablolamayı ve ağ kartına bağlanmayı sağlayan birimleri içerir. İletim ortamındaki sinyal iletimini kontrol eder. Fiziksel katman, verilerin belirli bir bilgisayar üzerinden başka bir bilgisayara gönderildiği sistemdir. Başka bir ifade ile ağların bizzat kendisidir (Akyüz, 2003).

### **2.2. Veri Bağlantı Katmanı (Data Link Layer)**

Veri bağlantı katmanı; fiziksel katmana erişmek ve kullanmak ile ilgili kuralları belirler. Veri bağlantı katmanının büyük bir bölümü ağ kartı içinde gerçekleşir. Bu sayede sistemlerin kart okuma yapıları daha farklı bölmeler üzerinde işlev görmeye başlamaktadır.

Veri bağlantı katmanı, ağ üzerindeki diğer bilgisayarları tanımlama, kablonun o anda kimin tarafından kullanıldığının tespiti ve fiziksel katmandan gelen verinin hatalara

karşı kontrolü görevini yerine getirir. Ayrıca sistemin kontrol mekanizmasının etkili bir biçimde oluşmasına da katkı sağlamaktadır (Hammand, 2003: 32-49).

### **2.3. Ağ Katmanı (Network Layer)**

Ağ katmanlarının en temel işlevi; başka bir yapısal ağa yönlendirilmeyi sağlamasıdır. Bu işlemin yapılması, sistemin yerel ağ bağlantılarına bağlı olmasını engelleyerek, farklı ağ bağlantılarına gönderim işleminin de önünün açmaktadır.

Ağ katman yapısına, belirlenen farklı birimler arasında veri transferinin en uygun maliyet ile iletilmesinin kontrolü sağlanır. Bu sayede veriler yazıcılar aracılığı ile başka ağlara yönlendirilmesi sağlanmaktadır.

Ağ yapısı içerisinde yer alan mesaj sistemi, katman aracılığı ile belirli bir adrese yönlendirilir. Ve bu adresler fiziki olarak belirlenmiş adrese çevrilmektedir. Bu durumda sistem trafik kontrol sistemleri gibi yönlendirme işlevi görmektedir.

İnternet ortamında taşınan veriler baytlar la ifade edilen belirli boyutlara parçalanır. İşte bu parçalar paketlerdir. Şekil 2.2' de veri paket yapısı görülmektedir. Her paket hedefi gönderici IP'si, ilgili alıcıların IP'leri, verinin kaç pakete bölündüğü ve bu paketin kaçınıcı paket olduğu gibi bilgileri taşır. Her paket hedefe en uygun yoldan gönderilir. Bu ağı daha verimli hale getirir.

Veri katmanına gelen bilgi parçalara ayrıldıktan sonra IP katmanına yollanır. IP katmanı, kendisine gelen veri paketi içinde ne olduğu ile ilgilenmez. Sadece kendisine verilen bu bilgiyi ilgili IP adresine yollamak amacındadır. IP katmanının görevi bu parça için ulaşmak istenen noktaya gidicek bir yol bulmaktır. Arada geçilecek sistemeler ve geçiş yollarının bu paketi doğru yere geçirmesi için kendi başlık bilgisini veri katmanından gelen parçaya ekler. Veri katmanından gelen parçalara IP başlığının eklenmesi ile paket oluşur.

Versiyon	IHL	Servis tipi	Toplam uzunluk	
Tanımlama			Bayrak	Fragment offset
Yaşam süresi (TTL)		Protokol	Başlık kontrol toplamı	
Kaynak Adresi				
Varış Adresi				
TCP başlığı ve iletilen bilgi				

**Şekil 2.2.** Veri Paketi Yapısı (Gündoğmuş, 2009)

Şekil 2.2’ deki temel bilgi kaynak ve varış Interneti protokol numarası ve kontrol toplamıdır. Kaynak Internet adresi bilgisayar Internet adresidir. Bu sayede varış noktasındaki bilgisayar bu paketin nereden geldiğini anlar. Varış Internet adresi ulaşmak istenilen Internet sitesinin adresidir. Bu bilgi sayesinde aradaki anahtarlar ve geçiş yolları bu paketi nereye yollayabileceklerini bilirler. Protokol numarası IP’ ye karşı tarafta bu paketi TCP’ ye vermesi gerektiğini söyler. Son olarak kontrol toplamı IP başlığının yolda bozulup bozulmadığını kontrol etmek için kullanılır. Yaşam süresi alanı veri paketinin iletimi esnasında her sistemde bir azaltılır ve sıfır olduğunda bu paket yok edilir. Bu sayede sonsuz döngüler ortadan kaldırılmış olur.

#### **2.4.Taşıma katmanı (Transport Layer)**

Taşıma katman yapısının en temel işlevi; ağların katmanları içerisinde uygulanmayan işlemlerin sistem tarafından yapılmasını sağlamaktır. Bu katman genel olarak ağların servis sistemlerinin kalitelerini de artırmaktadır. Bu katman sayesinde bağlantılı bir şekilde çalışan protokoller ve bağlantısız olarak çalışan protokollerin birlikte kullanılmasını da sağlamaktadır. "Quality of Service", bir network servis yapısının kalitesini ölçümünün yapılması için bazı bilgiler kullanır, bu farklı özellikteki kriterlere bakacak olursak:



- İletişimin maliyeti
- İletişimin yapısal şekli
- İletişimin diğer özellikleri
- İletişimin ağının kalitesi
- İletişim için sağlanan bant genişliği
- Ağ katmanında oluşan hataların giderilmesi
- Kayıp paketlerin kurtarılması
- Sırası bozulan paketlerin yeniden düzenlenmesi

## **2.5. Oturum katmanı (Session Layer)**

Oturum katmanını yapısal olarak; belirli farklı iki hedef arasında iletişimin sağlanması ile kurularak bu iletişimin başlamasına ve sonlandırılmasına katkı sağlamaktadır. Genel olarak kullanılan farklı uygulamalar içerisindeki her bir oturumsal yapıları temsil etmektedir. Bu katman diğer katmanlar arasında belirli bir diyalog kurmaktadır.

Bu katman esas olarak en temel görevi, farklı iki bilgisayar arasında kullanılan bağlantıların oluşturulmasını, oluşturulan yapıların kullanılmasını ve bu işlemlerin sonlandırılmasını sağlamaktadır.

Temel işlev olarak;

- Oluşma
- Kullanılma
- Sonlandırılma
- Ve bağlantıyı

Sağladığı için sistem açısından son derece önemli bir konuma sahiptir. Bu nedenle sıklıkla bilgisayar sistemleri içerisinde güncellenmektedir. Sistemin en temel işleyiş hazinesi bu katmandan başlamaktadır.

## **2.6. Sunum katmanı (Presentation Layer)**

Sunum katmanının yapısını inceleyecek olursak, bilgilerin yönlendirilmesinin ve çevrilmesini sağlama görevi yapılmaktadır. Katmanın yapısı verilerin daha önceki bölümde belirttiğimiz uygulama katmanına gönderilmesi işlemini yapmaktadır.

Bu noktada bilgilerin yapısal özellikleri ve biçimsel yapısına yönelik düzenleme işlemleri yapılmaktadır. Diğer bir taraftan bilgilerin şifre ile korunması ve bu şifrelerin çözülmesi gibi işlemlerde bu noktada yapılmaktadır. Ayrıca verilerin sıkıştırılma işlemleri de bu katman içinde yapılmaktadır.

## **2.7. Uygulama katmanı (Application Layer)**

Bilgisayarların uygulamaları ile ilgili ağlar arasındaki real bir ara birim işlevini sağlamaktadır. Bu katmanın, kullanıcılara en sık kullandığı katman olarak bilinmektedir. Özellikle başka katman yapılarına transfer sağlama özelliğine sahip değildir. Aynı zamanda uygulama özelliklerinin ağlar içinde çalıştırılmasını da sağlamaktadır.

### **3. KABLOSUZ ALAN AĞLAR**

Tez çalışmasında bu bölümünde kablosuz alan ağları hakkında genel bir bilgilendirme yapılacaktır. Ağ çeşitlerini hakkında kısa bilgilendirmeler yapılacaktır. Özellikle kablosuz ağların faydalarını ve dezavantajlarını belirterek, hangi alanlarda ne gibi faydalar sağladığını açık bir şekilde ortaya konacaktır.

Kablosuz ağlar, sistemler için çok önemli bir konuma sahiptir. Kullanıcıların büyük bir çoğunluğu aktif olarak kullandığı ağ bağlantıları çoğu zaman kablolu olduğu için sisteme katılamamaktadırlar. Bu nedenle de sistemin kablosuz ağ üzerinden bağlantı gerçekleştirilerek daha aktif bir bağlantıya katılma olanağı sunmaktadır.

#### **3.1. Kablosuz Alan Ağların Üstünlükleri**

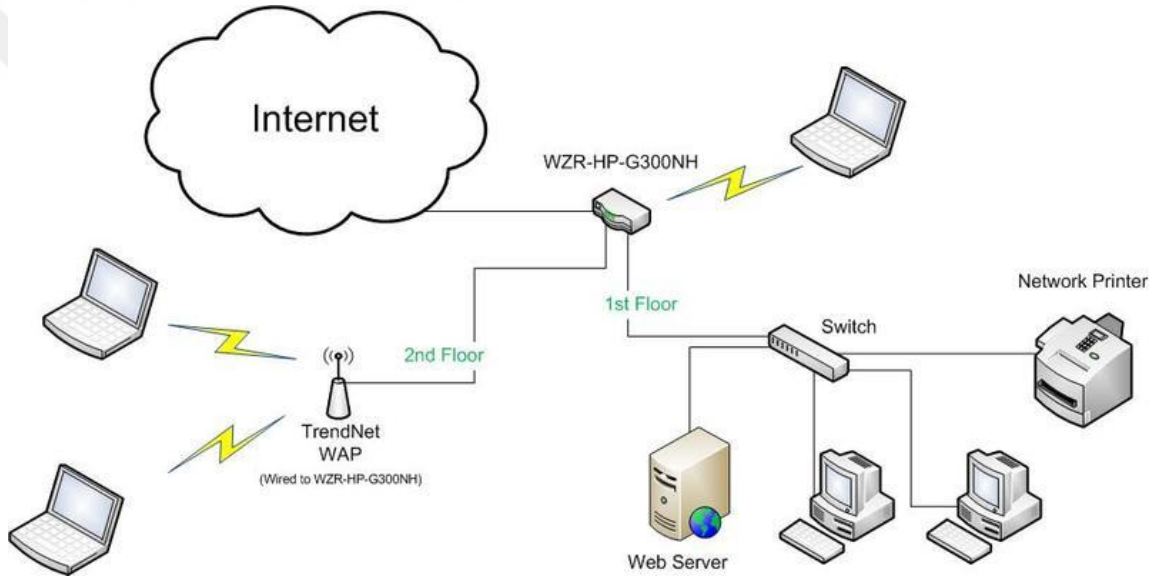
Kablosuz LAN ağlarının en büyük avantajı; kullanıcılara, buldukları yerde gerçek zamanlı bilgi girişi sağlamasıdır. Ayrıca; hareketlilik üretkenliği artırır ve kablolu ağlarda mümkün olmayan hizmet olanakları sağlar.

Şirketler, ağ kurulum ve yönetim masraflarını, kablosuz LAN ağlar kullanarak önemli ölçüde azaltmışlardır. Kablosuz LAN ağlar; kablo döşemesinin zorlu, masraflı ve de mümkün olmayan yerlere bile daha pratik bir şekilde kurulmasının önünü açmaktadır.

Kullanıcıların ve buldukları yerin değişme özelliğinde olduğu zaman bu sistemler çok daha kullanışlı bir hal almaktadır. Özellikle sistemin farklı kişiler tarafından ekleme olduğu zaman ekstra bir zahmet ve masraf getirmemektedir. Bu sayede daha uygun ve pratik bir şekle dönüşmektedir. Bu nedenle kablosu olmayan ve kablosuz bağlanma özelliğine sahip bir makine için, sistemin içine girmek ve sisteme bağlanmak daha kolay olmaktadır (Öztürk, 2004).

Yukarıda da açıklandığı gibi, kablosuz LAN ağlar kullanılarak birden fazla yarar sağlanabilecektir. Belirttiğimiz bu yararlar bina içerisinde ve dışında olmak üzere sınıflara ayrılarak, yukarıda değinilen avantajlar maddeler halinde yazılacak olursa:  
Bina içinde:

- a) Hareket özgürlüğü sağlanır.
- b) Kurulumu için kablolama yatırımı yapılmayacağından, kablolama masrafı olmaz.  
Şekil 3.1 üzerinde de ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.



**Şekil 3.1.** Kablosuz Ağ Örneği

- c) Kabloların iletişimin zora sokması, masraflı ve de mümkün olmayan yapılarda daha kolay ve daha masrafsız bir ağ imkanı sağlamaktadır.
- d) Yalnızca Access Point (AP) yapısının sisteme dâhil edilerek sistemsel yapının oluşması için yeterli olmaktadır.
- e) WLAN sistemlerinin bilgisayar içine dâhil etme noktalarını seçmeye ve kablo çekilmesine gereksinim duymaz.

- f) Kablosuz ağların bir diğer özelliği de yapılacak sistem yapısına göre değişerek, genel olarak kablolu olarak kurulan ağlara nazaran daha ucuz maliyete sahiptir. Kablosuz ağ sistemlerinde kablo ve işçi maliyeti bulunmamaktadır.
- g) Ağların idare edilmesi yönünde bakıldığı zaman ise kablolu ağ yapısı olmadığı için ucuz maliyet imkânı ve kolay yoldan yerlerinin değişmesi imkânına sahiptir. Ayrıca denetim, bakım ve kontrol gibi masrafları da en asgari düzeyde tutmaktadır.
- h) Oteller, tatil köyleri, kütüphaneler, konferans salonları, fuarlar, üniversiteler, kampüsler, havaalanları gibi ortamlarda her yerden mobil internet erişimi sağlanır.
- i) Roaming (yer değiştirebilme) özelliği ile daha fazla kapsama alanına sahip olur.
- j) 128 bit şifreleme ile maksimum bilgi güvenliği sağlanır.
- k) 11 Mbps hıza sahip yüksek ve hızlı bağlanma özelliğine sahip, yer bağlantı işlemlerine alternatif olarak değerlendirilmektedir.
- l) Sabit düzeydeki iletişime yönelik bakım ve onarım maliyetleri en asgari düzeyde yer almaktadır.
- m) Dağınık bir şekilde düzen almış işletme yapılarına göre binalar arası bağlantılarda kablosuz olarak bağlanma özelliği de bulunmaktadır.

Görüldüğü üzere WLAN ağlar, geleneksel LAN ağlara göre oldukça fazla avantaja sahiptirler. Bu avantajlara sahip olması, onların kullanım alanlarının her geçen gün artmasını sağlamaktadır.

### **3.2. Kablosuz Alan Ağlara Özgü Zorluklar**

WLAN (Wireless Local Area Network; Kablosuz Yerel Alan Ağları) sistemlerinin birçok avantajı vardır. Ancak bu avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Standartlaşma, ürün seçenekleri, maliyet, frekans tahsisi gibi sorunlar başlangıçta fazla olmasına rağmen, ilerleyen zamanlarda bu sorunlar azalmaya, çözülmeye başlanmıştır. Ancak bazı sorunların giderilmesi için yapılan çalışmalar hala devam etmektedir.

WLAN ağlarının dezavantajlarından bir tanesi “Güvenlidir”. İzinsiz kullanımları ve saldırıları önlemek amacıyla güvenlik sistemleri kullanılmaktadır. Kablosuz sistemlerde, kablolu sistemlere göre, güvenlik konusunda daha hassas davranılmalıdır. Çünkü kablosuz sistemleri dinlemek daha kolaydır. Kablosuz sistemler radyo frekansını kullanarak hava yoluyla iletişimi sağlarlar ve radyo frekansının dinlenmesini önlemek imkansızdır. Genelde WLAN sistemleri için, WEP (Wired Equivalent Privacy; Kablolu Eşdeğer Gizlilik) güvenliğine yönelik sistemler kullanılmaktadır. WEP güvenliğine yönelik sistem yapılarında; kullanıcı veya erişim noktası ile durgun 64 ya da 128 bite sahip bir şifreleme ile verilerin güvenli bir şekilde alışveriş yapılması sağlanmaktadır. Belirtilen sistem içerisinde, kullanan kişinin kim olduğuna bakılmayarak sistem üzerindeki kart ile güvenlik sistemi kurulmaktadır. Bu şekilde; istenmeyen kişiler, çeşitli yöntemlerle kendi kartlarını sisteme tanıtarak giriş yapabilmektedirler.

WLAN’ın bir diğer dezavantajı ise “Enterferanstır” (girisim). WLAN sistemleri genellikle ISM bandını kullandıklarından enterferansa yöneliktir. Bu nedenle hususi olarak yapılmış frekansların, girişim olayına düşme durumları da oldukça düşük seviyededir. WLAN ağ yapılarının, buldukları bölgeye bağlı olarak, diğer sistemler tarafından enterferansa maruz kalma olasılıkları yüksektir. Ayrıca WLAN ağlarının, kendinde başka ağları da girişime maruz etme durumları bulunmaktadır.

WLAN ağ yapılarının kullanan kişilere yönelik bir diğer kolaylığı da sistemin taşınabilir olma özelliğine sahip olmasıdır. Fakat bu kolaylık bazı zamanlarda ise teknik olarak bazı sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu da WLAN sistemleri için bir dezavantaj getirmektedir. Mesela, taşınabilir bilgisayarların batarya ömrü birkaç saat ile sınırlıdır. Ek olarak çoğu zaman kablosuz bağlantılara yönelik sorunlar oluşabilmektedir. Her yerde taşınabilir olarak kullanılan sistemin bazı dönemler de bağlantı problemleri yaşaması da bir diğer dezavantajdır.

WLAN yapılarının kamuya açık alanlara kurulumu da oldukça zordur ve bu da bir dezavantajdır. WLAN yapıları kurulmadan önce ağ cihazlarına enerji sağlamak için elektrik alt yapısının sorunsuz olması gerekmektedir. Ayrıca veri kablosu ve sonlandırma işlemlerinde kullanılan bütün yapının standartlara uygun olması sağlanmalıdır.

### 3.3. Kablosuz Ağ Türleri

Kablosuz ağ sistemi kendi içerisinde kullanıldığı alana göre türlere ayrılmıştır. Her bir türün diğerinden farklı bir işlevi vardır. Bu farkları, türleri belirttiğimizde daha iyi anlaşılacaktır.

Kablosuz ağlar belirli bir yapıya göre hazırlanmış bir sistemsel üründür. Bu nedenle de çeşitli açılardan bakıldığı zaman da farklı kablosuz ağ türlerini de görmek mümkündür. Sistemin farklı olması, bağlantıların da daha aktif bir şekilde kullanılmasını sağlamsında en aktif olanı tercih edilecektir. Kablosuz ağlar mesafeye göre Şekil 3.2’ de sınıflandırılmıştır.

