

**AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ**

**AZƏRBAYCAN TEXNİKİ UNİVERSİTETİ**

**“Radiotexnika və telekommunikasiya” kafedrası**

*Əlyazması hüququnda*

**Quliyeva Röya Elmir qızı**

**Musayev Həmid Barat oğlu**

**Sadıqov Mirsadiq Yasər oğlu**

**İxtisas: 060627 – “Elektronika, telekommunikasiya və radiotexnika mühəndisliyi”**

**İxtisaslaşma: “Şəbəkələr, rabitə sistemləri və informasiyanın paylanması”**

**İxtisaslaşma: “Telekommunikasiya sistemlərinin informasiya təhlükəsizliyi”**

**Mövzu: GPON texnologiyasının tətbiqi ilə “Ağıllı ev” layihəsinin təşkili**

**MAGİSTR LİK DİSSERTASİYASI**

**Elmi rəhbər:**

**t.e.d., dos M.H.Həsənov**

**Bakı-2023**

## MÜNDƏRİCAT

|  |    |
|--|----|
| Giriş.....   | 2  |
| I FƏSİL. PON, GPON TEXNOLOGİYALARI .....                               | 5  |
| 1.1 Optik lifli sistemlərin iş prinsipi .....                          | 5  |
| 1.2 GPON texnologiyasının analizi .....                                | 7  |
| 1.3 GPON xüsusiyyətləri .....  | 10 |
| 1.4 GPON üstün və mənfi cəhətləri .....                                | 11 |
| 1.5 GPON sistemlərində kabel xüsusiyyətləri .....                      | 11 |
| 1.6 Mənzilləmə.....  | 14 |
| 1.7 Təhlükəsizlik .....  | 15 |
| 1.8. Şifrələmə sistemi.....  | 15 |
| II FƏSİL. AĞILLI EV SİSTEMLƏRİ.....                                    | 26 |
| 2.1 Ağıllı ev sistemləri haqqında məlumat .....                        | 26 |
| 2.1.1 İdarə olunan evlər.....  | 29 |
| 2.1.2 Proqramlaşdırıla bilən evlər .....                               | 29 |
| 2.1.3 Süni intellektə malik evlər .....                                | 30 |
| 2.2 IoT texnologiyasının ağıllı evlərdə tətbiqi.....                   | 31 |
| 2.3 Ağıllı Evlərdə IoT-un üstünlükləri.....                            | 33 |
| 2.4 IoT tətbiqində rahatlığın və səmərəliliyin artırılması .....       | 34 |
| 2.5 IoT ilə təchiz edilmiş ağıllı evlərdə təhlükəsizlik riskləri ..... | 36 |
| III FƏSİL. AĞILLI EV SİSTEMLƏRİNİN ELEMENTLƏRİNİN TƏDQIQI .....        | 38 |
| 3.1 Temperatur və işığın avtomatik tənzimlənməsi sxemi .....           | 38 |
| 3.2 LDR sensorunun işləmə prinsipi.....                                | 41 |
| 3.3 DHT11 Sensorunun xüsusiyyətləri .....                              | 43 |
| 3.4 I2C LCD Ekranının tətbiqi.....                                     | 44 |
| 3.5 IRFZ44N tranzistorunun xüsusiyyətləri .....                        | 45 |
| 3.6 Arduino mikrokontrollerinin modelə uyğun proqramlaşdırılması ..... | 48 |
| 3.7 Node MCU 8266 Modemin modelə uyğun proqramlaşdırılması .....       | 55 |
| İstifadə olunmuş ədəbiyyat .....                                       | 61 |

## Giriş

**Mövzunun aktuallığı.** Ağıllı evlər, ev şəbəkəsi terminləri iyirmi ildən artıqdır ki, istifadə olunur. Yalnız xəstəlikləri müalicə etməyi deyil, həm də həyatın hər mərhələsində rifahı təmin etməyi hədəfləyən həyat keyfiyyətini yaxşılaşdırmaq və tibbi xərcləri azaltmağın bir yolu, ev mühitini daha rahat ağıllı ev mühitinə çevirərək həyat keyfiyyətini yaxşılaşdırmaqdır. Əvvəllər ev sahibləri gəlirlərini avtomobillərinə, kompüterlərinə və digər texnoloji məhsullara xərcləməyə üstünlük verirdilərsə, son vaxtlar bu, yavaş-yavaş dəyişməyə başlayıb və bu sektorda Ağıllı Ev bazarı öz yerini tutmağa başlayıb. Ağıllı ev texnologiyasının ən yaxşı tərif belədir: daha yaxşı həyat keyfiyyətini təmin etmək və enerji xərclərini əhəmiyyətli dərəcədə azaltmaq üçün texnologiya və xidmətlərin ev şəbəkəsi üzərində inteqrasiyası.

Ev mühitinin texnologiya ilə təchiz edilməsində yeganə məqsəd sakinin işini avtomatlaşdırmaq deyil; Bu, həm də insanların ehtiyaclarına cavab verən alətlər və xidmətləri gücləndirməkdir. Ağıllı evlər sayəsində işıqlandırma, təhlükəsizlik, istilik/soyutma sistemi, audio/video sistemləri, elektrik/su sərfiyyatı və s... ağıllı şəkildə idarə oluna bilər. Məsələn, yağış yağanda bağıın suvarılması kəsilmə, xüsusi işıqlandırma və musiqi sistemini tənzimləmək olar. Xüsusən də ev sahibi əlildirsə, məsələn, gözdən əlillərin rahatlığını təmin edəcək mətbəx avtomatı, əqli qüsurlular sobanı unutduqları halda qaz sensoru ilə qazın avtomatik kəsilməsi, üzərində vibrasiya modulu yerləşdirilmişdir. Eşitmə qüsurluların bu modul üzərindən ev şəbəkəsinə sahib olması, fiziki qüsurlulara kömək edə biləcək hamam/tualet avtomatlaşdırması, səs sistemi vasitəsilə görmə maneəçilərə evin vəziyyəti haqqında məlumat verilməsi kimi digər misallar da verilə bilər.

**İşin məqsədi.** Telekommunikasiya sektorunda istifadəçi gözləntiləri və ehtiyacları gündə gündən artır. Bu gün onlayn televiziya, canlı video izləmə və onlayn oyunlar kimi böyük həcm tələb edən tətbiqlərin artması ilə internetdən istifadə sahələri artdı. Bu gözlənti və

ehtiyaclar nəticəsində telekommunikasiya operatorları investisiya siyasətlərini tənzimləyərək kapital xərclərini artırırırlar. Bu investisiyaların məqsədi istifadəçiyə hər zaman ən səmərəli və qənaətcil xidmət göstərməkdir. Giriş şəbəkələrinə investisiyalar üçün müxtəlif texnologiyalar və arxitekturalardan istifadə olunur. Ən çox yayılmış texnologiyalar Gigabit Passiv Optik Şəbəkə (GPON), Ethernet Passiv Optik Şəbəkə (EPON) və Aktiv Ethernetdir (AE). Mövcud mis şəbəkələri əvəz etməyə başlayan optik rabitə şəbəkələrində optik lifin birbaşa son istifadəçiyə çatması arzuolunandır. Bu sistemlərə fiber-to-the-home (FTTH) sistemləri deyilir. FTTH arxitekturaları ilə istifadəçilərə çox asanlıqla yüksək sürətli internet (HSI), internet protokolu üzərindən səs ötürülməsi (VoIP), tələb olunan video (VOD), internet protokolu (IP) üzərindən televiziya xidməti (IPTV) kimi əlavə dəyərli xidmətlər təmin edilə bilər.

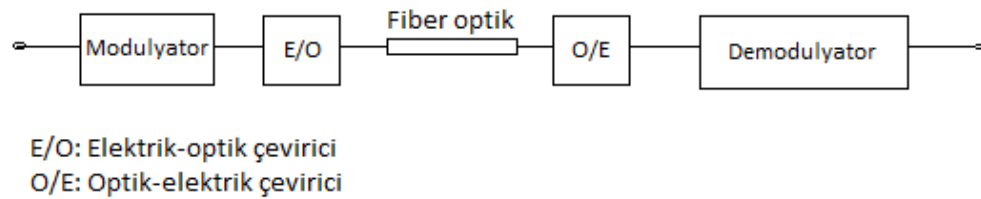
**Tədqiqat işinin obyektı.** IoT ekosistemi sensorlar, aktuatorlar, geyilə bilən cihazlar, məişət texnikası, nəqliyyat vasitələri və hətta ağıllı şəhərlər kimi bütün infrastruktur da daxil olmaqla geniş çeşiddə cihazlardan ibarətdir.

**İşin elmi yeniliyi.** Ağıllı ev sisteminin fiziki tədqiqat modeli quruldu. Qurulmuş modeldə temperatur və işıqlandırmanın cari işıqlılıq, temperatur və nəmlik dəyərlərinə görə avtomatik idarə edilməsi təmin edildi. Model üzərinə əlavə edilmiş ekran vasitəsi ilə cari dəyərlər real zamanlı göstərildi. Modelə inteqrasiya edilmiş şəbəkə kartı vasitəsi ilə internet bağlantısı təmin edildi və ağıllı ev sisteminin temperatur və işıqlandırma cihazlarının internet üzərindən idarə edilməsi təmin edildi.

## I FƏSİL. PON, GPON TEXNOLOGİYALARI

### 1.1 Optik lifli sistemlərin iş prinsipi

Optik rabitə sistemləri elektrik siqnallarının optik lif vasitəsilə ötürüldüyü giriş şəbəkələridir. Şəkil 1.1-də görüldüyü kimi, optik rabitə sistemi ötürücü, qəbuledici blok və ötürücü mühitdən ibarətdir.



Şəkil 1.1.1 Optik rabitə sistemi

Ötürücü qurğu analoq və ya rəqəmsal interfeysdən, gərginlik cərəyanı çeviricisindən, işıq mənbəyindən və mənbədən lifə işıq birləşdiricisindən ibarətdir. Qəbuledici blokda fotoqəbuledici, cərəyan gərginliyi çeviricisi, gücləndirici və analoq və ya rəqəmsal interfeys mövcuddur. Konvertorlar elektrik siqnallarını optik siqnallara və optik siqnalları elektrik siqnallarına çevirən yarımkeçirici elementlərdir.

Optik liflər bir çox materiallardan hazırlanır, ümumiyyətlə şüşə və plastik liflərdən istifadə olunur. Plastik liflər daha çevikdir, şüşə liflər isə daha az itkiyə malikdir və hərbi tətbiqlər kimi rabitə mühitlərində istifadə olunur. [1]

Yayıma rejiminə görə, optik lifli kabellər bir modlu (SM) və çox modlu (MM) liflərə bölünür. Lif növlərini xarici görünüşü ilə fərqləndirmək mümkün deyil.

Bir modlu liflər işığın tək rejimdə və ya tək yolda hərəkət etməsinə imkan verir. Bir modlu liflərində siqnalın zəifləməsi minimaldır və nəzəri olaraq orta hesabla 0,25 dB/km

təşkil edir. Onların nüvəsinin diametri 9 mikron və örtüyün ümumi diametri 125 mikrondur. Bu tip kabeldən istifadə edən əksər rabitə sistemlərində məlumatlar 50 km-ə qədər 1 Gbps sürətlə ötürülə bilər. Bir modlu lifləri aşağı siqnal itkiləri və yüksək məlumat ötürmə sürətlərinin tələb olunduğu yerlərdə istifadə olunur.

Çox modlu lifləri bir çox işıq rejimini ötürən liflərdir. Nüvə diametrləri 50 mikron ilə 62.5 mikron arasında dəyişir. Onların diametri isə 125 mikrondur. Bu tip kabeldən istifadə edən əksər rabitə sistemlərində məlumatlar 300 Mb/s sürətlə 550 m-ə qədər ötürülə bilər. Çox modlu lifləri üçün orta zəifləmə 2,5 dB/km təşkil edir. Bu liflər kabel televiziya və rabitə xətləri kimi sahələrdə istifadə olunur.

Mod termini müəyyən bir istiqamətdə hərəkət edən dalğaların keçə biləcəyi müxtəlif yollar üçün istifadə olunur. Hər bir lifin daşıya biləcəyi rejimlərin sayı nüvənin diametrindən və strukturundan asılıdır. Lifin ötürə biləcəyi rejimlərin sayı üçün əvvəlcə normallaşdırılmış tezlik ( $V$ ), sonra ötürülə bilən rejimlərin sayı ( $N$ ) tapılır.  $\lambda$  dalğa uzunluğu,  $d$  nüvənin radiusu və  $NA$  ədədi də daxil olmaqla normallaşdırılmış tezlik belə hesablanır. [2]

$$V = (2\pi d/\lambda) * NA \quad (1.1)$$

$$N = V^2 / 2$$

Siqnalın lifdə ötürülməsi zamanı müxtəlif səbəblərdən amplituda zəifləmə və formanın pozulması baş verir. Zəifləmə, işıqın lifdən keçdiyi zaman baş verən güc itkisidir. Lifdə səpilmə itkiləri lif materialının sıxlığında mikroskopik dalğalanmalardan (sındırma indeksi) və qeyri-homogenliklərdən ibarətdir. Səpilmə uzun dalğa uzunluğunda şüalara daha az təsir göstərir. Lifdə olan kobalt, mis, xrom kimi yad maddələr işıqın udulmasına səbəb olur. Digər tərəfdən, lifdə modal səpilmə eyni anda lifə daxil olan şüaların müxtəlif vaxtlarda qəbuledici tərəfə çatmasıdır və çox modlu liflərdə daha çox rast gəlinir.

Transmissiyada istifadə olunan işıq insan gözünə görünməyən 850 nm, 1310 nm və 1550 nm dalğa uzunluqlarındadır. Bu dalğa uzunluqlarında minimum itkilər optik ötürülməni mümkün edir. Dalğa uzunluqlarına görə orta zəifləmə dəyərləri cədvəl 1.1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.1.1 Dalğa uzunluqlarına görə orta zəifləmə dəyərləri

| Dalğa uzunluğu (nm) | Zəifləmə (dB/km) |
|---------------------|------------------|
| 850                 | 3.2              |
| 1310                | 0.36             |
| 1550                | 0.20             |
| 1625                | 0.25             |

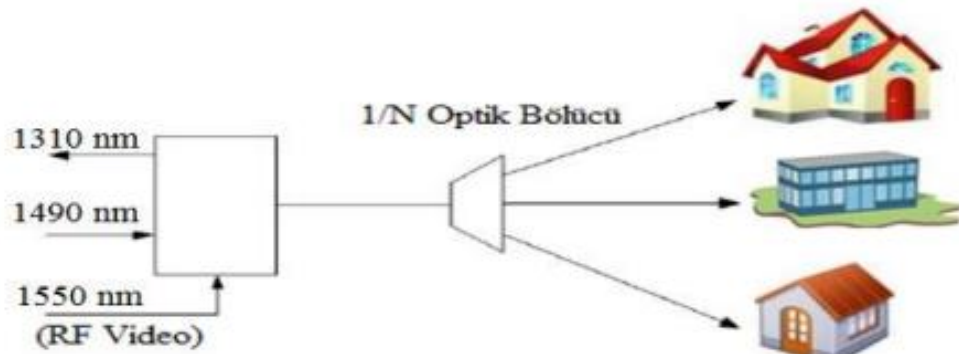
Ənənəvi mis kabellərdən ibarət şəbəkələr çox məhdud zolaq genişliyi və ötürmə məsafəsini təmin edir. Bu zaman meydana çıxan optik liflərin ən mühüm üstünlüyü onların aşağı itkilərə malik olması və geniş zolaq genişliyi təmin etməsidir. Xüsusilə, tək rejimli liflər çox uzun məsafələr üçün çox yüksək zolaq genişliyinə imkan verir. Bundan əlavə, onlar maqnit induksiyanın yaratdığı mənfi vəziyyətlərdən təsirlənmirlər. Optik liflər ətraf mühit şəraitinə davamlı olmaqla yanaşı, obyekt imkanlarına malikdir. Optik liflər adi mis kabellərdən daha təhlükəsizdir. Bu üstünlüklərə görə, ümumiyyətlə, mövcud mis şəbəkələri əvəz etməyə başlayan optik rabitə şəbəkələrində gələcək sistemlərin lifin birbaşa son istifadəçiyə çatdığı sistemlər olması hədəflənir. [3]

## 1.2 GPON texnologiyasının analizi

GPON 1980-ci illərdə giriş şəbəkəsi arxitekturası kimi yaradılmış və 40 ildən artıqdır ki, istifadə olunan FTTH arxitekturasıdır. Onun sadə arxitekturası və aşağı qiyməti fiber əsaslı şəbəkələri idarə etməyi asanlaşdırır. PON sistemi OLT (Optical Line Termination, Optik Xəttin Sonu), ONU (Optical Network Unit, Optik Şəbəkə Vahidi),

OLT və ONU arasında məlumat axınını bölən və birləşdirən optik bölüçüdə və bu cihazları birləşdirən fiber kablərdən ibarətdir.

Mərkəzi ofisdə yerləşdirilən OLT cihazı mərkəzi avadanlıqdır və məlumatların bütün optik paylama şəbəkəsində iki istiqamətli ötürülməsinə imkan verir. Başqa sözlə, OLT cihazı şəhərdaxili şəbəkədən aşağı axınla aldığı səs, məlumat və video trafikinin bütün ONU cihazlarına paylanmasına və müxtəlif məzmunlu məlumatların yuxarı axınında şəhərə yayılmasına cavabdehdir. OLT cihazları, son istifadəçilərdən gələn bütün trafikini topladığı və lazımı yerlərə ötürüldüyü stansiyadır. Tipik GPON arxitekturası şəkil 1.2.1-də göstərilmişdir. [4]



Şəkil 1.2.1 GPON arxitekturası

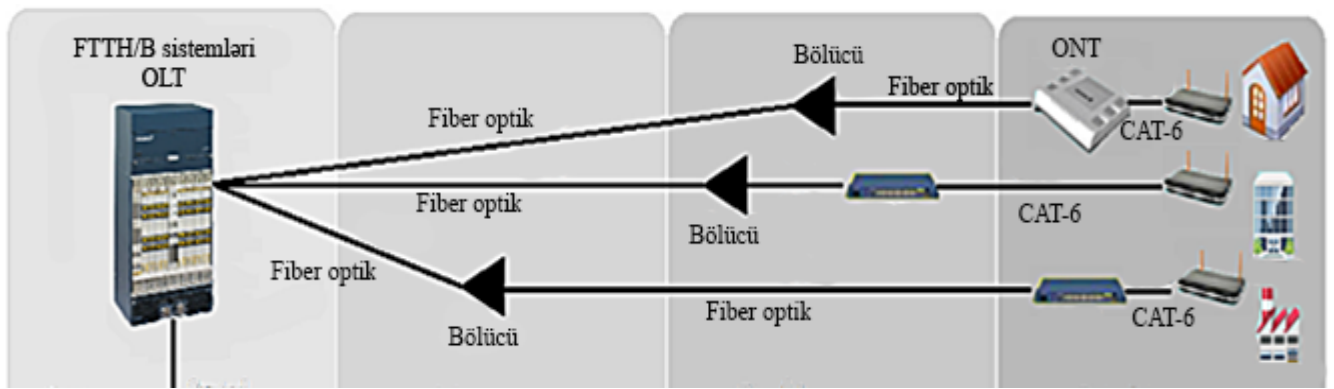
Burada OLT avadanlığı operatorun mərkəzi ofisindən (CO) yerləşdirilir və optik şəbəkədəki bütün trafikə nəzarət edir (ON). ONU terminallarının hər biri yalnız ona təyin edilmiş paketləri qəbul edir və digər paketləri ekranlaşdırır. Bu filtrləmə prosesində OLT paketlərin ünvanlanması üçün paket başlıqlarından istifadə edir və ONU-lar bu paket ünvanlama məlumatı əsasında paketləri qəbul edir və ya ekranlaşdırır. OLT hər bir ONU-ya məlumat ötürülməsi üçün vaxt intervalı təyin edir. Toqquşmaların qarşısını almaq üçün vaxt zonaları tam sinxronlaşdırılmalıdır. Hər bir ONU-nun müxtəlif yerlərdə olub-olmamasından asılı olaraq, OLT CO və ONU-lar arasındakı optik məsafəni



qiymətləndirmək üçün müxtəlif prosesdən istifadə edir. Bu proses toqquşmanın qarşısını alır.

