

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**728737**




**EV ve BİNA OTOMASYONU**

**Elektrik Müh. Engin ŞAHİN**

**F.B.E Elektrik Mühendisliği Anabilim Dalında  
Hazırlanan**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Galip CANSEVER**

  
Doç. Dr. Tülay YILDIRIM   
Yrd. Doç. Dr. Serap Naci Ergon 

**İ.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**İSTANBUL, 2002**

128737

# İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	iv
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÖNSÖZ.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. EV VE BİNA OTOMASYONUNUN ANA KONULARI.....	2
2.1 Isıtma,Soğutma,Havalandırma İklimlendirme.....	2
2.2 Güvenlik.....	2
2.3 Yangın Koruması.....	3
2.4 Işıklandırma.....	3
2.5 Enerji yönetimi.....	3
2.6 Ekstra Konfor.....	4
3. BİNA OTOMASYONUNDA DONANIM.....	4
3.1 Sensörler.....	4
3.2 Aktuatörler.....	4
3.3 İletişim Birimleri ve Protokoller .....	4
3.3.1 X-10.....	5
3.3.1.1 X-10 sistemi ile Güvenlik.....	7
3.3.1.1.1 Birincil Güvenlik ve Örnek Ürünler.....	7
3.3.1.1.2 Aktif Güvenlik Sistemleri.....	11
3.3.1.2 X-10 Sistemi ile Havalandırma ve İklimlendirme.....	13
3.3.1.3 X-10 Sistemi ile Ekstra Konfor.....	16
3.3.2 EIB.....	17
3.3.3 ETI.....	17
3.3.4 CEBus.....	18
3.3.4.1 CAL ve CIC.....	18
3.3.5 EHSA.....	19
3.3.6 CANBUS.....	20
3.3.7 OmniLT.....	21
4. BİNA SİMÜLASYONU.....	28
4.1 Dymola simülasyon Programı.....	28
4.2 Dymola ile Termal Bina Davranışı Simülasyonu.....	28
4.3 Modeller.....	29
4.3.1 Temel Isı Modelleri.....	29
4.3.2 Isınmanın Modellenmesi.....	30
4.3.3 Termal Bina Davranışında Solar Radyasyon Modelleri.....	33
4.3.4 Isıtma Sistemleri.....	34
4.3.4.1 Boru ve Radyatör Modelleri.....	34

4.3.5	Kontrolörler.....	37
4.3.5.1	Standart Kontrolörler.....	37
4.3.5.2	Fuzzy Kontrolörün Oluşturulması.....	38
5	ÇEVİRİM İÇİNDE DONANIM.....	40
5.1	Neden çevrim içinde donanım.....	40
5.2	Projenin Dymola ile gerçekleştirilmesi.....	41
5.2.1	Haberleşmenin sağlanması.....	42
5.2.2	Modeller.....	43
5.2.2.1	Veri Okuma-Read.....	43
5.2.2.2	Veri Yazma-Write.....	44
5.2.2.3	Kart konfigürasyonu.....	46
5.2.2.4	Kanal güncelleme.....	46
6.	SONUÇ.....	47
	KAYNAKLAR.....	48
	ÖZGEÇMİŞ.....	50



## SİMGE LİSTESİ

$m$	kütle
$c$	ısı sabiti
$j$	ısı akışı
$T$	sıcaklık
$\lambda$	Isı iletkenliği
$A$	sıcaklık akışına dik alan
$\sigma$	Stefan Boltzmann sabiti
$\varepsilon$	yüzey emisyon sabiti
$D$	çap
$\eta$	dinamik viskozite
$L$	uzunluk
$Re$	Reynolds katsayısı
$v$	akışkanın ortalama hızı
$\alpha$	konveksiyonla ısı transferi sabiti
$\rho$	yoğunluk
$e$	Fuzzy kontrol giriş büyüklükleri
$u$	Fuzzy kontrol çıkış büyüklükleri



## **KISALTMA LİSTESİ**

PLC	Programmable Logic Control
CPU	Central Processing Unit
HVAC	Heating, Ventilating, Air Conditioning
IR	Infrared
PC	Personal Computer
SAT	Satellite Antenna
I / O	Input / Output
EIB	European Installation Bus
IP	Internet Protocol
ETI	Extend the Internet
A / C	Air condition
EIA	Electronic Industries Association
PnP	Plug and Play
CEBus	Consumer Electronics Bus
CAL	Common Application Language
CIC	CEBus Integration Community
LAN	Local Area Network
ISO	International Standards Organisation
OSI	Open Systems Integration
IS	International Standards
SMS	Short Message Service
ID	Identity
HWH	Hot Water Heating
DLL	Dynamic Link Library