Kapsama	Kablosuz Teknoloji	Standart Ekleri	Tarih	Frekans	Hız (Teorik)	Mesafe (Teorik)
WPAN	NFC	ISO 14443	2004	13.56 MHz	424 Kbit/s	4-10 cm
	Bluetooth	802.15	1999	2.4 GHz	1-24 Mbit/s	1-100 m
	Zigbee	802.15.4	2004	2.4 GHz	1-2 Mbit/s	10-75 m
WLAN	Wi-Fi	802.11	1997	2.4 GHz	1-2 Mbit/s	30-100 m
		802.11a	1999	5 GHz	25-54 Mbit/s	25-75 m
		802.11b	1999	2.4 GHz	6-11 Mbit/s	35-100 m
		802.11g	2003	2.4 GHz	24-54 Mbit/s	25-75 m
		802.11h	2004	5 GHz	24-54 Mbit/s	25-75 m
		802.11n	2006	2.4/5 GHz	200-540 Mbit/s	50-125 m
		802.11ac	2013	2.4/5 GHz	540-1300 Mbit/s	100-200 m
WMAN	WiMAX	802.16d (sabit)	2001	2-11GHz	75-100 Mbit/s	6.5-10 km
		802.16e (mobil)	2005	2-6GHz	30 Mbit/s	1.5-5 km
		LTE	2009	2-8 GHz	50-100 Mbit/s	1.5-6 km
WWAN	WiMAX2	802.16m	2011	2.3-3.5 GHz	360 Mbit/s	75 km
	LTE-Advanced		2010	2-8GHz	300 Mbit/s	100 km

Şekil 3.2. Kablosuz Ağların Mesafeye Göre Sınıflandırılması (Nalbatçı, 2013)

### **3.3.1. Kablosuz Geniş Alan Ağları (WWAN)**

Bir ülkenin veya farklı ülkelerin çapı şeklinde tahmin edilemeyecek uzunluklar içerisindeki iletişim yapısının oluşmasını sağlayan bir ağ yapısıdır. Birbirinden yüzeysel olarak mesafeli alanlarda bilgisayar ağ ve sistemsel özelliklerinin LAN ağların yapısı aracılığı ile diğer yerlerdeki bilgisayarlar ile iletişim kurmasını sağlayan bir yapıdır. Genel olarak kablolar veya uydu sistemleri tarafından birbirinden uzak alanlarda iletişimin sağlanmasında kablosuz geniş alan ağları kullanılmaktadır. Bu tür ağlarda kablo yerine uydu veya telsiz iletişimi kullanılması durumunda Kablosuz Geniş Alan Ağları (Wireless Wide Area Networks; WWAN) olarak adlandırılmaktadır. En iyi örneklerinden biri cep telefonu şebekeleridir. Örneğin bir cep telefonu şirketinin bir çok şehirdeki WAN bağlantısı ile birleştirildiğinde; herhangi bir şehirdeki kullanıcı cep telefonu ile başka bir şehirdeki kullanıcı aradığında bağlantı kurarak konuşma sağlayacaktır (Kaplan, 2002).

### **3.3.2. Kablosuz Metropol Alan Ağları (WMAN)**

Belirli bir kenti saracak düzeyde yapıya sahip ve belirli bir yapılandırma şekli içerisinde olan iletişimi sağlamak üzere kurulan ağların ya da birbirleri ile uzakta bulunan bilgisayar ağ yapılarının birbirlerine bağlanmasına yönelik oluşan ağ yapılarına denilmektedir (Öztürk, 2004).

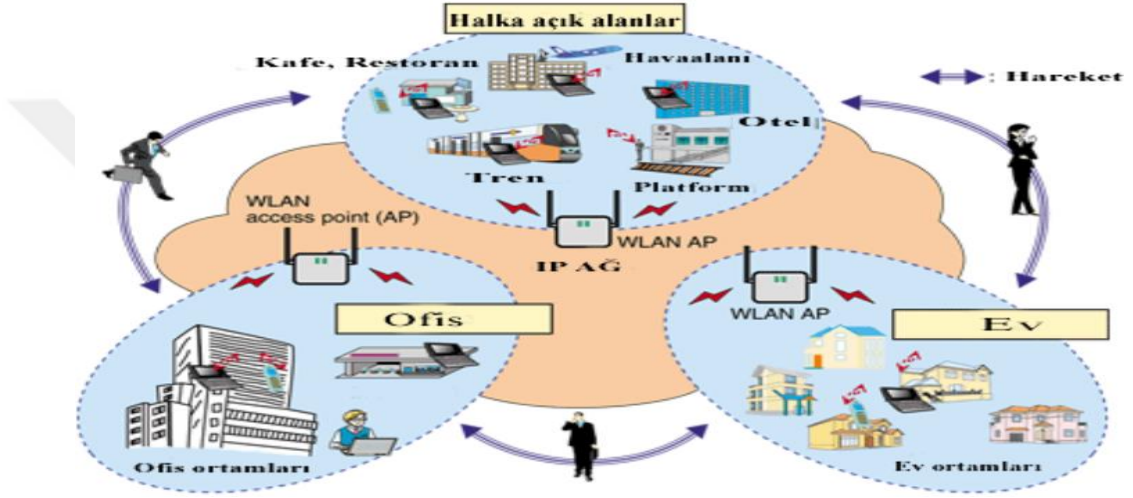
Metropol alan ağlarında WAN bağlantılarındaki gibi genel olarak devre olarak telefon hatları kullanılmaktadır. Metropol alan ağlarında, kablo yerine uydu veya RF iletişimi teknolojileri kullanılması ile Kablosuz Metropol Alan Ağları (Wireless Metropolitan Area Networks, WMAN's) oluşmaktadır. WMAN'lar çok sayıda şubesi bulunan kurum ve büyük şirketler ile dağınık yerleşime sahip üniversiteler gibi yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır. IEEE 802.16 standardı WMAN için geliştirilmiştir (Karygiannis, 2002).

### **3.3.3. Kablosuz Yerel Alan Ağları (WLAN)**

Yerel düzeydeki alan ağ yapılarında bulunan bilgisayarlar ya da ağın içerisinde bulunan başka cihazlar arasında etkili bir iletişim kurulması için kablolu yapı yerine



radio frekansları ya da kızılötesi teknolojik sistem kullanıldığında ‘kablosuz yerel alan ağları’ ortaya çıkmıştır. Kısa olarak tanımlamak gerekir ise WLAN ağ sistemleri belirli bir kablosuz LAN ağıdır. Bu sebeple kablolu yapı içerisinde bulunan bütün LAN özellikleri aynı şekilde bu sistem içerisinde de yer almaktadır. Kablosuz bir sistem yapısına sahip olduğu için ağları meydana, parkta ve birçok yerde rahat ve hepsinde aktif olarak kullanılabilir. Şekil 3.3’ de WLAN kullanım alanları görülmektedir.



Şekil 3.3. WLAN Kullanım Alanları (MEB, 2011)

Kablosuz yerel alan ağlar, Kişisel Erişim Noktası (Access Point – AP) olarak isimlendirilen, hem alıcı hem de verici konumundaki cihazlarla kablolu ağa bağlanır ve kablolu ağ omurgası ile kablosuz cihazlar arasında veri alışverişi işlemi gerçekleştirir. Bir AP, kullanıldığı ortama bağlı olarak, kapalı alanda 25-100 metre ve açık alanda ise 200 metre yarıçaplı bir alanı kapsayabilir. Kablosuz yerel ağ sistemlerinde kullanılan yüksek RF sinyalleri (2.4 GHz – 5 GHz), katı cisimlere nüfuz edebilir ve içlerinden geçebilir. Bu özellik kapalı alan kullanımında büyük avantaj sağlamaktadır. Ancak bu katı cisimlerin yapımında kullanılan malzemeye bağlı olarak sinyalde zayıflama meydana gelebilmektedir. Bu da erişim mesafesini kısaltır.

### **3.3.4. Kablosuz Kişisel Alan Ağları (WPAN)**

Ev içerisinde veya küçük niteliğe sahip iş mekânlarında birden fazla bilgisayar ve çevre ağlarından oluşan yapılara kişisel alan ağları ( Personal Area Networks - PANs) denilmektedir.

Kısaca kablolu sistem yerine kullanılan kablosu olmayan iletişime sahip bir teknolojinin kullanılması olanağında ortaya çıkan bu alan ağlarına da WPAN denilmektedir. WPAN ağları; yakın olarak tabir edebileceğimiz alanlarda bulunan elektronik yapıları bulunan cihazların birbirine bağlanmasını sağlayan ağ yapılarıdır. Bu sistemler, diğer ağ yapılarına oranla daha düşük bir hız ve veri akışına sahiptirler. Ulaşım mesafeleri 10 metre civarındadır.

WPAN'ların en yaygın uygulamaları; Bluetooth ve HomeRF'dir. Bluetooth, genelde kişinin etrafındaki sayısal cihazlar arasında kablosuz bağlantı kurmak için geliştirilmiştir. HomeRF ise ev veya küçük işyerlerinde bir kablosuz ağ oluşturmak üzere tasarlanmıştır (Mahler, 1999: 507).

### **3.4. Kablosuz Yerel Alan Ağ (WLAN) Sistemleri**

2000'li yıllara kadar örneklerini bulmanın zor olduğu radyo dalgalarıyla veri transferi, geçen kısa zaman içinde geleneksel bilgisayar ağlarına alternatif olmaya başlamıştır. WLAN ağlar, ilk olarak kablolu olarak kullanılan LAN ağların ek ilave tamamlayıcısı kabul edilerek yapılmıştır. Kablolu ağa bağlı bir erişim noktası aracılığıyla kullanıcı kablosuz olarak kablolu ağa ve böylece internete bağlanabilir. Özellikle son yıllarda görüldüğü gibi kablolu bağlantılarla kurulan ağ sistem yapısına kablosuz alan ağları ekleyerek daha geniş kapsama alanı ve daha geniş kullanımlı bir ağ yapısı oluşturulabilir.

WLAN ağ yapıları, son derece önemli başarılar ile aynı zamanda uygun mali yapılarıyla beraber meslek hayatı içerisinde ve kişisel kullanıcılar arasında da geniş bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. WLAN ağ sistemleri yüksek maliyetli bir kablo yapısından ziyade, daha küçük ölçekli radyo frekansları aracılığıyla (Access Point - AP) bağlantı imkânının sağlayarak daha geniş katılımlı yerel bir ağ yapısı oluşturmaktadır (Savaş, 2003).

Kullanıcıların daha verimli çalışabilmesi ve hareket edilebilirliğin sağladığı rahatlığı daha etkin kullanmak için; sistem yapısının kablolu bağlantıya yönelik olarak kurulduğu yerlerde aynı zamanda kablosuz ağ hizmetleri de kullanılabilir.

### **3.4.1. Kablosuz Yerel Alan Ağ Sistemlerinin Çalışma İlkeleri**

Belirtildiği üzere kablosuz ağ; kablolu iletişime alternatif olarak uygulanan, RF teknolojisini kullanarak havadan bilgi alışverişi yapan, esnek bir iletişim sistemidir. Başka bir deyişle WLAN sistemleri; havada yayılan elektromanyetik dalgalarla bir noktadan başka bir noktaya fiziksel bağlantı olmaksızın bilgi iletişimini sağlayan, iletişim sistemidir.

Ayrıca; dizüstü ve masa üstü bilgisayarlarda USB (Universal Serial Bus) girişinden, kablosuz ağ adaptörü (Wireless LAN Adapter) ile kablosuz bağlantı yapılmaktadır. Bir başka ifade ile kablosuz erişim özelliği bulunmayan cihazlar, hariçten takılan kablosuz ağ adaptörleri ile WLAN sistemlerinde kullanılabilirler (Kızıltan, 2002).

Temel Servis Alanı - Basic Service Area ( BSA ), AP tarafından sağlanan RF kapsama alanıdır. RF kapsama alanını artırmak için, sisteme bir AP daha eklemek yeterlidir.

### **3.4.2. Kablosuz Yerel Alan Ağ Sistemlerinin Mimari Yapısı**

Bilgisayarlar arasında sağlanan bağlantıları nasıl bir şekilde gerçekleştirdiğini gösteren mimari yapıya “Topoloji” denir. WLAN sistemlerinde; Altyapı (Infrastructure,) ve Genişletilmiş Altyapı olmak üzere iki çeşit temel mimari yapı kullanılmaktadır. Bu mimari yapıları incelemeye önce kablosuz yerel alan ağların mantıksal ve fiziksel yapısını inceleyelim.

#### **3.4.2.1. Kablosuz Yerel Alan Ağ Sistemlerinin Mantıksal Yapısı**

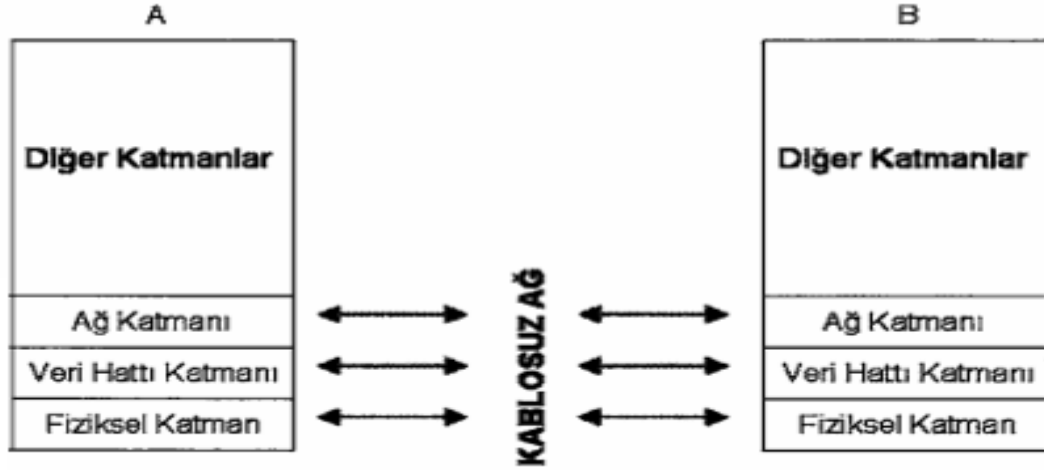
Kablosuz yerel alan ağları, OSI modelinin bütün katmanlarındaki işlemleri gerçekleştirmez. Şekil 3.4’ de görüldüğü gibi hat senkronizasyon, hata kontrol

mekanizması ve ortama erişim gibi işlemleri sağlayan fiziksel ve veri hattı katmanlarında iş görürler.

Her yapının belirli bir sistematığı vardır. Bu nedenle de kablosuz ağların da belirli bir mantıksal yapısı bulunmaktadır. Sistemin de bu yapı ile birlikte daha düzgün çalışmasını sağlayacaktır.

AP veya kullanılıyorsa AP'ye bağlı harici anten, genelde yüksek bir noktaya montaj edilir. Bu, sadece kapsama alanını genişletmek için gereklidir. Eğer yeterli kapsama alanı sağlanıyor ise, AP'ler istenilen her noktaya konulabilir.

Kullanıcılar ise; kablosuz erişim özelliğine sahip cihazlar ile ağa bağlanabilirler. Bu özelliği bulunmayan bilgisayarlar için; hariçten takılan kablosuz ağ adaptörleriyle, dizüstü bilgisayarda PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) kartlarla, masaüstü bilgisayarlarda ise ISA/PCI (Peripheral Component interconnect) kartlarla kablosuz erişim gerçekleştirilir (Oktağ, 2004).



**Şekil 3.4.** Kablosuz Yerel Alan Ağ İletimin OSI Modelindeki Yeri (Kapucu, 2005)

#### 3.4.2.2. Kablosuz Yerel Alan Ağ Sistemlerinin Fiziksel Mimari Yapısı

Kablosuz yerel alan ağ fiziksel bileşenleri OSI referans modelinin veri hattı katmanının işlemlerini gerçekleştirir.

Sistem içerisinde kurulumun ve bağlantıların nasıl yapılacağını belirleyen ve daha geniş alanlara yayılmasını sağlayan bu yapılar, sistemin daha kaliteli, daha ucuz ve

daha hızlı olmasını sağlamak üzere tasarlanmıştır. Bu sayede kişisel kullanıcıların ve işletmelerin bu sistemden daha fazla verim alması sağlanmaktadır. Artan verim ile birlikte aynı şekilde yapılan bağlantılardan kalite olarak gelişme görülmektedir.

Sistem yapısının bu kadar etkin olarak hizmet vermesindeki en temel noktalardan olan mimari yapılar, kablosuz ağların en temel değerleri arasında yer almaktadır. İşin nasıl yapılacağı ve hangi şekillerde olacağı ayrıntılı bir şekilde düzenlenmektedir. Bu nedenle fiziksel açıdan mimari yapıları ağ sisteminin ilk ve en önemli işlevidir.

#### **3.4.2.2.1. Altyapı (Infrastructure) Mimarisi**

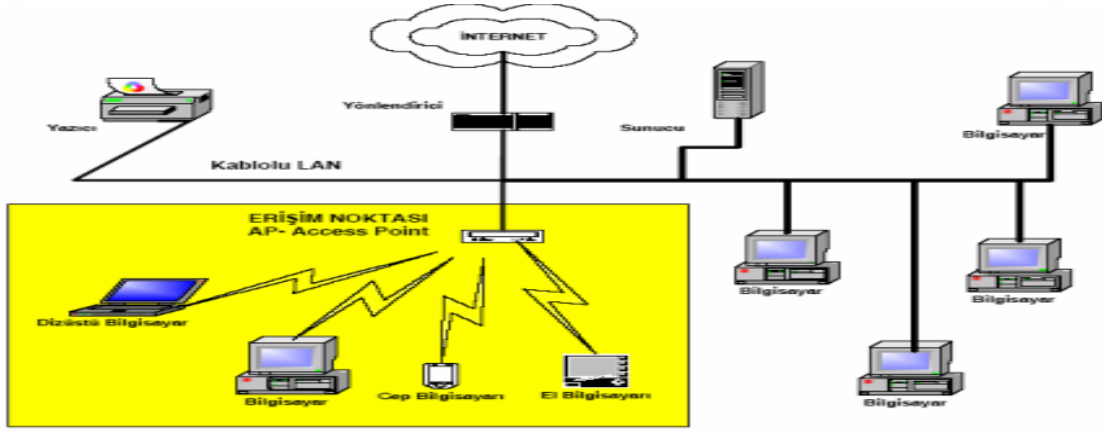
Altyapı mimarisinde; bütün mobil ve kablosuz cihazlar ve bilgisayarlar, kablolu LAN ağlar ile kablosuz LAN ağlar arasında bağlantıyı sağlayan erişim noktası ile haberleşirler.

Altyapı çalışma modu, WLAN sistemlerinde en yaygın kullanılan modeldir. Bu modelde; kablolu ağa bağlı bir erişim noktası ve istenilen sayıda kablosuz erişim özelliğine sahip cihazlar bulunur. Böylece; ağda bulunan tüm bilgisayarlar, erişim noktası yoluyla, kablosuz olarak kablolu ağa ve böylece internete bağlanabilirler. Şekil 3.6' da altyapı mimarisi görülmektedir.

Küçük yer uygulamaları için, temel alt yapı çalışma modeli yeterlidir. Bu çalışma modelinde, paylaşılan kaynaklar sunucuda yer alır ve işlemler, sunucu aracılığıyla yürütülür. Sunucu; işlemleri yaptıktan sonra, verileri istemciye yollar.

Altyapı çalışma; modunda geniş bant internet erişimi, genellikle kablolu sistemler ile sağlanmakla birlikte, kablosuz olarak da sağlanabilir.

WLAN altyapı çalışma modunda, kapsama alanının genişletilmesinin istendiği durumlarda, sisteme yeni erişim noktaları eklenebilir. Bu, hücre sistemine göre, değişik noktalara erişim noktalarının kurulması ile gerçekleştirilir (<http://www.cisco.com/en>).



Şekil 3.6. Altyapı Mimarisi (<http://www.cisco.com/en>)

#### 3.4.2.2.2. Genişletilmiş Altyapı Mimarisi

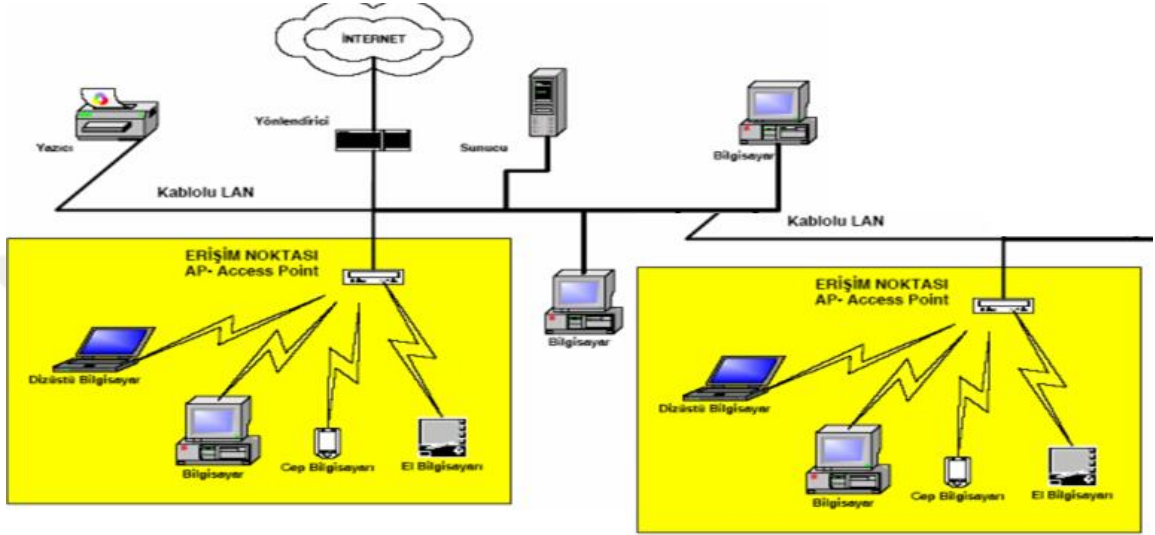
WLAN sistemlerinin temel ve en yaygın kullanım şekli olan altyapı çalışma modeli; kablolu ağa bağlı bir AP ve istenilen sayıda kablosuz erişim özelliğine sahip cihazdan oluşur. Kablolu ağda ihtiyaca göre genellikle bir geniş bant internet erişimi ve sunucu bilgisayar bulunabilir. Bu durumda ağda bulunan tüm bilgisayarlar AP aracılığıyla kablosuz olarak mevcut kablolu ağa ve internete bağlanabilir. Ev ve küçük iş yeri uygulamaları için temel altyapı çalışma modeli yeterli ve uygundur. Bu tür çalışma modelinde paylaşılan bütün kaynaklar sunucuda yer alır ve işlemler sunucu aracılığıyla yürütülür.