ONU bölməsi son istifadəçinin ilk olaraq daxil ola biləcəyi, trafiki mərkəzi ofisdən abunəçiyə ötürdüyü və abunəçilərin sorğularını mərkəzi ofisə daşıyan avadanlıqdır. ONU birbaşa istifadəçinin evində və ya iş yerində yerləşdirilir və lazımı elektrik-optik çevrilmələri təmin edir və şəbəkə daxilində əlaqə nöqtəsi yaradır. ONU bölməsi təqdim olunacaq xidmətdən asılı olaraq müxtəlif rabitə xidmətləri göstərə bilər. OLT-dən gələn optik məlumat bölücü vasitəsilə bütün ONU-lara paylanır. ONU-lar daxil olan məlumatı qəbul edir və emal edir. ONU-lar onlara aid olmayan məlumatları da qəbul edə bildiyi üçün hazırlanacaq xidmətlər gedən paketlərin məxfiliyini təmin etməlidir. Digər tərəfdən, bütün ONU-lardan OLT-yə ötürülmədə tək lifli xəttədən istifadə etdiyindən, xətdə göndərilən məlumatların üst-üstə düşməsinin qarşısını almaq üçün multi-access sistemindən istifadə edilməlidir. ONU cihazı evlərdə istifadə olunan və körpü rolunu oynayan kabel modem cihazlarına ekvivalent olaraq görülür. VoIP dəstəkli bu cihazlar internet xətti üzərindən telefon xidmətlərini də dəstəkləyir. [5]

Abunəçilərin sayından və telekommunikasiya xidmətlərinin müxtəlifliyindən asılı olaraq, müxtəlif struktur və dizaynlı ONU-ların müxtəlif növləri mövcuddur. ONU bloku kiçik ölçüdə tikilə və bir istifadəçi üçün quraşdırıla bilər və ya çox yaşayışlı bölmə (MDU) və çox mənzilli bölmə (MTU) kimi daha böyük ölçülərdə tikilə və birdən çox istifadəçiyə xidmət göstərmək üçün binaların içərisinə yerləşdirilə bilər. Aşağıdakı şəkildə GPON texnologiyasının strukturu göstərilmişdir.



Şəkil 1.2.2 GPON texnologiyasının strukturu

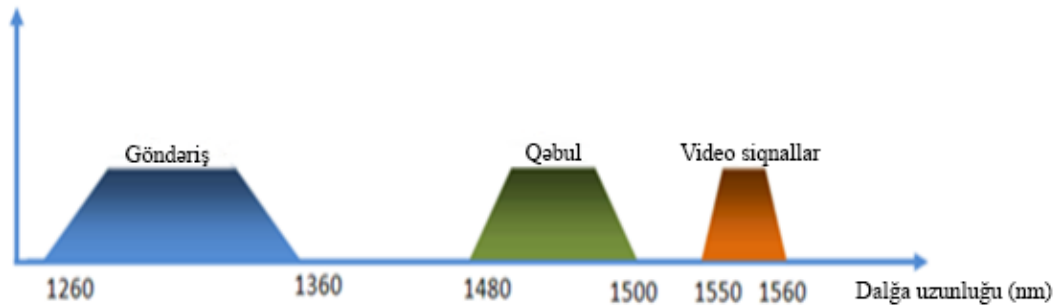
### 1.3 GPON xüsusiyyətləri

GPON texnologiyası GEM (Generic Encapsulation Method) metodundan istifadə edərək məlumatları şəbəkəyə ötürür. Bu metodda məlumatlar xidmətin vəziyyətindən asılı olaraq istənilən növ ola bilər. Bu metod ITU-T G.7041 ümumi çərçivələmə proseduru (GFP - Generic Framing Procedure) standartı əsasında hazırlanmışdır. [6]

GEM strukturca ATM (Asynchronous Transfer Mode) - ə bənzəyir, lakin ATM sabit uzunluqda paketlər, GEM isə dəyişən uzunluqlu paketlər istifadə edir. GEM metodunda istifadəçidən alınan məlumat paketləri parçalana bilər. Əgər paket GEM çərçivəsindən böyükdürsə, həmin paket təyinat yerində yenidən birləşdirilmək üçün lazımi qaydada parçalanır.

GPON sistemlərində məlumat ötürmə sürətləri üçün alternativlər olsa da, bir çox xidmət təminatçıları ümumiyyətlə 1,2 - 2,4 Gbps aralığında ötürülmə sürətlərindən istifadə etməyə üstünlük verirlər.

GPON-da eyni lif üzərində eyni vaxtda müxtəlif xidmətləri dəstəkləmək üçün hər bir xidmət üçün müxtəlif dalğa uzunluqları istifadə olunur. 1480-1500 nm dalğa uzunluğu diapazonu aşağı axın trafiki üçün, 1260-1360 nm dalğa uzunluğu isə yuxarı axını üçün istifadə olunur. Bundan əlavə, 1550-1560 nm dalğa uzunluğu diapazonu aşağı axın trafikində video siqnallarını ötürmək üçün istifadə olunur. GPON dalğa uzunluğu spektri şəkildə verilmişdir. [7]



Şəkil 1.3.1 GPON dalğa uzunluğu spektri

#### 1.4 GPON üstün və mənfi cəhətləri

GPON sistemlərində şəbəkədə heç bir elektrik enerjisi və ya ehtiyat enerji mənbələri yoxdur. Bu səbəbdən enerji mənbələrinə əsaslanan heç bir təhlükə yoxdur. Enerji təchizatının yaratdığı xarici küy yoxdur. Heç bir elektromaqnit müdaxiləsi (EMI- Electromagnetic Interference) və ya elektromaqnit uyğunluğu (EMC- Electromagnetic Compatibility) problemi yoxdur. GPON arxitekturaları yüksək zolaq genişliyi tələb edən gələcək proqramlar üçün əlverişlidir, çünki onlar sadə təkmilləşdirilə bilən komponentlərə malikdirlər.

Bu üstünlüklərə görə GPON digər PON standartları arasında ən populyar passiv optik şəbəkə memarlığıdır. Daha az avadanlığın olması şəbəkədə daha az problem deməkdir ki, bu da şəbəkənin etibarlılığını və xidmət keyfiyyətini artırmağa kömək edir. Bu üstünlüklərlə yanaşı, GPON-un bəzi çatışmazlıqları da var. Optik splitterlərdə GPON diapazonunu məhdudlaşdıran optik itkilər var. Bundan əlavə, OLT və optik splitter arasındakı optik lifli kabel zədələnsə, birdən çox abunəçi xidmətdən çıxıb bilər. [8]

#### 1.5 GPON sistemlərində kabel xüsusiyyətləri

ITU-T G.652 standartının G.652 lifləri böyük tutumlu məlumatı çoxmodlu liflərlə müqayisədə daha yaxşı ötürür. Sistemin ötürmə qabiliyyəti lif daxilində müxtəlif dalğa

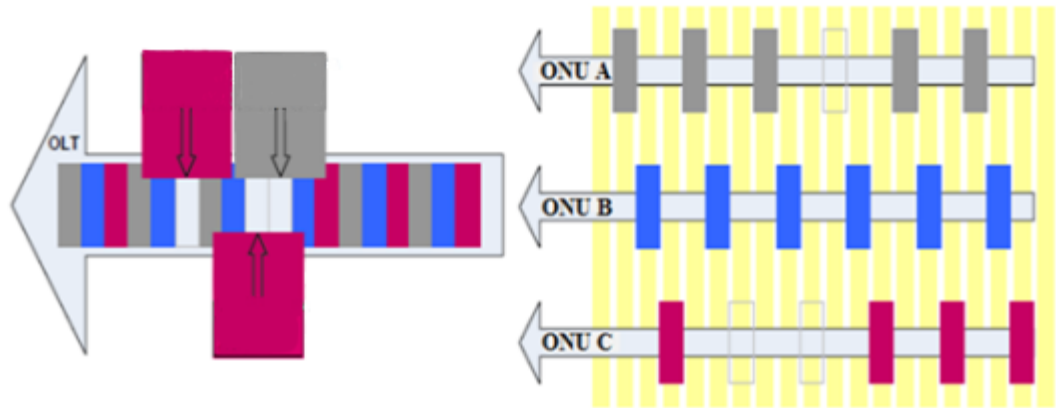
uzunluqlarında müxtəlif siqnallardan istifadə etməklə artırıla bilər. Standart G.652 liflərinin zəifləməsi 0,25 dB/km təşkil edir.

Kateqoriya 5e mis kabel (Cat-5e) meqabit sürətdə məlumat ötürən ekranlaşmamış bükülmüş (UTP) kabel növüdür. Cat-5 kabeli ilə müqayisədə daha yüksək məlumat ötürmə qabiliyyətini təmin edə bilər. Əvvəlcə Cat-5 standartında qəbul edilən bu kabel Telekommunikasiya Sənayesi Assosiasiyası tərəfindən Cat-5e adlandırıldı. Cat-5e kabelləri 4 cüt teldir və əsas keçiricisi misdir. Kabelin xarici qabığı yanmayan LS0H komponentindən ibarətdir. Cat-6 kabelləri gigabit sürətində məlumatları daşıyan bir növ UTP/STP kabelidir. Cat-5e kabeli ilə müqayisədə o, daha yüksək məlumat ötürmə qabiliyyətini təmin edir və xarici siqnallardan daha az təsirlənir. Cat-6 kabelləri 250 MHz-ə qədər yüksək performansını təmin edə bilər. [9]

Kateqoriya 7 adlanan Cat-7 kabelləri gigabit sürətində məlumatları daşıyan bir növ UTP/STP kabelidir. İlk dəfə 2002-ci ildə ISO/IEC 11801 standartına istinadla istehsal edilən Cat-7 kabelləri, Cat-6 kabellərindən daha çox ötürmə genişliyi və daha yüksək məlumat axını təmin edir. Cat-7 kabelinin müdaxilənin təsirinə məruz qalmaması üçün ekranlama digər kabel kateqoriyalarından daha qalın və daha çoxdur. Cat-7 kabelləri 10 Gigabit məlumat ötürmə sürətinə və 600-900 MHz zolaq genişliyinə malikdir. Cat-7 kabelində hər bir kabel cütü metal folqa ilə örtülmüşdür. Cat-7, əvvəlki UTP kabel növləri ilə müqayisədə elektromaqnit dalğalarından ən az təsirlənən kabeldir. Kabel cütlərindəki metal konstruksiya da kabeli əsaslandırır. Bununla belə, Cat-7 kabelinin qiyməti bu gün çox yüksəkdir.

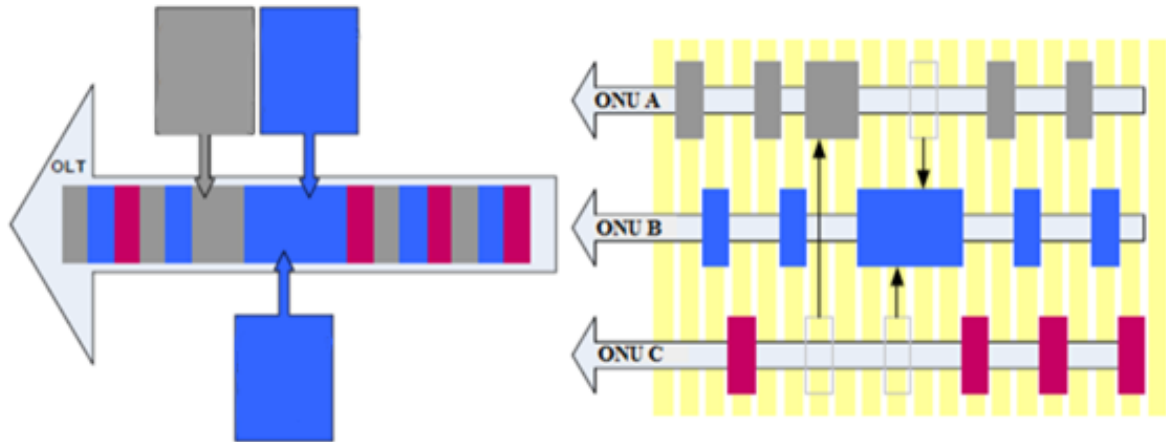
Bu gün GPON sistemləri müxtəlif növ xidmətlərin ötürülməsi üçün istifadə olunur və bəzi xidmətlər sabit zolaq genişliyi tələb edir. GPON-da üstünlük təşkil edən OLT avadanlığı tələb olunan bant genişliyini iki istiqamətli istiqamətdə bölüşdürmək qabiliyyətinə malikdir. Zolaq genişliyi bölgüsü üsulları statik (SBA) və dinamik zolaq genişliyi bölgüsünə (DBA) bölünür. [10]

**Statik bölgü** - Bu üsulda OLT hər bir ONU terminalı üçün əvvəlcədən müəyyən edilmiş statik zolaq genişliyi təyin edir, ondan tam və ya qismən istifadə oluna bilər. Optik şəbəkədəki bütün xidmətlər sabit zolaq genişliyi bölgüsü tələb edərsə, bu texnika ideal ola bilər. Şəkil 1.5.1 SBA prosesini göstərir. Burada ötürülmə istiqamətində məlumat axını olduğu müddətcə ötürülmə sabit sürətlə davam edir. Beləliklə, statik zolaq genişliyi ayırma texnikası səmərəli istifadəyə malikdir. Bununla belə, şəkildə görüldüyü kimi, ONU-A və ONU-C istifadəçilərindən məlumat axını dayandırılırsa, ayrılmış bant genişliyi ümumi axın trafiki üçün sərf olunacaq.



Şəkil 1.5.1 Statik zolaq genişliyi bölgüsü

**Dinamik bölgü** - DBA prosesi istifadə olunan ani trafik ehtiyaclarına uyğun olaraq onlara ayrılan zolaq genişliyinin sürətli çevrilməsini təmin edən bir üsuldür. Bu üsul yalnız yuxarı axın trafiki üçün istifadə olunur və OLT tərəfindən idarə olunur. DBA prosesi effektiv zolaq genişliyi istifadəsinə əsaslanaraq ONU terminallarının yuxarı axınında trafik istifadəsini yaxşılaşdırır. Aşağıdakı şəkildə DBA prosesi göstərilmişdir. Görüldüyü kimi ONU-A və ya ONU-C kimi abunəçilərdə məlumat axını dayandırılırsa, heç bir məlumatı olmayan bəzi hissələr əmələ gəlir. Sistemdəki abunəçinin ONU-B kimi yüksək sürətli xidmətlərə görə daha çox zolaq genişliyinə ehtiyacı varsa, ONU-B tərəfindən ONU-A və ya ONU-C hissələri istifadə edilə bilər. DBA metodu PON sistemlərinin xidmətinin effektivliyini və keyfiyyətini müəyyən edən mühüm elementdir.



Şəkil 1.5.2 Dinamik zolaq genişliyi bölgüsü

GPON sistemlərində, sürətlə dəyişən axın səbəbindən yuxarı axın trafiki sabit deyil və DBA proses algoritmi sürətli reaksiya ilə trafik zolaq genişliyini tənzimləyə bilməlidir. DBA metodu ilə bant genişliyi şəbəkə trafikinin sıxlığına görə yenidən uyğun dəyərlərə bölünür. [11]

### 1.6 Mənzilləmə

Mənzilləmə OLT və ONU-lar arasında məntiqi məsafəni hesablamaq və çoxlu ONU-nun toqquşmadan ötürülməsinə imkan vermək üçün həyata keçirilən OLT-nin təşəbbüsü ilə həyata keçirilən prosesdir. Bütün ONU-ların eyni şəbəkə mühitindən istifadə etdiyi bu halda, məlumatların ziddiyyətsiz ötürülməsi üçün OLT tərəfindən təyin edilmiş vaxt intervallarından istifadə etməlidir. ONU-lar OLT ilə fərqli məsafələrdə olduğundan, onların arasında ötürülmə müddətləri də fərqlidir. Buna görə də, hər bir ONU növbəti paketin nə vaxt göndəriləcəyi barədə OLT-dən məlumat almalıdır. [12]

OLT-dən ONU-lara gedən trafik axınında məsafənin hesablanması problemi yoxdur və OLT bölməsi paketlərin vaxtını çərçivə ünvanlarına uyğun olaraq göndərir.

## 1.7 Təhlükəsizlik

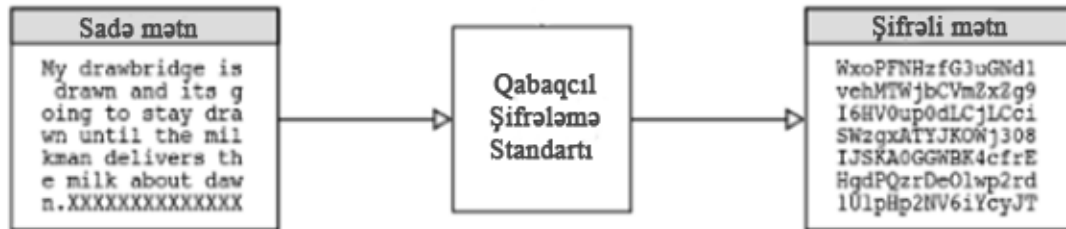
GPON sistemlərində məlumatlar GPON-a qoşulmuş bütün ONU-lara yayımlanır. Bu struktur sayəsində bəzi zərərli istifadəçilər bütün istifadəçilərin qəbul məlumatlarını dinləyə bilirlər. Bu vəziyyət GPON təhlükəsizlik sisteminə qarşı gizli dinləmə təhlükəsi adlanır. Digər istifadəçilərin məlumat əldə etməsinə icazə verməmək üçün ITU-T G984 standartında təhlükəsizlik mexanizmi müəyyən edilmişdir. Hər hansı bir ONU digər ONU-lardan göndərilən trafiki müşahidə edə bilməz. Bu yolla, təhlükəsizlik açarları kimi imtiyazlı məlumatlar kanal üzərindən təhlükəsiz şəkildə keçir. [13]

## 1.8. Şifrələmə sistemi

Aşağı kanal üzrə məlumatların ötürülməsində GPON-un iş prinsipi ondan ibarətdir ki, istifadəçiyə göndəriləcək paket bütün şəbəkə üzrə yayımlanır və müvafiq istifadəçi onu maraqlandıran paketi alır. Buna görə də, ONU terminalları tərəfindən ötürülən hər bir paket PON arxitekturasının aşağı kanal məlumat yayımı səbəbindən GPON-un bütün istifadəçi üzvləri tərəfindən görülməyə bilər. Yuxarı kanal boyunca ötürülmə zamanı GPON hər bir istifadəçi ilə nöqtədən-nöqtəyə əlaqə qurduğundan, dinləmə problemləri baş vermir. Buna görə də, yuxarı axınında məlumat ötürülməsi zamanı məlumat şifrələnməmiş şəkildə göndərilir.

