

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**KNX TABANLI BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİNİN
LABORATUVAR ORTAMINDA MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET YILMAZ TOYLAN

DENİZLİ, KASIM – 2016

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**



**KNX TABANLI BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİNİN
LABORATUVAR ORTAMINDA MODELLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MEHMET YILMAZ TOYLAN

DENİZLİ, KASIM – 2016

KABUL VE ONAY SAYFASI

Mehmet Yılmaz TOYLAN tarafından hazırlanan “**KNX Tabanlı Bina Otomasyon Sistemlerinin Laboratuvar Ortamında Modellenmesi**” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 11.11.2016 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı Elektrik Tesisleri Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

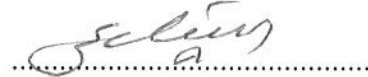
Danışman
Yrd. Doç. Dr. Engin ÇETİN
Pamukkale Üniversitesi



Üye
Doç. Dr. Engin KARATEPE
Dokuz Eylül Üniversitesi



Üye
Yrd. Doç. Dr. Selim KÖROĞLU
Pamukkale Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08.12.2016 tarih ve 45.18... sayılı kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Uğur YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tez çalışması BAP tarafından 2014FBE030 No'lu proje ve TÜBİTAK tarafından Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı kapsamında yürütülen “2210-D Sanayiye Yönelik Yurt İçi Yüksek Lisans Bursu” ile desteklenmiştir.

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

Mehmet Yılmaz TOYLAN



ÖZET

**KNX TABANLI BİNA OTOMASYON SİSTEMLERİNİN
LABORATUVAR ORTAMINDA MODELLENMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MEHMET YILMAZ TOYLAN
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ELEKTRİK TESİSLERİ BİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: YRD. DOÇ. DR. ENGİN ÇETİN)**

DENİZLİ, KASIM - 2016

Otomasyon sistemleri, konutlarda ve sanayide, aydınlatmadan iklimlendirmeye kadar çok geniş bir alanda uygulanmaktadır. Bu tür sistemler, özellikle web tabanlı uygulamalarla birlikte, gündelik hayatın konforunu da arttırmaktadır. Otomasyon sistemleri arasında, çeşitli kullanıcı ara yüzleri ve fonksiyonellik imkanı sağlayan bina otomasyon sistemlerinin ayrı bir segmentte değerlendirilme ihtiyacı doğmuş, bu bağlamda son kullanıcıya yönelik bir çok aplikasyon da geliştirilmiştir. Yapılan bu çalışmada, son yıllarda ülkemizde de uygulama alanı bulmaya başlayan KNX tabanlı bina otomasyon sistemlerine yönelik bir simülasyon tasarlanmış ve gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında tasarlanan KNX tabanlı simülasyon kullanılarak operatör tarafından; örnek bir daireye yönelik aydınlatma, sıcaklık, perde konumu, bina içi hareket takibi gibi unsurlara dair kontrol senaryoları geliştirilebilmekte ve deneysel olarak uygulanabilmektedir.

ANAHTAR KELİMELELER: Bina Otomasyonu, KNX, Eğitim Düzeneği.

ABSTRACT

MODELLING OF KNX BASED BUILDING AUTOMATION SYSTEMS UNDER LABORATORY CONDITIONS

MSC THESIS

MEHMET YILMAZ TOYLAN

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERING

ELECTRICAL INSTALLATION BRANCH

(SUPERVISOR: ASST. PROF. DR. ENGİN ÇETİN)

DENİZLİ, NOVEMBER 2016

Automation systems, in residences and industry, are applied in a wide range from lighting to air-conditioning. Such systems, particularly with web-based applications, improve the comfort of life. Among automation systems, thanks to various user interfaces and their functionality, building automation systems are handled in a separate segment. From this point, many applications are developed for end users. In this study, a KNX based building automation system simulator was designed and constructed. With this KNX based system simulator, various building automation scenarios such as lighting, air-conditioning, blinds movement, motion detection can be developed and applied in experimentally.

KEYWORDS: Building Automation, KNX, Training Setup

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI.....	4
3. KONTROL VE OTOMASYON SİSTEMLERİ	11
3.1 Otomatik Kontrol Sistemleri	11
3.1.1 Açık - Kapalı Kontrol	11
3.1.2 Oransal Kontrol	12
3.1.3 Oransal ve İntegral Kontrol	13
3.1.4 Oransal ve Türevsel Kontrol	13
3.1.5 Oransal, İntegral ve Türevsel Kontrol.....	13
3.1.6 Zaman Oransal Kontrol	14
3.1.7 Bulanık Mantıksal Kontrol.....	15
3.2 Otomasyon Sistemleri.....	15
3.2.1 Proses Otomasyonu	15
3.2.2 Endüstriyel Otomasyon.....	17
3.2.3 Otomatik Sayaç Okuma.....	18
3.2.4 Güç Sistemleri Otomasyonu.....	18
3.2.5 Otomotiv Otomasyonu	19
3.2.6 Bina Otomasyonu.....	20
4. KNX TABANLI OTOMASYON SİSTEMLERİ	21
4.1 KNX Derneği	21
4.2 KNX Sistemi'nin Geleneksel Sistem İle Karşılaştırılması.....	23
4.3 KNX Sistemi'nin Teknik Özellikleri.....	24
4.4 KNX Sisteminin Kurulumu	26
4.5 KNX Cihazlarında Adresleme.....	27

4.5.1	Bireysel Adres.....	28
4.5.2	Grup Adresi	28
4.6	Genel KNX Topolojisi.....	30
5.	TASARLANAN KNX OTOMASYON SİSTEMİ SİMÜLATÖRÜ	33
5.1	TXA112 KNX Güç Kaynağı.....	35
5.2	TH101 USB Veri Arayüzü	36
5.3	TXA210 Dimmer Modülü	37
5.4	TXA207A 10'lu Çıkış Modülü	39
5.5	TX316 6'lı Evrensel Giriş Modülü	41
5.6	WYT 340, WYT 360 4'lü ve 6'lı Göstergeli Buton	43
5.7	TXB302 2'li Sıva Altı Giriş.....	44
5.8	TX501 Elektromotor Kontrollü Lineer Aktüatör	45
5.9	TX510 İki Kanal Varlık Detektörü	47
5.10	TX 320 Oda Termostatı	49
6.	TASARLANAN SİSTEM ÜZERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN SENARYOLAR	51
6.1	ETS Yazılımının Kurulumu.....	51
6.2	ETS Yazılımının Lisanslanması	52
6.3	ETS Yazılımı Ürün Kataloğunun Oluşturulması.....	54
6.4	Yeni Proje Oluşturma	56
6.5	Bina Yapısının Oluşturulması.....	58
6.6	Cihaz Ekleme ve Adresleme	60
6.7	Cihazlar Arası Bağlantının Kurulması.....	61
6.8	Yükleme İşlemi	65
6.9	Oluşturulan Senaryolar	67
7.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	72
8.	KAYNAKLAR	73
9.	EKLER.....	79
	EK A: Topoloji Raporu	79
10.	ÖZGEÇMİŞ	93

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1: Açık - kapalı kontrol sistemi çalışma prensibi (Gürsel 2005)	11
Şekil 3.2: Oransal kontrol çalışma grafiği (Yılmaz ve Kaya 2016).....	12
Şekil 3.3: Oransal, integral ve türevsel kontrol çalışma grafiği (Yılmaz ve Kaya 2016).....	14
Şekil 3.4: Zaman oransal kontrol çalışma grafiği (Yılmaz ve Kaya 2016).....	14
Şekil 3.5: Scada sistemli bir kazan otomasyonu (Foto: M. Y. Toylan)	16
Şekil 3.6: PLC kontrollü örnek bir endüstriyel otomasyon panosu (Foto: M. Y. Toylan)	17
Şekil 3.7: Bina otomasyon sistem katmanları (Kensby ve Olsson 2012)	20
Şekil 4.1: KNX oluşum süreci (KNX Association 2015)	21
Şekil 4.2: KNX'i standart kabul eden kuruluşlar (KNX Association 2015).....	23
Şekil 4.3: KNX teknolojisinin topolojisi (KNX Association 2015)	24
Şekil 4.4: KNX iletişim protokolü blok diyagramı (KNX Association 2015)..	25
Şekil 4.5: Minimal KNX TP sistem yapısı (KNX Association 2015)	26
Şekil 4.6: Bus terminalli veri yolu (KNX Association 2016 ^a).....	27
Şekil 4.7: KNX cihazlarında adresleme örneği (KNX Association 2015).....	27
Şekil 4.8: Bireysel adresin yapısı (KNX Association 2015).....	28
Şekil 4.9: Grup adresinin yapısı (KNX Association 2015).....	29
Şekil 4.10: ETS grup adresleri kullanım örneği (KNX Association 2015).....	30
Şekil 4.11: KNX linye yapısı ve adresleme (KNX Association 2015).....	31
Şekil 4.12: KNX kurulumda alan yapısı (KNX Association 2015).....	31
Şekil 5.1: Tasarlanan simülâtörün genel görünümü.....	33
Şekil 5.2: Tasarlanan deney düzeneğinde kullanılan malzemeler	34
Şekil 5.3: TXA112 yapısı ve genel görünümü (Hager 2011)	36
Şekil 5.4: TH101 yapısı ve genel görünümü (Hager 2005)	37
Şekil 5.5: TXA210 yapısı ve genel görünümü (Hager 2010a).....	38
Şekil 5.6: TXA207A bağlantı yapısı ve genel görünümü (Hager 2010 ^b)	40
Şekil 5.7: TX316 yapısı ve genel görünümü (Hager 2003)	42
Şekil 5.8: WYT 360 yapısı ve genel görünümü (Hager 2009)	44
Şekil 5.9: TXB302 yapısı ve genel görünümü (Hager 2010 ^c)	45
Şekil 5.10: TX501 yapısı ve genel görünümü (Hager 2014)	45
Şekil 5.11: TX510 modül yapısı ve genel görünümü (Hager 2010 ^d).....	48
Şekil 5.12: TX320 yapısı ve genel görünümü (Hager 2007)	49
Şekil 5.13: TX320 adresleme butonu.....	50
Şekil 6.1: ETS5 yazılımının kurulum başlangıcı	51
Şekil 6.2: ETS5 yazılım ara yüzü.....	52
Şekil 6.3: ETS5 boş lisans anahtarı.....	53
Şekil 6.4: Satın alınan lisansın dongle ile ilişkilendirilmesi	53
Şekil 6.5: Lisanslama işleminin tamamlanması.....	54
Şekil 6.6: Sürüm bilgisi.....	54
Şekil 6.7: Kataloglar sekmesi.....	55
Şekil 6.8: Ürün kataloglarının eklenmesi.....	55
Şekil 6.9: Yeni proje oluşturma ekranı	56
Şekil 6.10: Proje çalışma ekranı.....	57
Şekil 6.11: Yeni panel açılması.....	57

Şekil 6.12: Bina bölümü ekle	58
Şekil 6.13: Örnek bina yapısı	59
Şekil 6.14: Geçmişini geri alma işlemi	59
Şekil 6.15: Katalog paneli	60
Şekil 6.16: Cihazların odalara atanması.....	61
Şekil 6.17: Grup adresleri paneli.....	62
Şekil 6.18: Oluşturulan grup adresi yapısı	62
Şekil 6.19: Buton eylemlerinin atanması	63
Şekil 6.20: 3 numaralı buton fonksiyonunun atanması.....	64
Şekil 6.21: Çıkış modülünün ayarlanması	64
Şekil 6.22: Dinamik klasörler	66
Şekil 6.23: Cihaz parametrelerinin yüklenmesi	67
Şekil 6.24: Program yüklemesi sonrası görünüm	67
Şekil 6.25: Senaryo 1 dahilinde lambaların devreye alınması	68
Şekil 6.26: Senaryo 1 dahilinde WYT360 6'lı giriş modülünün durumu	68
Şekil 6.27: Senaryo 2 için varlık dedektörü hassasiyet ayarının yapılması	69
Şekil 6.28: Senaryo 3 için mutfak aydınlatması ve fanın devreye alınması	69
Şekil 6.29: Senaryo 4'e göre halojen lambanın dimmerlenmesi.....	70
Şekil 6.30: Senaryo 5 için panjurun "açık" ve "kapalı" konumları	71
Şekil 6.31: Senaryo 6 dahilinde termostat ve aktüatörün durumları	71

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1: KNX iletişim ortamları (KNX Association 2015).....	26
Tablo 5.1: Tasarlanan deney düzeneğinde kullanılan ekipman listesi.....	34
Tablo 5.2: TXA112 teknik özellikleri (Hager 2011)	35
Tablo 5.3: TH101 teknik özellikleri (Hager 2005)	36
Tablo 5.4: TXA210 dimmer modülü teknik özellikleri (Hager 2010 ^a).....	38
Tablo: 5.5: TXA207A teknik özellikleri (Hager 2010 ^b)	40
Tablo 5.6: TX316 teknik özellikleri (Hager 2003)	41
Tablo 5.7: WYT 340 ve WYT 360 teknik özellikleri (Hager 2009).....	43
Tablo 5.8: TXB302 teknik özellikleri (Hager 2010 ^c)	44
Tablo 5.9: TX501 teknik özellikleri (Hager 2014)	46
Tablo 5.10: TX510 teknik özellikleri (Hager 2010 ^d)	47
Tablo 5.11: TX 320 teknik özellikleri (Hager 2007)	49
Tablo 6.1: ETS5 Lisans Sürümleri (KNX Association 2016 ^b)	52

KISALTMA LİSTESİ

BC	:	Backbone Coupler
BCI	:	Brain Computer Interface
EIB	:	European Installation Bus
EMF	:	Electro Magnetic Field
ETS	:	Engineering Tool Software
HMI	:	Human Machine Interface
IP	:	Internet Protocol
LC	:	Line Coupler
LR	:	Line Repeater
Op-Amp	:	Operational Amplifier
PLC	:	Programmable Logic Controller
SCADA	:	Supervisory, Control, and Data Acquisition
SELV	:	Safety Extra-Low Voltage
TEBIS	:	Technische Entwicklung Beratung und Individuelle Software
TP	:	Twisted Pair
WI-FI	:	Wireless Fidelity

ÖNSÖZ

Ülkemizde otomasyon sistemlerine yönelik çalışmalar, gerek sanayide gerekse akademik alanda çokça yer almakta. Bu bağlamda, özellikle firma bazında KNX tabanlı ev ve bina otomasyon sistemlerine yönelik çalışmalar ivme kazanmış vaziyette. Ancak aynı durumun akademik çalışmalara yansımaları ne yazık ki beklenilenin çok altında. Bu tez çalışmasına başlandığında ülkemizde YÖK sistemine kayıtlı KNX tabanlı sistemlerle ilintili hiçbir lisansüstü tez mevcut değildi. Elinizde tuttuğunuz bu tez, muhtemeldir, sayın Ahmet Burak Gökbayrak'ın 2015 yılında Kocaeli Üniversitesi'nde tamamladığı "Kablosuz Algılayıcı Ağı ve KNX Entegrasyonu ile Ev Otomasyonu" başlıklı yüksek lisans tez çalışması ile birlikte, kayıtlı ikinci lisansüstü tez çalışması olacak. Bu anlamda yapılan bu çalışmanın öneminin büyük olduğuna inanıyorum. Ayrıca yapılan bu çalışma ile; ülkemizde bu fonksiyonellikte ilk kez KNX üzerine yazılım geliştirmek isteyen kullanıcılara yönelik de bir simülatör seti tasarlanmış ve gerçekleştirilmiş oluyor.

Başta bu çalışma olmak üzere üniversite ve iş hayatım süresince desteklerini esirgemeyen tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Engin Çetin'e, Anabilim Dalı Başkanım Prof. Dr. Ceyhan KARPUZ'a, tez çalışması esnasında görev süresi sona eren eski Anabilim Dalı Başkanım Prof. Dr. Serdar İPLİKÇİ'ye, Almanya Biberach Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. İsmail KAŞIKÇI'ya, KNX Association Sertifikasyon Yöneticisi Ufuk ÜNAL'a, Hager Vertriebsgesellschaft mbH&Co. KG yetkililerine, çalışmanı olduğum Proton Otomasyon ailesine, çalışma süresince bursiyeri olduğum TÜBİTAK (2210-D Sanayiye Yönelik Yurtiçi Yüksek Lisans Bursu) yetkililerine, çalışma kapsamında maddi destek sağlayan Pamukkale Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (Proje No: 2014FBE030) yetkililerine ve yaşamım boyunca hep yanımda olan aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Mehmet Yılmaz TOYLAN

Denizli, Kasım-2016

1. GİRİŞ

Otomasyon ya da diğer bir deyişle otomatik kontrol, bir makine ya da prosesin, makine ve insan gücü birleştirilerek çeşitli kontrol sistemleriyle kontrol edilmesidir. Kullanılan insan gücü yani işçiliğin azaltılması, otomasyon seviyesinin artması anlamına gelmektedir. Otomasyonda amaç, gerek üretimde gerekse gündelik hayatta en az seviyede insan gücünün kullanılması ve proseslere olan insan müdahalesinin en aza indirilmesidir.

Otomasyon terimi, otomatik kelimesinden ilham alınarak, 1947 yılında General Mobile firmasının otomasyon departmanını açması ile hayatımıza girmiş ve yaygınlaşmaya başlamıştır. Belirtilen dönemde endüstride, 1930'larda kullanılmaya başlanılan geri beslemeli kontrol sistemleri yaygın bir uygulama alanı bulmuştu (Bernett 1993).

Otomasyon sistemlerinin en büyük avantajları; üretim ve kontrol süreçlerinde kullanılan insan gücü ve operatör müdahalesi ile beraber işçilik ve işçilik maliyetleri düşürülürken, üretim hızının artırılması ve buna bağlı üretim, enerji ve hammadde maliyetlerinin azaltılması, daha hassas ve doğru üretimler ile üretim kalitesinin de arttırılabilmektedir.

Otomasyon ve otomatik kontrol sistemleri, gün geçtikçe insan hayatında çok daha önemli bir yer edinmekte. Otomasyon, her alanda insanın iş yükünü azaltarak maliyeti düşürmekte, kalite, konfor ve güvenliği arttırmakta. Örneğin sanayide otomatik üretim, modern sanayinin temelini oluşturmakta ve teknik ilerlemeye imkan sağlamakta. Bu da yeni fabrikasyon süreçleri ile otomasyon olanaklarının daha geniş ve yaygın bir biçimde uygulanması, sanayi robotları, transfer ve yükleme gereçleri gibi otomatik kontrol sistemlerinin kullanılması anlamına geliyor (Cetin ve Toylan 2014).

İnsanların yoğun ve hareketli temposu ile iş ortamlarında ve yaşam alanlarında hayat kolaylığı ve konfor sağlayan mekanlara ihtiyaç da gün geçtikçe artmaktadır. Bu nedenle bina otomasyonu, evler, apartmanlar ve işyerleri için

büyüyen bir trend halindedir. Ev ve bina otomasyon sistemleri, uygulandığı ev ve işyerlerinin güvenliğini ve kullanılabilirliğini arttırıp daha konforlu alanlar yaratarak hayatı kolaylaştırmaktadır. Ayrıca doğru kullanıldığında enerji tasarrufu sağlayarak bireysel ve toplumsal açıdan ekonomik gelişime de pozitif yönde katkı koymaktadır (Cetin ve Toyfan 2014).

Yukarıda bahsi geçen önemli hususlar, yapılan bu çalışmanın başlatılma amacını da özetler niteliktedir. Bu çalışmanın ana amacı; dünyada yoğun olarak kullanılan ve gündelik yaşamımıza da son dönemde yoğun bir şekilde girmeye başlayan KNX tabanlı bina otomasyon sistemlerine yönelik bir simülasyon tasarlanması, böylelikle ülkemizde bu alanda çalışmayı planlayan sanayi ve akademi üyelerine sistem geliştirmeye yönelik bir deneysel platform sağlanmasıdır. Hayata geçirilen bu simülasyon ile, konu üzerine gerek akademik çalışmalarda gerekse sanayiye yönelik uygulamalarda kullanılacak bir eğitim düzeneği gerçekleştirilmiş olacaktır.

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deney düzeneği yardımıyla, KNX tabanlı bina otomasyon sistemleri üzerine değişik senaryoların geliştirilmesi mümkün olmaktadır. Bu bağlamda gerçekleştirilen simülasyon ile; bir konutun aydınlatma sisteminin kontrolü, dimmerleme, panjur kontrolü, hareket sensörü ile güvenliğin sağlanması ve konut dahilinde ısıtmanın ihtiyaca binaen otomatik olarak devreye alınması gibi farklı senaryolar denenebilmektedir.

Yapılan bu çalışma, toplam yedi bölümden oluşmaktadır. Tezin bu ilk bölümünde tez çalışması ile ilgili genel bir bilgi verilmiştir. Tez çalışmasının literatürdeki yerini belirleyebilmek amacıyla, tezin ikinci bölümü “Literatür Araştırması” için ayrılmıştır. Bu bölümde genel olarak tez konusu hakkında yapılan ulusal ve uluslararası dergi makaleleri, sempozyum-kongre bildirileri ve lisansüstü çalışmalardan bahsedilmiş, tezin literatürdeki yeri ve önemi belirlenmeye çalışılmıştır.

Üçüncü bölüm olan “Kontrol ve Otomasyon Sistemleri” bölümünde, kontrol ve otomasyon kavramları arasındaki farklılıklardan ve üstünlüklerden bahsedilmiştir. Çeşitli kontrol sistemleri ve kullanım alanları bu bölümde verilmiştir. Ayrıca mevcut belli başlı otomasyon sistemlerinden, kullanım alanları

ve yaygın şekilde kullanılıyor oldukları haberleşme protokollerinden bahsedilmiş, KNX tabanlı bina otomasyon sistemlerinin mevcut otomasyon sistemleri arasındaki yeri vurgulanmıştır.

Dördüncü bölüm “KNX Tabanlı Otomasyon Sistemleri”ne ayrılmıştır. Bu bölümde KNX’in tarihinden, KNX Derneği’nden ve derneğin yapısı ile çalışmalarından bahsedilmiştir. KNX tabanlı bina otomasyon sistemleri ile konvansiyonel yapıdaki binalar karşılaştırılmış ve KNX’in bir binaya sağladığı avantajlar bu bölümde tartışılmıştır. Ayrıca KNX ortamı ve KNX uyumlu cihazların genel özellikleri ile sistemin genel yapısı da yine bu bölümde verilmiştir.

Beşinci bölüm olan “Tasarlanan KNX Otomasyon Sistemi Simülatörü” bölümünde, bu çalışma kapsamında tasarlanıp oluşturulan deney düzeneğinin yapısı, kullanılan ürünler ve bu ürünlerin teknik özelliklerine değinilmiştir.

Çalışmanın altıncı bölümünde, tüm KNX uyumlu cihazların programlanması ve KNX projelerinin oluşturulması için kullanılan ETS yazılımının, bu tez çalışmasının yapıldığı sırada son sürümü olan, ETS5 sürümü ele alınmıştır. ETS yazılımının kurulması, lisanslanması, ürün kataloglarının eklenmesi, yeni bir proje oluşturulması, yeni oluşturulan projeye cihazların eklenmesi ve bina yapısının oluşturularak eklenen cihazların adreslenmesi işlemlerinden bu bölümde bahsedilmiştir. Ayrıca tasarlanan deney düzeneği üzerinde, çalışma kapsamında oluşturulan çeşitli senaryolar da bu bölümde yer almaktadır.

Yedinci bölüm olan “Sonuç ve Öneriler” bölümünde, tez çalışması ile ilgili genel bir değerlendirme yapılmış, ayrıca tez ile ilintili olarak bundan sonra yapılabilecek çalışmalara yönelik öneri ve öngörülerde bulunulmuştur.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu tez çalışmasının konusu, önde gelen otomasyon protokollerinden olan KNX'in, bir bina otomasyon sistemine entegrasyonunun benzetimidir. Burada esasen; bir evin temel kontrol sistemleri içerisinde düşünülen aydınlatma düzenekleri, gölgeleme sistemleri, ısı kontrolü-iklimlendirme, güvenlik v.b. unsurlar ele alınarak, tüm bu unsurları tek bir noktadan istenilen performansta kontrol edebilecek bir KNX tabanlı sistem oluşturulması, ayrıca sistemin programlanıp, değişik senaryolar üzerinden gerçekleşmesi planlanan uygulamaların benzetimi yoluna gidilmesi hedeflenmiştir (Cetin ve Toylan 2014).

Yapılan literatür araştırmasında, gerek ulusal gerekse uluslararası alanda konu ile ilgili çalışmalar yapıldığı, ancak bunların yeni gelişmekte olan bir sistem için halen daha yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Bu konuda yapılan literatür araştırması aşağıda özetlenmiştir.

Lisansüstü çalışma anlamında YÖK Tez Merkezi üzerinden yapılan tarama neticesinde tek bir çalışmaya rastlanılmıştır (sadece özet erişimi mevcut). Bu çalışmada, ev/bina otomasyonu uygulamaları için kablosuz algılayıcı ağlarının KNX standardı ile entegrasyonu sağlanmıştır. Kocaeli Üniversitesi'nde yapılan bu çalışma ile kablosuz algılayıcı ağının pil ile çalışan düğümlerinin devrede kalabileceği süre tespit edilmiştir (Gökbayrak 2015). Bu durum, bahsi geçen tez çalışması ile ilintili bir makalede de vurgulanmıştır (Gökbayrak ve diğ. 2015).

Yapılan bir çalışmada, bina otomasyon ve kontrol fonksiyonlarının binanın enerji verimliliğine etkisi incelenmiştir. Çalışmada, bina otomasyon sistemleri ile enerji verimliliği arasındaki ilişki irdelenmiştir. Bunun için, binalarda enerji performans hesaplama yöntemi baz alınmıştır. Çalışmada, aydınlatma sistemleri için değişik senaryolar oluşturulmuş, böylelikle aydınlatma enerjisi tüketiminde kontrol sistemlerinin ve doğal aydınlatmanın etkisi belirlenmeye çalışılmıştır (Aksakal 2011).

Akıllı bina otomasyonu ile verimli çalışma ortamının sağlanmasının incelendiği bir çalışmada, öncelikle "Akıllı Bina Sistemi"ni oluşturan alt sistemler ve "Akıllı Bina Sistemi"nin yapısı anlatılmıştır. Çalışma verimini etkileyen

faktörlerden bahsedilerek, akıllı binaların çalışma performansına ve verimli çalışmaya etkisi araştırılmıştır (Çolak 2010).

Lonworks protokolü ile bina otomasyon sistemlerinin tasarımı ve programlanmasının incelendiği bir çalışmada, Amerika ve Avrupa'daki kadar kullanımı yaygın olmayan, ancak Türkiye'de de kısa zaman önce kullanımına başlanan ve yaygınlaşan Lonworks kontrol ağları ve bileşenleri incelenmiştir. Bu incelemeler; Lonworks' un kullanıldığı fiziksel kanallar, bu kanalların kullanımında gerekli donanımlar ve bunların açıklaması, Lonworks mimarisinin kalbi olan 3120 ve 3150 çekirdekli işlemciler ve akıllı alıcı-vericiler, bir Lonworks ağı kurmak için gerekli yazılımlar, Lonworks ile çalışan bir bina otomasyonu sisteminin incelemesi, Lonworks platformunda bir aydınlatma kontrolünün miniEVK kit olarak isimlendirilen Lonworks deney seti ile gösterimi ve Lonworks ile HVAC otomasyonu yapılan bir binadaki sistemin irdelenmesi şeklindedir (Önkol 2009).

Profibus-DP ağ tabanlı özgün bir bina otomasyonu tasarımı sunulan bir başka çalışmada, bina otomasyonu altında güvenlik sistemleri tasarımı, güç ve dinamik aydınlatma denetimi gerçekleştirilmiştir. Tasarlanan sistem; denetim, kurulum, maliyet, güvenilirlik, tasarım esnekliği avantajlarının yanı sıra geleneksel ve zeki sistemlerin birleştirildiği yeni bir yaklaşım getirmektedir. Çalışmada, bina ve endüstriyel otomasyon uygulamaları üzerindeki ağ gecikmesi incelenerek, bu durumun sisteme dair etkileri ele alınmıştır. Çalışmaya göre; Profibus-DP tabanlı tasarım ile ağ yapısı ve donanımlardan kaynaklanan olumsuz etkiler ve de özellikle ağ gecikmesi azaltılmıştır (Yılmaz 2007).

Aydınlatma, yangın, hırsız-güvenlik, kapalı devre televizyon sistemleri, erişim kontrol sistemleri ve ısıtma-havalandırma-iklimlendirme sistemleri ile ilgili yapılan bir çalışmada X10 protokolü anlatılmış, X10 uyumlu cihazlar ve kullanım alanlarına değinilmiş, Homeseer yazılımı ve uygulama alanlarından da bahsedilmiştir. Bahsi geçen yazılım ile bir evin otomasyonu yapılmış, kurulum maliyeti ve sistemin sağladığı tasarruf hesaplanmıştır (Özgen 2006).