Sistemin etkin olarak çalışmasını sağlayan bağlantı özellikleri alt yapı ile birlikte daha geniş alanlara yayılabilmektedir. Bu nedenle sistem içerisinde yapılması gereken ikinci sıra işlem olarak değerlendirilmektedir. Nasıl bir binanın temeli atılmadan bina yapılamıyor ise ağ yapılarının da altyapı çalışma işlemleri tamamlanmadan sistemin çalışması imkânsızdır.

Özellikle kablosuz altyapı çalışma sistemleri içerisinde kullanıcıların sayılarının ve bağlanma arasının yükseltilmesi gereken acil durumlarda bunu sağlamak için özel AP'ler sisteme dâhil edilmektedir. Bu durumun en net çözümü olarak görülen AP'ler isteğe ve ihtiyaca göre sayı olarak artırılma olanağına sahiptir. Bu nedenle ek ilave olarak kullanılan en verimli araçlardandır.

Yapılan alan genişlemesi ile birlikte daha fazla kullanıcıya ve noktaya ulaşma imkanı ortaya çıkmaktadır. Bu sayede sistemin verimlilik ve kalitesi de aynı şekilde

yükselmektedir. Önemli olan sistemin ihtiyaç duyduğu alanın isteyeceği ek ilavelerin uygun bir şekilde kullanılmasıdır. Genişletilmiş altyapı mimarisi Şekil 3.7’ de görülmektedir.



Şekil 3.7. Genişletilmiş Altyapı Mimarisi

### 3.5. Kablosuz Yerel Alan Ağ Standartları

WLAN sistemleri ilk olarak 1990'lı yılların başında işyerlerinde kullanılmaya başlamıştır. İlk yıllarda, düşük veri hızları, yüksek maliyetler, donanım uyumsuzluğu ve kullanıcıların birbirinden habersiz olması gibi sorunlar nedeniyle WLAN'ın yayılım hızı yavaş olmuştur. Ancak 2000'li yıllardan itibaren, standartlaşmayla birlikte WLAN sistemleri hızla yayılmaktadır. Çünkü standartlaşma sonucunda çeşitli marka WLAN ekipmanı aynı kablosuz ağ içinde kullanılabilir. Standartlaştırma; aynı zamanda performans artışına, ürün yelpazesinin genişlemesine ve fiyatların düşmesine olanak sağlamıştır.

Kablosuz iletişim teknolojisinin büyük kitleler tarafından kabul görebilmesi için, cihazların üretici firmaları arasındaki uyum ve güveni sağlayan endüstri standartları geliştirilmesi ile birlikte, çeşitli standartlar oluşturulmuştur. IEEE 802.11 kablosuz ağ iletim yöntemlerini düzenleyen IEEE standartları kümesidir. Bunlar genellikle ev, ofis

kablosuz bağlantı ve bazı ticari kuruluşlar sağlamak için kendi 802.11a, 802.11b, 802.11g ve 802.11n sürümlerinde günümüzde de kullanılmaktadır.

En çok tercih edilen standartlar aşağıdaki gibidir (Önder, 2006).

### **3.5.1. IEEE 802. 11a Standardı**

802.11a standardı, 802.11b standardının hızlı ethernet karşılığıdır. 802.11a standardı; 5 GHz bandında, 54 Mbps bant genişliği sunan WLAN teknolojisidir. Bu standardın kullanım bulacağı alanlar, yüksek veri hızlarını gerektiren verilerin ve içeriğin iletilmesi gereken durumlardır. 802.11b standartında kullanılan "Spread Spectrum" teknolojisi yerine, 802.11a OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) teknolojisini kullanır. OFDM ile; 48'i veri iletimi için, 4'ü hata denetimi için kullanılan toplam 52 kanal tanımlanır.

OFDM; kablosuz kanalı alt frekanslara bölerek hızı artırır ve sinyali kuvvetlendirir.

802.11a'nın çalıştığı 5 GHz frekans bandı, diğer sistemler tarafından daha az kullanılmaktadır. Bu yüzden girişim riski daha azdır.

802.11a standartında OFDM kullanıldığı, için yansıyan işaretlerin elimine edilmesi daha kolaydır. Bu nedenle; bu standart, yansımadan daha az etkilenir.

Bu teknolojinin kullanılmasından en fazla yararlanabilecek uygulamalar; erişim noktaları arasındaki kablosuz sistemler, yüksek veri iletim hızına ihtiyacı olan kullanıcılarıdır.

Bu standart, 802.11b ve 802.11g standartlarıyla uyumsuzdur. 802.11a standardı, enterferans yaratmamak için geliştirilen Dinamik Frekans Seçimi (Dynamic frequency Selection- DFS) özelliğine de sahip değildir. DFS özelliği; bir cihazın frekans kanalında gönderme yapmadan önce, başka sistem tarafından kullanıp kullanmadığının kontrol edilmesidir.

Yüksek frekanslarda çalışan cihazların pahalı olması nedeniyle, 802.11a standardı ürünlerin maliyeti yüksektir. Bu standart geriye uyumlu olmadığı ve pahalı olduğu için, kullanımını fazla yaygın değildir.



### **3.5.2. IEEE 802. 11b Standardı**

802.11b standardı, WLAN teknolojileri için ilk yayınlanan standarttır ve bütün dünyada kullanımı hızla yaygınlaşmıştır. İlk olarak Eylül 1999 yılında standart olmuştur. 802.11b standardı 2.4 GHz bandında, 11 Mbps bant genişliği sunan bir teknolojidir. 2.4 GHz bandın aynı zamanda kablosuz telefon ve birçok bluetooth ürünleri tarafından da kullanılmaktadır. Dağınık tayf (spread spectrum) tekniğini kullanır. Sahip olduğu 11 kanallı yapıda, örtüşmeyen 3 kanal bulunmaktadır. Bu sebeple; 3 adet erişim noktası aynı yerde, farklı frekanslarda tutularak bant genişliği üç katına çıkarılabilmektedir.

Bu standart; genelde ofisler, hastaneler, fabrikalar gibi yerlerde kullanılmaya uygundur. 802.11b; WLAN'lar, mobilitenin gerekli olduğu ve orta hızlı ağ bağlantılarına ihtiyaç duyulan alanlarda kullanılır.

### **3.5.3. IEEE 802. 11g Standardı**

802. 11g standardı, 2.4 GHz frekans spektrumunu kullanır ve maksimum 54 Mbps bant genişliğine sahiptir.

802.11g standardı; 802.11a'nın kullanılmadığı için, 802.11b'nin sunduğu 11 Mbps hızı ile yetinmek durumunda kalan ülkelerin, bant genişliği ihtiyacını karşılamak üzere, her iki teknolojinin elverişli yönlerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuş yeni bir teknolojidir. 802.11b'nin geliştirilmiş halidir de denilebilir. 802.11g standardının kullanabileceği kanal sayısı yalnızca 3 ile sınırlıdır.

Teknolojik olarak 2.4 GHz bandında çalıştığı için; onun özelliklerini taşır, ancak toplam 54 Mbps bant genişliği sunar. 802.11b ile 802.11g geriye dönük uyuma sahiptir, yani iki teknoloji aynı yerde çalışabilir. Ülkemizde 2004 yılından itibaren 802.11g ürünleri yaygın olarak kullanılmaktadır.

### **3.5.4. IEEE 802. 11n Standardı**

802.11n, veri aktarımı için çoklu-girdi-çoklu-çıkı (MIMO: Multiple-Input-Multiple-Output) tekniğini kullanıyor. Bu sayede daha büyük alanlarda dosya transferi yapmak mümkün olacaktır. Ya da diğer anlamı: aynı mesafede çok daha yüksek ve kaliteli bir geniş veri aktarım ve kaliteli iletişim oranlarına ulaşılabilecektir.

İletişim kanallarının 20 MHz ve 40 MHz'e genişletilmesi ve anten sayısının dörde kadar çıkarılmasıyla birlikte saniyede 600 Mbit brüt dosya aktarım hızına ulaşılabilecektir. 802.11n standardını destekleyen cihazlar hem 2,4 GHz hem de 5 GHz bandını aynı anda kullanabilecektir. Fakat 802.11n kanal başına maksimum 150 Mbit/s (brüt) aktarım hızına ulaşabiliyor. Vaat edilen aktarım hızına ulaşmak için birden çok akımın (4'e kadar) birleştirilmesi gerekiyor ki, bu da ancak yeterli sayıda alıcı ve gönderici antenin bulunması şartıyla sağlanabiliyor.

### **3.5.5. IEEE 802. 11h Standardı**

Değişiklik Spektrum ve İletim Güç Yönetimi Uzantıları için IEEE 802.11 standardına eklenen IEEE 802.11h 2003 , ya da sadece 802.11h , ifade eder. Aynı 5 GHz frekans bandını kullanan uyduları ve radar ile müdahale gibi sorunları çözer. Başlangıçta Avrupa düzenlemeleri ele almak için tasarlanmış ama şimdi birçok ülkede geçerlidir edildi. Standart Dinamik Frekans Seçimi (DFS) ve İletim Gücü Kontrolü 802.11a PHY ( TPC ) sağlar. Bu tam IEEE 802,11-2.007 standardına entegre edilmiştir.

Tasarım kurulmasından sonra iletişim gücünün daha fazla olarak kullanılması açık bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bu nedenle özellikle iletişime bağlı kablosuz ağ yapıları daha fazla güçlendirilmeye çalışılmıştır.

### **3.5.6. IEEE 802. 11ac Standardı**

802.11ac standardı ile bugün yaygın olarak kullanılan 802.11n standardı tarafından desteklenen 20MHz kanal bant genişliği birlikte 80 MHz bant genişliğini destekler. Böylece birbirine komşu iki adet 40MHz kanal birleştirilerek bant genişliği iki kat artırıldığında fiziksel katmanda veri hızı yaklaşık olarak iki katına çıkarılırken aynı zamanda sistem verimliliği de yükseltilmiş olunur.

802.11ac standardında 23 kanal vardır. Performans artışı sağlanması için kanal bant genişliği, modülasyon planı ve uzaysal akış sayısı gibi bazı seçime bağlı parametreler tanımlanmıştır. 2,4 GHz ve 5GHz bandını aynı anda kullanabilmektedir.

802.11ac standardı uyumlu bir erişim noktası servis verdiği hücre içinde haberleşme kapasitesini artırarak aynı sayıda istemciye 802.11n standardına göre

kullanıcı başına aynı haberleşme kapasitesi ile daha fazla istemciye servis sunulabilir. Bu yetenekleri özellikle üniversite kampüsleri, konferans salonları, stadyumlar ve diğer ortak kullanıma açık alanlarda 802.11ac standardını oldukça cazip kılar.



## 4. AĞ CİHAZLARI

Ağlarda segmentler (bölümler) arasında veri iletimini sağlayan birtakım cihazlar vardır. Bu cihazlardan bir kısmı yerel alan ağlarında, bir kısmı geniş alan ağlarında kullanılmaktadır. Bazı cihazlar hem yerel alan ağlarında hem de geniş alan ağlarında kullanılmaktadır.

Bilgisayar ağlarında genel olarak kullanılan cihazlar aşağıda verilmiştir:

### 4.1. Anahtar (Switch)

Anahtarlar OSI modeli 2. katmanında çalışan cihazlardır. Anahtarlar bir ağı daha küçük ve denetlenebilmesi kolay alt ağlara böler. Böylece ağ hızı artar. Bu nedenle anahtarlar daha geniş anlamda kullanılan ve daha verimli olan hub'lardır. Geniş yapılı olarak dizayn edilmiş ağları belirli parçalara bölerek ağın işleyiş performansını artırmaktadır. Belirli bir yerden veya belirsiz bir kaynaktan gelen verilerin, kullanıcılar tarafından ve sistem tarafından istenilen yere gönderilmesini sağlamaktadır.

Genel olarak, ağ üzerindeki gelişmeleri takip ederek ağ yapılarını kontrol etmeye çalışır. Özellikle ağ durumlarını inceleyerek verilerin transferini sağlamaktadır. Aynı zamanda transferler sırasında gerekli kontrol işleminin denetimini de yapmaktadır.

Anahtar tipleri port sayısına ve markasına göre değişiklik göstermektedir. Şekil 4.1' de 8 portlu HP ve 10 portlu Cisco markasında anahtarlar görölmektedir.



Şekil 4.1. HP Ve Cisco Anahtar Çeşitleri

## 4.2. Güvenlik Duvarı (Firewall)

Güvenlik duvarları sistemin bazı kötü yazılımlardan ve programlardan korunmasını sağlamak için oluşturulmuş bir koruyucu yazılımlardır. Özellikle belirli kurallara göre dizayn edilmiş bir yapının gelen giden veri transferinin trafiğini sağlayarak belirli şekillere de yazılmış olan bir ağ güvenliği sistemidir. Ağ üzerinden gelen bütün verilerin kontrolünü sağlayarak, bilgisayara karşı ve yazılımları yok edecek veya çalışmasını engelleyecek virüslerin sisteme sızmasını engellemeye yöneliktir. Belirli kriterlere göre sıralanmış olan belirli filtreleme yapılarına sahiptir. Kullanım alanına göre çeşitli isimler almaktadır. Örneğin, veri filtreleme, ağ filtreleme IP filtreleme gibi birçok çeşidi bulunmaktadır. Sistemin bunlar sayesinde korunması sağlanarak daha aktif çalışması hedeflenmektedir.

Dünya üzerinde bulunan belirli yapılara sahip birçok işletim sistemi mevcuttur. Bu sistemler özellikle ağ üzerinden gelebilecek tehlikelere karşı belirli şartlarda hazırlanmış olan güvenlik duvarı tabanına sahiptirler. Özellikle sistemler üzerinde yaşanan veri transferlerini yapan yönlendiriciler güvenlik sisteminin özelliklerini içermektedir. Özellikle birçok alanda oluşturulmuş olan güvenlik duvarları aynı zamanda yönlendirme işlemlerini de içermektedir (Fıbs, 2001).

Yapılan bu güvenlik duvarları internetin kullanıldığı zamanlardan beri sistemin içerisinde yer almamaktadır. Güvenlik duvarının ağlar tarafından kullanılması ve

hayatımızın içerisinde yer alması 1980’li yıllarda olmuştur. Görüldüğü gibi son yüzyılda ortaya çıkan bu gelişme bir nevi ihtiyaçtan doğmuştur. Bu da teknolojik sistemlerin sürekli değişen bir yapıya sahip olduğunu da açık bir şekilde göstermektedir.

### 4.3. Erişim Noktası (Access Point; AP)

Erişim noktası, lokasyonda sunulacak internet bağlantısını kullanıcılar için kablosuz ortama çevirerek yayın yapılmasını sağlayan gelişmiş bir cihazdır. Her marka erişim noktası kendi kontrol cihazı ile çalışarak mevcut ağ (network) üzerinde merkeze kadar özel bir tünel oluşturabilir. Bu sayede kullanıcılar istenilen İnternet Protokol Adresi (Internet Protocol Address; IP) üzerinden yönlendirilebilir. Erişim noktaları kendi aralarında 5Ghz ile örgü yapısında çalışabilir ve aynı zamanda kullanıcıya 2.4Ghz ve 5Ghz yayın sağlayabilir (Doğan, 2006).

Cisco, Ruckus gibi çeşitli markalarda erişim noktaları bulunmaktadır. Şekil 4.2’ de Cisco ve Ruckus markasında erişim noktaları görülmektedir.



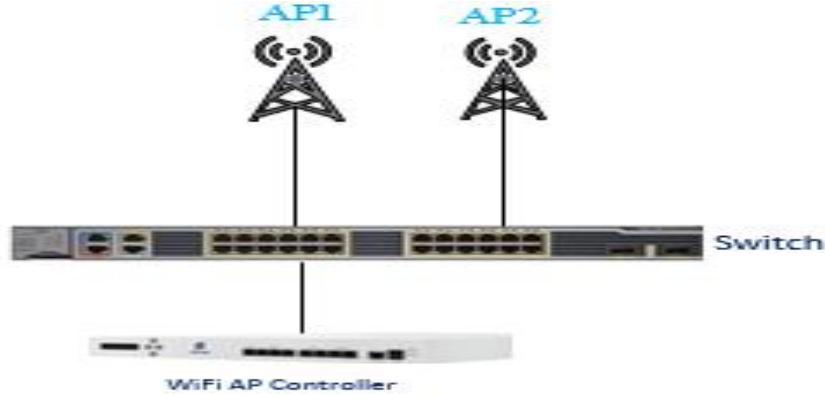
Şekil 4.2. Cisco ve Ruckus Erişim Noktaları

#### 4.4. Radyo Bağlantı (Radyolink) Cihazı

Bu cihaz erişim noktası'nın konumlandırılacağı noktada fiziksel kablo ile bağlantı sağlanamadığı durumlarda, bağlantı bulunan lokasyondan erişim noktasının konumlandırılacağı lokasyona kablosuz olarak yüksek hızlarda haberleşme sağlar. Daha sonra erişim noktası bu radyolink üzerine bağlanarak merkez ile network haberleşmesi sağlanır ve internet yayını kablosuz olarak verilir. Cihazlarda verici ve alıcı anten bulunmaktadır. Bu cihazlarda gerekli ayarlar yapılırken ağın bulunduğu nokta erişim noktası olarak diğer bağlanacağı konum durak (staiton) olarak kalacak şekilde ayarlamalar yapılır.

#### 4.5. Erişim Noktası Denetleyici (Access Point Controller)

Lokasyonlarda konumlandırılan erişim nokta cihazları ile bağlantı kurarak yönetim, gruplama, güncelleme, otomatik frekans ayarlama, network grup atamaları işlemlerinin yapılmasına olanak sağlayan cihazdır. Çalışmada kullanılan erişim noktalarını yönetmek için Ruckus SmartZone 100 model erişim noktası denetleyici kullanılmaktadır. 1024 erişim noktası cihazı destekleyebilmektedir. Her marka erişim noktası cihazı kendi markasıyla aynı olan erişim nokta cihazlarını yönetebilmektedir. En önemli özelliğinden birisi, sahada bulunan erişim noktası ile kendisi arasında kurduğu özel tünelleme sistemi sayesinde, erişim noktası'nın bulunduğu ağ ne olursa olsun bağlanan kullanıcıları merkeze kadar izole bir şekilde taşır. Şekil 4.3' de erişim noktasına anahtar yardımıyla bağlı olan erişim noktaları görülmektedir.



Şekil 4.3. Erişim Noktası Denetleyici Bağlantısı

Erişim noktasında yayınlanan farklı Service Set Identifier' lere (SSID) bağlanan kullanıcıları merkezde bağlı bulunduğu yönlendirici üzerinde ilgili ağ gruplarına düşmesini sağlar. Bu aşamada kullanıcı yerel ağlardan izole edilerek güvenli bir şekilde internete çıkarılmış olunur. Kullanıcılardan gelen internet isteği taleplerini algılayarak hotspot karşılama ekranlarına yönlendirir.