G.984.3 GPON-da müəyyən edilmiş şifrələmə alqoritmi qabaqcıl şifrələmə standartı (AES) adlanır. Bu üsulda yalnız zəruri istifadəçi məlumatları şifrələnir və nəzarət mesajları şifrələnmir. Qabaqcıl şifrələmə standartı kriptoloji açarı şifrələnməyə məlumatla XORlaşdırılıb. XOR məntiqi elementdir. Simmetrik şifrələmə prosesində şifrələnmiş məlumat eyni XOR prosesini təkrar tətbiq etməklə şifrələnir. Qabaqcıl şifrələmə standartı 128, 196 və 256 bit uzunluğunda açarlardan istifadə edir ki, bu da şifrənin açılmasını olduqca çətinləşdirir. Şifrələmə prosesi üçün tələb olunan açar ONU tərəfindən yaradılır. OLT-dən PLOAM (Physical Layer Operations, Administration and Maintenance) ilə açar yaratmaq üçün təlimat alan ONU parol yaradır və bu açarı ardıcıl PLOAM mesajları ilə göndərir. Təhlükəsizliyi artırmaq üçün açar məlumat axınına pozmadan ötürülmə zamanı

vaxtaşırı dəyişdirilə bilər. Qabaqcıl şifrələmə standartı şifrələməsinin sadə nümunəsi şəkil 1.8.1-də verilmişdir.



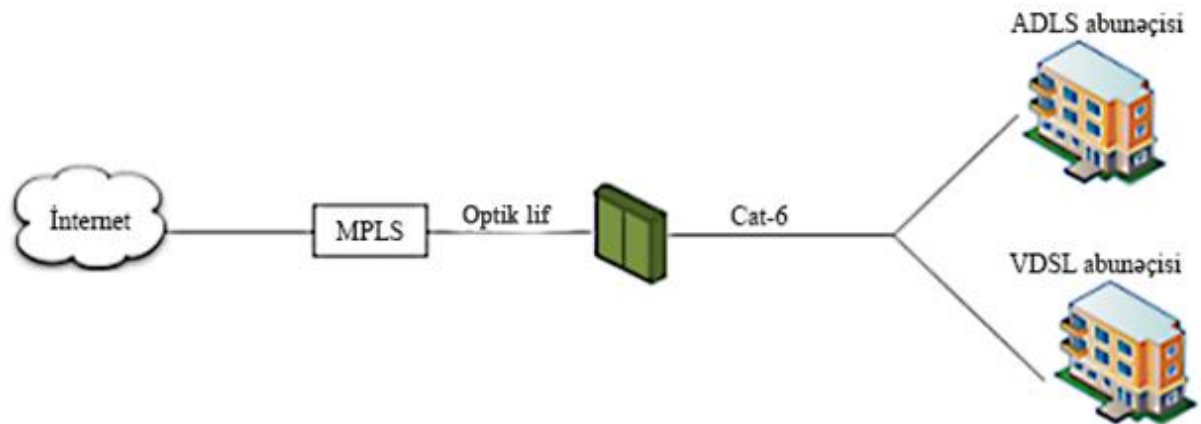
Şəkil 1.8.1 Qabaqcıl şifrələmə standartı

Abunəçilər arasından seçilmiş ADSL (Asymmetric digital subscriber line), VDSL (Very-high-bit-rate Digital Subscriber Line) və GPON istifadəçilərinin məlumat ötürmə sürətlərinin ölçülməsi nəticələri araşdırılmış və müxtəlif nəticələr əldə edilmişdir. ADSL texnologiyası mövcud telefonlar üçün istifadə olunan mis kabellər üzərindən eyni vaxtda yüksək sürətli məlumat, səs və video rabitəsini təmin edə bilən modem texnologiyasıdır. Mövcud telefon xəttindən daha səmərəli istifadə etmək üçün rəqəmsal məlumat texnikası ilə ötürülə bilən məlumat kifayətliyini artıraraq istifadəçiyə geniş ötürmə imkanları təqdim edir. Telefon abunəçisinin istifadə etdiyi telefon xəttinin bir ucu telefon xidmətinin göstərildiyi telekommunikasiya kommutatoruna qoşulur. Abunəçinin ADSL xidmətini ala bilməsi üçün ilk növbədə xəttin qoşulduğu telekommunikasiya kommutatorunda müvafiq qurğular quraşdırılmalıdır. Uyğun qurğular quraşdırılıbsa, telekommunikasiya kommutatorunda telefon xəttinin ucu bu cihazlara qoşulur. Bu cihazlar sürətli məlumat rabitəsini təmin etməklə yanaşı, səs və məlumatları ayıran filtr rolunu da oynayır. Telefon danışıqları zamanı standart telefon xətlərinə mübadilə vasitəsi ilə daxil olur, məlumatlar isə internet provayderlərinin internet buludlarına ötürülür. Abunəçinin telefonu ilə eyni vaxtda yüksək sürətli internetdən istifadə etməsi üçün o, öz telefon xəttini evdə və ya iş yerində splitter və ADSL modem/router adlanan filtr aparatına qoşmalıdır. [14]



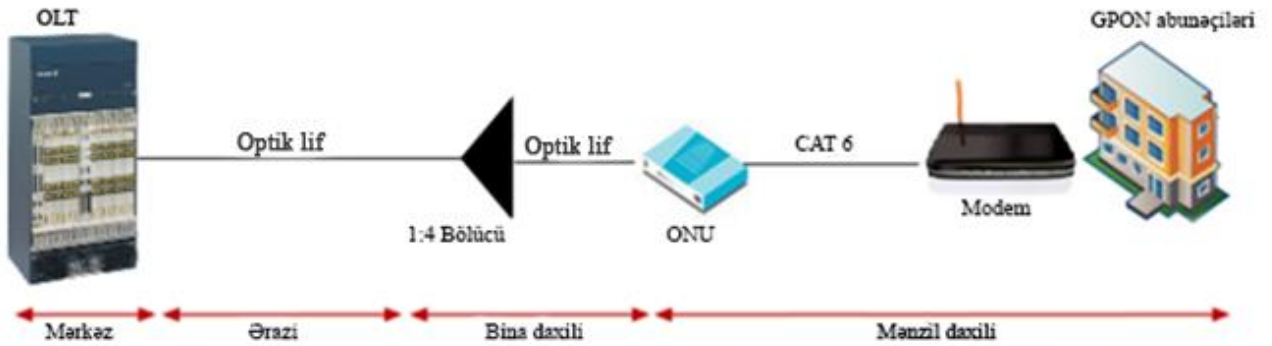
Adi bir mis giriş şəbəkəsində təklif oluna bilən maksimum zolaq genişliyi mis kabelin keyfiyyəti, qalınlığı və mis kabel şəbəkəsinin uzunluğu (istifadəçi ilə əsas paylama çərçivəsi arasındakı məsafə) ilə müəyyən edilir. Tamamilə mis kabel infrastrukturlarından ibarət sabit çıxış şəbəkələrində ən yüksək zolaq genişliyinin əldə edildiyi ADSL2+ giriş metodu ilə ən əlverişli şəraitdə (istifadəçinin mübadilədən maksimum 600 m uzaqda olduğu vəziyyət) əldə edilə bilən maksimum zolaq genişliyi asimmetrik olaraq 24 Mbit/s-dir.

Bu bölmədə ADSL, VDSL və GPON istifadəçisi olan telekommunikasiya abonentləri arasından seçilən 3 abunəçinin məlumat ötürmə sürətləri araşdırılır. Mis şəbəkələr üçün müəyyən edilmiş sahə FTTC kabinetindən təqribən 2 km və kommutator-şkaf məsafəsi təxminən 1070 m-dir. Transmissiya xətt üzrə Cat-6 mis kabeli ilə təmin edilir. Şəkil 1.8.2-də ADSL və VDSL abunəçilərinin yerləşməsi göstərilir. [15]



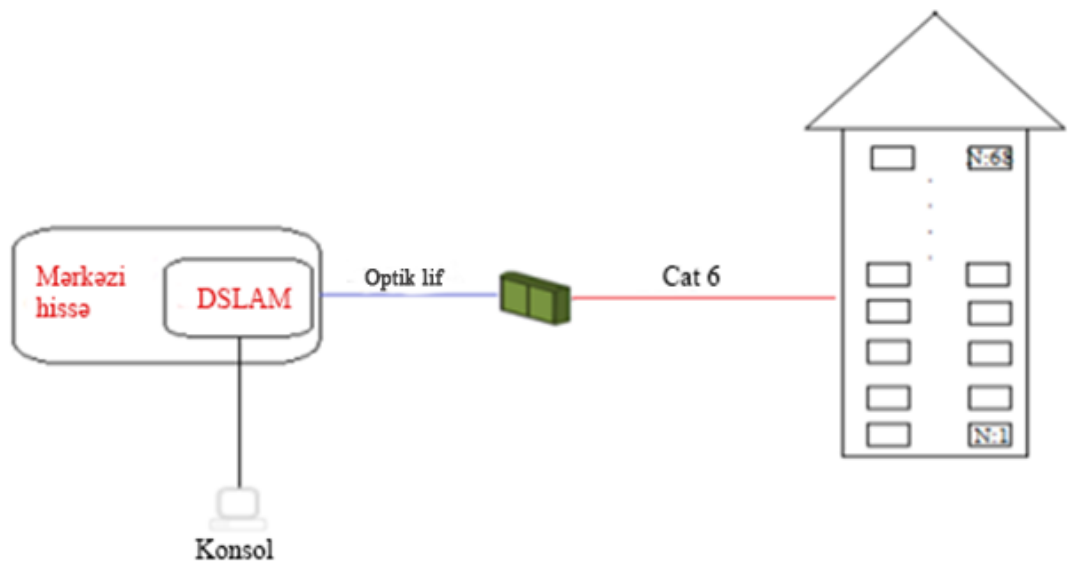
Şəkil 1.8.2 ADSL və VDSL abunəçilərinin yerləşməsi

GPON abunəçisi isə mərkəzə təqribən 5 km məsafədədir və lif texnologiyası ilə ötürülməni təmin edir. Abunəçilər arasında seçilmiş GPON istifadəçisinin yeri şəkil 1.8.3-də göstərilmişdir. [16]



Şəkil 1.8.3 GPON istifadəçisinin yerləşməsi

İlk olaraq ADSL və VDSL abunəçilərinin məlumatları araşdırılıb. Mis kabel xəttinin sınaq üsulu şəkil 1.8.4-də göstərilmişdir. Burada mavi xətt mərkəzi hissədən FTTC kabinetinə qədər olan optic lifli kabelə aiddir. Qırmızı xətt bina ilə şkaf arasındakı Cat-6 mis kabelini təmsil edir. Bu, səs siqnallarını məlumat siqnallarından ayıran və xDSL cihazları ilə istifadəçi cihazları arasında trafiki idarə edən DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) aktiv cihazıdır.



Şəkil 1.8.4 Mis kabel xəttinin sınaq üsulu

Şəkildəki Konsol interfeysi DSLAM konfigurasiyasını və nəzarətini təmin edir. ADSL abunəçisinin xidmət məlumatları konsolda ölçülür.

Cədvəl 1.8.1 ADSL texnologiyasında xəttin keyfiyyət dəyərləri

| ADSL texnologiyasında xəttin keyfiyyət dəyərləri |                            |                            |                            |                         |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Aşağı kanal sönməsi                              | Aşağı kanal küy səviyyəsi  | Mövcud aşağı kanal sürəti  | Aşağı kanal ötürmə sürəti  | Aşağı kanal çıxış gücü  |
| 2.0 dB   | 30.5 dB                    | 8191 kbps                  | 26164 kbps                 | 5.6                     |
| Yuxarı kanal sönməsi                             | Yuxarı kanal küy səviyyəsi | Mövcud yuxarı kanal sürəti | Yuxarı kanal ötürmə sürəti | Yuxarı kanal çıxış gücü |
| 4.0 dB   | 27.1 dB                    | 795 kbps                   | 1380 kbps                  | 9.9                     |

Göründüyü kimi, ADSL texnologiyalarının təmin edə biləcəyi aşağı kanal məlumat ötürmə sürəti 25-26 Mbps ilə məhdudlaşır. Burada ADSL abunəçisi seçdiyi xidmətə görə 8 Mbit/s sürətlə çıxışı təmin edir. Download Noise Margin dəyəri signal səs-küy səviyyəsini (SNR) təmsil edir. SNR dəyəri 6 dB-dən azdırsa, ADSL bağlantısı qurmaq mümkün deyil. SNR-nin ideal dəyəri 15 dB və yuxarıdır. [17]

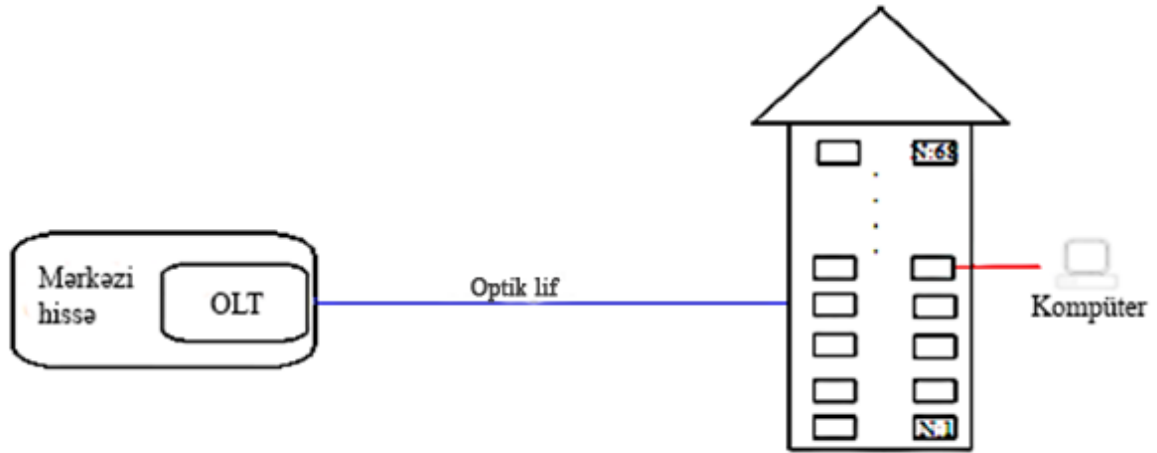
VDSL texnologiyaları ADSL texnologiyalarından daha qabaqcıl texnologiya olsa da, mübadilədən qısa məsafələrdə olan abunəçilərə mis xətlər üzərindən təklif oluna bilən internet xidmətləridir. VDSL texnologiyaları ADSL ilə müqayisədə mövcud telefon xətləri üzərindən internetə daha sürətli çıxışı təmin edir. VDSL-in əsas istifadə nümunəsi FTTN tətbiqlərində görünür. Kommutatordan gələn lif xəttinin bitdiyi bir ONU ilə evə və ya iş yerinə qoşulan tək mis xətt arasında tətbiq olunan VDSL, köhnə və ya yeni çəkilmiş mis xətlər üzərindən binanın yaxınlığından gələn lif xəttini evlərə birləşdirir. VDSL abunəçisinin xidmət məlumatları cədvəl 1.8.2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1.8.2 ADSL texnologiyasında xəttin keyfiyyət dəyərləri

| VDSL texnologiyasında xəttin keyfiyyət dəyərləri |                            |                            |                            |                         |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Aşağı kanal sönməsi                              | Aşağı kanal küy səviyyəsi  | Mövcud aşağı kanal sürəti  | Aşağı kanal ötürmə sürəti  | Aşağı kanal çıxış gücü  |
| 9.0 dB   | 25.7 dB                    | 32764 kbps                 | 72971 kbps                 | 13.8                    |
| Yuxarı kanal sönməsi                             | Yuxarı kanal küy səviyyəsi | Mövcud yuxarı kanal sürəti | Yuxarı kanal ötürmə sürəti | Yuxarı kanal çıxış gücü |
| 4.0 dB   | 31.5 dB                    | 2044 kbps                  | 35886 kbps                 | 6.6                     |

Cədvəldən görüldüyü kimi, VDSL texnologiyası ilə abunəçilərə 72 Mbps-ə qədər aşağı axın kanalı məlumat ötürmə sürətləri təmin edilə bilər. Bununla belə, mübadilədən uzaqda olan istifadəçilərə məlumatların yüksək sürətlə ötürülməsinə yalnız fiber optik texnologiyaları ilə nail olmaq mümkündür. VDSL2 texnologiyası ilə ən yaxşı şəraitdə 300 m-dən qısa yerli şəbəkələrdə nəzəri olaraq 100 Mbps simmetrik zolaq genişliyinə nail olmaq olar. Mis lokal şəbəkədə asimmetrik 24 Mbps bant genişliyi təmin edə bilən ADSL2+, FTTCab tətbiqindən istifadə edərək VDSL2 girişi ilə müqayisə edildikdə, VDSL2 ilə 2 qat daha çox qəbul, 5-10 qat daha çox ötürmənin mümkün olduğu görülür. ADSL2+ 8-12 Mbit/s ötürmə qabiliyyəti tələb edən yüksək dəqiqlikli televiziya (HDTV) xidmətinə imkan versə də, VDSL2 texnologiyasından geri qalır. [18]

GPON abunəçisi üçün istifadə edilən test üsulu şəkil 1.8.5-də göstərilmişdir. Ölçmədə kompüter ONU cihazının Cat-6 kabeli ilə qoşulduğu modemə qoşulur və bit sürətlərinin ölçülməsində daha dəqiq fərziyyələr irəli sürmək üçün istifadə olunur.



Şəkil 1.8.5 GPON abunəçilərinin yerləşməsi

GPON abunəçisi mübadilə məntəqəsindən daha uzun məsafədə yerləşsə də, 100 Mbit/s ötürmə qabiliyyətini təmin edə bilər. Test nəticəsində görüldüyü kimi, GPON abunəçisi 88 Mbit/s yüksək qəbul sürəti ilə ADSL və VDSL istifadəçilərinə nisbətən daha yüksək məlumat ötürülməsini həyata keçirir. Əldə edilən məlumatlara görə, GPON texnologiyası sürət göstəricilərinə görə digər texnologiyalardan xeyli üstündür. Tam lif infrastrukturuna malik GPON sistemi mis şəbəkədən 4 dəfə yüksək bit sürətinə malikdir. Bununla belə, telekommunikasiya operatorlarının fikrincə, infrastruktur xərcləri mis şəbəkədən demək olar ki, 20 dəfə çoxdur. Fiber optik rabitədə, ötürülmədə işığın istifadəsi sayəsində nəzəri olaraq qeyri-məhdud zolaq genişliyi təmin edilə bilər və mövcud vəziyyətdə əldə edilə bilən səviyyə, infrastrukturun hər iki ucunda istifadə olunan avadanlıqların imkanları ilə məhdudlaşır. [19]

Giriş şəbəkəsinin təmin edə biləcəyi zolaq genişliyini artırmaq üçün mis lokal şəbəkənin optik fiber kabellərlə dəyişdirilməsi, DSLAM-ların abunəçi modemlərinin qoşulduğu kommutator binasında abunəçilərə daha yaxın yerləşdirilməsi, daha təkmil DSL giriş metodlarından (məsələn, VDSL2) istifadə kimi DSLAM metodları hazırlanmalıdır.