Yapılan bir diğer çalışmada, bina otomasyonunun süreçleri, sistem detayları ve kontrol yöntemleri incelenmiştir. İklimlendirme süreci, senaryosu, donanımsal

özellikleri, sistemin modül ile kontrolü, modülün programlanması, çalışan sistemin eş zamanlı takibi, örnek bir uygulama ile gerçekleştirilmiştir (Genli 2005).

Uzun ömürlü, yeni teknolojiye uyarlabilir ve maliyet etkin sistemler elde ederek sistemler arasında optimum uyumun bulunduğu standart bir altyapı sağlamak için önerilen bir yaklaşımda; bilgisayarlar ve çevre birimleri arasında çoklu haberleşme ihtiyacını karşılamak üzere geliştirilmiş olan Ethernet protokolü ve yerel alan ağlarının, sözü edilen yapıyı sağlayacağı varsayılmıştır. Ethernetin gerçek zamanlı ve deterministik uygulamalar için uygun olmamasından dolayı, akıllı bina uygulamalarında bazı problemler oluşmaktadır. Bu problemleri aşmak için, anahtarlanmış Ethernet ve Ethernet'te önceliklendirme gibi gelişmiş tekniklerin kullanılması hedeflenmiştir. Önerilen çözümün uygulanmasına örnek olarak; gömülü ağ mikroişlemcisinin kullanıldığı ve dış dünya ile tek haberleşme yolu seri iletişim olan aygıtları Ethernet ağına entegre etmeyi amaçlayan bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Son olarak gerçek zamanlı ve deterministik bir yapı sağlamak amacıyla protokolün uygulamada sahip olduğu iyileştirmeler test edilmiştir (Acar 2004).

Türkiye'deki otomasyon uygulamalarından bahsedilen bir çalışmada, otomasyon sistemlerinin getirileri ve enerji tasarrufu çalışmaları incelenmiştir. Gerek kamu gerekse özel sektörde yapılması düşünülen modern binaların tasarımında dikkat edilmesi gereken noktalar, akıllı binalarda kullanılan sistemler, bina otomasyonu alt sistemleri ve uygulamalarda dikkat edilecek noktalara değinilmiştir. Elde edilen neticeler ile bina otomasyonunun sektörel potansiyeli ve akıllı binaların son dönemdeki konumu incelenmiştir (Özbaylar 2003).

Uygulamalarda kullanılacak donanımların ortalama fiyatları, pratiğe yönelik projeler, ev otomasyonu sisteminin temelini oluşturan önemli iletişim birimleri ve otomasyon sistemlerinin tasarlanmasına yönelik yapılan bir çalışmada, bir binanın termal (iklimlendirme) davranışı teorik olarak incelenmiş ve uygulama, Dymola adlı simülasyon programında gerçekleştirilmiştir. Ev otomasyonunda sistem dizaynı ve bu sistemin kurulumunda uygun ürün seçimine dair kriterler, bu çalışmada irdelenmiştir (Şahin 2002).

Bir başka çalışmada, bilgisayar paralel portu kullanılarak, yazılım aracılığıyla PC tabanlı ev/bina otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Paralel porttan ve e-posta ile ev/bina'daki aygıtların durum kontrolü, devreye alma, devreden çıkarma şeklinde üç hal kontrol edilmekte, ayrıca kullanılan yazılım da yetkili kullanıcılar dışında güvenlik ihlalinin yapılması durumunda veri madenciliği tekniklerinden kümeleme metodu kullanarak belirlenen zamanlarda raporlar ve talimatlar vermektedir (Yurtsever 2002).

Güvenlik sistemleri, yangın alarmı, hırsız alarmı ve kapalı devre TV (CCTV) sistemleri de bir diğer çalışmada ele alınmıştır. Bu sistemlerde kullanılan araç gereç ve donanımların çalışma prensipleri ve teknik özellikleri incelenmiş, sistemlerin projelendirilme kriterleri saptanmış ve bu kriterler ışığında örnek bir binanın güvenlik sistemi tasarlanmıştır. Sonrasında bu tasarımın bilgisayar ve mikroişlemci ile kontrolü gerçekleştirilmiştir. Tasarımın bilgisayar kontrol programı Pascal programlama dilinde yazılmıştır. Sistemin mikroişlemci ile kontrolünde ise 80C592 mikroişlemcisi kullanılmış ve bu mikroişlemci de Assembly dilinde programlanmıştır (Yılmaz 2001).

Yapılan bir diğer çalışmada, PLC destekli yüksek duyarlıklı bina otomasyon sistemi tasarlanmıştır. Sistemde algılama elemanı olarak toksik gaz, duman ve yansımali hareket sensörleri, değerlendirme elemanı olarak bir PLC, çıkış birimi olarak da alarm sistemi ve telefon arama cihazı kullanılmıştır. Ayrıca binaya girişler de kapıya monte edilen şifreli kilit devresi vasıtası ile güvenli hale getirilmiştir. PLC kullanılarak yapılan bu alternatif bina otomasyon sisteminde, sistemin hassasiyeti kullanılan sensörlerin hassasiyetine bağlı olarak artırılmış ve değerlendirme biriminin de üstünlüğü öne çıkarılmıştır (Akgül 2000).

Trenlerdeki yolcu güvenlik ve konforu için tasarlanan bir otomasyon sistemi uygulamasında, LOGO ile KNX sistemi birleştirilmiştir. Tasarlanan sistemde yolcuların otomasyon sistemine kullanıcı dostu bir arayüz ile trenin her noktasından ulaşabilir olması amaçlanmıştır. Kabinler ve vagonlar arasındaki haberleşme, KNX altyapısı ile sağlanmıştır (Sita 2012).

Başka bir çalışmada, GIRA HomeServer 3 yazılımı kullanılarak, KNX altyapısında üst seviye ve daha karmaşık ışıklandırma kontrolünün sağlanması

incelenmiştir. Çalışmada ayrıca ışık şiddetini ayarlamak için kullanılan arka plan ürünleri ve çözümlerine değinilmiştir. Operatör ekranı olarak, web tabanlı bir dokunmatik ekran kullanılmıştır (Matijevics 2009).

Ses ile kontrol sistemlerini bina otomasyon sistemleri ile birleştirmeyi amaçlayan bir başka çalışmada, KNX tabanlı bir ev otomasyon düzeneği kurulmuş ve istenmeyen sinyaller ve sesler gibi gürültülerin sistem üzerine etkileri incelenmiştir. Yapılan çalışmada, istenmeyen gürültünün, ses ile kontrol sisteminin başarılı algılama oranını oldukça düşürdüğü görülmüştür. Bunun üzerine çalışma kapsamında, bulanık mantık sistemi ile çalışan bir filtre geliştirilmiştir (Vanus ve diğ. 2015).

Yapılan bir diğer çalışma ile tüketim tarafındaki akıllı binalar kullanılarak binaların enerji tüketimi üzerine kararlarının değerlendirilmesinin yenilenebilir enerji kaynakları üzerine olası olumlu etkileri değerlendirilmiştir. İleride kurulacak enerji hatlarının, KNX tabanlı ev otomasyon sistemleri ile uyumlu tasarlanması ile olası gerilim dalgalanmalarının önüne geçilerek enerji verimliliğinin de artırılabilceği ifade edilmiştir. Ayrıca bu çalışma, ev otomasyon sistemlerinin, ekstra maliyet yaratmadan, akıllı şebekeler ile entegre edilebileceği bir teknik sunmaktadır (Stimoniariis ve diğ. 2015).

KNX uyumlu ev otomasyon cihazlarının kullanıldığı bir çalışmada, ev otomasyon sistemindeki senaryoların kolay bir şekilde programlanabilmesi için olay tabanlı bir programlama dili geliştirilmiştir. Olay tabanlı programlama dilinin uygulanabilmesi için sisteme 8-bitlik bir mikro kontrolör eklenmiştir. Bu çalışma ile normalde yalnızca alanında uzman programcıların kontrolünde olan senaryo değişikliklerinin, temel düzeyde bilgi sahibi kullanıcılar tarafından da geliştirilen programlama dili yardımıyla yapılabilmesi sağlanmıştır (Markiewicz 2015).

Bir diğer çalışmada, KNX tabanlı bina otomasyon sistemleri kullanılarak bir laboratuvar sistemi kurulmuştur. Laboratuvara kurulan Arduino tabanlı bir simülâtör ile KNX cihazlarının uzaktan kontrolü sağlanmıştır. Bu çalışma ile öğrencilerin KNX cihazları ile laboratuvara gitmeden çalışabilmeleri, ışıklandırma, iklimlendirme ve benzeri konularda senaryolar oluşturarak deneyler yapabilmeleri amaçlanmıştır (Marin ve diğ. 2015).

Yapılan bir çalışmada ise, akıllı evlerde uygulanacak evde bakım uygulamaları ile ilgili “akıllı ev bakım konsepti” geliştirilmiştir. Kullanılan Tele Care ve Home Care gibi hizmetlerin akıllı ev otomasyon sistemleri ile birleştirilmesi tartışılmıştır. Farklı üreticiler tarafından üretilen ürünlerin birbirleri ile olan uyumsuzluklarından bahsedilen çalışmada, KNX tabanlı bina otomasyon sistemleri referans alınarak geliştirilen çözümler tartışılmıştır (Vanus ve diğ. 2015).

Fiziksel parametrelerin KNX tabanlı sistemler tarafından ölçülmesi ve alınan ölçümlerin saklanması üzerine yapılan bir çalışmada; akıllı ev sistemlerinde kullanılan KNX tabanlı cihazlardan alınan ölçümlerin, daha sonra yapılabilecek analizler için ETS yazılımı yardımı ile ve web uygulamaları kullanılarak arşivlenmesi sağlanmıştır (Dzmura ve diğ. 2015).

Yapılan bir çalışmada, farklı KNX networklerini IP ortamı aracılığı ile birleştirmek için kullanılan KNXnet/IP cihazlar ve haberleşme hızlarının farklılıklarından kaynaklanan veri kayıpları incelenmiştir. Çalışma kapsamında, KNXnet/IP cihazlarında meydana gelen kayıpları sınırlamak için çözümler geliştirilmiştir (Cavalieri ve Chiacchio 2014).

Bir diğer çalışmada, EPFL kampüsünün LESO-PB binasına kurulan KNX tabanlı çok sensörlü veri toplama düzeneği ile 2001 yılından 2008 yılına kadar olan oda sıcaklığı, ışıklandırma seviyesi, varlık durumu, pencere açılışları, perde pozisyonları, aydınlatma kullanımı ve ısıtma kullanımı gibi veriler MySQL tabanlı bir veri tabanında saklanmış ve analiz edilmiştir. Çalışma sonunda toplanan veriler yardımıyla oluşturulan kontrol algoritması ile aynı konfor seviyesi korunarak, hatta artırılarak, büyük ölçüde enerji tasarrufu sağlandığı gösterilmiştir (Zarkadis ve diğ. 2014).

KNXnet/IP sistemlerinin güvenlik açıklarının tartışıldığı bir çalışmada, IP tabanlı sistemlere entegre edilen ev otomasyon sistemlerinin doğrudan internete açılmasının getirdiği güvenlik açıklarından bahsedilmiştir. Bu çalışma ile bahsi geçen KNXnet/IP sistemlerindeki güvenlik açıkları için iki adet güvenlik eklentisi geliştirilmiştir (Judmayer ve diğ. 2014).

Yapılan bir başka çalışmada ise, KNX uyumlu cihazlar yardımıyla, güneşten gelen ışığın ölçülmesi ile kontrol edilen bir ayarlanabilir yapay ışık kaynağı kullanılarak yapılabilecek enerji tasarrufu tartışılmıştır. Bu çalışmada gün ışığı ile beraber kullanılan ayarlanabilir yapay ışıkların modellenmesi ve yapılacak enerji tasarrufunun hesaplanması açıklanmıştır (Novak ve diğ. 2013).

Görüldüğü üzere, genelde bina otomasyon sistemleri, özelde ise KNX tabanlı sistemler üzerine, bu tez çalışmasının alanına giren dünya çapında pek çok çalışma bulunmaktadır. Ancak bu çalışmaların hiç biri, geliştirilmesi planlanan simülatör ile birebir özelliklerde değildir. Bununla birlikte, ülkemizde KNX üzerine yapılan akademik çalışmaların da oldukça sınırlı olduğu müşahade edilmiştir.

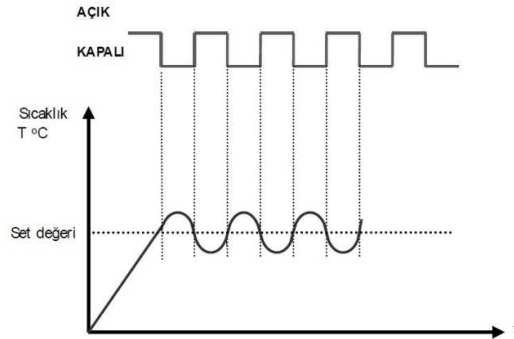
3. KONTROL VE OTOMASYON SİSTEMLERİ

3.1 Otomatik Kontrol Sistemleri

Otomatik kontrol sistemlerinde kontrol elemanı, istenilen set değerine göre, çıkış değişkeni üzerinde istenilen hassasiyette kontrol yapar. Kontrol kavramı, 1920'lerin başında cihazların devrede olması ya da olmaması üzerine kurgulanmıştı (Bennett 1993). Günümüzde ise kontrol sistemlerini, sistem yapılarına göre; "açık-kapalı kontrol", "oransal kontrol", "oransal ve integral kontrol", "oransal ve türevsel kontrol", "oransal, integral ve türevsel kontrol", "zaman oransal kontrol" ve "bulanık mantıksal kontrol" olmak üzere yedi gruba ayırabiliriz (Yılmaz ve Kaya 2016). Tüm bu kontrol sistem yapılarına, aşağıda ana hatlarıyla değinilmeye çalışılmıştır.

3.1.1 Açık - Kapalı Kontrol

En basit kontrol sistemi olan açık-kapalı kontrol, termostat ya da basınç anahtarı gibi bir ölçüm sisteminden gelen kontak bilgisine göre ısıtma, soğutma, pompa gibi bir sistemin devreye alınıp devreden çıkartılması için kullanılabilir. Şekil 3.1'de görüldüğü gibi, gerçekleşen değer, ayarlanan değerden büyük ya da küçük olmasına göre kontak konum değiştirir ve bu konum, sisteme çalış ya da dur bilgisi olarak verilir (Gürsel 2005).



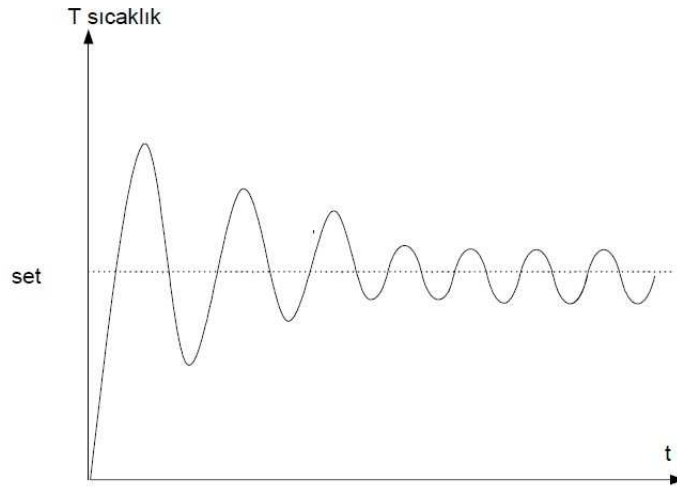
Şekil 3.1: Açık - kapalı kontrol sistemi çalışma prensibi (Gürsel 2005)

Şekil 3.1’de sıcaklık kontrolü için çalışma grafiği verilen kontrol sisteminin en büyük avantajı basit ve ucuz oluşudur. Ancak bununla beraber yapabildikleri de yukarıda anlatılanlarla sınırlıdır (Gürsel 2005).

3.1.2 Oransal Kontrol

Oransal kontrolde, ölçme elemanından alınan sürekli ölçümler, istenen değer ile karşılaştırılarak oransal bir kontrol sinyali oluşturulur. Bu nedenle bu tarz kontrol yöntemlerinde çalışma devamlıdır (Yılmaz ve Kaya 2016).

Oransal kontrolün sıcaklık kontrolü için çalışma grafiği Şekil 3.2’de gösterildiği gibidir. Bu kontrol tipinde geri beslemeye göre oluşturulan kontrol sinyali, geri besleme sinyalinin tam olarak istenen değerde tutturulamayıp salınımına girmesine neden olur. Bu sorunu çözmek için genelde geri besleme sinyaline bir ölü bölge (off set) tanımlanır ve oluşan sinyalin bu bölge içerisinde tutulması istenir (Yılmaz ve Kaya 2016).



Şekil 3.2: Oransal kontrol çalışma grafiği (Yılmaz ve Kaya 2016)

Oransal kontrolün en büyük avantajı, basit kurulum yapısıdır. Basit bir Op-Amp ile kolayca oransal kontrol devresi oluşturulabilir. Ancak bunun yanında yeterince hassas kontrol yapılamadığı gibi istenen reaksiyon süresi ve osilasyon genişliğinin istenen şekilde ayarlanması mümkün olmamaktadır.

3.1.3 Oransal ve İntegral Kontrol

Oransal kontrole, integral alıcı bir devre eklenmesi ile oransal ve integral kontrol devresi elde edilir. İntegral devresi, hata değerinin zamana bağlı toplamını alarak kontrol sinyaline ekler. Bu devrenin amacı, çıkışta meydana gelen salınımları ortadan kaldırarak sistemin osilasyona girmesini engellemektir. Bu sayede oransal kontrolde kullanılan off-set'e ihtiyaç kalmadan sistem istenen set değerine tam olarak ulaşabilir (Yılmaz ve Kaya 2016).

Sistem ilk çalıştırıldığı anda kontrol değişkeni istenen değer üzerine çıkar ve bu tepe değerine "overshoot" denir. Aynı şekilde kontrol değişkeninin kontrol esnasında ulaştığı en düşük değer ise "undershoot" olarak isimlendirilir. Bu sistemin en büyük dezavantajı, undershoot ve overshoot değerlerinin çok büyük olmasıdır (Yılmaz ve Kaya 2016).

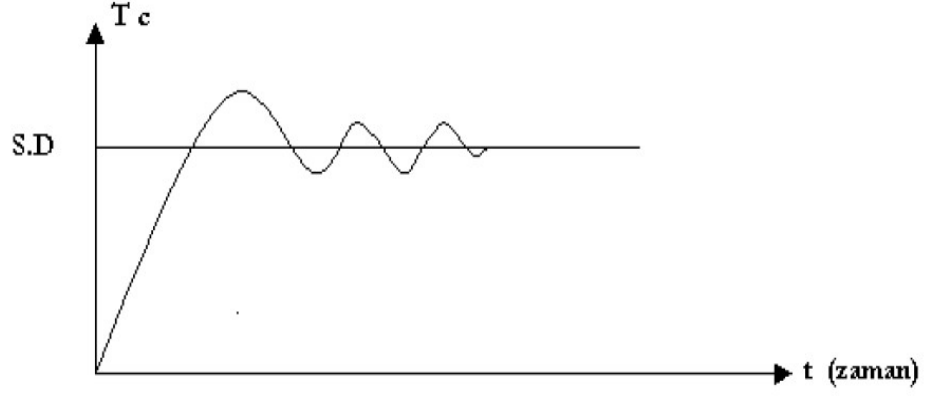
3.1.4 Oransal ve Türevsel Kontrol

Oransal kontrole, türev alıcı bir devre eklenmesiyle oluşan sistem "oransal ve türevsel kontrol sistemi"dir. Türev alıcı devre, kontrol değişkenindeki değişimlerin türevi yani ivmesi oranında bir çıkış sağlar (Yılmaz ve Kaya 2016).

Kontrol sistemi oransal kontrol devresindeki off-set değerinin kaldırılması için yardımcı olsa da, bu değer ortadan kaldırılmasında yeterli değildir. Bu kontrol sisteminin en büyük avantajı, overshoot ve undershoot değerlerinin önemli ölçüde azaltılmasıdır (Yılmaz ve Kaya 2016).

3.1.5 Oransal, İntegral ve Türevsel Kontrol

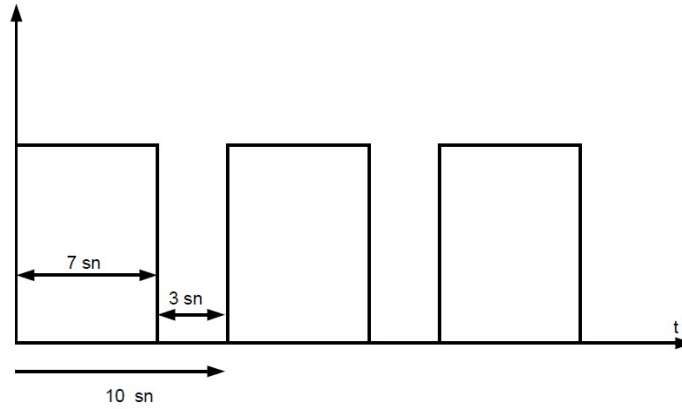
Oransal, integral ve türevsel kontrol sistemi, oransal ve türevsel kontrol ile oransal ve integral kontrol sistemlerinin özelliklerini taşımaktadır. Endüstride kullanılan en kullanışlı kontrol sistemidir (Girgin 2015). Bu kontrol sistemi ile Şekil 3.3'te gösterildiği gibi off-set değeri sıfıra indirilebildiği gibi, overshoot ve undershoot salınımları önemli ölçüde azaltılır (Yılmaz ve Kaya 2016).



Şekil 3.3: Oransal, integral ve türevsel kontrol çalışma grafiği (Yılmaz ve Kaya 2016)

3.1.6 Zaman Oransal Kontrol

Bu kontrol yönteminde enerji, sisteme zamanın bir oranı olarak verilmektedir. Sistemde tanımlanan zaman periyodunun belirli oranlarda bölünmesi ile sistem enerjilendirilir ve kesilir. Örneğin Şekil 3.4'teki gibi sistem periyodunun 10 saniye olduğu varsayılırsa, periyodun 7 saniyelik süresince sisteme enerji verilecek ve 3 saniyelik bölümünde sistem enerjisiz bırakılacaktır (Yılmaz ve Kaya 2016).



Şekil 3.4: Zaman oransal kontrol çalışma grafiği (Yılmaz ve Kaya 2016)

Bu kontrol sistemi de endüstride oldukça yaygın bir kullanım alanı bulmaktadır. Özellikle rezistans kontrolü gibi uygulamalarda, rezistans sıcaklıklarının istenen değerde tutulması için, PID kontrol ile birleştirilmiş zaman oransal kontrol kullanılmaktadır (Yılmaz ve Kaya 2016).

3.1.7 Bulanık Mantıksal Kontrol

Bulanık mantık (fuzzy logic) kontrol sistemi, diğer kontrol sistemlerinden farklı olarak, göreceli değişkenlere sahiptir. Kontrol sisteminin çıkışı, 0 ile 1 arasında olabilmektedir. Sistemdeki kurallar, doğal bir dille yazılarak fuzzy diline çevrilirler (Yılmaz ve Kaya 2016).

Örneğin, “Eğer hava çok sıcaksa, klima derecesini düşür. Eğer hava çok soğuksa, klima derecesini artır”. Hava sıcaklığı gibi gerçek hayattan toplanan veriler, 0 ile 1 arasında değerlere indirgenir. Kaydedilen en yüksek sıcaklık değeri 1 değeridir. Fuzzy, yani bulanık mantık sistemi, toplanan bu değerleri komutlar çerçevesinde değerlendirerek bir kontrol çıkışı üretir (Yılmaz ve Kaya 2016).

Toplanan gerçek verilerin doğruluğu ve sayısı ile kullanılan emirlerin yapısal doğruluğu birleştirilerek verimli bir kontrol sistemi oluşturulur. Bulanık mantık kontrol sistemi, dijital kontrollerde kullanılan iki konumlu kontrol sisteminden farklı olarak, fuzzy mantığını kullanan elektronik bir kontrol sistemidir (Yılmaz ve Kaya 2016).

3.2 Otomasyon Sistemleri

Otomasyon sistemlerini, kontrol alanları ve kullandıkları haberleşme protokollerine göre; proses otomasyonu, endüstriyel otomasyon, otomatik sayaç okuma, güç sistemleri otomasyonu, otomotiv otomasyonu ve bina otomasyonu olmak üzere altı grupta inceleyebiliriz.

3.2.1 Proses Otomasyonu

Çimento fabrikaları, kağıt fabrikaları, haddehaneler, petrol rafinerileri gibi tüm tesisin bir merkezden kontrol edilmesinin gerekli olduğu durumlarda proses otomasyonu sistemleri kullanılmaktadır. Proses otomasyonunda, işletmeden toplanan tüm veriler bir merkezde değerlendirilip görüntülenebilir. Fabrikanın tüm

girdilerinin, üretimin her aşamasının ve üretilen her ürünün görüntülenip kontrol edilmesi ve bu verilerin arşivlenebilmesi proses otomasyonunun temel amacıdır.

Proses otomasyonu; üretimin her aşamasının takip edilmesi, gerektiğinde kontrolü, gerekli verilerin kaydedilmesi ve kaydedilen verilerin istatistiksel hesaplamalarının yapılması şeklinde dört aşamada inceleyebiliriz.

Günümüzde proses otomasyon sistemleri genellikle bilgisayar üzerinden çalışan bir SCADA sistemi ile çeşitli haberleşme protokolleri üzerinden haberleşen PLC'ler ve çeşitli dağıtılmış giriş-çıkış birimleri şeklinde tasarlanmaktadır. Kurulu bir ya da genellikle birden fazla PLC ve diğer giriş-çıkış birimleri, sistemdeki sensörlerden veriler toplayıp gerekli çıkışları vermek için kullanılırken, prosesin yönetim işini SCADA sistemi ile bölüşmektedir. SCADA sistemi ise Şekil 3.5'te gösterildiği gibi sistemdeki görsel ara yüzü oluşturup PLC'lerden toplanan verilerin arşivlenip istatistiki değerlerin oluşturulması için kullanılmaktadır.



Şekil 3.5: Scada sistemli bir kazan otomasyonu (Foto: M. Y. Toyplan)

Proses otomasyonunda, AS-i, DeviceNet, EtherCAT, EtherNet/IP, Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP, Profibus, Profinet IO, MPI, OPC, OPC UA

gibi haberleşme protokolleri yaygın şekilde olmak üzere daha pek çok haberleşme protokolü kullanılmaktadır.

3.2.2 Endüstriyel Otomasyon

Endüstriyel otomasyon sistemleri, bir tesisten ziyade, belli bir işi yapmak için özelleşmiş makinelerin yerel kontrollerini sağlamak amacıyla kullanılır. Hemen her endüstriyel otomasyonda bir adet PLC (Programlanabilir Lojik Kontrolör), makinenin kontrolünü yapmak için kullanılırken, HMI (Human Machine Interface – İnsan Makine Arayüzü) ismi verilen ve PLC sistemi ile haberleşen ekranlar ya da SCADA sistemleri de, bu tür yapılarda proses hattının izlenmesi ve kontrolü amaçlı değerlendirilir. Teknoloji ile paralel şekilde gelişen PLC ve işlemci güçleri, proses otomasyonu ile endüstriyel otomasyon arasındaki teknolojik farkın yavaş yavaş kapanmasını sağlamaktadır. Şekil 3.6’da örnek pano dizaynı verilmiş olan PLC kontrollü yapılar sayesinde, sistem entegrasyonunda ve kontrol prensiplerinde gelişme sağlanması mümkün olmaktadır. Dokuma tezgâhları, haşıl makineleri, kablo büküm makineleri gibi belli bir işi yapmak için özelleşmiş makinelerin yerel kontrolleri endüstriyel otomasyona örnektir.



Şekil 3.6: PLC kontrollü örnek bir endüstriyel otomasyon panosu (Foto: M. Y. Toylan)

Endüstriyel otomasyon uygulamalarında; AS-i, DeviceNet, EtherCAT, EtherNet/IP, Modbus RTU, Modbus ASCII, Modbus TCP, Profibus, Profinet IO, MPI gibi haberleşme protokolleri yaygın şekilde olmak üzere daha pek çok haberleşme protokolü kullanılmaktadır.

3.2.3 Otomatik Sayaç Okuma

Otomatik sayaç okuma sistemleri; elektrik, su ve gaz tüketimi gibi bilgileri barındıran sayaçlardan alınan tüketim, hata ve durum bilgilerini faturalandırma, arıza tespiti ve analiz işlemleri için merkezi bir sisteme taşımak için kullanılırlar. Bu teknoloji temel olarak, sayaç okuma ya da durum bilgisi gözlemi için belirli yerlere periyodik ziyaret gereksinimini ortadan kaldırdığı için işletme masraflarını düşürür. Aynı zamanda faturaların gerçek zamanlı bir şekilde değerlendirilmesine de olanak tanır.

Sayaç okuma otomasyon sistemleri genel olarak mobil ağları, kablolu ve kablosuz network sistemlerini, radyo frekanslarını, uyduları ve enerji hatları üzerinden haberleşmeyi kullanarak yapılandırılabilir. Bu otomasyon sistemleri başlıca ANSI C12.18, IEC 61107, DLMS/IEC 62056, M-Bus, Modbus ve ZigBee gibi haberleşme protokollerini kullanmaktadır.

