



**T.C.**  
**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

# **AKILLI EV OTOMASYONU İÇİN ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI**

**ABDULLAH BARAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**ELEKTRİK ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KAHRAMANMARAŞ 2019**

**T.C.**  
**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AKILLI EV OTOMASYONU İÇİN ENERJİ YÖNETİM  
SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI**

**ABDULLAH BARAN**

**Bu tez,**  
**Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**YÜKSEK LİSANS**  
**derecesi için hazırlanmış**

**KAHRAMANMARAŞ 2019**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi ABDULLAH BARAN tarafından hazırlanan “AKILLI EV OTOMASYONU İÇİN ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI” adlı bu tez, jürimiz tarafından 26/08/2019 tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ (DANIŞMAN) .....

Elektrik-Elektronik Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr. Öğ. Üyesi Orhan ARPA (ÜYE) .....

Makine Müh.

Dicle Üniversitesi

Dr. Öğ. Üyesi Ö. Fatih Keçecioglu (ÜYE) .....

Elektrik-Elektronik Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Prof. Dr. Mustafa YAZICI .....

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Abdullah BARAN



Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No:.../..-... YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

**AKILLI EV OTOMASYONU İÇİN ENERJİ YÖNETİM SİSTEMİ GELİŞTİRİLMESİ VE  
UYGULANMASI  
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

**ABDULLAH BARAN**

**ÖZET**

Gelişen teknolojinin insan hayatını kolaylaştırmasının en belirgin örneklerinden olan akıllı ve programlanabilir evlerin temelini, evlerde kullanılan cihazların çeşitli haberleşme kanalları üzerinden erişilebilir hale getirilmesi oluşturmaktadır. Hızla gelişen iletişim teknolojilerinin kullanıcıların konforlarını arttırıcı, güvenlik ve özel mahremiyetlerini yükseltici imkânlar sunmaktadır.

Akıllı evler enerjinin verimli ve tasarruflu kullanımında da önemli bir yardım sağlamaktadır. Günümüz tüketicisi gereksiz enerji tüketimini üst düzeylerde tutması sebebiyetiyle hem enerji tasarrufu hem de aylık olarak yansıtılan faturalandırmada finansal tasarrufu göz ardı edememektedir.

Yapılan bu çalışmada gerçek bir akıllı evi modelleyen deneysel bir düzenek tasarlanmış olup, gerçek bir akıllı evin enerji kullanımı bire bir modellenmiştir. Tasarlanan deneysel düzenekte zamanlayıcılar ve uzaktan erişim yardımı ile kullanılmayan alanların enerji yollarının kesilmesi. Senaryolandırma seçenekleri ile ev içerisinde farklı zamanlarda farklı cihazların otomatik olarak çalıştırılması ya da kapatılması. Gün içerisinde çamaşır makinesi kullanımı gibi enerji tasarrufunun gerçekleştirilemeyeceği anlarda ise fatura tarifesinin günün en ucuz tarife tutarı saatlerinde gerçekleştirilmesi gibi konular üzerinde durulmuş ve bu yöntem ile hem enerji daha tasarruflu kullanılmış olup hem de ekonomik olarak daha uygun maliyetler ile çözüme ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı evler. Akıllı ev otomasyonu. Enerji tasarrufu, KNX sistemleri

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ağustos / 2019

Danışman: Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ

Sayfa sayısı: 53

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF ENERGY MANAGEMENT SYSTEM  
FOR SMART HOME AUTOMATION  
(M.Sc. THESIS)**

**ABDULLAH BARAN**

**ABSTRACT**

The basis of smart and programmable houses, which are one of the most prominent examples of developing technology to facilitate human life, is to make the devices used in the houses accessible through various communication channels. Rapidly developing communication technologies provide opportunities for users to increase their comfort and enhance their security and privacy.

Smart homes also provide important assistance in the efficient and economical use of energy. Today's consumer cannot ignore both energy saving and financial saving on monthly invoicing due to the high level of unnecessary energy consumption.

In this study, an experimental device that models a real smart house is designed and the energy usage of a real smart house is modeled one to one. This designed experimental device was focused on the topics such as timers and cutting energy routes of unused areas with the help of remote access, with screenwriting options inside the home at different times to run different devices automatically or shut down, in the event that energy saving cannot be realized, such as the use of washing machines during the day, issues such as the realization of the invoice tariff at the cheapest tariff hours of the day and with this method, energy is used more economically and the solution is reached efficiently with more affordable costs.

**Key words:** Smart homes. Smart home automation. Energy saving, KNX systems

Kahramanmaraş Sutcu Imam University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Electrical and Electronics Engineering, August / 2019

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet Serdar YILMAZ

Number of page:53

## TEŐEKKÜR

Bu tez çalıőması sűresince engin bilgi ve tecrűbelerinden faydalandıėım ve çalıőmamın her aőamasında saėladıėı bilimsel katkılardan dolayı Prof. Dr. Ahmet Serdar Yılmaz'a, her fırsatta bilgi ve birikimlerinden yararlandıėım tűm bűlűm hocalarıma, yazım aőamasında desteklerinden dolayı meslektaőım Taha Őztűrk'e ve son olarak, bu gűnlere gelmemde her tűrlű maddi ve manevi desteklerini gűrdűėim aileme ve eőime sonsuz teőekkűrlerimi sunarım.



# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

|   |      |
|---|------|
| ÖZET .....  | i    |
| ABSTRACT.....   | ii   |
| TEŞEKKÜRLER .....   | iii  |
| İÇİNDEKİLER .....   | iv   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....   | vi   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....   | vii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....  | viii |
| 1.GİRİŞ .....   | 1    |
| 2.AKILLI EV SİSTEMLERİ.....   | 4    |
| 2.1. Akıllı Ev Kavramının Esasları .....                                    | 4    |
| 2.1.1. Kontrol Edilebilir Evler .....                                       | 4    |
| 2.1.2. Programlanabilir Evler .....   | 5    |
| 2.1.3. Yapay Zekaya Sahip Evler .....                                       | 5    |
| 2.1.4. Engel Sahibi İnsanlar İçin Akıllı Evler .....                        | 6    |
| 2.1.5. Vücut Hareketlerini Kullanarak Akıllı Ev Kontrolü .....              | 6    |
| 2.2. Akıllı Evin Kısa Tarihçesi.....  | 7    |
| 3. AKILLI EV OTOMASYONU .....   | 9    |
| 3.1. Haberleşme Protokolleri.....   | 9    |
| 3.1.1. Kablosuz Haberleşme Protokolleri .....                               | 10   |
| 3.1.2. Kablolü Haberleşme Protokolleri.....                                 | 10   |
| 3.1.3.KNX Haberleşme Protokolü .....  | 11   |
| 3.1.3.1. KNX İle Enerji Verimliliğinin Sağlanması ve Aydınlatma Kontrolü .. | 12   |
| 3.1.3.2. KNX Programlama Topolojisi.....                                    | 13   |
| 3.1.3.3. KNX Hattı Kablolması .....   | 16   |
| 3.2. Kablolama ve Montaj İşlemleri.....                                     | 17   |
| 3.3. KNX Uygulama Yazılımı (ETS).....                                       | 22   |
| 4.BULGULAR.....   | 32   |
| 4.1. Deneysel Düzenleme.....  | 32   |
| 4.2. Mobil Uygulama Kullanımı .....   | 40   |
| 4.3. Akıllı Olmayan Evsel Tüketicilerde Enerji Kullanımı.....               | 41   |
| 4.4. Akıllı Evlerde Enerji Tüketiminin Örneklenmesi .....                   | 44   |
| 5. SONUÇLAR.....  | 50   |
| KAYNAKLAR .....   | 51   |
| ÖZGEÇMİŞ .....  | 53   |



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

|   |    |
|---|----|
| Şekil 1. KNX hattı kablo mesafe kısıtlamaları .....                 | 16 |
| Şekil 2. Dokunmatik panel montajı .....                             | 17 |
| Şekil 3. Dokunmatik panel montaj girişleri .....                    | 17 |
| Şekil 4. İnterface montajı .....                                    | 18 |
| Şekil 5. Akıllı ev sistemi ana panosu .....                         | 19 |
| Şekil 6. Akıllı ev sistemi kablolama montajı .....                  | 21 |
| Şekil 7. 10.1’’ Dokunmatik panel .....                              | 22 |
| Şekil 8. Yeni dosya açma işlemi .....                               | 23 |
| Şekil 9. Çalışma alanından bina kısmı oluşturulması .....           | 24 |
| Şekil 10. Data base örnekleri .....                                 | 25 |
| Şekil 11. Status tanımlama işlemi .....                             | 26 |
| Şekil 12. ETS programında data base ve grup adresleri .....         | 27 |
| Şekil 13. Ekran kablo girişleri .....                               | 30 |
| Şekil 14. İnterra ekranı kontrol sayfası .....                      | 30 |
| Şekil 15. Enerji izleme ünitesi bilgisayar ekranı görünümü .....    | 31 |
| Şekil 16. Deneysel Düzenek .....                                    | 32 |
| Şekil 17. Deneysel Sistem Üzerinde Kullanılan Devre Elemanları..... | 33 |
| Şekil 18. Dokunmatik ekran .....                                    | 34 |
| Şekil 19. Modbus Gateway Seri İletişim Protokolü.....               | 35 |
| Şekil 20. MPR45S Enerji Analizörü.....                              | 35 |
| Şekil 21. TXM616D - 16 A Çıkış Modülü .....                         | 36 |
| Şekil 22. Aplikasyon Ekranında Aktif Aydınlatma .....               | 37 |
| Şekil 23. Aplikasyon Ekranında Pasif Aydınlatma .....               | 37 |
| Şekil 24. Uygulama üzerinde zamanlayıcılar .....                    | 39 |
| Şekil 25. Zamanlayıcı oluşturma .....                               | 40 |

|  |    |
|--|----|
| Şekil 26. Telefon uygulaması.....  | 41 |
| Şekil 27. Uygulamada senaryo tanımlama .....                                       | 41 |
| Şekil 28. Saat başına harcanan akıllı olmayan kullanım enerji miktarı.....         | 42 |
| Şekil 29. Saat başına harcanan akıllı olmayan kullanım toplam enerji miktarı ..... | 43 |
| Şekil 30. Tüketilen enerji miktarına düşen fatura bedeli .....                     | 43 |
| Şekil 31. Akıllı olmayan kullanımda saat başına yansıyan fatura bedeli .....       | 44 |
| Şekil 32. Saat başına harcanan akıllı kullanım enerji miktarı.....                 | 45 |
| Şekil 33. Bir saatlik periyotlar başına düşen harcanmış enerji ifadesi .....       | 45 |
| Şekil 34. Akıllı kullanımda harcanan enerji miktarına karşılık fatura bedeli ..... | 46 |
| Şekil 35. Akıllı ve normal kullanım tüketilen enerji arasındaki farklar .....      | 47 |
| Şekil 37. Günlük tüketimin fiyatlandırma bazında Karşılaştırılması.....            | 48 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

|   |    |
|---|----|
| Çizelge 1. Ürün programlama .....                                     | 28 |
| Çizelge 2. Evsel tüketicilerde enerji tüketim miktarı.....            | 41 |
| Çizelge 3. Evsel tüketicilerde enerji tüketim miktarı örnekleme ..... | 44 |
| Çizelge 4. Akıllı kullanımda bir günlük enerji tüketim miktarı .....  | 45 |



## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|      |   |
|------|---|
| KNX  | :Konnex                                       |
| IEEE | :Elektrik Elektronik ve Mühendisler Enstütüsü |
| ETS  | :Engineering Tool Software                    |



## 1.GİRİŞ

İnsanoğlu türü gereği hayvanlara kıyasla dünyanın hava olayları koşulların zorluğuna karşı olarak kendi savunma mekanizmalarına sahip olmaması ile birlikte, uyum sağlayabilme, içgüdü ve fiziki açıdan daha zayıftır. Bu sebeplerden, insanoğlu tarihin ilk zamanlarından beri kullanım sebebi ne olursa olsun, gerek doğa olaylarına karşı, gerek özel hayatı ve kendini koruma amaçlı olarak, içinde daha iyi şartlarda barınabilecekleri yaşam alanları oluşturmuş, iklimsel ve kendi kültür koşullarına en uygun olduğunu düşündüğü yapılar yapma gayretinde olmuştur [1].

Eskiden insanoğlunun ev kapsamı adına temel ihtiyaçları barınmak, korunmak ve özel hayatın gizliliğinin oluşturulabilmesi ile sınırlı iken, bugün teknolojik gelişimin verdiği olanaklarla birlikte gelişen tüketicinin hem teknolojik hem de mimari anlamda konfor arzusuna cevap verebilen mekânların geliştirilmesi önem kazanmıştır.(Yage) Ev teknolojilerinin tüketicie özel ihtiyaç ve taleplerine göre dizayn edilmesi ile oluşan sisteme ev otomasyonu denir. Ev otomasyonları ile ise tüketicie evde iklimlendirme, aydınlatma, güvenlik, gibi parametrelerin yanı sıra elektrik ile çalışan cihazların kontrolünün ve benzeri kontrollerin yapılması mümkün kılınmıştır.

Teknolojinin hızlı gelişimi ve teknolojiye erişimin kolaylığı ile artık insanlar hayatlarını kolaylaştırmak adına güvenlik konfor ve finansal tasarruf başlıklarında somut çözümler sağlayabilecek evler talep etmektedirler. Bu talepler teknolojinin her gün daha da gelişmesi ile artmaktadır. Bu talebe paralel olarak yakın geçmişte üretim hatlarında kullanılan otomasyon sistemleri ilk olarak üretim hatlarında uygulanmaya başlanmış, günümüzde ise tüm yapılarda ev otomasyon sistemleri yaygın bir şekilde kullanılır hale gelmeye başlamıştır. Ev otomasyon sistemlerinin konfor açısından ön planda olmasının dışında normal enerji kullanımına oranla %9,25 oranında enerji tasarrufu bakımından daha tasarruflu olabildiği, doğru şekilde kullanılırsa hem enerji tasarrufu hem de finansal olarak tasarruflu olduğu öngörülmektedir. Ev teknolojileri üretim hatlarının birçok aşamasında kullanılan kontrol sistemlerinin standart hane içerisine uygun biçime dönüştürülmesi, ev otomasyonu ise bu teknolojilerin kişiye özel ihtiyaç ve istekler ile uygulanmasıdır. Akıllı evler, bir zamanların yalnız hayal ürünleri olan bütün bu gelişmiş teknolojiler sayesinde ev sakinlerinin ihtiyaçlarına cevap verebilen, onların hayatlarını kolaylaştıran daha güvenli, daha konforlu ve daha tasarruflu bir yaşam alanı sunmayı başaran evlerdir [2].

Akıllı bir evde; ısıtma, soğutma gibi iklimlendirme çalışması ile aydınlatma, yangın, güvenlik ve haberleşme çalışmaları için kullanılan birçok sistem üst düzey etkin kullanım amacı ile tek

nokta merkezi bir sistem ile yönetilmektedir [3]. Bina Otomasyonu terimi başlangıç olarak 1950'li yılların ortalarında ortaya çıkmıştır. O yıllardan bugüne teknoloji gelişimindeki sürecin de hızlanması ve bilimin bu hıza paralel bir gelişimi sonucu, hitap ettiği konu başlıkları, aktif olarak kullanılan etki alanı ve işlevi olarak devrimsel nitelikte büyük değişimler geçirmiştir.

Bugün ki otomasyonların öncüleri sayılabilecek ilk sistemlerde bilgi noktaları ile kontrol noktaları ayrı ayrı kablo vasıtası ile ana kontrol paneline eklenmekte olup, sisteme sadece operatör ve sistem panolarından erişim mümkün olabilmekteydi. Seri bilgi taşıma sistemleri ve elektronik cihazlar 1970'lerin ilk yılları içerisinde bina otomasyon sisteminde gelişmeye yol açmıştır. Bu uygulanan teknik sayesinde iki tel ile haberleşme hattı üzerinden binanın değişik noktalarına erişmek mümkündür [4]. Bu tip sistemlerde, bilgi toplama panelleri istenilen bölgedeki ölçümü gerçekleştirmiş bilgileri toplama ve ana merkeze gönderme işlevi görülmekteydi. Ana merkez gelen bu bilgiyi yorumlar ve yapılması gerekeni saha bilgi toplama paneline iletmekteydi. Ana merkezlerde bilgisayarın kullanılmasına ancak 1970'lerin ortalarında geçilmiştir. Bu neden ile birkaç merkezden izleme sağlanmış olsa da henüz bu dönemde maliyetlerin çok yüksek ve teknolojiye erişimin zor olması sebebiyle bu sistem sadece büyük endüstriyel tesisler ve askeri tesislerde kullanılmıştır.

Kişisel bilgisayarların yaygınlaşmasıyla, bina otomasyon sistemleri her büyüklükte, biçimde ve mimarisine uygun amaçla kullanılmaya cazip bir formata dönüşmüştür. 1980'lerde bilgisayar teknolojisi konusundaki gelişmeler sonucunda, bölgesel bilgi toplama panelleri geliştirilmiştir. Bu paneller bilgiyi alıp yorumlar, kontrollerini gerçekleştirip ana merkeze gönderir hale gelmiştir. Günümüzde ise, teknolojiye erişimin kolaylığı ve maliyetteki büyük düşüşler sonucu milli savunma yapılarında ya da endüstriyel üretim alanlarda uygulanan otomasyon sistemi, akıllı ev sistemleri adı ile hanelerimizde ve pazarda boy göstermeye başlamıştır.

Gün içerisinde evlerimizde rutin işlerimizde kullanılan elektrikli ev aletlerinin akıllı ev otomasyonları ile kontrolünün sağlanması ile enerji tasarrufunu ve beraberinde finansal tasarrufu, bir başka yönden de zaman açısından tasarrufu bizlere sunmuştur [5].

Endüstride otomasyon sistemlerinin kullanılmasının en önemli etkenleri verimliliği artırırken zaman, enerji ve finansal tasarrufu sağlayabilmesidir. Akıllı ev otomasyonunda şartlar bire bir benzerdir. Normal standartlara sahip bir hanenin enerji harcamalarında artış sağlayan ve ekstra enerji harcamalarına sebep olan en büyük sebepler, boş yere açık tutulan aydınlatmalar, maksimum seviyelerde açılan iklimlendirme sistemleri, evin kullanılmayan odalarının ısıtma sistemine dâhil olması, uzun süreli ve gereksizce açık tutulan elektronik cihazlar ve benzeri

durumlardır. İklimlendirme sistemlerinin akıllı ev otomasyonu ile kontrolü sonucunda ev içerisinde istenilen ısı düzeyine sabit erişim olması ve evde ısı için tüketilmiş olan enerjide düşüş sağlar. İklimlendirme başlığının yanı sıra gereksiz yere açık bırakılan ışıkların söndürülmesi talep doğrultusunda yalnızca hareketli alanların ışıklandırılması, yakılan ışıkların parlaklık değerlerinin hem ampul ömrünü uzatabilmek adına hem de enerji tasarrufu adına düşürülmüş bir şekilde ile kullanılması, yüksek enerji ile çalışan cihazların elektrik dağıtım şirketlerinin belirlemiş olduğu ucuz tarife zaman periyotlarına uygun kontrol edilmesi gibi çözümler ile elektrik enerjisi harcamalarını %30'a varabilecek oranlarda azaltabilmektedir. Bu şartların oluşturulmasındaki mantık, kullanıcıya fazladan zaman kaybettiren olayların akıllı ev otomasyon sistemi ile yapılması ve normal şartlar altında tüketici tarafından gerçekleştirilmesi muhtemel olarak ertelenecek işlemlerin yerine getirmesidir. Akıllı evlerin sunduğu en büyük avantajı, otomasyon sistemlerinin birçok işlevi peş peşe sıralı biçimde talep edilen belli periyotlar ile yerine getirmesidir. Bu durum için kısaca "senaryolandırma" seçeneğini sunmaktadır. Örneğin, ışık algılayıcılar ile perdelerin kapanması, ışıkların kısılması, dış unsurlu bir tehdit anında alarm sisteminin devreye girmesi, televizyonun belirlenen zamandan sonra kapatılması gibi normalde zaman kaybettirecek işlemler tek bir komut ile yerine getirilebilmektedir [6].

Bu tezde, birinci ve ikinci bölümde, akıllı ev sistemlerinin günümüzde yaygınlaşması, tarihte ve hayatımızdaki yeri ve kullanım sebeplerinden bahsedilmiştir. Bu sistemlerin hayatımızın her alanında ciddi anlamda yer bulmuş olduğu ve bu sistemlerden biri olan KNX sistemlerinin neleri kapsadığı dile getirilmektedir. Tasarruf başlığı altında KNX sistemlerinin faydaları analizler ile dile getirilmiş olup aydınlatma yönetimleri ile yapının kullanımdaki maliyetlerini düşürerek %26,7' oranında elektrik tasarrufu sağlandığı gözlemlenmiştir. Akıllı evlerde kullanılan aydınlatma sistemi ile otomatik aydınlatma yönetimini kullanarak fazla elektrik kullanımına son verilebilmektedir.