Nəzəri olaraq, optik lifli kabelin ötürmə qabiliyyəti 100 Gbps x km-dir. Lakin praktikada bu dəyər 50 Gbps x km kimi qəbul edilir. GPON modelində aşağı kanal məlumat ötürmə sürətinin 2,5 Gbps olduğunu nəzərə alsaq, praktikada istifadə edilən GPON modellərinin heç bir problem olmadan maksimum 20 km-ə qədər məlumat ötürə bildiyi görünür. Telekommunikasiya operatorları xidmət siyasətindən asılı olaraq bu məsafəni 10 km-ə qədər məhdudlaşdırır. Sistemdəki itkilər optik lif, lif birləşmə nöqtələri və optik ayırıcılardan qaynaqlanır. Optik lifin uzunluğundan asılı olaraq hər kilometrə 0,25 dB lif itkiləri baş verir. Bundan əlavə, infrastrukturda istifadə olunan SM optik lifləri hər 2 km-dən bir əlavə edilir. Bu, hər bir birləşmə nöqtəsində 0,05 dB itki ilə nəticələnir. Bütün bu itkilərə optik parçalanma nisbətindən asılı olaraq bölücü itkilər əlavə edilir.

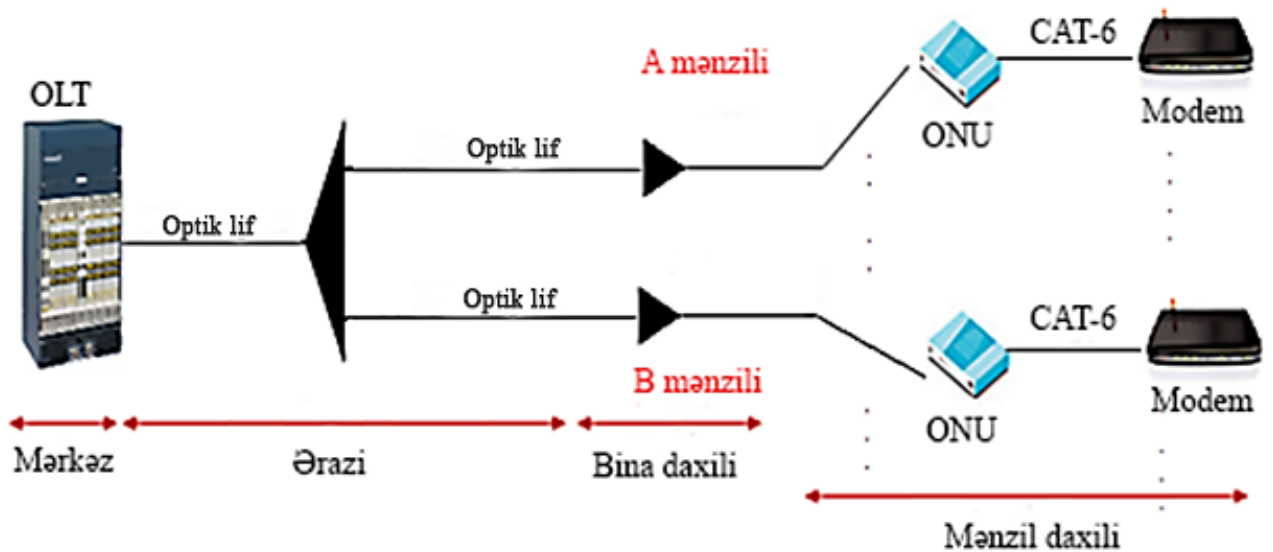
Təcrübədə bütün xidmətlərdən (IPTV, İnternet, Telefon) yararlanan GPON abunəçisinin tələb etdiyi minimum aşağı və yuxarı kanal zolaq genişliyi 12 Mbps və 2 Mbps təşkil edir. Bununla belə, telekommunikasiya operatorları xidmət siyasətindən asılı olaraq bu dəyərləri 24 Mbit/s və 2 Mbit/s kimi müəyyən ediblər. [20]

Eyni zamanda, GPON arxitekturası ATM paketlərini də dəstəkləyir. GPON FTTH arxitekturasında binanın qapalı paylama məntəqəsindəki mərkəzi ofisdən gələn lif optik splitter (1:16, 1:32) ilə bölünür və hər bir ev təsərrüfatına qoşulma kabeli çəkilir. Evlərdə optik patch kabellər fiber paylayıcı qutularda bağlanır və ONT (Optical Network Termination-Optik Şəbəkə Terminalı) bu paylayıcı qutulara qoşulur. Baş ofisdəki OLT (Optical Line Termination-Optik Xətt Sonlandırıcı) ilə evlərdəki ONT arasında giriş əlaqəsini təmin edir. Telefon ONT portlarına qoşulduğu halda, internet bağlantısında istifadə ediləcək kompüterlər HGW (Home Gateway) portlarına qoşulur. Binalar arasında mümkün qədər aşağı tutumlu kabellər quraşdırılır. Mümkünsə, ərazidəki binanın altında lif toplama məntəqəsi (FTN-Fiber Collection Point) yaradılmalıdır.

Binada 1:32/1:16 bölücü yerləşdirilməlidir. Kommutator və binadakı bölücüləri olan PON portunun ümumi bölünmə nisbəti maksimum 1:64 (64 rəqəm/ONT) olmalıdır. Sistemdə MDU (Multiple Dwelling Unit) cihazı istifadə edilərsə, PON portuna

maksimum 32 MDU qoşulmalıdır. Həm ONT, həm də MDU eyni PON portuna qoşulmamalıdır. Bundan əlavə, ümumi itkisi 28 dB-dən çox olmamalıdır. [21]

Telekommunikasiya operatorları OLT portuna qoşulmuş maksimum 64 abunəçi ilə xidmət göstərir. Bu GPON abunəçilərinə nümunə olaraq şəbəkə arxitekturası şəkil 1.8.6-da göstərilmişdir.



Şəkil 1.8.6 GPON abunəçilərinin şəbəkə arxitekturası

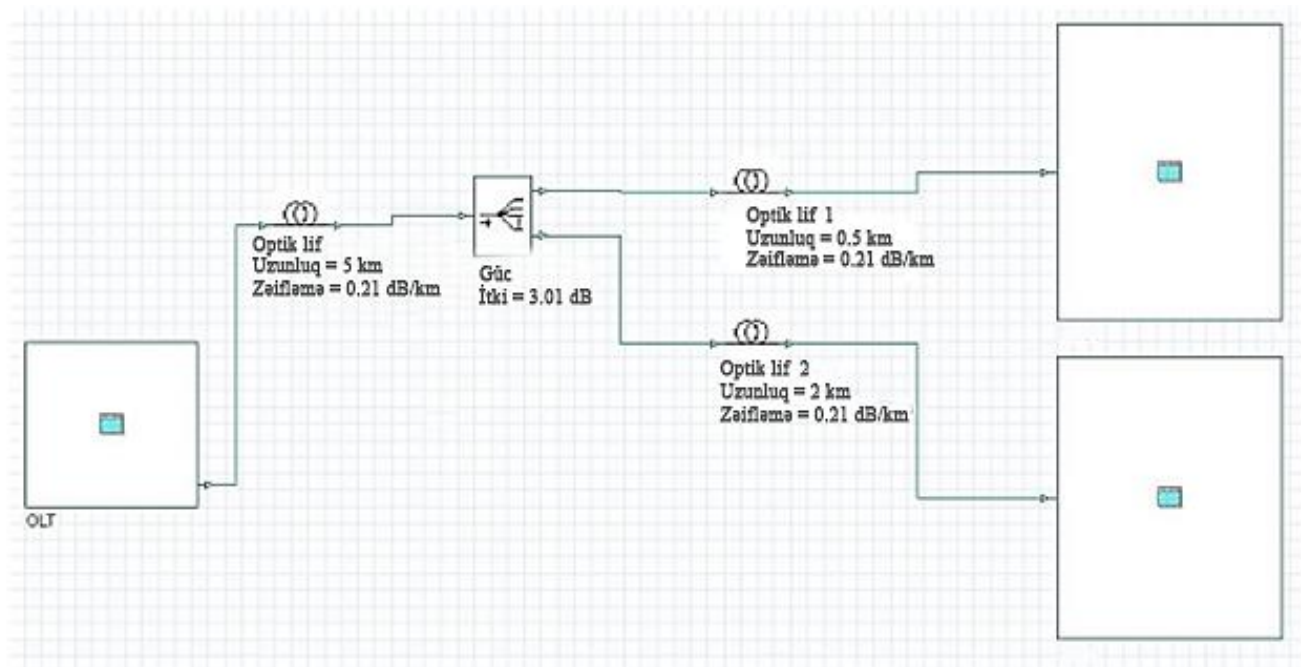
Şəkildən görüldüyü kimi, GPON arxitekturasında 64 abonentə xidmət göstərən 2 ayrı yaşayış məntəqəsi, A və B sahəsi var. Hər bir sahənin 32 GPON abunəçisi var və sistemin aşağı və yuxarı kanal sürətləri 2,5 Gbps və 1,25 Gbps təşkil edir.

GPON FTTH Tətbiq Sistemi Xüsusiyyətləri:

1. Aşağı kanal sürəti: 2.5 Gbps
2. Yuxarı kanal sürəti: 1.25 Gbps
3. Aşağı xətt gücü: 50 mW
4. Aşağı xətt dalğa uzunluğu: 1490 nm
5. Xətt gücü: 50 mW

6. Üst xətt dalğa uzunluğu: 1310 nm
7. Mərkəzdən əsas lif paylama xəttinin uzunluğu: 5 km
8. Mərkəzdə və bina daxilində itki: 0,21 dB/km
9. Sahə şkafinda bölücü əlavə itki: 3.01 dB
10. Mərkəz və binada bölücü əlavə itki: 15.05 dB

GPON sistemində A və B sahələrinin mübadilə məntəqəsinə qədər olan məsafələri müvafiq olaraq 5,5 və 7 km-dir. Aşağıdakı şəkildə praktiki olaraq mövcud olan GPON FTTH arxitekturasının OptiSytem 13.0 model dizaynı göstərilmişdir.



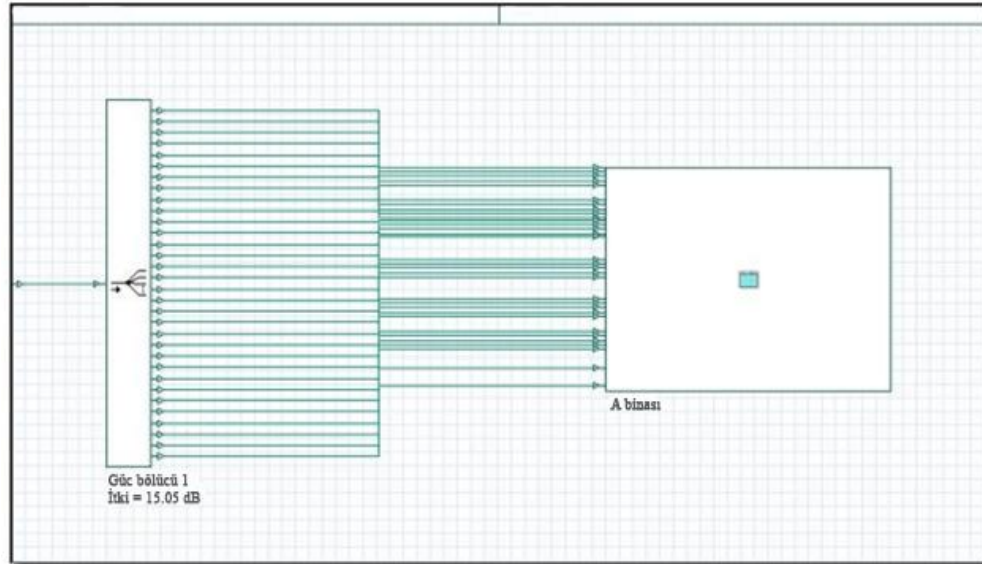
Şəkil 1.8.7 GPON FTTH arxitekturasının OptiSytem 13.0 model dizaynı

Sistem iki binaya, A və B binalarına xidmət göstərir. A binası 7 mərtəbəli blokdir və 32 GPON abunəçisini əhatə edir. B binası 4 blokdən ibarətdir və hər blokda müvafiq olaraq 4, 8, 15 və 5 GPON abunəçisi var. [22]

GPON-da məlumat ötürülməsi iki istiqamətli olduğundan, ONU daxili strukturu həm ötürən, həm də qəbul edən hissədən ibarətdir. GPON sistemində əsas lif paylama xətti 5 km-dir. Mərkəz stansiya ilə bina arasında yerləşdirilmiş 1:2 optik bölücü hər iki



sahədən müvafiq olaraq 500 m və 2 km məsafədədir. A sahəsinin birinci mərtəbəsində yerləşən abonentlərin 1:32 optik ayırıcıya olan məsafəsi 10 m, sonuncu mərtəbədəki abonentlərin isə optik ayırıcıya olan məsafəsi 40 m-dir. Şəkil 1.8.8-də A sahəsində 1:32 optik bölücü quruluşu göstərilmişdir.



Şəkil 1.8.8. 1:32 optik bölücünün quruluş sxemi

Şəkildə A binasında abunəçilərin mərtəbələrə görə bölgüsü göstərilir. A binasının birinci mərtəbəsindəki birinci abunəçi  $ONU_1$ , yeddinci mərtəbədəki birinci abunəçi isə  $ONU_2$  adlanır. GPON sistemində ONU cihazları birbaşa istifadəçilərin evlərində yerləşir.

GPON sistemində B binası 4 müxtəlif bloktan ibarətdir və 1:32 optik bölücü binada bir nöqtədə yerləşdirilib. Blokların 1:32 optik bölücüyə olan məsafələri müvafiq olaraq 0,5 km, 1 km, 0,7 km və 0,9 km-dir. [23]

## II FƏSİL. AĞILLI EV SİSTEMLƏRİ

### 2.1 Ağıllı ev sistemləri haqqında məlumat

Ağıllı evlər konsepsiyası onilliklər ərzində mövcuddur, lakin yalnız son illərdə tam avtomatlaşdırılmış bir evə sahib olmaq fikri getdikcə populyarlaşıb. Ağıllı ev müxtəlif sistemlərin və cihazların avtomatlaşdırılmasına və uzaqdan idarə olunmasına imkan verən texnologiya ilə təchiz edilmiş evdir. Bu texnologiyaya ağıllı termostatlar, işıqlandırma sistemləri, təhlükəsizlik kameraları və əyləncə sistemləri kimi şeylər daxil ola bilər. Ağıllı evlər, ev sahiblərinə smartfon və ya planşet kimi bir cihazdan evlərinin müxtəlif sistemlərini idarə etməyə imkan verməklə həyatını asanlaşdırmaq və daha rahat etmək üçün nəzərdə tutulub.

Ağıllı ev sistemi ağıllı əşyalardan istifadə etməklə qurulur. Ağıllı əşyalar evdə müxtəlif cihazların, sistemlərin və avadanlıqların avtomatlaşdırılması və funksionallığını artırmaq üçün nəzərdə tutulmuş cihazlardır. Bu qurğular sensorlar, prosessorlar və simsiz qoşulma ilə təchiz olunub ki, bu da onların bir-biri ilə və internetlə əlaqə saxlamasına imkan yaradır və istifadəçilərə onları uzaqdan idarə etməyə və izləməyə imkan verir. Ağıllı ev əşyalarına nümunə olaraq aşağıdakıları göstərə bilərik:

1. Ağıllı temperatur tənzimləyiciləri: Bu cihazlar istifadəçi seçimlərinə və yaşayış səviyyəsinə əsasən evdə temperaturu avtomatik tənzimləyir və enerjiyə qənaət edir.
2. Ağıllı işıqlandırma: Bu cihazlar istifadəçilərə səsli əmrlər və ya mobil tətbiqlər vasitəsi ilə işıqlarının parlaqlığını və rəngini idarə etməyə imkan verir və müəyyən vaxtlarda yandırır-söndürmək üçün təyin edilə bilər.
3. Ağıllı kilidlər və qapılar: Bu cihazlar ev sahiblərinə öz qapılarını uzaqdan kilidləməyə və ya açmağa imkan verir və kimsə evə daxil olduqda və ya evdən çıxanda xəbərdarlıq verə bilər.
4. Ağıllı səs cihazları: Bu cihazlar Amazon Alexa və ya Google Assistant kimi səs köməkçiləri ilə təchiz olunub və digər ağıllı ev cihazlarını idarə etmək, musiqi çalmaq və məlumat vermək üçün istifadə edilə bilər.

5. Ağillı kameralar: Bu cihazlar evin real vaxt rejimində video görüntülərini təmin edə və hərəkət aşkar edildikdə xəbərdarlıq göndərə bilər.

Ümumiyyətlə, ağillı ev cihazları evdə rahatlığı, təhlükəsizliyi və enerji səmərəliliyini artırır. Yaşayış sahələrini inkişaf edən texnologiyalarla birləşdirərək daha rahat, daha təhlükəsiz və daha zövqlü bir həyat tərzinə çevirmək qısaca olaraq ağillı ev olaraq təyin olunur. Evdə istifadə edilən bir çox uzaqdan idarəetmə vasitələrinin mürəkkəbliyi əvəzinə bütün cihazları vizual display nəzarətçisi ilə idarə etmək rahatlığı indi ağillı ev texnologiyaları üçün standart halına gəldi. [24]

Binaların avtomatlaşdırılması sistemləri - Bunlar sistemdə istifadə olunan sensorlar vasitəsilə əvvəlcədən müəyyən edilmiş müxtəlif ssenarilərə uyğun reaksiya verərək daha müasir, rahat və enerjiyə qənaət edən mühitlər yaratmağa imkan verən sistemlərdir.

Bina avtomatlaşdırma sistemləri ilə işıqlandırmaya nəzarət, kondisioner idarəetmə, uzaqdan idarəetmə, uzaqdan izləmə, təhlükəsizlik, enerjiyə qənaət və hər cür cihazın müxtəlif qaydalara uyğun idarə edilməsi təmin edilə bilər. Ağillı ev sistemlərinin struktur şəkil 2.1.1-də göstərilmişdir.



Şəkil 2.1.1 Ağillı ev sistemlərinin struktur

Ağıllı ev sistemləri hazırlanarkən nəzərə alınan əsas amillərdən biri də bu sistemlərin fərdi kompüterlərlə tam uyğunluqda işləyə bilməsidir. İndi fərdi kompüterlər müasir evin standartlarından birinə çevrilmiş və ünsiyyət və əyləncə kimi bir çox sahədə insanların vərdişlərinə yeniliklər gətirmişdir. Bu prosesdə bəzi evlərdə birdən çox fərdi kompüterin olması və onların arasında evdaxili kompüter şəbəkəsinin qurulması da bunun ən təsirli sübutlarından biridir.