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 3.1	X-10 uyumlu duvar anahtarı (Alıcı modül).....	6
Şekil 3.2	Beyaz kapaklı X-10 duvar anahtarı.....	6
Şekil 3.3	Dinmer özelliğine sahip duy (lamba modülü).....	7
Şekil 3.4	Ev tipi güvenlik kamerası.....	8
Şekil 3.5	Kamera seti ve kumanda.....	8
Şekil 3.6	X-10 uyumlu detektör .....	9
Şekil 3.7	X-10 uyumlu, ışıklı detektörler .....	9
Şekil 3.8	X-10 uyumlu, ışıklı detektörlerin örnek kurulumu .....	10
Şekil 3.9	X-10 uyumlu, köpek sesi çıkaran alarm .....	10
Şekil 3.10	Acil durum arayıcısı.....	11
Şekil 3.11	Ana güvenlik paneli ve x-10 uyumlu ağ ürünleri.....	12
Şekil 3.12	Ana güvenlik paneli ve ağa bağlanan ürünlerin bağlantı şeması.....	12
Şekil 3.13	Güvenlik paneline ek tuş takımı.....	13
Şekil 3.14	HVAC sistem ünitesi ve termostat.....	14
Şekil 3.15	HVAC sistemi bağlantı şeması.....	14
Şekil 3.16	HVAC sistemine uzaktan kumanda.....	15
Şekil 3.17	DVD ve SAT bağlanabilen komple ev kontrol sistemi.....	16
Şekil 3.18	EIB konsorsiyum partnerleri .....	17
Şekil 3.19	ETI Sistemi.....	18
Şekil 3.20	Matlab üzerinden Canbus Kontrolü .....	21
Şekil 3.21	OmniLT ve yardımcı modüller.....	21
Şekil 3.22	OmniLT paketi (merkez istasyon ve konsol) .....	22
Şekil 3.23	HAI Omni LT için konsol .....	22
Şekil 4.1	Isı depolayan elemanların sembolleri.....	29
Şekil 4.2	Isı ileten yapı elemanı sembolü.....	30
Şekil 4.3	Konveksiyon model sembolü... ..	30
Şekil 4.4	Radyasyon model sembolü.....	30
Şekil 4.5	İki yüzey arasında radyasyonla ısınma model sembolleri.....	30
Şekil 4.6	Bir duvara ait iletme ısınma modeli.....	31
Şekil 4.7	Bir duvara ait iki parçalı ısınma modeli.....	32
Şekil 4.8	Kontrollü hava giriş çıkışı olan pencereye ait termal model.....	33
Şekil 4.9	Bir odaya ait komple termal model.....	33
Şekil 4.10	Yüzeydeki solar radyasyonu hesaplayan model.....	34
Şekil 4.11	Su dolu boru modeli sembolü.....	36
Şekil 4.12	Boru çeperinde depolanan ısı modeli sembolü.....	36
Şekil 4.13	Boru modeli sembolü (L = n m.).....	36
Şekil 4.14	Pompa, kazan ve su borularından oluşmuş ısıtma sistemi modeli.....	37
Şekil 4.15	Su borusu içindeki mesafeye bağlı sıcaklık değişimleri.....	37
Şekil 4.16	Radyatör model sembolü ve genel model içinde kullanılışı.....	37
Şekil 4.17	Fuzzy kontrol prosesinde temel adımlar.....	38
Şekil 4.18	Giriş bloğuna ait üyelik fonksiyonu ve giriş çıkış parametreleri.....	39
Şekil 4.19	Birinci yöntemle göre oluşturulmuş giriş, çıkış ve kural blokları.....	39
Şekil 4.20	İkinci yöntemle göre oluşturulmuş kural bloğu ve parametre dizini.....	40
Şekil 5.1	Dymola Read bloğu ve çıkışı.....	44
Şekil 5.2	Dymola Write bloğu.....	45

## ÖNSÖZ

Türkiye yıllar boyunca zengin kaynakları ile hem jeopolitik açıdan önemli bir ülke olmuş hem de sanayi devrimi sonucunda bu kaynakların değerlendirilmesine yönelik gözde bir yatırım ülkesi konumuna gelmiştir.

Ülkemizin her zaman ilerleyip gelişmesi, kaynaklarını akılcı kullanması için yetişmiş kaliteli elemana ihtiyaç duyduğu muhakkaktır. Dünyadaki lider ülkelerle rekabet edebilmek için teknolojik gelişmelere adapte olabilmeli ve bu gelişmeleri aktarmada süratli olmalıyız. Teknolojik gelişmelere paralel olarak yeni alanlarda akademik çalışmalar yapmak, bu çalışmalara destek olmak hiç şüphesiz bu aktarımın hızlanmasında başrol oynayacaktır.

Elektrik Mühendisliği sektörü de diğer bütün sektörler gibi bilgi teknolojilerinin etkisi altındadır. Bu anlamda Otomasyon, bu gelişmelere en çok açık olan alt dallardan biridir. Enformasyon bilimleri, elektronik ve güç mühendisliklerinin bir birleşimi durumundaki otomasyon, yeni uzmanlık dallarından olarak akademik çalışma yapmaya oldukça uygundur. Dahası, yetişmekte olan öğrencilerin başvuracakları kaynakların artmasında yarar vardır.