Üçüncü bölümde KNX sistem bir ev otomasyonunun başlıca unsurları incelenmiş, deneyde kullanılan cihazların kullanım kolaylıklarından ve KNX in hayatımızdaki öneminden, avantaj ve dezavantajlarından neden kullanım sağlandığından KNX sistemlerinin haberleşme ve protokolleri detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Tez çalışmamın son bölümünde ise deney ortamı olan içerisinde dört bireyi barındıran standart bir hanenin. Normal şartlar altındaki beş günlük enerji tüketimini ve beş günlük akıllı ev otomasyonu ( KNX otomasyon ) ile donatılmış halini gözlemleyip, enerji tasarrufu ve finansal tasarrufu gösterilmiş olup bulgu ve sonuçlarının

analizleri yapılmış ve sonuçta ortalama maliyet miktarı belirlenmiştir. Ayrıca ortaya çıkan maliyet miktarı üzerinde kısa bir değerlendirmede yapılmıştır.

## **2. AKILLI EV SİSTEMLERİ**

Ev teknolojileri, sanayinin birçok dalında yer edinmiş bir terim olmakla birlikte bu kontrol sistemlerinin gündelik yaşamımıza uygun halde kullanıcıya sunulmasıdır. Ev otomasyonları ise bu teknolojilerin kullanıcının taleplerine uygun biçimde kullanılmasıdır. Akıllı ev tanımı, tüm bu teknolojiler ile hane içerisinde yaşayan insanların gereksinimlerine yanıt sunabilen, onların hayatlarını daha kolay bir hale getiren ve güveni konforu ve tasarrufu daha üst düzeylere çıkarabilecek bir yaşam imkânı sunan evler için kullanılmaktadır. Akıllı ev; endüstrinin birçok dalında aktif edilmiş kontrol sistemlerinin halka hitap edecek hayata uyarlanması; ev otomasyonu da, bu teknolojilerin kişiye özel ihtiyaç ve isteklerine uygulanmasıdır. Akıllı evler, otomatik fonksiyonları ve sistemleri kullanıcı tarafından uzaktan erişim ile değişiklik sağlanabilen yapılardır [7].

### **2.1 Akıllı Ev Kavramının Esasları**

Akıllı ev sistemleri tesis edilirken oluşturulacak temel unsur kişisel bilgisayar sistemleriyle bir bütün gibi entegre olması ve tam uyumlu olmasıdır. Kişisel kullanım özelliğine sahip bilgisayarlar artık bir evin günlük standartları arasına girmiş ve birçok tüketicinin haberleşme, kişisel gelişim hatta sosyal hayatının dışında finansal gelir kaynaklarını kontrol altında tutma gibi birçok alanda yenilikler getirmiştir[8]. Günümüzde birçok evde, oyun, ofis, film gibi kategorili bir amaçla kullanılan çok sayıda kişisel bilgisayar bulunması ve bunlar arasında bir ev içerisinde bilgisayar ağı sahip olması da bunun en etkili belirtilerinden bir tanesidir. Bu farklılaşmalar göz önünde bulundurularak söylenebilir ki bir sonraki gelinecek aşama, yaşam alanlarının da bu değişime ilave edilmesidir. Bu değişimde bir evdeki cihazların ve ışıkların kişisel bilgisayar, telefon ya da tabletler ile kontrol altında tutulması ile gerçekleşecektir. Birçok ev otomasyon sisteminin içerdiği ana kontrol sistemi de bu işler için özelleştirilmiş ve kullanımı çok basit bir sisteme sahip bilgisayardır [9].

#### **2.1.1 Kontrol edilebilen evler**

Kontrol edilebilen evler var olan cihaz ve sistemlerin farklı kumanda sistemleri ile kolay bir şekilde kontrol altına alınabildiği evler tipleridir. Bu tür evlerde yazılımlara ihtiyaç duyulmaz ve hane ile etkileşim sağlamak mümkün değildir. Bu tarz evlerde perdeler, ışıklar ve diğer



kullanılan cihazlar uzaktan erişim konsolları ya da aplikasyonlu akıllı cihazlar ile müdahale sağlanabildiği gibi odaya girince aydınlatmaların açılması, el hareketi kombinasyonu veya ses algılayıcılar ile de kontrol edilebilir. Yani hane yalnızca talep doğrultusuna bağlı olarak talep edildiği anda komut alarak o an istenilen durumu oluşturur.

### **2.1.2 Programlanabilen evler**

Programlanabilen evler, kontrol edilebilir hanelere kıyasla daha fonksiyonlu olmakla birlikte geliştirilebilir bir başlıktır. Bu başlık altındaki yaşam alanları zamana göre programlanmış ve sensörlere göre programlanmış haneler olarak iki gruba ayrılır.

❖ Bu tip evlerde cihaz ve sistem zaman tanımlı olarak programlanıp açılıp kapanabilir, bunun yanı sıra sensörler yardımıyla veri edinip veriye tepki verecek şekilde programlanabilmektedir.

❖ Bu tür evlerde, aydınlatmalar da programlanabilmektedir, kurulan sensörler aracılığı ile gün ışığını algılayarak aydınlatma sistemini aktif ya da pasif hale getirebilir.

❖ Oluşturulan senaryolar ile evdeki birçok ayar tek kontrol paneli ile yapılabilir.

❖ Şu anda Dünya'da bu teknolojiye son gelen gelişme bu tip evlerdir.

### **2.1.3 Yapay zekâya sahip evler**

Programlanabilir evler ile benzerlik yönleri bulunmaktadır, fakat programlanabilir evlere göre gelişmişlik seviyeleri daha yüksektir. Programlanabilir evlerde senaryolar insan yardımı ile hazırlanmakta iken bu evlerde senaryo oluşumu yapılmaya gerek duyulmaz. Bu evlerde yapay zekâ aracılığı ile kendi gelişimi yeteneği söz konusudur. Bu evler, kendi kendine gözlem yapabilir, gözlem sonucu edindiği verilere göre kendi ayarlarını ve senaryolarını oluşturabilen evlerdir. Bunun için öğrenme yeteneğine sahip yazılımlar, yani yapay zekâ gereklidir. Bu evler, yaşam alanı içerisinde yaşayanların gün içindeki hareketlerini gözlemler, tekrar eden hareketleri ortaya çıkarıp durum için yapılması gerekeni belirler. Tekrar eden davranış ile karşılaşıldığında uygun tepkileri kendi karar verebilme yetisi ile yapabilir. Bu evlerin de elbette dezavantajları mevcuttur. Sistem, insan hal ve hareketlerine göre senaryo oluşturmaya çalıştığından insan zihninin ve ruh halinin karmaşıklığı, her dönem aynı davranışları sergileyemeyeceği göz ardı edilmiş olunur [10].

#### **2.1.4 Engel sahibi insanlar için akıllı evler**

Farklı gelişmişlik düzeylerine sahip olan akıllı evler mevcut olduğu gibi, farklı amaçlarda kullanılan ve amacına uygun dizayn edilmiş akıllı evler de mevcuttur. Örneğin, yaşlı insanlar için veya fiziksel engel sahibi olan insanlar için akıllı evler tasarlanmıştır. Yaşlı insanların bağımsız bir hayat sürdürebilmesi adına ve fiziksel engelli insanların hareket engellerini ortadan kaldırarak kullanıcı hayatının devamı için akıllı evler en iyi alternatiflerden birisidir. Eve entegre edilmiş birçok akıllı cihaz, ev sakininin hem hareket etmesine yardımcı olur hem de günün her saati sağlık kontrolünü elinde tutabilir.

Son zamanlarda, fiziksel engeli olan insanların sayısında ve günlük hayatlarında dışarıdan yardıma ihtiyacı olan yaşlı insanların sayısında bir artış olduğunu göstermektedir. Bu problemler ile baş edebilmenin en iyi yollarından biri akıllı ev sistemleridir. Bu bakış açısı ile yeni bir terim “yaşlı insanlar için teknoloji ” kavramı Graafman tarafından yaşlılık bilimi ve yaşlılar için teknoloji kavramlarını birleştirmek için oluşturulmuştur. Kullanıcıların hayatını kolaylaştıran kullanıcıya duyarlı teknolojik buluşlar. Örneğin; harekete yardımcı olan elektronik aletler ve kişinin sağlık durumunu sürekli gözetim altında bulunduran cihazlar. Bu tip akıllı ev, kişilerin ihtiyaçlarını tamamlıyor [11].

Akıllı ev projesi genelde özel ihtiyaçları olan insanlar için uygulanmış ve birçok alanda akıllı ev senaryoları bu özel ihtiyaçlar temel alınarak geliştirilmiştir. Her çeşit tüketicinin kişisel gereksinimlerini karşılamak ve fiziksel engellerini gidermek için uygulanmıştır. Akıllı evler amaçsal dizaynına göre ve kurulumu yapılan elektronik cihazların düzenlenmesine göre farklılık göstermektedir. Fiziksel olarak hareket engeline sahip olan insanlar, yaşlı insanlar, görme engeline sahip olan insanlar, duyma kaybına sahip olan insanlar ve bilinç kaybı geçirmiş olan insanlar için farklı tip dizaynlarda akıllı evler günümüzde kullanılabilir halde mevcut durumdadır [12].

#### **2.1.5 Vücut hareketlerini kullanarak akıllı ev kontrolü**

Akıllı evlerin kumanda edilmesinin diğer bir yolu da insanın vücut hareketlerini kullanmasıdır. Burada vücut hareketindeki kasıt, vücudumuzun bir kısmı, yüzümüz ve ellerimizle talep edebileceğimiz fonksiyonun çalışması adına yapılan insanlığın genelinde aynı anlam taşıyan el fonksiyonları gibi hareketlerdir. Bu hareketler doğal ve yapay olmak üzere iki çeşitte incelenir. Doğal hareketler, anlamsız ve belli bir genel anlam taşımayan hareketlerdir. Yapay hareketler

ise, sisteme daha önce tanımlanmış olması durumu ile kullanıldığında çeşitli anlamları ifade edebilirler.

İşaretleri tanımanın önemli bir kısmı anlamlı bir hareketi kategorileştirmek onları sınıflarına göre ayırmaktır. Bir başka deyişle, hareketin başlangıç ve bitiş noktalarının tespiti önem arz etmektedir. Örneğin; Bir akıllı evin ışıklarını veya garaj kapısını kontrol etmek için, insan vücudunda omuz kol ve el senkronizasyonu hareketlerini kullanarak hareketi bölümlendirme ve tanıma metodu kullanılabilir. Bunun için, insan vücut hareketlerinin iki boyutlu şekil ve üç boyutlu eklem verisi algılayıcılar aracılığı oluşturulur. Daha sonra, hiyerarşik SOM'u kullanarak iki boyutlu şekil verisinden üç boyutlu eklem verisine, yardımcı olması adına bir haritalandırma ortaya çıkartılır. Bu hesaplama şekli gayet hızlı bir biçimde 2 boyutlu şekillendirme modeli ile o modele bağlı 3 boyutlu eklem verisini birleştirip hesaplar ve bu veriler SOM tarafından birleştirilir. Daha sonra sistemde algılanması gereken hareket olarak yüklenen en yakın üç boyutlu eklem verisi algılanır ve akıllı evde yapılması istenen komut faaliyete geçirilir [3].

## **2.2 Akıllı Ev'in Kısa Tarihçesi**

Bu fikir ilk olarak 1980'lerde ortaya çıkmıştır. İlk uygulamalarda, sıradan herhangi bir kullanıcının ev konforu ve kullanım kolaylığı düşünülmüştür. Üreticiler, bir sisteme bütününe entegre etmeyi amaçlamamışlardı. Ancak, bireysel olarak kontrol edilebilecek birçok ürün çeşidi geliştirilip pazara sürülerek kullanıma sunulmuştur [13].

Christos Douligeris 1993 yılında akıllı ev sistemleri hakkında ev otomasyonu dalında kullanılacak çeşitli ürünler sınıflandırmıştır [7]. Baki Koyuncu ise 1995 yılında yaptığı araştırmasında telefon hatları ve bilgisayarı birlikte kullanmış ve ev otomasyonu düşüncesini ortaya atmıştır. Sistem, bir bilgisayar ile birçok cihazın açılma kapanma uygulamasını bir kablo yoluyla gönderilen DTMF (Dual Tone Multi Frequency) sinyalleri ile gerçekleştirmiştir. Sistem donanımları ve yazılımı bir telefonun standartlarına dayanmaktadır [14].

Ardından 1990 lı yılların sonlarına doğru İsmail Coşkun ve Hamid Ardam çalışma alanları ve yaşam alanımız olan evler için bir uzaktan erişim kontrol sistemini telefon aracılığı ile tasarlanmış ve uygulanmıştır. Uzaktan kontrolün işlevi, uzaktaki bir yere sağlanan gücün telefon kablo erişimi ile kontrol altına alınmasıdır. Sistem DTMF telefon sistemine bağlı işlemlenmektedir [15].

Tsogzolmaa Saizmaa, Hee-Cheol Kim 2008 'de Akıllı ev ile ilgili çalışmalardan genel bir şekilde anlatımını sunduktan sonra bu teknolojiye daha başka bir bakış açısı ile bakılması gerektiğini göstermiştir. Anlatılan bu araştırmada, evler o kadar titizlikle kurulmuştur ki bakış açısına göre ev mi, ofis mi diye farklı düşünceleri ortaya çıkarmıştır [16].

Zhang, McClean Scotney, Hong; Nugent ve Mulvenna 2008 yılında önemli bir çalışmanın altına imzasını atmıştır. Yardıma ihtiyaç duyan yaşlı ve engel sahibi kişiler ve Alzheimer hastaları için sağlık temelli bir yaşam alanı çalışmasını ortaya çıkarmıştır. Özel tasarım olan bu sistemde insanların geçmiş dönem sağlık raporları gibi temel başlıklar sensörlere gönderilip, orada değerlendirilmekteydi. Bu sayede, bu insanlar için hem hareket engeli ortadan kaldırılmakta hem de günün her saati sağlık kontrolü sunulmaktaydı [17].

Bugün ise, ev teknolojileri, bizler için ulaşımı ve kullanımı kolay bir konu haline gelmiştir. Mikserler ve mutfak robotları, televizyonlar, müzik setleri, buzdolapları, çamaşır ve bulaşık makineleri, ışık seviyesi ayarlanabilir lambalar, telsiz telefonlar ve daha bunlar gibi birçok cihaz ile hayatımızın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Daha sonraları bu cihazlar, gelişen teknolojiyle birlikte hayatlarımızı kolaylaştırmak adına birçok değişime maruz kaldı; televizyonlar, müzik setleri ve hatta garaj kapıları için uzaktan kumandalar; kahve makineleri için zamanlayıcılar, kullanıcıya birçok seçenek sunan çamaşır makineleri, buzdolapları geliştirildi.

### 3. AKILLI EV OTOMASYONU

#### 3.1 Haberleşme Protokolleri

Ev otomasyonlarında iletişim sağlanması için haberleşme protokollerinden biri kullanılmalıdır. Bu protokoller kablolu ve kablosuz olarak ikiye ayrılırlar.

##### 3.1.1 Kablosuz haberleşme protokolleri

###### a) Wi-Fi

Wi-Fi'nin açılımı İngilizce olarak wireless fidelity dir. Türkçe anlamı ise kablosuz bağlantı alanıdır. Açılımından da anlaşılacağı gibi wifi sinyal alanıdır ve bu alanda bulunan internet erişimi talebi bulunan cihazlarla internet ile kablosuz bir şekilde erişim imkanı sağlar. Wifi dijital lojik sinyallerin analog sinyale yani radyo sinyallerine çevirip iletim sağlama işlevi görür.

Bilginin lojik bir biçimde olarak kablosuz iletilmesi mümkün değildir bu sebeple bilgiler analog sinyale dönüştürülür ve sonra bu sinyal, yayıcı ile ortama aktarılır. Daha sonra ise telefona wifi şifresi girdiğimizde şifreleme çözülür ve cihaz tarafından bu analog sinyal tekrar dijital sinyale dönüştürülür ve internete bağlantı sağlanmış olur [18].

###### b) WiMAX

WiMAX, dijital kablosuz haberleşme sistemlerinden birisidir. IEEE 802.16 olarak bilinen MAN (Metropolitan Area Networks) bu terim için de kullanılmaktadır. WiMAX sistemlerinde sabit ve mobil olarak iki ayrı tip istasyonlara sahiptir. Sabit istasyonlar 50 km kadar geniş bantta kablosuz erişim sağlayabilir iken, mobil istasyonlarda bu mesafe 5-15 km arasında değişebilmektedir. WiMAX lisanslı ve lisanssız bantlarda da aktif görev alabilmektedir. Bu sebeple farklı ekonomik modelleme seçenekleri kurgulanabilmektedir. Günümüzde WiMAX'in ağırlıklı olarak yoğun kullanım alanlarına sahip alışveriş merkezlerinde veya toplu kullanılmaktadır.

Aynı şekilde dağınık bir yerleşim planına sahip çarpık kentleşmeye engel olamamış kentlerde ve altyapının olmadığı alanlarda uydu internet sistemlerinin devamı olarak kullanıldığını söylemek mümkündür. Uydu aracılığı ile bir merkeze indirilen internet, WiMAX ile son kullanıcılara ulaştırılmaktadır [19].

### c) ZigBee

Her teknoloji için aranılan en önemli şartlardan birisi de düşük enerji tüketimi olmasıdır. Bunu konuda çalışmalara devam edilmiş ve Zigbee Kablosuz Haberleşme Modülünü geliştirilmiştir. Hız seviyesi düşük kabloya ihtiyaç duymayan kişisel ağ haberleşme teknolojisi olarak ortaya çıkan zigbee teknolojisi, küçük boyutta veri alışverişi ile gerçekleştirilmesi mümkün uygulamalarda düşük maliyetli olması sebebiyle tercih edilmektedir. Bunun yanında çok az enerji kullanma prensibine dayanması, kurulumunun basit ve rahat biçimde olması yönüyle büyük oranda tercih edilme sebeplerindedir. Bu teknoloji vasıtası ile karmaşık ağ yapıları kurmak, bunları genişletmek ve bu yapıların diğer teknolojilerle haberleşmesini sağlamak mümkün olmaktadır [20].

ZigBee, ismini arıların bitkiler arasındaki zig-zaglı hareket etme yapılarından edinmiştir. Ağ bileşenleri kraliçe arı, erkek arı ve işçi arıları temsil eder. Wi-Fi ve Bluetooth gibi kablosuz iletişim protokolleri kimi uygulamalarda elverişsiz olmaları nedeniyle 1998 yılından beri ZigBee tarzı ağlar üzerinde geliştirme çabaları başlanmıştır. Amaç yüksek güvenilirlik, maliyeti düşük, enerji tasarruflu, görüntüleme ve yönetim amaçlı ağlar kurmaya elverişli ürünler ortaya çıkarmaktır. ZigBee iletişimunun ihtiyacı olan standart IEEE tarafından 802.15.4 standardı Mayıs 2003'te tamamlanmıştır. 14 Aralık 2004 tarihinde Zigbee özellikleri tasdik edilmiştir [21].

#### **3.1.2. Kablolu haberleşme protokolleri**

Ethernet: en basit ifade ile kablolu veya kablosuz ağda bilgisayarlar, routerlar ve switchler dahil olmak üzere cihazlarla bağlantı kurmak için kullanılan standart iletişim protokolüdür.

En çok kurulan yerel ağ bağlantısı (LAN) teknolojisi, Ethernet LAN'leri geçirerek işletmelerin büyük bölge ağlarında (WAN) Ethernet kullanmasını sağlar. Ethernet büyük işletme bölgelerini, dağıtılmış şube alanlı çalışma bölgelerini, veri analiz noktalarını ve hatta yerel veya daha küçük uzak konumları bağlar. Ethernet belirli bir sayıda uygulama miktarını kullanıma sunarken ve diğer sanal özel ağlar (VPN) gibi diğer ağ teknolojilerine erişim imkanı sağlarken bir işletme için tek bir WAN ağını çalıştırabilir.

### 3.1.3 KNX haberleşme protokolü

Konnex (KNX) açık şekilde yürütülen veri yolu protokolüdür. KNX-EIB veri yolu sistemi ve geliştirici markanın ürünleri ile birlikte veri yolu protokolleri içerisinde daha avantajlı ve basit anlaşılabilir bir biçimde kullanılabilir. Sunduğu yüksek standart oranları ile konfor, güvenlik ve enerji tasarrufu işlevlerini aynı anda sağlamaktadır. KNX uluslararası şekilde kullanımının yayılmış olması ve garanti kapsamı olan ev ve bina otomasyon sisteminin haberleşme protokolünü dünya çapında standart hale getiren bir standarttır. KNX in başlıca özellikleri şu şekilde sıralanabilir. KNX – EN 50090'la (ev ve binaların elektrik tesisatı teknolojisi için Avrupa normu) uyumuna sahip ev otomasyonu ve bina sistemi teknolojisi için global olarak tek açık standardıdır [22].

Avrupa'da 10 imalatçı firma 1990 yılında Brüksel'de bir araya gelerek EIB Association (EIBA)'ı kurarak bina otomasyon sisteminde iki binli yılların altyapı (INSTABUS) teknolojisini standardize etmişlerdir. Daha sonra BCI (France) Batibus sistemleri, EIB Derneği (Belçika) EIB sistemi, European Home Systems Derneği (Hollanda) EHS sistemi bir araya gelerek KONNEX Derneğini kurdular.