Sənayedə avtomatlaşdırmaya keçidin ən mühüm səbəbi səmərəliliyi artırmaq və enerjiyə qənaət etməkdir. Eyni şey ev avtomatlaşdırılması üçün də keçərlidir. Normal ailənin enerji xərclərini artıran və lazımsız enerji sərfinə səbəb olan ən böyük faktorlar lazımsız yerə işıqların yandırılması, istilik və soyutma sistemlərinin yüksək səviyyədə işlədilməsi, evin istifadə olunmayan hissələrinin qızdırılması, gün işığından yararlanma bilməməkdir. Evin istilik enerjisi sərfiyyatını 10% söndürmək, lazımsız işıqları söndürmək, işıqları 90% parlaqlıqda yandırmaq, cihazları ucuzca uyğun proqramlaşdırmaq kimi üsullar tarif vaxtları elektrik enerjisi istehlakını 30%-ə qədər azalda bilər. [25]

Rahatlığın təmin edilməsində məntiq lazımsız yerə vaxt itirən əməliyyatları avtomatlaşdırma sistemi ilə yerinə yetirmək və istifadəçinin normal şəraitdə edə bilməyəcəyi əməliyyatları yerinə yetirməkdir.

Ağıllı evlərin ən böyük rahatlığı ondan ibarətdir ki, ev avtomatlaşdırma sistemləri bir-birinin ardınca bir çox əməlləri yerinə yetirməklə həyata keçirilən "ssenari" seçimini təmin edir. Məsələn, bütün pərdələrin bağlanması, işığın söndürülməsi, aşağıda siqnalizasiyanın işə salınması, bir saat sonra televizorun söndürülməsi kimi normal vaxtda vaxt itirəcək əməliyyatlar tək bir əməllə həyata keçirilə bilər.

Hərəkət sensorları, qapı və pəncərələrə yerləşdirilən maqnit sensorlar bütün evi nəzarət altında saxlaya bilər. Ağıllı evin təmin etdiyi təhlükəsizliyin klassik siqnalizasiya sistemləri ilə müqayisədə ən böyük üstünlüyü oğurluq, yanğın və ya sel kimi hadisələrin baş verməmişdən əvvəl qarşısının alınma bilməsidir.

Evlərdə baş verən yanğınların ən böyük səbəbləri elektrik kontaktları, prizdə unudulmuş cihazlar və istilik sistemlərində yaranan problemlərdir. Avtomatlaşdırma sistemləri bütün elektrik şəbəkə və cihazlarına nəzarət etdiyi üçün bu risklər minimuma endirilir və hər hansı yanğın aşkar edildikdə qaz klapanları və ventilyasiyalar avtomatik bağlanaraq yanğının böyüməsinin qarşısı alınır və siqnalizasiya mərkəzinə məlumat verilir.

Ağıllı evlərin digər böyük təhlükəsizlik üstünlüyü odur ki, onlar tək-cə həyəcan stansiyalarına deyil, həm də əvvəlcədən müəyyən edilmiş telefon nömrələrinə zəng edə bilirlər. Ağıllı Ev Sistemlərinin “Aktiv Qadağa Effektinə” malik olması və bu səbəbdən təhlükəni uzaqlaşdırmağa çalışması, təhlükə yaxınlaşdıqda digər siqnalizasiya sistemlərindən geri qalacaqları demək deyil. Bütün tədbirlərə qarşı bu sistemlər yaxınlaşan təhlükədə ən möhkəm sistemlərdir. [26]

Ağıllı ev anlayışı bir çox fərqli yerdə istifadə olunur, lakin əsl ağıllı evin nə olduğunu başa düşmək üçün əvvəlcə evləri təsnif etmək lazımdır. Texnoloji evləri inkişaf sırasına görə üç əsas başlıq altında qruplaşdırmaq olar.

### **2.1.1 İdarə olunan evlər**

İdarə edilə bilən evlər mövcud cihazların və sistemlərin müxtəlif idarəetmə sistemləri tərəfindən asanlıqla idarə olunduğu evlərdir. Belə evlərdə proqramlaşdırma və evlə qarşılıqlı əlaqə yoxdur. Bu tip evlərdə pərdələr, işıqlar və digər cihazlar pultla idarə oluna bilər, o cümlədən otağa daxil olanda işıqların işıqlandırılması və bu əl çalma və ya səs əmri ilə idarə oluna bilər. Yəni ev ancaq o anda əmr alaraq o an istədiyi vəziyyəti yaradır.

### **2.1.2 Proqramlaşdırıla bilən evlər**

Proqramlaşdırıla bilən evlər idarə olunan evlərə nisbətən daha təkmil sinfidir. Bu sinifdə olan evləri iki qrupa bölmək olar.

- Zamana və sensorlara reaksiya verən proqramlaşdırıla bilən evlər: Bu evlərdə bütün sistemlər və qurğular zamana uyğun proqramlaşdırıla, həmçinin ətrafdakı sensorların köməyi ilə informasiya qəbul edib reaksiya verə bilər. Belə evlərdə işıqlandırma sistemi proqramlaşdırıla bilər, əlavə olaraq belə evlər sensorların köməyi ilə hava qaraldıqda anlayır və işıqları yandırır, yağış yağanda suvarma sistemini işlətmirlər. Yaradılmış ssenarilərlə evdə bir çox parametrləri bir toxunuşla etmək olar.
- Zamana uyğun proqramlaşdırıla bilən, sensorlara görə reaksiya verən, şəraitə və vəziyyətlərə uyğun hərəkət edən evlər. [27]

### 2.1.3 Süni intellektə malik evlər

Proqramlaşdırıla bilən evlərə bənzəyir, lakin proqramlaşdırıla bilən evlərdən daha təkmildir. Proqramlaşdırıla bilən evlərdə qaydalar insan köməyi ilə hazırlanarkən, bu evlərdə heç bir qayda tərtib edilmir. Bu evlərin öyrənmə qabiliyyəti var. Bunlar özlərini yoxlaya bilən və buna uyğun olaraq öz parametrlərini və qaydalarını yarada bilən evlərdir. Bunun üçün öyrənə bilən proqram təminatı, yəni süni intellekt tələb olunur. Bu evlər sakinlərin gün ərzində hərəkətlərini izləyir, təkrarlanan hərəkətləri üzə çıxarır və həmin vəziyyət üçün nə edəcəyini müəyyənləşdirir və yenidən həmin davranışla qarşılaşdıqda müvafiq düzəlişlər edir. Ağıllı ev sistemləri aşağıdakı öhdəlikləri yerinə yetirə bilər.

- Səhər yuxudan ayılan zaman, təyin etdiyiniz vaxtda jalüzləriniz istədiyiniz qədər açıla bilər. Otaqlar istənilən temperaturla gətirilir.
- Biz uzaqda olanda evimiz təyin edilən temperaturda qalır. İstəsək telefon və ya internet vasitəsilə temperaturu dəyişə bilərik.
- Işıq sensoru ilə gün batımı təsbit edilir və pərdələr bağlanır və evdə istədiyiniz işıqlar yandırılır.
- Sinyal aktivləşdirilərsə, hərəkət sensoru və təhlükəsizlik işıqları işə salınır və həyəcan signalı işə salınır.

- Uzun səfərlərimizdə evin günəş işığı və ya jalüz və pəncərələr açılaraq havalandırılması, bağçanın suvarma sistemi işlədilməsi, axşam müəyyən vaxtlarda işıqların yandırılması evdə kiminsə olduğu təəssüratı yaradır. [28]

## **2.2 IoT texnologiyasının ağıllı evlərdə tətbiqi**

Əşyaların İnterneti (IoT) böyük diqqəti cəlb edən və ətrafımızdakı dünya ilə qarşılıqlı əlaqəmizi dəyişdirən inqilabi bir konsepsiyadır. İnternet vasitəsilə bir-biri ilə əlaqə saxlayan və məlumat mübadiləsi aparan bir-biri ilə əlaqəli cihazlar, obyektlər və sistemlər şəbəkəsinə aiddir. Fiziki və rəqəmsal aləmləri qüsursuz şəkildə birləşdirərək, IoT müxtəlif sənayelər və gündəlik həyatımızın aspektləri üzrə təkmilləşdirilmiş səmərəlilik, rahatlıq və avtomatlaşdırma üçün sonsuz imkanlar açdı. IoT-un dəyişdirici gücü onun çoxsaylı mənbələrdən böyük həcmdə məlumat toplamaq və dəyərli fikirlər əldə etmək üçün təhlil etmək qabiliyyətindədir. Qabaqcıl analitika və maşın öyrənmə alqoritmlərindən istifadə etməklə təşkilatlar məlumatlı qərarlar qəbul etmək, prosesləri optimallaşdırmaq və innovativ xidmətlər təqdim etmək üçün bu məlumatlardan istifadə edə bilirlər. Məsələn, səhiyyə sektorunda IoT cihazları xəstələri uzaqdan izləyə, həyati əlamətləri toplaya və fəvqəladə hallar zamanı tibb işçilərini xəbərdar edə bilər. İstehsalda, IoT-a imkan verən sistemlər inventar səviyyələrini izləyə, təchizat zəncirlərini optimallaşdırma və texniki xidmət tələblərini proqnozlaşdırma, məhsuldarlığı artırma və xərcləri azalda bilər.

Bundan əlavə, IoT ağıllı evlərin yeni dövrünü təqdim etməklə gündəlik həyatımıza böyük təsir göstərmişdir. Ağıllı termostatlar, işıqlandırma sistemləri, təhlükəsizlik kameraları və səs köməkçiləri kimi qoşulmuş cihazlarla ev sahibləri yaşayış yerlərini uzaqdan idarə edə və idarə edə, enerji səmərəliliyini artırma və təhlükəsizliyi yaxşılaşdırma bilirlər. Fitnes izləyiciləri və ağıllı saatlar kimi taxıla bilən cihazlar adi hala çevrilib, insanlara sağlamlılıqlarına nəzarət etməyə, fitness məqsədlərini izləməyə və fərdi tövsiyələr almağa kömək edir. Bununla belə, IoT inkişaf etməyə və genişlənməyə davam etdikcə, o, həm də əhəmiyyətli problemlər və narahatlıqlar gətirir. Əşyaların İnterneti

ekosistemində çoxlu sayda həssas məlumat ötürülür və saxlanılır, çünki təhlükəsizlik və məxfilik məsələləri çox vacibdir. Güclü təhlükəsizlik tədbirlərinin təmin edilməsi, şifrələmə protokollarının tətbiqi və məxfilik prinsiplərinin qəbul edilməsi riskləri azaltmaq və istifadəçi məlumatlarını qorumaq üçün vacibdir.

Nəticə olaraq, Əşyaların İnterneti əlaqə və rəqəmsal transformasiyanın yeni dövrünü açıb. Onun təsiri sənayelərə, evlərə və gündəlik həyatımıza yayılaraq, texnologiya və ətrafımızdakı dünya ilə qarşılıqlı əlaqəmizi dəyişdirir. IoT-un təqdim etdiyi imkanlar və çağırışlar üzərində hərəkət edərkən, bu yenilikçi texnologiyanın potensialını tam şəkildə açmaq üçün təhlükəsizlik, məxfilik və etik mülahizələrə üstünlük vermək vacibdir.

IoT ağıllı evlərin funksionallığının və avtomatlaşdırılmasının təmin edilməsində mərkəzi rol oynayır. Müxtəlif cihazları və cihazları birləşdirərək, IoT texnologiyası ev sahiblərinə yaşayış sahələrini uzaqdan nəzarət və idarə etməyə imkan verir, rahatlığı, səmərəliliyi və ümumi həyat keyfiyyətini artırır. Ağıllı evlərdə IoT-un rolunun əsas aspektləri bunlardır: [29]

a. Qoşulma: IoT ağıllı ev daxilindəki cihazların bir-biri ilə əlaqə saxlamasına imkan verir, bir-birinə bağlı cihazlar şəbəkəsi yaradır. Məsələn, ağıllı termostat ağıllı işıqlandırma sistemləri ilə əlaqə saxlaya və temperatur dəyişikliklərinə əsasən işıqlandırma parametrlərini tənzimləyə bilər.

b. Məlumatların toplanması: IoT cihazları daxili sensorlar vasitəsilə ətraflarından məlumat toplayır. Məsələn, ağıllı təhlükəsizlik kameraları video görüntüləri çəkə bilər, ətraf mühit sensorları isə temperatur, rütubət və havanın keyfiyyətinə nəzarət edə bilər. Bu məlumatların toplanması ev sahibləri üçün çox önəmlidir.

c. Uzaqdan İdarəetmə və Avtomatlaşdırma: IoT ev sahiblərinə evlərində müxtəlif funksiyaları uzaqdan idarə etməyə və avtomatlaşdırmağa imkan verir. Smartfonlar və ya səsli köməkçilər vasitəsilə sakinlər temperatur parametrlərini tənzimləyə, işıqlandırmaya



nəzarət edə, qapıları bağlaya, cihazları idarə edə və hətta real vaxt siqnalları və bildirişləri ala bilərlər.

d. İnteqrasiya və qarşılıqlı fəaliyyət: IoT müxtəlif istehsalçıların müxtəlif cihaz və sistemlərini vahid ağıllı ev ekosisteminə inteqrasiya etməyə imkan verir. Bu qarşılıqlı fəaliyyət ayrı-ayrı sistemlərə ehtiyacı aradan qaldıraraq cihazlar arasında qüsursuz əlaqə və əməkdaşlığı təmin edir.

e. Fərdiləşdirmə və Uyğunlaşma: IoT texnologiyası ağıllı evlərdə fərdiləşdirilmiş təcrübələrə imkan verir. Cihazlar istifadəçi seçimlərini öyrənə və parametrlərini müvafiq olaraq uyğunlaşdırıla bilər. Məsələn, ağıllı termostatlar sakinlərin vərdisləri və üstünlükləri əsasında temperatur parametrlərini avtomatik tənzimləyə bilər.

### **2.3 Ağıllı Evlərdə IoT-un üstünlükləri**

IoT inteqrasiyası ağıllı evlərə çoxsaylı üstünlüklər gətirir, rahatlığı, səmərəliliyi və ümumi yaşayış təcrübələrini artırır. Bəzi əsas üstünlüklərə aşağıdakılar daxildir:

a. Enerji Effektivliyi: Ağıllı ev sistemləri yaşayış və üstünlüklərə əsasən işıqlandırma, isitmə və soyutmanı avtomatik tənzimləməklə enerji istehlakını optimallaşdırıla bilər. Bu, enerji tullantılarının azalmasına və kommunal ödənişlərin azalmasına səbəb olur.

b. Təkmilləşdirilmiş Təhlükəsizlik: IoT-ni dəstəkləyən təhlükəsizlik sistemləri real vaxt rejimində monitorinq, uzaqdan giriş və ev sahiblərinə xəbərdarlıqlar təqdim edir. Ağıllı kameralar, qapı kilidləri və hərəkət sensorları təkmilləşdirilmiş təhlükəsizlik və dincliyi təmin edir.

c. Təkmilləşdirilmiş Rahatlıq: IoT ilə ev sahibləri səs əmrləri və ya mobil proqramlardan istifadə edərək temperaturun tənzimlənməsi, musiqi ifa edilməsi və ya cihazların idarə edilməsi kimi müxtəlif tapşırıqları idarə edə və avtomatlaşdırıla bilər. Bu, rahatlığı artırır və gündəlik işləri asanlaşdırır.

d. Artırılmış Təhlükəsizlik: Əşyaların İnterneti cihazları qaz sızması, yanğın və ya su sızması kimi potensial təhlükələr barədə sakinləri aşkarlaya və xəbərdar edə bilər. Erkən aşkarlama və bildirişlər qəzaların qarşısını ala və zərəri minimuma endirə bilər.

e. Sağlamlıq və Rifah: IoT cihazları həyati əlamətləri, yuxu rejimini və fitness fəaliyyətlərini izləməklə sağlamlıq monitorinqini dəstəkləyə bilər. Ağıllı cihazlar, mövcud inqrediyentlərə əsaslanan qidalı reseptlər təklif edən ağıllı soyuducular kimi sağlam vərdişləri inkişaf etdirə bilər. [30]

## **2.4 IoT tətbiqində rahatlığın və səmərəliliyin artırılması**

Uzaqdan idarəetmə və ev avtomatlaşdırması: IoT ev sahiblərinə evlərindəki müxtəlif cihazlar və funksiyalar üzərində uzaqdan idarəetmə imkanı verir. Mobil proqramlar və ya səsli köməkçilər vasitəsilə sakinlər işıqlandırmanın tənzimlənməsi, temperaturun tənzimlənməsi, cihazların istismarı və hətta qapıların açılması və ya kilidlənməsi kimi vəzifələri asanlıqla idarə edə və avtomatlaşdırıla bilərlər. Bu rahatlıq fərdlərə evlərini istənilən yerdən idarə etməyə imkan verir, gündəlik işləri daha səmərəli və çevik edir.

Enerji idarəetmə və səmərəlilik: Ağıllı evlərdə IoT-nin əhəmiyyətli üstünlüklərindən biri onun enerji istehlakını optimallaşdırmaq və səmərəliliyi artırmaq qabiliyyətidir. Ağıllı termostatlar, ağıllı işıqlandırma sistemləri və ağıllı cihazlar kimi IoT-ni dəstəkləyən cihazlar enerji israfını minimuma endirmək üçün birlikdə işləyir. Məsələn, ağıllı termostatlar sakinlərin seçimlərini öyrənə və müvafiq olaraq temperatur parametrlərini tənzimləyə bilər, nəticədə enerjiyə qənaət və rahatlıq artır. Ağıllı işıqlandırma sistemləri boş otaqlardakı işıqları avtomatik olaraq söndürərək, lazımsız enerji istifadəsini azalda bilər.

Ağıllı təhlükəsizlik və nəzarət: IoT ev təhlükəsizliyi və nəzarət sistemlərinin təkmilləşdirilməsində mühüm rol oynayır. Daxili sensorlar və qoşulma imkanı olan ağıllı təhlükəsizlik kameraları ev sahiblərinə real vaxt rejimində evlərinə nəzarət etməyə,

şübhəli fəaliyyətlər barədə xəbərdarlıq almağa və video lentlərə uzaqdan daxil olmağa imkan verir. Bu kameralar hərtərəfli təhlükəsizlik sistemi yaradaraq, ağıllı qapı kilidləri və hərəkət sensorları kimi digər təhlükəsizlik cihazları ilə birləşdirilə bilər. IoT ilə işləyən təhlükəsizlik sistemləri dinclik təmin edir, potensial müdaxilələrin qarşısını alır və fəvqəladə hallara tez cavab verməyə imkan verir.

Fərdi təcrübələr: IoT texnologiyası ağıllı evlərdə fərdi təcrübələr yaratmağa imkan verir. Cihazlar istifadəçi seçimlərini öyrənə və davranışlarını uyğunlaşdırmağa bilər. Məsələn, ağıllı işıqlandırma sistemləri günün vaxtı və ya istifadəçi seçimlərinə əsasən parlaqlıq və rəng temperaturunu tənzimləyə bilər. Ağıllı audio sistemlər fərdi musiqi seçimləri əsasında fərdiləşdirilmiş çalğı siyahılarını tərtib edə bilər. Ətraf mühiti şəxsi üstünlüklərə uyğunlaşdırmaqla, IoT rahatlığı artırır və daha zövqlü həyat təcrübəsi yaradır.