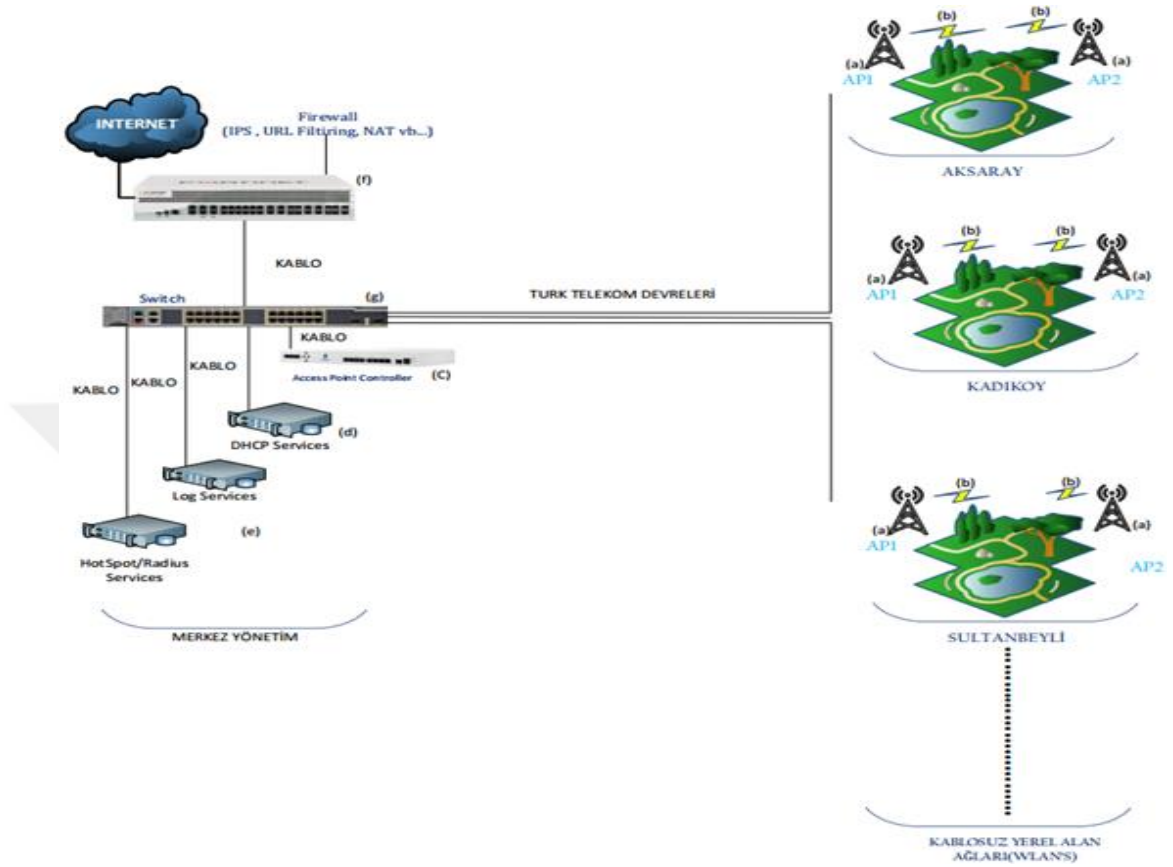


## 5. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada, İstanbul' un 30 farklı lokasyonunda kullanıcılara hareket serbestliği ve bilgiye Internet üzerinden her yerden her zaman ulaşma imkânı sağlayan Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Network; WLAN) tasarlanarak kullanıcılara Internet erişimi sağlanmıştır. Kablosuz Yerel Alan Ağları oluşturulurken mevcutta bulunan Türk Telekom kablolu ağ (network) devreleri de kullanılmıştır. Kablosuz Yerel Alan Ağlarında topoloji olarak alt yapı çalışma mimarisi ve genişletilmiş alt yapı çalışma mimari yapısı kullanılmıştır.

### 5.1. Kablolu Ağ Bağlantılı Metropol WLAN' lar Sistemi Mimarisi

Lokasyonlarda kablosuz yerel alan ağı ve merkez tarafında yönetimi içeren Metropol WLAN' lar sistemi mimarisi Şekil 5.1' de görülmektedir. Lokasyonlar için kablosuz yerel ağları tasarlanmadan önce merkez yönetim tarafında ağ katmanı düzeyinde çalışan anahtar üzerine kablo ile fiziksel olarak güvenlik duvarı cihazı, erişim noktası denetleyici, sanal (virtual) logsıgn server ayrı ayrı konumlandırılarak bunların birbirleri ile haberleşmesi için gerekli olan konfigürasyonlar OSI modelinin ağ katmanına uygun gerçekleştirilmiştir. Yapılan konfigürasyonlar sonrasında WLAN tasarlanması planlanan her lokasyon için Türk Telekom devreleri tanımlanmıştır. Tanımlanmış Türk Telekom devresi ile merkez ve lokasyonlarda yer alan WLAN yapıları bağlanmıştır. Çevre şartlarına göre her lokasyon için ayrı bir WLAN mimarisi tasarlanarak erişim noktası, radyo bağlantı cihaz kurulumları gerçekleştirilmiştir. Sistemde yer alan tüm WLAN'ların mimari yapısı çeşit olarak tablo halinde EK-1 verilmiştir.



**Şekil 5.1.** Kablolu Ağ Bağlantılı Metropol WLAN' lar Sistemi Mimarisi

Erişim noktası denetleyici üzerinde bulunan tüm lokasyonlar için WLAN grupları oluşturulmuştur. Kablosuz yerel alan ağ gruplarının internete erişimi için anahtar üzerinde erişim noktası denetleyici üzerindeki her bir kablosuz yerel alan ağı için Sanal Yerel Alan Ağı (Virtual Local Area Network; VLAN) oluşturulup istenilen bağlantı noktalarına atanmıştır.

Kablosuz yerel alan ağlarının oluşturulmasından sonra kablosuz internet hizmeti verilecek lokasyona Türk Telekom haberleşme altyapısı sağlanmıştır. Erişim noktalarının Türk Telekom devresinden uzak kaldığı durumlarda erişim noktası ile devre arasına radyolink cihazı kurularak haberleşme sağlanmaktadır.

Lokasyonlarda bulunan erişim noktaları, erişim noktası denetleyici üzerinden yönetilebilmektedir. Kontrol cihazı üzerinden yayımlanan IBB-WiFi SSID'sine bağlanan

kullanıcılar otomatik IP alma talebinde bulunurlar, merkezde bulunan DHCP servisi tarafından kullanıcılar IP aldıktan sonra Internet'e çıkmaya çalıştıklarında ekranlarına çıkan Hotspot (Karşılama Erişim Alanı) uygulaması çıkar. Buradan kullanıcılar mevcut kayıt bilgilerini girdikten sonra Radius servisine yönlendirilir. Kullanıcıların girmiş oldukları kayıt bilgileri bu servis üzerinden doğrulanır veya doğrulanmayarak yeniden kayıt oluşturulmaları istenir ve SMS servisi tarafından kendilerine şifre gönderilir. Sağlanan servis üzerinden kullanıcıların bilgileri Log servisi tarafından tutularak Firewall (Güvenlik Duvarı) üzerinden internete çıkışları sağlanır.

### 5.1.1. Sistemde Kullanılan Ağ Cihazları

İstanbul Metropol'ünde Kablosuz Yerel Alan Ağ' ları oluşturulurken kullanılan cihazlar şunlardır:

#### a) Erişim Noktası (Access Point)

Ağ yöneticileri, yayınlanan güvenlik politikasına ve gereksinimlere uygun olarak AP'in konfigürasyonunu yaparlar. Uygun yönetimsel şifreler, şifreleme ayarları, ayarlama fonksiyonu, otomatik ağ bağlanma fonksiyonu, Ethernet MAC Access Control Lists (ACL), paylaşımlı anahtarlar ve Simple Network Management Protokol (SNMP) faktörleri tehditlerin çoğunun üstesinden gelmeye yardım eden konfigürasyonlardır.

Tasarlanan WLAN ağ sisteminde Şekil 5.1' de (a) noktasında erişim noktasının bulunduğu konum görülmektedir.

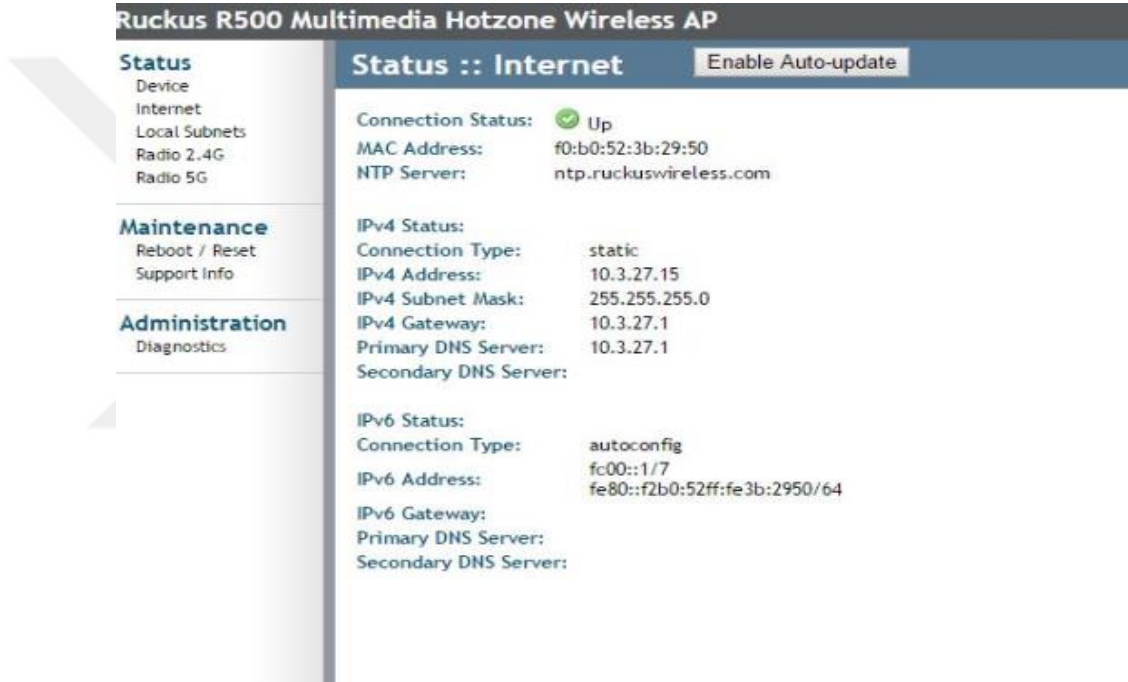
Kablosuz yerel alan ağlarında lokasyonlarda kullanılan erişim noktası Ruckus markasında R500 ve T300 Modelleri kablosuz erişim sağlayan cihazlardır. Cihazlar ayarlanırken öncesinde erişim noktasına konsol ara yüz ekranından Şekil 5.2'deki gerekli komutlar girilerek erişim noktası' nın kendi IP adresi, Alt Ağ Maskesi (Subnet Mask) ve Çıkış Kapısı (Gateway), erişim noktası denetleyici IP adresi tanıml

```
ruckus> set director ip 10.14.1.10  
set ipaddr wan 10.11.24.231 255.255.255.0 10.11.24.1
```

Şekil 5.2. Erişim Noktası Konsol Ara Yüzünde Kullanılan Komut

Bu ayarlamalar yapıldıktan sonra konumlandırılacak olan diğer erişim noktalarında da aynı ayarlamalar gerçekleştirilir. Ayarlamalar gerçekleştirildikten sonra erişim noktaları kontrol cihazı üzerinde görülebilir ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi-Kablosuz Bağlantı Alanı (İBB-Wireless Fidelity; WiFi) Service Set Identifier (SSID) değerini yayınlayabilir.

Bu cihazlarda gerekli ayarlar yapılarak Şekil 5.3' de arayüzde görüldüğü gibi erişim noktası olarak çalışabilmektedir.

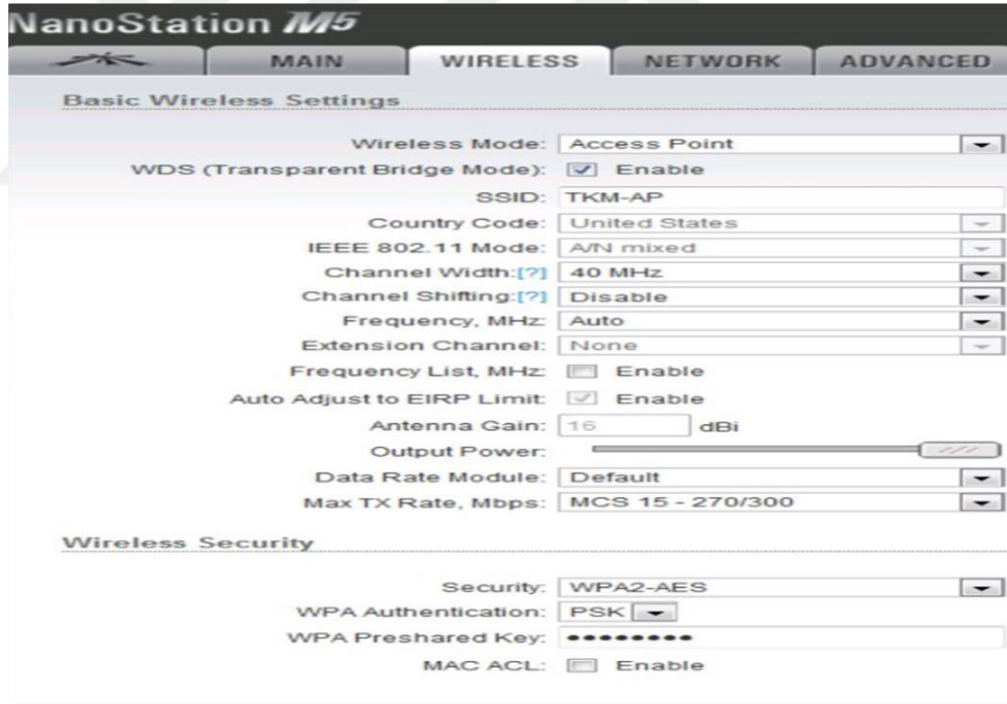


**Şekil 5.3.** Erişim Noktası Ayar Ekranı

Ruckus R500 ve T300 erişim noktalarını diğer erişim noktalarından ayıran özellik 802.11ac standardında yüksek veri hızında 5Ghz yayın sağlayabilmesidir. 802.11ac standardının yanında 802.11a, 802.11b, 802.11g ve 802.11n standartlarında da çalışmaktadır.

## b) 5GHz Radyo Bağlantı (Radyolink) Cihazı

Radyo bağlantı cihazları iki erişim noktası arasında birbirlerini görecek şekilde konumlandırılır. Erişim noktaları arasında gerekli konfigürasyonlar yapıldıktan sonra konumlandırılan radyo bağlantı cihazları Şekil 5.1' de (b) noktasında görülmektedir. Erişim noktasının konumlandırılacağı noktada fiziksel kablo ile bağlantı sağlanmadığı durumlarda, bağlantı bulunan yerden erişim noktasının konumlandırılacağı yere kablosuz olarak yüksek hızlarda haberleşme sağlar. Daha sonra erişim noktası bu radyolink üzerine bağlanarak merkez ile network haberleşmesi sağlanır ve internet yayını kablosuz olarak verilir. Network bulunan noktadaki gerekli ayarlama Şekil 5.4' da görüldüğü gibi yapılır.



The image shows the configuration interface for a NanoStation M5 device. The interface is divided into several tabs: MAIN, WIRELESS, NETWORK, and ADVANCED. The WIRELESS tab is selected, and the 'Basic Wireless Settings' section is visible. The settings are as follows:

- Wireless Mode: Access Point
- WDS (Transparent Bridge Mode):  Enable
- SSID: TKM-AP
- Country Code: United States
- IEEE 802.11 Mode: A/N mixed
- Channel Width: 40 MHz
- Channel Shifting: Disable
- Frequency, MHz: Auto
- Extension Channel: None
- Frequency List, MHz:  Enable
- Auto Adjust to EIRP Limit:  Enable
- Antenna Gain: 15 dBi
- Output Power: (slider set to approximately 15 dBm)
- Data Rate Module: Default
- Max TX Rate, Mbps: MCS 15 - 270/300

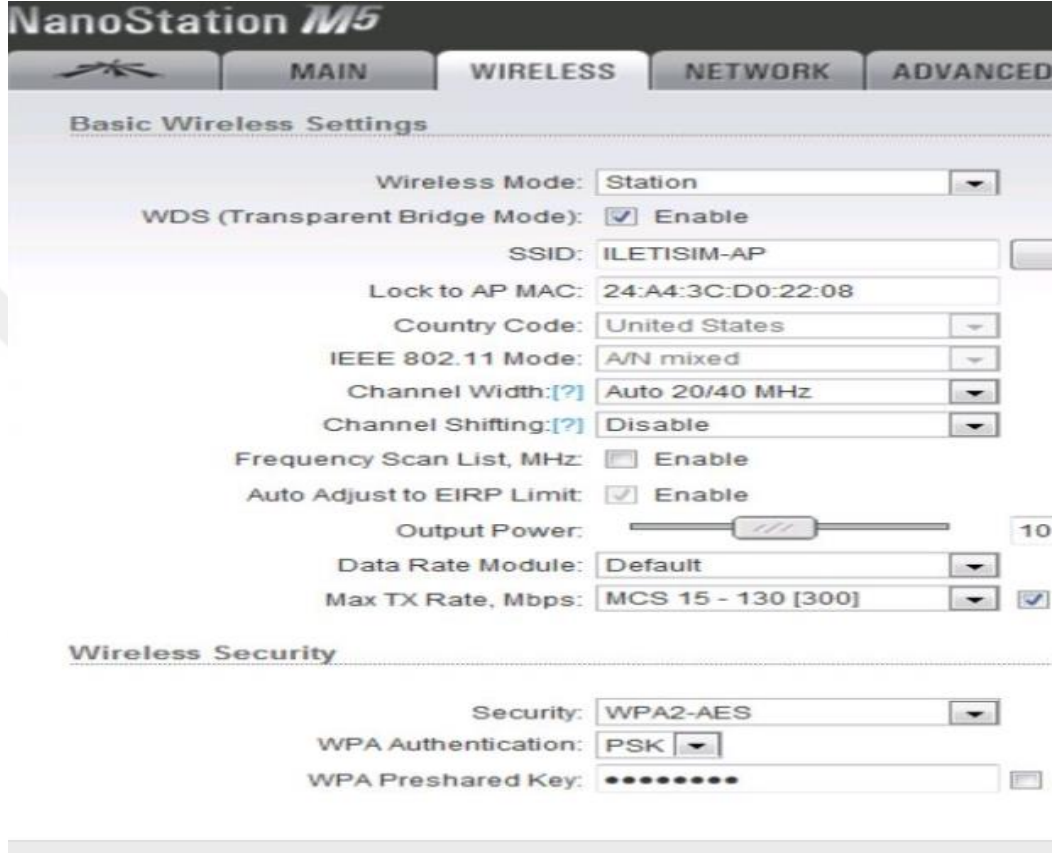
The 'Wireless Security' section is also visible, with the following settings:

- Security: WPA2-AES
- WPA Authentication: PSK
- WPA Preshared Key: (masked with dots)
- MAC ACL:  Enable

Şekil 5.4. Radyo Bağlantı (Radyolink) Erişim Noktası Ayarı

Bu cihazlarda gerekli ayarlar yapılırken ağın bulunduğu nokta erişim noktası olarak diğer bağlanılacağı konum durak (station) olarak kalacak şekilde ayarlamalar yapılır. Ağda bulunan noktadaki gerekli ayarlama Şekil 5.4' de görüldüğü gibi yapılır.

Erişim noktasının konumlandırılacağı noktadaki ayarlama Şekil 5.5’ de görüldüğü gibi yapılır. Kablosuz Yerel Alan Ağlarında radyo bağlantı (radyolink) cihazı olarak Ubiquiti NanoStation M5 modeli kullanılmaktadır.