“akıllı” cihazlar KNX sistemi, iki telli bir BUS hattı ve bu hatta bağlanan sensor (algılayıcı, anahtar) ve actuator (sürücü) elemanlarından oluşmaktadır. KNX sistem elemanları işlevlerine göre programlanmakta ve bu parametreler doğrultusunda görev yapmaktadırlar. KNX elemanları, bağlı oldukları KNX hattı üzerinden birbirlerine telgraflar göndererek merkezi bir kontrol ünitesi olmaksızın bağımsız olarak işlevlerini yerine getirirler. Bu da sistem üzerinde çok yaygın bir otomasyon imkanı sağlamaktadır. Herhangi bir algılayıcı (on/off anahtarı, ışık seviye sensörü, ısı sensörü vb.) sistemin durumunu yayınlamaktadır. Bu bilgileri alan sürücüler de (açma kapama ünitesi, dimmer, selenoid vana, fan coil vb.) programları dahilinde aldıkları komutları/işlevleri yerine getirirler.

KNX Bina Otomasyon Sistemi, dünya üzerinde 35.000 den fazla elektrik projesi ve uygulamacı tarafından kullanılmıştır.

KNX Bina Otomasyon Sistemi; İş Merkezleri, Ofis, Konut ve her türlü binada en etkin çözüm kaynağıdır.

KNX ile, klasik sistemde pahalı ve imkansız olarak düşünülen bina sistemleri, en uygun şekilde çözüme kavuşmaktadır.

- ❖ KNX, teker teker manuel olarak kontrol altında tutulan fonksiyonları tek bir çatıda birleştirmektedir.

- ❖ Merkezi gözlemlene ve kontrol etme fırsatı sunması ile her türlü sistem kontrol edilebilmektedir.
- ❖ Farklı bina otomasyon sistemlerine de kolay bir biçimde eklenebilmektedir.
- ❖ Bağımsız birçok ev cihazlarının birlikte çalışmasını gerçekleştirir. Örneğin bir havalandırma alanı açıldığı zaman iklimlendirme sisteminin yavaşlaması gibi avantajları ile verimliliği artırır.
- ❖ Kullanımı daha basite indirgenmiş Türkçe dil seçenekli ekran panelleri vardır.
- ❖ Daha karmaşık olan ihtiyaçların az emekle yerine getirilebilmektedir.
- ❖ Evden ayrıldığımız zaman, açık kalan pencere ve kapıları raporlayan özelliği ile güvenliği sağlamaktadır.
- ❖ Bu teknoloji ile enerji, işlev ve enerji maliyetlerinin minimuma indirgenmesi hedeflenmiştir.

Sistemdeki her cihazın belli bir adresi vardır. Kurulmuş olan sistemde, hali hazırda mevcut olan tesisat sistemine zarar vermeden değişiklikler yapılabilir. Sistemin ihtiyaçları ile doğru oranda rahatlıkla geniş hale getirilmesi mümkündür.

Enerji alanda tasarruf: KNX otomasyonu ciddi anlamda avantajlar sağlamaktadır. Işıklandırma yönetimi, hane kullanım maliyetlerini %9,25 enerji tasarrufunda düşüş sağlayarak %26,7'ise finansman bakımından tasarruf imkânları sağlamaktadır. Akıllı çalışan aydınlatma elemanları ile otomatik aydınlatma yönetimini kullanarak enerji tüketimine düşürebilmektedir.

Finansal alanda tasarruf: Aydınlatma yönetimi, bina kullanım maliyetleri düşürerek aydınlatma kullanımını azaltır, ekonomik bir fırsat sunar. Azaltılmış ek katkı payı maliyeti, yoğun elektrik tüketimi saatlerinde tüketilmek istenen enerji talebinin düşürülmesi ve aydınlatmada kullanılan cihazların değişimi başlığında da tasarruf edilebilir.

Uluslararası standartlara uyumluluk: 15193 Avrupa standardına uygun olarak (Bina enerji performansı – Aydınlatma enerji ihtiyaçları) avantajlı ışıklandırma sistemleri enerjisini tespit etmek için önemli bir standarda dönüşmektedir. Bu standart, bütün dünyadaki birçok yapı yönetmeliğinin temelini meydana getirmektedir [23].

Sürdürülebilir bina uygulamaları:

- ❖ Sürdürülebilir yapı projelerini farklılaştırmak adına ve onlara güvenilirlik sunabilmek için yeşil yapı sertifikaları verilir. Bu sertifikaların en önemlileri: LEED, BREEAM, HQE ve GREEN STAR'dır.



- ❖ Zorunlu yaşam alanı şartları ve kullanımını talebe göre değişkenlik gösteren programlar her gün artmaktadır. Yaşam alanlarının enerji verimliliğini üst düzeylere çıkarabilmek için farklı alanlarda ve farklı gereklilik düzeylerindeki bu düzenlemeler tek bir amaçta ortak kullanılmaktadır.

### **3.1.3.1 KNX ile enerji verimliliğinin sağlanması ve aydınlatma kontrolü**

KNX protokolü yalnızca esnek yapılilik, kolaylık ve güvenlik sunmakla kalmayıp Kendi parasını da kısa süre içerisinde sağladığı tasarruf ile kapatır. Uzun vadede, klasik tasarruf yöntemleri ile kıyaslandığı zaman genel masraflarda %30'a dek tasarruf sağlanabilmektedir.

a) Varlık Kontrolü: Aydınlatma yönetimi, belirlenmiş bir bölgenin kullanımına bağlı kalarak uygulanır. Aydınlatma yönetimi, istenilen periyodlara veya zaman aralıklarına bağlı kalmaz. Sistemin amacı, belirli yaşam alanının kullanıcılar tarafından en uygun kullanımınıdır.

b) Zaman Ayarlı Kontrol: Aydınlatma yönetimi, hanenin kullanıldığı ve kullanılmadığı zamanlara göre işaretlenen zaman periyodları referans alınarak uygulanır.

c) Loşlaştırma Kontrolü: Talep edilen aydınlatma seviyelerine ulaşmak veya tüketicinin farklı çalışmalarını gerçekleştirmek için uygun olan aydınlatma düzeyini sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiş kontrol, dimleme kontroldür.

d) Gün ışığı Kontrolü: Gün ışığının yeterli miktarda aydınlattığı bölgelerde bu ışığın kullanılmasına izin verir.

e) Aydınlatma Senaryoları: Tüketicinin farklı amaç kullanımları için farklı ışık düzeyleri ayarlaması durumudur.

f) Lümen Kontrolü: Aydınlatma otomasyonu ışıklandırma cihazlarının ömrü boyunca eşit bir aydınlatma seviyesinde tutulması üzerine odaklanır. Bu özelliği, ışık kaynağının ömrünün başlangıcında ışık akısını düşürüp, kullanım süresi ilerledikçe yavaş yavaş yükselterek gerçekleştirir.

### **3.1.3.2 KNX kablolama topolojisi**

a) Normal Evlerde Elektrik Tesisatı: Normal evlerde kurulan tesisat elektrik tesisatlarında her farklı işlem, gruplama ve ölçüm durumları sebepleri için ayrı ayrı kablo hattı oluşturulur.

b) KNX Tabanlı Elektrik Tesisatı: Klasik elektrik tesisatına oranla daha esnek bir yapı ile ve kolay bir kurulum sağlar. Binanın kullanım ömrü zamanı boyunca oluşabilecek değişikliklerde hızlı bir şekilde yeni düzen ve kullanım amacına uygun olarak KNX programlama tekrardan yapılabilir. Merkezi izleme ve kontrol birimi oldukça basittir.

c) KNX Sisteminde En Küçük Yapı (LINE, HAT): KNX sisteminde en küçük yapı KNX kablolama hattıdır ve genel olarak bir KNX hattında en fazla 64 adet KNX cihazı entegre edilebilir. Bir KNX hattında kesinlikle 1 adet KNX güç kaynağı bulunur.

d) KNX Hattına Bağlanan Cihazlar; Sistem cihazları, güç kaynakları, hat çoğaltıcılar, USB arabirimi, rs-232 arabirimi, sensörler ve dedektörler, varlık algılayıcılar, hareket algılayıcılar, giriş modülleri, çıkış modülleri, aç-kapa modülleri, loşlaştırma modülleri, dali modüller, perde-panjur kontrol modülleri, iklimlendirme kontrol modülleri, kontrol üniteleri, LCD modüller olarak sıralanmaktadır.

e) Anahtarlama Üniteleri:

- ❖ KNX hatlarında anahtarlama üniteleri için sadece BUS kablosu kullanılması yeterlidir.
- ❖ Ayrıyeten herhangi bir enerji girişine ihtiyaç duyulmaz.

f) 360° Varlık Dedektörü:

- ❖ Varlık ve hareket dedektörleri üniteleri için KNX hattında sadece BUS kablosu kullanılması yeterlidir.
- ❖ Ayrıyeten herhangi bir enerji girişine ihtiyaç duyulmaz.
- ❖ Varlık dedektörleri çalışma saatleri içerisinde aydınlatma yönetimi için, çalışma saatleri dışında ise alarm sistemi için kullanılabilir.

g) On/Off Cihazları:

- ❖ Switch Actuator (siviç işletme kolu) olarak tanımlanır.
- ❖ On – Off Modüllerine KNX Bus hattı ve kuvvet hesabına bağlı olarak seçilen faz götürülmelidir.
- ❖ On-Off Modülleri üzerinde manuel anahtar bulunması tercih edilir. Herhangi bir arıza ya da bakım olasılıklarında el ile müdahale ile açma kapama işlemi yapmak mümkündür.
- ❖ Genel olarak 2, 4, 12 ve 16 kanal olarak imalatı yapılır.
- ❖ 10 Amper ve 16 Amper olarak farklı model seçenekleri vardır.

h) Dali Protokolü:

- ❖ DALI arabirim standardı aydınlatma kontrol cihazları arasındaki dijital iletişim için bir protokol tanımlamaktadır.
- ❖ DALI 64 adet kontrol birimi ekipmanının tek tek adreslenmesini ve istenilen biçimde 16 aydınlatma grubuna ve 16 farklı aydınlatma senaryosuna bölünmesine olanak sağlamaktadır.

- ❖ Balastlara ulaşan DALI kontrol kabloları, DALI kontrol hattı üzerinden beslenen kontrol cihazlarından gelen hatlarla, şebeke besleme kablolarına paralel bir biçimde veya onlarla aynı boru içerisinde iletilebilmektedir.

f) Dali Hattı Kablolaması:

- ❖ DALI haberleşme hattı için iki ana kablo yeterlidir. Bu kablo enerji kablosundaki boş iki kablo da olabilir. Minimum 1,5 mm<sup>2</sup> kalınlıkta olması yeterlidir.
- ❖ DALI hattının en fazla hat uzunluğu 300 metreyi aşmamalıdır.

g) Perde – Panjur Modülleri:

- ❖ Perde modüllerine KNX Bus hattı ve kuvvet hesaplamalarına bağlı olarak belirlenen faz iletilmelidir.
- ❖ Perde modülleri üzerinde manuel anahtarın var olması tercih edilmektedir. Bir arıza olduğunda yada bakım durumu gerçekleştiği zaman manuel olarak el ile açma kapama yapmak mümkündür.
- ❖ 10 A ve 16 A modelleri vardır. Kullanımda 10 A modül daha yaygındır.

h) Dim Modülleri:

- ❖ Universal Dim modüllerine KNX Bus hattı ve kuvvet hesabına bağlı olarak seçilen faz iletilmelidir.
- ❖ Akkor flamanlı aydınlatma elemanlarının Dim edilmesi için kullanılır.
- ❖ Genel olarak 150, 250, 300 ve 500 ve 1000 Watt olarak üretimi gerçekleştirilmektedir.
- ❖ 150 ve 250 Wattlık modellerin 4 kanala sahip olanları mevcuttur.

i) LCD Dokunmatik Modüller:

- ❖ LCD Modüllere KNX Bus hattı ve elektrik hattı iletilmesi gerekmektedir.
- ❖ IP girişine sahip dokunmatik panellere ayrıyeten network kablosu çekilmesi uygundur.

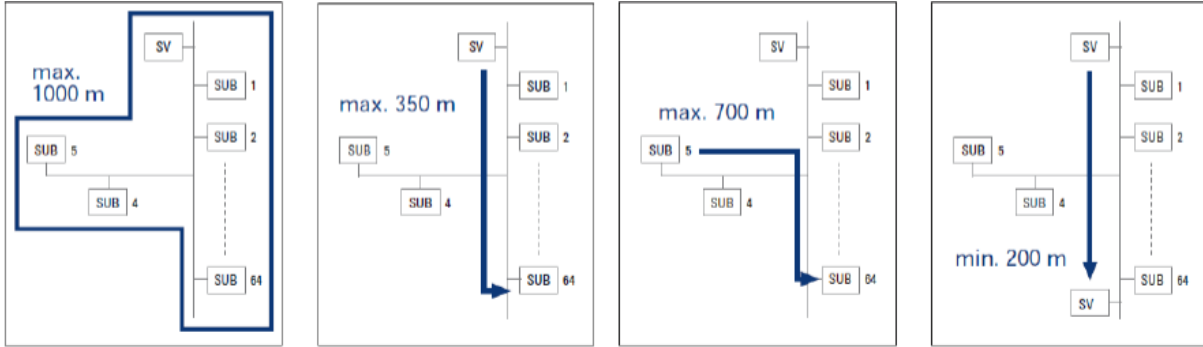
i) KNX Kablosu:

- ❖ KNX sisteminde YCYM 2 x 2 x 0.8 mm<sup>2</sup> veya J-Y (ST) Y 2 x 2 x 0.8 mm<sup>2</sup> kablo hattı çekilir ve genel olarak fabrika üretiminde bu kablonun dış kılıfının rengi yeşildir.
- ❖ Çalışmalarda kesinlikle KNX için uygun iletim hattı kullanılmalıdır. Aksi takdirde haberleşmede sorunlar yaşanabilir.

- ❖ KNX kablosu teknik özellikleri sebebiyle yangın kablolarıyla benzerlik göstermektedir.

### 3.1.3.3 KNX Hattı Kablolaması

KNX sistemi yıldız bağlantı, ağaç yapısı ve halka-zincirleme dizilim biçimine müsaade etmektedir. Ancak halka-zincirleme yapı dışındaki yapılarda loop bağlantı yapma olasılığı yüksek olduğu için halka-zincirleme dizilim tercih edilmektedir. KNX hattına ait kablo mesafe kısıtlamaları şekil 1 de gösterilmiştir.



\*SV = Güç Kaynağı, SUB = KNX Cihazı

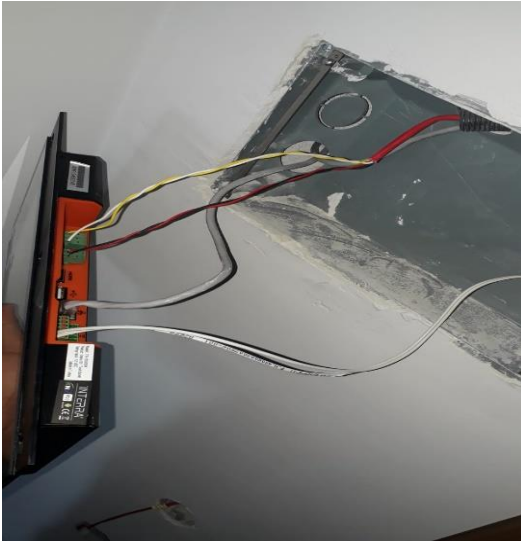
Şekil 1. KNX hattı kablo mesafe kısıtlamaları

Hattaki toplam kablo uzunluğu 1000 metreden fazla olmaması gerekmektedir. Güç kaynağı ile son ünite arasındaki mesafe en fazla 350 metre olmalıdır. İki ünite arasındaki mesafe en fazla 700 metre olmalıdır. Eğer sistemde iki güç kaynağı bulunuyorsa bu iki güç kaynağı arasındaki uzunluk 200 metreden daha yakın olmamalıdır. Birden fazla KNX hattına sahip olduğu projelerde her hattın başına 1 adet Line Coupler ünitesi oluşturulmalıdır. KNX sistemindeki line Coupler (hat birleştiricisi) üniteleri de ayrı bir güç kaynağından beslenmelidir.

a) KNX Hattında AREA: KNX sisteminde birden fazla hat (line) varsa, bu hatlar gereğinden fazla alanı meşgul eder. Bir alan içinde teorik olarak toplam 15 adet hat (line) olabilmektedir. Planlama aşamasında uygun olan bir alan içinde toplam 12 hat olacak şekilde planlama yapılmalıdır. KNX Area (alan) Sınırlamaları Teorik olarak bir KNX sisteminde toplam 15 adet alan (area) olabildiği gibi bir KNX projesinde 14,400 Nokta tanımlanabilir. KNX otomasyonunu ETS programı ile yazılmaktadır.

### 3.2 Kablolama ve Montaj İşlemleri

Şekil 2 ve şekil 3 üzerinde gösterilmiş bir tablete, bulunan Sarı beyaz renklendirilmiş kablo; enerji kablomuzu oluşturur. Kırmızı siyah kablolama knx sisteminin artı ve eksi kablolarıdır. Burada sistem lojik bir (1) komutunu kırmızı ve lojik sıfır (0) komutunu ise siyah kablo ile iletir. Gri kablomuz ise ethernet kablosudur. Bu kablo haberleşme ağına erişimi sağlar. Beyaz kablo ise ring kablosudur. Titreşim kablosudur.