Ağıllı cihaz idarəetməsi: IoT inteqrasiyası ağıllı evlərdəki cihazların ağıllı idarə edilməsinə imkan verir. Soyuducu, paltaryuyan maşın və soba kimi ağıllı cihazlar IoT şəbəkəsinə qoşula bilər. Bu cihazlar bildirişlər və xatırlatmalar təqdim edə, enerji istifadəsini optimallaşdırmağa və hətta istifadəçi seçimləri əsasında prosesləri avtomatlaşdırmağa bilər. Məsələn, ağıllı soyuducu ərzaq inventarına nəzarət edə, mövcud inqrediyentlərə əsaslanan reseptlər təklif edə və vaxtı keçmiş məhsullar üçün xəbərdarlıq göndərə bilər. Bu avtomatlaşdırma və zəka səviyyəsi məişət işlərini asanlaşdırır, vaxta qənaət edir və israfçılığını azaldır.

Ətraf mühitin monitorinqi və davamlılıq: IoT-ni dəstəkləyən sensorlar davamlılıq səylərinə töhfə verərək ağıllı evlərdə ətraf mühit amillərini izləyə bilər. Sensorlar temperaturu, rütubəti, havanın keyfiyyətini və enerji istehlakını ölçə bilər. Bu məlumatlar enerji səmərəsizliyini müəyyən etmək, resurslardan istifadəni optimallaşdırmağa və ekoloji cəhətdən təmiz təcrübələri həyata keçirmək üçün təhlil edilə bilər. Məsələn, enerjiden istifadə qaydalarını izləməklə ev sahibləri enerjiyə qənaət strategiyaları ilə bağlı məlumatlı qərarlar qəbul edə və karbon izlərini azalda bilərlər. [31]

## 2.5 IoT ilə təchiz edilmiş ağıllı evlərdə təhlükəsizlik riskləri

IoT cihazları, əlaqə və məlumat mübadiləsi imkanları ilə zərərli şəxslər tərəfindən istifadə edilə bilən yeni təhlükəsizlik zəiflikləri təqdim edir. IoT-a dəstək verən ağıllı evlərdə bəzi ümumi təhlükəsizlik risklərinə aşağıdakılar daxildir:

- a. Zəif şifrələr: Zəif və ya standart parolları olan cihazlar icazəsiz girişə həssasdır. Zəif autentifikasiya mexanizmləri cihazlar üzərində nəzarəti əldə etməyə və ya həssas məlumatlara çıxış əldə etmək istəyənlərə imkan verə bilər.
- b. Məlumat məxfiliyi: IoT cihazları şəxsi və həssas məlumatlar da daxil olmaqla böyük həcmdə məlumat toplayır və ötürür. Bu prosesin düzgün işləməməsi və ya məlumatların pozulması məxfiliyin pozulmasına və şəxsi məlumatların oğurlanmasına səbəb ola bilər.
- c. Mikroqram yeniləmələrinin olmaması: Bir çox IoT cihazlarında proqram təminatı yeniləmələri üçün müvafiq mexanizmlər yoxdur və bu, onları məlum təhlükəsizlik zəifliklərinə qarşı həssas edir. Müntəzəm yeniləmələr olmadan cihazlar potensial hücumlara məruz qalır.

Güclü təhlükəsizlik tədbirlərinin həyata keçirilməsi: IoT-ə imkan verən ağıllı evlərdə təhlükəsizlik problemlərini həll etmək üçün möhkəm təhlükəsizlik tədbirlərini qəbul etmək çox vacibdir. Təhlükəsizliyi artırmaq üçün bəzi strategiyalara aşağıdakılar daxildir:

- a. Güclü doğrulama və giriş nəzarəti: Güclü və unikal parolların, iki faktorlu autentifikasiyanın və istifadəçi girişinə nəzarətin tətbiqi IoT cihazlarına və sistemlərinə icazəsiz girişin qarşısını ala bilər.
- b. Şifrələmə və təhlükəsiz rabitə: IoT cihazları və bulud platformaları arasında ötürülən məlumatlar məxfiliyi təmin etmək üçün şifrələnməlidir. Məlumatların bütövlüyünü qorumaq üçün kommunikasiya kanallarında TLS kimi təhlükəsiz rabitə protokollarından istifadə edilməlidir.
- c. Daimi proqram təminatı yeniləmələri: İstehsalçılar təhlükəsizlik zəifliklərini aradan qaldırmaq və cihazların məlum təhlükələrdən qorunmasını təmin etmək

üçün müntəzəm proqram təminatı yeniləmələri təqdim etməlidirlər. İstifadəçilər yeniləmələri dərhal quraşdırmaq üçün təşviq edilməlidir.

- d. Şəbəkə seqmentasiyası: Ev şəbəkəsinin seqmentləşdirilməsi təhlükəyə məruz qalmış cihazın təsirini məhdudlaşdırır, təcavüzkarların həssas məlumatlara daxil olmasının və ya şəbəkə daxilində digər cihazlar üzərində nəzarətin ələ keçirilməsinin qarşısını ala bilər.
- e. Hücumun aşkarlanması sistemləri: Müdaxilənin aşkarlanması sistemlərinin və təhlükəsizlik monitorinq vasitələrinin tətbiqi real vaxt rejimində şübhəli fəaliyyətləri aşkar etməyə və onlara cavab verməyə kömək edə bilər, potensial təhlükələrin vaxtında azaldılmasına imkan verir.

İstifadəçilərin maarifləndirilməsi: İstifadəçi təhsili IoT-ə imkan verən ağıllı evlərin təhlükəsizliyinin təmin edilməsində mühüm rol oynayır. Ev sahibləri öz cihazlarını qorumaq üçün risklər və ən yaxşı təcrübələr haqqında məlumatlandırılmalıdırlar. Bura parolların müntəzəm olaraq yenilənməsi, cihazları etibarsız şəbəkələrə qoşmaqdan çəkinmək və fişinq cəhdlərinə qarşı ehtiyatlı olmaq kimi təcrübələr daxildir. Ev təsərrüfatlarında kibertəhlükəsizlik mədəniyyətinin aşılması IoT cihazları ilə bağlı riskləri əhəmiyyətli dərəcədə azalda bilər. [32]

## III FƏSİL. AĞILLI EV SİSTEMLƏRİNİN ELEMENTLƏRİNİN TƏDQIQI

### 3.1 Temperatur və işığın avtomatik tənzimlənməsi sxemi

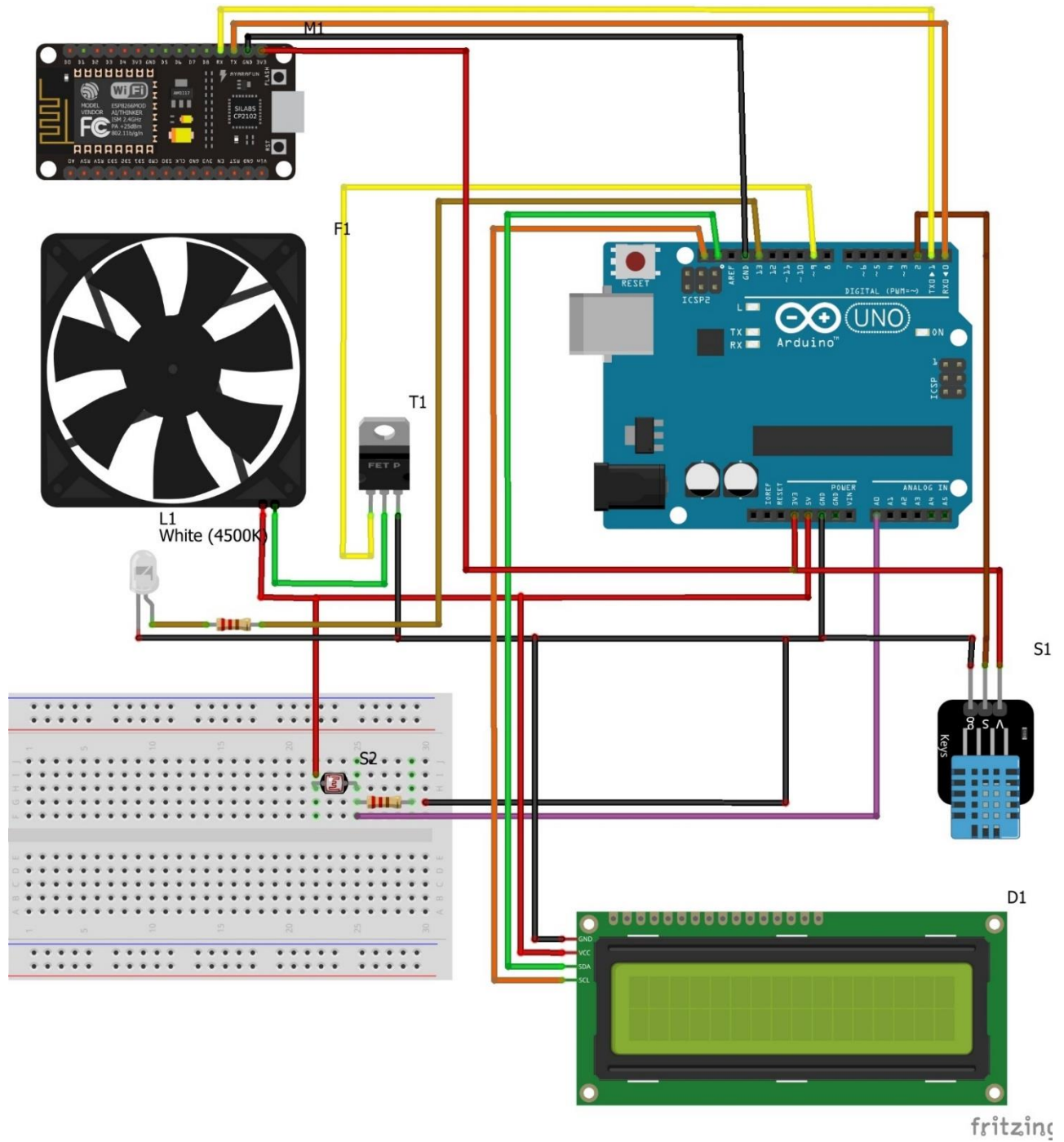
Ağıllı ev sistemlərində işığın və temperaturun tənzimlənməsini tədqiq etmək üçün kiçik ev modeli quraq. Burada ağıllı evlərdə istifadə olunan ağıllı işıq cihazlarını LED işıqlardan istifadə edərək, ağıllı evlərdə istifadə olunan havalandırma sistemləri və temperatur tənzimləyicilərini isə ventilyatordan istifadə edərək göstərəcəyik. Bu modelin qurulması üçün aşağıdakı dövrə elementlərindən istifadə etdik.

1. Sensorlar
  - a. 2 ədəd Işıq sensoru (LDR)
  - b. 1 ədəd Temperatur və nəmlik sensoru (DHT11)
2. Dövrə elementləri
  - a. 2 ədəd Rezistorlar ( $220\Omega$ )
  - b. 1 ədəd Mosfet tranzistor (IRFZ44N)
3. Mikrokontroller
  - a. 1 ədəd Arduino (UNO)
  - b. 1 ədəd Şəbəkə kontrolleri (Node MCU ESP8266)
4. Göstəricilər
  - a. 1 ədəd Ekran (I2C LCD)
  - b. 1 ədəd Fan (5V DC)
  - c. 2 ədəd LED işıq

İlk öncə bu elementlərin köməyi ilə quracağımız modelin dövrə sxemini quraq. Bunun üçün müxtəlif proqram paketlərindən istifadə edə bilərik. Belə proqram təminatları “PBC design software” kateqoriyasında birləşir. Bu proqram paketləri bizə qurduğumuz dövrlərin dövrə elementlərinin dəqiqləşdirilməsində, onların xarakteristikalarının təyin edilməsində və hətta proqram kodunu daxil edərək virtual rejimdə işlədilməsinə də şərait yaradır. Belə proqram paketlərindən ən geniş istifadə olunanları aşağıdakılardır.

1. Fritzing
2. Proteus
3. Autodesk Eagle
4. KiCad
5. Libre PCB
6. iCircuit
7. Solve Elec və.s

Biz bu tədqiqat zamanı “Fritzing” proqram paketindən istifadə edərək modelin dövrə sxemini qurduq.



Şəkil 3.1.1 Təklif olunan sxemin işləmə prinsipi

1. Avtomatik rejim - Bu rejimdə işləyən zaman temperaturu tənzimləyən ventilyator və işıqlanmanı təmin edən LED işıqlar sensorlardan alınan dəyərlərə, yəni mühitin vəziyyətinə uyğun olaraq çalışır.



2. Web idarəetmə rejimi - Bu rejimdə işləyən zaman işçi qurğular öz vəziyyətlərini web sayt vasitəsi ilə idarəetmə panelindən göndərilən əmrlərə uyğun olaraq dəyişir.

Sxemdən görüldüyü kimi, S1 temperatur və nəmlik sensoru alınan dəyərləri Arduinonun 2 nömrəli PWM girişinə göndərir. Arduino da yazılmış proqram kodu vasitəsi ilə gələn məlumatlar analiz olunduqdan sonra onun 9 analoq çıxışından temperatur və nəmliyə əsasən 0 - 255 aralıklı siqnal T1 n kanallı mosfet tranzistoruna ötürülür.

Burada istifadə olunan T1 MOSFET tipli tranzistor ventilyatorun sürətinin tənzimlənməsində rol oynayır. T1 tranzistoru uyğun analoq siqnala əsasən öz çıxış gərginliyini idarə edir. Bu gərginlik F1 ventilyatoruna verildiyi üçün analog çıxışdan alınan siqnal səviyyəsinə uyğun ventilyatorun sürəti dəyişir.

S2 işığa həssas rezistoru isə Arduinonun A0 analoq girişinə uyğun keçiriciliyi təmin edir. Proqram kodu gələn məlumatları analiz edir və Arduinonun 13 rəqəmsal çıxışının dəyərini dəyişir, və ona bağlı olan L1 ledi yanır və ya sönmür.

D1 ekranın köməyi ilə sensorlardan əldə olunmuş temperatur, nəmlik, işıqlıq dərəcələri kimi dəyərlər, ventilyatorun hazırkı fırlanma sürəti istifadəçiyə göstərilir.

M1 şəbəkə kartı Arduino ilə TX və RX pinləri vasitəsi ilə Serial protokolu ilə əlaqə qurur. M1 şəbəkə kartı daxilə yazılmış proqram kodu ilə web saytı şəbəkədə paylaşır. Bu zaman şəbəkəyə bağlı olan istənilən cihazdan bu sayta daxil olmaq mümkündür. Sayta daxil olduqdan sonra açılan pəncərədə “Avtomatik” seçimindən istifadə edərək modeli avtomatik rejimə keçirmək, və ya bu rejimi söndürərək modeli sayt vasitəsi ilə idarə etmək mümkündür. Burada LED işıqları yandırmaq və ya söndürmək, temperaturu dəyişərək ventilyatorun idarə edilməsi mümkündür.

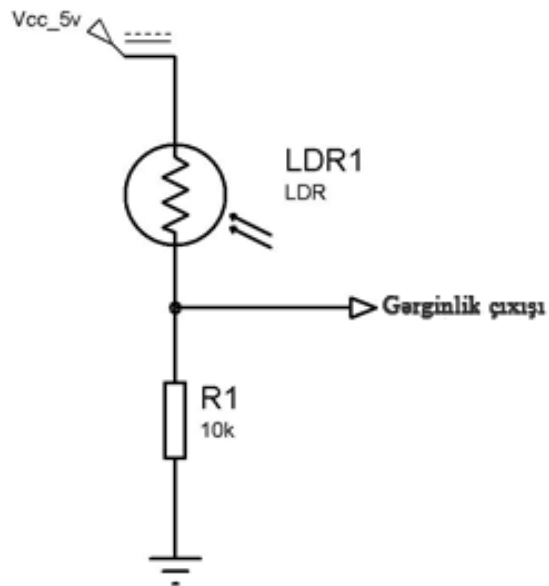
### **3.2 LDR sensorunun işləmə prinsipi**

İşıqdan asılı rezistor (LDR - Light Dependent Resistor) işığa həssas müqavimətini dəyişən rezistor növüdür. İşığın təsirinə məruz qaldıqda LDR-nin müqaviməti azalır, işıq olmadıqda isə müqaviməti artır. Bu, onu işığın miqdarının ölçülməsi və ya aşkarlanması

lazım olan tətbiqlər üçün faydalı komponent halına gətirir. Arduino ilə işıq sensorunu istifadə etmək üçün onu mikrokontrollerin analoq girişi ilə birləşdirmək lazımdır. AnalogRead() funksiyasından istifadə edərək LDR üzərindəki gərginliyi oxumaqla, sensorun aşkar etdiyi işıq miqdarına mütənasib olan dəyər əldə edə bilərik. Dəyər map() funksiyasından istifadə edərək seçdiyiniz diapazona uyğunlaşdırıla bilər və sonra LEDlər və ya mühərriklər kimi digər komponentləri idarə etmək üçün istifadə edilə bilər.

LDR-lər adətən avtomatik küçə işıqları, işığa həssas həyəcan siqnalları və daxili işıqlandırma sistemləri kimi müxtəlif layihələrdə istifadə olunur. Onlar həmçinin smartfonlarda və digər elektron cihazlarda mühit işığı sensorları kimi istifadə olunur.

Layihə üçün LDR seçərkən aşağıdakı amilləri nəzərə almaq vacibdir: həssaslıq, cavab müddəti və spektral reaksiya. LDR-lər müxtəlif ölçülərdə, formalarda və spektral həssaslıqlarda olur, ona görə də layihə tələblərinə ən uyğun olanı seçmək vacibdir. LDR daxili sxemini aşağıdakı şəkildə təsvir olunub.



Şəkil 3.2.1 LDR daxili sxemi

### 3.3 DHT11 Sensorunun xüsusiyyətləri

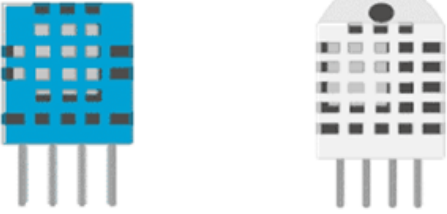
DHT11 sensoru Arduino və digər mikrokontrollerlərlə istifadə olunan ucuz rəqəmsal temperatur və rütubət sensorudur. Bu sensor ətrafdakı hava temperaturunu və nisbi rütubəti ölçmək üçün rütubət sensoru və termistoru istifadə edir. DHT11 sensorun temperatur üçün  $0-50^{\circ}\text{C}$  və rütubət üçün  $20-90\%$  aralığında qiymətlər alır, daha dəqiq  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  temperatur və  $\pm 5\%$  rütubət dəqiqliyi var.

DHT11 sensoru Arduino ilə istifadə etmək üçün, sensoru VCC, GND və DATA kimi üç əlaqələndirici ilə mikrokontrollerə birləşdirmək lazımdır. VCC və GND güc və torpaq üçün, DATA pinləri isə sensor məlumatlarını mikrokontrollerə ötürmək üçün istifadə olunur.

Əlavə olaraq, DHT11 sensoru üçün həll yolu oxumaq və məlumatları LCD və ya digər çıxış cihazında göstərmək üçün müxtəlif kitabxanalar mövcuddur. Ən məşhur kitabxanalardan biri Adafruit DHT kitabxanasıdır ki, Arduino IDE Kitabxana Meneceri vasitəsilə yüklənib quraşdırıla bilər. Bu kitabxana, DHT11 sensoru məlumatlarını oxumaq və göstərmək üçün nümunə kodu və funksiyalar təqdim edir.