3.2.4 Güç Sistemleri Otomasyonu

Güç sistemleri otomasyonu, güç sistemlerinin belli kontrol cihazları üzerinden haberleştiği ve kontrollerinin sağlandığı otomasyon sistemleridir. Bu otomasyon sistemi, gücün üretim ve iletimi aşamasında kullanılmaktadır. Güç sağlayıcıları sürekli olarak talebi karşılamak ve giderleri düşürmek için uğraşmaktadır. Bunun anlamı bir yönetime, mühendislere, operatörlere, planlama, saha ekibine ve diğer bilgi toplama ve karar verme mekanizmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Güç sistemleri otomasyonu bu aşamada devreye girerek, akıllı cihazların kullanımıyla kontrol ve hata tanımlama kısmı ile elde edilen verilerin merkezi bir sistemde değerlendirilmelerine, analiz ve kontrollerine olanak sunmaktadır.

Güç sistemi kavramı, enerjinin üretim, dağıtım ve tüketim aşamalarında kullanılan cihaz ve donanımların tümünü kapsamaktadır. Yönetim ve kontrol kavramı ise güç sisteminde kullanılan gözlem, kontrol ve koruma görevlerini üstlenen cihazların tümüdür. Güç sistemi otomasyonu ise tanım olarak bahsedilen güç sisteminin, yönetim ve kontrol elemanları ile otomatik bir karar mekanizması üzerinden kontrolüdür.

Bu sistemler genellikle veri yolu sistemi olarak harici kablolamayı, telefon hatlarını, yüksek frekanslı haberleşme ile güç kablolarını, kablosuz ağları ve radyo frekanslarını kullanabilmektedir. Kullanılan en popüler haberleşme protokolleri ise ASCII, Modbus, Modbus Plus, DNP 3.0, UCA/MMS, LonTalk, Ethernet, TCP/IP, PROFIBUS, IEC 60870-5-101 142, IEC 60870-5-103 148, UCA 2.0 şeklinde özetlenebilir.

3.2.5 Otomotiv Otomasyonu

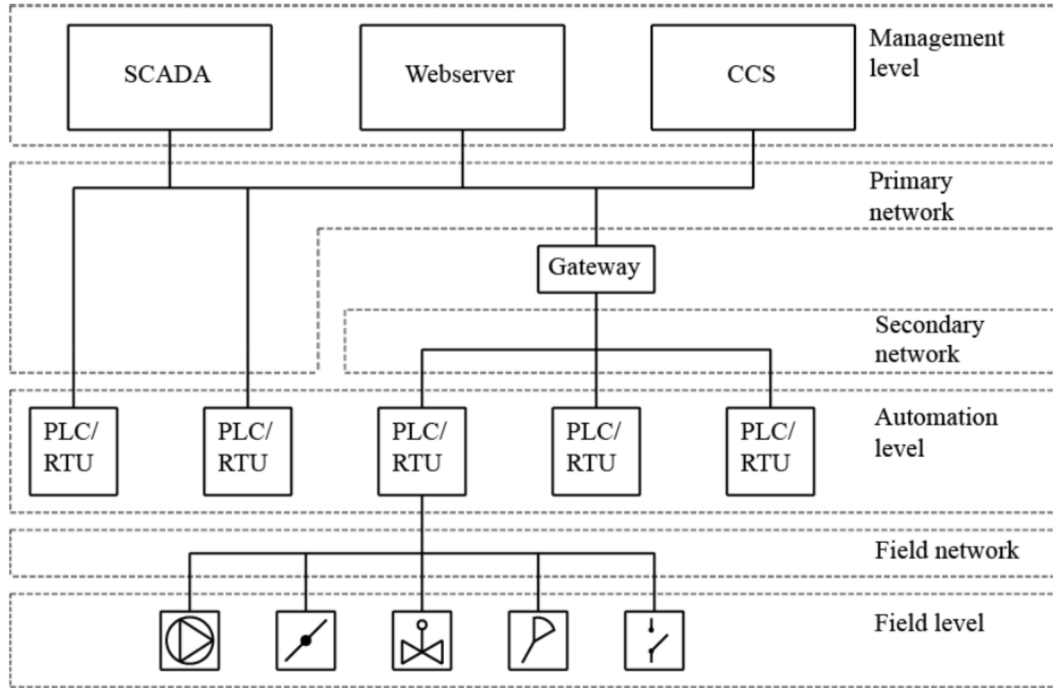
Otomotiv otomasyonu; otomobil, otobüs, tren, gemi ve uçaklar gibi araçları oluşturan parçaların haberleşme ve kontrolünü sağlayan sistemlerdir. Minimum zamanda EMF sinyallerine karşı dirençli, düşük maliyetli, tutarlı ve güvenli mesaj iletimi sağlanması gerektiğinden, daha az yaygın olan haberleşme protokollerinin kullanılması gerekmektedir.

Motor kontrol ünitesi, transmisyon kontrol ünitesi, anti patinaj sistemi, karbon emisyonu ölçümü gibi hemen hemen her işlem artık tümleşik elektronik devreler ile yapılmakta ve merkezi bir kontrol ünitesi tarafından yönetilmektedir. Bu tarz yapıların araçlarda artması ile geleneksel kablolama yerini haberleşmeye bırakmıştır.

Bu bağlamda otomotiv sektöründe; AFDX, ARINC 429, CAN bus, Factory Instrumentation Protocol, FlexRay, IEBus, J1587, J1708, Keyword Protocol 2000, Unified Diagnostic Services, LIN, MOST, VAN gibi haberleşme protokolleri gerekli ihtiyacı karşılamaktadırlar.

3.2.6 Bina Otomasyonu

Bina otomasyon sistemleri, evlerdeki aydınlatma, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme, güvenlik ve multimedya gibi sistemlerin kontrolünü ve takibini sağlamak için geliştirilmiş sistemlerdir (Kensby ve Olsson 2012). Bina otomasyon sistemleri genellikle ara yüz olarak terminaller, cep telefonları, bilgisayarlar ya da web ara yüzü gibi sistemleri kullanırlar. Bina içerisindeki çeşitli sistem ve katmanların birbirleri ile haberleşmeleri de, Şekil 3.7'de görüldüğü üzere haberleşme veri yolları ile sağlanır (Kensby ve Olsson 2012).



Şekil 3.7: Bina otomasyon sistem katmanları (Kensby ve Olsson 2012)

Bu haberleşme bina içerisinde genellikle radyo frekansı, ikili kablo, güç hattı ya da IP tabanlı olarak gerçekleştirilmektedir. İhtiyacı karşılamak için özelleşmiş, bahsedilen veri yolu çeşitlerini kullanan bazı yaygın haberleşme protokolleri; 1-Wire, BACnet, C-Bus, DALI, DSI, Factory Instrumentation Protocol, KNX, LonTalk, Modbus, oBIX, VSCP, X10, xAP, xPL ve ZigBee şeklinde özetlenebilir. Bu çalışma kapsamında ele alınan ve bina otomasyon sistemi haberleşme protokollerinden biri olan KNX protokolü ve haberleşme ortamları, takip eden bölümlerde detaylı bir şekilde incelenmiştir.

4. KNX TABANLI OTOMASYON SİSTEMLERİ

Bina otomasyon sistemlerinde Siemens, Schneider, Hager, ABB gibi sektörel büyüklüğü tartışılmaz firmalarca da kabul görmüş, dünya çapında en yaygın kullanılan haberleşme altyapısı KNX haberleşme protokolü ve KNX tabanlı sistemlerdir. KNX protokolünün geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması işini üstlenmiş olan KNX Derneği'nin, 127 ülkede kırk binden fazla partneri ve içlerinde dünyaca tanınmış firmaların da bulunduğu üç yüzden fazla üreticisi bulunmaktadır (Cetin ve Toylan 2014).

Firma ve marka bağımlılığı olmaksızın, KNX altyapısını kullanan tüm cihazların birbiriyle uyumlu olması ve aynı projede kullanılabilmesi KNX sisteminin bir avantajıdır. Bu altyapıyı kullanan tüm cihazlar, KNX Derneği'nin ürettiği tek bir yazılım ile programlanıp projelendirilmektedir. Böylece öğrenim, malzeme tedariki ve maliyet konularında daha kolay ve esnek sistemler kurulabilmektedir (Cetin ve Toylan 2014).

4.1 KNX Derneği

KNX Derneği, 1990 yılında merkezi Belçika'da "EIB Derneği" adıyla kurulmuştur. Farklı üreticilerin katılımıyla kurulan bu derneğin amacı, akıllı ev ve binalar ile EIB sisteminin tanıtılıp yaygınlaştırılmasıdır (KNX Association 2015).

1999 yılında, BCI ve European Home System Association dernekleri ile birleşmiş (Şekil 4.1) ve bu birleşmenin sonucu ile derneğin ismi, KONNEX-Bus'tan türetilerek "KNX Association" olarak değiştirilmiştir (KNX Association 2015).



Şekil 4.1: KNX oluşum süreci (KNX Association 2015)

KNX derneğinin temel amaçları şu şekilde sıralanabilir (KNX Association 2015);

- Akıllı ev ve binalar için tam açık bir KNX standardı tanımlamak.
- KNX markasını çok ulusluluk, çok markalılık ve kalite ile özdeşleştirmek.
- KNX'i bir Avrupa ve dünya standardı haline getirmek.

EIB'nin, KNX markasının temeli olması sebebiyle, uyumlu birçok cihaz, önceden beri devam eden bir gelenek olarak hem KNX hem de EIB logosunu kullanabilmektedir.

KNX Derneği, aşağıdaki aktiviteleri yürütmektedir (KNX Association 2015);

- KNX üyesi şirketler ile birlikte, teknik gelişmelerin sağlanıp KNX standardının yaygınlaştırılması.
- ETS isimli genel tasarım ve devreye alma programının geliştirilmesi.
- myKNX portal ile ETS satış ve desteğinin sağlanması.
- KNX uyumlu cihazların ürün sertifikasyonu.
- Eğitim merkezi sertifikasyonu ile KNX eğitim standartlarının yaygınlaştırılması ve eğitim dökümanlarının hazırlanması.
- Yerel ve uluslararası standartlaştırma aktiviteleri.
- Uluslararası çalışma gruplarının teşvik edilmesi.
- Enstitü ve üniversitelere “scientific partnerships” (bilimsel partnerlik) verilmesi ile KNX'in öğrenciler tarafından tanınma ve araştırma olanaklarının sağlanması.
- KNX uyumlu çözüm üretmek isteyen üreticilere teknik destek sağlanması.
- KNX üyesi şirketler ile kalite ve test standartlarının oluşturulması.
- Tanıtıcı aktiviteler (web sitesi, fuarlar, broşürler...).

Kurulduğu zaman dokuz üyesi bulunan ve uluslararası çeşitli kuruluşlar tarafından (Şekil 4.2) standart olarak kabul edilen KNX Derneği'nin, şu anda üçyüzden fazla üyesi bulunmaktadır.



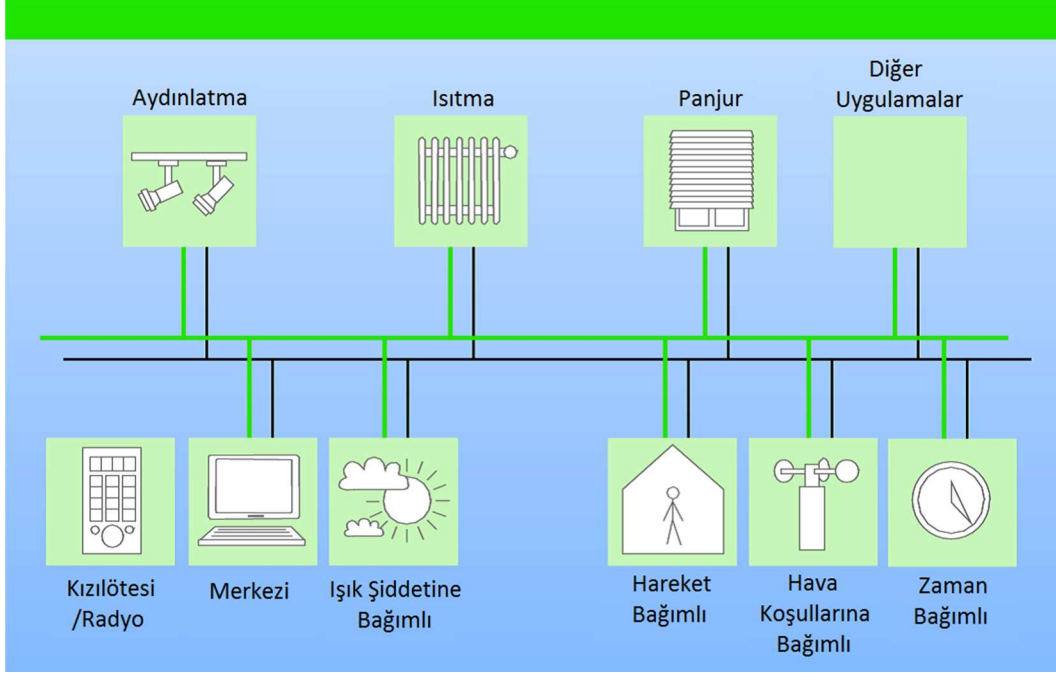
Şekil 4.2: KNX'i standart kabul eden kuruluşlar (KNX Association 2015)

4.2 KNX Sistemi'nin Geleneksel Sistem İle Karşılaştırılması

Kontrol sistemlerinde en yaygın kullanım olan “Twisted Pair” yönteminde, bir kontrol kablosu, 230 V besleme kablosu ile beraber sisteme eklenir. Bu yöntemin, geleneksel sisteme kıyasla, aşağıdaki avantajları vardır (KNX Association 2015):

- Veri yolu üzerindeki cihazlar dağıtılmış şekilde yerleştirilebildiğinden kullanılan kablounun büyük ölçüde azalması.
- Olası sistem fonksiyonlarının artırılması.
- Montaj şeffaflığının artırılması.

Yukarıda bahsi geçen kontrol kablosu, Şekil 4.3'teki gibi, yük (actuator) ile anahtarlama elemanlarının (sensor) bağlanmasını ve birçok projede de veri yolu cihazlarının enerjilendirilmesini sağlar.



Şekil 4.3: KNX teknolojisinin topolojisi (KNX Association 2015)

Tüm KNX veri yolu cihazlarının kendi işlemcisi olması sebebiyle merkezi bir işlemciye gerek yoktur. Bu sebeple KNX, apartman daireleri gibi küçük projelerde kullanılabilirdiği gibi, oteller gibi büyük çaplı projelerde de kullanılabilir.

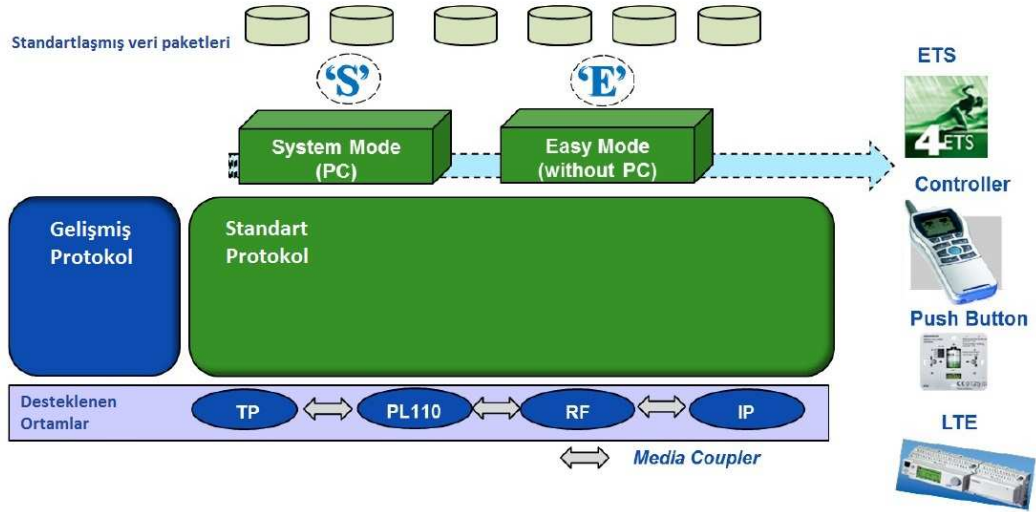
KNX sisteminin, geleneksel sistemlere göre başlıca avantajları şu şekilde sıralanabilir (Merz ve diğ. 2009, KNX Association 2015);

- Gelişmiş güvenlik.
- İşletme esnasında ekonomik enerji kullanımı.
- Son kullanıcının değişen isteklerine kolay uyulanabilme.
- Yüksek derecede uygunluk.
- Gelecekte olan değişimlerden etkilenmeyen kurulumlar.
- Birçok farklı üreticiden, geniş çaplı, raf ömürlü malzeme.
- Geniş kalifiye yüklenici/tasarımcı/üretici ağı.

4.3 KNX Sistemi'nin Teknik Özellikleri

KNX sistemlerinde veri iletişimi çoğunlukla ayrı bir kontrol kablosu üzerinden yapılır. Bunun yanında KNX verileri, mevcut 230 V kablosu üzerinden

(güç hattı iletim ortamı), kablosuz (KNX radyo frekansı iletim ortamı) ve Ethernet/WI-FI (KNX IP) ile de iletilebilir. Ayrıca uygun dönüştürücüler kullanılarak, KNX telegramlarının fiber optik gibi farklı ortamlar kullanılarak da iletilmesi mümkündür (KNX Association 2015). Şekil 4.4'te temel, bir KNX iletişim protokolünün blok diyagramı verilmiştir.



Şekil 4.4: KNX iletişim protokolü blok diyagramı (KNX Association 2015)

KNX sistemlerinde kullanılan ürünlerin etiketinde de belirtileceği şekilde, cihazlar aşağıdaki iki yöntem ile yapılandırılabilir (KNX Association 2015):

- Kolay Kurulum (E-Mode): Yapılandırma işlemi herhangi bir bilgisayar yardımı olmadan, butonlar kullanılarak yapılır.
- Sistem Kurulumu (S-Mode): Kurulum ve yapılandırma işlemi bilgisayar yardımı ile üreticiden bağımsız olan ETS programı üzerinden yapılır. Bu işlemde üreticinin ürün bilgileri, ETS yazılımı içerisine tanımlanır. Bu tip yapılandırma işlemi, KNX sertifikalı sistem tasarımcıları tarafından büyük çaplı kurulumlar içindir.

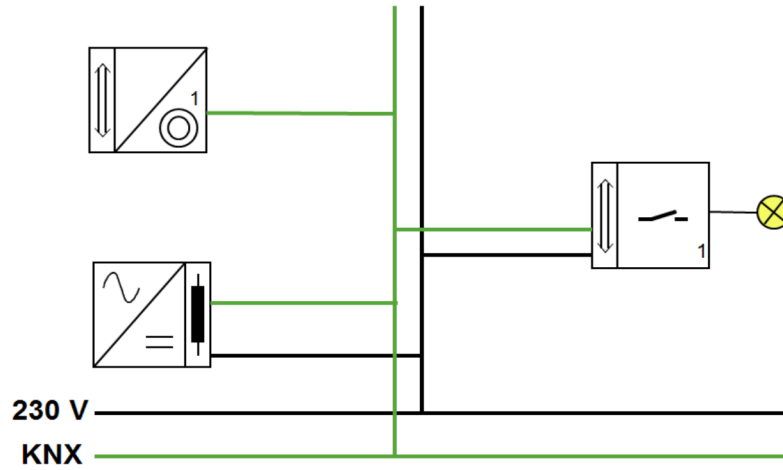
Farklı bir ortama bağlanırken, uygun ortam dönüştürücüleri kullanılmalıdır. Tablo 4.1'de çeşitli iletişim ortamlarının kullanım alanları ve temel özellikleri verilmiştir. Bir cihazın uyumlu olduğu iletişim ortamı, ürünün etiketinde görülmektedir.

Tablo 4.1: KNX iletişim ortamları (KNX Association 2015)

Ortam	Haberleşme Yöntemi	Uygulama alanı
Twisted Pair	Ayrı Kontrol Kablosu	- Yeni kurulumlar - Geniş kapsamlı yenilemeler - En iyi haberleşme kalitesinin istendiği ortamlar
Güç Hattı	Mevcut Hat	- Yeni kontrol kablosunun eklenemeyeceği durumlar - 230 V enerji kablosunun kullanılabilir olduğu durumlar
Radyo Frekansı	Kablosuz	- Kablo kullanılmayan durumlar
IP	Ethernet/Wi-Fi	- Hızlı bir iletişimin gerektiği çok büyük kurulumlar - Mobil cihazlar ile haberleşmenin gerektiği durumlar

4.4 KNX Sisteminin Kurulumu

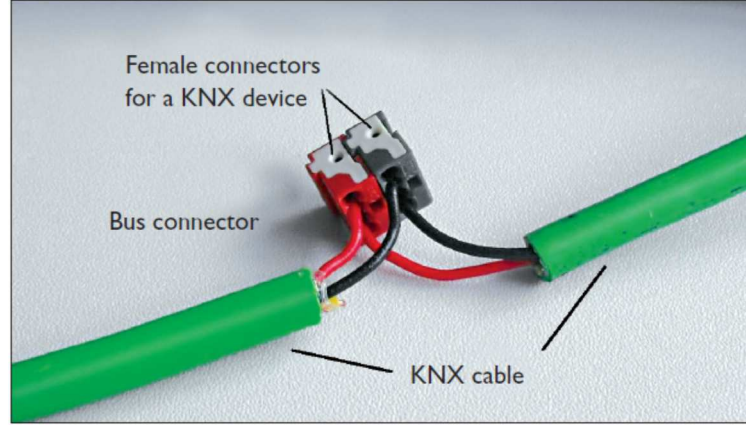
Minimal bir KNX TP tasarımı Şekil 4.5'te gösterildiği gibidir. Bu tarz bir tasarımda KNX tabanlı cihazların beslemesini karşılayacak bir KNX uyumlu güç kaynağı, sensör, aktüatör ve BUS veri yolu kablosu kullanılmaktadır.



Şekil 4.5: Minimal KNX TP sistem yapısı (KNX Association 2015)

Verilen örnekte kullanılan sensör, çift konumlu ve tek kontaklı bir butondur. Sensörler, genellikle güç gereksinimlerini KNX güç kaynağından karşılar. Kullanılan aktüatör ise tek kontaklı bir anahtarlama elemanıdır. Cihazların haberleşme ortamını, yeşil renkte gösterilen çift kablolu bir veri yolu kablosu

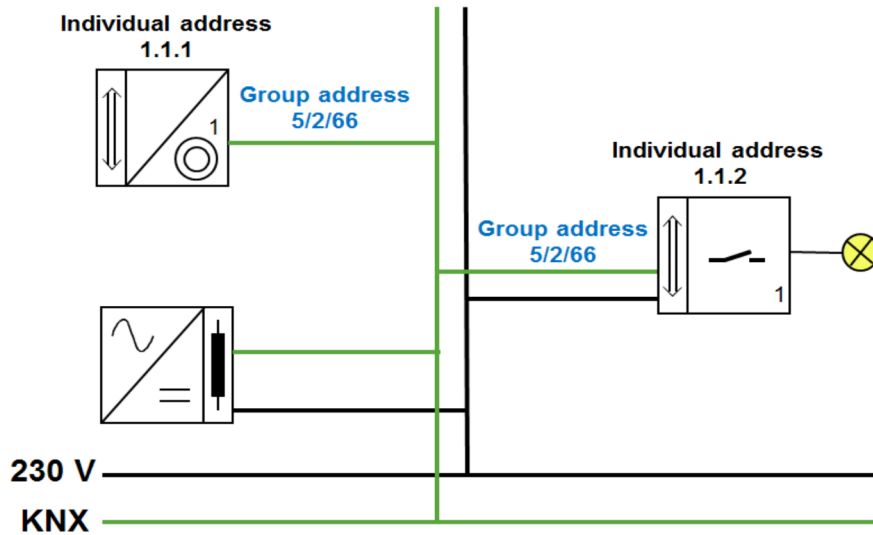
sağlamaktadır (Şekil 4.6). Bu kablo; sensörler, aktüatörler ve KNX güç kaynağını birbirine bağlayarak aralarındaki veri alış verişini ve sistemin enerjilendirilmesini sağlamaktadır (KNX Association 2015 ve KNX Associaton 2016^a).



Şekil 4.6: Bus terminalli veri yolu (KNX Associaton 2016^a)

4.5 KNX Cihazlarında Adresleme

KNX sisteminde, bireysel adres ve grup adresi olmak üzere iki çeşit adres bulunmaktadır. Şekil 4.7’deki sistemde yer alan mavi yazılar, cihazların örnek grup adreslerini, siyah yazılar ise, bireysel adreslerini göstermektedir.

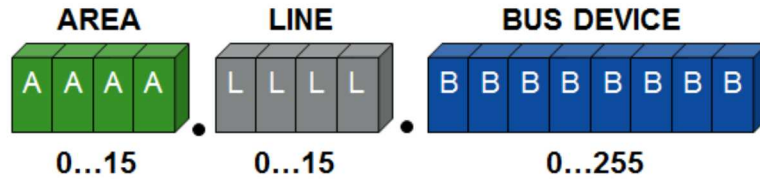


Şekil 4.7: KNX cihazlarında adresleme örneği (KNX Association 2015)

4.5.1 Bireysel Adres

Bir KNX sistemindeki her bir cihaz için, cihazı KNX sisteminde tanımlayan bir bireysel adres belirlenir. Her cihazın adresi, kendi KNX sistemi içerisinde eşsiz olmalıdır. Bireysel adresin temel amacı; programlama telegramları, yeni uygulamalar ve parametrelerin, ETS programlama yazılımı ile cihazlar arasında uygun yerlere ulaştırılmasıdır (KNX Association 2015).

Bir telegramdaki bireysel adres, Şekil 4.8’de de gösterildiği gibi sabit 16 bitlik yapıdadır. Kullanıcı arayüzünde ve ETS programlama yazılımında bireysel adresler, decimal formatta ve aralarında iki adet nokta ile gösterilir.



Şekil 4.8: Bireysel adresin yapısı (KNX Association 2015)

Bus cihazları genellikle, üzerlerindeki programlama tuşuna basıldıklarında, bireysel adreslerini almak için hazır şekildedir. Bu işlem esnasında programlama ledi, “on” konumundadır. Bireysel adres, ETS yazılımı kullanılarak kalıcı olarak bus cihazına atanır. Bireysel adresi atanan bus cihazı, böylelikle ETS yazılımı ile gerekli parametre değerleri gönderilebilir şekilde gelir (KNX Association 2015).

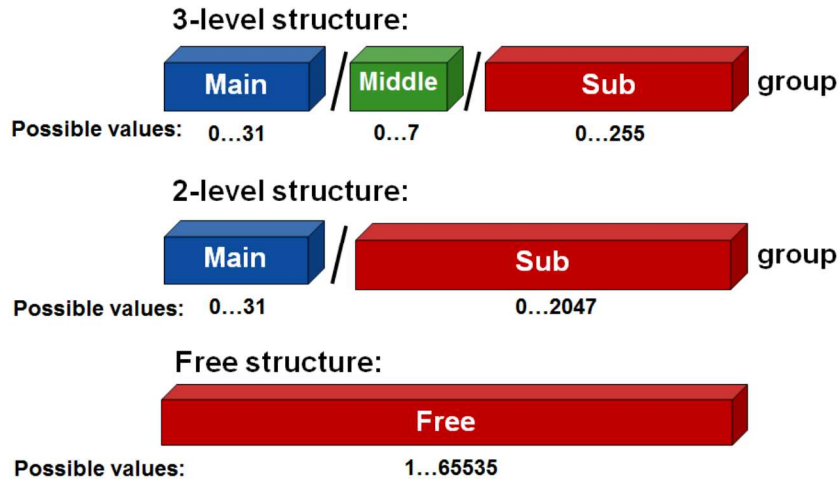
Kişiselleştirme ve hata giderme dahil tüm devreye alma işlemleri tamamlandıktan sonra, haberleşme işlemi yalnızca grup adresleri kullanılarak yapılır.

4.5.2 Grup Adresi

Bir KNX kurulumunda normal haberleşme, grup adresleri üzerinden yapılır. Proje mühendisi, her uygulama için uygun bir grup adresi tanımlar. Grup adresleri, proje içerisinde, istenildiği gibi seçilebilir.