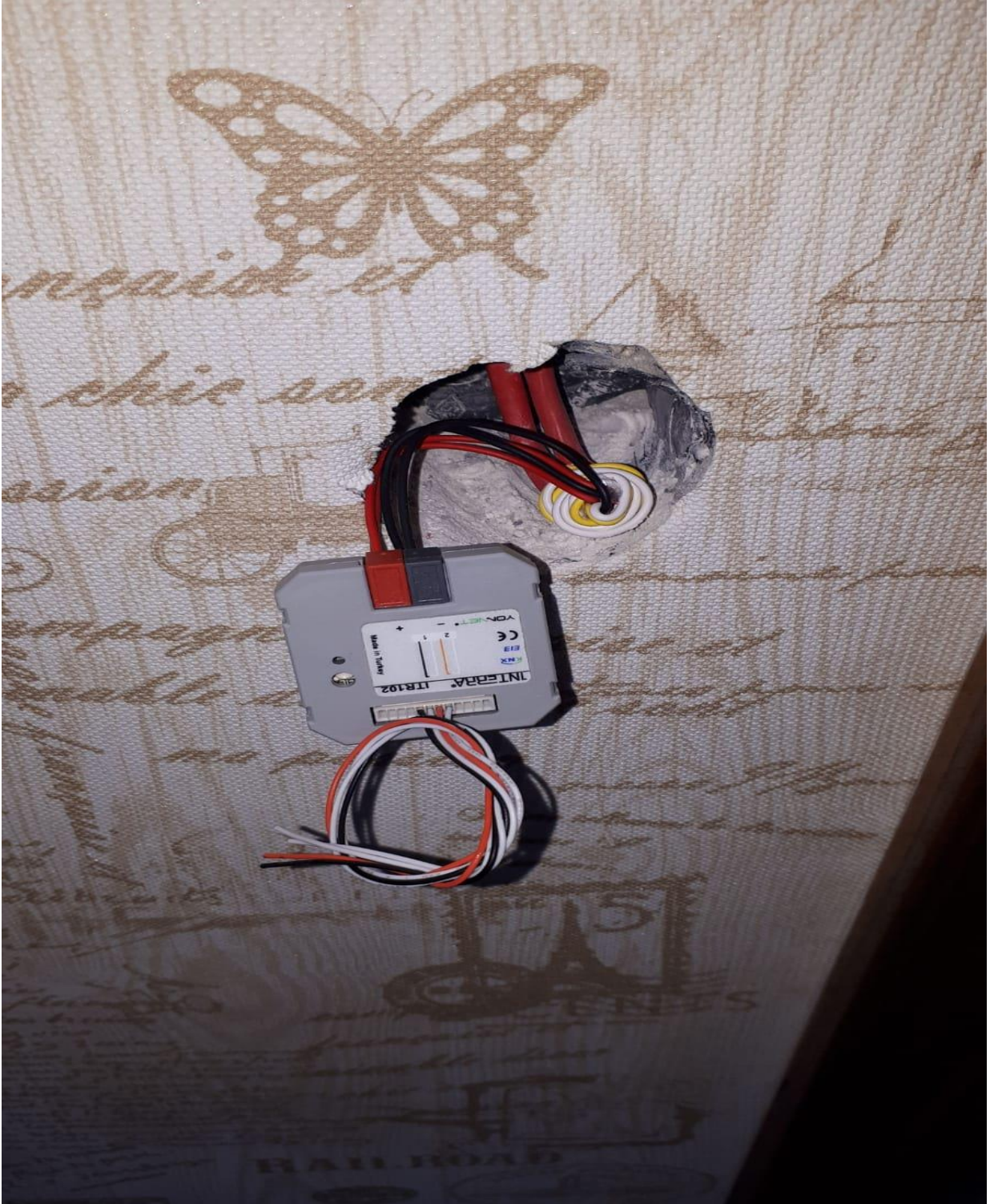


Şekil 2. Dokunmatik panel montajı



Şekil 3 Dokunmatik panel montaj girişleri

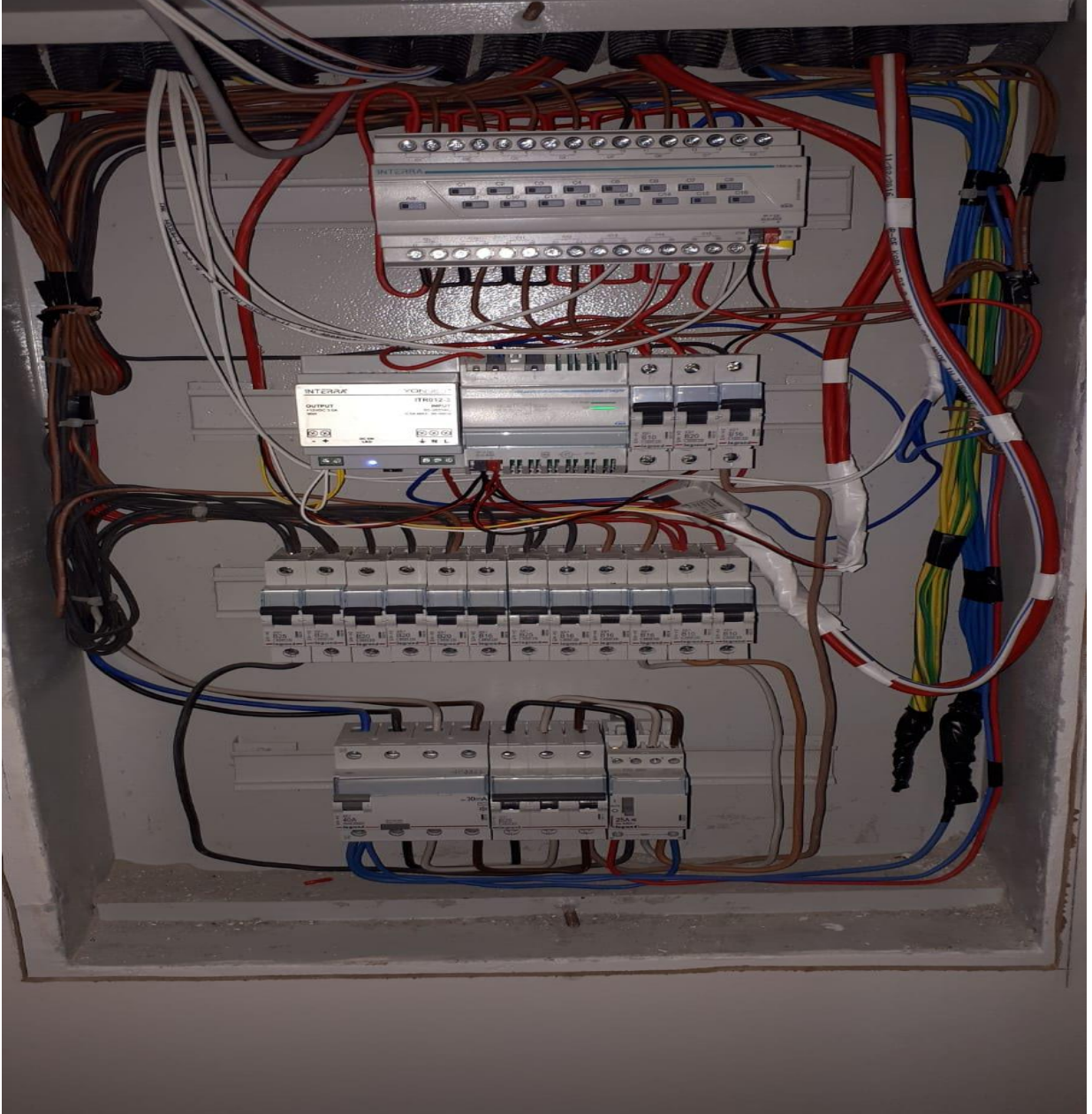
Şekil 4'de bulunan interfaceler anahtarlama görevi yapmaktadırlar. Anahtarlamaya etkileşim sağlandığında interface bir komutu verir ve interface nereye etkileşim sağlanması komut verilmiş ise orada açma kapama işlevi gerçekleştirir.



Şekil 4. Priz-interface montajı

Şekil 5’de ise en üst kısmında on altılı switch aktivatör bulunmaktadır. Bu aktivatör C1 den C16 ya kadar kanallar bulunmaktadır. Bu kanallarından hangisinin aktivasyon LED aydınlatması yanıyorsa tablet o kanala lojik bir komut verir ve eylem gerçekleştirilir.

Görselin orta kısmında bulunan kısım ise güç kaynağı olup 12 volt ile çalışan bir LED paneli mevcuttur. Temel görevi interfacerin göndermiş olduğu komutların bu kısımda akışının değerlendirilmesidir. 30 volt doğru akım ile çalışırlar.



Şekil 5. Akıllı ev sistemi ana panosu

Şekil 6'da görüldüğü üzere bir akıllı evin kabloları ele alınmaktadır. Standart yapıda aydınlatma birimlerine 2\*1.5 kablo, prizlere 3\*2.5, perdeler için 3\*1.5 kablolar kullanılmaktadır. Her boru tek bir mahale gider yani bir kablo hem perde hem de aydınlatma gibi iki farklı işlev için kullanılmaz. Kablolar daha sonra oluşturulmak istenen değişiklikler için sistematik olarak monte edilmeli ve bir düzene sahip olmalıdır. Standart elektrik tesisatı yapımı

gibi buatlar yardımı ile kablolar ek yapımı mümkün değildir. Borulaması yapıp kablosu çekildikten sonra pano ürünlerinin kablo girişleri yapılır. Daireye giriş enerjisi önce kaçak akım rölesine oradan sigortalara sigortadan çıkan kablolar ise kontrol edilecek ürünlere ulaşır. Burada switch aktivatörler programlanmamış durumdadır. Txn616d 16 gang 16 amper kapasitesindedir. Bu demek oluyor ki cihaz 16 adet kontrol talebine karşılık verebilmektedir. Cihazın programlanması ETS programıyla yapılır







Şekil 6. Akıllı ev sistemi kablolama montajı

Dokunmatik panel ekran sistemin kontrolüne müdahale edilmesine imkan verir. 10.1 inc dokunmatik yapıya sahiptir. Senaryolandırma açma kapama işlemlerini yapmamızda ve talep oluşturulmasında kullanılan devre elemanı şekil 7 de gösterilmektedir.



Şekil 7. 10.1'' Dokunmatik panel

### 3.3 KNX Uygulama Yazılımı (ETS)

ETS (Engineering Tool Software) KNX derneği tarafından desteklenen, Windows platformlarında çalışan bir yazılımdır. KNX'in tüm standartlarını karşılamakta, tüm sertifikalı ürün veri tabanlarını desteklemekte, geriye dönük eski ürün ve projeleri çalıştırmaktadır. Bu programda ilk olarak 1. Adım proje adıyla yeni bir dosya açılma işlemi Şekil 8 de gösterilmektedir.

ETS5 - Yeni proje

ETS Dizerisi Çılgınmadan Döreye Altra Tanılama İlaveler Pencere

Genel bakış Bus Kataloglar Ayarlar

KNX

Senin Projelerin +

Yeni proje Son Değişim: 23.04.2019 23:48

Detaylar Proje Geçmişi Proje Dosyaları

Adı Yeni proje Parola Parola Oluştur

Proje Numarası BCU Anahtarı Şifre Ayarla

Kontakt Numarası Kodsayfası US-ASCII

Başlama Tarihi Tarih seçin

Bitiş Tarihi Tarih seçin

Durum Bilinmeyen

Yorum

Grup Adres Stili

Serbest

İki Seviye

Üç Seviye

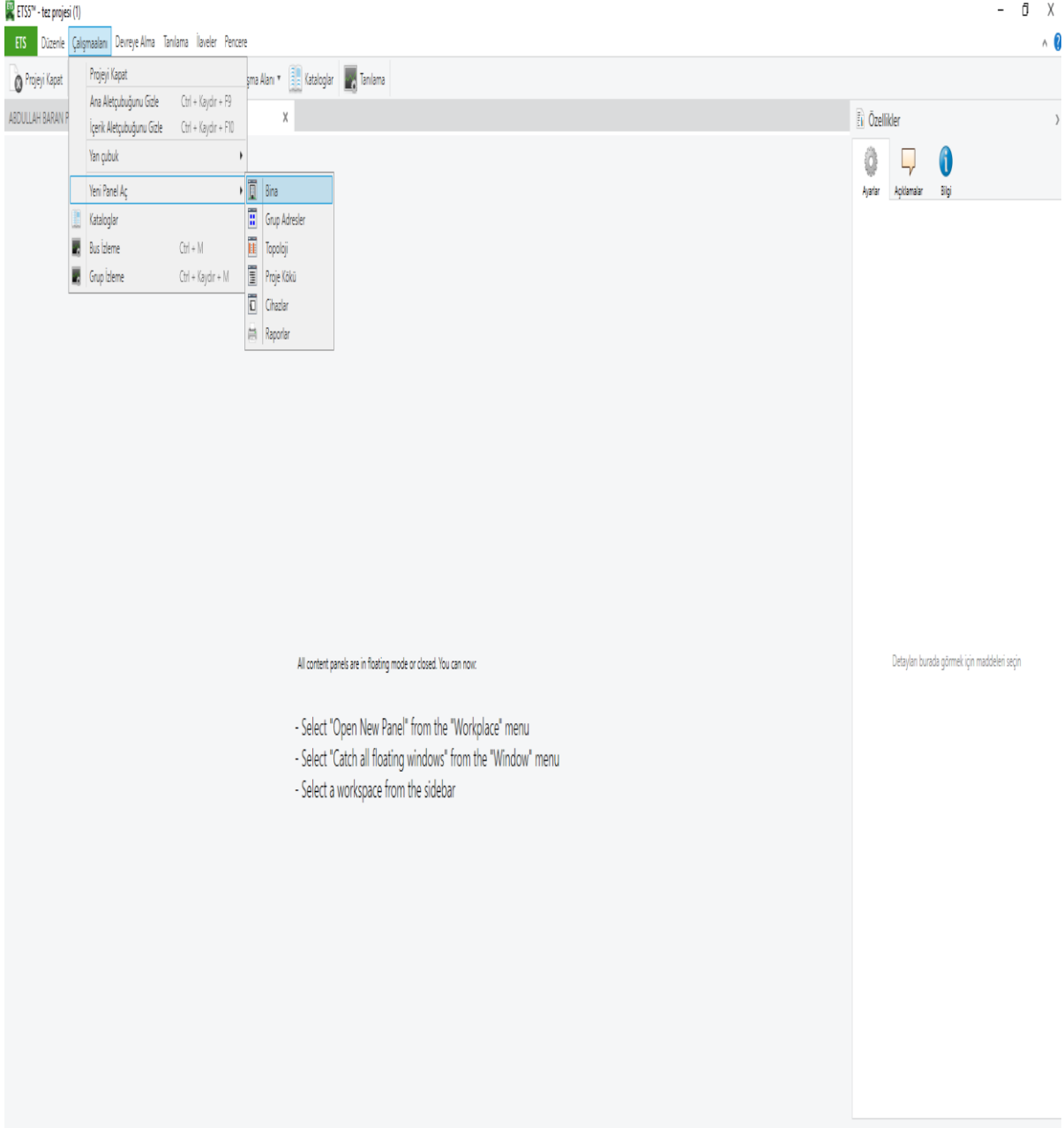
Uyumluluk

Plugin'ler için geliştirilmiş grup adres metzlini sakla

Use slowd bus communication

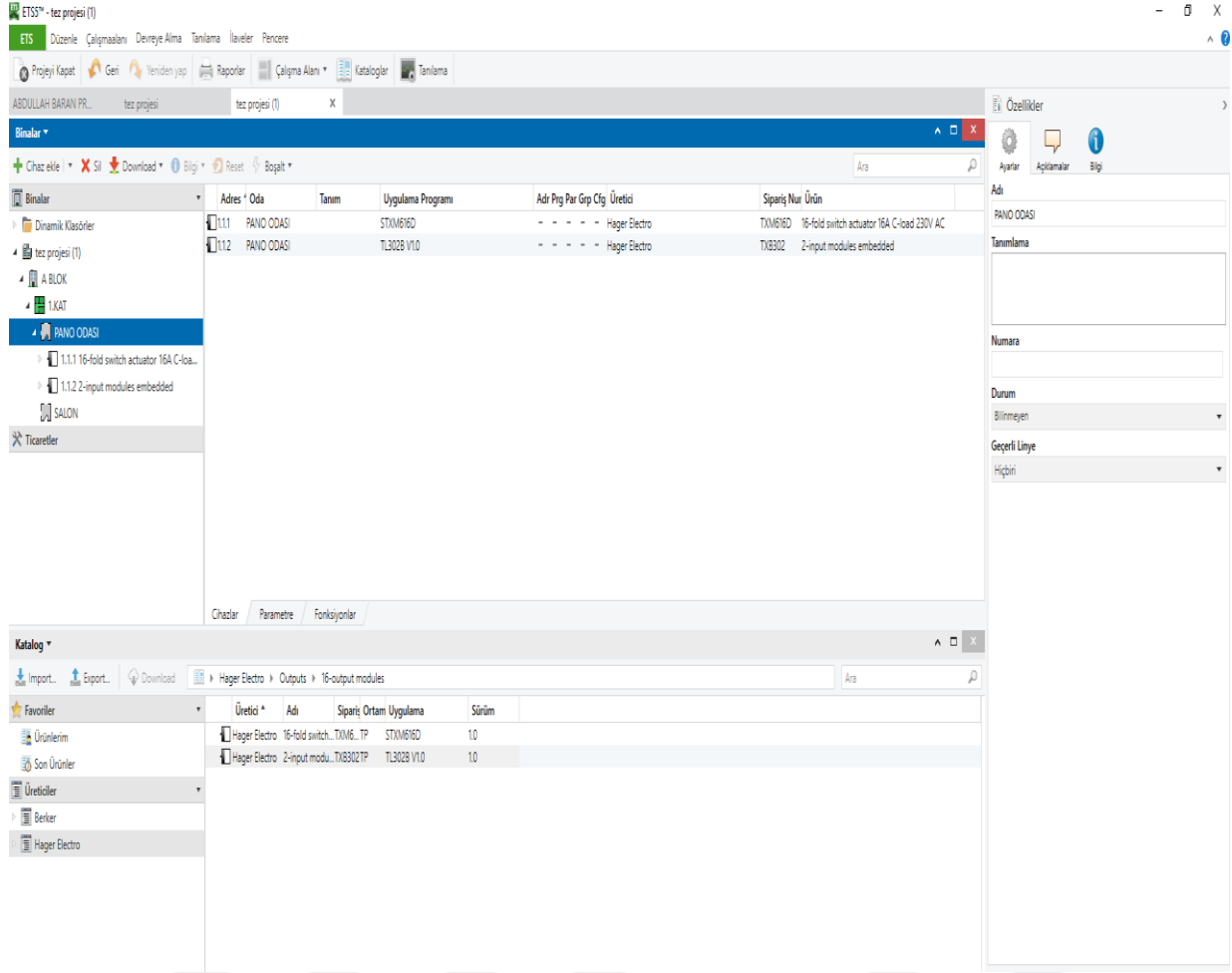
Şekil 8. Yeni dosya açma işlemi

2.adım olarak çalışma alanından bina kısmı oluşturulur. Bu işlem Şekil 9 da gösterilmiştir.



Şekil 9. Çalışma alanından bina kısmı oluşturulması

Daha sonra aynı başlık altında kat oluşturulur daha sonra daire oluşturulur akabinde odalar oluşturulur oda oluşumundan sonra oda içerisinde kullanılacak cihazlar sisteme eklendikten sonra cihazların data baseleri yüklenir. Yüklenen data baseler Şekil 10 da gösterilmiştir.



Şekil 10. Data Base örnekleri

Devamında ana gruplar tanımlanır sisteme ana gruplardan sonra orta gruplar tanımlanır salon gibi orta gruplardan sonra her cihaz ve kontrol noktası için grup adresleri tanımlanır her grup için 1 adet on off için 1 adet on off bilgisi almak için status tanımlanma işlemi Şekil 11’de belirtilmektedir.

ETS5™ - tez projesi (1)

ETS Düzenle Çalışmaları Devreye Alma Tanılama İlaveler Pencere

Projeji Kapat Geri Yeniden yap Raporlar Çalışma Alanı Kataloglar Tanılama

ABDULLAH BARAN PR... tez projesi tez projesi (1)

Binalar

Cihaz ekle Sil Download Bilgi Reset Boşalt

| Binalar           | Adres | Oda        | Tanım       | Uygulama Programı | Adr Prg Par Grp Cfg | Üretici       | Sipariş Num | Ürün                                       |
|-------------------|-------|------------|-------------|-------------------|---------------------|---------------|-------------|--|
| Dinamik Klasörler | 1.1.1 | PANO ODASI | STM616D     |                   | - - - -             | Hager Electro | TXM616D     | 16-fold switch actuator 16A C-load 230V AC |
| tez projesi (1)   | 1.1.2 | PANO ODASI | TL3028 V1.0 |                   | - - - -             | Hager Electro | TXB302      | 2-input modules embedded                   |

Cihazlar Parametre Fonksiyonlar

Grup Adresleri

Grup Adreslerini Ekle Sil Download Bilgi Reset Boşalt

| Grup Adresleri    | Adres | Adı                            | Tanım | Merke | Linye | Veri Tipi | Uzunluk | İlişkilere | Son Değer |
|-------------------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|-----------|---------|------------|-----------|
| Dinamik Klasörler | 0/0/1 | SALON AYDINLATMA ON OFF        |       | Hayır | Hayır |           | 0       |            |           |
| 0 SALON           | 0/0/2 | SALON AYDINLATMA ON OFF STATUS |       | Hayır | Hayır |           | 0       |            |           |

0/0 SALON

- 0/0/1 SALON AYDINLATMA ON OFF
- 0/0/2 SALON AYDINLATMA ON OFF STATUS

Şekil 11. Status tanımlanma işlemi

Bu aşamadan sonra tanımlanan grup adresleri pano içerisindeki cihaza bağlanır ve ürüne her komut girişinde pano içerisindeki cihaza on ya da off komutu şeklinde çalışmasını sağlar bizim yazdığımız ETS programının data base ve grup adresleri aşağıda bulunan Şekil 12'deki gibidir.

Proje durumu

Topoloji ABDULLAH BARAN PROJE

| Adres                               | Üretici       | Sipariş Numarası                    | Ürün  | Uygulama                            | Durum |
|-------------------------------------|---------------|-------------------------------------|---|-------------------------------------|-------|
| Tanımlama                           |               |                                     |   |                                     |       |
| Oda                                 |               |                                     | Ticaret                                     |                                     |       |
| Açıklamalar                         |               |                                     |   |                                     |       |
| Yükleme Notları                     |               |                                     |   |                                     |       |
| Programlama Bayrakları              |               |                                     |   |                                     |       |
| 0                                   | Backbone Area |                                     |   |                                     |       |
| 0.0                                 | TP            | Backbone Line                       |   |                                     |       |
| 1                                   | New Area      |                                     |   |                                     |       |
| 1.0                                 | TP            | Main Line                           |   |                                     |       |
| 1.1                                 | TP            | New Line                            |   |                                     |       |
| <b>3 linyedeki cihazla</b>          |               |                                     |   |                                     |       |
| 1.1.-                               | Hager Electro | TXA111                              | Power supply 320 mA                         |                                     |       |
| PANO                                |               |                                     |   |                                     |       |
| <input type="checkbox"/>            | Adr           | <input type="checkbox"/>            | Prg   | <input type="checkbox"/>            | Par   |
| <input type="checkbox"/>            |               | <input type="checkbox"/>            | Grp   | <input type="checkbox"/>            | Cfg   |
| 1.1.1                               | Hager Electro | TXM616D                             | 16-fold switch actuator 16A C- load 230V AC |                                     |       |
| PANO                                |               |                                     |   |                                     |       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Adr           | <input checked="" type="checkbox"/> | Prg   | <input checked="" type="checkbox"/> | Par   |
| <input checked="" type="checkbox"/> |               | <input checked="" type="checkbox"/> | Grp   | <input checked="" type="checkbox"/> | Cfg   |
| 1.1.2                               | Hager Electro | TXB304                              | 4-input modules embedded                    |                                     |       |
| PANO                                |               |                                     |   |                                     |       |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Adr           | <input checked="" type="checkbox"/> | Prg   | <input checked="" type="checkbox"/> | Par   |
| <input checked="" type="checkbox"/> |               | <input checked="" type="checkbox"/> | Grp   | <input checked="" type="checkbox"/> | Cfg   |

Şekil 12. ETS programında data base ve grup adresleri

Belirtilen Tablo 1 kısımda grup adresleri tanımlanmış ve deney setinin 3 adet ürünü programlanmıştır.