Ümumi olaraq, DHT11 sensoru müxtəlif Arduino layihələrində temperatur və rütubət ölçmək üçün istifadə edilə bilən sadə və məsuliyyətli bir sensorudur. Bu sensor geniş istifadə sahələrindən biri olan ev avtomatizasiyası və ətraf mühit nəzarəti tətbiqlərində istifadə olunur.

Daha geniş diapazonda temperatur dərəcəsi və nəmlik faizinin təyin edilməsi üçün bu sensorun daha həssas versiyası olan DHT22 sensoru istifadə olunur. Şəkil 3.3.1-də DHT11 və DHT22 arasında fərqlər təsvir olunmuşdur.



|                  | DHT11           | DHT22                 |
|------------------|-----------------|-----------------------|
| Gərginlik        | 3-5 V           | 3-5 V                 |
| Maksimal cərəyan | 2.5 mA          | 2.5 mA                |
| Temperatur       | 0-50 °C / ±2 °C | -40 - 80 °C / ±0.5 °C |
| Rütubət          | 20-80 % / 5%    | 0-100 % / 2-5%        |
| Tezlik           | 1 Hs            | 1 Hs                  |
| Üstünlüyü        | Aşağı qiymət    | Dəqiqlik              |

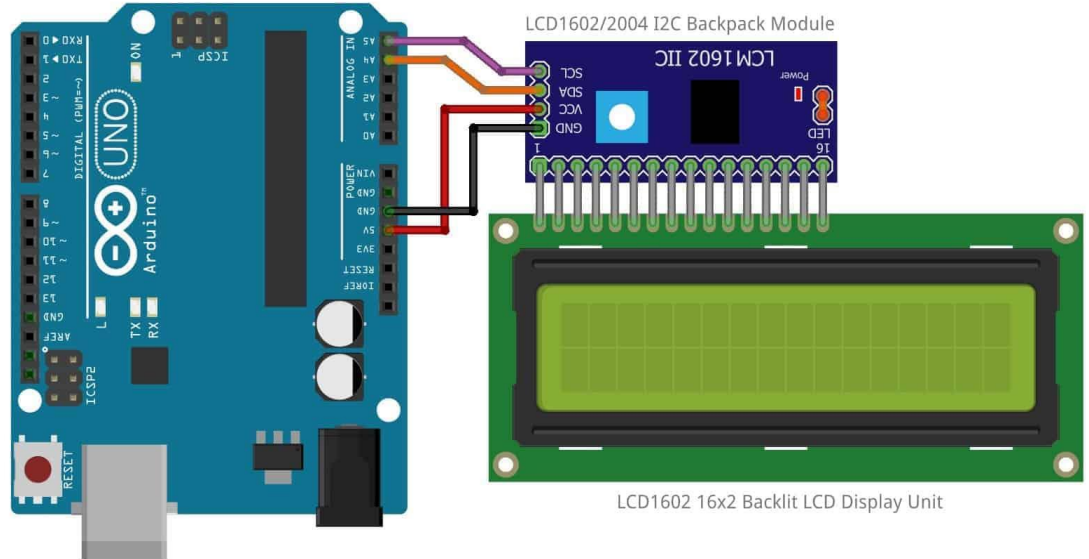
Şəkil 3.3.1 DHT11 və DHT22 sensorlarının müqayisəsi

### 3.4 I2C LCD Ekranının tətbiqi

“Arduino I2C display” Arduino projelərində geniş istifadə olunan ekran moduludur. Bu ekran Arduino mikrokontrollerinə I2C protokolu vasitəsi ilə qoşulur. I2C protokolu sadəcə bir pin vasitəsi ilə bir neçə modulun qoşulmasına icazə verən protokoldur. Bu səbəbdən I2C ekranın digər ekranlardan üstün cəhəti onun daha az pinlərə malik olmasındadır. Arduino üzərində pinlərin sayının az olmasını nəzərə alsaq bu ekranın nə üçün daha çox istifadə edildiyi anlaşılandır. I2C ekranın 4 ədəd pini mövcuddur.

1. VCC – “voltage common collector” müsbət cərəyan mənbəyinə qoşulur və modulu enerji ilə təmin edir.
2. SDA – “serial data” cihazlar arasında məlumatları göndərmək və qəbul etmək üçün istifadə olunur. İkitərəfli məlumat axınını təmin edir.
3. SCL – “serial clock” göndərilən və ya qəbul edilən məlumatların sinxronlaşdırılması üçün istifadə olunur. Sadəcə sinxronlaşdırıcı siqnalları göndərir yəni birtərəfli məlumat axınını təmin edir.
4. GND – “ground” mənbənin 0 volt cərəyan verən pininə qoşulur.

Bu ekran vasitəsi ilə mətn, rəqəm, qrafik simvollar göstərmək mümkündür. Lakin ekranın 2 sütun 16 sətirə malik olduğunu (16x2) və hər sətir və sütun birləşməsinin 5 sütun 8 sətirdən ibarət olduğunu (5x8) nəzərə alsaq ekranda eyni zamanda 32 simvolu görüntüləyə bilərik. Bu ekran ilə qurulmuş Arduino modellərində adətən “LiquidCrystal\_I2C” kitabxanasından istifadə edilir.



fritzing

Şəkil 3.4.1 I2C LCD ekranının Arduino qoşulma sxemi

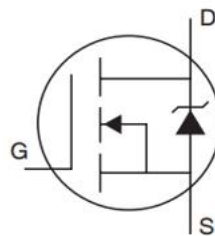
### 3.5 IRFZ44N tranzistorunun xüsusiyyətləri

Junction Field Effect Transistor (JFET) ilə yanaşı, Gate girişi əsas cərəyan keçirən kanaldan elektriklə izolyasiya edilmiş başqa bir növ sahə təsirli transistor mövcuddur.

$$V_{DSS} = 55V$$

$$R_{DS(on)} = 17.5m\Omega$$

$$I_D = 49A$$



Şəkil 3.5.1 IRFZ44N Tranzistoru

MOSFET (metal–oxide–semiconductor field-effect transistor), izolyasiya edilmiş sahə təsiri transistoru adlanan bir növ yarımkeçirici cihazdır. MOSFET-lər JFET-lərlə eyni işləyir, lakin keçirici kanaldan elektrikle təcrid olunmuş terminala malikdir.

Bir çox müxtəlif növ elektron dövrlərdə istifadə edilən ən çox yayılmış izolyasiya edilmiş qapı FET növünə Metal Oksid Yarımkeçirici Sahə Təsiri Transistoru və ya qısaca MOSFET deyilir. IGFET və ya MOSFET gərginliyə nəzarət edilən sahə effekti tranzistordur və JFET-dən fərqlənir ki, onun əsas yarımkeçirici n-kanalından və ya p-kanalından çox nazik bir izolyasiya materialı təbəqəsi ilə elektrikle izolyasiya edilmiş şüşə kimi tanınan silikon dioksid “Metal Oksid” elektrodu var.

Bu ultra nazik izolyasiya edilmiş metal elektrodu kondansatorun lövhəsi kimi düşünülə bilər. Giriş terminalı axın və mənbə arasındakı əsas cərəyan kanalından elektrikle təcrid olduğundan, “girişə cərəyan axmır” və eynilə JFET kimi, MOSFET də cərəyanın əsas kanaldan keçdiyi gərginliklə idarə olunan rezistor kimi fəaliyyət göstərir. Axın və mənbə arasındakı giriş gərginliyi ilə mütənasibdir. Həmçinin JFET kimi, MOSFET-lərin çox yüksək giriş müqaviməti asanlıqla böyük miqdarda statik yük yığa bilər ki, bu da MOSFET-in diqqətlə idarə edilmədiyi və ya qorunmadığı təqdirdə asanlıqla zədələnməsinə səbəb olur. Əməliyyat xüsusiyyətlərinə görə 2 növ MOSFET var:

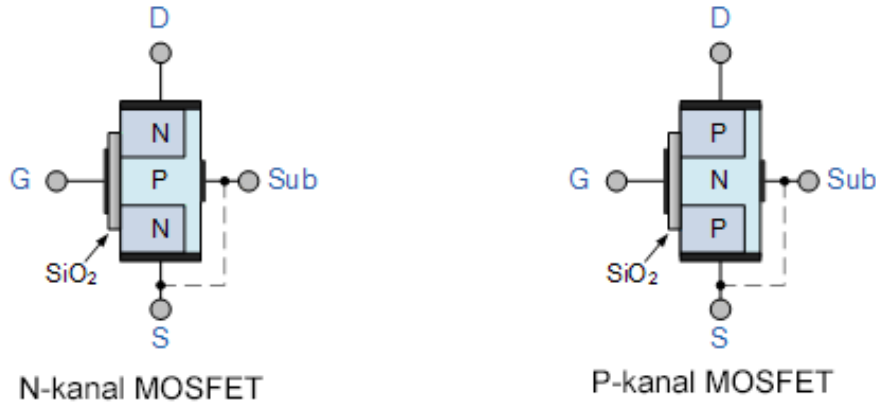
1. N kanallı MOSFET

2. P kanallı MOSFET

**MOSFET (N Kanal):** Bu tip MOSFET-lərin strukturlarında Drenaj və Mənbə uclarına bağlı iki N tipli bölgə arasında bir kanal var. Gate ucundakı gərginlik 0V olduqda belə, bu kanal sayəsində Drenaj və Mənbə arasında müəyyən bir cərəyan axır. Qapıya (+) gərginlik tətbiq edildikdə, Drenaj-Mənbə arasındakı kanal genişlənir və onların üzərindən keçən cərəyan artır. (-) gərginlik tətbiq edildikdə, kanal sıxılır və cərəyan azalır.

**MOSFET (P Kanal):** Onların tükənmə tipli MOSFET-lərdən fərqi, Drenaj Mənbəsi arasında heç bir kanalın olmamasıdır. Gate terminalına heç bir gərginlik tətbiq edilmərsə,

Drenaj Mənbəsi arasında cərəyan axmır. Bu tip MOSFET-lərdə iki N tipli keçirici və onların arasındakı izolyator bir kondensator quruluşunu təşkil edir. Drenaj Mənbəsi arasındakı cərəyan Gate terminalına (+) və (-) gərginliklər tətbiq etməklə idarə olunur.



Şəkil 3.5.2 N kanal və P kanal MOSFET quruluşu

MOSFET-lər tez-tez yüksək tezlikli elektron sxemlərdə, voltmetrlər, ommetrlər, multimetrlər və yüksək giriş müqaviməti olan gücləndiricilər kimi ölçmə alətlərində istifadə olunur.

Bundan əlavə, güc elektronikasında istifadə olunan güc MOSFET-ləri var. Bu MOSFET-lər enerji təchizatı, aşağı gərginlikli mühərrik idarəetmə sxemləri və DC-DC çeviricilərində istifadə olunur.

MOSFET, ən qısa tərifilə, təcrid olunmuş sahə effektlı tranzistorun bir növüdür. Məqalənin əvvəlində qeyd etdiyimiz kimi, onlar analoq və ya rəqəmsal olmasından asılı olmayaraq, elektron sxemlərdə kommutasiya və enerji balanslaşdırma işlərini yerinə yetirirlər.

Ən çox istifadə olunan elektron sxemlər rəqəmsal sxemlərdir. Standart MOSFET-lər tranzistor kimi işləyərkən, digər güc MOSFET-ləri yüksək səviyyəli güc nəzarətini təmin edir.

### 3.6 Arduino mikrokontrollerinin modelə uyğun proqramlaşdırılması

Arduino kontrolleri daxili yaddaşına serial USB portu vasitəsi ilə göndərilmiş proqram ilə idarə olunur. Bu proqram Arduino IDE proqram paketindən istifadə etməklə C/C++ proqramlaşdırma dilində yazılır.

Tədqiqat işində qurduğumuz modelə uyğun Arduino proqram təminatını yazaq və yazılmış kodun izahatına baxaq.

1. İlk növbədə kodun işləməsi üçün lazım olacaq kitabxanalar daxil edilir.

```
1  #include "DHT.h"
2  #include <Wire.h>
3  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

Şəkil 3.6.1 Kitabxanaların daxil edilməsi

2. DHT sensorunun pini təyin edilir və dəyişəni yaradılır.

```
79  // set dht pin to 2 and set type
80  DHT dht(2, DHT11);
```

Şəkil 3.6.2 DHT konfigurasiyası

3. Displayin addressi əldə olunur (bizim üçün 0x27) və LiquidCrystal\_I2C kitabxanasından istifadə edərək 16 simvolla 2 sətirlik display təyin edilir.

```
82  // set the LCD address to 0x3F for a 16 chars and 2 line display
83  LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
```

Şəkil 3.6.3 I2C konfigurasiyası

4. 66 - 77 ci sətirlərdə ventilyatorun sürəti (minimum 0, maksimum 255), işıqlanma dərəcəsi, nəmlik, temperatur, avtomatik rejim dəyərlərini saxlamaq üçün dəyişənlər təyin edilir.



```

66 // temperature value from sensor
67 float temperature = 0;
68 float temperatureFromWeb = 0;
69
70 // humidity value from sensor
71 float humidity = 0;
72
73 // lowest 110, max 255
74 int fanSpeed = 0;
75
76 // if automode false web site control will be activated
77 String autoMode = "on";

```

Şəkil 3.6.4 Dəyişənlərin təyin edilməsi

5. 86 - 88 - ci sətirlərdə displaydə məlumatlar növbə ilə göstərilməsi üçün “delay()” metodundan istifadə edəcəyik. Bu bizim dövrü “loop()” metodumuzu bloklayacaq. Bunun qarşısını almaq üçün dəyərləri təyin edək.

```

85 // for non blocking code
86 int printState = 0; // State variable for printStatus method
87 unsigned long previousMillis = 0; // Variable to store the previous time
88 const unsigned long delayInterval = 500; // Delay interval in milliseconds
89

```

Şəkil 3.6.5 Gecikmənin aradan qaldırılması üçün dəyişənlərin təyini

6. Standart “setup()” metodu çağırılır. Bu metod içərisinə yazılmış kodlar Arduino mikrokontrolleri güc mənbəyinə qoşulduğu zaman bir dəfə çalışır.

```
90 void setup() {
91     Serial.begin(115200);
92     // led
93     pinMode(13, OUTPUT);
94     // fan
95     pinMode(9, OUTPUT);
96     // dht
97     dht.begin();
98
99     // lcd
100    lcd.init();
101    lcd.clear();
102    lcd.backlight();
103    lcd.createChar(0, firstLetter); // ı
104    lcd.createChar(1, secondLetter); // i
105    lcd.createChar(2, thirdLetter); // ə
106    lcd.createChar(3, fourthLetter); // ü
107    lcd.createChar(4, fifthLetter); // ş
108 }
```

Şəkil 3.6.6 Pinlərin təyini

- a. 91 - ci sətirdə Arduino ilə bağlantının 115200 baud yəni saniyədə 115200 bit sürəti ilə ötürüləcəyi təyin olunub.
- b. 93, 95 - ci sətirlərdə 13 və 9 nömrəli pinlər çıxış pinləri olaraq təyin edilib.
- c. 97 - cı sətirdə DHT sensoruna işə başlama əmri verilib.
- d. 100-107 - ci sətirlərdə uyğun olaraq displeyin işə başlaması, mövcud simvolları təmizləməsi, yanıb sönməsi və Azərbaycan əlifbasında mövcud lakin ASCII əlifbasında olmadığına görə bayt olaraq əlavə olunmalı olan simvolların əmri göndərilib. Nümunə üçün “ş” simvolunun baxaq.

```

56 byte fifthLetter[8] = {
57     0b00000,
58     0b00000,
59     0b01111,
60     0b10000,
61     0b01110,
62     0b00001,
63     0b11110,
64     0b00100
65 };
66

```

Şəkil 3.6.7 “ş” simvolu

7. 110 - cu sətirdə standart “loop()” metodu çağırılıb. Bu metodun içərisində yazılmış proqram kodu dövri olaraq təkrarlanır.

```

110 void loop() {
111     if (Serial.available() > 0) {
112         String data = Serial.readStringUntil('\n');
113         handleSerialData(data);
114     }
115
116     light = autoMode == "off" ? lightFromWeb : analogRead(A0);
117
118     changeLedState(light);
119
120     humidity = dht.readHumidity();
121     temperature = autoMode == "off" ? temperatureFromWeb : dht.readTemperature();
122
123     fanSpeed = getFanSpeed(temperature);
124     changeFanSpeed(fanSpeed);
125
126     printStatus(light, temperature, humidity, fanSpeed, 1300);
127 }

```

Şəkil 3.6.8 İşçi kodlar

- a. 111 - ci sətirdə Serial məlumatlarının mövcudluğu yoxlanılır. Bu o deməkdir ki Arduino üzərində mövcud TX və RX pinlərinə məlumatlar daxil olduğu zaman Serial vasitəsi ilə oxunur. Əgər məlumat mübadiləsi uğurlu olarsa o zaman bu metodun nəticəsi 0 dan böyük olur. Qeyd etmək

lazımdır ki bu bizə arduino ilə şəbəkə kartı arasında əlaqə qurmaq və məlumat mübadiləsi üçün lazımdır.

- b. 112 - ci sətirdə məlumatlar “String” tipində “data” dəyərində mənimsədir.
- c. 113 - cü sətirdə çağırılan metod içərisinə “data” dəyəri göndərilir və aşağıdakı şəkildə istifadə olunur. Burada (129 - 147) Gələn dəyərə uyğun olaraq dəyişənlərin dəyərləri dəyişdirilir.

```

129 void handleSerialData(String data) {
130     Serial.println(data);
131     if (data.startsWith("A")) {
132         if (data.indexOf("on") != -1) {
133             autoMode = "on";
134         } else {
135             autoMode = "off";
136         }
137     } else if (data.startsWith("L")) {
138         if (data.indexOf("on") != -1) {
139             lightFromWeb = 0;
140         } else {
141             lightFromWeb = 255;
142         }
143     } else if (data.startsWith("F")) {
144         data.remove(0, 2);
145         temperatureFromWeb = data.toFloat();
146     }
147 }

```

Şəkil 3.6.9 Funksiya bloku

- d. 116 - cı sətirdə sitem avtomatik rejimdə olduqda saytdan göndərilmiş dəyər əks halda isə A0 analoq girişdən (sensordan) gələn dəyər oxunur və “light” dəyişəninə dəyərində mənimsədir.
- e. 118 - ci sətirdə LED pinin dəyəri dəyişdirilir. Burada (153 - 158) “light” dəyişəninə dəyəri 100 - dən (bu tədqiqat işində minimum işıq dəyəri olaraq qəbul edilib) böyükdürsə Arduionun 13 çıxışının dəyəri LOW (məntiqi 0) olaraq təyin edilir. Əks halda 13 çıxışının dəyəri HIGH

(məntiqi 1) olaraq təyin edilir. Bu şəkildə sensordan alınan işıqlılıq dəyərinə görə LED - lər idarə olunur.