Bu dalda karşımıza genelde yabancı dildeki kaynaklar göze çarpmakta, ülkemizdeki değerli mühendislerin çalışmaları ise bunlar arasında azınlıkta kalmaktadır. İşte bu nedenle ev ve bina otomasyonu dallarında bu çalışmayı yapmayı kendime bir görev saydım. Ülkemizde yoğunlaşarak, sonra yurtdışında değerlendirilen çalışmaların aksine bu tez yurtdışında yapılan çalışmaların akademik kütüphanemize kazandırılıp mühendislerimize ufak da olsa bir ışık tutması amacını gütmektedir.

Bu meyanda benden anlayışlarını ve yardımlarını esirgemeyen tez hocam sayın Prof.Dr.Galip Cansever'e ,Kaiserslautern Üniversitesi Proses Otomasyonu anabilim dalı başkanı sayın Prof.Dr.-Ing.habil.Lothar Litz'e , proje arkadaşlarıma ve hayatım boyunca beni hep destekleyen aileme teşekkürü bir borç biliyorum.

Ağustos,2002

Engin ŞAHİN

## ÖZET

Ev ve bina otomasyonu kapsam itibariyle oldukça geniş uygulamalar sunmaktadır. Bu nedenle genel olarak bu uygulamaların açıklamaları ikinci bölümde yer bulmuştur.

Üçüncü bölümde ise ev otomasyonunda kullanılan donanım ve bu donanımın uygulanma biçimleri verilmiştir. Uygulamalarda kullanılacak bu donanımın ortalama fiyatları da elverdiğince verilmeye çalışılmıştır. Daha çok pratiğe yönelik projelere şekilleri ile birlikte yer verilmiştir. Ev otomasyonu sisteminin temelini oluşturan önemli iletişim birimlerinin tamamına yakını açıklanmıştır.

Otomasyon sistemlerinin dizaynında önemli bir konu da bu sistemlerin simülatif ortamda incelenip tasarlanmasıdır. İşte bu konuda dördüncü bölümde ele alınmış, genel açıklamalara yer vermek yerine örnek olarak ısıtma sistemleri seçilmiş ve açıklama bu örnek üzerinde yapılmıştır. Ev otomasyonu sistemleri içinde en çok uygulama alanı bulunan ısıtma sistemlerinin dizaynında tüm binanın termal davranışını çıkarmak gereklidir. Binanın termal davranışı teorik olarak incelenmiş ve uygulaması Dymola adlı simülasyon programında gerçekleştirilmiştir.

Beşinci bölümde ise simülasyon çevrimi içinde nasıl donanım kullanılacağı açıklanmıştır. Simülatif ortamda gerçek değerler kullanmanın neden gerektiği, bunun sonuçları ayrıntıları ile açıklanmıştır.

Sonuç olarak ev otomasyonunda sistem dizaynı, bu sistemin kurulumunda uygun ürün seçimi tez kapsamı dahilinde açıklanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Bina otomasyonu, Ev otomasyonu, Bina simülasyonu, Termal bina davranışı, çevrim içinde donanım



## **ABSTRACT**

Building and home automation offer a lot of applications due to subjects they contain. That's why the second section includes the general explanations of these applications.

In the third section, the Hardware that is used in home automation is explained and the applications of those are given. The average prices of the hardware that can be used in those applications are also given as much as possible. Projects which are practical more than theoretical are given with figures of those. Almost all of the most important bus systems that are so called the basic part of the home automation systems are explained.

Another important aspect in designing home automation systems is that to search these systems in a simulation environment and develop accordingly. This theme is explained in the fourth section and instead of giving general explanations, heating systems are given as an example and explanations are given on that. It is necessary to determine the thermal behaviour of the building when designing the heating systems, which has got the most application areas in home automation systems. The thermal behaviour of the building is theoretically investigated and the application is determined in the simulation program, Dymola.

In the fifth section, Hardware in the loop is investigated. It is explained why to use real values in a simulation environment and the results are explained in detail.

As a result, system design at home automation, choosing of the suitable products at setting up this system is explained in this thesis.

**Keywords:** Building automation, home automation, building simulation, thermal behaviour of the building, hardware in the loop

## 1 GİRİŞ

Ev otomasyonu sistemleri pahalı hatta lüks sayılmakla beraber kullanım olarak artış göstermektedir. Aslında teknolojinin gelişmesi ile beraber kullanımda konfor sağlayan bu sistemler uzun vadede yatırılan parayı da geri kazanabilmektedir. Optimum sıcaklık sağlayan bir ısıtma sisteminin kurulumu standart bir ısıtma sisteminin yanında parasal olarak mantıklı görünmeyebilir. Ancak sistemin getireceği enerji tasarrufu karar aşamasında dikkate alınmalıdır.