The image shows the configuration interface for a Ubiquiti NanoStation M5. The interface is divided into several tabs: MAIN, WIRELESS, NETWORK, and ADVANCED. The WIRELESS tab is selected, and the 'Basic Wireless Settings' section is visible. The settings are as follows:

- Wireless Mode: Station
- WDS (Transparent Bridge Mode):  Enable
- SSID: ILETISIM-AP
- Lock to AP MAC: 24:A4:3C:D0:22:08
- Country Code: United States
- IEEE 802.11 Mode: A/N mixed
- Channel Width: Auto 20/40 MHz
- Channel Shifting: Disable
- Frequency Scan List, MHz:  Enable
- Auto Adjust to EIRP Limit:  Enable
- Output Power: 10
- Data Rate Module: Default
- Max TX Rate, Mbps: MCS 15 - 130 [300]

The 'Wireless Security' section is also visible, with the following settings:

- Security: WPA2-AES
- WPA Authentication: PSK
- WPA Preshared Key: ••••••••

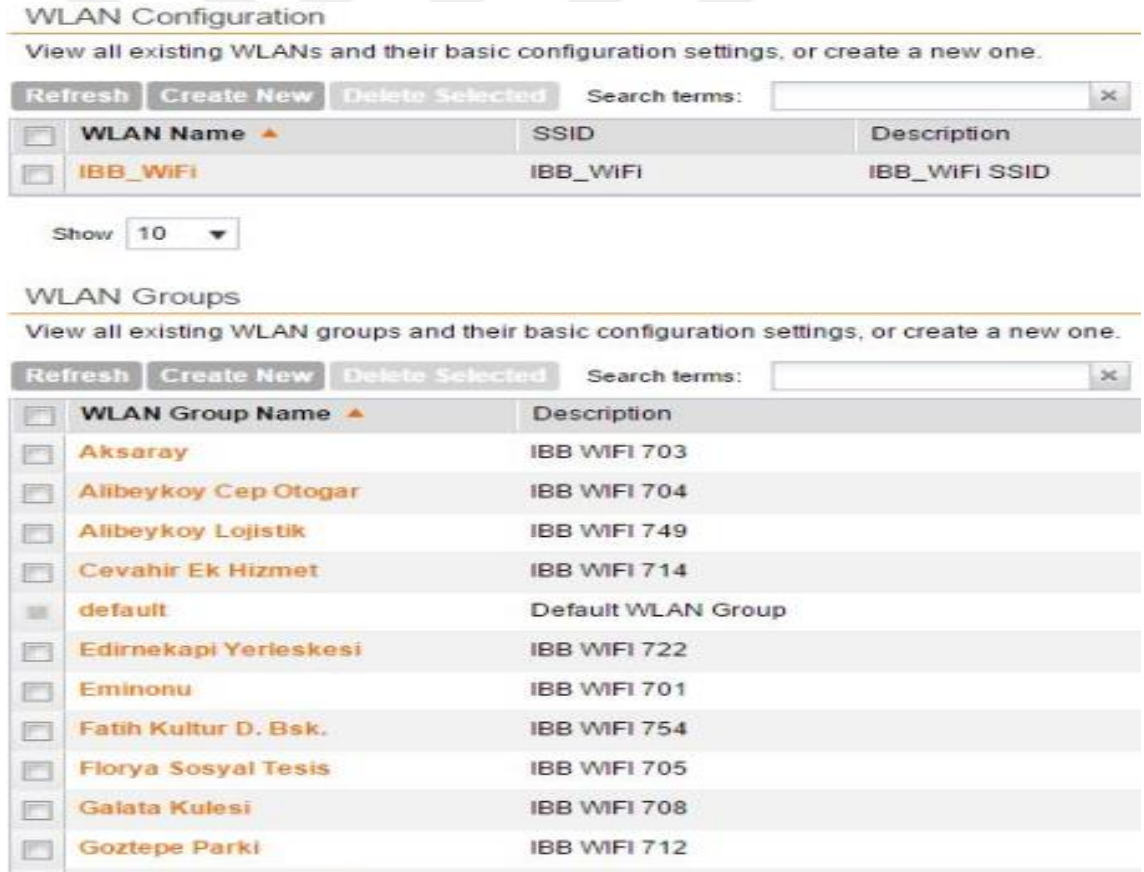
Şekil 5.5. Radyo Bağlantı (Radyolink) Durak (Station) Ayarı

c) **Erişim Noktası Denetleyeci (Access Point Controller)**

Bu denetleyici lokasyonlarda konumlandırılan erişim nokta cihazları ile bağlantı kurarak yönetim, gruplama, güncelleme, otomatik frekans ayarlama, ağ grup atamaları işlemlerinin yapılmasına olanak sağlayan cihazdır. Çalışmada kullanılan erişim noktalarını yönetmek için Ruckus SmartZone 100 model kontroller kullanılmaktadır. Kendi markasına sahip 1024 erişim noktasını cihazını destekleyebilmektedir. Her marka denetleyici kendi markasıyla aynı olan erişim nokta cihazlarını yönetebilmektedir. Bu cihazların en önemli özelliğinden birisi, sahada bulunan erişim noktasına (kendisi

arasında kurduğu özel tünelleme sistemi sayesinde) izole edilmiş bir şekilde taşır. Şekil 5.1’de (c) noktasında erişim noktası denetleyecinin bulunduğu konum görülmektedir.

Erişim noktasında yayınlanan birden çok hizmet seti kimliklerine bağlanan kullanıcıları merkezde bağlı bulunduğu anahtar üzerinde ilgili ağ gruplarına atanır. Bu aşamada kullanıcı yerel ağlardan izole edilerek güvenli bir şekilde internete çıkarılmış olunur. Kullanıcılardan gelen internet isteği taleplerini algılayarak hotspot karşılama ekranlarına yönlendirir. Erişim noktası denetleyici üzerinde oluşturulan 11 adet kablosuz yerel alan ağları (WLAN) Şekil 5.6’ da görülmektedir. Her bir lokasyon için şekilde görüldüğü üzere farklı WLAN’ lar tanımlanmış olup WLAN numaraları ile belirtilmiştir.



**WLAN Configuration**  
View all existing WLANs and their basic configuration settings, or create a new one.

Refresh Create New Delete Selected Search terms:

<input type="checkbox"/>	WLAN Name ▲	SSID	Description
<input type="checkbox"/>	IBB_WiFi	IBB_WiFi	IBB_WiFi SSID

Show 10 ▼

**WLAN Groups**  
View all existing WLAN groups and their basic configuration settings, or create a new one.

Refresh Create New Delete Selected Search terms:

<input type="checkbox"/>	WLAN Group Name ▲	Description
<input type="checkbox"/>	Aksaray	IBB WIFI 703
<input type="checkbox"/>	Alibeykoy Cep Otogar	IBB WIFI 704
<input type="checkbox"/>	Alibeykoy Lojistik	IBB WIFI 749
<input type="checkbox"/>	Cevahir Ek Hizmet	IBB WIFI 714
<input type="checkbox"/>	default	Default WLAN Group
<input type="checkbox"/>	Edirnekapi Yerteskesi	IBB WIFI 722
<input type="checkbox"/>	Eminonu	IBB WIFI 701
<input type="checkbox"/>	Fatih Kultur D. Bsk.	IBB WIFI 754
<input type="checkbox"/>	Florya Sosyal Tesis	IBB WIFI 705
<input type="checkbox"/>	Galata Kulesi	IBB WIFI 708
<input type="checkbox"/>	Goztepe Parki	IBB WIFI 712

Şekil 5.6. Kablosuz Yerel Alan Ağ Gruplarının Tanımlanması

Erişim noktası denetleyici üzerinden lokasyonlarda oluşturulan WLAN gruplarındaki erişim noktaları yönetilebilmektedir. Şekil 5.7’ de Aksaray WLAN grubunun içinde yer alan erişim noktaları görülmektedir.



**General Options**

Name: \* Aksaray

Description: Aksaray

Location:  Override  (example: )

Location Additional Information:  Override  (example: )

GPS Coordinates: Latitude:  , Longitude:

**Group Members**

Members:

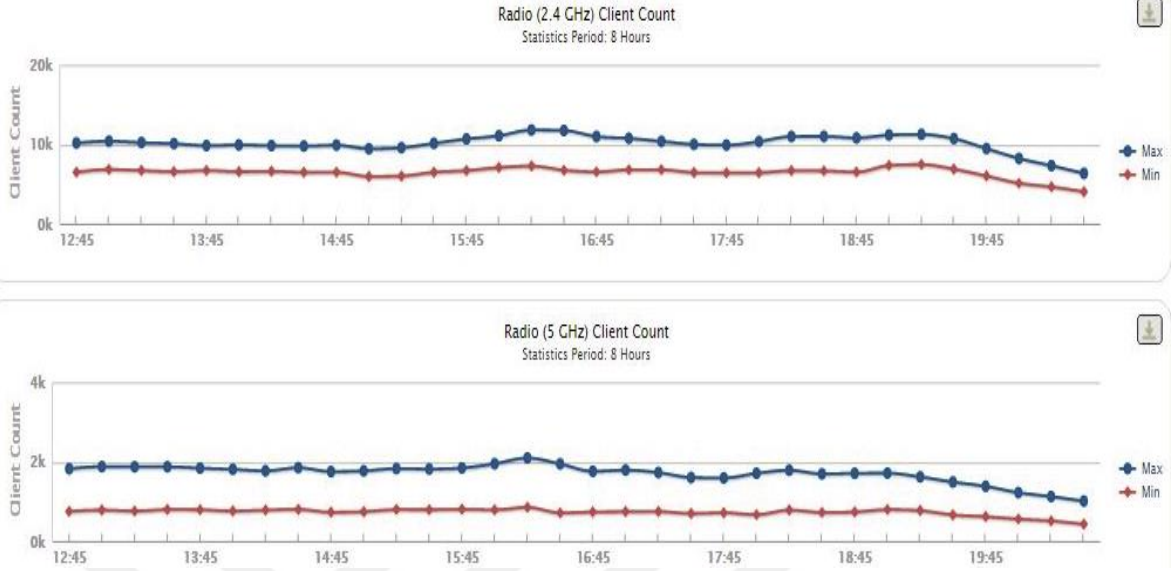
Member	Device Name
<input type="checkbox"/> 6C:AA:B3:26:B0:A0	Aksaray-1
<input type="checkbox"/> 6C:AA:B3:26:B4:A0	Aksaray-2
<input type="checkbox"/> 6C:AA:B3:26:B8:60	Aksaray-3

**Şekil 5.7.** Aksaray WLAN’ı Erişim Noktaları Kurulum Ekranı

Erişim noktası denetleyici üzerinde Kablosuz Yerel Alan Ağ (WLAN) ismi Aksaray olarak verilmiştir. WLAN Groups ismi belirlenen her lokasyon için farklı olarak verilebilir. Aksaray lokasyonunda toplamda 3 adet erişim noktası bulunmaktadır. Erişim noktaları, erişim noktası denetleyici üzerinden yönetilebilmektedir. Erişim noktalarının isimleri ve çerçeve (frame) düzeyinde MAC adresleri görülebilmektedir.

Erişim noktası denetleyici sayesinde meydanlarda bulunan erişim noktalarına bağlanan kullanıcı sayıları saatlik olarak görülebilir ve Şekil 5.8’ de grafiksel olarak verilmiştir.





**Şekil 5.8.** Erişim Noktalarına 2.4 ve 5GHz’ den Bağlanan Kullanıcı Sayısı Grafiği

Bu grafiklerden elde edilen veriler sistem yöneticisi tarafından değerlendirilerek sistemin kullanıcı bazındaki performansı takip edilir. Ayrıca 2,4 ve 5 GHz’ den bağlanan kullanıcılar ayrı ayrı grafiklendirilir ve farklı bantlardaki kullanıcı sayısı sistem yöneticisi görebilir. Sistem yöneticisi grafikten elde ettiği veriler doğrultusunda sistemi analiz ederek erişim noktaları artırımı gibi işlemleri sisteme uygulayabilir. Şekil 5.8’ de 2,4 ve 5 GHz’ deki saatlik kullanıcı sayıları sayısal değerleri tablo halinde Tablo 5.1’ de görülmektedir.

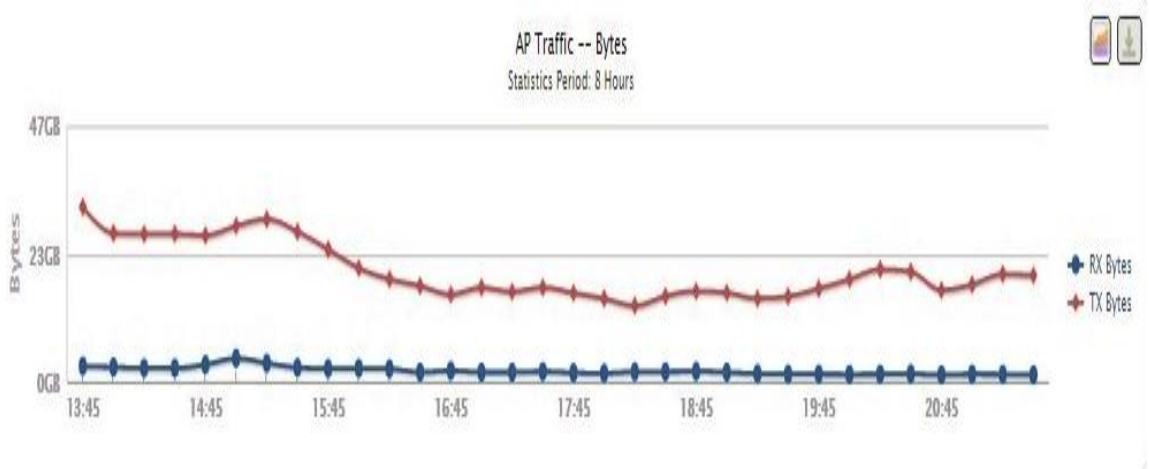
**Tablo 5.1.** Erişim Noktalarına 2,4 ve 5 Ghz’ den Bağlanan Kullanıcı Sayıları

Zaman	2,4GHz		5GHz	
	Max. Kullanıcı Sayısı	Min. Kullanıcı Sayısı	Max. Kullanıcı Sayısı	Min. Kullanıcı Sayısı
12:45	10,167	6,504	1,823	752
13:45	9,855	6,720	1,841	792
14:45	9,914	6,490	1,754	729
15:45	10,682	6,713	1,844	805
16:45	10,989	6,524	1,759	734
17:45	9,907	6,423	1,593	717
18:45	10,819	6,521	1,709	737
19:45	9,470	6,014	1,382	619

Tablo 5.1’ de görüldüğü gibi 2,4GHz’den bağlanan kullanıcı sayısı 5GHz’ den bağlanan kullanıcı sayısından daha fazladır. Bunun nedeni 802.11ac standardına sahip olan erişim noktalarından 2,4GHz ve 5GHz bandında yayın yapılabilirken bağlanan kullanıcıların 802.11ac standardında olmamasıdır. Günümüzde 802.11ac standardına sahip az sayıda kullanıcı cihaz kullanılmaktadır.

Erişim noktası denetleyici tarafından sahada bulunan erişim noktaları üzerinden geçen ve kullanıcılar tarafından oluşturulan bytlerle veri miktar trafiği Şekil 5.9’ da grafiksel olarak görülmektedir.

Erişim noktaları üzerindeki veri akışı veri trafiği olarak tanımlanır. Şekil 5.9’ deki veri miktarı saatlik değişim değerleri, Tablo 5.2’ de görülmektedir



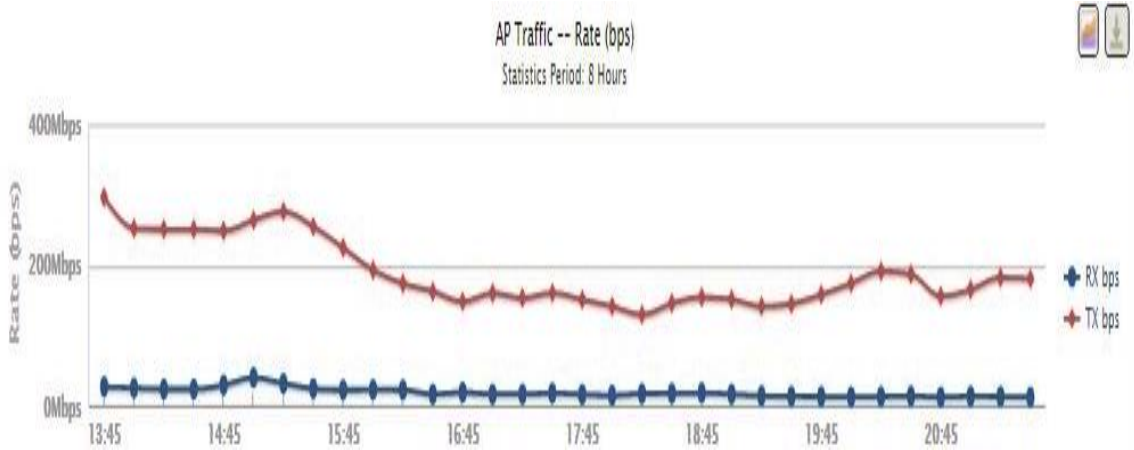
Şekil 5.9. Erişim Noktalarından Geçen Veri Miktarı Grafiği

**Tablo 5.2.** Erişim Noktalarından Geçen Saatlik Veri Miktarı Değerleri

Zaman	Rx(Veri indirme)	Tx(Veri yükleme)
13:45	3,050,533,204	34,158,764,788
14:45	3,344,628,236	28,612,754,044
15:45	2,558,209,797	25,841,920,777
16:45	2,132,204,727	17,026,301,398
17:45	1,779,014,335	17,318,406,150
18:45	2,043,758,042	17,712,730,998
19:45	1,453,416,185	18,184,144,947
20:45	1,345,281,170	17,910,743,619

Tablo 5.2’ de görülen değerler Byte cinsinden ve Şekil 5.9’ daki grafikteki değerler ise GB cinsinden belirtilmiştir (1 GB= 1,073,741,824 Byte).

Saatlik olarak erişim noktalarında ulaşılan en yüksek ve en az veri iletim hızlarını takip etmek mümkündür. Veri aktarım hızı, ağ ya da internet ortamında bulunan bir verinin iki nokta arasından iletilmesi sırasında bir saniyede geçen bit ya da byte sayısıdır. Başka bir deyişle bir saniyede iletilen bit ya da byte sayısı ne kadar ise veri aktarım hızı o kadardır. Bir saniyede aktarılan veriyi ifade etmek için MBps (MB/saniye) kısaltması kullanılır. Şekil 5.10’ da saatlik olarak erişim noktalarında ulaşılan en yüksek ve en az veri iletim hızları verilmiştir.



**Şekil 5.10.** Erişim Noktalarında Veri İletim Hızı Grafiği

Erişim noktası denetleyici en yüksek ve en az veri iletim hızlarını derleyerek grafiğin tepe ve taban noktalarını oluşturur. Şekil 5.10’ da bulunan veri hızı sayısal değerleri Tablo 5.3’ de görülmektedir.

**Tablo 5.3.** Erişim Noktalarında Veri İletim Hızı Değerleri

Zaman	Rx(Veri indirme)	Tx(Veri yükleme)
13:45	26,480,320	296,517,060
14:45	29,033,230	248,374,600
15:45	22,206,680	224,322,230
16:45	18,508,720	147,797,770
17:45	15,442,830	150,333,390
18:45	17,740,960	153,756,340
19:45	12,616,460	157,848,480
20:45	11,677,790	155,475,200

Erişim noktalarındaki veri hızı trafiğine bakıldığında veri indirmedeki en çok yoğunluk 14:45’ de, veri yüklemedeki en çok yoğunluk ise 13:45’ de görülmüştür. Bu yoğunluklar kullanıcıların internet üzerinde yaptıkları işlemlerden kaynaklanmaktadır.