```

153 void changeLedState(int light) {
154     if (light > 100) {
155         digitalWrite(13, LOW);
156     } else {
157         digitalWrite(13, HIGH);
158     }
159 }

```

Şəkil 3.6.10 Funksiya bloku

- f. 120, 121 - ci sətirlərdə sitem avtomatik rejimdə olduqda saytdan göndərilmiş dəyər əks halda isə dht kitabxanasının bizə verdiyi “readHumidity” və “readTemperature” metodlarından istifadə edərək nəmlik və temperaturun dəyərləri yadda saxlanır.
- g. 123 - cü sətirdə “getFanSpeed” metodunu çağırılır. Bu metodun vəzifəsi verilmiş temperatur dəyərinə uyğun “fanSpeed” dəyişəninin dəyərini (0 - 255 aralığında rəqəm olmalıdır) təyin etməkdir.

```

161 int getFanSpeed(int temperature) {
162     if (temperature > 31) {
163         return 255;
164     } else if (temperature > 30) {
165         return 240;
166     } else if (temperature > 29) {
167         return 230;
168     } else if (temperature > 28) {
169         return 200;
170     } else if (temperature > 26) {
171         return 150;
172     } else if (temperature > 24) {
173         return 130;
174     } else if (temperature > 22) {
175         return 110;
176     } else {
177         return 0;
178     }
179 }

```

Şəkil 3.6.11 Funksiya bloku

- h. 124 – cü sətirdə təyin olunmuş “fanSpeed” dəyəri “changeFanSpeed” metoduna göndərilir. Burada alınan dəyər (149 - 151) Arduinonun 9 çıxışına göndərilir və ventilyatorun sürətini tənzimləyir. Bununla da temperaturun idarə olunması təmin olunur.

```
149 void changeFanSpeed(int fanSpeed) {
150     analogWrite(9, fanSpeed);
151 }
```

Şəkil 3.6.12 Funksiya bloku

- i. 126 - cı sətirdə “printStatus” metodu çağırılır. Bu metodun vəzifəsi göndərilmiş dəyərləri displeydə göstərməkdir. Bu zaman “loop()” funksiyasının bloklanmaması üçün (182 - 206) kodları yazaq.

```
181 void printStatus(int light, float temp, float humidity, int fanSpeed, int delaySeconds) {
182     unsigned long currentMillis = millis(); // Get the current time
183
184     if (currentMillis - previousMillis >= delayInterval) {
185         previousMillis = currentMillis; // Store the current time
186
187         switch (printState) {
188             case 0:
189                 printLight(light);
190                 printState = 1;
191                 break;
192             case 1:
193                 printTemperature(temp);
194                 printState = 2;
195                 break;
196             case 2:
197                 printHumidity(humidity);
198                 printState = 3;
199                 break;
200             case 3:
201                 printFanSpeed(fanSpeed);
202                 printState = 0;
203                 break;
204         }
205
206         delay(delaySeconds); // Delay after each print
207     }
208 }
```

Şəkil 3.6.13 Funksiya bloku

```

210 void printLight(int light) {
211     lcd.clear();
212     lcd.setCursor(0, 0);
213     lcd.write(0);
214     lcd.write(4);
215     lcd.write(1);
216     lcd.print("q");
217     lcd.setCursor(0, 1);
218     lcd.print(light);
219 }
220
221 void printTemperature(float temp) {
222     lcd.clear();
223     lcd.setCursor(0, 0);
224     lcd.print("Temperatur");
225     lcd.setCursor(0, 1);
226     lcd.print(String(temp) + " C");
227 }
228
229 void printHumidity(float humidity) {
230     lcd.clear();
231     lcd.setCursor(0, 0);
232     lcd.print("N");
233     lcd.write(2);
234     lcd.print("mlk");
235     lcd.setCursor(0, 1);
236     lcd.print(String(int(humidity)) + " %");
237 }
238
239 void printFanSpeed(int fanSpeed) {
240     lcd.clear();
241     lcd.setCursor(0, 0);
242     lcd.print("Fan s");
243     lcd.write(3);
244     lcd.print("r");
245     lcd.write(2);
246     lcd.print("ti");
247     lcd.setCursor(0, 1);
248     lcd.print(String(fanSpeed) + " rpm");
249 }

```

Şəkil 3.6.14 Funksiya bloku

### 3.7 Node MCU 8266 Modemin modelə uyğun proqramlaşdırılması

Bu modemi Arduino IDE köməkliyi ilə proqramlaşdırmaq. Bunun üçün “Boards Manager” bölümündən “esp8266” kitabxanası qurulmalıdır.

1. İlk növbədə lazım olan kitabxanaları daxil edək (1, 2)
2. Daha sonra şəbəkə modeminin bağlana biləcəyi şəbəkə adı “ssid” və şifrəsini “password” daxil edək (5, 6)

3. Web saytımızı şəbəkədə yayımlamaq üçün serverin portunu təyin edək (80)
4. HTTP protokolu ilə göndərilmiş sorğuların dəyərini özündə saxlayacaq dəyişəni yaradaq.
5. Saytımızda istifadə olunacaq funksionallıqların dəyərlərini saxlamaq üçün dəyişənləri yaradaq.

```
1  #include <ESP8266WiFi.h>
2  #include <SoftwareSerial.h>
3
4  // Enter your wifi network name and Wifi Password
5  const char* ssid = "BHC";
6  const char* password = "2000H2004C";
7
8  //RX-TX, TX-RX
9
10 // Set web server port number to 80
11 WiFiServer server(80);
12
13 // Variable to store the HTTP request
14 String header;
15
16 // These variables store current output state of LED and FAN
17 String ledState = "off";
18 String fanSpeed = "0";
19 String autoMode = "on";
```

Şəkil 3.7.1 Dəyişənlərin yaradılması və serverin konfigurasiyası

6. “setup()” metodunu çağırmaq və modemə şəbəkəyə qoşulması daha sonra isə əldə etdiyi IP adresini yazması üçün kodları tərtib edək (31 - 50).



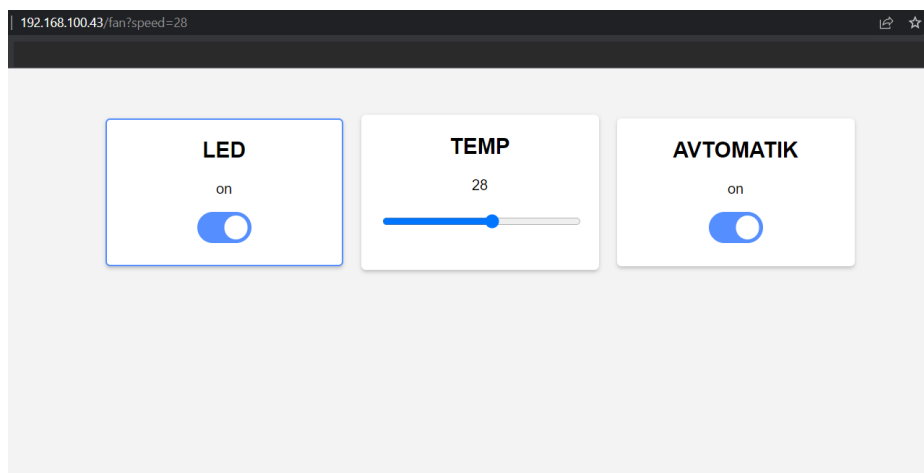
```

30 void setup() {
31     Serial.begin(115200);
32     PrinterSerial.begin(115200);
33
34     // Connect to Wi-Fi network with SSID and password
35     PrinterSerial.print("Connecting to ");
36     PrinterSerial.println(ssid);
37     WiFi.begin(ssid, password);
38
39     while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
40         delay(500);
41         PrinterSerial.print(".");
42     }
43
44     // Print local IP address and start web server
45     PrinterSerial.println("");
46     PrinterSerial.println("WiFi connected.");
47     PrinterSerial.println("IP address: ");
48     PrinterSerial.println(WiFi.localIP());
49     server.begin();
50 }

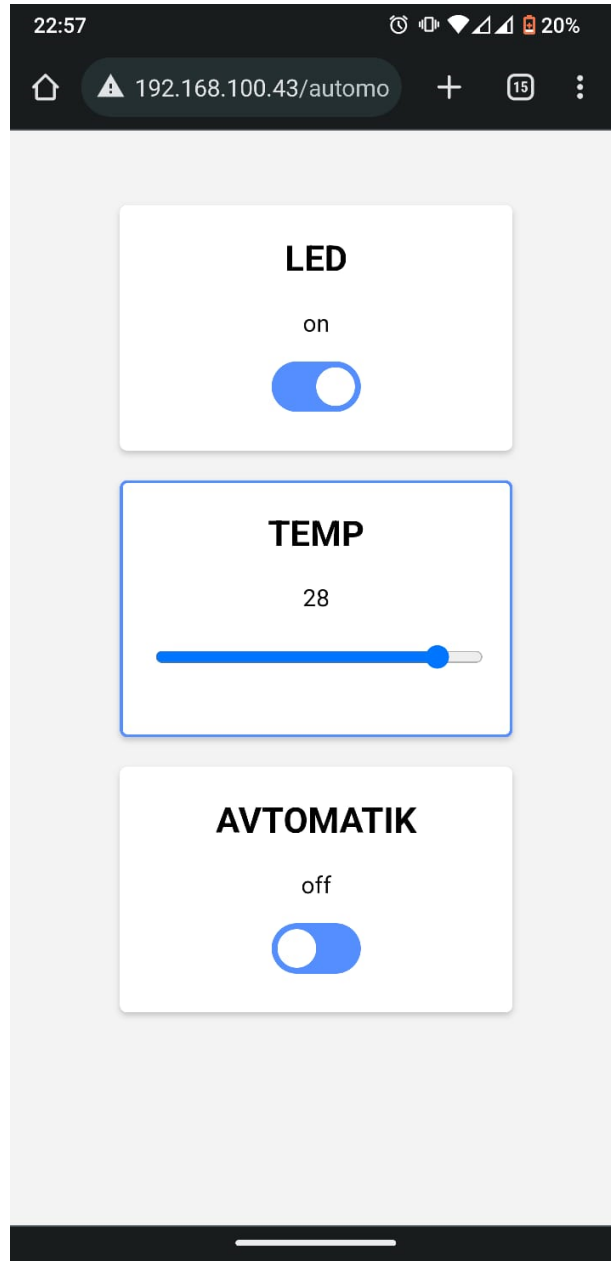
```

Şəkil 3.7.2 Modemin konfigurasiyası

7. Daha sonra “loop()” loop funksiyasının içərisinə müvafiq kodlar yazılır. Bu kod blokları vasitəsi ilə şəbəkə kartımız şəbəkədə kod blokları ilə verilmiş (HTML, CSS, JS scriptləri ilə yazılmış) saytı yayımlayır və HTTP sorğuları göndərir və qəbul edir. Kod bloklarının həcmi xeyli uzun olduğundan bu tədqiqat işində əlavə olunması məqsədəuyğun hesab edilməmişdir. Bu səbəbdən tədqiqat işinə yekun web saytın həm mobil həm də komputer ekran görüntüsü əlavə edilmişdir.



Şəkil 3.7.3 Saytın görüntüsü



Şekil 3.7.4 Mobil sayının görüntüsü

## Nəticə

Dissertasiya işində GPON texnologiyaları, onların ağıllı ev sistemlərində tətbiq olunması və bu sistemlərin tətbiqi zamanı məlumatların internet şəbəkəsi üzərindən ötürülməsini təmin edən ağıllı əşyaların interneti (IoT) infrastrukturunu haqqında tədqiqat aparılmış və bu tədqiqat haqqında ətraflı məlumat verilmişdir. Bu tədqiqatlardan alınan nəticələr aşağıda qeyd olunmuşdur.

1. Gigabit Passive Optical Network (GPON) texnologiyası ağıllı evlərdə yüksək sürətli internet bağlantısını dəstəkləyən əsas infrastruktur rolunu oynayır. Bu texnologiya mis əsaslı ənənəvi şəbəkələrdən əhəmiyyətli üstünlüklərə malikdir, məsələn artan ötürmə qabiliyyəti, daha uzun ötürmə məsafələri və təkmilləşdirilmiş signal keyfiyyəti. GPON texnologiyası əlaqəli ağıllı ev ekosisteminin əsasını təşkil edərək, smart cihazlar, IoT sistemləri və internet arasında problemsiz məlumat ötürülməsinə imkan verir.

2. Ağıllı ev konsepsiyası yaşayış yerimizlə məsafədən əlaqəni mümkün edir. Müxtəlif cihazları və sistemləri birləşdirərək, ağıllı evlər rahatlığı, təhlükəsizliyi və enerji səmərəliliyini artıran intellektual mühit yaradır. Sensorların, avtomatlaşdırmanın və qoşulmanın istifadəsi sayəsində ev sahibləri evlərini uzaqdan idarə edə və izləyə, temperaturu və işığı tənzimləyə, təhlükəsizlik sistemlərini idarə edə və hətta gündəlik tapşırıqları avtomatlaşdırma bilərlər. Əşyaların İnterneti (IoT) fiziki cihazlar, nəqliyyat vasitələri, məişət texnikası və sensorlar, proqram təminatı ilə birləşdirilən obyektlər şəbəkəsidir və onlara məlumat toplamaq və mübadilə etmək imkanını verir. Ağıllı evlər kontekstində IoT müxtəlif qurğular və sistemlər arasında qüsursuz əlaqəni asanlaşdırmaqda mühüm rol oynayır.

3. Wi-Fi texnologiyasından istifadə etməklə ev sahibləri evlərini uzaqdan temperatura nəzarət, təhlükəsizlik kameraları, səsli köməkçilər, işıqlandırma səviyyələri və əyləncə sistemləri kimi müxtəlif ağıllı cihazları birləşdirərək idarə edə və nəzarət edə bilərlər. IoT bu cihazların inteqrasiyasına və əlaqələndirilməsinə imkan verir,

avtomatlaşdırmaya, enerjinin idarə edilməsinə və ümumi funksionallığın təkmilləşdirilməsinə imkan verir.

Texnologiya inkişaf etməyə davam etdikcə, bu sahələr üzrə ən son yeniliklərdən xəbərdar olmaq və yenilənmək bizə onların gətirdiyi fayda və imkanlardan tam istifadə etməyə imkan verəcək.

## İstifadə olunmuş ədəbiyyat

1. Acar, S. 2009. Yeni nesil sabit erişim şəbəkələrinə (FTTX) geçiş sürecinde düzenleyici yaklaşımlar: Uluslar arası örnekler ve Türkiye için öneriler. Uzmanlık Tezi, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, Ankara.
2. Assi, C.M., Ye, Y., Dixit, S., Ali, M.A. 2003. Dynamic bandwidth allocation for quality-of-service over Ethernet PONs. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 21 (9): 1467-1476.
3. Anonim, 2007. Network Infrastructure Committee, FTTH infrastructure components and deployment methods, Barcelona.
4. Anonim, 2008. ITU-T Recommendation G.984.1, "Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics". <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.1/en>
5. Anonim, 2008. ITU-T Recommendation G.984.2, "Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): Physical media dependent (PMD) layer specification". <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.2/en>
6. Anonim, 2009. International Telecommunication Union, Characteristics of a singlemode optical fibre cable (G.652). file:///C:/Users/Eda/Downloads/T-REC-G.652-200506-S!!PDF-E.pdf
7. Anonim, 2011. Ericsson Eda 1500 GPON Solution. <http://www.inetgroup.eu/pliki/karolina/Ericsson>
8. Anonim, 2012. Passive optical network products. <http://en.fibrain.com/catalogos/fibrainpon.pdf>
9. Anonim, 2012. ITU-T Recommendation G.984.3, "Gigabit-capable passive optical networks (G-PON): Transmission convergence layer specification". <http://www.itu.int/rec/T-REC-G.984.3/en>

10. Anonim, 2013. GPON - EPON comparison. <http://www.commscope.com>
11. Bhagat, C., Raje, K., Shetye, R., Vaity, A. 2011. Technological and cost-based comparison of next generation PON technologies: 10GPON and WDM PON. University of Colorado, 2 May 2011, Boulder, USA.
12. Boomsma, C. 2006. Ethernet over passive optical networks. Master Thesis, Department of Electrical and Telecommunication Engineering, University of Twente, Netherlands.
13. Cale, I., Salihovic, A., Ivekovic, M. 2007. Gigabit passive optical network–GPON. Proceedings of the ITI 2007 29th Int. Conf. on Information Technology Interfaces, 25-28 June, 2007, Cavtat, Croatia. 90
14. Dhaini, A. R. 2006. Design and analysis of next generation Ethernet based passive optical access networks. Master Thesis, Department of Electrical and Computer Engineering, Concordia University, Canada.
15. Erkan, H. 2008. Next-generation ring based self healing WDM-PON architecture with private networking capability and wavelength sharing. Ph.D. Thesis, The City University of New York, New York.
16. Gutierrez, L., Garfias, P., Andrade, M.D., Pastor, C.C., Sallent, S. 2010. Next generation optical access networks: from TDM to WDM. Trends in Telecommunications Technologies, 25: 537-560.
17. Güre, Ö. 2012. Pasif optik ağlar ve uygulamaları. Y.Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
18. Haran, O. 2008. The importance of dynamic bandwidth allocation in GPON networks. <http://pmcs.com/cgi-bin/document.pl?docnum=2072146>
19. Hitachi, Y.N. 2006. Technologies and applications of passive optical networks (PON). ITU-T Workshop “NGN and its Transport Networks“, 20-21 April 2006, Kobe.

20. Işık, Y., Kahvecioğlu, A. 2003. Veri iletim yöntemleri ve optik veri iletiminin aviyonik sistemlerdeki kullanımı. Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, 1(2): 91-97.
21. Keiser, G. 2006. FTTX concepts and applications. [http://books.google.com.tr/books?id=F9QVcYfZk8C&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.tr/books?id=F9QVcYfZk8C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
22. Koonen, T. 2006. Fiber to the home / fiber to the premises: what, where, and when?. Proceedings of the IEEE, 94(5): 911-934.
23. Kumdereli, Ü.C. 2010. Çok kullanıcılı sistemler
24. Lashkari, A.H., Zeidanloo, H.R., Sabeeh, A.A. 2011. Static bandwidth allocation on optical networks. International Conference on Machine Learning and Computing, 2011, Singapore.
25. Lee, C.H., Sorin, W.V., Kim, B.Y. 2006. Fiber to the home using a PON infrastructure. Journal of Lightwave Technology, 24(12): 4568-4583.
27. Onursal, Z. 2012. Gigabit passive optical networks (GPON) and the network analysis in the fiber to the home (FTTH) project applications in Ankara. Master Thesis, Çankaya University, Faculty of Electronic and Telecommunication Engineering, Ankara.
28. Takai, H., Yamauchi, O. 2009. Optical fiber cable and wiring techniques for fiber to the home (FTTH). <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1068520009000376>
29. Tanji, H. 2008. Optical fiber cabling technologies for flexible access network. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1068520007000727>
30. Tillem, F. 2006. Fiber optik kablolarda zayıflama ölçümleri. Y.Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

31. Turna, Ö.C., Aydın, M.A., Zaim, A.H. 2009. Akıllı ev sistemlerin gelişimi. Akademik Bilişim'09-XI. Akademik Bilişim Konferansı, 11-13 Şubat 2009, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
32. Uzar İ., Ünverdi, Ö. 2014. Optik haberleşme sistemlerinde kullanılan IoT teknolojisi ve uygulamaları. Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.