Sistemlerin kurulumunda güvenlik, yangın koruması, ısıtma, havalandırma, iklimlendirme gibi gereklilikler aranırken ayrıca konfora yönelik seçenekler de tercih edilebilmektedir. Işıklandırma, müzik sistemleri, ev içi bilgisayar ağı, ev içi asansör sistemleri buna örnek verilebilir.

Ev ve bina otomasyonu terimleri birbirine yakın terimlerdir. Hatta kullanımda birbirinden farkları yoktur. Ancak ev otomasyonu deyince yaşam çevresi olarak anılan ev içindeki otomasyon sistemleri ayrıca kastedilir.

Sistemlerde kullanılan ürünlerin birbiriyle ve birbirlerine bağlandıkları ağ ile uyumu en önemli noktadır. Birbiriyle doğru haberleşemeyen sistem elemanlarının doğru fonksiyonlari göstermesi mümkün değildir. Bu nedenle bugün dünyadaki ev otomasyonu ürün üreticileri birleşerek konsorsiyumlar kurmuşlar ve ortak iletişim sistemleri üretmişlerdir.

İletişim sistemlerini kontrol edecek yazılım da ayrı bir önem taşır. Zira donanımın sürücüsü sözü geçen donanımla uyum içinde olmalı, ağı doğru şekilde yönetebilmelidir. Aslında basit bir ev otomasyonu sisteminde çok karmaşık bir yapıya ihtiyaç yoktur. Mühendis, kendi yazılımını yapma kabiliyetine sahip ise bir kullanıcı arayüzü oluşturur. Bu arayüz ve altında çalışan program basit bir giriş-çıkış kartı vasıtası ile donanımı kontrol eder.

Bilindiği gibi otomasyonda ve kontrol mühendisliğinde yazılım en önemli aşamadır. Bu program kontrolün iskeletini oluşturacaktır. PLC gibi endüstriyel cihazların üretici firmalar tarafından geliştirilmiş yazılımları mevcuttur. PLC programlama mantığına sahip bir mühendis, bahsi geçen bu “şirkete özgü” yazılımların herhangi birine kısa sürede adapte olabilir. Ancak günümüz şartlarının ortaya çıkardığı sonucun gereği olarak bir mühendis kendi kontrol yazılımını kendi yazmasını bilmelidir. Bunu kullanıp kullanmaması ayrı bir tartışma konusudur. Yapılan projenin büyüklüğü ve ekonomik imkanlar bu tercihi etkileyecektir. Ancak tamamen tüketime yönelmek kontrol mühendisinin üretkenliğini sınırlamaktadır. Ülkemizde de bu tüketimciliğin zararları görülmektedir. Zira

üniversitelerimizden mezun olduktan sonra araştırmacılığa ynlene mühendis sayısı maalesef çok azdır. Sonuç olarak diğer ülkelerin gelişmede başı çekmesi kaçınılmaz olmaktadır.

Kontrol Mühendisliği alanında faaliyet gösteren firmalar PLC örneğindeki gibi donanımlarının yanında mutlaka yazılımlarını da piyasaya sürerler. Çoğu zaman yazılımlar bu donanımların fiyatlarının oldukça üstündedir. Son yıllarda özellikle PC tabanlı kontrol üzerinde durulmaktadır. Bilgisayarların artık her ortama girmesiyle birlikte bu cihazların bir arayüz üzerinden uygun yazılım ile kontrol uygulamalarında kullanılması oldukça mantıklıdır. Gerçek zamanlı(Real time) uygulamalarında hala problemi olan bu uygulamanın işletim sistemlerinin daha kararlı hale gelmesi ve merkezi işlem birimi (CPU) hızının iyice artması ile endüstriyel uygulamalarda vazgeçilmez olması kaçınılmazdır.

Öte yandan ev otomasyonu sistemleri de ev ve ofislerde çoğalan bilgisayarların etkisi olumlu yönde etkilenmiş, sistem çözümleri artmış, ürün seçeneği gelişmiş ve yazılımlar çeşitlenmiştir.

Sistem dizaynı gibi ileri teknik gerektiren konular da simülasyon programlarının gelişmesi ile daha kolay hale gelmiş, karmaşık algoritmalar gerçekleştirilebilir olmuştur.Bu şekilde simülasyon tabanlı kontrol konusu popüler hale gelmiş, bu alan ev otomasyonunda da yerini bulmuştur.

## **2 EV VE BİNA OTOMASYONUNUN ANA KONULARI**

### **2.1 HVAC(Heating,Ventilating,Air Conditioning)-Isıtma,havalandırma,iklimlendirme**

Ev veya büro içindeki sıcaklığın optimum koşullarda tutulması ile temiz hava akışının kontrolünü içerir. Otomatik sıcaklık kontrolü gece ve gündüz sıcaklık ayarları seçenekleri ile optimum sıcaklığı muhafaza edebilmelidir. Kendisini dışarıdaki sıcaklığa göre otomatik olarak ayarlayabilmelidir. Böylece sürekli bir konfor ortamı sağlanırken, aynı zamanda faturada tasarruf da sağlanacaktır.