Şekil 4.9’da görüldüğü gibi, 65535 farklı grup adresi bulunmaktadır. Yalnızca 0/0/0 adresi, tüm cihazlara yayın yapabilmek için ayrılmıştır. Her ETS projesi için üç farklı grup adresi gösterimi vardır (KNX Association 2015);

- Üç kademeli yapı (ana grup / orta grup / alt grup)
- İki kademeli yapı (ana grup / alt grup)
- Serbest yapı



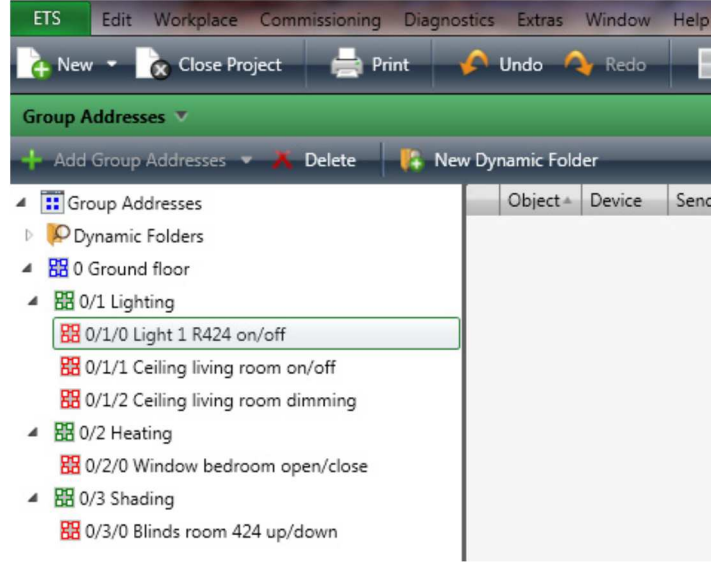
Şekil 4.9: Grup adresinin yapısı (KNX Association 2015)

Grup adresi kademeleri arasında yalnızca gösterim farkı vardır ve uygulamaya göre istenildiği gibi seçilebilir. Aksi seçilmediği takdirde 3 kademeli yapı ön tanımlı olarak gelmektedir. Grup adresi kademesi, her proje için, proje özelliklerinden değiştirilebilmektedir. Serbest grup adresi yapısı, en esnek adresleme yapısıdır (KNX Association 2015).

Her kademenin yapısı projeye göre istenilen şekilde kullanılabilirdiği gibi, en yaygın kullanımı aşağıdaki şekildedir (KNX Association 2015):

- Ana Grup: Kat numarası,
- Orta Grup: Fonksiyon grubu (örn. 1: Aydınlatma, 2: Isıtma, 3: Panjur v.b.),
- Alt Grup: Yük veya yük gruplarının fonksiyonları.

Şekil 4.10’da gösterildiği gibi bir grup adres yapısı oluşturup buna sadık kalmak, ileride hazırlanacak projeler için kolaylık sağlayacağı gibi, önceden hazırlanmış projelerin anlaşılması için de önem taşımaktadır. Aktüatörler, birden fazla grup adresini dinleyip reaksiyon gösterebildikleri halde, sensörler, yalnızca tek bir grup adresine mesaj iletebilirler.

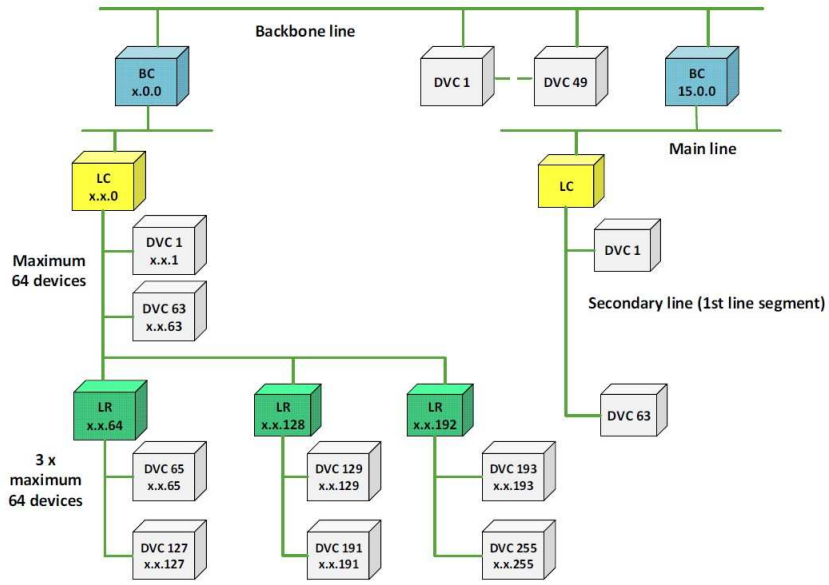


Şekil 4.10: ETS grup adresleri kullanım örneği (KNX Association 2015)

4.6 Genel KNX Topolojisi

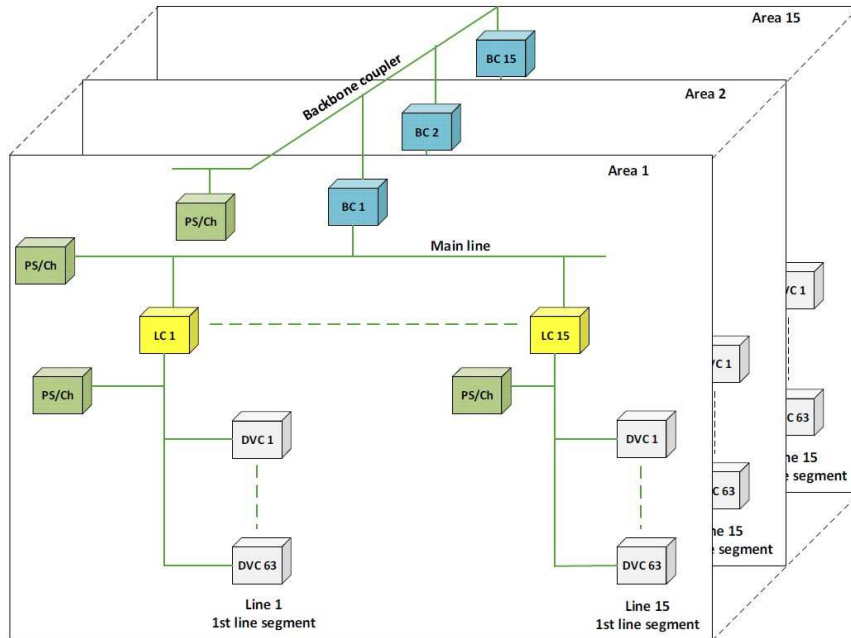
KNX yapısında, bir linie segmentine 64 adet KNX uyumlu cihaz bağlanmasına izin verilmektedir. Aynı linie üzerine bu değerden fazla cihaz bağlanması istendiği takdirde, Şekil 4.11’de gösterildiği gibi “Line Repeater (LR)” cihazı bağlanmalıdır. Bu şekilde en fazla 4 adet linie segmenti kullanılarak bir linie üzerine 255 adet cihaz bağlanabilir. Bu tarz bir bağlantıda her bir linie segmenti, kendi güç kaynağına ihtiyaç duymaktadır (KNX Association 2015).

Birden fazla linie kullanılması gereken durumlarda ise, “Line Coupler (LC)” adı verilen cihazlar yardımıyla, oluşturulan linyeler birbirine bağlanabilmektedir. Bu uygulama ile maksimum 15 adet linie, tek bir çatı altında toplanabilmektedir. Standard bir kurulumda, line repeater kullanılmaksızın, bir alana 1000 cihaza kadar bağlantı yapılabilir (KNX Association 2015).



Şekil 4.11: KNX lineye yapısı ve adresleme (KNX Association 2015)

Çok daha büyük kurulumlarda 1000 cihazın geçilmesi gerekebilmektedir. Bu gibi durumlarda Şekil 4.12’de gösterildiği gibi, “Backbone Coupler (BC)” olarak adlandırılan omurga cihazları kullanılarak kurulum genişletilebilmektedir. Bir kurulumda kullanılacak maksimum omurga sayısı ise, 15 ile sınırlıdır (KNX Association 2015).



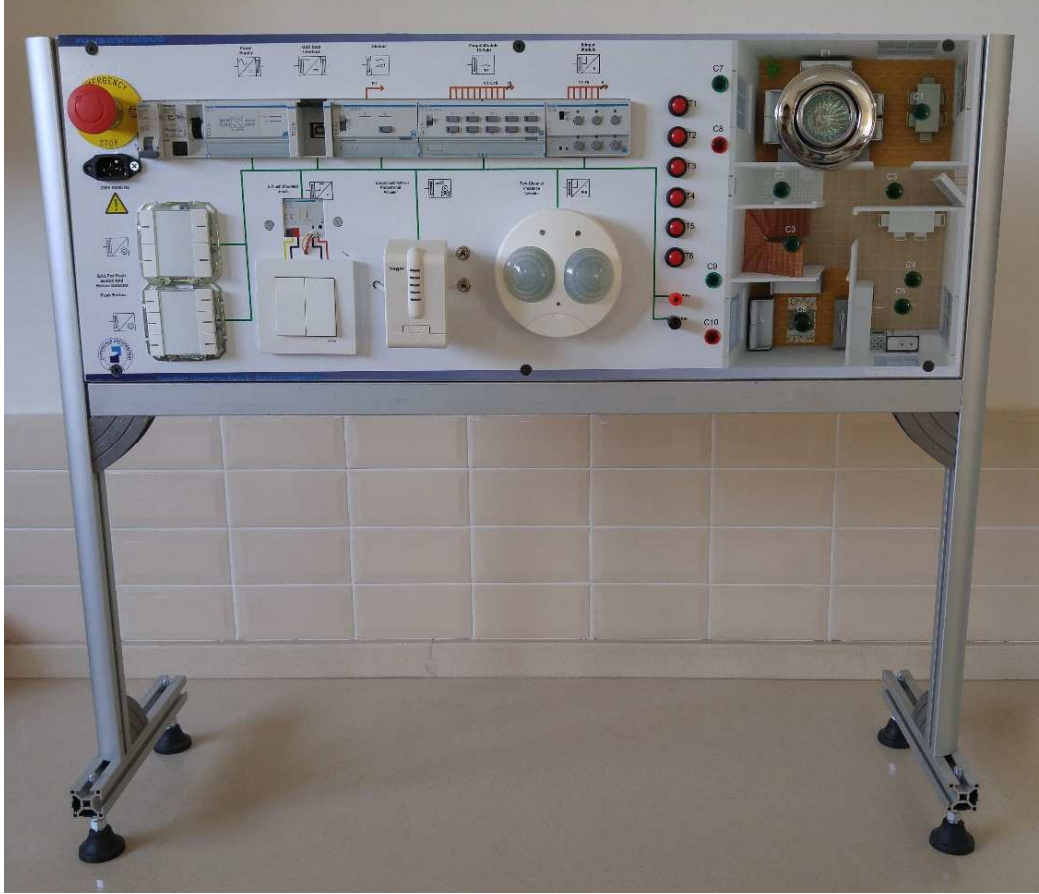
Şekil 4.12: KNX kurulumda alan yapısı (KNX Association 2015)

Omurga yapısının da yardımıyla, line repeater kullanılmadan oluşturulan standart bir kurulumda kullanılacak maksimum KNX cihaz sayısı yaklaşık olarak 15.000'e çıkmaktadır. Benzer şekilde line repeater de kullanılarak oluşturulan genişletilmiş bir kurulumda bu rakam yaklaşık olarak 58.000'e ulaşmaktadır. Bu tarz büyük yapılarda veri kaybının önüne geçilmesi için, KNX net/IP cihazları kullanılarak oluşturulan omurga ile, birden fazla KNX sisteminin bir IP ortamında birbirleriyle birleştirilmesi de mümkündür (Cavalieri ve Chiacchio 2014)

KNX TP kurulumunu linye ve alanlara bölerek, kurulumun fonksiyonel güvenilirliği önemli ölçüde arttırılmaktadır.

5. TASARLANAN KNX OTOMASYON SİSTEMİ SİMÜLATÖRÜ

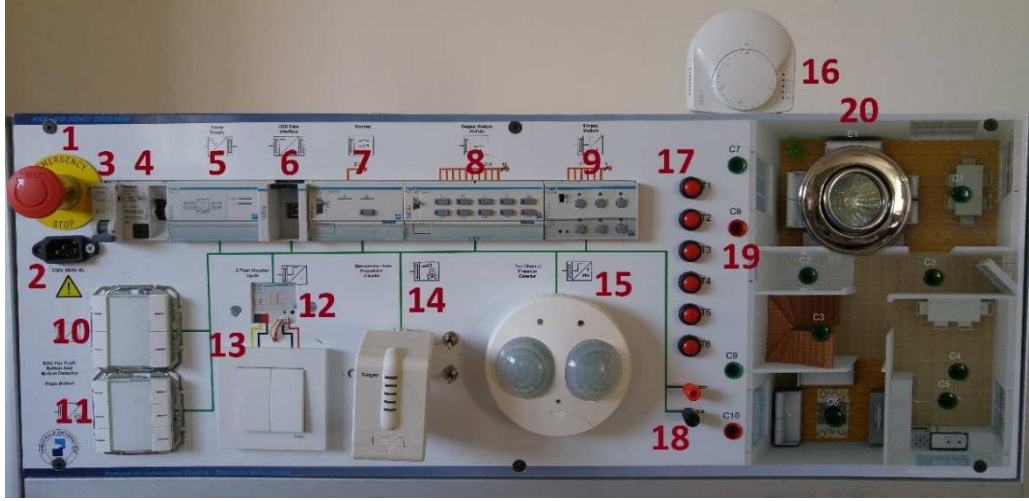
Çalışma kapsamında, Şekil 5.1’de genel görünümü verilen KNX otomasyon sistem simülatörü tasarlanmıştır.



Şekil 5.1: Tasarlanan simülatörün genel görünümü

Hazırlanan sistem; bir evde bulunabilecek temel kontrollerden olan aydınlatma, ısıtma, havalandırma ve panjur kontrolü gibi işlevlerin benzetimini sağlayabilecek yeterliliktedir (Cetin ve Toylan 2014, 2015).

Deney düzeneğinde bu benzetimler için kullanılacak Şekil 5.2’de ayrıntıları verilen giriş-çıkış ve çeşitli kontrol modülleri bulunmaktadır. Bunların haricinde sisteme bağlantı yapılması muhtemel harici KNX modülleri ilave edilebilmesi için, dahili veri yoluna paralel iki adet çıkış da simülatöre ilave edilmiştir.



Şekil 5.2: Tasarlanan deney düzeneğinde kullanılan malzemeler

Tasarımı yapılan KNX simülâtörü üzerindeki ekipman ve bu ekipmanın görevleri Tablo 5.1’de gösterilmiştir.

Tablo 5.1: Tasarlanan deney düzeneğinde kullanılan ekipman listesi

No.	Modül Adı	Görevi
1	Acil stop butonu	Acil durumlarda enerjinin kesilmesi
2	230 V enerji besleme girişi	Düzeneğin enerji beslemesi
3	4 A minyatür devre kesici	Aşırı akım ve kısa devre koruma
4	30 mA kaçak akım rölesi	Kaçak akım koruması
5	Hager TXA112 KNX güç kaynağı	Veri yolunun enerji kaynağı
6	Hager TH101 USB veri arayüzü	KNX - USB dönüştürücü
7	Hager TXA210 dimmer modülü	Dimleme işlemi
8	Hager TXA207A 10’lu çıkış modülü	10’lu çıkış modülü
9	Hager TX316 6’lı giriş modülü	6’lı giriş modülü
10	Hager WYT340 4’lü buton modülü	4’lü buton modülü
11	Hager WYT360 6’lı buton modülü	6’lı buton modülü
12	Hager TXB302 2’li sıva altı giriş modülü	2’li sıva altı giriş modülü
13	2’li sıva altı anahtar	TXB302 modülüne bağlı sıva altı anahtar
14	Hager TX501 lineer aktüatör	Kalorifer peteğinin kontrolü
15	Hager TX510 iki kanallı varlık detektörü	Hareket algılama
16	Hager TX320 oda termostatu	Sıcaklık ayarı
17	Simülâtör butonları	Input modül girişleri
18	Harici modül bağlantısı	Simülâtöre harici cihaz entegrasyonu
19	Simülâtör bambaları	Output modül çıkışları
20	Halojen lamba	Dimmer modül çıkışı

Tasarlanan simülâtörde kullanılan KNX modüllerinin detayları aşağıda verilmiştir.

5.1 TXA112 KNX Güç Kaynağı

TXA112 KNX güç kaynağı, Tebis cihazlarının çalışması için gerekli olan sistem gerilimini üretir.

Güç kaynağı tarafından üretilen gerilim, SELV (Safety Extra-Low Voltage) koruma ölçeğini karşılamaktadır. Cihazın teknik özellikleri Tablo 5.2’de belirtilmiştir.

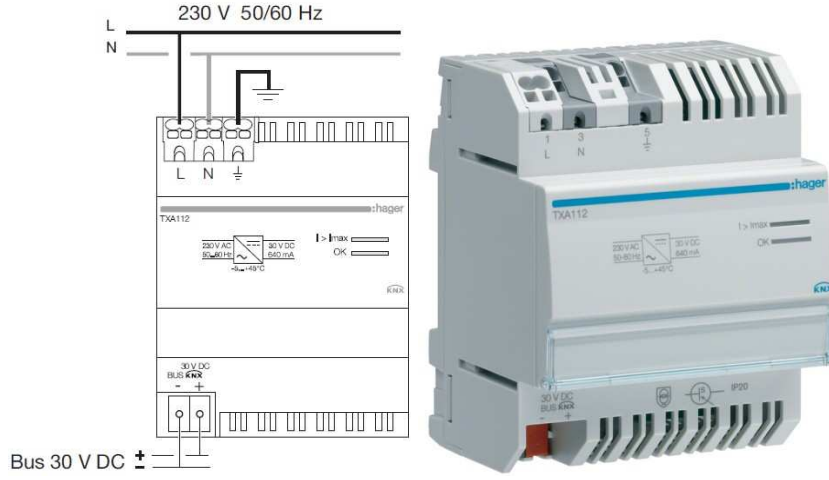
Tablo 5.2: TXA112 teknik özellikleri (Hager 2011)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Besleme gerilimi	230 V AC, 50/60 Hz
ıkış gerilimi	30 V DC, 640 mA
Güç tüketimi	24 VA
Boyutlar	4 x 17,5 mm
İşletme sıcaklığı	-5 °C → +45 °C
Depolama sıcaklığı	-20 °C → +70 °C

şekil 5.3’te yapısı ve genel görünümü verilen TXA112 güç kaynağını çalıştırmak için 230 V şebeke gerilimi, topraklama ve veri yolu bağlantısını yapılır. Normal alışma durumunda “OK” gösterge ışığı yanacaktır.

Eğer çekilen akım, cihazın maksimum akımından büyük olursa, “I>Imax” gösterge ışığı yanacaktır. Bu durumda arızanın sebebi (kısa devre ya da aşırı yük) tespit edilip hata düzeltilmelidir.

TXA112 güç kaynağının ve benzeri güç kaynaklarının yerleşim alanlarında kullanıldığı durumlarda, radyo elektriksel bozulmalar gerçekleşebilmektedir. Bu gibi durumlarda, kullanıcıdan gerekli önlemleri alması istenebilmektedir.



Şekil 5.3: TXA112 yapısı ve genel görünümü (Hager 2011)

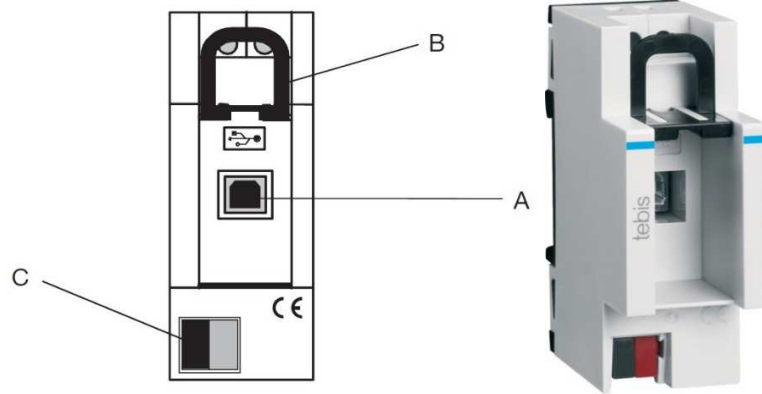
5.2 TH101 USB Veri Arayüzü

TH101 USB veri ara yüzü, bilgisayar ya da benzeri bir USB donanımlı cihazın, KNX/EIB veri yoluna girmesine olanak tanır. ETS yazılımı ve görselleştirme yazılımı gibi KNX/EIB veri yoluna erişmesi gerekli yazılımlar bu şekilde sisteme bağlanırlar. TH101 USB veri ara yüzünün teknik özellikleri Tablo 5.3'te verilmiştir.

Tablo 5.3: TH101 teknik özellikleri (Hager 2005)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Besleme gerilimi	USB
Boyutlar	2 x 17,5 mm
Koruma sınıfı	IP 20
İşletme sıcaklığı	-5 °C → +45 °C
Depolama sıcaklığı	-25 °C → +70 °C
Bağlantı tipi	PC: USB – A TH101: USB – B
Maksimum USB kablo uzunluğu	5 m
Haberleşme protokolü	USB 1.1 & 2.0

Teknik özellikleri Tablo 5.3'te verilmiş olan TH101'in genel görünümü ve yapısı Şekil 5.4'te sunulmuştur. Burada A; B tipi USB bağlantı noktası, B; USB kablo tutacağı, C ise KNX/EIB veri yolu bağlantı noktasıdır.



Şekil 5.4: TH101 yapısı ve genel görünümü (Hager 2005)

5.3 TXA210 Dimmer Modülü

TXA210 ve TXA210/A dimmer modülleri, Tebis kurulum sisteminin birer parçasıdır. Bu dimmer modülleri, dimlenebilen aydınlatmaları KNX veri yoluna entegre edip sistem üzerinden kontrolünü sağlamak için kullanılır. Ürün, bir adet aydınlatma devresini kontrol edebilir.

Tablo 5.4'te teknik özellikleri verilen TXA210 dimmer modülünün fonksiyonları şu şekilde sıralanabilir (Hager 2010^a);

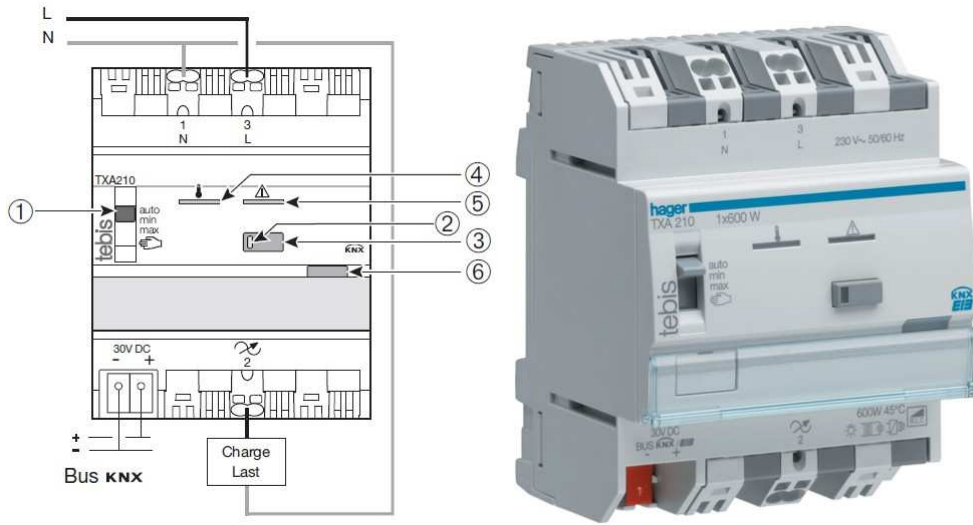
- KNX veri yolu tarafından kontrol edilebilen bir adet dimleme kanalı.
- Ürün üzerinde kanal durumunu veren gösterge.
- Ürün üzerinden, veri yolu sisteminden bağımsız, kanalın el ile kontrolü.
- Yük tipinin otomatik belirlenmesi.

Ürün için belirtilen fonksiyonlar, cihazın devreye alma ve yapılandırmasına bağlıdır. Cihazın minimum ve maksimum değerlerini manuel olarak ayarlamak için öncelikle Şekil 5.5'te "1" ile gösterilen anahtar "manu" konumuna getirilir ve "3" ile gösterilen buton kullanılarak istenen parlaklık düzeyi ayarlanır. İstenen en düşük ya da en yüksek parlaklık seviyesi ayarlandıktan sonra, en düşük seviye olarak

değeri kaydetmek için anahtar “min” konumuna, en yüksek parlaklık olarak kaydetmek için “max” konumuna getirilir. Daha sonra “3” numaralı butona üç saniye boyunca basılı tutularak ayarlanan parlaklık düzeyi kaydedilir. “2” numara ile gösterilen LED’in iki kere yanıp sönmesi, parlaklık düzeyinin kaydedildiği anlamına gelir.

Tablo 5.4: TXA210 dimmer modülü teknik özellikleri (Hager 2010^a)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Besleme gerilimi	30 V DC, 230 V AC, 50/60 Hz
Veri yolu maksimum tüketim	2.3 mA
Yüksüz tüketim	3 W
Güç tüketimi	7.5 W
Boyutlar	4 x 17.5 mm
Koruma sınıfı	IP 30
İşletme sıcaklığı	0 °C → +45 °C
Depolama sıcaklığı	-20 °C → +60 °C
Normlar	ETSI 301 489-1, ETSI 301 489-3, EN 60950



Şekil 5.5: TXA210 yapısı ve genel görünümü (Hager 2010^a)

Eğer en düşük ya da en yüksek olarak ayarlanmak istenen değerler geçerli aralık dışında ise, kaydetme işleminde “2” numaralı LED yanıp sönmeye başlar. Manuel olarak yapılabilen bu işlem, ETS programı kullanılarak bilgisayar üzerinden de yapılabilir.

Anahtar “manu” konumunda iken, “3” numaralı buton çıkışı kontrol etmek için kullanılabilir. Butonun kısa basılışı çıkışı aç/kapat şeklinde kontrol ederken, uzun basışlar parlaklık kontrolü yapar. Devreye alma ve çalışma modunda iken anahtar “auto” konumuna getirilmelidir. Bu konumda “3” numaralı buton işlevini kaybeder ve çıkış KNX/EIB veri yolu tarafından kontrol edilir. Şekil 5.5’te “2” ile işaretlenen gösterge ışığı, çıkıştaki yükün durumunu gösterir. Işığın açık konumu çıkışın bulunduğunu, 5 saniye boyunca yanıp sönmesi ise çıkışında yük bulunmadığını gösterir.

Fiziksel adresleme için kullanılan ışıklı buton “6” ile gösterilmektedir. Cihazı fiziksel adresleme moduna geçirmek için bu butona basılır. Buton ışığının açık konumu, cihazın veri yoluna bağlı ve adreslemeye hazır olduğu anlamına gelir.

Aşırı ısınma, aşırı yük ve kısa devre durumlarında “4” ve “5” numaralı göstergeler devreye girer. “4” numaralı gösterge aşırı ısınma durumuna, “5” numaralı göstergenin sürekli konumda devreye girmesi aşırı yük durumuna, yanıp sönmesi ise kısa devre durumuna işaret eder. Arıza durumlarında kabloların kontrol edilmesi ve gerekirse yükün azaltılması gerekmektedir.

5.4 TXA207A 10’lu Çıkış Modülü

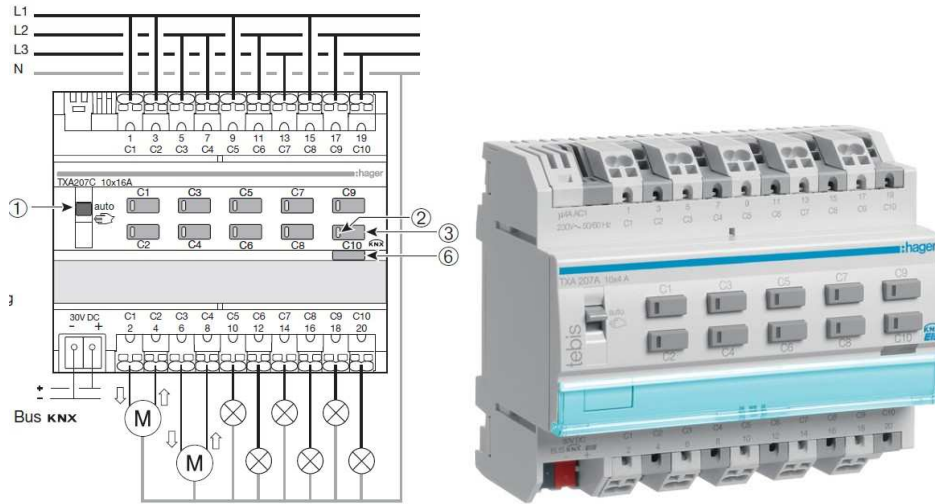
TXA207A çıkış modülleri, elektriksel yükleri, KNX/EIB veri yolu sistemine bağlamak için kullanılır. Bu modüller, Tebis kurulum sisteminin birer parçasıdır.

Tablo 5.5’te teknik özellikleri verilen TXA207A çıkış modülleri, gerilimden bağımsız kontakları sayesinde; aydınlatma, panjur, perde gibi yüklerin kontrolünü yapmak için kullanılır. Üründe on adet, birbirinden bağımsız, KNX/EIB veri yolu sistemi tarafından kontrol edilebilen gerilim bağımsız kontak bulunmaktadır. Çıkış konumları, cihaz üzerinden görülebilmektedir. Gerektiğinde çıkışların konumları, cihaz üzerinden manuel değiştirilebilmektedir. Daha detaylı çalışma, sistem yapılandırmasına bağlıdır.