#### **d) DHCP (Dinamik Host Yapılandırma Protokolü) Servis Cihazı**

Erişim noktası üzerinden yayınlanan SSID’ ye bağlanan kullanıcılar otomatik IP alma talebinde bulunurlar ve aynı zamanda bu talebin içerisine ‘dhcp option 82’ başlığı eklenerek kullanıcının bağlanmaya çalıştığı erişim noktası bilgisi de yer alır. DHCP server bu istekleri karşılayarak kullanıcıya ilgili ağ grubundan IP, DNS (Domain Name Service-Alan Adı Servisi) bilgilerini sağlar. Kullanıcı aldığı otomatik IP sayesinde internete erişebilir. DHCP servis cihazının topolojide bulunduğu konum Şekil 5.1’ de (d) noktasında görülebilmektedir.

#### **e) Hotspot, Radius Servis ve Log Servis Cihazları**

Hotspot, radius servis ve log servis cihazları Şekil 5.1’ de (e) noktasında görüldüğü gibi konumlandırılmıştır.

- i) **Hotspot (Kablosuz Erişim Alanı) uygulaması:** Kullanıcıların IP aldıktan sonra internete erişmeye çalıştıkları anda ekranlarına çıkan karşılama ekranıdır. Bu karşılama ekranında kullanıcıdan mevcut kayıt bilgilerinin girilmesi ve ardından internete erişimi istenir. Kayıt bilgileri bulunmuyor ise yeni kayıt için Radius servisini yönlendirilir.
- ii) **Radius (Remote Authentication Dial-in User Service-Uzaktan Kimlik Doğrulama Çevirmeli Kullanıcı Hizmeti) Servis Uygulaması:** Karşılama ekranından sonra kullanıcıların yönlendirileceği servistir. Kullanıcıların girmiş olduğu kayıt bilgileri burada tutulur ve yeni bir hesap açılmış olur. Daha sonra kullanıcı bu bilgilerle her girmek istediğinde bu servis üzerinden kimlik bilgileri doğrulanır veya doğrulanmayarak ret edilir.
- iii) **Log (Kayıt) Servis Cihazı:** Sağlanan servis üzerinden internete çıkan kullanıcıların yasa gereği tutulması zorunlu olan internet trafiği bilgilerinin kesintisiz ve güvenilir bir şekilde tutulduğu cihazdır. Bu cihazda tutulan loglar logsign yazılımı tarafından tablolar oluşturularak gerekli bilgiler alınabilir.

**f) Güvenlik Duvarı (Firewall) Cihazı**

Internet üzerinden gelen kötü amaçlı kod, virüs ve zararı yüksek olan internet sitelerinin olumsuz ve kötü etkilerinden korunmak için geliştirilmiş olan bir cihazdır. Kendisine yönlendirilmiş ağlardaki kullanıcıları güvenilir bir şekilde internete çıkartır, arkasında bulunan cihazların güvenliğini sağlar. Çalışmada kullanılan Fortigate 1000c modeli fiziksel yapısı Şekil 5.11’ de görülmektedir. Üzerinde 36 port bulunmaktadır.



**Şekil 5.11.** Güvenlik Duvarı (Firewall Fortigate 1000c modeli) Fiziksel Yapısı

Fortigate 1000c üzerinde belirli şekillerde hazırlanmış olan güvenlik duvarları mevcuttur. Güvenlik duvarı cihazı Şekil 5.1’de (f) noktasında konumlandırılmıştır.

Sistemin bu şekilde ayrıntılı dizayn edilmesi ile genel anlamda kötü yazılımlardan korunmuş olmaktadır.

#### **g) Anahtar (Switch)**

Çalışmada merkez tarafında kullanılan anahtar (switch) Cisco 3560 modelinde OSI 3.katmanı olan ağ katmanı düzeyinde çalışan bir cihazdır. Çalışmada kullanılan Cisco 3560 anahtar modelinin fiziksel yapısı Şekil 5.12' de görülmektedir.



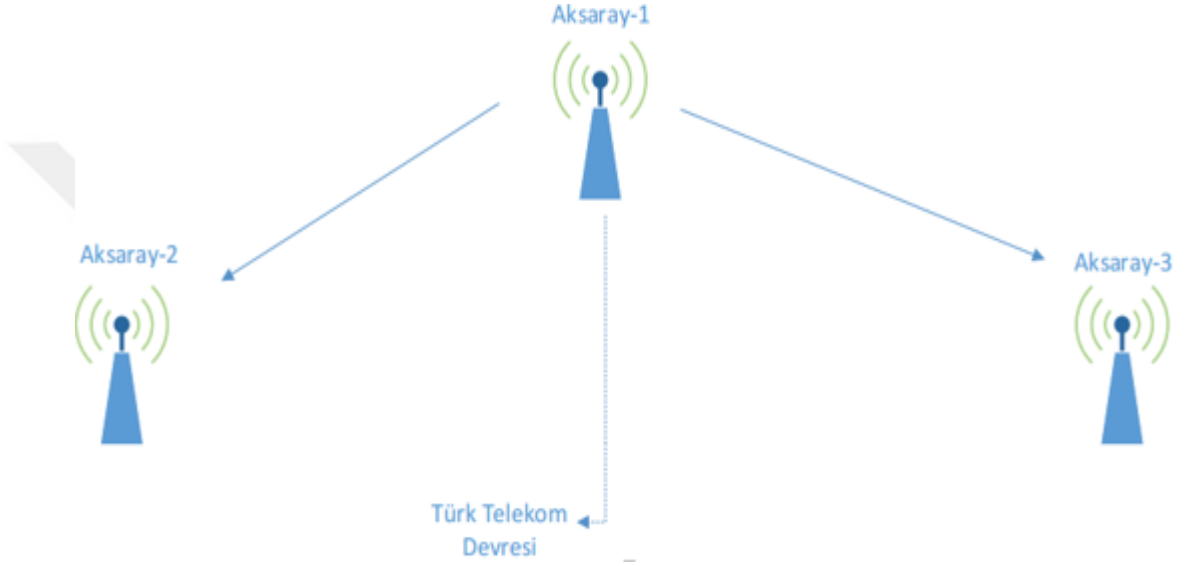
**Şekil 5.12.** Cisco 3560 Anahtarın Fiziksel Yapısı

Ağ katmanı düzeyinde çalışan anahtarlarda sanal yerel alan ağ (Virtual Lan; VLAN) ayarları yapılabilmektedir. VLAN; yerel ağları anahtarlarla bölerek ağ içerisinde çalışma grupları oluşturmaktır. Anahtar üzerinde 48 port bulunmaktadır. VLAN sayesinde anahtar üzerinde bulunan portları birbirinden ayırarak ağ üzerindeki riskleri ve karmaşıklığı ortadan kaldıracaktır. VLAN kullanımı aynı zamanda ağ yatırımını da azaltmaktadır. Cisco 3560 modelinde 1024 adet VLAN oluşturulabilmektedir. RADIUS servisleri ve tüm portlar IEEE 802.11 standartlarını desteklemektedir.

Yapılan çalışmada bulunan WLAN sayısı kadar VLAN oluşturularak gerekli olan yönlendirme işlemleri yapılmıştır. Anahtarın konumu Şekil 5.1' de (g) noktasında görülmektedir.

## 5.2. Örnek WLAN Yapıları: Aksaray ve Kadıkoy Lokasyonları

Aksaray WLAN, yapısında; alt yapı mimarisi kullanılarak oluşturulmuştur. Lokasyonların Aksaray WLAN örneğinin yapısı Şekil 5.13’ de verilmiştir. Aksaray WLAN yapısında çevre şartlarından dolayı yeterli sayıda Türk Telekom haberleşme alt yapısı ve enerji noktası olmadığından az sayıda erişim noktası kullanılır.



Şekil 5.13. Aksaray WLAN Yapısı

Aksaray lokasyonuna uygun olan WLAN yapısı tasarlanmadan önce gerekli olan keşifler yapılmıştır. Mevcutta bulunan elektrik direkleri belirlenerek erişim noktaları için gerekli olan enerji alt yapısı hazırlanmıştır. Enerji noktaları belirlendikten sonra noktaya yakın olan Türk Telekom devreleri hakkında araştırmalar yapılmıştır. Gerekli olan Türk Telekom devreleri tanımlanarak erişim noktası kurulum işlemine başlanmıştır. WLAN sistemi için toplamda 3 adet erişim cihazı kullanılarak, 1 adet Türk Telekom sabit bağlantılı telefon hattı tanımlanmıştır. Bu erişim noktalarının konfigürasyonları birbirini görecek şekilde yapılmış ve istemci isteklerini alıp onların ağa bağlanması sağlar. WLAN içerisinde, her erişim noktasına bir IP adresi vererek Ağ’ a (Network’e) dahil etmek yapılır. Ağ’ a dahil olan erişim noktasının IP numarasını, Web Browser’a yazarak erişim noktasına bağlanmış olup arayüz ekranında görülebilir. Aksaray-1 isimli erişim

cihazına gerekli olan bir IP adresi verdikten sonra Türk Telekom devresine fiziksel olarak bağlanarak sonra erişim noktası denetleyici tarafından devreye sokulur. Daha sonra Aksaray-2 ve Aksaray-3 isimli erişim noktaları Aksaray-1 isimli cihazı görecektir şekilde devreye alınarak Aksaray-1 isimli erişim noktası ile otomatik olarak kablosuz cihazdan-cihaza mimarisi oluşturulması sağlanır.

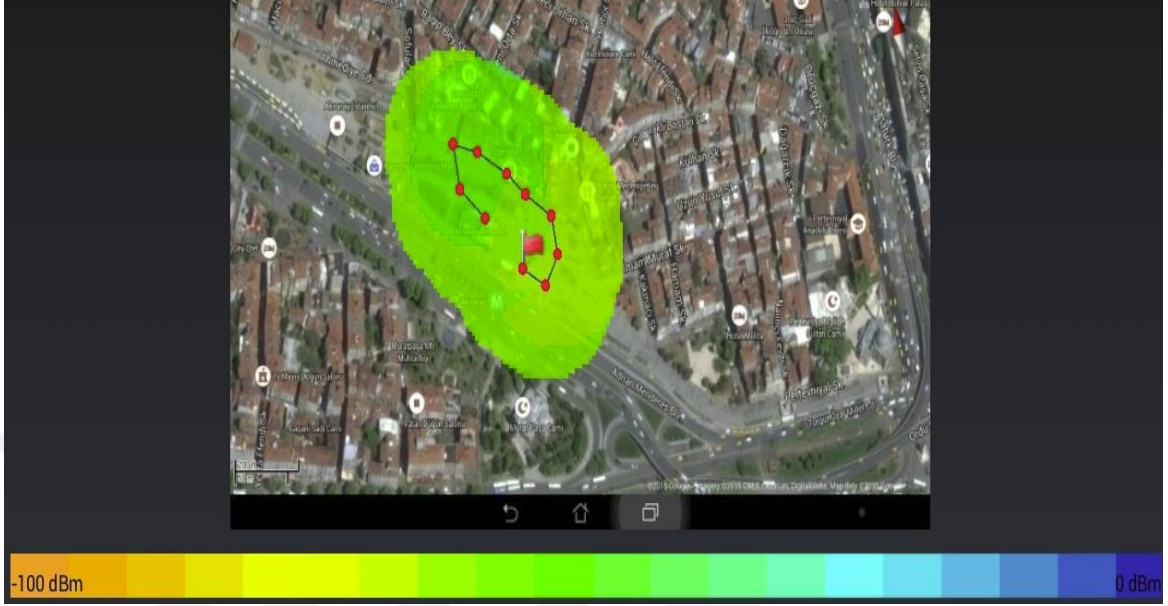
Direk üzerine kurulumu yapılmış olan 1 adet erişim noktası Şekil 5.14' de görülmektedir.



**Şekil 5.14.** Kurulumu Yapılan Erişim Noktası

Lokasyonlarındaki WLAN kapsama alanı ölçümleri bazı programlar aracılığı ile yapılabilir. Aksaray WLAN yapısının kapsama alanı ölçümü AirMagnet programı ile gerçekleştirilmiştir. Şekil 5.15' de 3 adet erişim noktası etrafında kırmızı ile gösterilen 10 farklı noktadan yapılan ölçümler sonucunda oluşan kapsama alanı haritası görülmektedir.

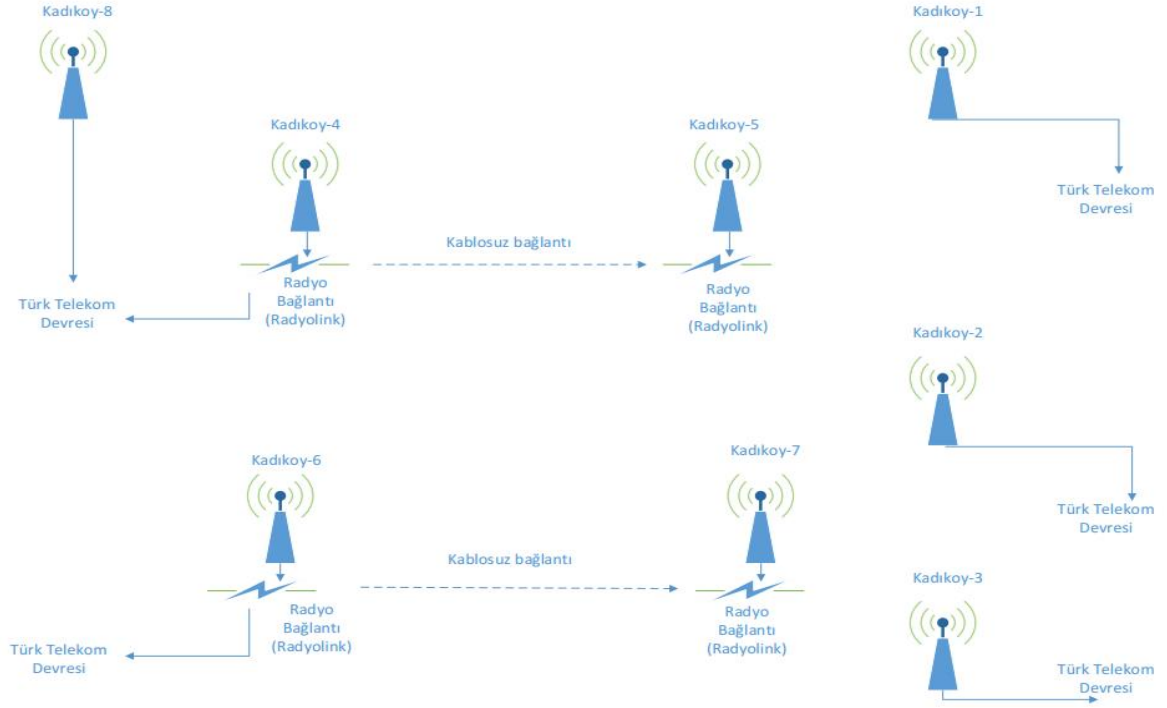




**Şekil 5.15.** Aksaray WLAN Kapsama Alanı Haritası

WLAN yapılarında sinyal düzeyini belirlemek için kullanılacak birimlerden biri decibel miliwatt (dbm)'tır. 0 ile (-109) arasında bulunan sinyal değerleri ile ifade edilebilir. Sinyal seviyesi eksiye doğru arttıkça sinyal kalitesi düşer. 0 ile (-73) arasında ölçülen noktalarda sinyal seviyesi güçlü olarak değerlendirilir. (-73) ile (-92) arasında ölçüm yapılan noktalar orta, (-92) ile (-109) arasında bulunan sinyal değerleri ise zayıf sinyal olarak değerlendirilir. Aksaray WLAN yapısında sinyal değerleri (-100) ile 0 arasında farklı renkler ile ifade edilir. Yeşil olarak görülen yerlerde sinyal seviyeleri güçlüdür. Sarı renkte olan yerlerde doğru gidildikçe sinyal seviyesi düşer.

Genişletilmiş altyapı mimarisi ile tasarlanan lokasyonlardan biri olan Kadıkoy WLAN yapısı ise Şekil 5.16' da görülmektedir.



**Şekil 5.16.** Kadıkoy WLAN Genişletilmiş Alt Yapı Mimarisi

Kadıkoy WLAN yapısı tasarlanmadan önce lokasyon çevresinde gerekli olan Türk Telekom devreleri ve enerji noktaları hakkında araştırmalar ve keşifler yapılmıştır. Yapılan araştırmalar sonrasında Türk Telekom devreleri ve enerji noktalarının yeterli sayıda olmasından dolayı genişletilmiş altyapı mimarisinin tasarlanmasına karar verilmiştir. Kadıkoy WLAN yapısı için 8 adet erişim noktası, 4 adet radyo bağlantı (radyolink) cihazı ve 5 adet Türk Telekom devresi tanımlanır. Kadıkoy WLAN grubunun içinde yer alan erişim noktaları Şekil 5.17’ de erişim noktası denetleyici üzerinde görülmektedir.

[-] General Options

**Name:** \*

**Description:**

**Location:**  Override

**Location Additional Information:**  Override

**GPS Coordinates:** Latitude:  , Longitude:

[-] Group Members

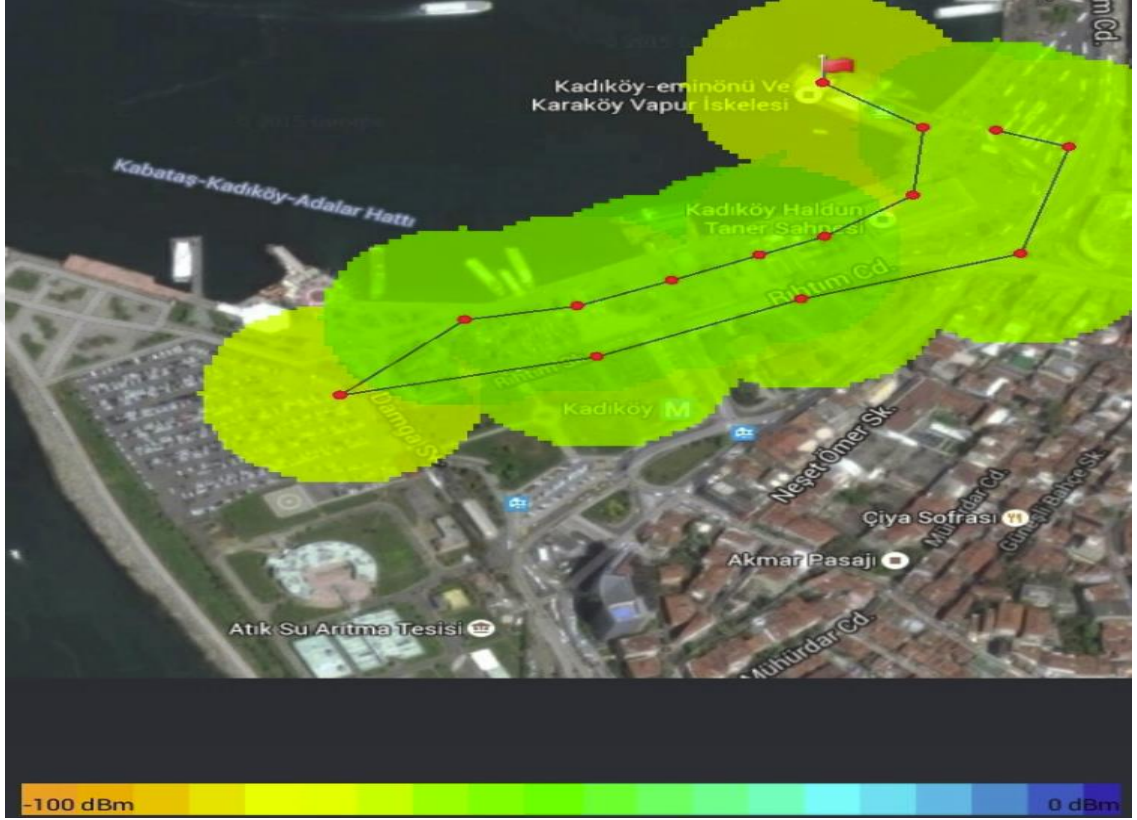
**Members:**

<input type="checkbox"/>	Member	Device Name
<input type="checkbox"/>	2C:5D:93:36:6E:70	Kadikoy-2
<input type="checkbox"/>	6C:AA:B3:26:B1:D0	Kadikoy-3
<input type="checkbox"/>	6C:AA:B3:26:B2:90	Kadikoy-1
<input type="checkbox"/>	6C:AA:B3:26:B2:E0	Kadikoy-6
<input type="checkbox"/>	6C:AA:B3:26:B4:80	Kadikoy-4
<input type="checkbox"/>	6C:AA:B3:26:B4:F0	Kadikoy-5
<input type="checkbox"/>	F0:B0:52:37:BB:30	Kadikoy-7
<input type="checkbox"/>	F0:B0:52:3B:28:70	Kadikoy-8

**Şekil 5.17.** Kadıkoy WLAN Yapısındaki Erişim Noktaları

Kadıkoy WLAN yapısı oluşturulken enerji alt yapısı bulunan direklere erişim noktası ve radyo bağlantı cihaz montajları gerçekleştirilerek, gerekli olan Türk Telekom devreleri tanımlanır. Erişim noktaları üzerinde gerçekleştirilen ayarlamalardan sonra Kadıkoy-1, Kadıkoy-2, Kadıkoy-3, Kadıkoy-4, Kadıkoy-6, Kadıkoy-8 isimli erişim noktaları Türk Telekom devrelerine radyo bağlantı cihazı kullanılmadan direk fiziksel bir kablo bağlanır. Kadıkoy-5 ve Kadıkoy-7 isimli erişim noktaları ise Türk Telekom devresine radyo bağlantı cihazı üzerinden kablosuz olarak bağlanır. Kadıkoy-5 ve Kadıkoy-7 isimli erişim noktalarında Türk Telekom devresi bulunmadığından dolayı radyo bağlantı cihazı kullanılır. Türk Telekom devresinin bulunduğu noktadaki Kadıkoy-4 isimli erişim cihazı ile Türk Telekom devresinin bulunmadığı noktadaki Kadıkoy-5 isimli erişim cihazı birbiri ile radyo bağlantı cihazı ile haberleşerek merkez ile bağlantı kurarlar. Kadıkoy-6 ve Kadıkoy-7 isimli erişim noktalarına da birbiri ile aynı yolu izyeleri radyo bağlantı cihazı üzerinden haberleşirler. Tasarlanmış olan WLAN yapısı kapsamında bulunan kullanıcılar erişim noktalarından yayınlanan IBB-WiFi SSID'sine bağlanarak internete çıkış yapar.