Çizelge 1. Ürün programlama

| Grup adresleri | Adı   | Uzunluk | Merkez i | Linye Kaplarından Geçir |
|----------------|---|---------|----------|-------------------------|
| 0              | Switches  |         |          | Hayır                   |
| 0/0            | 1.1.1   |         |          | Hayır                   |
| 0/0/1          | /1.1.1/Output_1/On_Off/ Bahçe Ayd.                    | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/2          | /1.1.1/Output_1/S.I                                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/3          | /1.1.1/Output_2/On_Off/ Havuz Ayd.                    | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/4          | /1.1.1/Output_2/S.I                                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/5          | /1.1.1/Output_3/On_Off/ Mutfak Ayd.                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/6          | /1.1.1/Output_3/S.I                                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/7          | /1.1.1/Output_4/On_Off/ Salon Ayd.                    | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/8          | /1.1.1/Output_4/S.I                                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/9          | /1.1.1/Output_5/On_Off/ Oturma Odası                  | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/10         | /1.1.1/Output_5/S.I                                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/11         | /1.1.1/Output_6/On_Off/ Yatak Odası                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/12         | /1.1.1/Output_6/S.I                                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/13         | /1.1.1/Output_7/On_Off/ Çalışma Odası                 | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/14         | /1.1.1/Output_7/S.I                                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/15         | /1.1.1/Output_8/On_Off/ Çocuk Odası                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/16         | /1.1.1/Output_8/S.I                                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/17         | /1.1.1/Output_13/On_Off/ Bulaşık Makinesi             | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/18         | /1.1.1/Output_13/S.I                                  | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/19         | /1.1.1/Output_14/On_Off/ Çamaşır Makinesi             | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/20         | /1.1.1/Output_14/S.I                                  | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/21         | /1.1.1/Output_15/On_Off/ Klima                        | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/22         | /1.1.1/Output_15/S.I                                  | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/23         | /1.1.1/Output_16/On_Off/ Priz Kontrol                 | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 0/0/24         | /1.1.1/Output_16/S.I                                  | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 1              | Perde / Panjur  |         |          | Hayır                   |
| 1/0            | Perde   |         |          | Hayır                   |
| 1/0/1          | /1.1.5/Output_1 / Up_Down / Panjur-1                  | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/2          | /1.1.5/Output_1 / Stop / Panjur-1                     | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/3          | /1.1.5/Output_1 / Position in % / Panjur-1            | 1 byte  | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/4          | /1.1.5/Output_1 / Status indication Position / Panjur | 1 byte  | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/5          | /1.1.5/Output_2 / Up_Down / Panjur-2                  | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/6          | /1.1.5/Output_2 / Stop / Panjur-2                     | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/7          | /1.1.5/Output_2 / Position in % / Panjur-2            | 1 byte  | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/8          | /1.1.5/Output_2 / Status indication Position / Panjur | 1 byte  | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/9          | /1.1.5/Output_1+2 / Up_Down / Panjur-2                | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/10         | /1.1.5/Output_1+2 / Stop / Panjur-2                   | 1 bit   | Hayır    | Hayır                   |
| 1/0/11         | /1.1.5/Output_1+2 / Position in % / Panjur-2          | 1 byte  | Hayır    | Hayır                   |



Cihazların yazılımı yüklendikten sonra ekranı programlamak için bu aşamada ise 10.1 inç İnterra ekran kısmı programlanır.



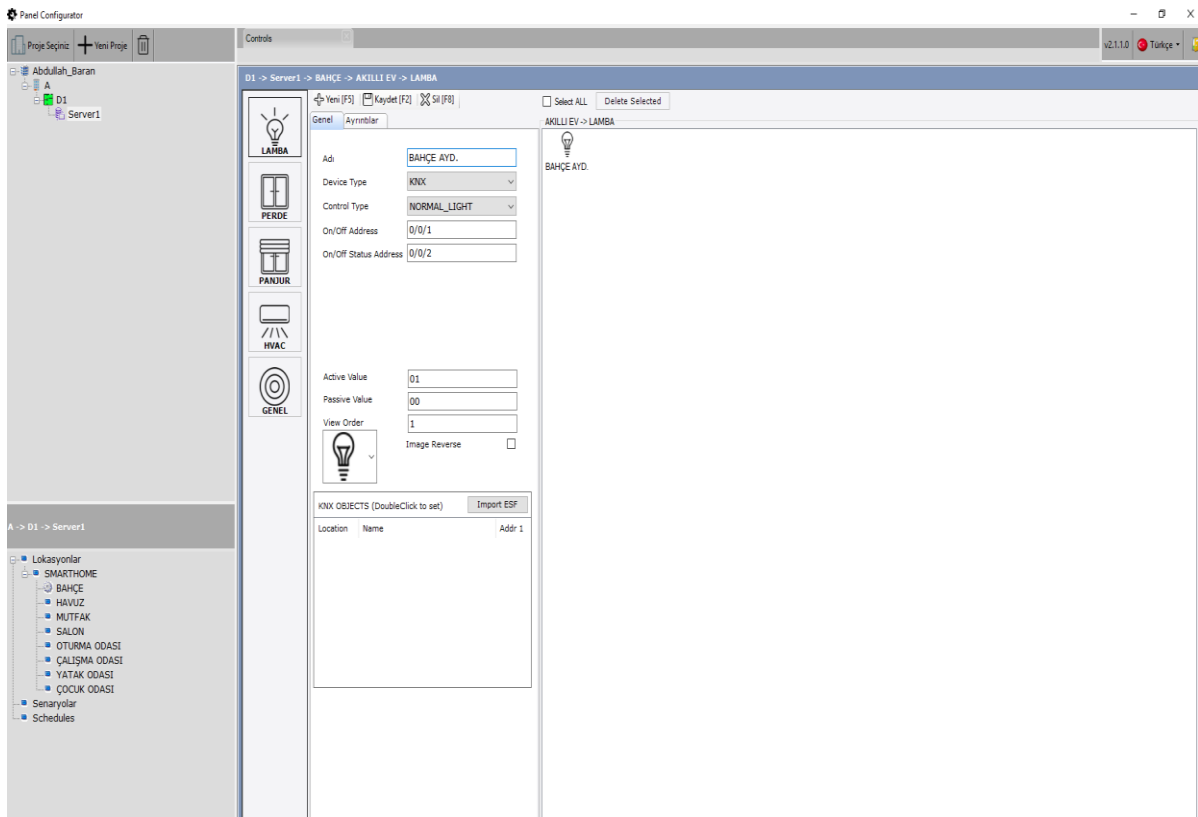
Şekil 7. 10.1'' Dokunmatik panel

Ekran programlanırken öncelikle proje ismi ile yeni bir sayfa açılır daha sonra blok eklenir ve daire numarası eklenir. Akabinde server eklenir serverdan sonra lokasyonlar eklenir salon mutfak gibi odalar eklenir ve daha sonra her oda da bulunan kontrol edilen noktalar statusları ile beraber ekrana eklenir. Ekran 12 v dc ile çalışmaktadır. Öncelikle Cat altı ile IP ye çıkarılır. Ekrana enerji geldikten sonra ekran switch aktivatörlerinden alınan grup adreslerinden yola çıkarak İnterra programları Yardımı ile panel konfigre edilir. Şekil 7 ve Şekil 13 de gösterilen Ekrana bütün grup adresleri tanımlandıktan sonra statusleri ile beraber ( fitback ) dan sonra program kullanılabilir hale gelmiştir. Modeme internet sağlanması durumunda uzaktan erişim mümkün olup telefon tablet gibi cihazlarla kontrol sağlanabilir. Tezdeki temel amacımız enerji tasarrufu olup daha ekonomik çözümler üretmektir. bunun için deney girişine bir enerji Entes MPR45S enerji ölçüm cihazı konulmuştur.



Şekil 13. Ekran kablo girişleri

Ekran da programlandıktan sonra bir sonraki aşama olan enerji izleme kısmına geçilir. Bu işlem Şekil 14 da belirtilmiştir.



Şekil 14. İnterra ekranı kontrol sayfası

| Cihaz Modeli: MPR455 |           | Bağlantı Noktası: KSU EDM |            | Cihaz Ayarları |           | Son Güncelleme: 23.04.2019 22:26:40 |          |
|----------------------|-----------|---------------------------|------------|----------------|-----------|-------------------------------------|----------|
| VLN1                 | 226.6 V   | VLN2                      | 226.6 V    | VLN3           | 226.6 V   | VLN4                                | 4.7 V    |
| VL31                 | 0 V       | ILN1                      | 0.09 A     | ILN2           | 0 A       | ILN3                                | 0 A      |
| FRQ                  | 50.01 Hz  | W1                        | 1.25 W     | W2             | 0 W       | W3                                  | 0 W      |
| TW                   | 1.25 W    | VAR1                      | -19.41 VAR | VAR2           | 0 VAR     | VAR3                                | 0 VAR    |
| TVA3                 | 0 VA      | TVA4                      | -19.41 VA  | TVA            | 19.49 VA  | VA1                                 | 19.49 VA |
| TimVA                | 19.49 VA  | TexVA                     | 0 VA       | TVA            | 19.49 VA  | PF1                                 | -0.06    |
| TPF                  | -0.06     | COS_L1                    | -0.06      | COS_L2         | 0         | COS_L3                              | 0        |
| V_ANG_L1             | 0 °       | V_ANG_L2                  | -0.1 °     | V_ANG_L3       | -0.1 °    | L_ANG_L1                            | 86.3 °   |
| H                    | 509.09 h  | WH                        | 509.04 h   | DIO            | 0000      | OUTPUT_STAT                         | 0000     |
| ImWh                 | 86 Wh     | EXP_WH_L1                 | 0 Wh       | EXP_WH_L2      | 0 Wh      | EXP_WH_L3                           | 0 Wh     |
| IMP_VAH_L2           | 0 VAh     | IMP_VAH_L3                | 0 VAh      | TimVAh         | 1.35 kVAh | EXP_VAH_L1                          | 0 VAh    |
| TexVAh               | 0 VAh     | Q1_L1_Varh                | 0 VAh      | Q1_L2_Varh     | 0 VAh     | Q1_L3_Varh                          | 0 VAh    |
| Q2_L2_Varh           | 0 VAh     | Q2_L3_Varh                | 0 VAh      | TWan2          | 0 VAh     | Q3_L1_Varh                          | 0 VAh    |
| TWan3                | 0 VAh     | Q4_L1_Varh                | 1.34 kVAh  | Q4_L2_Varh     | 0 VAh     | Q4_L3_Varh                          | 0 VAh    |
| GENERATOR...         | -1 Wh     | POS_Wh_TOT...             | -1 Wh      | DLL1           | 0.09 A    | DLL2                                | 0 A      |
| DI_LN                | 0.09 A    | DW1                       | 1.25 W     | DW2            | 0 W       | DW3                                 | 0 W      |
| DVA_L1               | 19.69 VA  | DVA_L2                    | 0 VA       | DVA_L3         | 0 VA      | DTimVA                              | 19.69 VA |
| THD_VLL23            | 429.5 M%  | THD_VLL31                 | 429.5 M%   | THD_V1         | 429.5 M%  | THD_V2                              | 429.5 M% |
| THD_L2               | 429.5 M%  | THD_L3                    | 429.5 M%   | THD_L4         | 429.5 M%  | THD_LN                              | 429.5 M% |
| VL12                 | 0 V       | VL23                      | 0 V        | NI             | 0.09 A    | TEkW                                | 0 W      |
| ILN4                 | 0 A       | NI                        | 0.09 A     | TEkW           | 0 W       | TVAr2                               | 0 VA     |
| TimW                 | 1.25 W    | TEkW                      | 0 W        | TVAr2          | 0 VA      | VA3                                 | 0 VA     |
| TVAr1                | 0 VA      | VA3                       | 0 VA       | PF3            | 0         | PHASE_SEQ                           | 0        |
| VA2                  | 0 VA      | PF3                       | 0          | PHASE_SEQ      | 0         | L_ANG_L3                            | -6.6 °   |
| PF2                  | 0         | L_ANG_L3                  | -6.6 °     | IMP_WH_L2      | 0 Wh      | IMP_WH_L3                           | 0 Wh     |
| IMP_WH_L2            | 0 Wh      | IMP_WH_L3                 | 0 Wh       | IMP_VAH_L1     | 1.35 kVAh | IMP_VAH_L2                          | 0 VAh    |
| EXP_VAH_L2           | 0 VAh     | IMP_VAH_L2                | 0 VAh      | EXP_VAH_L3     | 0 VAh     | EXP_VAH_L3                          | 0 VAh    |
| EXP_VAH_L3           | 0 VAh     | EXP_VAH_L3                | 0 VAh      | Q2_L1_Varh     | 0 VAh     | Q2_L1_Varh                          | 0 VAh    |
| Q2_L1_Varh           | 0 VAh     | Q2_L1_Varh                | 0 VAh      | Q3_L2_Varh     | 0 VAh     | Q3_L2_Varh                          | 0 VAh    |
| Q3_L2_Varh           | 0 VAh     | Q3_L2_Varh                | 0 VAh      | CapVarh        | 1.34 kVAh | PULSE_IN                            | 4.29 G   |
| CapVarh              | 1.34 kVAh | PULSE_IN                  | 4.29 G     | DI_L3          | 0 A       | DI_L4                               | 0 A      |
| DI_L3                | 0 A       | DI_L4                     | 0 A        | DTimW          | 1.25 W    | DTExW                               | 0 W      |
| DTimW                | 1.25 W    | DTExW                     | 0 W        | THD_VLL12      | 429.5 M%  | THD_VLL12                           | 429.5 M% |
| THD_VLL12            | 429.5 M%  | THD_VLL12                 | 429.5 M%   | THD_VLL12      | 429.5 M%  | THD_VLL12                           | 429.5 M% |

Şekil 15. Enerji izleme ünitesi bilgisayar ekranı görünümü

Yukarıda gösterilmiş olan Şekil 15 için her gang de 2 kontrol birimi bulunmaktadır. İlk birim açma kapama işlevi gerçekleştirirken diğeri açma kapama eyleminin kontrol statüsüdür. Switch aktivatöründe ilk Kanalına bahçe aydınlatma, ikinci kanala havuz aydınlatması, üçüncü Kanala mutfak aydınlatması, dördüncü kanala salon aydınlatması, beşinci kanala oturma odası aydınlatması, altıncı kanala yatak odası aydınlatması, yedinci kanalda çalışma odası aydınlatması, sekizinci kanalda çocuk odası aydınlatması, dokuzuncu kanalda perdeleri aç eylemi (panjur 1) onuncu kanalda perde kapat (panjur 2) eylemi on birinci kanal panjur 2 eylemi, on ikinci kanal panjur 1 eylemi, on üçüncü kanal bulaşık makinesi açma kapama eylemi on dördüncü çamaşır makinesi açma kapama, on beşinci kanal klima açma kapama eylemi ve son olarak on altıncı kanal ise priz kontrol olmak üzere 16 adet ünite kontrol edilmiştir. Tüm bu kanalların kontrolüne modeme internet sağlanması halinde uzaktan erişim herhangi bir akıllı cihaz ile mümkündür.

## 4. BULGULAR

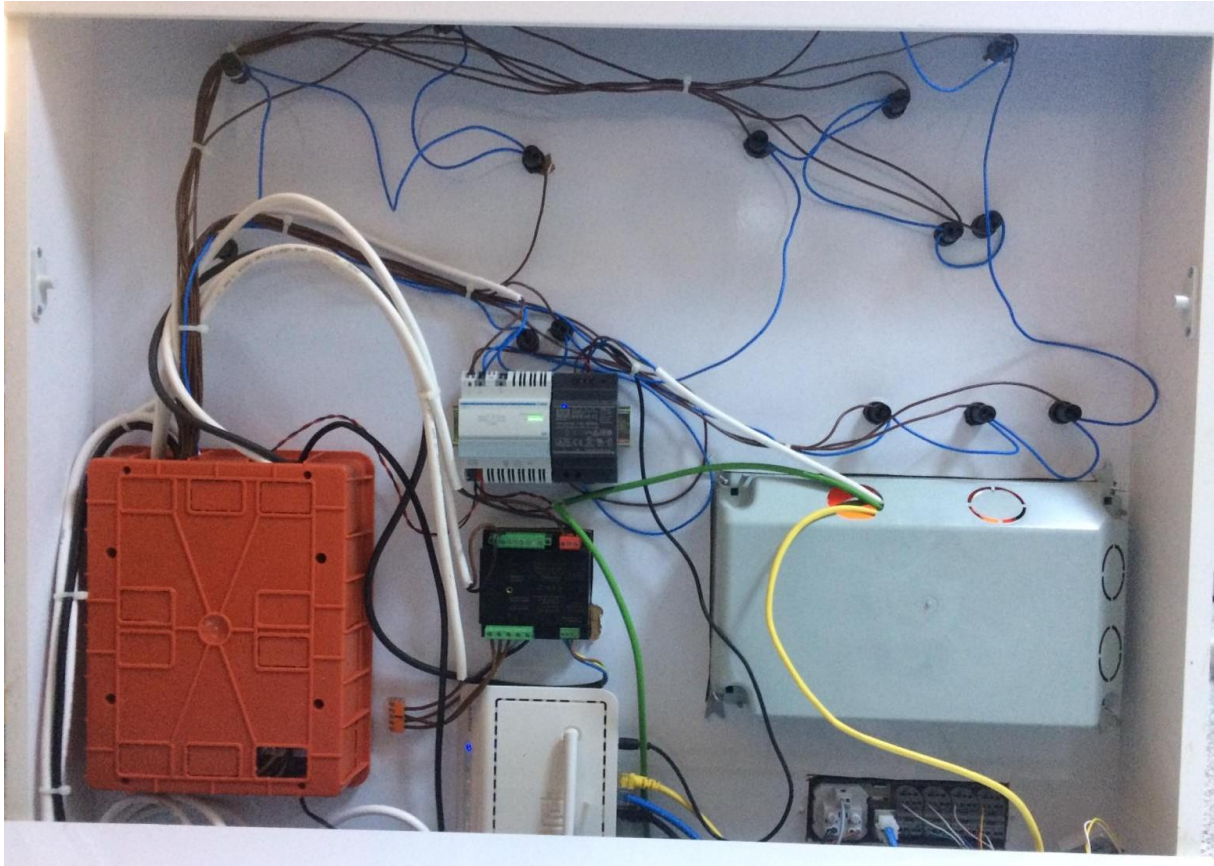
### 4.1 Deneysel Düzenek

Şekil 16'da bir akıllı ev terimine gerek duyulan tüm cihaz ve elektronik aksana sahip deneysel düzenek gösterilmektedir. GeliŐtirilen deney sisteminde 16 adet aktif/ pasif cihaz olmakla beraber deney seti üzerinde bu cihazların açık kapalı durumunu temsil eden LED ıŐıklandırmalar mevcuttur. Deney setinde eve giriş, evden çıkış, gündüz, akŐam, gece kullanımları gibi farklı senaryolandırma seçenekleri ve program yardımıyla da kontrol   gerçekleŐtirilen noktalar zamanlayıcı kullanılarak gün  n her hangi bir saatinde a /kapat yapılabildiği gibi belli bir zaman çalıŐtırılıp tekrar kapalı hale getirilebilmektedir.



Şekil 16. Deneysel düzenek

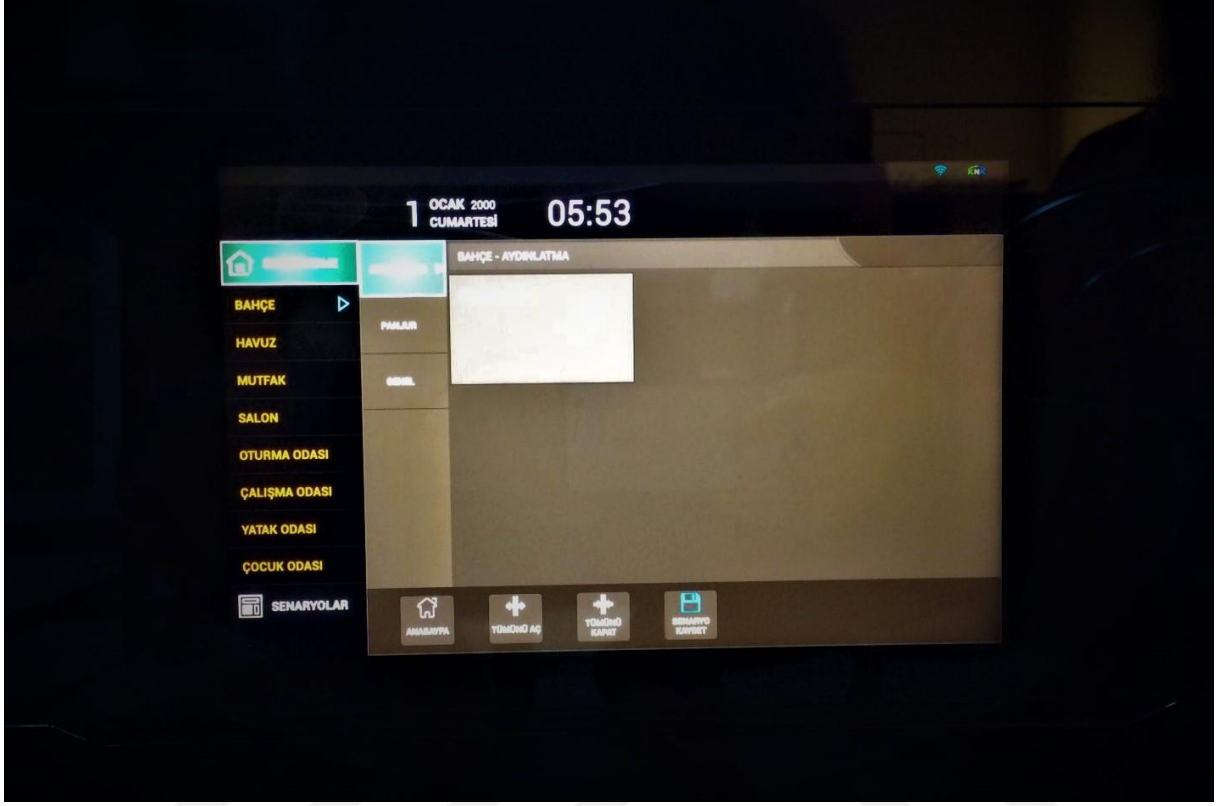
Deneyel sistem üzerinde kullanılan devre elemanları Şekil 17 üzerinde görülmekte olup, bir adet Inter 10.1 inç dokunmatik ekran, bir adet priz, 4 adet aç kapat anahtarlama elemanı, iki adet C10 sigortalama elemanı bir adet Ethernet Modbus Gateway, bir adet mpr45s enerji ölçüm cihazı, on beş adet açık kapalı durumunu göstermek amacıyla kullanılmış LED yapılı ışıklandırma elemanı, bir adet Bus hattı için TXA111 güç kaynağı, bir adet ekran için kullanılmak üzere 12 V dc güç kaynağı, bir adet anahtarlama elemanlarının aç kapat komutunu okuması için TXB304 interface, bir adet TXM616D , bir adet modem şeklindedir. Şekil 16'da gösterilmiş olan dokunmatik ekran, gerekli düzenleme ve ayarlara erişim sağlaması amacıyla kullanılmaktadır.