Tablo: 5.5: TXA207A teknik özellikleri (Hager 2010^b)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Besleme gerilimi	30 V DC
Güç tüketimi	15 W
Tek çıkış için iki anahtarlama işlemi arası minimum süre	250 ms
Tüm çıkışlar için iki anahtarlama işlemi arası minimum süre	2 s
Boyutlar	6 x 17,5 mm
Koruma sınıfı	IP 30
İşletme sıcaklığı	0 °C → +45 °C
Depolama sıcaklığı	-20 °C → +70 °C

Cihaza enerji verildikten sonra cihazın ilk kontrollerini yapabilmesi için on saniye boyunca beklenir. Şekil 5.6’da numaralandırılan sistem parçalarından “1” numara ile gösterilen anahtar “manu” pozisyonuna getirildiğinde, “3” numara ile gösterilen butonlara basılarak çıkış konumları manuel olarak kontrol edilebilir. Otomatik çalışma ve sistem yapılandırması sırasında bu anahtar “auto” konumuna alınmalıdır. “Auto” konumunda iken butonlar işlevini kaybeder ve çıkışlar, KNX/EIB veri yolu sistemi üzerinden kontrol edilir (Hager 2010^b).



Şekil 5.6: TXA207A bağlantı yapısı ve genel görünümü (Hager 2010^b)

“2” ile numaralandırılan göstergeler, çıkışların konumlarını belirtir. Göstergenin yanıyor olması, çıkışın kapalı kontak konumunda olduğunu gösterir. Göstergelerin sürekli olarak yanıp sönmesi ise, cihaza yanlış yazılım yüklendiği anlamına gelmektedir.

Aydınlatmalı fiziksel adresleme butonu “6” ile gösterilmektedir. Cihazın fiziksel adreslemesini yapmak ya da cihazın veri yoluna bağlı olduğunu doğrulamak için kullanılır. Göstergenin açık konumu cihazın veri yoluna bağlı ve fiziksel adreslemeye hazır olduğunu gösterir.

5.5 TX316 6’lı Evrensel Giriş Modülü

Evrensel giriş modülleri, elektrik butonları, anahtarlar ya da konvansiyonel mekanizmalar gibi 230 V kontakları KNX/EIB veri yolu sistemine ekleyerek haberleşen cihazlar haline getirmek için kullanılır. Bu ürünler, Tebis Kurulum Sistemi’nin birer parçasıdır.

Tablo 5.6’da, simülatörde kullanılan TX316 6’lı evrensel giriş modülü teknik özellikleri verilmiştir.

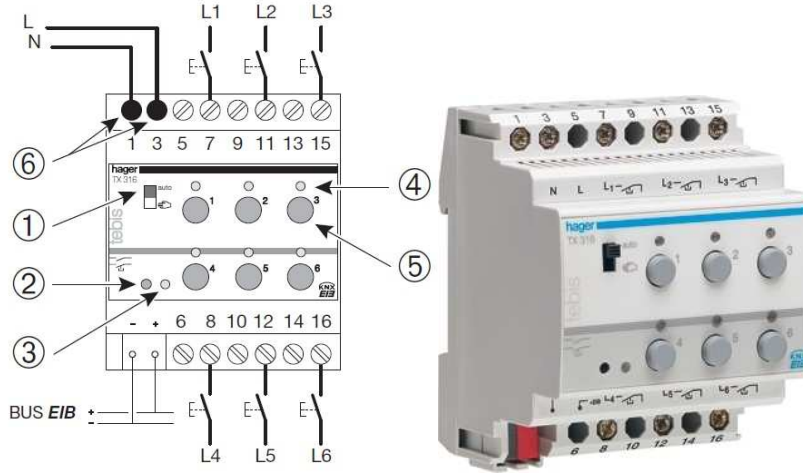
Tablo 5.6: TX316 teknik özellikleri (Hager 2003)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Sinyal gerilimi	230 V, 50 Hz
Giriş akımı	19 mA
Gösterge lambalı butonun neon lamba maksimum akımı	1 mA
Giriş başına maksimum bağlantı mesafesi	100 m
Minimum kontak kapanma zamanı	50 ms
Low (0) sinyali değeri	0 → 100 V
High (1) sinyali değeri	>195 V
Besleme gerilimi	29 V DC
Minimum tüketim	3.9 mA
Maksimum tüketim	5.9 mA
Boyutlar	4 x 17.5 mm
Koruma sınıfı	IP 30
İşletme sıcaklığı	0 °C → +45 °C
Depolama sıcaklığı	-20 °C → +70 °C
EMC	ETSI 301 489 – 1, ETSI 301 489 - 3
Elektriksel koruma	EN 60950

Tablo 5.6’da teknik özellikleri verilen TX316 6’lı evrensel giriş modülü, sistemin devreye alınmasında kullanılabilen aşağıdaki fonksiyonlara sahiptir:

- Altı adet bağımsız kanal, farklı fazlara bağlanabilir.
- Her kanala on adet aydınlatmalı buton bağlanabilir.
- Terminal 3’teki besleme hatası algıla özelliği ile, aynı faza bağlı girişlerin, faz çökmesinden ötürü hatalı algılanması önlenmiş olur.
- Cihaza bağlı sensörlerin durum gözlenebilir.
- Dimmerler ya da panjurlar için kullanılan çıkışların go / no-go modu ile kontrolü sağlanabilir.

TX316 6’lı evrensel giriş modülünün yapısı ve genel görünümü Şekil 5.7’de gösterildiği gibidir.



Şekil 5.7: TX316 yapısı ve genel görünümü (Hager 2003)

Şekil 5.7’de; “1” ile gösterilen anahtar Manu pozisyonundayken, “5” ile gösterilen butonlar, girişlere bağlanan kontakları taklit etmek için kullanılabilir. “4” ile gösterilen LED’ler, bağlı buldukları girişlerin konumlarını gösterir. “Auto” pozisyonunda butonlar kullanılamaz. Kontakların konumları veri yoluna gönderilir. Cihazın fiziksel adresi “2” numaralı buton ve “3” numaralı LED kullanılarak verilir. “2” numaralı butona basıldığında, “3” numaralı LED yanarak veri yolunun varlığını gösterir. “4” numara ile gösterilen tüm LED’lerin yanıp sönmeye başlamesi, yanlış yazılım yüklendiğini gösterir. Yapılandırma işlemi sadece “1” numaralı anahtar “Auto”

konumunda iken yapılabilir. Girişler, farklı fazlar ile beslenebilmekle beraber, “6” ile gösterilen nötr ve hata algılama fazı mutlaka bağlanmalıdır.

5.6 WYT 340, WYT 360 4'lü ve 6'lı Göstergeli Buton

WYT 340 ve WYT 360 gibi butonlar, Tebis çıkış modüllerini kontrol etmek için tasarlanmıştır. Bu ürünler, Tebis kurulum sisteminin birer parçasıdır. Aydınlatma, ısıtma, perde ve panjur sistemleri ile çeşitli senaryo komutlarını KNX/EIB veri yolu üzerinden kontrol etmek için kullanılırlar.

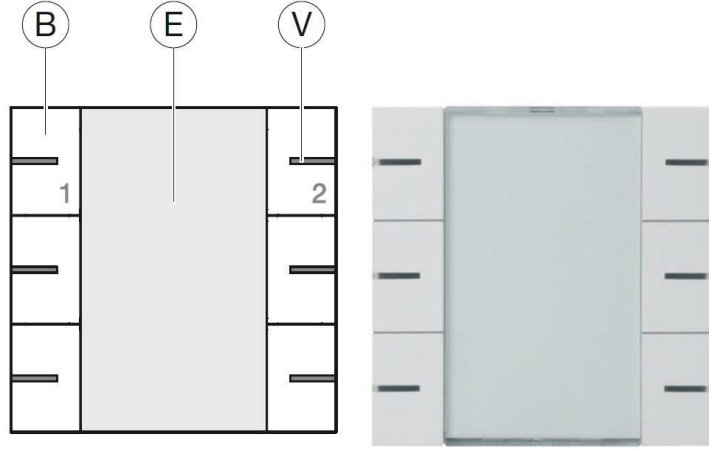
Tablo 5.7'de teknik özellikleri verilen WYT modülleri, WUT 03 modüllerinin üzerine monte edilerek kullanılırlar. Modeline göre; 2, 4 ya da 6 gösterge ve giriş sayısına, butonların etiketlenmesi için etiket tutuculara ve vidalı tip mekanik hırsızlık korumasına sahiptir.

Tablo 5.7: WYT 340 ve WYT 360 teknik özellikleri (Hager 2009)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Besleme gerilimi	30 V DC
Giriş sayısı	WYT 320 = 2 WYT 340 = 4 WYT 360 = 6
İşletme sıcaklığı	0 °C → +45 °C
Depolama sıcaklığı	-20 °C → +70 °C
Maksimum tüketim	14 mA
Standartlar	EN 60669-2-1 EN 60669-1

WUT 03 modülü üzerine monte edilen WYT 360'ın yapısı ve genel görünümü Şekil 5.8'de verilmiştir. Vidalı tip hırsızlıktan koruma sistemi ile modül, metal plakaya sabitlenebilmektedir. Vidaya ulaşmak için, etiket tutucu camı söküp (E), butonu yerinden çıkarmak gerekmektedir.

“B” harfi ile 1'den 6'ya kadar gösterilen butonlar kontrol girişleridir. “V” harfi ile gösterilenler ise, butonların göstergeleridir.



Şekil 5.8: WYT 360 yapısı ve genel görünümü (Hager 2009)

5.7 TXB302 2'li Sıva Altı Giriş

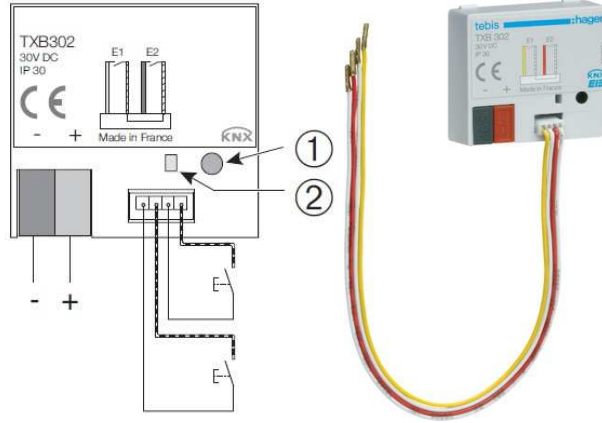
Evrensel giriş modülleri, butonlar ve anahtarlar gibi gerilimsiz konvansiyonel anahtarları EIB/KNX veri yoluna eklemek için kullanılır. TXB302 modülü, iki girişli ve TXB304 modülü ise dört girişli olmak üzere iki çeşit modül vardır. Bu çalışma kapsamında, TXB302 modeli kullanılmıştır.

Teknik özellikleri Tablo 5.8'de verilen TXB302 modülü, iki bağımsız girişe sahiptir ve besleme gerilimi veri yolu üzerinden yapılır. Cihazın fonksiyonları, kurulum ve devreye alma işlemine göre değişir.

Tablo 5.8: TXB302 teknik özellikleri (Hager 2010°)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Kontak akımı	0.5 mA
Besleme gerilimi	29 V DC
Boyutlar	38 x 35 x 12 mm
Koruma sınıfı	IP 30
İşletme sıcaklığı	0 °C → +45 °C
Depolama sıcaklığı	-20 °C → +70 °C
EMC	ETSI 301 489-1 ETSI 301 489-3
Elektriksel güvenlik	EN 60950

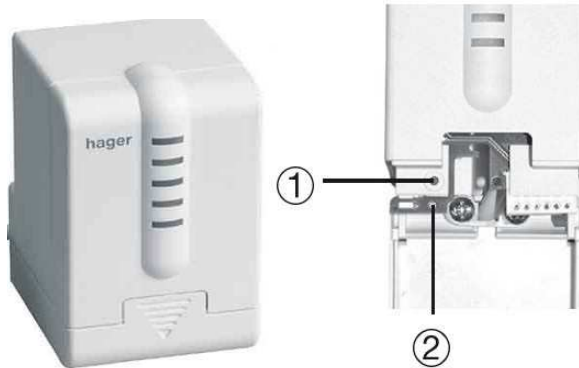
Yapısı ve genel görünümü Şekil 5.9’da verilen TXB302, 60 mm çapındaki sıva altı anahtar kutusuna monte edilir ve buton veya anahtar ile bağlantısı yapılır. Bağlantı uzunluğu 5 metreyi geçmemelidir ve kullanılmayan kabloların yalıtımları yapılmalıdır. Cihazın fiziksel adreslemesi “2” numaralı buton ve “3” numaralı LED ile yapılır. “2” numaralı BP tuşuna basıldığında, “3” numaralı LED, veri yolunun varlığını gösterir (Hager 2010^c).



Şekil 5.9: TXB302 yapısı ve genel görünümü (Hager 2010^c)

5.8 TX501 Elektromotor Kontrollü Lineer Aktüatör

Elektromotor kontrollü aktüatör olan TX501, bir oda termostatından aldığı komut ile kontrol yapmakta ve Şekil 5.10’da görüldüğü gibi ön yüzeyindeki ledlerle kapanma oranını göstermektedir.



Şekil 5.10: TX501 yapısı ve genel görünümü (Hager 2014)

Cihazı yerine monte etmek için öncelikle temin edilecek uygun adaptör halkası, kontrolü yapılacak vana üzerine monte edilmeli ve sıkılmalıdır. Ardından cihazın alt kapağı açılmalı ve dik bir şekilde arka kısmı adaptör halkaya gelecek şekilde bastırılmalıdır. Aynı şekilde cihazı yerinden çıkarmak için alt kapak açılmalı ve içerisindeki kırmızı kola basılarak cihaz geri çekilmelidir.

Ürüne bağlı şekilde gelen kablo içerisindeki sarı/yeşil E1 kontağı pencere açılma girişi, kahve/beyaz E2 kontağı ise varlık durumu girişi için kullanılmakta ve ETS yazılımı içerisinde tanımlanabilmektedir.

Cihazın alt kapağı açıldıktan sonra içerisinde bulunan ve Şekil 5.10'da "1" ile gösterilen buton fiziksel adresleme için kullanılmaktadır. Aynı şekilde "2" ile gösterilen LED ise programlama LED'idir.

Teknik özellikleri Tablo 5.9'da verilen TX501, enerji verildiğinde öncelikle kalibrasyon moduna geçer. Bu aşamada alttaki üç adet LED belli aralıklarla yanar. Kalibrasyon işlemi 10 dakikaya kadar sürebilir ve bitiminde en üstteki LED sürekli olarak yanmaya başlar.

Tablo 5.9: TX501 teknik özellikleri (Hager 2014)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Besleme	KNX veri yolu üzerinden 30 V DC
Güç tüketimi	<10 mA
Çalışma zamanı	<20 s/mm
Uygulanan kuvvet	>120 N
Maksimum çalışma	6 dk.
Vana limit algılaması	Otomatik
İşletme sıcaklığı	0 °C → +50 °C
Depolama sıcaklığı	-20 °C → +60 °C
İzolasyon sınıfı	III
Koruma sınıfı	IP21
Boyutları	82 x 50 x 65 mm

Cihaz ön yüzündeki göstergelerin sayısal ifadesi şu şekildedir;

- 5. Led = %81 → %100
- 4. Led = %61 → %80

- 3. Led = %41 → %60
- 2. Led = %21 → 40 %
- 1. Led = %1 → 20 %
- Aktif Led yok = %0

5.9 TX510 İki Kanal Varlık Detektörü

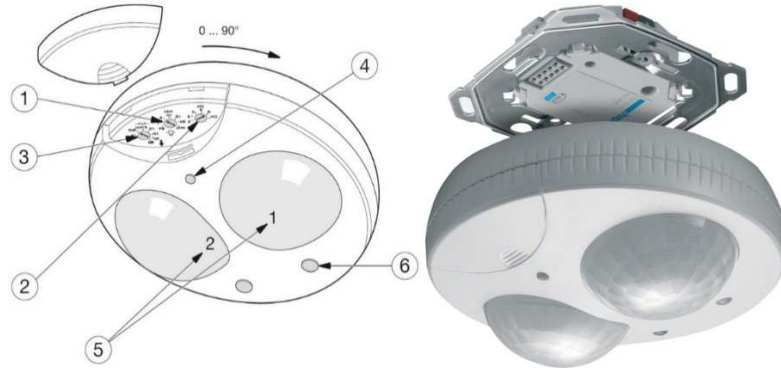
TX510 cihazları, ofiste çalışan bir insan gibi düşük genlikli hareketleri algılayabilen, iki kanallı varlık detektörleridir.

Tablo 5.10’da teknik özellikleri verilen TX510 iki kanal varlık detektörlerinin, yapısı ve genel görünümü Şekil 5.11’de verilmiştir. Algılama işlemi, algılama lenslerinin altına yerleştirilmiş iki adet piroelektrik sensör tarafından yapılır (Hager 2010^d).

Tablo 5.10: TX510 teknik özellikleri (Hager 2010^d)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Besleme gerilimi	30 V DC
Güç tüketimi	12 mA
Aydınlatma zaman gecikmesi	1 → 30 dak.
Varlık zaman gecikmesi	30sn → 60 dak.
Aydınlık sınırı	5 → 1200 Lux
Tavsiye edilen yerden montaj yüksekliği	2.5 m → 3.5 m
İşletme sıcaklığı	0 °C → +45 °C
Depolama sıcaklığı	-10 °C → +60 °C
Koruma sınıfı	IP41
Standartlar	EN 60669-1 EN 60669-2-1 EN 60669-2-2

Algılama işlemi yapan piroelektrik sensörleri barındıran lensler, Şekil 5.11’de “5” ile gösterilmiştir. Ek olarak, “6” ile gösterilen aydınlık sensörü, sürekli olarak aydınlık seviyesini ölçerek, bu değeri “2” ile gösterilen potansiyometre ile ayarlanan aydınlık sınırıyla karşılaştırır (Hager 2010^d).



Şekil 5.11: TX510 modül yapısı ve genel görünümü (Hager 2010^d)

Aydınlık ve varlık kontrolü için zaman gecikmesi ayarı “1” ve “3” ile gösterilen potansiyometreler yardımıyla ya da ETS yazılımı üzerinden yapılabilir (Hager 2010^d). Bu ürünler, Tebis kurulum sisteminin birer parçasıdır.

Çalışma komutu, ölçülen aydınlık seviyesi “2” ile gösterilen potansiyometrede ayarlanan sınırın altına düştüğünde ve bu esnada varlık ölçümü yapıldığında verilir. Durma komutu, ölçülen aydınlık seviyesi yeterli düzeye ulaştığında ya da “1” ile gösterilen süre sonunda verilir. Bu zaman gecikmesi, varlık ölçümü yapıldığında tekrar başlatılır (Hager 2010^d).

Ölçüm aralığını genişletmek adına, birden fazla detektör beraber kullanılabilir.

Üç adet çalışma şekli bulunmaktadır. İlk çalışma şekli için, “3” numaralı potansiyometre, $T2 < 10'$ olacak şekilde ayarlanır. 30 saniye gözlemin sonunda, varlık komutu gönderilir. T2 zaman gecikmesi sonunda, yokluk komutu gönderilir. Bu çalışma şekli, mekanik havalandırma, sinyal verme gibi durumlarda kullanılır (Hager 2010^d).

İkinci çalışma durumunda, “3” numaralı potansiyometre $T2 > 10$ olacak şekilde ayarlanır. On beş dakikalık gözlem sonunda, varlık komutu gönderilir. T2 zaman gecikmesi sonunda ise yokluk komutu gönderilir. Bu çalışma şekli ise ortam sıcaklığının kontrolü halinde istenen değerlerin değiştirilmesi için kullanılır.

Üçüncü çalışma şekli için potansiyometre “P” konumuna alınır ve komut gecikmesiz olarak gönderilir. Gecikme süresi sabit iki dakikadır.

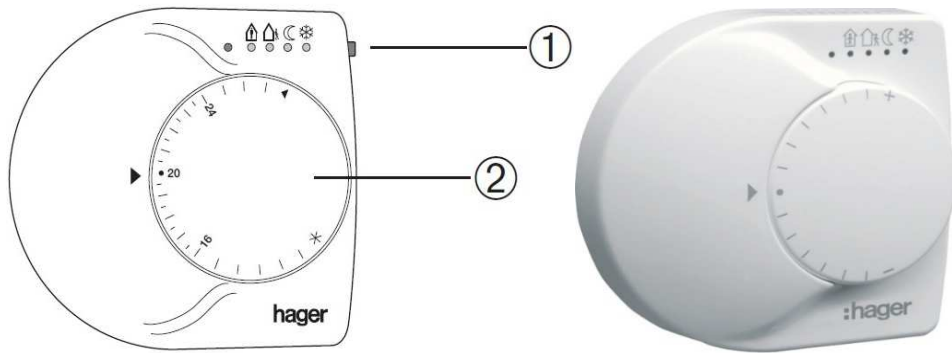
Algılama alanını doğrulamak için, cihazın test modu kullanılır. Şekilde 5.11’de “1” numara ile gösterilen potansiyometre TEST konumuna alınarak cihaz test moduna geçirilebilir. Algılama işlemi, aydınlık ölçüm değeri yeterince düşük olduğunda, “4” numara ile gösterilen “V1” gösterge ışığının bir saniye yanıp sönmeye başlamesi ile işaret edilir. Veri yolu üzerinden bir bilgi gönderilmediği gibi, gecikme süreleri de etkisizdir (Hager 2010^d).

5.10 TX 320 Oda Termostadı

TX320 oda termostadı, oda sıcaklık kontrollerini yapmak için kullanılır. Termostat, kuru ve nem düzeyi çok yüksek olmayan odalarda kullanılmalıdır. Tablo 5.11’de teknik özellikleri verilen TX320 oda termostatının yapısı ve genel görünümü Şekil 5.12’de verilmiştir.

Tablo 5.11: TX 320 teknik özellikleri (Hager 2007)

Teknik Terim	Değer Karşılığı
Besleme	30V DC
Güç tüketimi	<10 mA
İşletme sıcaklığı	0 °C → +45 °C
Depolama sıcaklığı	-20 °C → +60 °C
Koruma sınıfı	IP21

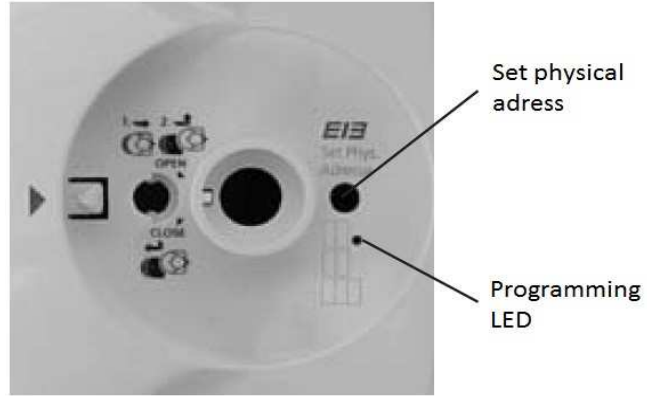


Şekil 5.12: TX320 yapısı ve genel görünümü (Hager 2007)

Şekil 5.12’de “1” ile gösterilen buton; comfort, standby, reduction ve frost protection modları arasında geçiş yapılabilmesini sağlamaktadır. Mod seçim ledleri yanındaki ledin ise kırmızı konumu “ısıtıyor”, mavi konumu “soğutuyor” ve sönük

konumu ise “istenen sıcaklık değerine ulaşıldığı” anlamına gelmektedir. Şekil 5.12’de “2” ile gösterilen kısım ise, istenen sıcaklık değerini ayarlayabilmek için kullanılmaktadır.

Adresleme butonuna, Şekil 5.13’te gösterildiği gibi, sıcaklık seçim arkının çıkarılması ile ulaşılabilmektedir. Bu kısımda ayrıca, termostat modülünün alt kısmının sökülmesinde kullanılan kilit mekanizması da bulunmaktadır.



Şekil 5.13: TX320 adresleme butonu

6. TASARLANAN SİSTEM ÜZERİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN SENARYOLAR

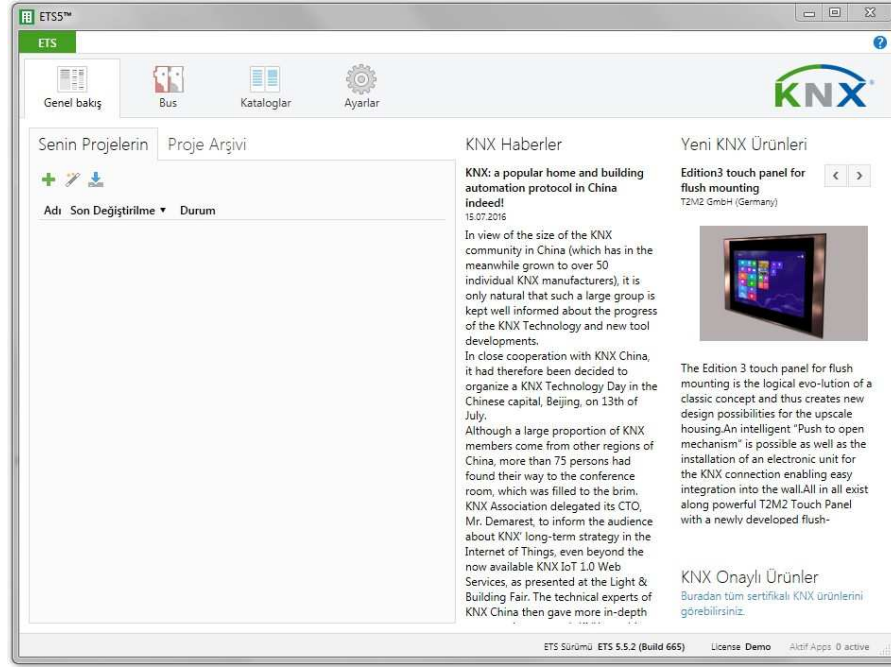
6.1 ETS Yazılımının Kurulumu

Tüm KNX tabanlı bina otomasyon ürünleri için ortak bir programlama yazılımı olan ETS'nin güncel sürümünü edinmek için öncelikle KNX derneğinin resmi sitesi olan <https://www.knx.org/> internet adresine, eğer mevcut bir üyelik varsa kullanıcı adı ve şifre girilerek, mevcut bir üyelik yok ise yeni bir kullanıcı oluşturularak girilir. İnternet sitesindeki “downloads” sekmesi altından ETS yazılımının güncel sürümü indirilir. İndirilen “.zip” uzantılı dosya gerekli programlar yardımıyla Şekil 6.1’de görüldüğü gibi ETS5Setup.exe kurulum dosyası şeklinde çıkartılır.



Şekil 6.1: ETS5 yazılımının kurulum başlangıcı

Kurulum işlemi tamamlandıktan sonra çalıştırılan ETS5 yazılımı arayüzü, Şekil 6.2’deki gibidir. Üst kısımda Genel bakış, Bus, Kataloglar ve Ayarlar sekmesi, sol kısımda mevcut projeler ve sağ kısımda ise KNX haberleri yer almaktadır. Pencerenin sağ alt kısmında ise lisans bilgileri görülmektedir. Yazılım dili, ilk kurulumdan sonra İngilizce ayarlı olarak gelmektedir. Üst kısımdaki “settings” sekmesi içerisinde “language” kısmına girilerek, içerisinde Türkçe seçeneğinin de bulunduğu desteklenen dillerden istenilen seçim yapılarak ETS5 yazılımının dili değiştirilebilmektedir. Ürün lisansı, ilk kurulum aşamasında “demo” olarak gelmektedir. Lisanslama ve çeşitli lisansların farkları bir sonraki bölümde açıklanacaktır.



Şekil 6.2: ETS5 yazılım ara yüzü

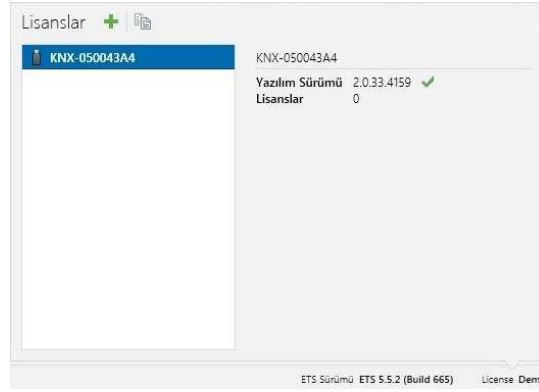
6.2 ETS Yazılımının Lisanslanması

KNX Derneği'nin, ETS5 yazılımı için sunduğu dört çeşit lisans tipi bulunmaktadır. Bu lisans tipleri, Tablo 6.1'de açıklandığı gibidir.