Kadıkoy WLAN yapısındaki 8 adet erişim noktası etrafında kırmızı renk ile görülen 14 farklı noktadan yapılan ölçümler sonucu oluşan kapsama haritası Şekil 5.18’ de görülmektedir.



Şekil 5.18. Kadıkoy WLAN Yapısı Kapsama Alanı Haritası

Kadıkoy WLAN yapısında yeşil renkle görülen yerlerde kullanıcılar güçlü sinyal seviyeleri ile internete erişim sağlarlar, sarı renkte olan yerlere doğru gidildikçe sinyal seviyesi azalarak internete erişim zorlaşır.

Kadıkoy WLAN lokasyonu ile Aksaray WLAN lokasyonu karşılaştırılırsa ;

- Aksaray WLAN lokasyonunda çevre şartlarından dolayı daha az sayısı da Türk Telekom devreleri bulunmaktadır.
- Aksaray WLAN lokasyonunda kullanılan mimari yapı örgü iken Kadıkoy WLAN lokasyonunda genişletilmiş alt yapı mimarisi kullanılır.
- Aksaray WLAN lokasyonun da 3 adet erişim noktası kullanılırken Kadıkoy WLAN lokasyonunda 8 adet erişim noktası kullanılır.

- Aksaray WLAN lokasyonunda çevre şartlarından ve erişim noktası az sayıda olduğundan dolayı daha az kapsama alanı sağlar.
- Kadıkoy WLAN yapısındaki kapsamı daha geniş olduğundan internete erişim sağlayan kullanıcı sayısı daha fazladır.

WLAN yapılarında kullanılan erişim noktaları sayıları EK-2 ' de verilmiştir.

## 5.2. İnternet'e WLAN' lar Sistemi İle Erişim Uygulaması ( İstanbul Metropol Örneğinde)

İstanbul Metropolünde belirlenen lokasyonlarda Kablosuz Yerel Alan Ağına bağlanarak internet hizmetinden yararlanabilmek için her kullanıcının akıllı telefon, tablet bilgisayar veya dizüstü bilgisayar ile İBB-WiFi hizmeti verilen noktalardan (Şehir meydanları, park ve bahçeler vb.) İBB-WiFi SSID'sine bağlanması gerekmektedir. Logsign yazılım firması tarafından WiFi arayüz ekranı geliştirilmiştir. İBB-WiFi SSID'sine akıllı telefon, tablet veya dizüstü bilgisayardan Şekil 5.19' da görüldüğü gibi bağlanılabilir.



Şekil 5.19. İBB-WiFi SSID Ekranı

İBB-WiFi sistemine bağlandıktan sonra akıllı telefon, tablet veya dizüstü bilgisayarlarında bulunan internet tarayıcılarından internete bağlanır. Şekil 5.20’ de ekrana gelen giriş sayfasında kayıt ikonuna tıklanılarak e-posta adresi ve telefon numarası girilerek, kullanıcı kabul edilir. Gönder butonuna tıklandıktan sonra sistem yeni kullanıcıyı algılar ve İBB-WiFi SSID’ sine bağlanabilmesi için SMS olarak kullanıcıya bir şifre gönderir.

The image shows two views of the İBB-WiFi registration interface. The left view shows the 'GİRİŞ' (Login) page with a 'KAYIT' (Register) button highlighted in red. The right view shows the 'KAYIT' (Register) page with the 'E-Posta' field (demircan@hotmail.com), 'Telefon Numarası' field (8532853), and 'Ör: 5xx4121356' highlighted in red. The 'Kullanım şartlarını kabul ediyorum' checkbox is checked, and the 'Gönder' button is highlighted in red.

Şekil 5.20. İBB-WiFi Kayıt Ekranı

İBB-WiFi sistemine giriş sayfasından telefon numarası ve cep telefonuna gelen SMS ile gelen şifreyle Şekil 5.21’ de görüldüğü gibi giriş yapılarak internet hizmetinden yararlanılabilir.

The image shows the 'GİRİŞ' (Login) page of the İBB-WiFi system. The 'Telefon Numarası' field (8532853) and the 'Şifre' field (\*\*\*\*) are highlighted in red. The 'GİRİŞ' button is also highlighted in red. Below the login form are buttons for 'KAYIT', 'ŞİFRE DEĞİŞTİRME', and 'ŞİFRE HATIRLATMA'. A banner at the bottom reads 'İstanbul'da internet artık ÜCRETSİZ!..'.

Şekil 5.21. İBB-WiFi Giriş Ekranı



## 6. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu bölümde tasarlanan WLAN' lar sistemi üzerinde yapılan inceleme çalışmaları sonucunda elde edilmiş olan sonuçlar sunulacaktır. Logsign yazılımı ile yapılan çalışmalarda haftalık olarak WLAN lokasyonlarına bağlı olan kullanıcıların sayısı, sağlanan erişim ve kullandığı veri miktarı, WLAN lokasyonlarından internete erişen kullanıcıların en çok kullandıkları siteleri, WLAN lokasyonlarına göre kota kullanımını ve tasarlanmış olan genel ağ topolojisindeki ağ trafiği ve ağ kullanım oranı incelenmiştir.

### 6.1. Kablosuz Yerel Alan Ağ' lar Sisteminde Logsign Yazılımı İle Çıkarılan İstatikseller

Logsign yazılımı ağdaki tüm cihazlardan topladığı bilgileri Log Servisine kaydeder ve buradaki Logları analiz ederek anlaşılır sonuçlar elde edilmektedir. Logsign yazılımı, radius servis uygulaması yoluyla sisteme bağlı olan kullanıcıların bağlı oldukları lokasyon, kullandıkları web siteleri gibi istatistiklerini toplayan ve belirli verileri kaydeden, anlaşılabilen ve grafikler çizebilen bir programdır. Gerekli yetkilendirilmeler yapıldıktan sonra internet tarayıcıları aracılığı ile yazılım arayüzüne erişilebilmektedir.

Otomatik olarak hazırlanan günlük ve haftalık raporlar sayesinde, ayrıntılı haftalık kota kullanımının yanında, hafta içerisinde günlük kota dağılımı, lokasyonlara göre kota dağılımı, en çok ziyaret edilen siteler, kullanıcıların bağlı kaldıkları süre, saatlik giriş yapan kullanıcı sayıları, lokasyona göre güvenlik duvarı trafik raporu gibi istatistikler görsel olarak izlenebilmektedir. Bu kayıtları tutmak için özel algoritma kullanılmaktadır.

Örneğin, Şekil 6.1’ de 25.12.2015 ve 01.01.2016 tarihleri arasında haftalık olarak oluşturulan raporda WLAN lokasyonlarına göre kullanıcı erişim grafiği görülmektedir.

## Haftalık Lokasyona Göre Tekil Kullanıcı Erisim Raporu

Time Range : 2015-12-25 00:00:00 - 2016-01-01 23:59:59

Total : 149004



### 6.1. Lokasyon WLAN’larında Kullanıcı Erişim Sayıları Grafiği

WLAN lokasyonlarında kullanıcı erişim grafiğinde inceleme yaparak 30 farklı WLAN lokasyonunda kullanıcı erişiminin en fazla olduğu WLAN lokasyonu üzerinden erişim yapan kullanıcı sayıları görülmektedir. Bu sayede hangi lokasyon üzerinden daha çok kullanıcının Internet’e erişim yaptığı grafik sayesinde ortaya çıkmaktadır. Şekil 6.1’ deki grafikte bulunan WLAN lokasyonlarındaki kullanıcı sayıları en büyükten itibaren başlamak üzere sıralı biçimde Tablo 6.1’ de ayrıntılı olarak görülebilir.



**Tablo 6.1.** Lokasyon WLAN'lara Kullanıcı Erişim Sayıları

No	Lokasyon WLAN'ları	Tekil Kullanıcı Sayısı
1	Kadikoy Meydan	2334
2	Eminonu Meydan	1418
3	Taksim Ataturk Kutuphane	1373
4	Uskudar Meydan	1305
5	Taksim Meydan	1261
6	Sultanbeyli Meydan	1111
7	IETT Peron-Mecidiyekoy	938
8	Beşiktaş Meydan	724
9	IETT-K1002	712
10	Sarachane Parki	698
11	Beyazit Meydan	669
12	IETT Peron-Yenibosna	660
13	Alibeykoy Cep Otogar	649
14	Haldun Alagas Spor A.S	619
15	Mecidiyekoy Meydan	608
16	Sarachane IBB Binasi	585
17	Esenler Meydan	559
18	IETT Peron-Besiktas	520
19	Kartal Ek Hizmet Binasi	517
20	Florya Parki	506
21	Sultanahmet Meydan	493
22	Aksaray Meydan	468
23	Sirinevler Meydan	455
24	IETT Peron-Kartal	431
25	ISKI	416
26	Eyup Meydan	394
27	Edirnekapi-Zabita Md.	384
28	A.S.U Halk ve Cocuk Kutuphanesi	367
29	IBB Merter Bina	365
30	IBB Cisco	359

Bir haftalık zaman aralığında en çok kullanıcı yoğunluğunun olduğu Kadikoy Meydan WLAN, en az kullanıcı yoğunluğunun olduğu ise IBB Cisco WLAN olarak görülmektedir. Kullanıcı yoğunluğunun az olduğu lokasyonlarda erişim noktası sayısı artırılarak WLAN kapsama alanı genişletip daha çok kullanıcının erişim yapması sağlanabilir.

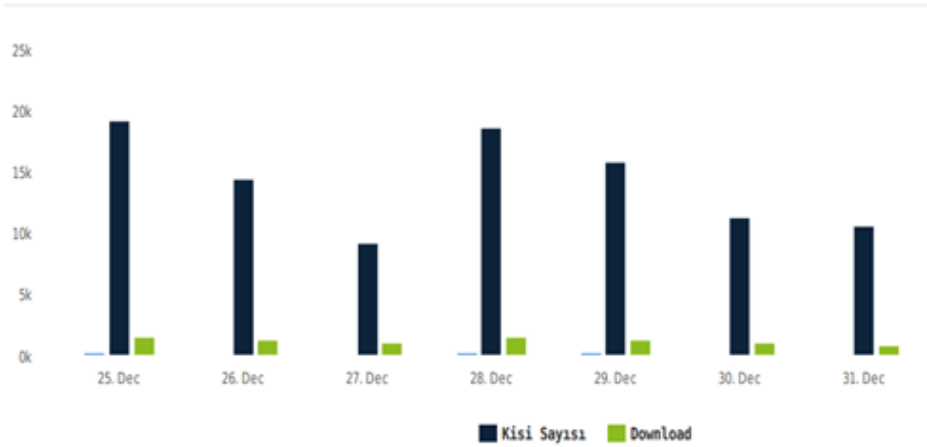
Logsign yazılımı tasarlanan ağda bulunan tüm cihazlardan ve WLAN yapılarıdaki erişim noktalarından yayınlanan IBB-WiFi SSID'sine bağlı olan kullanıcılardan topladığı bilgileri Log Server'ına kayıt ederek burada bulunan logları analiz eder. Elde edilen analizler ile anlaşılır istatistiksel sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Şekil 6.2' de 25.12.2015 ve 01.01.2016 tarihleri arasında haftalık toplam tekil kullanıcı erişim ve indirilen veri miktarı (GB'larla) raporunda kullanılan verinin günlük dağılım grafiği biçimde görülmektedir. Bu sayede kullanıcı sayısı ve veri kullanımının fazla olduğu günler tespit edilebilir ve o günler için ayrı bir takviye programının oluşturulması sağlama imkanı doğmaktadır.

## Haftalık Toplam Tekil Kullanıcı Erişim ve Veri Kullanım Raporu

Time Range: 25.12.2015 00:00:00 31.12.2015 00:00:00

Total : 149124



Şekil 6.2. Kullanıcı Erişim Ve Veri Kullanım Grafiği

Şekil 6.2’ deki grafikte oluşturulmuş olan WLAN’ larda bulunan erişim noktalarından internete erişim sağlayan toplam kullanıcı sayısı ve indirilen veri miktarı Tablo 6.2’ de ayrıntılı olarak görülebilir.

**Tablo 6.2.** WLAN’larda Erişim Sağlayan Kullanıcı Toplam Sayısı Ve Veri Kullanımı Miktarı

Tarih	Gün	Kişi Sayısı	Download (Veri indirme)
25.12.2015	Cuma	19195	1550.7 GB
26.12.2015	Cumartesi	14407	1287.9 GB
27.12.2015	Pazar	9128	1095.0 GB
28.12.2015	Pazartesi	18568	1542.0 GB
29.12.2015	Salı	15792	1322.2 GB
30.12.2015	Çarşamba	11238	989.7 GB
31.12.2015	Perşembe	10589	100.0 GB

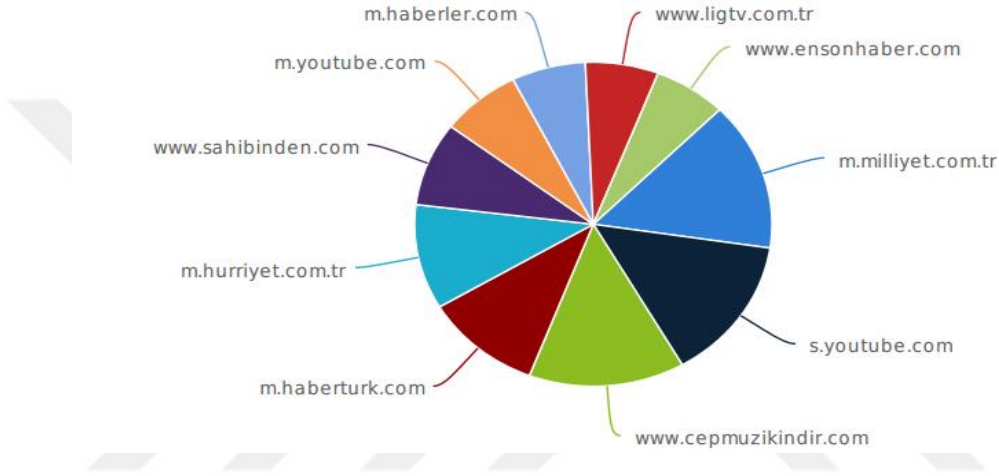
Tablo 6.2’ de görüldüğü gibi lokasyon WLAN’ larından internete erişim sağlayan en fazla kullanıcı sayısı ve veri kullanımı 25.12.2015 tarihinde toplamda 19.195 kişi tarafından toplamda 1550.7 GB veri kullanımı gerçekleştirildiği görülmektedir. En az kullanım ise 1.1.2016 tarihinde 7.800 kişi tarafından 511.1 GB veri kullanımı gerçekleşmiştir.

Şekil 6.3’ de görülen dairesel grafik ile 25.12.2015 ve 01.01.2016 tarihleri arasında kullanıcıların en çok tercih ettikleri web sitelerin dağılımı ortaya konmaktadır. Bu sayede hangi sitenin daha yoğun bir şekilde tercih edildiği ortaya çıkmaktadır. Ortaya çıkan istatistik sonucunda reklam amaçlı olarak kullanılabilir sitelerin ön analiz raporu bu grafik sayesinde elde edilmektedir. Gerekli yerlere bu bilgiler verilerek ciddi gelir imkanı elde edilebilir.

# Haftalık En Çok Erişilen Web Siteleri

Time Range : 2015-12-25 00:00:00 - 2016-01-01 23:59:59

Total : 6366190



**şekil 6.3.** En Çok Erişilen Web Siteleri Grafiği

Logsign yazılımı ile elde edilen şekil 6.3' deki grafikte en çok erişilen sitelerin sayıları sıralı biçimde sayısal olarak Tablo 6.3' de ayrıntılı olarak görülebilir.

**Tablo 6.3.** En Çok Erişilen Web Siteleri Ve Erişim Sayıları

Erişilen Site	Erişim Sayısı
m.milliyet.com.tr	133.016
s.youtube.com	128.455
www.cepmuzikindir.com	126.303
m.haberturk.com	95.465
m.hurriyet.com.tr	93.540
www.sahibinden.com	74.983
m.youtube.com	65.050
m.haberler.com	59.999
www.ligtv.com.tr	59.164
www.ensonhaber.com	58.978

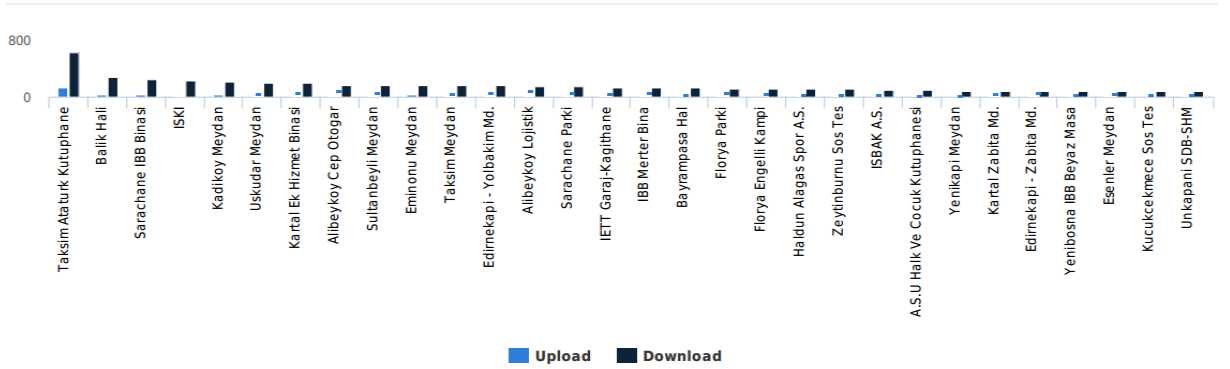
Tablo 6.3’ de görüldüğü gibi kullanıcılar tarafından en çok giriş yapılan site 133.016 kez olmak üzere m.milliyet.com.tr, en az giriş yapılan ise 58.978 kez olmak üzere www.ensonhaber.com sitesidir.

Ele aldığımız 30 farklı lokasyon WLAN’larında 25.12.2015 ve 01.01.2016 tarihleri arasında haftalık kota kullanımları Şekil 6.4’ de veri indirme (download) ve veri yükleme (upload) miktarları olarak GB’larla görülmektedir.