Şekil 17. Deneyel sistem üzerinde kullanılan devre elemanları

Şekil 18'de gösterilmekte olan, deneyel düzenek üzerinde bulunan dokunmatik ekran, Bütün kontrol edilen noktaların belli bir noktadan izlenmesi ve komut verilmesi için kullanılır. Senaryolandırma işlemi yapılabildiği gibi zamanlayıcılar yardımıyla da kontrol edilen noktanın istenilen zaman ve periyotta açık kapalı durumunu gerçekleşmesine imkan sağlar. Ekran

modem aracılığıyla IP almaktadır. Ekran IP ye çıktıktan sonra komutları yerine getirebilmektedir.



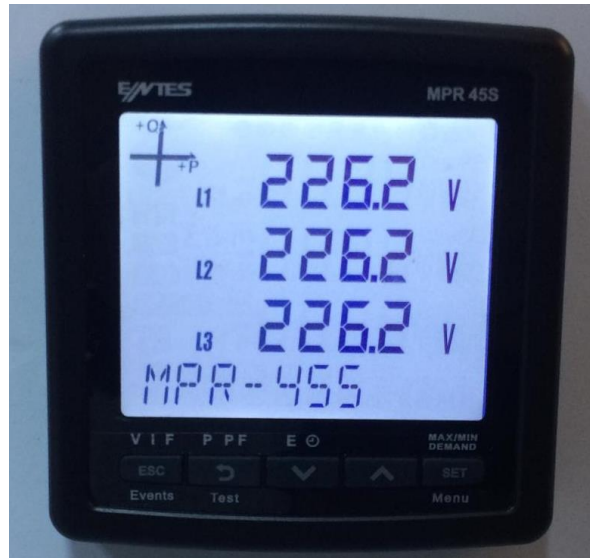
Şekil 18. Dokunmatik ekran

Şekil 19’da deneysel düzenekte kullanılan Modbus Gateway görülmektedir. Modbus protokolü ile RS485 üzerinden haberleşen cihazlarınızın TCP/IP protokolünü kullanarak mevcut internet altyapısı üzerinden uzaktan kontrolünü sağlayan bir Modbus TCP/Modbus RTU protokol dönüştürücüsüdür.



Şekil 19. Modbus Gateway seri iletişim protokolü

Şekil 20’de görseli bulunan ve deneysel düzenekte kullanılan enerji ölçüm cihazı (Analizör) olan MPR45S, genel anlamda bir sistemdeki akım, gerilim ve güç gibi elektriksel parametreleri ölçmek için tasarlanmış olan cihazdır. Oluşturulan deneysel düzlemde ölçülen değerler cihazın kendi ekranında görülebildiği gibi, istenildiği takdirde cihaz bilgisayara bağlanarak istenilen ölçümler bilgisayar ile takip edilebilmektedirler.



Şekil 20. MPR45S enerji analizörü

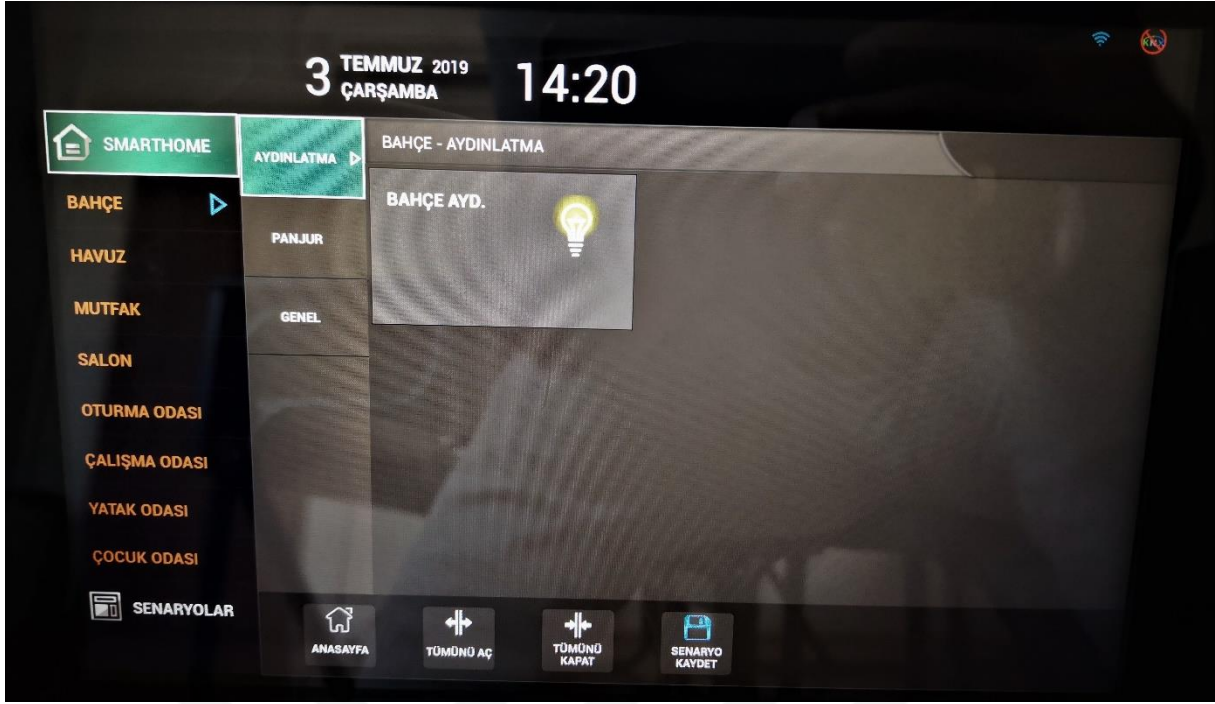
Şekil 21’de görülen ve deneysel düzenekte kullanılan TXM616D, KNX kurulum veri yolu üzerinden, sensörlerden veya diğer otomasyonlardan bilgiler alır ve elektrik yüklerini bağımsız çıkış röleleri üzerinden değiştirme işlemini gerçekleştirir. Cihaz programlandıktan sonra her kanal için bir görev tanımlanmış olması gerekmektedir. Toplam 16 kanala sahip olan bu cihaz için en fazla 16 farklı görev tanımlanabilir. Cihazda örneğin birinci cihaz için salon aydınlatmasında açma/kapama veya panjurları kontrol etmesi gibi işlemlerin yerine getirilmesini sağlar.



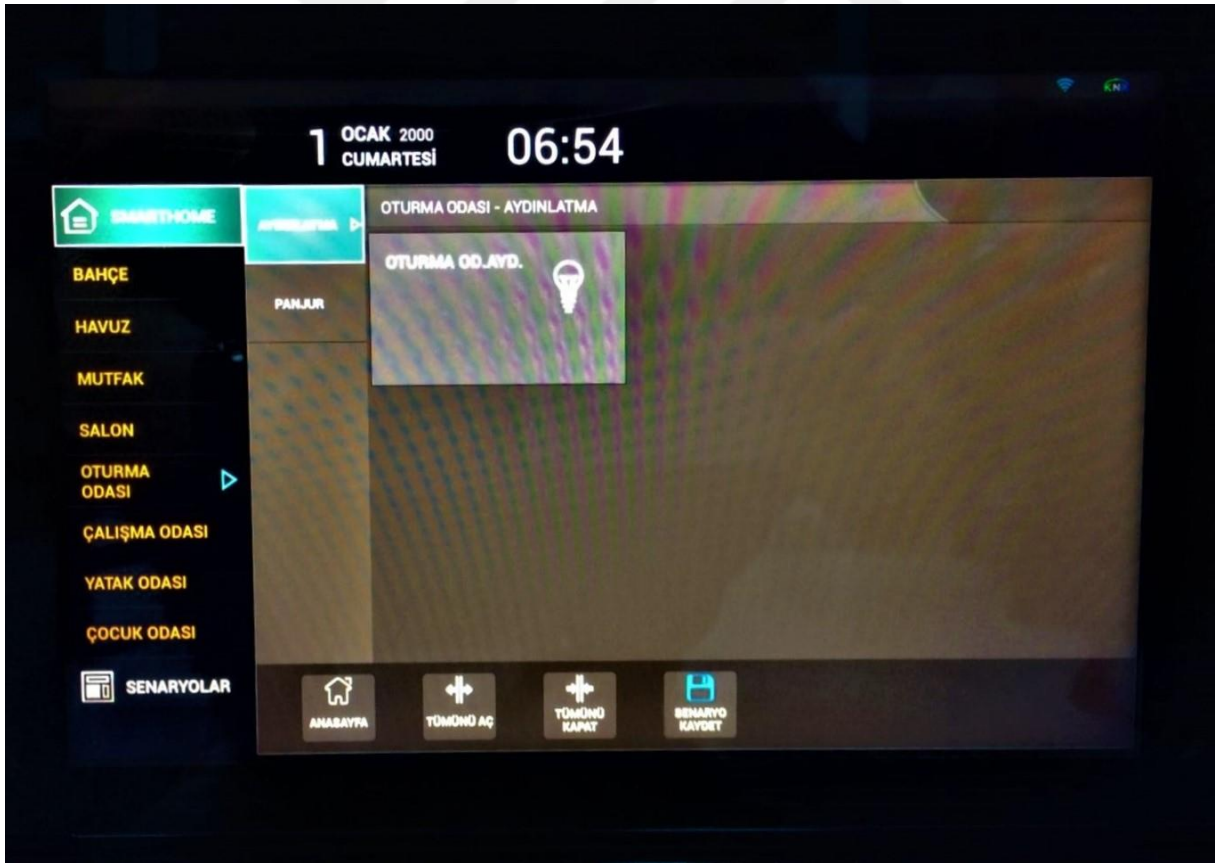
Şekil 21. TXM616D - 16 A çıkış modülü

Deneysel düzenek, ticari amaçla yapılan otel konut villa tipi mimariler ile benzer şekilde çalışmaktadır. Haberleşme için Knx protokolü kullanılır. Ekran panel konfigürasyon ayarları yapıldıktan sonra şebeke analizörü Entes Endbus programı ile programlanır. Deneysel düzenekte kontrol, dört farklı yol ile gerçekleştirilir. Dokunmatik panelden ve manuel olarak ortamda bulunan anahtarlama elemanlarından sağlanmaktadır. Ekrandan kontrol, switch aktivatörlerden alınan grup adreslerine göre programlandıktan sonra dokunmatik panelin sol tarafında oda aydınlatmaları ( salon aydınlatması, bahçe aydınlatması, oturma odası aydınlatması, çocuk odası aydınlatması, yatak odası aydınlatması vb. ) girilen odalar içerisinde kontrol edilecek noktalar isimlendirilmiştir. Bu her nokta için lojik girişlerden 0/0/1 aydınlatma aç iken, 0/0/2 aydınlatmanın açılıp açılmadığını kontrol eden feedbacktir. Eğer belirtilen ortam aydınlatması açık ise panel aplikasyon ekranında aktif durumda Şekil-22, pasif durumda olduğunda ise Şekil-23 hali aldığı gösterilmiştir.





Şekil 22. Aplikasyon ekranında aktif aydınlatma



Şekil 23. Aplikasyon ekranında pasif aydınlatma

Dokunmatik panel üzerinden istenilen noktanın zamanlayıcılar yardımıyla belirli bir periyot ile açılıp kapandığı gibi, manuel olarak da anlık olarak açılıp kapanabilmektedir. Görselin sol tarafında görülmekle birlikte senaryolandırma seçeneklerinin dışında farklı odalar içerisinde farklı fonksiyonları da aktif ya da pasif hale getirmek mümkündür. Dokunmatik panel sistemi üzerinden senaryolandırma işlemi de yapılabilmektedir. Lokasyonlarda bulunan interfaceler üzerinden kontrol sağlanmaktadır. Anahtarlama butonuna bir kere basıldığında lojik interface hangi görevi yerine getirmek için programlanmış ise o veriyi ekrana yollar, ekran veriyi switch aktivatöründe hangi kanalına programlanmış ise o kanalına lojik veri gönderir ve açık kapalı durumu bu şekilde gerçekleştirilir.

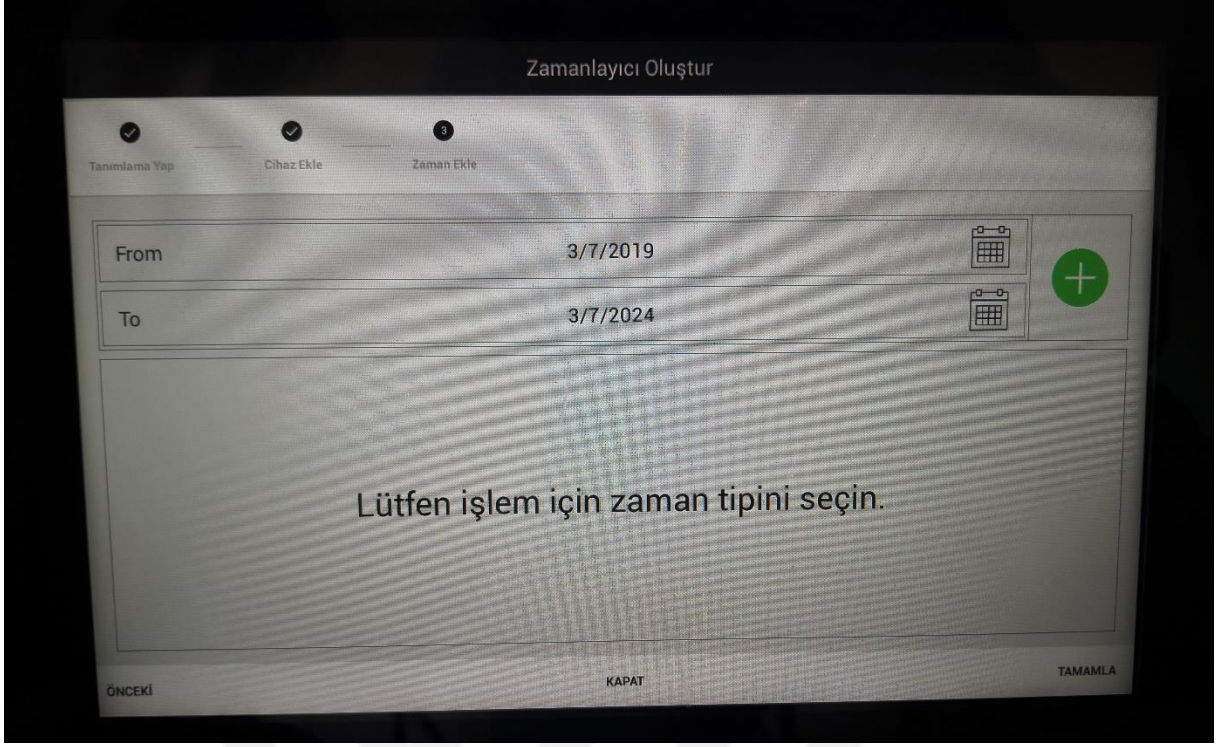
Şekil 24 üzerinde görüldüğü gibi zamanlayıcılar temel olarak, deney setimizde yer alan her lokasyon için kontrol noktalarının anlık manuel kontrolünün dışında, belli bir zaman periyodunun içerisinde açma kapama imkânı sağlar. Daha önce programlanan kontrol noktası için günün herhangi bir zamanında eylemin otomatik olarak gerçekleştirilmesi görevinde yer alır.

Örneğin saat 23.00 da çocuk odası aydınlatmasının kapatılması, çamaşır makinasının belirlenmiş ucuz tarife periyot saatleri içerisinde çalıştırılması gibi seçenekler ile zamanlayıcılardan faydalanmak mümkündür. Bu işlemlerin periyodları her gün olduğu gibi her saat her hafta, her ay ve her yıl gibi seçenekleri de mevcuttur.



Şekil 24. Uygulama üzerinde zamanlayıcılar

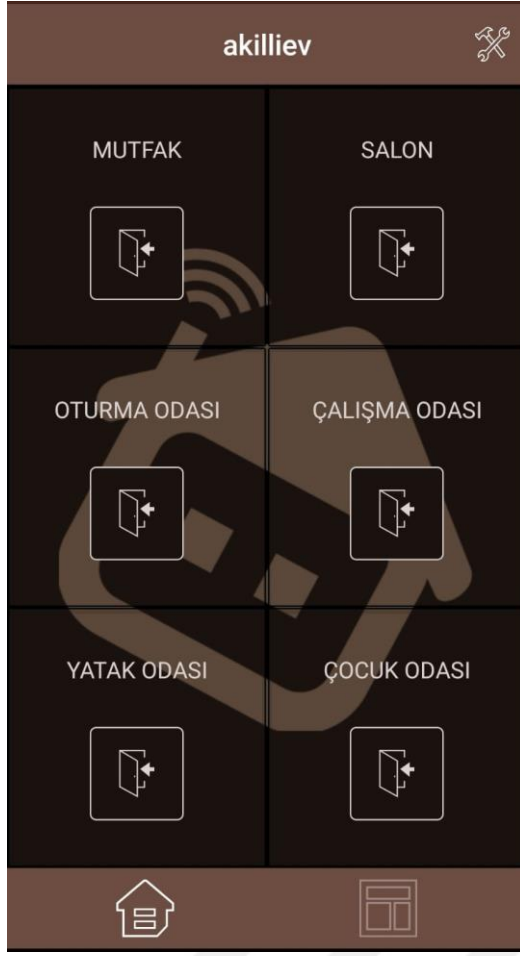
Şekil 25 da görüldüğü gibi zamanlayıcı seçilirken önce kontrol edilecek lokasyon sonra kontrol edilecek noktanın açık kapalı durumu, zamanlayıcının süresi ve son olarak da hangi periyotta gerçekleştireceği seçilmektedir. Bu periyot her gün veya her ay olabilmektedir.



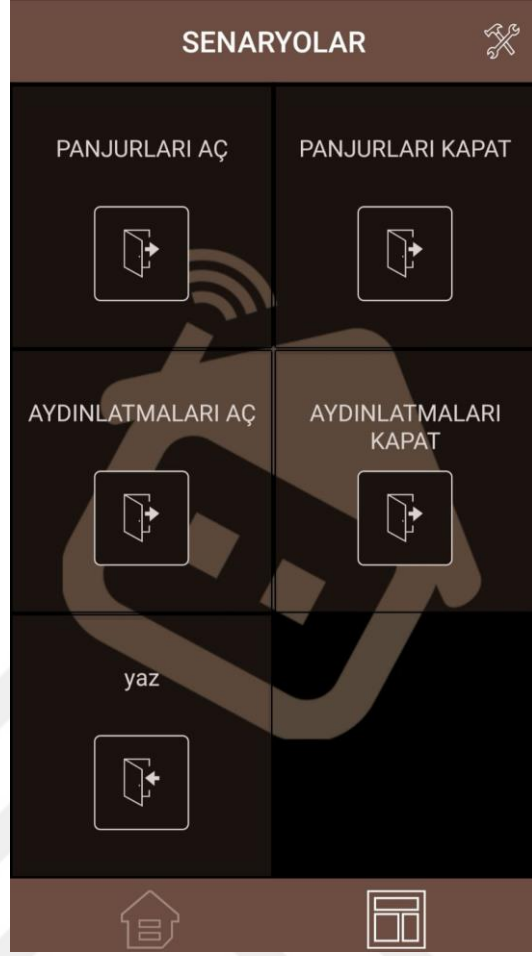
Şekil 25. Zamanlayıcı oluşturma

#### 4.2 Mobil Uygulama Kullanımı

İnterra PRO telefon ve tablet uygulaması aracılığı ile manuel ya da dokunmatik panel üzerinden gerçekleştirilmesi mümkün olan çoğu imkânları uzaktan erişim ile sağlayabilmektedir. Şekil 26 ve Şekil 27’de görüldüğü gibi, uygulama İnterra Pro, akıllı telefonlarda bulunan store aracılığı ile kurulumu gerçekleştirildikten sonra dokunmatik ekranda ayarlar kısmından kullanıcı tanımlama işlemi gerçekleştirilir. Kare kod aracılığı ile telefon sisteme tanıtılır. Sistemin mevcut tüm ayarları telefona yüklenmiş olur fakat telefon dokunmatik ekrana kıyasla daha sınırlı imkânlar sağlar, senaryolandırma ve zamanlayıcılar telefon aracılığı ile kullanılabilir ancak, bu kullanım sadece daha önce tanımlanmış sistem parametreleri için geçerlidir. Yeni zamanlayıcı ve senaryolandırma telefon uygulaması ile oluşturulamaz fakat senaryolandırma işlemlerinden olan eve giriş evden çıkış ya da sabit lokasyonlu aydınlatma alanlarının kontrolü mümkündür.