Tablo 6.1: ETS5 Lisans Sürümleri (KNX Association 2016^b)

Sürüm	Kısıtlamalar	Açıklama
ETS5 Demo	Proje başına en fazla 5 adet KNX cihazına kadar	Bu sürüm ücretsiz olup, ETS5 yazılımını herhangi bir ücret ödemek zorunda kalmadan öğrenmek isteyenler için uygundur.
ETS5 Lite	Proje başına en fazla 20 adet KNX cihazına kadar	Bu sürüm, küçük ölçekli KNX projeleri oluşturmak ve yönetmek isteyenlere uygundur.
ETS5 Professional	Kısıtlama yok	Bu sürüm, her türlü çapta KNX projeleri oluşturmak ve yönetmek isteyenlere uygundur. Prof. Sürümü, herhangi bir kısıtlama içermez.
ETS5 Supplementary	Kısıtlama yok	En az 1 adet ETS5 Prof. Lisansı gerektirir ve ikinci bir bilgisayar ile aynı anda çalışılmasına olanak tanır. ETS5 Prof. başına en fazla 2 adet Supplementary Lisansı kullanılabilir.

Lisans satın alma işlemi, yine KNX'in resmi sitesi üzerinden girilebilen mağazasından yapılmaktadır. Ürün satın alma işleminin ardından, lisanslama işlemi için kullanılacak "dongle", belirtilen adrese kargo edilecektir. Dongle temin edildikten sonra cihazı bilgisayarın USB portuna takarak lisanslama işlemine geçilebilir. Ürünü bilgisayara takıp işletim sisteminin ürün sürücülerini yüklemesini bekledikten sonra ETS5 yazılımı açılıp, sağ alt kısımdaki lisanslama bölümünde Şekil 6.3'teki gibi temin edilen ürün görülebilir. Dongle ilk temin edildiğinde içerisinde lisans barındırmayacaktır.



Şekil 6.3: ETS5 boş lisans anahtarı

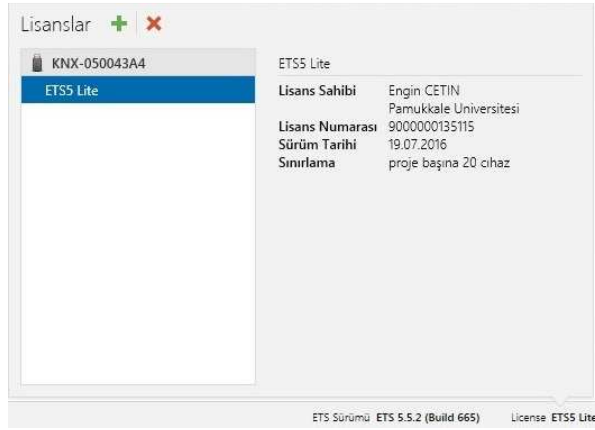
Bu ekranda yapılması gereken, lisanslar yazısının sağ tarafında yer alan kopyala simgesine tıklayarak Dongle ID'sini panoya kopyalamaktır. KNX resmi sitesi üzerinden girilen mağazadan, My Account ve daha sonra My Products yolunu izleyerek satın alınan lisans, Şekil 6.4'teki gibi listelenen ürünler arasından bulunabilir.



Şekil 6.4: Satın alınan lisansın dongle ile ilişkilendirilmesi

Daha sonra "product license" kısmına kopyalanan ID yapıştırılıp, "Add Key" butonu yardımıyla dongle ile ilişkilendirilir. Bu işlemten sonra sağ kısımdaki "download" butonuna tıklayarak anahtar dosyası bilgisayara indirilir. İndirilen sıkıştırılmış dosya gerekli yazılımlar yardımıyla çıkartılarak ".license" uzantılı anahtar elde edilir. Bu aşamadan sonra ETS5 yazılımının lisans bölümüne

dönülerek ID kopyalama butonu yanındaki lisans anahtarı ekleme butonuna basılır ve açılan pencereden lisans dosyası seçilerek lisanslama işlemi Şekil 6.5'teki gibi tamamlanır. Lisanslama işleminden sonra, lisans bilgileri ve mevcut lisansın kısıtlamaları bu ekranda görüntülenmektedir. Yazılımın hangi sürümde olduğu, yine sağ altta bulunan ETS Sürümü kısmında Şekil 6.6'daki gibi görülmektedir. Bu sayfadan yazılım güncelleştirmelerinin denetlenmesi el ile yapılabildiği gibi seçim yardımıyla otomatik olarak kontrol edilmesi de sağlanabilmektedir.



Şekil 6.5: Lisanslama işleminin tamamlanması



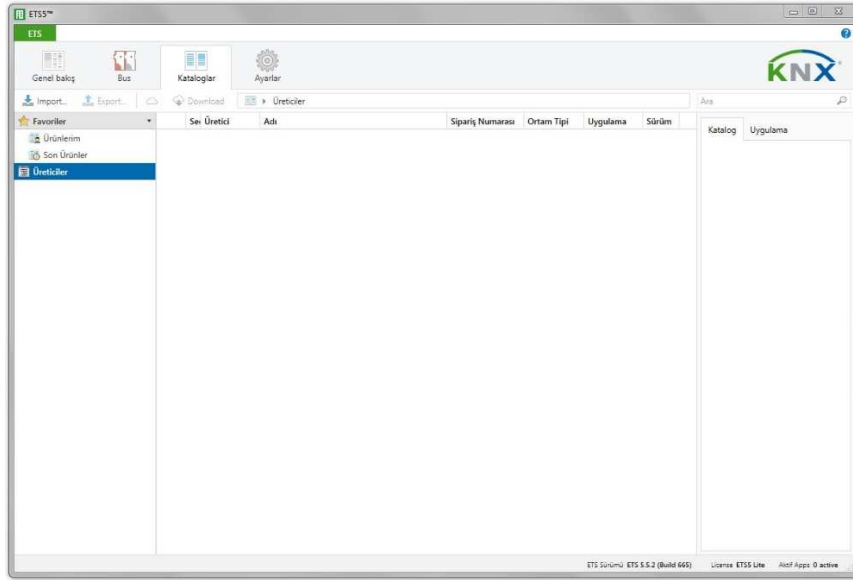
Şekil 6.6: Sürüm bilgisi

6.3 ETS Yazılımı Ürün Kataloğunun Oluşturulması

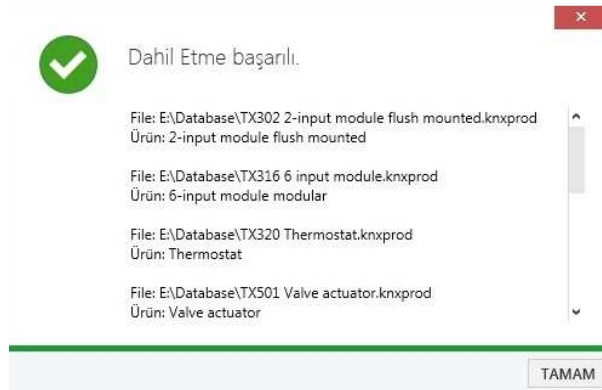
ETS yazılımı üzerinden programlanmak istenilen bir KNX ürününün ETS yazılımına eklenebilmesi için öncelikle, ürünün cihaz bilgilerini içeren üretici kataloglarının içe aktarılması gerekmektedir. Bu işlem için öncelikle ürün

kataloglarının, üreticiden temin edilmesi gerekmektedir. Genellikle bu temin işlemi üretici web sitesi üzerinden gerçekleştirilebilmektedir.

Ürün katalogları temin edildikten sonra, ETS yazılımının Şekil 6.7’deki gibi kataloglar sekmesi içerisinde sol üst köşedeki “import” butonuna tıklanıp kataloglar yazılıma eklenebilir. Ekleme esnasında kataloglarda kullanılacak dil seçimi yapılır. İşlem sorunsuz bir şekilde tamamlandığı takdirde, Şekil 6.8’deki mesaj görüntülenir. Ürün kataloglarının programa tanıtılmasının ardından çıkan uyarı mesajı tamam butonuna tıklanarak kapatılır ve tanıtılan ürün katalogları, “kataloglar” sekmesinde “üreticiler” bölümü altında görülür.



Şekil 6.7: Kataloglar sekmesi

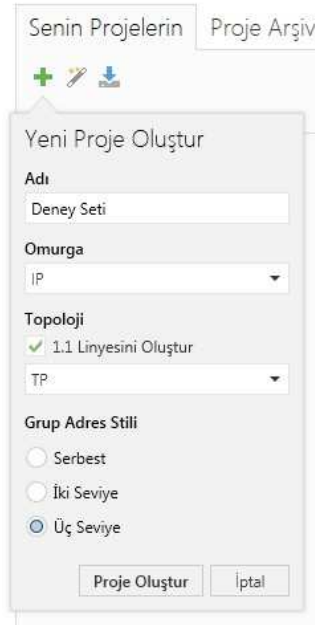


Şekil 6.8: Ürün kataloglarının eklenmesi

6.4 Yeni Proje Oluşturma

Projede kullanılacak tüm ürünlerin ürün katalogları ETS yazılımına tanıtıldıktan sonra, yeni bir proje oluşturularak gerçekleştirilecek senaryo kapsamında ürünlerin programlanmasına geçilebilir.

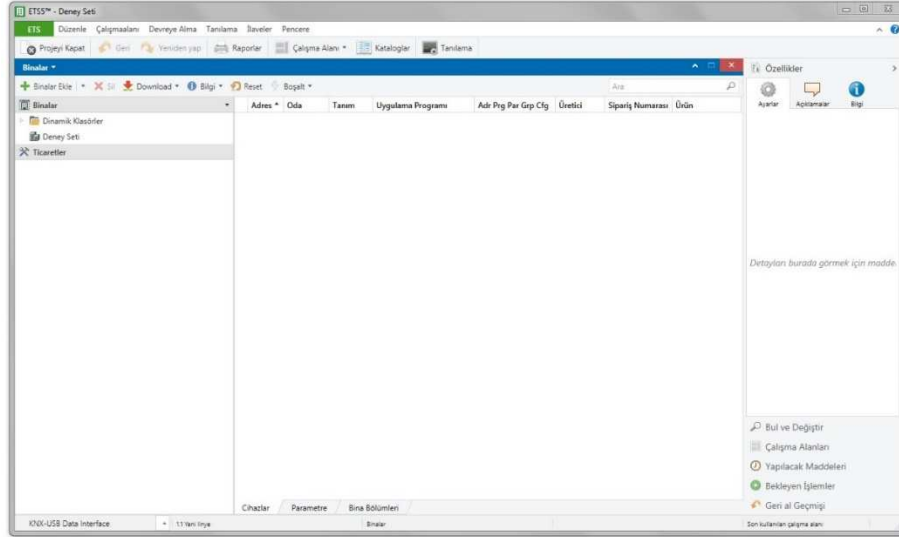
Yeni bir proje oluşturmak için ETS yazılımının üst bölümünde bulunan “Genel Bakış” sekmesine geçilmesi gerekmektedir. Bu sayfada, hali hazırdaki tüm projeler listelenir ve proje detayları yönetilebilir. Ayrıca farklı projelere bu sayfa içerisinden geçiş yapılmaktadır. Yazılımın ilk kurulumunun ardından, mevcut bir proje bulunmadığı için, bu sayfa boş olarak gelmektedir. “Senin Projelerin” yazısı altındaki artı butonuna basıldığında, Şekil 6.9’daki gibi bir pencere açılarak, oluşturulacak projenin özellikleri tanımlanır.



Şekil 6.9: Yeni proje oluşturma ekranı

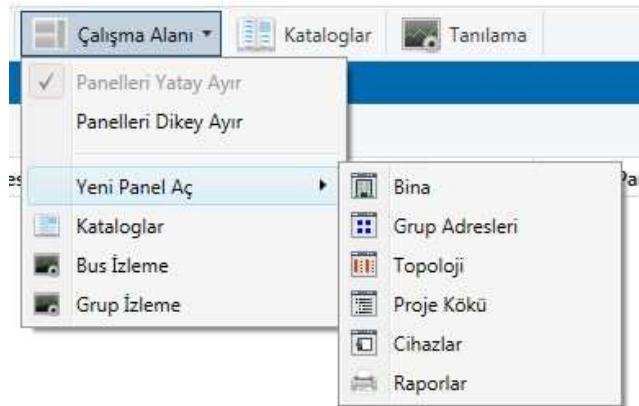
“Yeni Proje Oluştur” penceresinde; oluşturulacak projenin adı, kullanılmak istenen KNX ortamı ve grup adreslerinin notasyonu seçilebilir. Son olarak yapılan ayarlar sonrasında “Projeyi Oluştur” butonuna tıklamak gerekmektedir. Proje oluşturulduktan sonra otomatik olarak açılarak, ETS’nin çalışma ortamı görünümüne geçiş yapılacaktır. Çalışma ortamı görünümünde, projeyi oluşturmak ve düzenlemek için gerekli tüm özellikler bulunmaktadır.

Şekil 6.10'da gösterilen çalışma ortamı görünümünden istenildiği anda genel görünüm ekranına dönmek için, sol üst köşede bulunan yeşil ETS ikonuna tıklamak yeterlidir. Tekrar çalışılan projeye dönmek için de aynı buton kullanılmaktadır.



Şekil 6.10: Proje çalışma ekranı

Bu ekranda, üst kısımdaki ana araç çubuğu yardımıyla temel işlevler yerine getirilebilmektedir. Ana araç çubuğunun altında ise asıl içerik gösterilmektedir. "Varsayılan" olarak gelen panellerin haricinde bir panel daha açılması istenirse, Şekil 6.11'de gösterildiği gibi "Çalışma Alanı" sekmesinden, farklı özelliklere sahip diğer paneller de açılabilir.



Şekil 6.11: Yeni panel açılması

Bu işlemin yanı sıra her bir panel üzerindeki panelin isminin üzerine tıklayarak, o panelin içeriğini değiştirmek mümkündür. Sağ taraftaki özellikler sekmesi, seçili öğeye ait bilgileri ve ayarları barındırmaktadır. Yine sağ taraftaki “çalışma alanı” sekmesine tıklayıp yeni bir çalışma alanı düzeni oluşturarak, mevcut çalışma alanının görünümü kaydedilip çağrılabilir ya da “default” özelliğini kullanarak ilk ayarlara geri dönülebilir. Her bir pencere yeniden boyutlandırılabilir, kapatılabilir ya da yerinden sökülerek, birden fazla monitör ile çalışılıyorsa, farklı bir monitöre taşınabilir ve istendiğinde tekrar yerine oturtulabilir.

6.5 Bina Yapısının Oluşturulması

Bir ETS projesi, kullanılacak olan KNX cihazlarını içerir ve bu cihazların birbirleri ile olan bağlantılarını tanımlamak için kullanılır. ETS yazılımındaki bina yapısının oluşturulma amacı, gerçek bir projedeki odalara veya panolara dağıtılmış cihazları yansıtmaktır. Proje içerisinde cihazlar, kendi kurulum alanlarına atanabilir. Bu işlem, binaya yerleştirilen cihazları programlama aşamasında, istenilen ürünün ve özelliğinin daha kolay bulunmasına olanak tanır. Bir bina yapısı oluşturmak için, sol üst köşedeki “Bina Bölümü Ekle” butonuna basılması ve Şekil 6.12’de gösterildiği gibi binaya bir isim verilmesi gerekmektedir.



Şekil 6.12: Bina bölümü ekle

Binaya farklı bölümler eklemek için, binayı seçip, “Kat Ekle” butonunun sağ kısmındaki ok işaretini tıklamak yeterlidir. Aynı işlem benzer şekilde, alt bölüm eklemek istendiğinde bir bina bölümüne sağ tıklanarak açılan pencereden de gerçekleştirilebilir. Şekil 6.13’te, bu çalışma kapsamında oluşturulmuş örnek bina yapısı görülmektedir.



Şekil 6.13: Örnek bina yapısı

ETS yazılımı ile çalışılırken herhangi bir hata yapıldığında, üstte yer alan “geri al” butonuna basılarak son yapılan işlemden geriye doğru gidilmesi mümkündür. Aynı şekilde sağ tarafta bulunan “Geri Al Geçmişi” kısmında yapılan işlem adımları da, Şekil 6.14’teki gibi görülebilmektedir. Bu pencerenin alt kısmında bulunan “geri al” butonuna basılarak tek tek ya da listeden gidilmesi istenen adımın seçilmesi ve toplu bir şekilde geri alma işlemi yapılması da mümkündür.



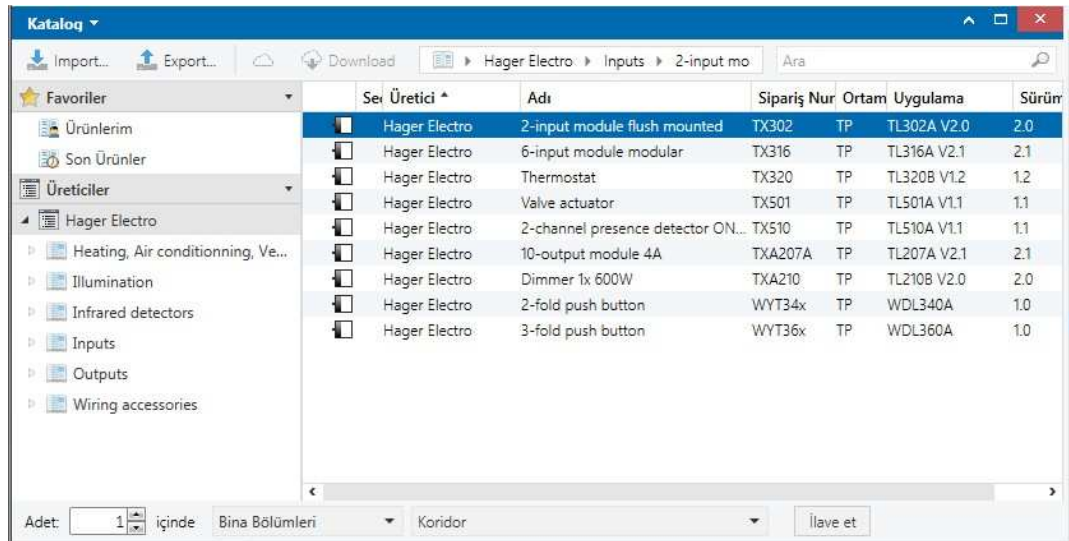
Şekil 6.14: Geçmiş geri alma işlemi

6.6 Cihaz Ekleme ve Adresleme

Bina yapısının oluşturulmasının ardından, otomasyon sisteminde kullanılacak olan KNX ürünleri gerekli bina bölümlerine atanabilir. Ekleniecek olan ürünler, gerçekte kullanılacak ürünlerin, program içerisindeki yansımalarıdır.

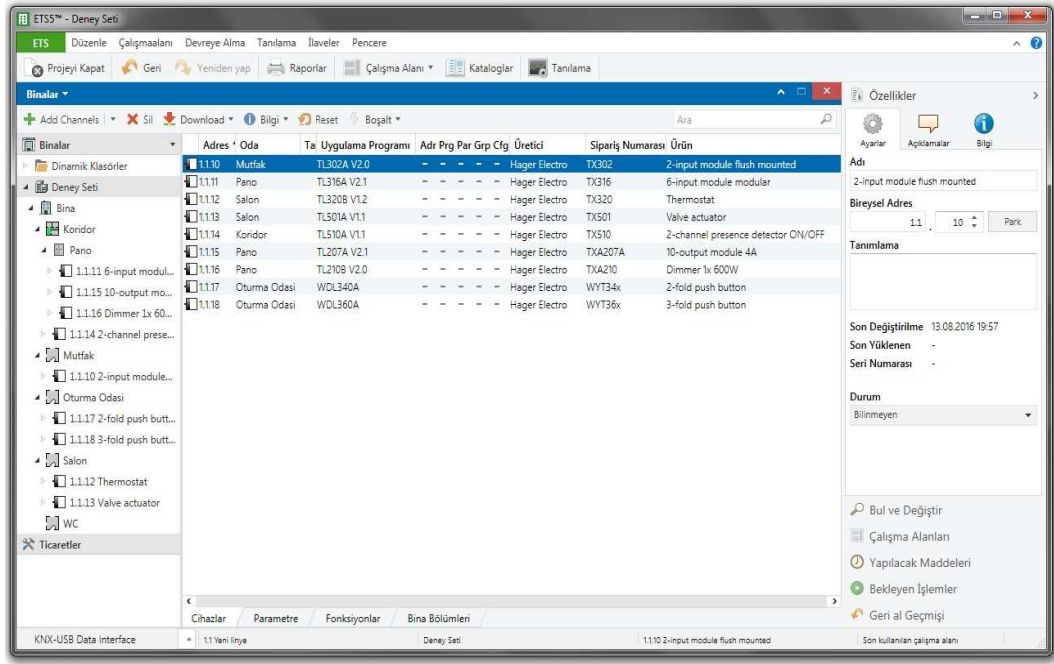
Bu işlemi gerçekleştirmek için, üst panelde bulunan kataloglar butonuna basarak, “Katalog Paneli”nin açılması gerekmektedir. Katalog panelinin sol tarafındaki üreticiler sekmesi altında ürünler, üreticilerine göre filtrelenebilmektedir. Aynı zamanda panelin sağ üstünde bulunan arama çubuğunu kullanarak liste daraltılabilir.

Kullanılması istenen ürün, Şekil 6.15’teki gibi katalog panelinde bulunduktan sonra, eklenmek istenen odanın üzerine sürüklenerek odaya eklenebilir. Aynı şekilde bu işlem, panelin alt kısmında cihazın eklenmek istendiği oda ve eklenmesi istenen cihaz adedi seçildikten sonra “İlave Et” butonuna basılarak gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 6.15: Katalog paneli

Binalar sekmesi altında, odalara eklenen cihazların üzerlerine tıklandığında, Şekil 6.16’daki gibi sağ taraftaki özellikler sekmesi altında bireysel adresler değiştirilebilir. Yine aynı sekme altında cihazlara tanımlayıcı notlar eklenerek devreye alma esnasında ve daha sonra programa müdahale edilmesi gerektiği durumlarda kolaylık sağlanabilmektedir.



Şekil 6.16: Cihazların odalara atanması

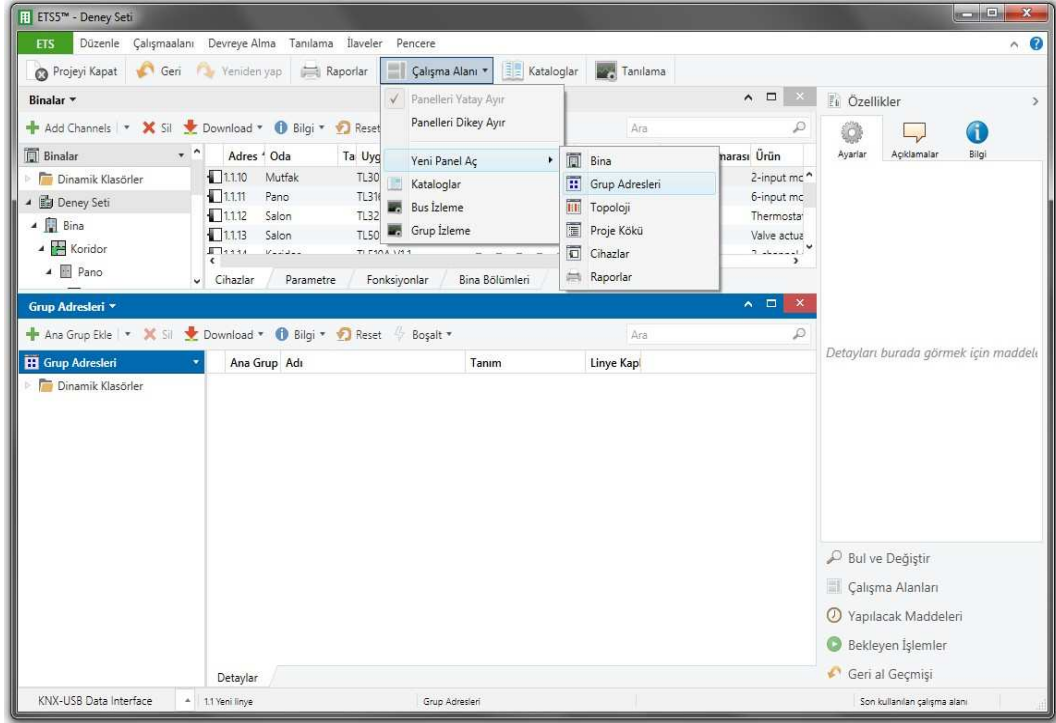
Bu işlemin ardından, projede kullanılacak tüm ürünler sisteme eklenmiş ve adresleri ayarlanmış olur. Bundan sonraki adım olan, cihazların birbirleri ile iletişimlerinin tanımlanacağı cihazlar arası bağlantı aşamasına geçilebilir.

6.7 Cihazlar Arası Bağlantının Kurulması

Eklenen KNX ürünlerinin birbirleri ile haberleşmelerini sağlamak için aralarında bağlantılar oluşturulması gerekmektedir. Bu bağlantılar, grup adresleri adı verilen ve veri yolu üzerindeki cihazların birbirleri ile iletişim kurmalarını sağlayan sanal adresler aracılığı ile gerçekleştirilir. Grup adresi oluşturmak için, bu adreslerin eklenip düzenlenmesini sağlayan grup adresleri panelinin açılması gerekmektedir. ETS yazılımının üst kısmında yer alan çalışma alanı sekmesi içerisinde Şekil 6.17'deki gibi grup adresleri paneli açılabilir.

Bu panel ilk açıldığında içerisinde grup adresi bulunmadığından boştur. Grup adresleri bölümü de bina yapı elemanlarının oluşturulması gibi işlemektedir. Grup adresi oluşturma yapısı için herhangi bir zorunlu kural yoktur. Evin merkezi işlevlerine, odalara vb. yapılara bağlı, istenilen şekilde bir düzen oluşturulabilir.

Bu çalışma kapsamında oluşturulacak grup adresleri, Şekil 6.18'deki gibi tek bir ana grup içerisinde toplanıp, orta gruplar olarak aydınlatma, dimmer, panjur ve termostat kullanılmıştır.



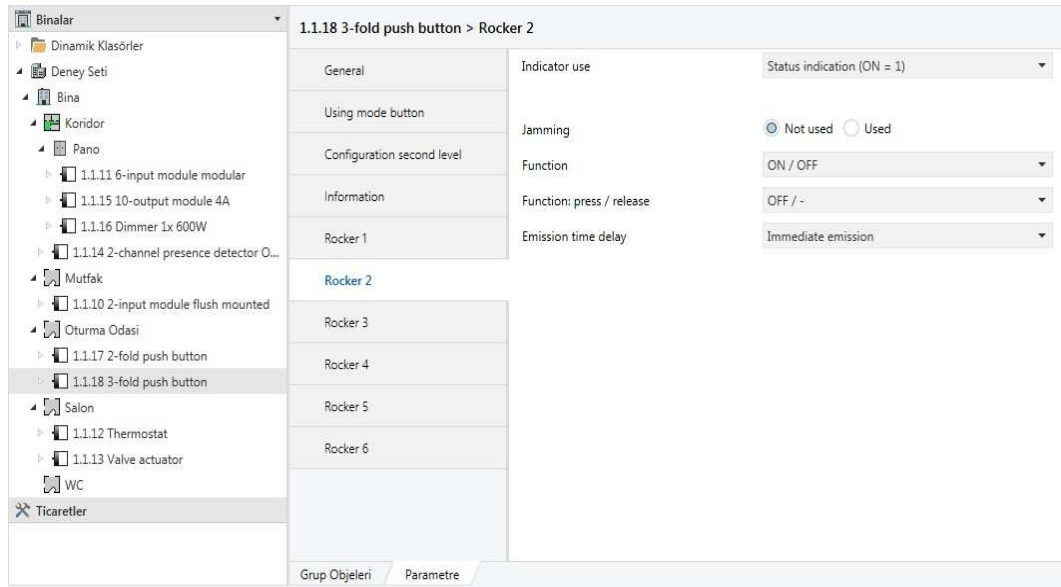
Şekil 6.17: Grup adresleri paneli



Şekil 6.18: Oluşturulan grup adresi yapısı

Cihaz fonksiyonlarının bağlanmasından önce, cihazların ayarlarının yapılması gerekmektedir. Bu işlem için “Binalar” penceresinden ayarı yapılacak olan cihaz seçildikten sonra, pencerenin sağ altında bulunan “Parametre” sekmesine geçiş yapılması gerekmektedir.

Öncelikle aydınlatma için kullanılacak olan girişler ayarlanır. İlk olarak WYT360 6’lı buton modülünün ilk iki butonunun, salon aydınlatmasını açıp kapatması için kullanılması istenmektedir. Bu işlem için “Rocker 1” sekmesinden butonun fonksiyonunun “ON/OFF” ve basma eyleminin “ON” yani “açma eylemi” olarak tanımlanması gerekmektedir. Aynı şekilde ikinci butonun basma eylemi de Şekil 6.19’daki gibi “OFF” olarak ayarlanır.



Şekil 6.19: Buton eylemlerinin atanması

Benzer şekilde “3” ve “4” numaralı butonların da oturma odası ve WC aydınlatmalarına bağlanması istenmektedir. Ancak burada farklı olan, açma ve kapatma işlemlerinin tek bir buton üzerinden gerçekleştirilecek olmasıdır. Bu işlem için de buton fonksiyonu olarak Şekil 6.20’deki gibi “Toggle” kullanılması gerekmektedir.