### **2.2 Güvenlik**

Sistemin yangın, hırsızlık, gaz kaçağı, donma noktasındaki sıcaklıklar ve su kesintisi gibi durumlardan kişileri haberdar etmesini içerir. Klasik güvenlik önlemlerinin yanında arttırılmış önlemler de sözkonusu olabilir. Aktif olarak dışarıdan içeriye müdahaleyi durduran bir güvenlik sistemi buna örnektir. Bunun yanında kişiler sistemlerini pasif güvenlik sağlayacak şekilde programlayabilirler. Evde yokken sistemin programlanması sonucu hırsızlar üzerinde caydırıcı etki yaratmak bu tip bir önlemdir (ışıkların, televizyonun ve müzik

setinin çeşitli zaman aralıklarında açılıp kapanmalarını sağlayarak, ev boşken bile, evde birileri varmış izlenimi yaratılır)

### **2.3 Yangın Koruması**

Genel güvenlik kapsamında olsa bile, insan hayatı için en büyük tehdit unsurlarından biri olması yangının ayrı bir kapsamda incelenmesini gerektirir. Çünkü yangın insan hayatı gerçekten önemli bir tehlikedir. Bugün hemen her binada çeşitli önlemler mevcuttur. Bina otomasyonunda ve akıllı bina sistemlerinde ise teknolojinin yardımıyla bu önlemler en üstte tutulmaya çalışılır. Örneğin herhangi bir yangın anında alevlerin ve dumanın yayılmasına engel olmak için klima ve elektrikli aletler kapatılır. Optimal düzeyde açık kalan ışıklar insanların güvenli çıkışına yardımcı olurken, dışarıda yanıp sönen lamba ile komşulara ve itfaiyeye tehlikeyi haber verilir. Telefon santrali merkezi yangın istasyonuna veya diğer numaralara haber verebilir,cep telefonlarına mesaj yollayabilir.

Her sistemde farklılıklar göstermekle beraber yangın anında iç ortamdaki insanın maksimum güvenliği ile minimum zamanda dış ortama ve itfaiyeye haber ulaştırılması sistemin birincil görevleri arasındadır.

### **2.4 Işıklandırma**

Karanlık bir odaya birinin girmesi durumunda açılan , uzun süre odada kimse olmayınca kapanmaya programlı ışıklar bugün sıkça kullanılmaktadır. Hareket detektörlü bu sistemlerin yanında odanın kapısı açıldığında veya arabayla eve yaklaşıldığında otomatik olarak açılan ışıklandırma düzenleri de mevcuttur. Otomatik ışık düzenleri farklı durumlar için seçeneklere sahip olabilir ; çalışma,dinlenme veya eğlence modları gibi... Tek bir düğmeye basılması sonucu elle ayarlanan sistemlerin yanında bürolarda ve özellikle toplantı salonlarında güneş ışığının açısına göre yön değiştiren ve ışık şiddeti ayarlanabilen bir aydınlatma sisteminin kurulması da mümkündür. Hatta bu sisteme ek olarak jaluzinin açılıp kapanması sağlanabilir ve hatta açısı da ayarlanabilir.

Bilindiği gibi ev otomasyonunun bir ucunda maliyet ve bir ucunda sınırsız konfor bulunmaktadır. Işıkların kendilerini gün içindeki saate göre ayarlaması için programlamak da kişisel opsiyon içinde tutulabilir. Yatma vakti geldiğinde evdeki bütün ışıkları tek bir düğmeyle kapatabilmek de örnekler içinde bulunmaktadır.

### **2.5 Enerji yönetimi**

Bu da genel olarak HVAC sisteminin bir parçası olmasına rağmen genel anlamda düşünüldüğünde tüm sistemlerin içinde entegre olarak bulunan bir enerji tasarruf programının

uygulanmasıdır. Bu anlamda ev ve bürodaki tüm ışıklandırma, güvenlik ve iklimlendirme sistemlerinin enerji tasarrufu yapabilme kabiliyetinin yazılım ile gerçekleştirilebilmesi gerekmektedir.

## **2.6 Ekstra Konfor**

Bu kategori oldukça fazla sayıda konu ve örneği içerebilir. Ses ve görüntü sistemlerinin tek merkezden kontrolü, evde bilgisayar ağı kurulması, villalar için katlar arası asansör sisteminin kurulması, banyodaki su sıcaklığının ayarlanması, hatta duşun eve gelmeden önce hazır olması, hava sıcaklığına göre optimum derecede ayarlanmış suyun küvette dolu olarak ev sahibini karşılaması insan için konforun üst sınırlarında olan ve ev otomasyonunda mümkün olan seçeneklerdir.