## Haftalık Lokasyona Göre Kota Kullanım Raporu

Time Range : 2015-12-25 00:00:00 - 2016-01-01 23:59:59

Total : 149145



**Şekil 6.4.** Lokasyon WLAN’larına Göre Haftalık Kota Kullanım Grafiği

Şekil 6.4’ deki lokasyon bazında kota kullanım değerleri Tablo 6.4’ de ayrıntılı olarak görülebilir.

**Tablo 6.4.** Lokasyon WLAN’ları İçin Veri Yükleme Ve Veri İndirme Değerleri

No	WLAN Lokasyonları	Upload (Veri yükleme)	Download (Veri indirme)
1	Taksim Atatürk Kutuphane	617.9 GB	123.5 GB
2	Balık Hali	274.9 GB	27.4 GB
3	Sarachane IBB Binasi	247.8 GB	30.2 GB
4	ISKI	225.6 GB	20.0 GB
5	Kadikoy Meydan	210.0 GB	26.2 GB
6	Uskudar Meydan	194.4 GB	19.5 GB
7	Kartal Ek Hizmet Binasi	189.3 GB	21.1 GB
8	Alibeykoy Cep Otogar	170.2 GB	17.3 GB
9	Sultanbeyli Meydan	168.0 GB	19.0 GB
10	Eminonu Meydan	159.1 GB	25.0 GB
11	Taksim Meydan	158.2 GB	22.4 GB
12	Edirnekapi- Yolbakim Md.	155.6 GB	14.8 GB
13	Alibeykoy Lojistik	143.5 GB	22.7 GB
14	Sarachane Parki	139.5 GB	15.8 GB
15	IETT Garaj-Kağıthane	138.7 GB	9.7 GB
16	IBB Merter Bina	136.5GB	15.8 GB
17	Bayrampaşa Hal	126.5 GB	9.9 GB
18	Florya Parki	117.7 GB	18.9 GB
19	Florya Engelli Kampi	109.8 GB	7.3 GB
20	Haldun Alagas Spor A.S.	108.5 GB	12.0 GB
21	Zeytinburnu Sos Tes	107.6 GB	8.9 GB
22	ISBAK A.S.	97.9 GB	12.6 GB
23	A.S.U Halk ve Çocuk Kutuphanesi	89.9 GB	14.7 GB
24	Yenikapi Meydan	89.4 GB	7.7 GB
25	Kartal Zabita Md.	87.6 GB	10.5 GB
26	Edirnekapi-Zabita Md.	86.3 GB	10.8 GB
27	Yenibosna IBB Beyaz Masa	85.1 GB	13.0 GB
28	Esenler Meydan	83.2 GB	9.7 GB
29	Kucukcekmece Sos Tes	80.2 GB	6.4 GB
30	Unkapani SDB-SHM	78.3 GB	10.7 GB

Burada WLAN lokasyonlarında nasıl bir veri tüketim kapasitesinin olduğu açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Bu değerler ile beraber lokasyon WLAN'ları karşılıklı olarak değerlendirme imkanı ortaya konulmuştur. Tablo 6.4' de görülen kapasite değerlerden de anlaşılacağı gibi en fazla veri yüklemesi ve veri indirmesi Taksim Atatürk Kutuphanesi WLAN' ında, en az veri yüklemesi ve indirmesi ise Unkapani SDB-SHM WLAN' ında gerçekleşmiştir.

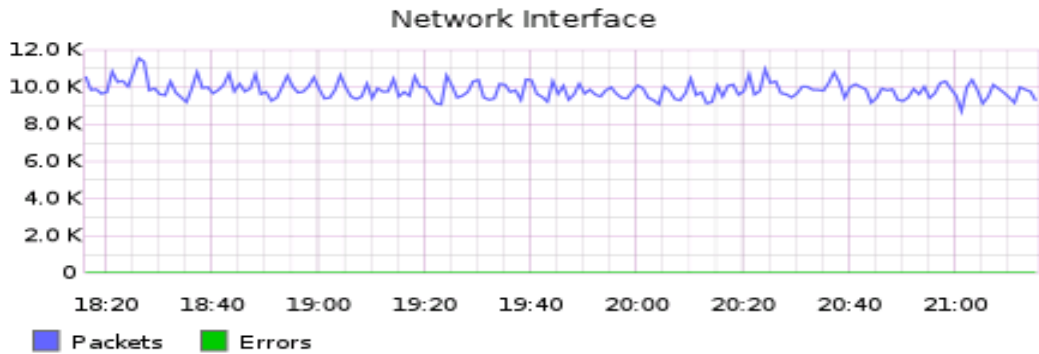
## 6.2. Kablosuz Yerel Alan Ağ'lar Sistemi Ağ Trafikği

Birden fazla kablosuz yerel alan ağın bulunduğu bir yapıda kablosuz yerel alan ağlarına bağlı olan cihazlar tarafından oluşturulan ağ trafikği izlemek ağda oluşabilecek sorunları çözüme açısından önemli bir yer tutmaktadır.

Ağ trafikği, belirli bir zaman diliminde ağ üzerinden hareket eden veri miktarını ifade eder. Ağ trafikği aynı zamanda veri trafikği olarak da bilinir. Ağ trafikğinin düzgün kontrolü belirli bir hizmet kalitesinin sağlanmasına da yardımcı olur. Ağ üzerinde yapılan her şey paketlerle alakalıdır. Örneğin, tüm web sayfaları bir seri paket şeklinde gelir ve yinede seri paketler şeklinde gönderilir.

Kablosuz metropol alan ağ genel topolojideki erişim noktalarının oluşturmuş olduğu ağ trafikği 18:00 ve 21:00 saatleri arasında 1K= 1000 paket sayısı ile ifade edilerek Şekil 6.5' de verilmiştir.

### Network Interface



Şekil 6.5. Kablosuz Yerel Alan Ağ'lar Sistemi Trafik Zamanlama Diyagramı

Şekil 6.5’ de görüldüğü gibi belirli zaman aralıklarında kablosuz yerel alan ağına bağlanan cihazların oluşturmuş olduğu trafik paket sayısı itibariyle düşer ve belli zaman aralıklarında ise yükselir. Şekil 6.5’ de mor renk ağ üzerinden geçen veri paketleri, yeşil renk ise hatalı veri paketleridir. WLAN’lara bağlanan cihaz sayısı ve cihazların oluşturmuş olduğu veri trafiği anlık olarak sürekli değiştiğinden grafikteki mor renk anlık olarak değişiklik gösterir. Ağ’da herhangi bir hata meydana geldiği zaman ise hatalı veri paketlerinde değişiklikler gözlenebilir. Ancak 18:20 ile 21:00 saatleri arasında ağda herhangi bir hatalı veri paketi gözlenmediğinden ağ belirtilen saatler arasında düzgün çalıştığı grafikten anlaşılır.





## 7. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bilgisayarların yaygın olarak kullanımı, bilgisayar ağlarının gelişmesine yol açmıştır. Bilgisayar ağları öncelikle kablolu şekliyle kullanıma sunulmuştur, ancak daha sonra yaşamımızda talep artışı ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte kablosuz ağlar olarak yerini almaya başlamıştır. Kablosuz ağların geliştirilmesi düşük veri hızları, yüksek maliyetler, donanım uyumsuzluğu ve kullanıcıların birbirinden habersiz olması gibi nedenlerden dolayı WLAN kullanıcıların artış hızı yüksek olmamıştır. Ancak gelişen teknolojiyle beraber standartlaşma sonucu WLAN sistemleri hızla yayılmıştır. Çünkü çeşitli standartlaşma sonuçları nedeniyle farklı marka WLAN ekipmanları aynı kablosuz ağ içinde kullanılması sağlanmış oldu. Standartlaşma; aynı zamanda ürün yelpazesinin performansını artırarak genişleme ve fiyat indirimi sağlamıştır. Öyle ki; son zamanlar artık kablolu ağlar yerine kablosuz ağların kullanımı tercih edilmektedir. Mobil ileti ile istenilen yer ve zamanda bilgiye ulaşma özgürlüğü kablosuz ağların en büyük avantajlarından. Ayrıca; kablolu sorunları olmaması ve getirdiği hareketlilik bu ağların diğer bir avantajıdır.

Büyük kitleler tarafından kablosuz teknolojinin yaygınlaşması için cihaz üreticileri arasındaki uyum ve güveni sağlayan standartların geliştirilmesiyle çeşitli standartlar oluşturulmuştur. Bu standartlardan en çok tercih edilenler arasında; 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n, 802.11h ve 802.11ac standartlarıdır.

Bu çalışmada İstanbul metropolü örneğinde mobil kullanıcıların erişim noktaları (AP) aracılığıyla İnternete erişimini sağlayan kablolu ağ bağlantılı WLAN'lar sistemi tasarlanmıştır. Şehrin farklı lokasyonlarında yer alan WLAN'ları oluşturulurken erişim noktası sayısı ve yerleşimi, çevre şartları ve Türk Telekom devreleri kullanım olanağı dikkate alınmıştır. Lokasyonlarda gerekli keşifler yapılarak ortama uygun WLAN mimarisi (Alt Yapı veya Genişletilmiş Alt Yapı) seçilmiş ve buna göre toplam 30 adet WLAN kurulmuştur. Bunlardan ikisi; Aksaray ve Kadıköy WLAN örneği için yerel ağın

alan kapsama haritası çıkarılmış ve sinyal seviyeleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Lokasyonlarda Ruckus markası R500 ve T300 modeli ve IEEE 802.11ac standardına sahip 2,4 ve 5GHz radyo bağlantı yayın yapabilen erişim noktaları kullanılmıştır. Sistemde yer alan tüm WLAN'lar mimari yapıları ve kullanılan erişim nokta sayısı itibarıyla tanımlanmıştır.

Lokasyonlarda kablosuz yerel alan ağları oluşturulurken; 275 adet erişim noktası (Access Point; AP), 50 adet radyolink cihazı, merkez tarafında 1 adet erişim noktası denetleyici cihazı(Access Point Controller), 1 adet dinamik host yapılandırma protokol (DHCP) cihazı, 1 adet Güvenlik Duvarı (Firewall) cihazı ve 1 adet yönlendirici (Router). Logsign firması tarafından Kablosuz Erişim Alanı (Hotspot), Uzaktan Kimlik Doğrulama Çevirmeli Kullanıcı Servisi, (Radius-Remote Authentication Dial-in User Service), Kısa Mesaj Servis (SMS-Short Message Service) cihazları, raporlama servisi kullanılmıştır.

Erişim noktası denetleyici ile sahadaki erişim noktalarından elde edilen veriler ışığında 2,4 ve 5GHz' den bağlanan kullanıcı sayıları ayrı ayrı analiz edilmiş ve 2,4GHz' den bağlanan kullanıcı sayısının 5GHz'den bağlanan kullanıcı sayısından daha fazla olduğu görülmüştür. Ayrıca, erişim noktaları üzerinden kullanıcıların yaptıkları veri transfer miktarı ve hızı yönünden incelenmiş, gelecekte kullanıcı sayısının artmasıyla birlikte veri miktarı ve veri hızında artışların görüleceği beklenmektedir.

Bir haftalık zaman aralığında en çok kullanıcı yoğunluğunun Kadikoy Meydan WLAN ve en az kullanıcı yoğunluğunun ise IBB Cisco WLAN olduğu görülmektedir. Kullanıcı yoğunluğunun az olduğu lokasyonlarda erişim noktası sayısı artırılarak WLAN kapsama alanı genişletilmesi ve dolayısıyla daha çok kullanıcının erişim yapması sağlanabilir.

Logsign yazılım aracıyla tüm lokasyonlarındaki WLAN'da haftalık toplam tekil kullanıcı erişimi ve veri kullanım yoğunluğu, en çok tercih edilen web siteleri, WLAN lokasyonuna göre kota kullanımı gibi istatistikler çıkarılmıştır. Tasarlanan Internet erişimli metropol WLAN'lar sisteminde ağ trafiğinde paket trafiği incelenmiş ve yaklaşık 3 saatlik zaman diliminde hatasız paket trafiğinin sağlandığı gözlenmiştir.

Metropol ağ sistemindeki WLAN sayıları arttıka gelişen teknoloji ışığında şehrin daha geniş kapsama alanında istenilen anda İnternete erişim imkânı daha da artacaktır.



## KAYNAKLAR

Akyüz, T., 2003. Kablosuz ağlarda saldırı ve güvenlik, [http://www.Olympos Security.htm](http://www.OlymposSecurity.htm).

Anonim, Oryantasyon Veri İletişimi Temel Bilgileri, TÜRK TELEKOM A.Ş. Ankara, 2007.

Anonim, TT-Intranet Eğitim Notları, TÜRK TELEKOM A.Ş., Ankara, 2010.

Baykal, N., Bilgisayar Ağlarına Giriş, Bölüm 12. Bilgisayar Ağları.1. Baskı. SAS Bilisim, Ankara. 2001

Çelen, B., 2004. Asus WL-167G ve WL-330G İncelemeleri Kablosuz Ağ Kurulum Rehberi, PC LABS, <http://www.PCLABS.com>.

Çölkesen R. ve Örencik B., “Bilgisayar Haberleşmesi ve Ağ Teknolojileri”, Papatya Yayıncılık, İstanbul, 2000.

Derfler, F. J., 2000. Network Sistemleri. Sistem Yayıncılık, İstanbul. 448.

Doğan, A. H., “AES Algoritmasının FPGA Üzerinde Düşük Güçlü Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Türkiye, 2006

Ferguson, N., Schneier B., Practical Cryptography. Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, Indiana, 2003.

FIPS 197, Advanced Encryption Standard. National Institute of Standards and Technology (NIST). 2001.

Hammand, J., Kessler, B., Rivero, J., Skinner, C., Sweeney, T., 2003. Wireless hotspot deployment guide, Mobile Platforms Group-WVP: 32-49.

Kaplan, Y., 2002. Kablosuz LAN Teknolojileri, <http://yasin.kaplan.net/>

Kaplan, Y., Çölkesen, R., Acar, A., 2002. Kablosuz Veri İletim Sistemleri, Türkiye Bilişim Derneği 19. Bilişim Kurultayı. 6 Eylül 2002.

Karygiannis, T., Owens, L., 2002. Wireless Network Security 802. 11, Bluetooth and handheld devices, NIST Special Publication 800-48: 18-28.

Kızıltan, A., 2002. Wireless, Veritim Veri İletişim, <http://www.VeritimVeri İletişimi ve Telekomunikasyon.htm>.

Kul, Ö. D., 2003. GPRS Servisinin Güçlü Tamamlayıcı Olarak Kablosuz Yerel Ağ , EMO İzmir Şubesi Temmuz 2003 Bülteni.

Mahler , K., 1999. Cisco Certified Network Associate. 1.Baskı. Cisco Press, USA. 507.

Oktuğ, S. “İTÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü Bilgisayar Haberleşmesi Ders Notları”, İTÜ, 2004.

Önder, M., Karataş, H., CCNA INTRO Sınav Sertifikasyon Rehberi, Sistem Yayıncılık,İstanbul-506, 2006.

Öztürk, E., WLAN Kablosuz Yerel Alan Ağları (Wireless Local Area Networks) Teknolojisinin İncelenmesi, Mevcut Düzenlerin Değerlendirilmesi ve Ülkemize Yönelik Düzenleme Önerisi (Uzmanlık Tezi). Telekomünikasyon Kurumu, Ankara. 2004.

Shinder, D. L., 2001. Computer Network Essentials. Cisco Press. USA. 735.

Stallings, W., “Data & Computer Communications 6th Ed.”, 250- 300, Prentice Hall, 2000.

Savaş, Ö., 2003. Kablosuz Yerel Alan Ağlar Nedir?, <http://www.Büyüyen İşletmelerTürkiye-Cisco Systems.htm>.

WONG, J., Performance Investigation of Secure 802.11 Wireless LANs Raising the Security Bar to Which Level?, Thesis (MS), Master of Commerce in Accountancy, Finance, and Information Systems, University of Canterbury. 2003,

<http://www.cisco.com/en/US/products/ps7071/index.html>, 12/07/2015

[http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/voicesw/ps6788/phones/ps379/ps6564/roduct\\_data\\_sheet0900aecd8030e546.html](http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/voicesw/ps6788/phones/ps379/ps6564/roduct_data_sheet0900aecd8030e546.html),12/07/2015

<http://elektroteknoloji.com/blog/osi-basvuru-modeli-open-systems-interconnection-acik-sistem-mimarisi>, 2009

[http://ilhangundogmus.blogspot.com.tr/2009\\_02\\_01\\_archive.html](http://ilhangundogmus.blogspot.com.tr/2009_02_01_archive.html), 2009

[http://megep.meb.gov.tr/mte\\_program\\_modul/moduller\\_pdf/Kablosuz%20A%C4%9Flar.pdf](http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Kablosuz%20A%C4%9Flar.pdf), 2011



## EKLER

### EK-1. Lokasyon WLAN' ların Mimari Yapısı

No	Lokasyon WLAN'ları	Lokasyon WLAN Mimari'leri
1	Kadikoy Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
2	Eminonu Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
3	Taksim Atatürk Kutuphane	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
4	Uskudar Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
5	Taksim Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
6	Sultanbeyli Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
7	IETT Peron-Mecidiyekoy	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
8	Beşiktaş Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
9	IETT-K1002	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
10	Sarachane Parki	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
11	Beyazıt Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
12	IETT Peron-Yenibosna	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
13	Alibeykoy Cep Otogar	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
14	Haldun Alagas Spor A.S	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
15	Mecidiyekoy Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
16	Sarachane IBB Binasi	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
17	Esenler Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
18	IETT Peron-Besiktas	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
19	Kartal Ek Hizmet Binasi	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
20	Florya Parki	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
21	Sultanahmet Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
22	Aksaray Meydan	Cihazdan Cihaza Mimarisı
23	Sirinevler Meydan	Alt Yapı Mimarisı
24	IETT Peron-Kartal	Alt Yapı Mimarisı
25	ISKI	Alt Yapı Mimarisı
26	Eyup Meydan	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
27	Edirnekapi-Zabita Md.	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
28	A.S.U Halk ve Çocuk Kutuphanesi	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
29	IBB Merter Bina	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı
30	IBB Cisco	Genişletilmiş Altyapı Mimarisı

**EK-2.** Lokasyon WLAN' ları Erişim Noktası Sayısı

No	Lokasyon WLAN' ları	Erişim Noktası Sayısı
1	Kadikoy Meydan	8
2	Eminonu Meydan	8
3	Taksim Ataturk Kutuphane	10
4	Uskudar Meydan	6
5	Taksim Meydan	5
6	Sultanbeyli Meydan	3
7	IETT Peron-Mecidiyekoy	2
8	Beşiktaş Meydan	6
9	IETT-K1002	1
10	Sarachane Parki	6
11	Beyazit Meydan	3
12	IETT Peron-Yenibosna	2
13	Alibeykoy Cep Otogar	4
14	Haldun Alagas Spor A.S	5
15	Mecidiyekoy Meydan	3
16	Sarachane IBB Binasi	120
17	Esenler Meydan	5
18	IETT Peron-Besiktas	2
19	Kartal Ek Hizmet Binasi	14
20	Florya Parki	14
21	Sultanahmet Meydan	3
22	Aksaray Meydan	3
23	Sirinevler Meydan	1
24	IETT Peron-Kartal	1
25	ISKI	2
26	Eyup Meydan	3
27	Edirnekapi-Zabita Md.	18
28	A.S.U Halk ve Cocuk Kutuphanesi	2
29	IBB Merter Bina	5
30	IBB Cisco	10



## ÖZGEÇMİŞ

10 Mart 1989 tarihinde dünyaya geldi. İlkokulu ve ortaokulu Ahmet Emin Yalman İlköğretim Okulu'nda (1996-2004) ve lise öğrenimini İstanbul Atatürk Lisesi'nde (2004-2007) tamamladı. (2008-2013) yılları arasında İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Lisans programını tamamladı. Askerlik hizmetini tamamladıktan sonra kısa süreli olarak Bilge Adam Bilgi Teknolojileri bünyesinde çalıştı. 2014 yılından bu yana İstanbul Büyükşehir Belediyesi bünyesinde Network Uzmanı olarak çalışmaktadır.

Murat BAYRAM