Kullanılacak butonun ayarları tamamlandıktan sonra, aydınlatma ve panjur kontrolünü sağlayan TXA207 10’lu çıkış modülünün ayarının yapılması gerekmektedir. Deney setinde ilk altı çıkışın aydınlatma kontrolü, son dört çıkışın

ise panjur kontrolü için kullanılması istendiğinden, bu ayarlamının Şekil 6.21'deki gibi aydınlatma ve panjur seçimleri şeklinde yapılması gerekmektedir.

1.1.14 3-fold push button > Rocker 3

Using mode button	Indicator use	Status indication (ON = 1)
Configuration second level		
Information	Jamming	<input checked="" type="radio"/> Not used <input type="radio"/> Used
Rocker 1	Function	Toggle switch
Rocker 2	Function: press / release	Toggle switch / -
Rocker 3		
Rocker 4		
Rocker 5		
Rocker 6		

Grup Objeleri Parametre

Şekil 6.20: 3 numaralı buton fonksiyonunun atanması

Binalar

1.1.15 10-output module 4A > General

General	SELECT FUNCTION
ETS Version	Output 1-2 <input checked="" type="radio"/> Lighting <input type="radio"/> Shutter and blind
Output 1: Timer and Automati...	Output 3-4 <input checked="" type="radio"/> Lighting <input type="radio"/> Shutter and blind
Output 1: Scenes	Output 5-6 <input checked="" type="radio"/> Lighting <input type="radio"/> Shutter and blind
Output 1: Special status	Output 7-8 <input type="radio"/> Lighting <input checked="" type="radio"/> Shutter and blind
Output 2: Timer and Automati...	Output 9-10 <input type="radio"/> Lighting <input checked="" type="radio"/> Shutter and blind
Output 2: Scenes	OTHER PARAMETERS
Output 2: Special status	Activation of manual mode <input type="radio"/> Manual mode authorized
Output 3: Timer and Automati...	Scenes restore object <input checked="" type="radio"/> Inactive <input type="radio"/> Active
Output 3: Scenes	
Output 3: Special status	
Output 4: Timer and Automati...	

Şekil 6.21: Çıkış modülünün ayarlanması

Ayarları tamamlanan giriş ve çıkış modülleri, artık grup adreslerine atanıp bağlantıları yapılabilir hale gelir. Bu işlem için yapılması gereken, “Binalar” sekmesi içerisine yerleştirilen modüllerin altlarındaki uygun fonksiyonların seçilmesi ve bunların gerekli grup adreslerine sürüklenmesidir. Öncelikle TXA207 modülünün “1” numaralı çıkışının açma kapatma fonksiyonu, 0/0/1 olan salon aydınlatması grup adresine atanır. Daha sonra bu çıkışı kontrol edecek olan,

WYT360 modülünün açma ve kapatma işlemleri olarak ayarlanan, 1 ve 2 numaralı girişlerine bağlanır. Benzer şekilde, çıkışın konumunu göstermesi için buton göstergeleri olan LED'ler de bu grup adresine atanabilir. Böylelikle, kullanılan diğer giriş ve çıkış modülleri ve cihazların ayarları yapıp oluşturulan grup adreslerine bağlanarak, istenilen senaryo çerçevesinde haberleşmeleri sağlanmaktadır.

Cihaz parametrelerinde değişiklik yaparken hangi ayarların değiştirildiğini ve hangi ayarların varsayılan ayarlardan farklı olduğunu anlamak için, üst kısımda bulunan “değişiklikleri vurgula” butonuna tıklanması yeterlidir. Böylece sonradan değiştirilen parametreler sarı renk ile vurgulanacaktır. Gerekli görülen durumda ise, yine üst kısımdaki varsayılan parametreler butonu yardımıyla cihaz parametrelerini fabrika ayarlarına döndürmek mümkündür.

6.8 Yükleme İşlemi

Cihaz ayar ve ilişkilendirmeleri bitirildikten sonra yapılması gereken, oluşturulan yapılandırmanın gerçek cihazlara yüklenmesidir. Yükleme işleminin yapılabilmesi için öncelikle cihazlara bireysel adres atamalarının yapılması gerekmektedir. Tüm KNX ürünleri adres ataması öncesinde ön tanımlı olarak “255.255.0” olarak gelmektedir. Bu nedenle cihazların bireysel adres atamaları her bir cihaz için ayrı ayrı yapılmalıdır.

İndirme işlemi, binalar ya da grup adresleri gibi, cihazlara erişim sağlanabilen tüm panellerden yapılabilir. Bunun yanında ETS5 yazılımı içerisinde bulunan “binalar” paneli içerisindeki “dinamik klasörler” sekmesi altından, değişiklik yapılmış ancak bu değişikliğin henüz yüklenmemiş olduğu cihazlar görülüp yükleme işlemi bu sekme üzerinden yapılabilir.

“Binalar” panelinde görülen cihazlara henüz yükleme işlemi yapılmamış olduğundan, ne bireysel adreslerin, ne uygulama programının, ne de parametrelerin indirilmemiş olduğu da yine açıkça gözlemlenebilir (Şekil 6.22).

Adres	Oda	Tanım	Uygulama Programı	Adr Prg Par Grp Cfg	Üretici	Sipariş Nur	Ürün
1.1.10	Mutfak	TL302A V2.0		- - - -	Hager Electro	TX302	2-input module flush mounted
1.1.11	Pano	TL316A V2.1		- - - -	Hager Electro	TX316	6-input module modular
1.1.12	Salon	TL320B V1.2		- - - -	Hager Electro	TX320	Thermostat
1.1.13	Salon	TL501A V1.1		- - - -	Hager Electro	TX501	Valve actuator
1.1.14	Koridor	TL510A V1.1		- - - -	Hager Electro	TX510	2-channel presence detector ON/OFF
1.1.15	Pano	TL207A V2.1		- - - -	Hager Electro	TXA207A	10-output module 4A
1.1.16	Pano	TL210B V2.0		- - - -	Hager Electro	TXA210	Dimmer 1x 600W
1.1.17	Oturma Odasi	WDL340A		- - - -	Hager Electro	WYT34x	2-fold push button
1.1.18	Oturma Odasi	WDL360A		- - - -	Hager Electro	WYT36x	3-fold push button

Şekil 6.22: Dinamik klasörler

Yükleme işlemini yapmak için tüm cihazları seçip “download” butonuna bastıktan sonra, açılan pencereden yapmak istenen işlemin seçilmesi gerekmektedir.

“Bireysel adresi yükle” seçeneği yalnızca bireysel adresleri, “uygulamayı yükle” seçeneği hali hazırda adreslenmiş olan cihazlara yalnızca uygulama programını, “hepsini yükle” seçeneği ise tümünün (adresler ve uygulama programı) indirilmesini sağlar.

İlk aşamada bireysel adres ataması da yapılması gerektiği için, hepsini yükle seçeneğine tıklanması gerekmektedir. İndirme süreci, bekleyen işlemler sekmesi altından takip edilebilmektedir. Bireysel adres ataması da yapılacağı için program, Şekil 6.23’teki gibi cihazların programlama moduna geçirilmesini isteyecektir.

Genelde KNX cihazlarında “programlama” butonuna basıldığında, cihazın programlama moduna girdiğini belirten bir led yanar. Yüklemeye sonrası bu led otomatik olarak sönecek ve cihaz yeniden başlatılacaktır. Yüklemeye işlemi tamamlandığında ise “binalar” paneli içerisindeki cihazların görünümü Şekil 6.24’teki gibi olmaktadır.



Şekil 6.23: Cihaz parametrelerinin yüklenmesi

Adres	Oda	Ta: Uygulama Programı	Adr Prg Par Grp Cfg	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün
1.1.10	Mutfak	TL302A V2.0	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	Hager Electro	TX302	2-input module flush mounted
1.1.11	Pano	TL316A V2.1	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	Hager Electro	TX316	6-input module modular
1.1.12	Salon	TL320B V1.2	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	Hager Electro	TX320	Thermostat
1.1.13	Salon	TL501A V1.1	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	Hager Electro	TX501	Valve actuator
1.1.14	Koridor	TL510A V1.1	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	Hager Electro	TX510	2-channel presence detector ON/OFF
1.1.15	Pano	TL207A V2.1	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	Hager Electro	TXA207A	10-output module 4A
1.1.16	Pano	TL210B V2.0	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	Hager Electro	TXA210	Dimmer 1x 600W
1.1.17	Oturma Odası	WDL340A	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	Hager Electro	WYT34x	2-fold push button
1.1.18	Oturma Odası	WDL360A	✓ ✓ ✓ ✓ ✓	Hager Electro	WYT36x	3-fold push button

Şekil 6.24: Program yüklemesi sonrası görünüm

6.9 Oluşturulan Senaryolar

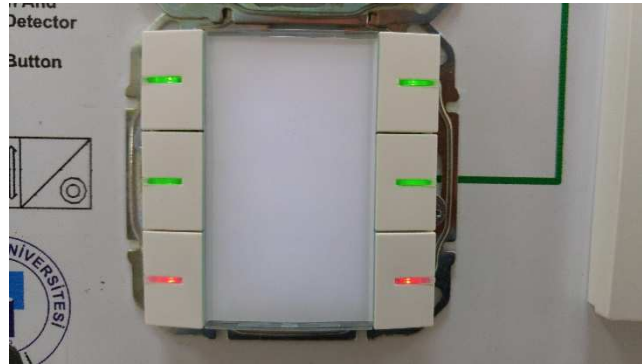
Yapılan çalışma dahilinde oluşturulan deney düzeneği üzerinde aşağıdaki senaryolar gerçekleştirilmiştir.

Senaryo 1: Bu senaryo, evin aydınlatma kontrolünü yapmak için hazırlanmıştır (Şekil 6.25). WYT360 6'lı giriş modülünün 1 numaralı butonu, salondaki C1 lambasının açma işlemini, 2 numaralı butonu ise kapatma işlemini gerçekleştirmektedir. 3 ve 4 numaralı butonlara ise sırasıyla WC ve oturma odasındaki aydınlatmaların tek tuşla aç-kapat fonksiyonları ilişkilendirilmiştir.

Senaryo için tanımlanan butonlar isteğe bağlı olup ETS yazılımı içerisinde ihtiyaç dahilinde istenildiği gibi değiştirilebilmektedir (Şekil 6.26).



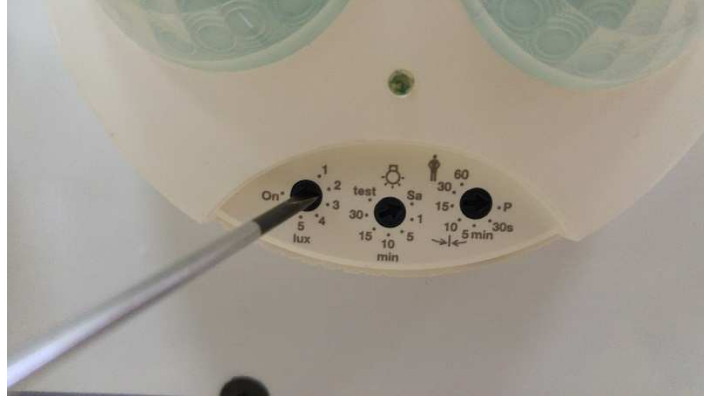
Şekil 6.25: Senaryo 1 dahilinde lambaların devreye alınması



Şekil 6.26: Senaryo 1 dahilinde WYT360 6'lı giriş modülünün durumu

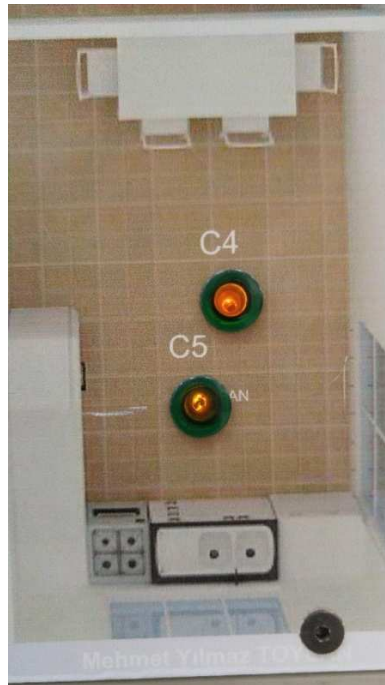
Senaryo 2: Hazırlanan bu senaryo, C3 koridor aydınlatmalarının otomatik kontrolü için oluşturulmuştur. Bu senaryoda TX510 iki kanallı varlık detektörünün hareket algılama fonksiyonu, C3 koridor aydınlatmasına bağlanmıştır. Hareket algılandığı takdirde bu aydınlatmalar 10 saniye boyunca enerjilendirilmektedir. Varlık detektörünün ayarı istenildiği takdirde ETS yazılımı

içerisinden veya üzerindeki potansiyometreler yardımı ile değiştirilebilmektedir (Şekil 6.27).



Şekil 6.27: Senaryo 2 için varlık dedektörü hassasiyet ayarının yapılması

Senaryo 3: Bu senaryoda, mutfak aydınlatmalarının kontrolleri için geleneksel ikili sıva altı anahtar kullanıldığı ve bu yapının değiştirilmek istenmediği varsayılmıştır. Mevcut geleneksel anahtar arkasına monte edilebilen TXB302 ikili sıva altı giriş modülünün konumları C4 mutfak aydınlatması ile C5 mutfak fanına atanmıştır (Şekil 6.28).



Şekil 6.28: Senaryo 3 için mutfak aydınlatması ve fanın devreye alınması

Senaryo 4: Salondaki E1 dimlenebilir lambanın kontrolü için kullanılan bu senaryoda, WYT340 4'lü buton modülünün 1 ve 2 numaralı butonları TXA210 dimmer modülüne bağlı E1 aydınlatmasının dimleme işlemi için kullanılırken, 3 ve 4 numaralı butonları ise açma ve kapatma işlemleri için kullanılmıştır. Işık şiddeti dimleme işlemi ile ayarlanabilmekte (Şekil 6.29) ve açma kapatma butonları ile ayarlanan ışık şiddetinde aydınlatmanın açılması ve istenildiğinde kapatılması sağlanmaktadır. Senaryo için tanımlanan butonlar isteğe bağlı olup ETS yazılımı içerisinde ihtiyaç dahilinde istenildiği gibi değiştirilebilmektedir.



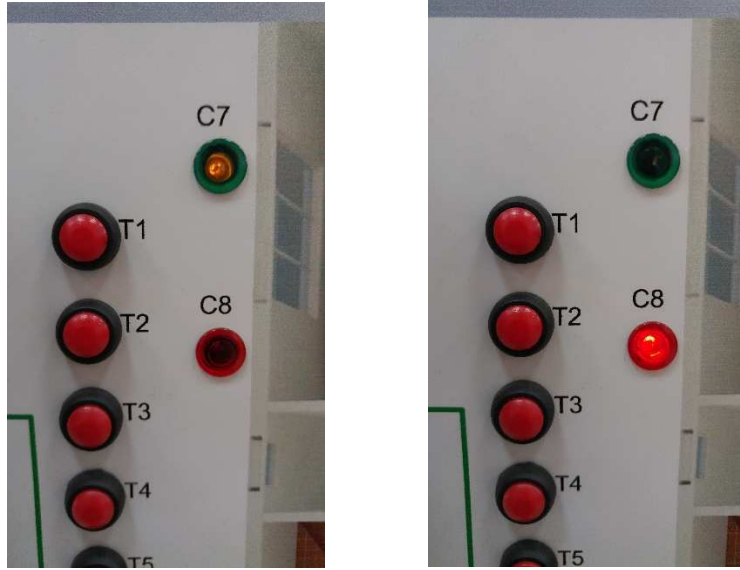
Şekil 6.29: Senaryo 4'e göre halojen lambanın dimmerlenmesi

Senaryo 5: Bu senaryo, salon ve oturma odasındaki panjur kontrolleri içindir. Panjurların mekanik olarak 10 saniyede tamamen açılabilirdiği ve yine 10 saniyede tamamen kapanabilirdiği varsayılmıştır.

C7 ve C9 ışıkları panjurların açma kontaklarını, C8 ve C10 ışıkları ise kapatma kontaklarını temsil etmektedir (Şekil 6.30).

Sistem dahilinde panjur motoru temini yapılamadığından, panjurun konum bilgisini simüle edebilmek amacıyla; simüle edilen konuttaki pencerelerden ilki için panjurun “açık” bilgisini C7, “kapalı” bilgisini C8, ikinci pencere için ise “açık” ve “kapalı” bilgilerini sırasıyla C9 ve C10 lambaları vermektedir.

Senaryo kapsamında, TX316 6'lı giriş modülüne bağlanmış olan T1-T4 butonları kullanılmaktadır. T1 ve T3 butonu panjurların açma işlemini, T2 ve T4 butonları ise kapatma işlemini yönetmektedir. Butonlardan birine uzun basılması halinde o butona atanmış olan panjur gerekli işlemi gerçekleştirmeye başlayacaktır. Hiçbir müdahalede bulunulmadığı takdirde sistem, hareketli panjurun 10 saniye sonunda işlemini tamamladığını varsayarak çıkışını kesecektir. İstenilen anda panjuru durdurmak için ise ilgili butonlardan birine kısa basılması yeterlidir.



Şekil 6.30: Senaryo 5 için panjurun “açık” ve “kapalı” konumları

Senaryo 6: Evdeki ısıtma sistemini kontrol etmek için oluşturulan bu senaryoda, TX320 termostat modülünün evin ısı kontrolünü yaptığı ve TX501 elektromotor kontrollü lineer aktüatörün ise evdeki radyatör peteklerini kontrol ettiği düşünülmüştür (Şekil 6.31). Oda termostatu üzerinden istenen sıcaklık derecesi ayarlandığında, aktüatörün açma ya da kapatma işlemi yaptığı görülmektedir. Termostat modülünün kontrolü için atanan T5 ve T6 butonları ise termostatu “comfort” ve “economy” modları arasında geçiş yaptırabilmektedir.



Şekil 6.31: Senaryo 6 dahilinde termostat ve aktüatörün durumları

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada, son yıllarda ülkemizde de önemli uygulama alanları bulan KNX tabanlı bina otomasyon sistemleri ele alınmıştır. Bu tür sistemler; aydınlatmadan iklimlendirmeye, güvenlikten enerji tüketiminin kontrolüne kadar pek çok uygulamada, gerek pratikliği gerekse ekonomik oluşu gibi nedenlerden dolayı tercih edilen sistemler arasına girmiştir.

Çalışma dahilinde; hem KNX sistemleri üzerine çalışmalarını geliştirmek isteyenlere, hem de bu tür bir sistem kurmadan önce geliştirdikleri senaryolarını denemek isteyenlere yönelik bir simülatör geliştirilmiştir. Bu simülatör ile, örnek bir konutun hemen hemen her türlü konfor ihtiyacına yönelik senaryo geliştirilebilmekte ve saha uygulamasından önce denenebilmektedir.

Yapılan simülatör, istenildiği takdirde sisteme ilave edilecek modüllerle daha da fonksiyonel hale getirilebilir yapıdadır.

Özellikle Sanayi 4.0 hareketi ile birlikte, ülkemizin de içerisinde yer aldığı teknoloji platformunun, önümüzdeki süreçte KNX tabanlı sistemlerle birlikte yeni teknolojik atılım ve devrimleri gerçekleştirmesinin hiç de uzakta olmadığı kolaylıkla öngörülebilir. Bu bağlamda, gerek sanayinin gerekse akademik camianın bu türden sistemlerin geliştirilmesine yönelik insan gücüne ve teknolojiye yatırım yapmaları, kaçınılmaz bir gerçeklik olarak karşımıza çıkmaktadır.

8. KAYNAKLAR

Acar, O., “Akıllı Bina Otomasyon Sistemlerinde Seri İletişim-Ethernet Entegrasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Bilgisayar Sistemleri Eğitimi Anabilim Dalı, Kocaeli, (2004).

Akgül, E., “PLC Destekli Yüksek Duyarlıklılı Bina Otomasyon Sisteminin Tasarımı”, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Kahramanmaraş, (2000).

Aksakal, H., “Bina Otomasyon Sistemlerinin Enerji Verimliliğine Etkisinin Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, Enerji Bilim ve Teknoloji Anabilim Dalı, İstanbul, (2011).

Bennett, S., *A History of Control Engineering 1930-1955*, London: Peter Peregrinus Ltd. On behalf of the Institution of Electrical Engineers, 1-3, (1993).

Cavalieri, S. and Chiacchio, F., “Limiting the loss of information in KNXnet/IP on congestion conditions”, *Computer Networks*, 73, 154-172, (2014).

Cetin E., Toylan M.Y., “KNX-based building automation systems for home applications”, *Euro-American Conference for Academic Disciplines*, Barcelona-Spain (2015).

Cetin E., Toylan M. Y., 2014, “Design of a KNX based automation system simulator for building applications energized by photovoltaic systems”, *SOLARTR 2014*, İzmir (2014).

Çolak, H. A., “Akıllı Bina Otomasyonu ile Verimli Çalışma Ortamının Sağlanması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı, İstanbul, (2010).

Dzmura, J., Petras, J. and Bernat, M., “Physical parameter measurement by KNX/EIB system”, *8th International Scientific Symposium on Electrical Power Engineering*, (eds: M. Kolcun, I. Kolcunava and J. Kurimsky), Slovakia, (2015).

Genli, M. M., “Bina Otomasyon Sistemleri”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2005).

Girgin, Z., “Otomatik Kontrol Ders Notları”, Ders Notu, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü, Denizli, (2015).

Gökbayrak, A. B., “Kablosuz Algılayıcı Ağı ve KNX Entegrasyonu ile Ev Otomasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektronik ve Haberleşme Mühendisliği Anabilim Dalı, Kocaeli, (2015).

Gökbayrak, A. B., Kılıvan, S., Akın, S., Çelebi, A., Urhan, O., “Wireless sensor network-based extension to KNX home automation system”, *Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences*, 3652-3663, (2015).

Gürsel, K., “Otomatik Kontrol ve Ölçme Teknikleri [online]”, (26 Eylül 2016), http://www.emo.org.tr/ekler/c0592c2f4067cf9_ek.pdf, (2005).

Hager, TX316 6-Input Module Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2003).

Hager, TH101 USB Data Interface Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2005).

Hager, TX320 Room Thermostat Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2007).

Hager, WYT32., WYT34., WYT36. Push Button 2-, 4-, 6-way With Indicators Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2009).

Hager, TXA210 Dimmer Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2010^a).

Hager, TXA207A Output Module 10-Fold Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2010^b).

Hager, TXB302 2 Flush Mounted Inputs Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2010^c).

Hager, TX510 Two-Channel Presence Detector Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2010^d).

Hager, TXA112 Power Supply Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2011).

Hager, TX501 Electromotor-Driven Proportional Actuator Datasheet, Hager Electro S.A.S., (2014).

Judmayer, A., Krammer, L. and Kastner, W., “On the security of security extensions for IPbased KNX networks”, *10th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems*, France, (2014).

Kensby, J., Olsson, R., “Building Automation Systems Design: Guidelines for Systems with Complex Requirements”, M. Sc. Thesis, Chalmers University of Technology, Göteborg-Sweden, (2012).

KNX Association, KNX Basic Course Documentation, 3-21, (2015).

KNX Association, KNX Basics, PDF version, p. 20, (2016^a)

KNX Association, “ETS Versions [online]”, (23 Augustos 2016), <https://www.knx.org/knx-en/software/ets/download/index.php>, (2016^b).

Marin, P., Brunete, A., Cedazo, R., et al., “Remote lab for KNX building automation system”, *8th International Conference of Education, Research and Innovation*, (eds: L.G. Chova, A.L. Martinez and I.C. Torres), Spain, (2015).

Markiewicz, M., “An eventbased language for simplified definition of home automation control routines”, *Proceedings First Int Conf Event Based Control Commu Signal Processing*, Poland, (2015).

Matijevics, E., “KNX based lighting control solutions with GIRA HomeServer 3”, *7th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics*, 263-266, (2009).

Merz, H., Hansemann, T., Hübner, C., *Building Automation, Communication Systems with EIB/KNX, LON, and BACnet*, Berlin: Springer, p. 282 (2009).

Novak, T., Vanus, J., Sumpich, J., et al., “Possibility to Achieve the Energy Savings by the Light Control in Smart Home”, *7th International Scientific Symposium on Electrical Power Engineering*, (eds: M. Kolcun, I. Kolcunava and Kurimsky), Slovakia, (2013).

Önkol, E., “Lonworks Protokolü ile Bina Otomasyon Sistemlerinin Tasarımı ve Programlanması”, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2009).

Özbaylar, U., “Akıllı Bina Otomasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Sosyal Bilimler Enstitüsü, Strateji Bilimi Anabilim Dalı, Kocaeli, (2003).

Özgen, B., “Bina Otomasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2006).

Sita, I. V., “Train Comfort, Access and Security using KNX and LOGO! Controllers”, *Electrical Systems for Aircraft, Railway and Ship Propulsion (ESARS)*, 1-6, (2012).

Stimoniaris, D., Kollatou, T., Tsiamitros, D., et al., “Cooperation scheme between KNX and a microgrid control system for enhanced demandside management”, *9th International Conference on Electrical and Electronics Engineering*, Bursa, (2015).

Şahin, E., “Ev ve Bina Otomasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, (2002).

Vanus, J., Cerny, M. and Koziorek, J., “The Proposal of the Smart Home Care Solution with KNX Components”, *38th International Conference on Telecommunications and Signal Processing*, Czech Republic, (2015).

Vanus, J., Smolon, M., Martinek, R., et al., “Testing of the voice communication in smart home care”, *Human-Centric Computing and Information Sciences*, 5, 15, (2015).

Yılmaz, C., “Bilgisayarla Durum İzlemeli Mikrodenetleyici Temelli Bina Otomasyonu Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, (2001).

Yılmaz, C., “Profibus-DP Ağ Tabanlı Bina Otomasyonu”, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, (2007).

Yılmaz, M. ve Kaya, İ., “Servo – Senkron Mekanizmalar”, Ders Notu, Mersin Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Elektrik Anabilim Dalı, Mersin, (2016).

Yurtsever, U., “PC Tabanlı Bina Otomasyonu”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya, (2002).

Zarkadis, N., Ridi, A. and Morel, N., “A multisensor officebuilding database for experimental validation and advanced control algorithm development”, *5th International Conference on Ambient Systems, Networks and Technologies*, (eds: E. Shakhshuki and A. Yasar), Belgium, (2014).