## **3 BİNA OTOMASYONUNDA DONANIM**

Bugün dünyada birçok firma kendi otomasyon sistemini kurmuş, buna uygun donanımlar üretmiştir. En büyük sorun bu sistem ve donanımlar arasındaki uyum sorunudur. Donanım; sensörleri, aktuatörleri, bunlar arasındaki iletişimi sağlayan sistemleri ve yazılımın bulunduğu merkezi işlem ünitesini ifade eder. Bazı firmalar bunları paket halinde hizmet olarak sunarken bazı firmalar da sadece belli parçalar üzerinde uzmanlaşıp bu parçaları üretmektedirler.

### **3.1 Sensörler**

Ev otomasyonunda kullanılan sensörlerin diğer otomasyon sistemlerinde kullanılanlardan bir farkı yoktur. Ancak iletişim birimine uygun sinyal üretmesi amacıyla çeşitli modifikasyonlara tabi olabilir ya da ek parça yardımıyla uyumu sağlanabilir.

### **3.2 Aktuatörler**

Aktuatörler gerekli şart gerçekleştiğinde istenilen davranışı gerçekleştiren elemanlardır. Örneğin pozisyon kontrollü bir vana bir aktuatördür. Aynı sensörlerde olduğu gibi ev otomasyonunda kullanılan aktuatörlerin genel otomasyon sistemlerindeki benzerlerinden bir farkı bulunmamaktadır.

### **3.3 İletişim Birimleri ve Protokoller**

İletişim birimleri ve bunların uzantısı olan protokoller otomasyonda ve doğal olarak bina otomasyonunda da en önemli konulardan biridir. Zira her biri ayrı bir fonksiyon gören, farklı firmalara ait farklı özellikteki cihazların birlikte çalışabilmesi, diğer bir deyişle ağ özelliği gösterebilmesi tamamen iletişim birimlerinin ve bu iletişimin protokolünün yeteneğine bağlıdır.

Bu güne kadar bu yeteneğin yani iletişimin güçlü olmasının iyileştirilmesi yönünde birçok adım atılmıştır. Sayısız standart ve uygulama gerçekleştirilmiştir. İletişim biriminde en önemli iki faktör şunlardır:

- a) Mesajın yapısı (Message Structure)
- b) Mesajın nasıl gönderileceği

Bu iki özellik kısaca iletişimin dili olarak tanımlanır. Ayrıca ağın nasıl kurulacağı, ağın yapısı da önemli bir faktördür ancak iletişim dili kadar kritik bir önem taşımaz. İletişim protokolü ne kadar basit olursa ağa bağlanacak cihazların uyumu da o kadar kolay olur.

Günümüzde şebeke hattı üzerinden kontrol sinyallerini iletmeyi içeren protokoller olduğu gibi, kızılötesi sinyallerle haberleşen veya ayrıca bağlantı kablosu kullanan sistemler mevcuttur.

Standartlaşmaların çokça olmasından dolayı konsorsiyumlar kuran üretici firmalar, kendi iletişim birimlerini (Bus) ve protokollerini üretmeye başlamışlardır. Konsorsiyumlarına daha çok üye kazandırmak için de sürekli tekniklerini geliştirmekte, bu sayede her geçen gün daha yeni, hızlı ve güçlü iletişim birimleri piyasaya sürülmektedir.

### 3.3.1 X-10

X-10 , ev içindeki X-10 uyumlu kontrol cihazlarının 110 V gerilimli şebeke üzerinden haberleşmesini ve kontrolünü sağlayan bir protokoldür.

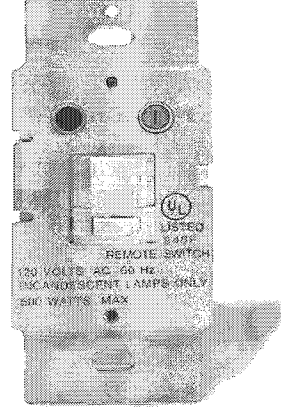
3 tip X-10 modülü bulunmaktadır:

1. Alıcılar (Receivers)
2. Vericiler (Transmitters)
3. Çift yönlü modüller (Hem verici hem de alıcı olarak kullanılabilirler)

X-10 sistemi oldukça basit bir kullanılışa sahiptir. Şart gerçekleştiğinde sinyal üreten verici bunu kodlanmış analog bilgi olarak (düşük gerilimli sinyal) 110 VAC şebeke üzerinden yollar. Bu koda sadece ilgili adresteki alıcı cevap verir ve uç bağlantısındaki cihazı aktif konuma geçirir. 256 adet adresleme yapmak mümkündür. Eğer aynı şarta bağlı birden fazla olay gerçekleştirilmek isteniyorsa basitçe bu alıcılar aynı adrese programlanmalıdır.

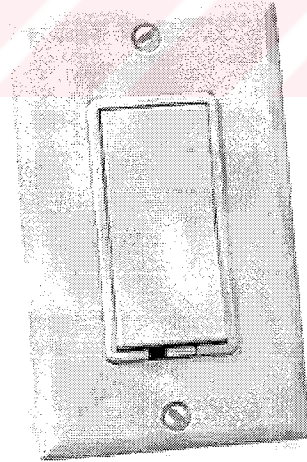
Bugün itibariyle X-10 ürün katalogu inanılmaz derecede genişlemiş bulunmaktadır. Sadece şart gerçekleştiğinde aktif konuma geçen bir cihaz, yani aktör-sensör kombinasyonunun yanında IR (kızılötesi) sinyallerin de işlenebildiği, bilgisayar ve üzerindeki yazılım tarafından bu şart ve sonuç arasındaki kontrolün sağlanabildiği bir sistem de kurmak mümkündür.