Şekil 26. Telefon uygulaması



Şekil 27. uygulamada senaryolandırma

### 4.3 Akıllı Olmayan Evsel Tüketicilerde Enerji Kullanımı

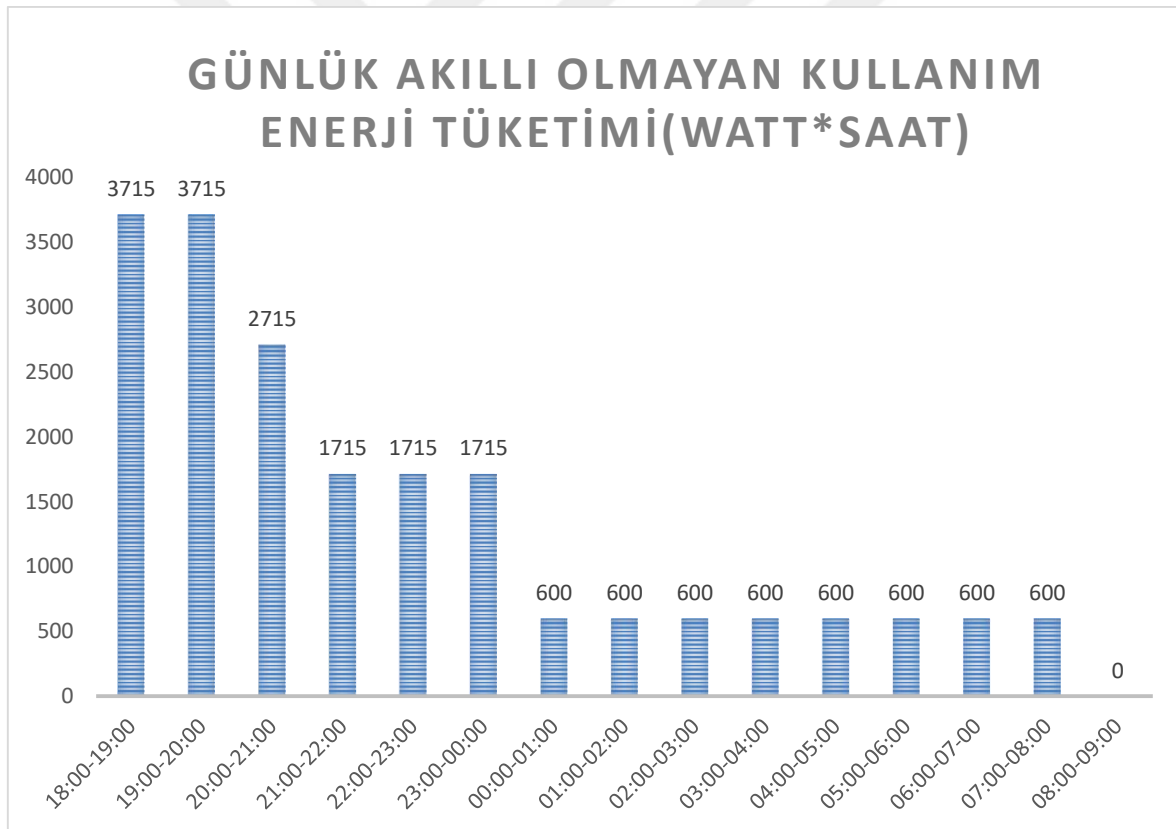
Deneyisel düzenekte standart bir hane içerisinde yer alan aydınlatma elemanları, priz, çamaşır bulaşık ve klima mevcut iken hanenin tükettiği enerji miktarı Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Evsel tüketicilerde enerji tüketim miktarı

| Enerji ihtiyacı olan alan      | Tükettiği enerji (saatlik tüketimi) |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Salon, mutfak                  | 45 Wh                               |
| Oturma odası                   | 30 Wh                               |
| Ebeveyn odası ve çalışma odası | 15 Wh                               |
| Çevre aydınlatma               | 600 Wh                              |
| Havuz aydınlatma               | 200 Wh                              |
| Klima                          | 750 Wh                              |
| Çamaşır makinası               | 1 kWh                               |
| Bulaşık makinası               | 1 kWh                               |

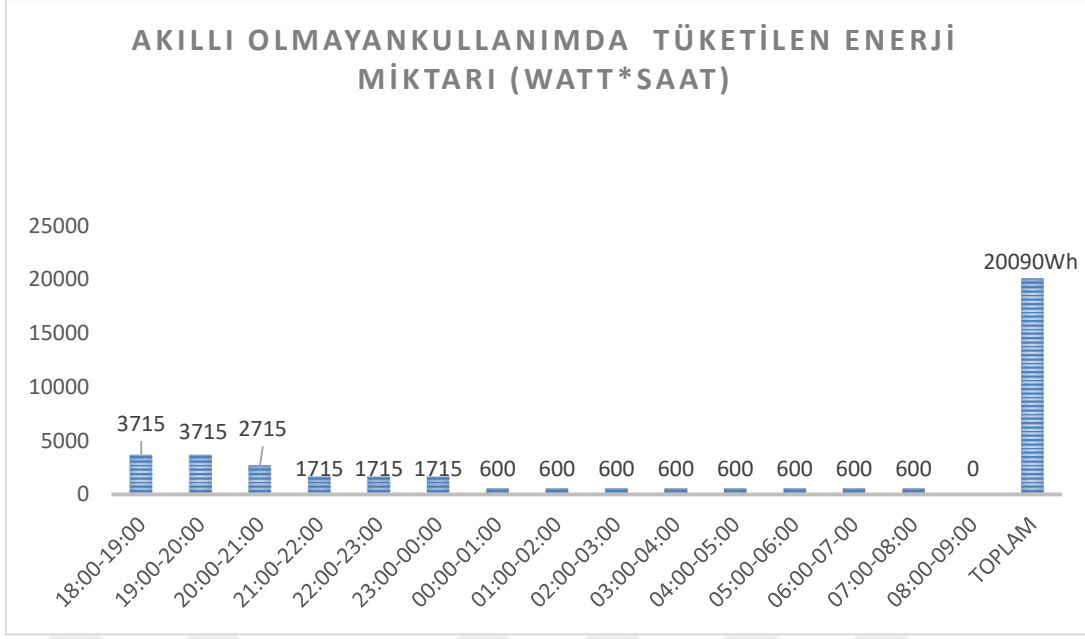
Olmak üzere saat başına enerji tükettikleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmış olup gerekli veriler grafik ortamına da dönüştürülmüştür.

Enerji tüketiminin başlangıç saatini 18.00 dan başlayarak ertesi gün sabah 08.00 uyanma süresinde planlanmıştır. Akıllı olmayan kullanımda ; mutfak, salon, çalışma odası, oturma odası, ebeveyn odası, havuz ve klima 18.00-00.00 saatleri arası, çevre aydınlatma 18.00-08.00 saatleri arası çamaşır makinası 18.00-20.00, bulaşık makinesi 18.00-21.00 saatleri arası çalışmaktadır. Burada açık kalma süreleri saatlik tüketim miktarı ile çarpıldığında 20090Wh enerji tüketildiği görülmektedir. Bu verilere dayanarak elde edilen grafik Şekil 28 de görülmektedir. Aşağıda bulunan grafiklerde deneyselleştirilmiş sistemin daha detaylı açıklamaları gösterilmektedir. Aşağıda bulunan grafiklerde deneyselleştirilmiş sistemin daha detaylı açıklamaları gösterilmektedir. Deneysel düzenek üzerinde ölçümleri yapılan enerji miktarları ve zaman aralıkları bazında incelenmiş olup grafiksel ortama aktarımı yapılmıştır.

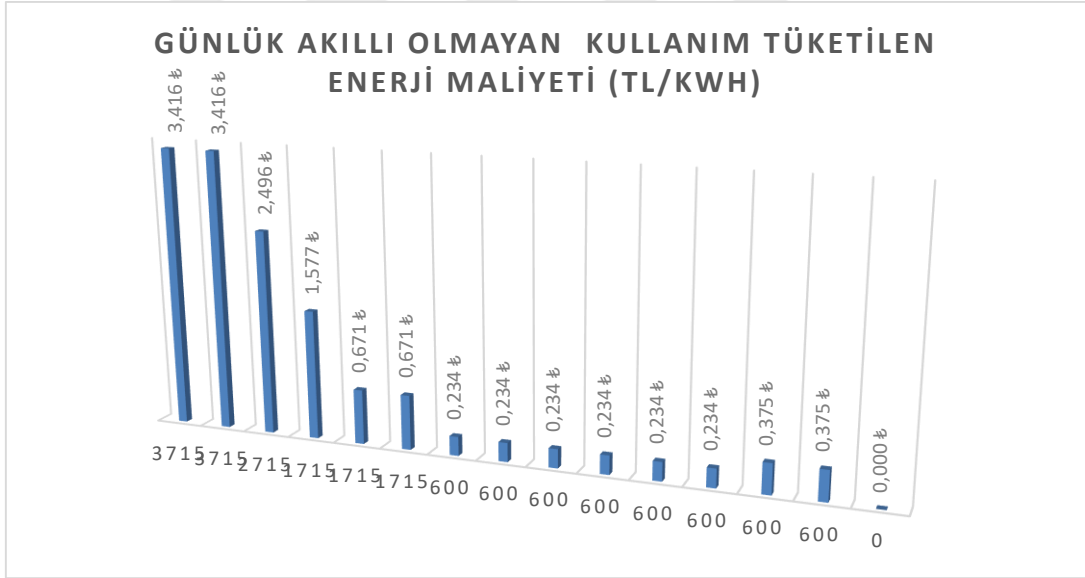


Şekil 28. Saat başına harcanan akıllı olmayan kullanım enerji miktarı

Şekil 29’de bir gün içerisinde en yüksek tarife aralığı 17.00 ile 22.00 saatleri arası olduğu belirlenmiş olup normal kullanım esnasında zaman-enerji (SAAT-WATT) grafiği görülmektedir.

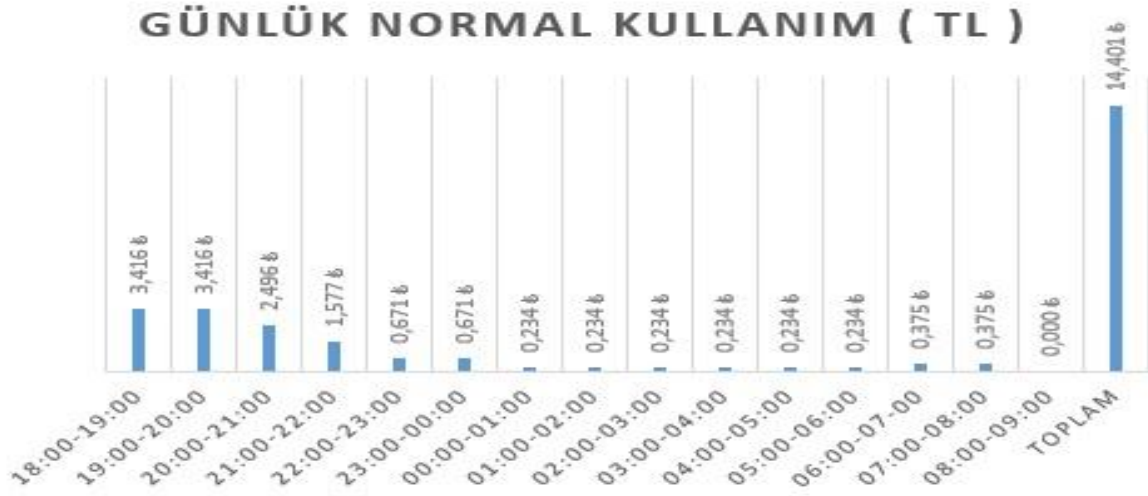


Şekil 29. Saat başına harcanan akıllı olmayan kullanım toplam enerji miktarı



Şekil 30. Tüketilen enerjinin maliyeti

Günlük normal kullanım şartları altında fazla enerji tüketimi sağlayan cihazların bilinçsiz kullanımı sonucu Şekil 30 da 18.00-08.00 saatleri arasında saat başına kullanılan gücün fatura üzerindeki etkisi Türk Lirası bazında incelenmiştir. Şekil 31’de görüldüğü üzere deneysel düzenekte bulunan standart cihazlara sahip bir hane gün içerisinde toplam 14.401 TL faturalandırma sonucunda aylık 432.03 TL fatura ödemek durumunda kalmaktadır. Şekil 31 üzerinde yatay eksenle harcanan enerji miktarı ile dikey eksenle bulunan TL arasındaki oranlar görülmektedir.



Şekil 31. Akıllı olmayan kullanımda saat başına yansıyan fatura bedeli

#### 4.4 Akıllı Evlerde Enerji Tüketiminin Örneklenmesi

Akıllı evlerde enerji tüketiminin örneklenmesi, saat başına enerji tükettikleri dikkate alınarak hesaplamalar yapılmış olup gerekli veriler grafik ve çizelge ortamına da dönüştürülmüştür. Akıllı kullanımda zamanlayıcılarla mahallerde bulunan kontrol noktaları belirli saatlerde çalışmaktadır. Çizelge 3’de evsel tüketicilerde enerji tüketim miktarı örneklenmesi verilmiştir.

Çizelge 3. Evsel tüketicilerde enerji tüketim miktarı örneklenmesi

| Enerji ihtiyacı olan alan      | Tükettiği enerji (saatlik tüketimi) |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| Salon, mutfak                  | 45 Wh                               |
| Oturma odası                   | 30 Wh                               |
| Ebeveyn odası ve çalışma odası | 15 Wh                               |
| Çevre aydınlatma               | 600 Wh                              |
| Havuz aydınlatma               | 200 Wh                              |
| Klima                          | 750 Wh                              |
| Çamaşır makinası               | 1 kWh                               |
| Bulaşık makinası               | 1 kWh                               |

Mutfak aydınlatması 18.00-20.00 saatleri arasında, salon ve oturma odaları 20.00-22.00 saatleri arasında, yatak odası ve çalışma odaları 22.00-24.00 saatleri arasında çalışma planlanmıştır. Havuz aydınlatması 18.00-24.00 saatleri aralığında, çevre aydınlatmasının gün batımından gün

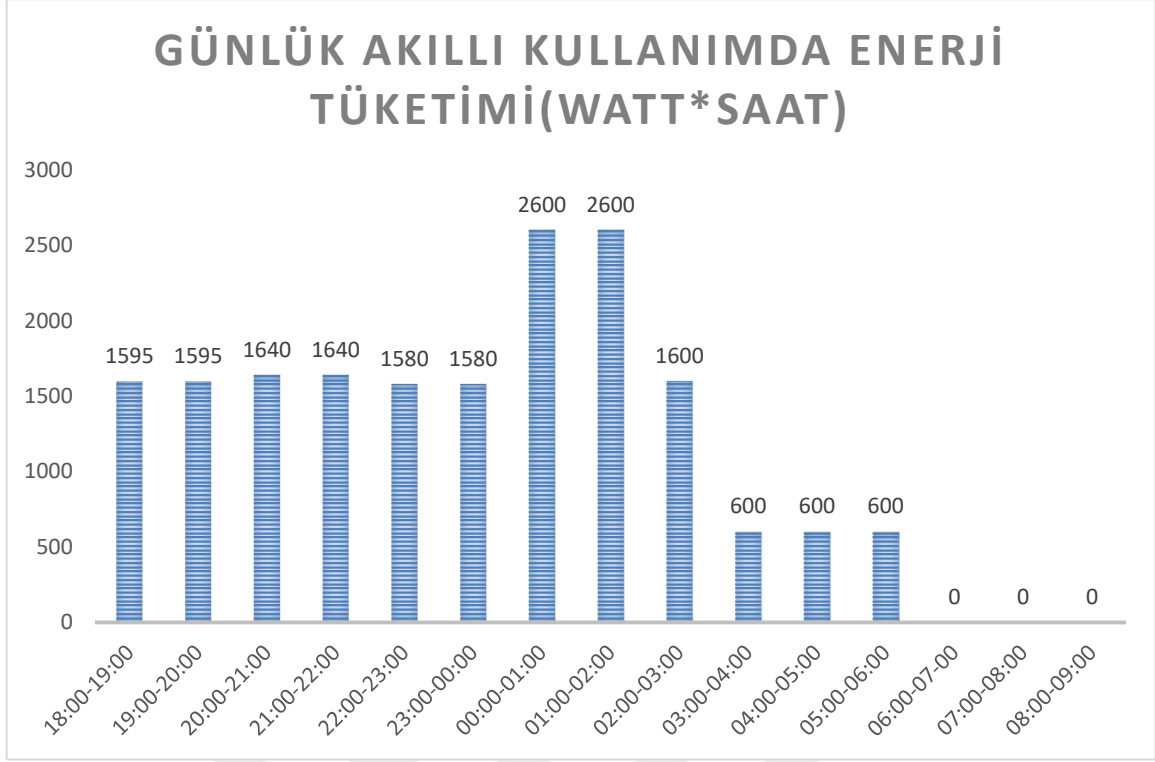


doğumu standart saatler olarak alınmış olup, 18.00-06.00 saatleri arasında, çamaşır makinesi enerjinin daha ekonomik olduğu, 24.00-02.00 saatleri arasında bulaşık makinesi ise 00.00-03.00 arasında çalışması öngörülmüştür. Klima ise 18.00-24.00 saatleri arasında çalışmıştır. Bu çalışma saatlerine göre toplam bir günlük elde edilen enerji tüketim miktarı 18230 Wh olduğu görülmüştür. Enerji miktarı olarak tasarruf normal kullanıma kıyasla 1860 Wh daha tasarruflu olduğu gözlemlenmiştir. Daha fazla tüketen kontrol noktaları enerjinin daha ekonomik olduğu zaman aralığında çalıştırılmış olup finansal olarak daha ucuz maliyetlere ulaşılmıştır.

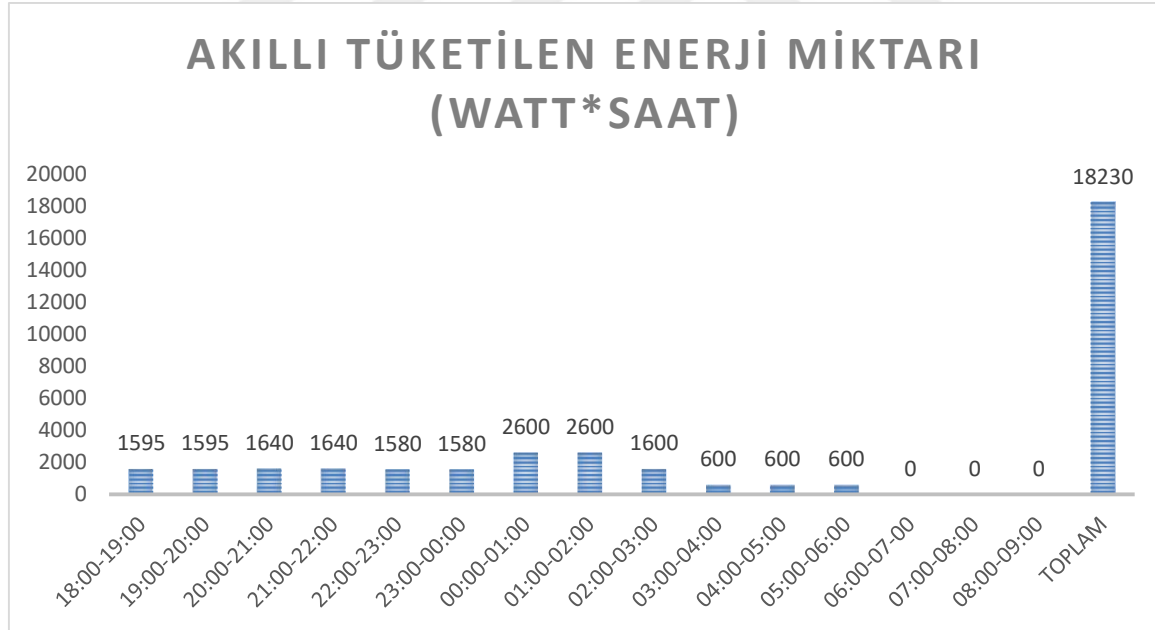
Çizelge 4'te verilen veriler deneysel düzenek üzerinden alınmış bir günlük toplam tüketilen enerji miktarlarının karşılıkları gösterilmektedir.