EKLER

9. EKLER

EK A: Topoloji Raporu



Topoloji

Proje: Deney Seti

Dahil etme tarihi: 13 Ağustos 2016 Cumartesi

Yazdırma tarihi: 14 Ağustos 2016 Pazar

Baskı süresi: 01:21:46

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
0	Omurga alanı				
0.0	IP Omurga linyesi				
1	Yeni alan				
1.0	IP Ana linye				
1.1	TP Yeni linye				
9 linyedeki cihazlar					
1.1.10	Hager Electro	TX302	2-input module flush mounted	TL302A V2.0	
Mutfak					
Cihaz parametreleri					
Input 1-2					
Debounce time		50 ms	Hold down duration		450 ms
Weather alarm period		Not used			
Input 1					
Channel type		ON/OFF	Action on active front		ON/OFF
Active edge		Rising edge			
Input 2					
Channel type		ON/OFF	Action on active front		ON/OFF
Active edge		Rising edge			
Data					
Application software version		2.0a.1			
1.1.11	Hager Electro	TX316	6-input module modular	TL316A V2.1	
Pano					
Cihaz parametreleri					
Input 1-6					
Debounce time		50 ms	Hold down duration		450 ms
Weather alarm period		10 min			
Input 1					
Channel type		2-pushbutton shutter/blind	Moving direction		Up
Input 2					
Channel type		2-pushbutton shutter/blind	Moving direction		Down
Input 3					
Channel type		2-pushbutton shutter/blind	Moving direction		Up
Input 4					
Channel type		2-pushbutton shutter/blind	Moving direction		Down
Input 5					
Channel type		Heating mode	Set-point selection		Comfort
Input 6					
Channel type		Heating mode	Set-point selection		Economy
Data					
Application software version		2.1.1			
1.1.12	Hager Electro	TX320	Thermostat	TL320B V1.2	
Salon					
Cihaz parametreleri					
ETS version					

14 Ağustos 2016 Pazar

01:21:46

0.0

Omurga linyesi

2/14

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
011±0±001±1			Ticaret		
Oda Açıklamalar Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.12	Hager Electro	TX320	Termostat	TL320B V1.2	
Salon					
Cihaz parametreleri					
ETS version					
			ETS version	ETS 3	
General Inputs 1-3					
			Duration of long key-press2-channel mode	5 s	
Input 1					
			Jamming Function	Inhibited Not used	
Input 2					
			Jamming Function	Inhibited Not used	
Input 3					
			Jamming Type of device connected to the input	Inhibited Push button / switch	
Function			Not used		
Thermostat settings					
INSTALLATION					
Installation type			Heating		
BUTTON AND KEY UTILIZATION					
Button for temperature setting			Set-point adjustment (10°C to 28°C)		Authorized
Comfort duration delayed(BUS activated)			1 h		Comfort
BUTTON AND KEY BLOCKAGE			Authorized		
PB Mode			Inhibited		Jamming on 1
VALVE PROTECTION					
Valve protection			Inhibited		
EMISSION INTERVAL ON BUS					
Status objects Heating/coolingMode in progress(Comfort,...) every :			No emission		
Heating installation					
INSTALLATION CHARACTERISTICS					
Supplementary heating			Inhibited		Radiator
Emission of background heating objectvalve position in % if fluctuation of :			5%		30 min
Heating instructions					
INSTRUCTIONS					
Eco reduction			-1.0°C		20°C
Frost protection			8°C		-4°C
Set-point upper limit			30°C		5°C
Measurement characteristics					
CALIBRATING AMBIENT TEMPERATURE			Shift value		0.0°C
VALIDITY DURATION OF MEASURE-INPUTS			Cyclic monitoring		30 min
EMISSION INTERVAL ON BUS					
Emission of ambient temperature objectevery :			30 min		0.5°C
Scenes					
Scene learning			Authorized		

14 Ağustos 2016 Pazar

01:21:46

0.0

Omurga linyesi

3/14

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
0112100011	Oda		Ticaret		
Açıklamalar					
Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.12	Hager Electro	TX320	Termostat	TL320B V1.2	
Salon					
Cihaz parametreleri					
Scenes					
Scene 1		Comfort	Scene 2		Comfort
Scene 3		Comfort	Scene 4		Comfort
Scene 5		Comfort	Scene 6		Comfort
Scene 7		Comfort	Scene 8		Comfort
Scene 9		Comfort	Scene 10		Comfort
Scene 11		Comfort	Scene 12		Comfort
Scene 13		Comfort	Scene 14		Comfort
Scene 15		Comfort	Scene 16		Comfort
Scene 17		Comfort	Scene 18		Comfort
Scene 19		Comfort	Scene 20		Comfort
Scene 21		Comfort	Scene 22		Comfort
Scene 23		Comfort	Scene 24		Comfort
Scene 25		Comfort	Scene 26		Comfort
Scene 27		Comfort	Scene 28		Comfort
Scene 29		Comfort	Scene 30		Comfort
Scene 31		Comfort	Scene 32		Comfort
Data					
Version		1.2.5			
1.1.13	Hager Electro	TX501	Valve actuator	TL501A V1.1	
Salon					
Cihaz parametreleri					
General					
Valve characteristics		Standard	Emission of Status indication objectValve position if fluctuation of :		No emission
Emission of Status indication objectValve position every :		No emission			
Security and priority					
Security settings		Standard	Valve position for priority OFF		0%
Emission of Status indication objectHighest command value :		If heating rate applied is the higher			
External inputs					
Inputs functions		Not used			
Data					
Version		1.1.2			
1.1.14	Hager Electro	TX510	2-channel presence detector ON/OFF	TL510A V1.1	
Koridor					
Cihaz parametreleri					
General					
Detector type		Master	Status after downloading		Authorization ON
Activation of lenses		Lenses 1 and 2			
Lighting channel					
Operation mode		ON/OFF	ON/OFF mode		ON / OFF
14 Ağustos 2016 Pazar		01:21:46	0.0	Omurga linyesi	4/14

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
011±001±1			Ticaret		
Açıklamalar					
Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.14	Hager Electro	TX510	2-channel presence detector ON/OFF	TL510A V1.1	
Koridor					
Cihaz parametreleri					
Lighting channel					
Lighting mode	Parameters	Lighting time delay			5 s
Override operation	Automatic	Brightness threshold		Brightness measuring inactive	
Lock luminosity measuring	Not active	Emission after initialization		Emission	
Presence channel					
Operation mode	ON/OFF	ON/OFF mode			ON / OFF
Presence Mode	Presence	Presence time delay			5 s
Emission after initialization	Emission				
Data					
Version		1.1.7			
1.1.15	Hager Electro	TXA207A	10-output module 4A	TL207A V2.1	
Pano					
Cihaz parametreleri					
General					
SELECT FUNCTION		Output 1-2			Lighting
Output 3-4	Lighting	Output 5-6			Lighting
Output 7-8	Shutter and blind	Output 9-10			Shutter and blind
OTHER PARAMETERS		Activation of manual mode			Manual mode authorized
		Scenes restore object			Inactive
ETS Version					
ETS Version		ETS 3			
Output 1 : Timer and Automatic controls					
TIMER:					
Cut-OFF pre-warning	No pre-warning	Timer			3 min
Timer interruption	Interruptible timer	Timer operation			ON
AUTOMATIC CONTROLS :		Time limited toggle switch			1 h
Command type	ON/OFF	Type of automatic controls			Not used
Counter function	Inactive	HOURS COUNTER:			
Output 1 : Scenes					
Output status for scene 1	ON	Output status for scene 2			ON
Output status for scene 3	ON	Output status for scene 4			ON
Output status for scene 5	ON	Output status for scene 6			ON
Output status for scene 7	ON	Output status for scene 8			ON
Output status for scene 9	ON	Output status for scene 10			ON
Output status for scene 11	ON	Output status for scene 12			ON
Output status for scene 13	ON	Output status for scene 14			ON
Output status for scene 15	ON	Output status for scene 16			ON
Output status for scene 17	ON	Output status for scene 18			ON
Output status for scene 19	ON	Output status for scene 20			ON
Output status for scene 21	ON	Output status for scene 22			ON
Output status for scene 23	ON	Output status for scene 24			ON
Output status for scene 25	ON	Output status for scene 26			ON
14 Ağustos 2016 Pazar					
01:21:46					
0.0 Omurga linyesi					
5/14					

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
011±∞∞1±1			Ticaret		
Oda Açıklamalar Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.15	Hager Electro	TXA207A	10-output module 4A	TL207A V2.1	
Pano					
Cihaz parametreleri					
Output 1 : Scenes					
Output status for scene 27		ON	Output status for scene 28		ON
Output status for scene 29		ON	Output status for scene 30		ON
Output status for scene 31		ON	Output status for scene 32		ON
Storing		Authorized	Scene activation 1 bit		Inactive
Output 1 : Special status					
PRIORITY, JAMMING					
Status after jamming		Maintain	Jamming type		Permanent
BUS FAILURE, DOWNLOAD:					
Status at bus return		Storing	Status during and after download		Storing
OTHERS :					
Output contact					
					Normally open
Output 2 : Timer and Automatic controls					
TIMER:					
Cut-OFF pre-warning		No pre-warning	Timer operation		3 min
Timer interruption		Interruptible timer	Time limited toggle switch		1 h
AUTOMATIC CONTROLS :					
Command type		ON/OFF	Type of automatic controls		Not used
Counter function		Inactive	HOURS COUNTER:		
Output 2 : Scenes					
Output status for scene 1		ON	Output status for scene 2		ON
Output status for scene 3		ON	Output status for scene 4		ON
Output status for scene 5		ON	Output status for scene 6		ON
Output status for scene 7		ON	Output status for scene 8		ON
Output status for scene 9		ON	Output status for scene 10		ON
Output status for scene 11		ON	Output status for scene 12		ON
Output status for scene 13		ON	Output status for scene 14		ON
Output status for scene 15		ON	Output status for scene 16		ON
Output status for scene 17		ON	Output status for scene 18		ON
Output status for scene 19		ON	Output status for scene 20		ON
Output status for scene 21		ON	Output status for scene 22		ON
Output status for scene 23		ON	Output status for scene 24		ON
Output status for scene 25		ON	Output status for scene 26		ON
Output status for scene 27		ON	Output status for scene 28		ON
Output status for scene 29		ON	Output status for scene 30		ON
Output status for scene 31		ON	Output status for scene 32		ON
Storing		Authorized	Scene activation 1 bit		Inactive
Output 2 : Special status					
PRIORITY, JAMMING					
Status after jamming		Maintain	Jamming type		Permanent
BUS FAILURE, DOWNLOAD:					
Status at bus return		Storing	Status during and after download		Storing
OTHERS :					
Output contact					
					Normally open
Output 3 : Timer and Automatic controls					
TIMER:					
Cut-OFF pre-warning		No pre-warning	Timer operation		3 min
					ON

14 Ağustos 2016 Pazar

01:21:46

0.0

Omurga linyesi

6/14

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
0115100011			Ticaret		
Oda Açıklamalar Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.15	Hager Electro	TXA207A	10-output module 4A	TL207A V2.1	
Pano					
Cihaz parametreleri					
Output 3 : Timer and Automatic controls					
Timer interruption	Interruptible timer	Time limited toggle switch			1 h
AUTOMATIC CONTROLS :		Type of automatic controls			Not used
Command type	ON/OFF	HOURS COUNTER:			
Counter function	Inactive				
Output 3 : Scenes					
Output status for scene 1	ON	Output status for scene 2			ON
Output status for scene 3	ON	Output status for scene 4			ON
Output status for scene 5	ON	Output status for scene 6			ON
Output status for scene 7	ON	Output status for scene 8			ON
Output status for scene 9	ON	Output status for scene 10			ON
Output status for scene 11	ON	Output status for scene 12			ON
Output status for scene 13	ON	Output status for scene 14			ON
Output status for scene 15	ON	Output status for scene 16			ON
Output status for scene 17	ON	Output status for scene 18			ON
Output status for scene 19	ON	Output status for scene 20			ON
Output status for scene 21	ON	Output status for scene 22			ON
Output status for scene 23	ON	Output status for scene 24			ON
Output status for scene 25	ON	Output status for scene 26			ON
Output status for scene 27	ON	Output status for scene 28			ON
Output status for scene 29	ON	Output status for scene 30			ON
Output status for scene 31	ON	Output status for scene 32			ON
Storing	Authorized	Scene activation 1 bit			Inactive
Output 3 : Special status					
PRIORITY, JAMMING		Status after priority			Maintain
Status after jamming	Maintain	Jamming type			Permanent
BUS FAILURE, DOWNLOAD:		Status during bus failure			Storing
Status at bus return	Storing	Status during and after download			Storing
OTHERS :		Output contact			Normally open
Output 4 : Timer and Automatic controls					
TIMER:		Timer			3 min
Cut-OFF pre-warning	No pre-warning	Timer operation			ON
Timer interruption	Interruptible timer	Time limited toggle switch			1 h
AUTOMATIC CONTROLS :		Type of automatic controls			Not used
Command type	ON/OFF	HOURS COUNTER:			
Counter function	Inactive				
Output 4 : Scenes					
Output status for scene 1	ON	Output status for scene 2			ON
Output status for scene 3	ON	Output status for scene 4			ON
Output status for scene 5	ON	Output status for scene 6			ON
Output status for scene 7	ON	Output status for scene 8			ON
Output status for scene 9	ON	Output status for scene 10			ON
Output status for scene 11	ON	Output status for scene 12			ON
Output status for scene 13	ON	Output status for scene 14			ON
Output status for scene 15	ON	Output status for scene 16			ON
14 Ağustos 2016 Pazar 01:21:46 0.0 Omurga linyesi 7/14					

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
011±∞±1			Ticaret		
Oda					
Açıklamalar					
Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.15	Hager Electro	TXA207A	10-output module 4A	TL207A V2.1	
Pano					
Cihaz parametreleri					
Output 4 : Scenes					
Output status for scene 17		ON	Output status for scene 18		ON
Output status for scene 19		ON	Output status for scene 20		ON
Output status for scene 21		ON	Output status for scene 22		ON
Output status for scene 23		ON	Output status for scene 24		ON
Output status for scene 25		ON	Output status for scene 26		ON
Output status for scene 27		ON	Output status for scene 28		ON
Output status for scene 29		ON	Output status for scene 30		ON
Output status for scene 31		ON	Output status for scene 32		ON
Storing		Authorized	Scene activation 1 bit		Inactive
Output 4 : Special status					
PRIORITY, JAMMING			Status after priority		Maintain
Status after jamming		Maintain	Jamming type		Permanent
BUS FAILURE, DOWNLOAD:			Status during bus failure		Storing
Status at bus return		Storing	Status during and after download		Storing
OTHERS :			Output contact		Normally open
Output 5 : Timer and Automatic controls					
TIMER:					
Cut-OFF pre-warning		No pre-warning	Timer		3 min
Timer interruption		Interruptible timer	Timer operation		ON
AUTOMATIC CONTROLS :			Time limited toggle switch		1 h
Command type		ON/OFF	Type of automatic controls		Not used
Counter function		Inactive	HOURS COUNTER:		
Output 5 : Scenes					
Output status for scene 1		ON	Output status for scene 2		ON
Output status for scene 3		ON	Output status for scene 4		ON
Output status for scene 5		ON	Output status for scene 6		ON
Output status for scene 7		ON	Output status for scene 8		ON
Output status for scene 9		ON	Output status for scene 10		ON
Output status for scene 11		ON	Output status for scene 12		ON
Output status for scene 13		ON	Output status for scene 14		ON
Output status for scene 15		ON	Output status for scene 16		ON
Output status for scene 17		ON	Output status for scene 18		ON
Output status for scene 19		ON	Output status for scene 20		ON
Output status for scene 21		ON	Output status for scene 22		ON
Output status for scene 23		ON	Output status for scene 24		ON
Output status for scene 25		ON	Output status for scene 26		ON
Output status for scene 27		ON	Output status for scene 28		ON
Output status for scene 29		ON	Output status for scene 30		ON
Output status for scene 31		ON	Output status for scene 32		ON
Storing		Authorized	Scene activation 1 bit		Inactive
Output 5 : Special status					
PRIORITY, JAMMING			Status after priority		Maintain
Status after jamming		Maintain	Jamming type		Permanent
BUS FAILURE, DOWNLOAD:			Status during bus failure		Storing

14 Ağustos 2016 Pazar

01:21:46

0.0

Omurga linyesi

8/14

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
01510100101	Oda		Ticaret		
Açıklamalar					
Yükleme Notları					

1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.15	Hager Electro	TXA207A	10-output module 4A	TL207A V2.1	
Pano					

Cihaz parametreleri

Output 5 : Special status

Status at bus return	Storing	Status during and after download	Storing
OTHERS :		Output contact	Normally open

Output 6 : Timer and Automatic controls

TIMER:		Timer	3 min
Cut-OFF pre-warning	No pre-warning	Timer operation	ON
Timer interruption	Interruptible timer	Time limited toggle switch	1 h
AUTOMATIC CONTROLS :		Type of automatic controls	Not used
Command type	ON/OFF	HOURS COUNTER:	
Counter function	Inactive		

Output 6 : Scenes

Output status for scene 1	ON	Output status for scene 2	ON
Output status for scene 3	ON	Output status for scene 4	ON
Output status for scene 5	ON	Output status for scene 6	ON
Output status for scene 7	ON	Output status for scene 8	ON
Output status for scene 9	ON	Output status for scene 10	ON
Output status for scene 11	ON	Output status for scene 12	ON
Output status for scene 13	ON	Output status for scene 14	ON
Output status for scene 15	ON	Output status for scene 16	ON
Output status for scene 17	ON	Output status for scene 18	ON
Output status for scene 19	ON	Output status for scene 20	ON
Output status for scene 21	ON	Output status for scene 22	ON
Output status for scene 23	ON	Output status for scene 24	ON
Output status for scene 25	ON	Output status for scene 26	ON
Output status for scene 27	ON	Output status for scene 28	ON
Output status for scene 29	ON	Output status for scene 30	ON
Output status for scene 31	ON	Output status for scene 32	ON
Storing	Authorized	Scene activation 1 bit	Inactive

Output 6 : Special status

PRIORITY, JAMMING		Status after priority	Maintain
Status after jamming	Maintain	Jamming type	Permanent
BUS FAILURE, DOWNLOAD:		Status during bus failure	Storing
Status at bus return	Storing	Status during and after download	Storing
OTHERS :		Output contact	Normally open

Output 7-8 : Time delay et Alarms

TIME DELAY:		Closure type	Shutter and blind
Duration for complete UpValue (0 s...500 s)	10	Duration for complete DownValue (0 s...500 s)	10
Time delay for inverting motion direction	600 ms	Secured Down	Inactive
Relay closing time for slat angleValue (1 ...50 x50ms)	3	Total number of slat anglesValue (2... 50)	12
ALARMS:		Alarm monitoring period	30 min
Position on wind alarm start	Maintain	Position after wind alarm	Maintain
Position on rain alarm start	Maintain	Position after rain alarm	Maintain

Output 7-8 : Scenes

14 Ağustos 2016 Pazar

01:21:46

0.0

Omurga linyesi

9/14

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
011±∞1±1			Ticaret		
Oda					
Açıklamalar					
Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.15	Hager Electro	TXA207A	10-output module 4A	TL207A V2.1	
Pano					
Cihaz parametreleri					
Output 7-8 : Scenes					
Position for scene 1		High position	Position for scene 2		High position
Position for scene 3		High position	Position for scene 4		High position
Position for scene 5		High position	Position for scene 6		High position
Position for scene 7		High position	Position for scene 8		High position
Position for scene 9		High position	Position for scene 10		High position
Position for scene 11		High position	Position for scene 12		High position
Position for scene 13		High position	Position for scene 14		High position
Position for scene 15		High position	Position for scene 16		High position
Position for scene 17		High position	Position for scene 18		High position
Position for scene 19		High position	Position for scene 20		High position
Position for scene 21		High position	Position for scene 22		High position
Position for scene 23		High position	Position for scene 24		High position
Position for scene 25		High position	Position for scene 26		High position
Position for scene 27		High position	Position for scene 28		High position
Position for scene 29		High position	Position for scene 30		High position
Position for scene 31		High position	Position for scene 32		High position
Storing		Authorized	Scene activation 1 bit		Inactive
Output 7-8 : Special status					
PRIORITY, JAMMING			Status after priority		Maintain
Status after jamming		Maintain	Jamming type		Permanent
BUS FAILURE, DOWNLOAD:			Status at bus return		Maintain
Status after download		Maintain			
Output 9-10 : Time delay et Alarms					
TIME DELAY:			Closure type		Shutter and blind
Duration for complete UpValue (0 s...500 s)		10	Duration for complete DownValue (0 s...500 s)		10
Time delay for inverting motion direction		600 ms	Secured Down		Inactive
Relay closing time for slat angleValue (1 ...50 x50ms)		3	Total number of slat anglesValue (2... 50)		12
ALARMS:			Alarm monitoring period		30 min
Position on wind alarm start		Maintain	Position after wind alarm		Maintain
Position on rain alarm start		Maintain	Position after rain alarm		Maintain
Output 9-10 : Scenes					
Position for scene 1		High position	Position for scene 2		High position
Position for scene 3		High position	Position for scene 4		High position
Position for scene 5		High position	Position for scene 6		High position
Position for scene 7		High position	Position for scene 8		High position
Position for scene 9		High position	Position for scene 10		High position
Position for scene 11		High position	Position for scene 12		High position
Position for scene 13		High position	Position for scene 14		High position
Position for scene 15		High position	Position for scene 16		High position
Position for scene 17		High position	Position for scene 18		High position
Position for scene 19		High position	Position for scene 20		High position
Position for scene 21		High position	Position for scene 22		High position

14 Ağustos 2016 Pazar

01:21:46

0.0

Omurga linyesi

10/14

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
01±0001±1			Ticaret		
Oda Açıklamalar Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.15	Hager Electro	TXA207A	10-output module 4A	TL207A V2.1	
Pano					
Cihaz parametreleri					
Output 9-10 : Scenes					
Position for scene 23		High position	Position for scene 24		High position
Position for scene 25		High position	Position for scene 26		High position
Position for scene 27		High position	Position for scene 28		High position
Position for scene 29		High position	Position for scene 30		High position
Position for scene 31		High position	Position for scene 32		High position
Storing		Authorized	Scene activation 1 bit		Inactive
Output 9-10 : Special status					
PRIORITY, JAMMING			Status after priority		Maintain
Status after jamming		Maintain	Jamming type		Permanent
BUS FAILURE, DOWNLOAD:			Status at bus return		Maintain
Status after download		Maintain			
Data					
Version			2.1.5		
1.1.16	Hager Electro	TXA210	Dimmer 1x 600W	TL210B V2.0	
Pano					
Cihaz parametreleri					
General					
Local min/max dimmer settingsauthorisation		Authorised	Brightness value memorization ofscene on front face of the dimmer		Authorised
Relative dimming min/max valuesafter download		Values adjusted on the product			
ETS Version					
ETS Version		ETS3			
Settings and timer					
DIMMING PARAMETERS:					
Switch-ON speed		0 s	Relative dimmer speed		4 s
Brightness at switch-ONValue (1,101)(last value: 101)		101	Cut-OFF speed		0 s
Timer		3 min	TIMER:		
Timer operation		ON	Cut-OFF pre-warning		No pre-warning
Scene					
Brightness value for scene 1Value (0%...100 %), no action (101)		100	Dimming speed to scene 1		0 s
Brightness value for scene 2Value (0%...100 %), no action (101)		95	Dimming speed to scene 2		0 s
Brightness value for scene 3Value (0%...100 %), no action (101)		90	Dimming speed to scene 3		0 s
Brightness value for scene 4Value (0%...100 %), no action (101)		85	Dimming speed to scene 4		0 s
Brightness value for scene 5Value (0%...100 %), no action (101)		80	Dimming speed to scene 5		0 s
Brightness value for scene 6Value (0%...100 %), no action (101)		75	Dimming speed to scene 6		0 s
Brightness value for scene 7Value (0%...100 %), no action (101)		70	Dimming speed to scene 7		0 s
14 Ağustos 2016 Pazar					
01:21:46		0.0		Omurga linyesi	
11/14					

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
011±∞1±1			Ticaret		
Açıklamalar					
Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.16	Hager Electro	TXA210	Dimmer 1x 600W	TL210B V2.0	
Pano					
Cihaz parametreleri					
Scene					
Brightness value for scene 8Value (0%...100 %), no action (101)	65	Dimming speed to scene 8			0 s
Brightness value for scene 9Value (0%...100 %), no action (101)	60	Dimming speed to scene 9			0 s
Brightness value for scene 10Value (0%...100%), no action (101)	55	Dimming speed to scene 10			0 s
Brightness value for scene 11Value (0%...100%), no action (101)	50	Dimming speed to scene 11			0 s
Brightness value for scene 12Value (0%...100%), no action (101)	45	Dimming speed to scene 12			0 s
Brightness value for scene 13Value (0%...100%), no action (101)	40	Dimming speed to scene 13			0 s
Brightness value for scene 14Value (0%...100%), no action (101)	35	Dimming speed to scene 14			0 s
Brightness value for scene 15Value (0%...100%), no action (101)	30	Dimming speed to scene 15			0 s
Brightness value for scene 16Value (0%...100%), no action (101)	25	Dimming speed to scene 16			0 s
Brightness value for scene 17Value (0%...100%), no action (101)	20	Dimming speed to scene 17			0 s
Brightness value for scene 18Value (0%...100%), no action (101)	15	Dimming speed to scene 18			0 s
Brightness value for scene 19Value (0%...100%), no action (101)	10	Dimming speed to scene 19			0 s
Brightness value for scene 20Value (0%...100%), no action (101)	5	Dimming speed to scene 21			0 s
Brightness value for scene 21Value (0%...100%), no action (101)	0	Dimming speed to scene 22			0 s
Brightness value for scene 22Value (0%...100%), no action (101)	100	Dimming speed to scene 23			0 s
Brightness value for scene 23Value (0%...100%), no action (101)	90	Dimming speed to scene 23			0 s
Brightness value for scene 24Value (0%...100%), no action (101)	80	Dimming speed to scene 24			0 s
Brightness value for scene 25Value (0%...100%), no action (101)	70	Dimming speed to scene 25			0 s
Brightness value for scene 26Value (0%...100%), no action (101)	60	Dimming speed to scene 26			0 s
Brightness value for scene 27Value (0%...100%), no action (101)	50	Dimming speed to scene 27			0 s
Brightness value for scene 28Value (0%...100%), no action (101)	40	Dimming speed to scene 28			0 s
Brightness value for scene 29Value (0%...100%), no action (101)	30	Dimming speed to scene 29			0 s
Brightness value for scene 31Value (0%...100%), no action (101)	20	Dimming speed to scene 30			0 s
Brightness value for scene 11Value (0%...100%), no action (101)	10	Dimming speed to scene 31			0 s
14 Ağustos 2016 Pazar					
01:21:46					
0.0 Omurga linyesi					
12/14					

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
Óñ±∞∞ñ±ñ	Oda		Ticaret		
Açıklamalar					
Yükleme Notları					
1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linye			
1.1.16	Hager Electro	TXA210	Dimmer 1x 600W	TL210B V2.0	
Pano					
Cihaz parametreleri					
Scene					
Brightness value for scene 32Value (0% ...100%), no action (101)		0	Dimming speed to scene 32		0 s
Special status					
PRIORITY :			Brightness on priority ONValue (1,101)(last value: 101)		100
Status after priority		Status before priority	BUS CUT-OFF, RETURN 230 V,DOWNLOADING		
Brightness at bus failureValue (1,101)(last value: 101)		101	Brightness at mains returnValue (1,101) (last value: 101)		101
Status after downloading		Maintain			
Data					
Version		2.0.3			
1.1.17	Hager Electro	WYT34x	2-fold push button	WDL340A	
Oturma Odası					
Cihaz parametreleri					
General					
Label holder backlight		Linked with object	LED colour	Green = ON / Red = OFF	
Jamming type		On 1	Antitheft alarm	Not active	
Duration to acknowledge key-press		3 s	Duration of long key-pressDimming, shutters/blinds	500 ms	
Duration of long key-press2-channel mode		5 s			
Using mode button					
Using mode buttons 1 - 2		Linked push buttons	Using mode buttons 3 - 4	Linked push buttons	
Configuration second level					
Rocker 1		Button defined as rocker	Rocker 2	Button defined as rocker	
Rocker 3		Button defined as rocker	Rocker 4	Button defined as rocker	
Information					
Application software version		1.0.18			
Linked push buttons 1					
Indicator use		Status indication (ON = 1)			
Jamming		Not used	Function	Dimming	
Function left button / right button		Increase / Decrease			
Linked push buttons 2					
Indicator use		Status indication (ON = 1)			
Jamming		Not used	Function	ON / OFF	
Function left button / right button		ON / OFF			
1.1.18	Hager Electro	WYT36x	3-fold push button	WDL360A	
Oturma Odası					
Cihaz parametreleri					
General					

14 Ağustos 2016 Pazar

01:21:46

0.0

Omurga linyesi

13/14

Topoloji Deney Seti

Adres	Üretici	Sipariş Numarası	Ürün	Uygulama	Durum
0151±∞01±1			Ticaret		
Oda					
Açıklamalar					
Yükleme Notları					

1	Yeni alan				
1.1	TP	Yeni linie			
1.1.18	Hager Electro	WYT36x	3-fold push button	WDL360A	
Oturma Odası					

Cihaz parametreleri

General

Label holder backlight	Always ON	LED colour	Green = ON / Red = OFF
Jamming type	On 1	Antitheft alarm	Not active
Duration to acknowledge key-press	3 s	Duration of long key-pressDimming, shutters/blinds	500 ms
Duration of long key-press2-channel mode	5 s		

Using mode button

Using mode buttons 1 - 2	Independent push-buttons	Using mode buttons 3 - 4	Independent push-buttons
Using mode buttons 5 - 6	Independent push-buttons		

Configuration second level

Rocker 1	Rocker 1	Rocker 2	Rocker 2
Rocker 3	Rocker 3	Rocker 4	Rocker 4
Rocker 5	Rocker 5	Rocker 6	Rocker 6

Information

Application software version	1.0.18
------------------------------	--------

Rocker 1

Indicator use	Status indication (ON = 1)		
Jamming	Not used	Function	ON / OFF
Function: press / release	ON / -	Emission time delay	Immediate emission

Rocker 2

Indicator use	Status indication (ON = 1)		
Jamming	Not used	Function	ON / OFF
Function: press / release	OFF / -	Emission time delay	Immediate emission

Rocker 3

Indicator use	Status indication (ON = 1)		
Jamming	Not used	Function	Toggle switch
Function: press / release	Toggle switch / -		

Rocker 4

Indicator use	Status indication (ON = 1)		
Jamming	Not used	Function	Toggle switch
Function: press / release	Toggle switch / -		

Rocker 5

Indicator use	Always OFF		
Jamming	Not used	Function	Not used

Rocker 6

Indicator use	Always OFF		
Jamming	Not used	Function	Not used

10. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Yılmaz TOYLAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Konak-İzmir, 21.11.1989

Lisans Üniversite : Pamukkale Üniversitesi

Elektronik posta : yilmaz_toylan@hotmail.com

İletişim Adresi : Yunus Emre Mh., 6460/1 Sok., No: 7,
Kınıklı / Denizli

Konferans Listesi :

• Cetin E., **Toylan M. Y.**, “KNX-based building automation systems for home applications”, Euro-American Conference for Academic Disciplines, 23-26 June, 2015 (Universitat Autònoma De Barcelona, Barcelona-Spain)

• Cetin E., **Toylan M. Y.**, “Design of a KNX based automation system simulator for building applications energized by photovoltaic systems”, SOLARTR 2014, 19-21 November, 2014 (Ege University, Swisotel Büyük Efes İzmir)