X-10 sistemlerindeki cihazların uyumu tabii ki her sistemde olduğu gibi bir önceliktir. Örneğin sabit bir duvar anahtarına bağlı bir aydınlatma cihazı kontrol edilmek istenirse bunun için duvar anahtarı X-10 uyumlu anahtar ile değiştirilmelidir. Ya da aydınlatma cihazının yerleşeceği yuvaya uyan bir dinmer modülü de konulabilir.



Şekil 3.1 X-10 uyumlu duvar anahtarı (Alıcı modül)

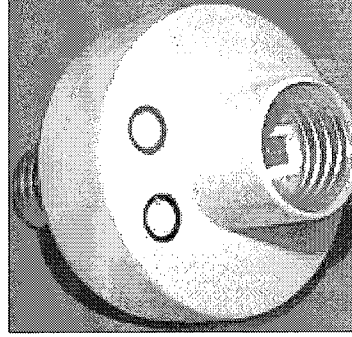
Tabii ki duvar anahtarı bir ev için dekoratif bir önem de taşımaktadır. Bu nedenle X-10 duvar modülleri bugün çok çeşitli kapak modelleri ile satılmaktadır.



Şekil 3.2 Beyaz kapaklı X-10 duvar anahtarı

X.10 duvar modülleri 10-20 US\$ arasında fiyatlara sahiptir. Fiyat arttıkça anahtarın kapasitesi de artmaktadır. Örneğin birden fazla lambaya hükmetmek (komütatör anahtar) veya ışık şiddetini ayarlayabilmek (dinmer) ya da her ikisinin birden aynı anahtarda bulunması fiyatı etkileyecektir.

Eğer duvar anahtarı değiştirilmek istenmiyorsa ve aydınlatma ampulü döner yuvalı ise şekil 3 teki ürün kullanılarak buna çözüm bulunabilir ve ışıklandırma kontrolü sağlanabilir. Bu modül yuvaya bağlanacak ve ampul de bu modüle bağlanacaktır. Işığın şiddeti, yanma ve sönme zamanı sisteme göre olmak üzere programlanabilir.



Şekil 3.3 Dinmer özelliğine sahip duy (lamba modülü)

X-10 sistemleri bugün itibariyle inanılmaz bir gelişme gösterdiğinden ürün sınıflandırması yapmak da oldukça zorlaşmıştır. Bir sınıflandırma yapmak yerine, ev ve bina otomasyonunda genel kullanım amaçlarına uygun örnekler vererek bu gelişmiş ürünleri incelemek daha doğru olacaktır.

#### **3.3.1.1 X-10 sistemi ile Güvenlik:**

İstenilen güvenlik derecesine göre geliştirilmiş birçok paket ürün seçeneğinin yanında, modüllerin tek tek alınıp bir kontrolör yardımı ile proje geliştirmek de mümkündür. Yani kapı açıldığında aktif hale gelen alarm sisteminin yanında, kamera yardımıyla gözetim yapan, hareket detektörlü, gerektiğinde güvenlik makamlarını arayan veya kullanıcıya sms (kısa mesaj) yollayabilen komple sistemler de mevcuttur.

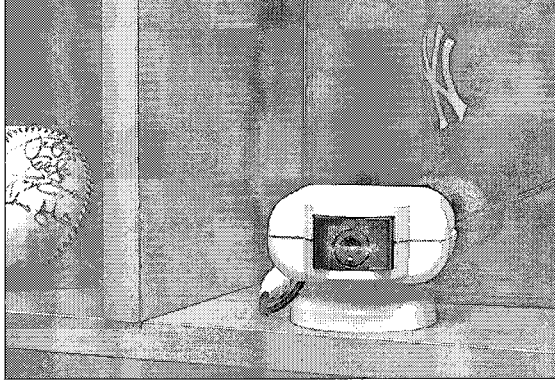
##### **3.3.1.1.1 Birincil güvenlik ve örnek ürünler:**

#### **Dijital Video Kamera:**

Şekil 3.4 de görülen kamera, pasif güvenlik için dizayn edilmiş ev tipi bir dijital güvenlik kamerasıdır. Bu kamera çalışması için bir TV veya Bilgisayara (PC) ihtiyaç duymamaktadır.

Kızılötesi sensörlerinin yardımıyla yaklaşık 8m mesafe içinde algıladığı hareketli varlığın resimlerini ayarlanan saniye boyunca çeker (1-60 sn) . Eve dönen kişi daha sonra bu kameranın video out çıkışını kullanarak televizyona veya bilgisayara bağlayabilir. Çekilen resimleri inceleyebilir. Her resmin üzerinde tarih ve saat etiketi bulunmaktadır.