Çizelge 4. Akıllı kullanımda bir günlük enerji tüketim miktarı

| Saatlik kullanım | Tüketilen enerji | Tüketilen enerjinin maliyeti |
|------------------|------------------|------------------------------|
| 18:00-19:00      | 1595w            | 1,467 TL                     |
| 19:00-20:00      | 1595w            | 1,467 TL                     |
| 20:00-21:00      | 1640w            | 1,508 TL                     |
| 21:00-22:00      | 1640w            | 1,508 TL                     |
| 22:00-23:00      | 1580w            | 0,619 TL                     |
| 23:00-00:00      | 1580w            | 0,619 TL                     |
| 00:00-01:00      | 2600w            | 1,018 TL                     |
| 01:00-02:00      | 2600w            | 1,018 TL                     |
| 02:00-03:00      | 1600w            | 0,626 TL                     |
| 03:00-04:00      | 600w             | 0,235 TL                     |
| 04:00-05:00      | 600w             | 0,235 TL                     |
| 05:00-06:00      | 600w             | 0,235 TL                     |
| 06:00-07:00      | 0w               | 0,00 TL                      |
| 07:00-08:00      | 0w               | 0,00 TL                      |
| 08:00-09:00      | 0w               | 0,00 TL                      |
| <b>Toplam</b>    | <b>18230w</b>    | <b>10,554 TL</b>             |



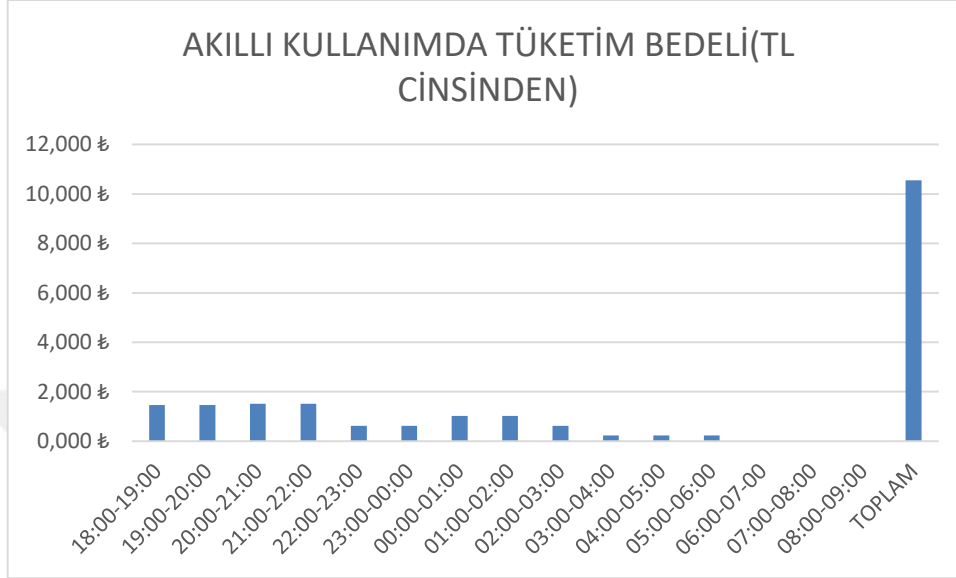
Şekil 32. Saat başına harcanan akıllı kullanım enerji miktarı



Şekil 33. Bir saatlik periyotlar başına düşen harcanmış enerji ifadesi

Şekil 34’de görüldüğü üzere hem saatlik enerji tüketimi hem de toplam enerji tüketimi normal kullanıma kıyasla konfor ve tasarrufu bir arada sunmuştur.

Akıllı ev sistemi deneyimizde kullanılan enerji miktarları enerji başına düşen tarifelere göre hesaplanmış olup Şekil 34. ve Şekil 35.'de belirtildiği üzere grafik üzerinde mavi renk tüketilen enerji miktarlarını sarı renk ise tüketildiği zaman aralığı tarifesine göre tüketilen enerjiye karşılık gelen ücret miktarını sembolize etmektedir.



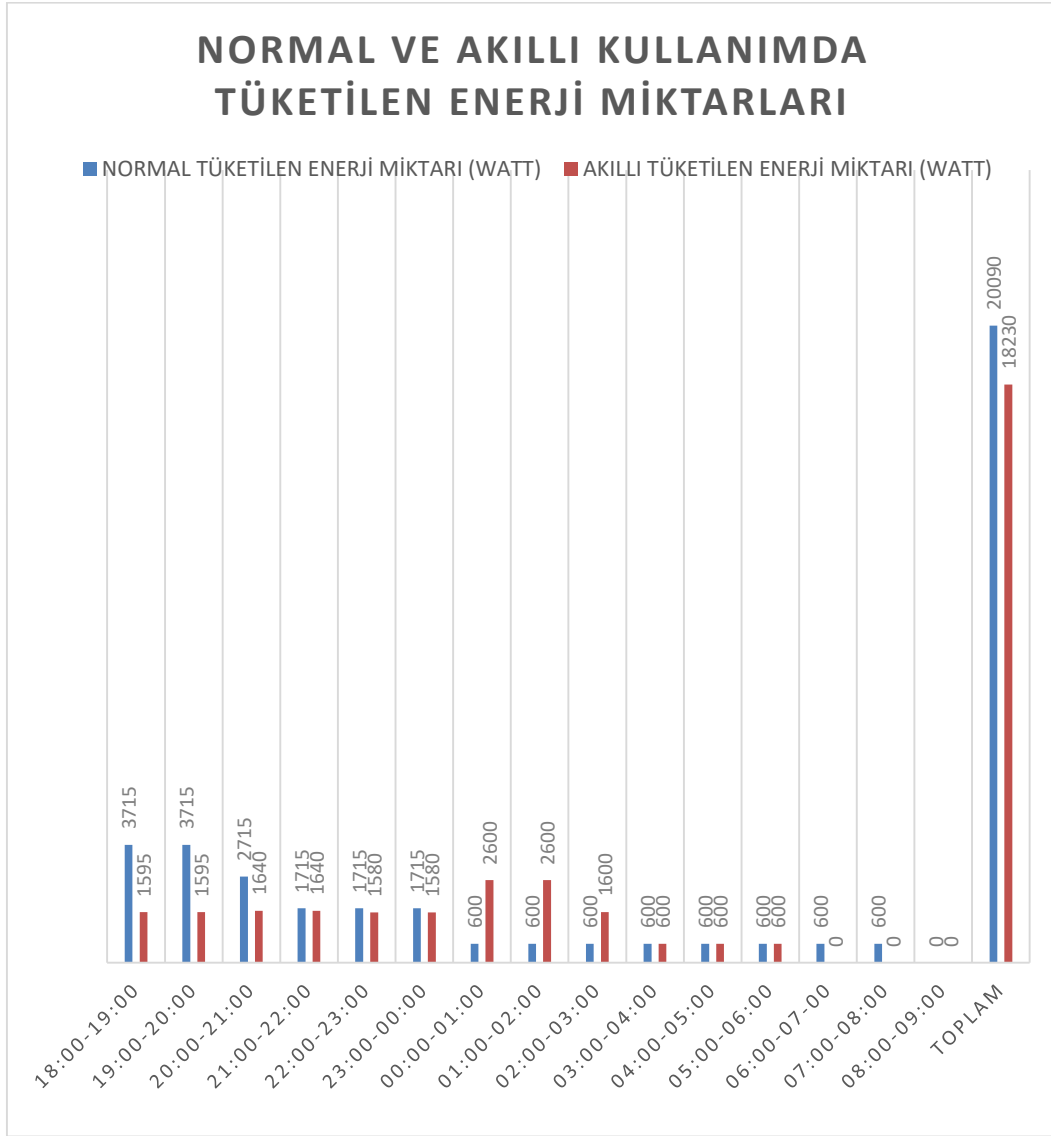
Şekil 34. Akıllı kullanımda harcanan enerji miktarına karşılık fatura bedeli

#### 4.5 Akıllı ve Normal Kullanımın Değerlendirilmesi

Günlük olarak enerji tüketiminin 2.09 kWh olduğu bir villa tip hanenin akıllı kullanımda 1.823 kWh a düştüğü görülmüştür. 1.86 kWh günlük enerji tasarrufu edilmiştir. Bu ay kapsamında düşünüldüğünde 55.8 kWh a tekabül etmektedir. Türk lirası karşılığı olarak enerjinin verimli kullanılması ve tüketimi daha ekonomik saatlere yönlendirmekten dolayı günlük olarak 3.58 TL günlük tasarruf edilmektedir. Bu da ayda 107.44 TL aylık tasarrufa tekabül etmektedir. Normal kullanımda tüketilen aylık enerji miktarı 62.7h kW olurken akıllı kullanımda ise 55.8 kW olmuştur. Bir aylık normal kullanımda 432 liralık elektrik faturasına tekabül ederken akıllı kullanımda 316.62 TL'lik bir elektrik faturasına tekabül etmektedir.

Aşağıda bulunan Şekil 35'de görseli bulunan grafikte günlük normal kullanım ve günlük akıllı kullanımların enerji cinsinden zaman bazında görünen grafikleri mevcuttur. Grafik üzerinde de görüldüğü üzere 00:00-03:00 saatleri arasında akıllı kullanımı temsil eden turuncu renk daha yüksek enerji miktarlarının tüketildiğini göstermektedir. Bu yüksek kullanımın sebebi deneysel düzenekte de görmüş olunduğu gibi akıllı kullanımlarda enerji tasarrufunun sağlanamadığı

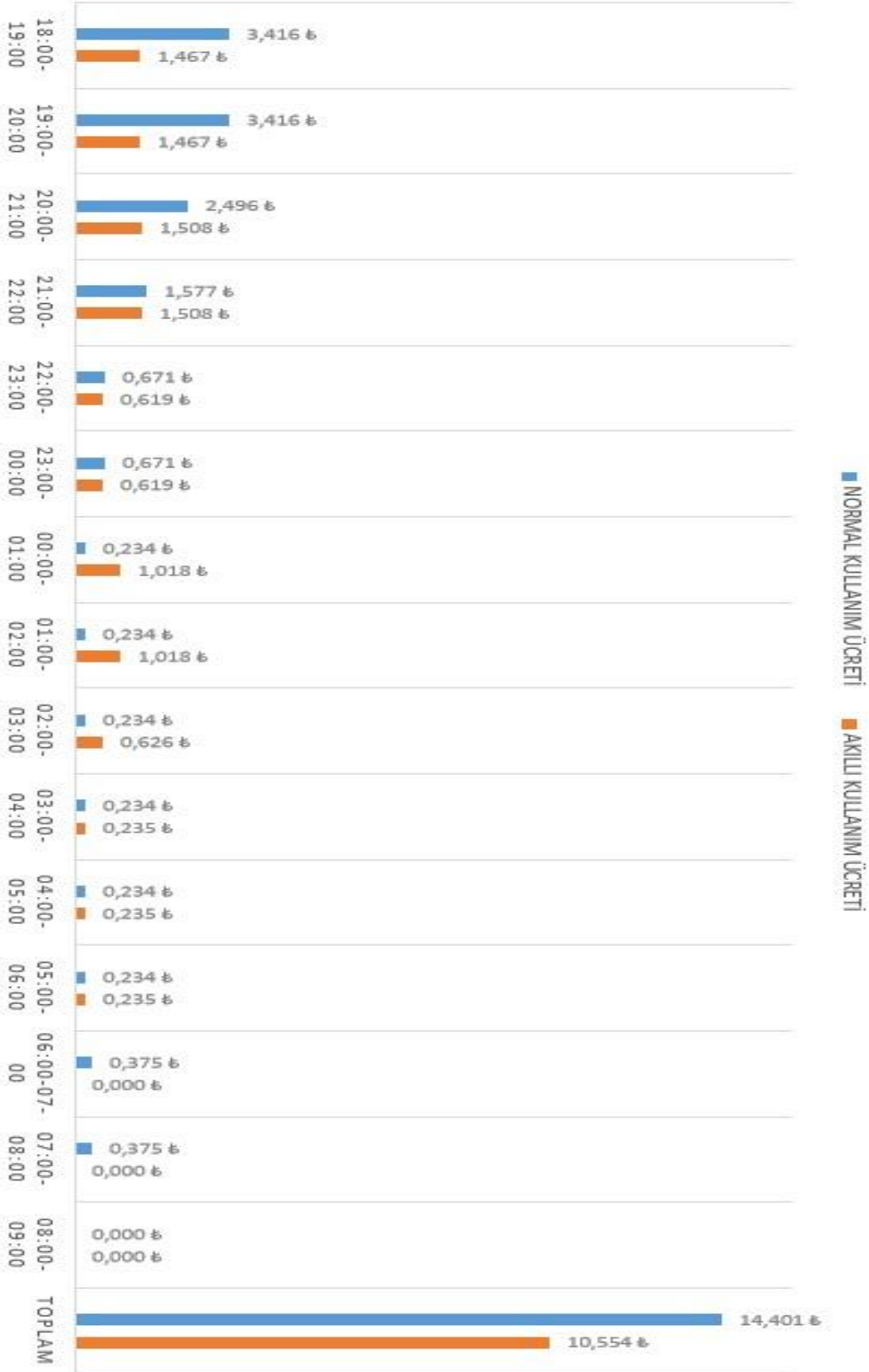
zaman dilimlerinde, finansal bir tasarruf söz konusu olması için daha düşük ücret tarifesine sahip sürelerde çalıştırılmasıdır.



Şekil 35. Akıllı ve normal kullanım tüketilen enerji arasındaki farklar

Aşağıda bulunan Şekil 36.'de normal kullanım ve akıllı kullanım arasındaki farkın ekonomik açıdan incelenmiş grafiği görülmektedir. Normal kullanım sırasında yüksek tarife saatlerinin daha yoğun kullanımı görülmekle birlikte finansal açıdan etkileri de belirtilmiştir. Ev içerisinde gereksiz aydınlatma cihazlarının açık bırakılması, tarife saatlerinin bilinçsizce kullanılması durumu da göz önünde bulundurulduğunda akıllı kullanım ücretinin finansal ve enerji başlıkları altında ciddi bir tasarruf sağladığı görülmektedir.

## GÜNLÜK TÜKETİMİN FİYAT OLARAK KARŞILAŞTIRILMASI



Şekil 36. Günlük tüketimin fiyatlandırma bazında karşılaştırılması

## 5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME

İnternetin ve diğer teknolojik bileşenlerin gelişmesiyle birlikte insanların yaşantısında etkileri görülmeye başlanmıştır. Bunların en belirginini evlerdeki cihazların akıllı, programlanabilir ve erişilebilir hale gelmesi yani akıllı ev sistemleridir. Akıllı ev sistemleri her ne kadar konfor ve rahatlık özelliği ile cazip ve ilgi çekici olmakla birlikte enerji verimliliği ve tasarrufu açısından sağladığı faydalarda mevcuttur. Bu çalışmada akıllı evlerde enerji tasarrufunun sağlanabildiğini ve gereksiz enerji tüketiminin önlenildiğini ortaya koymak amacıyla deneysel bir düzenek üzerinden elde edilen sonuçlar, öngörüler ve tespitler ortaya konulmuştur.

Akıllı evleri sadece cihazlara uzaktan kumanda edebilme, eve gelmeden klima ya da ısıtma sistemlerin çalıştırılmasının getirdiği rahatlık ve konfor olarak bakılmaması gerekmektedir. Akıllı evlerde geliştirilecek kullanım düzenlemesi ile elektrik enerjinin kullanım yoğunluğunu dağıtarak elzem olmayan cihazların kullanımının ucuz saatlere ötelenmesi mümkün olabilmektedir. Bunun içinde akıllı ev sistemlerinin ve akıllı cihazların en uygun kullanımının programlanabilmesi gerekmektedir. Kullanılmayacak aydınlatmaların kapatılması, zamana göre programlanabilmesi, yine çamaşır makinesi bulaşık makinesi gibi cihazların kullanımının da daha uygun fiyatlı saatlere ötelenmesi sağlanabilmesi ile tasarruflu bir enerji tüketimi gerçekleştirilebilecektir. Böylece enerji yönetiminin sağlanabileceği görülmektedir.

Yapılan uygulama ile enerji tüketiminde %9,2 oranında enerji tasarrufun sağlanabileceği ve bununla yılda 1.404 TL kadar bir fatura azaltılmasının mümkün olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuçlar kısıtlı ve küçük ölçekli deneysel düzenek yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Bunun daha büyük ölçekli örnek akıllı evlerde enerji izlemesi ile genişletilmesi mümkün olabilmektedir. Çalışmanın küçük ölçekli bir düzenekle sınırlı kalmasının getirdiği sınırlamalar olabilmektedir.

Bundan sonraki çalışmalarda büyük ölçekli bir düzenek kullanılması önerilmektedir. Özellikle klima, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi gibi sürekli kullanımı gerekmeyen cihazların kullanımında konforu ve rahatlığı da dikkate alarak düzenlemeler yapıldığında elde edilecek sonuçların gerçek verilere yaklaşacağı aşikârdır. Bunun yanısıra yakın gelecekte yapay zekânın devreye girmesiyle insanların kullanım alışkanlıklarının öğretilenilebileceği ve programlanabileceği akıllı ev otomasyon sistemlerinin geliştirilmesi öngörülmektedir.

## KAYNAKÇA

- [1] Utkutuğ, G. Binayı Oluşturan Sistemler Arasındaki Etkileşim ve Ekip Çalışmasının Önemi Mimar Test Mühendisi İşbirliği. IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, <http://teskon.mmo.org.tr/bildiri/1999-02.pdf> (1999).
- [2] Kurbetçi, Z., E., Şen, N., Başkan, B., Akıllı Ev Teknolojisi, [http://web.bitek-o.org/2003projeler/BITEK02003\\_DERECELER](http://web.bitek-o.org/2003projeler/BITEK02003_DERECELER) (2003).
- [3] Bell, J., Is “smart” always “sustainable” in building design and constructio Smart and Sustainable Built Environment, Brisbane,Australia, November (2003).
- [4] Özçekiç E., Akıllı Ev sistemleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, (2005).
- [5] Gül F., Akıllı Ev Sistemleri Yüksek Lisans Tezi, Ankara (2010).
- [6] Gedikpınar, M. ve Cavaş, M., PIC16F84 Mikrodenetleyici İle Akıllı Ev Otomasyonu, *Otomasyon Dergisi*, Şubat 2005, Sayı 153 (2005).
- [7] Stefanov, D. H., Bien, Z., & Bang, W. C., The smart house for older persons and persons with physical disabilities: structure, technology arrangements, and perspectives. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, 12(2), 228-250. (2004).
- [8] Lee, K. C., & Lee, H. H. Network-based fire-detection system via controller area network for smart home automation. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 50(4), 1093-1100. (2004).
- [9] Dewsbury, G., Taylor, B., Edge, M., In Proctor R, and Rouncefield M.,Dependability In Healthcare Informatics, Lancaster University. (2001)
- [10] Akın A., Akıllı Ev Tasarımı Ve Otomasyon Sistemleri , Yüksek Lisans Tezi, İstanbul (2014).
- [11] Rubio, Benito, M. D., Fuertes, J. M., Kahoraho, E., Perez Arzoz, N. “Performance Evaluation of Four Fieldbuses” Emerging Technologies and Factory Automation, Proceedings, IEEE International Conference, Vol 2, 881-890. .( 1999).
- [12] Lee, K.S., Lee, S., Oh, K.T. and Baek, S. M.. “Network Configuration Technique for Home appliances” Proceedings of ICCE 2002, Vol. 1, 180-181. (2002).
- [13] Douligeris, C. Intelligent home systems. *IEEE Communications Magazine*, 31(10), 52-61. (1993).
- [14] Koyuncu, B., “PC remote kontrol of appliances by using telephone lines” , *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 41 (1): 201-209 (1995).
- [15] Coskun, I., & Ardam, H. A remote controller for home and office appliances by telephone. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 44(4), 1291-1297. (1998).

- [16] Saizmaa,T.,Kim H.C.,“Smart Home Desing:Home or House”, International on Convergence and Hybrid Information Technology, Korea , 621-749 (2008).
- [17] Zhang, L., Leung, H., & Chan, K. C. (2008). Information Fusion Based Smart Home Control System and Its Application. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 54(3), 1157-1165. (2008).
- [18] <http://teknoselfi.com/wifi-nedir-nasil-calisir/> (Erişim tarihi:06/06/2019).
- [19] Uzunoğlu, M., Erdinç, O., Akıllı şebekelere Giriş –(2013).
- [20] [www.zigbee.org](http://www.zigbee.org) (Erişim tarihi: 06/06/2019).
- [21] Anonim, IEEE 802.15.4 Standardı, Mayıs (2003).
- [22] Anonim, Avrupa standardı (CENELEC EN50090 ve CEN EN 13321-1 ve 13321-2)
- [23] Anonim, 15193 Avrupa standardı (Bina enerji performansı / Aydınlatma enerji gereksinimleri)



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Abdullah BARAN  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 24.01.1988 DİYARBAKIR  
Medeni hali : Evli  
Telefon : 0 (412) 252 65 65  
Faks : 0 (412) 252 65 65  
e-posta : abduallahbaran21@gmail.com

### Eğitim

| Derece        | Eğitim Birimi                        | Mezuniyet tarihi |
|---------------|--------------------------------------|------------------|
| Yüksek lisans | KSÜ /Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü | 2019             |
| Lisans        | KSÜ/ Elektrik-Elektronik Müh. Bölümü | 2013             |
| Lise          | H.Ahmet KANATLI -ESKİŞEHİR           | 2005             |

### İş Denevimi

| Yıl       | Yer                         | Görev         |
|-----------|-----------------------------|---------------|
| 2013-2019 | Surstar mühendsliik asansör | Şirket müdürü |

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

1. Abdullah BARAN, Ahmet Serdar YILMAZ, Hasan CANGİ 2. Uluslararası Mardin Artuklu Bilimsel Araştırmalar Kongresi ağustos 23-25,2019 Mardin Türkiye Akıllı Ev Otomasyonu İçin Enerjii Yönetim Sistemi Geliştirilmesi ve Uygulanması

### 2.Hobiler

Mühendislik bilimleri, Fotoğrafçılık Futbol, Masa tenisi, Kitap okuma