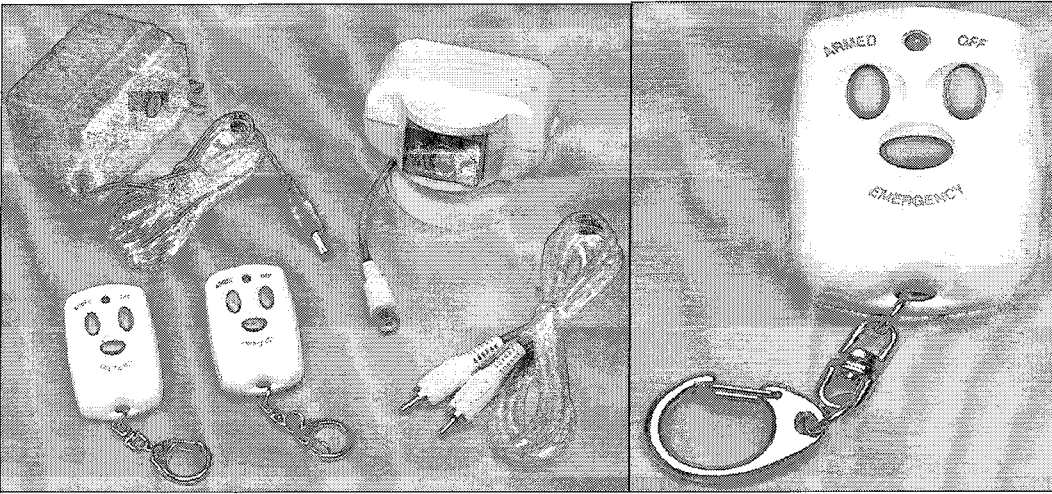




Şekil 3.4 Ev tipi güvenlik kamerası

Bu kameranın hareketli cisme odaklanarak hareket eden motorlu tipleri ve belirli bir süre sonunda aktif hale geçen sinyal çıkışlı olanları mevcuttur. Süre sonunda bayrağını çeken sinyal (ON,Aktif konum) direkt olarak X-10 sistemi üzerinden uç birimindeki alarm cihazını harekete geçirebilir. Eğer bu uca kontrolör bağlı ise,yazılmış programa göre aktif güvenlik seçeneklerinden biri devreye sokulur (örneğin güvenlik birimleri aranır veya alarm harekete geçirilir)

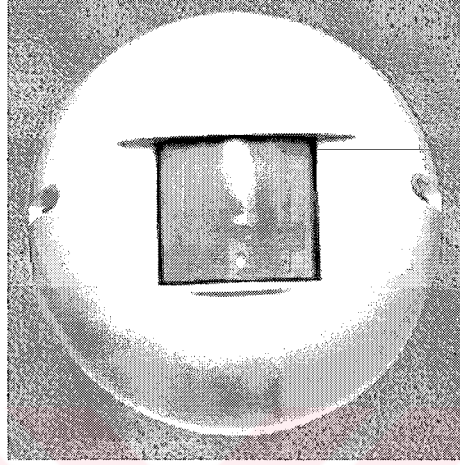
Bu kameranın set şeklinde satılan biçimi şekil 3.5 de görülmektedir. Uzaktan kumanda, kamerayı aktif veya deaktif konuma geçirmek için ya da manuel olarak alarm konumuna geçirip (kırmızı tuş) belli sayıda resmi çekmesini sağlamak amacıyla kullanılan 3 adet tuşa sahiptir. Set yaklaşık olarak 275-350 Amerikan Doları fiyatla satılmaktadır. Bu fiyata 110-220 V dönüştürücü birim dahil değildir.



Şekil 3.5 Kamera seti ve kumanda

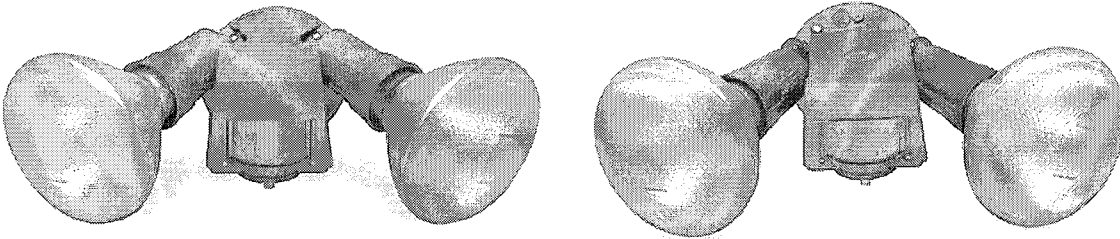
**Hareket Algılayıcı (Detektör) :**

Şekil 3.5 de görülen kablosuz, pille çalışan dış ortam hareket detektörü, algıladığı hareket sonucunda ürettiği sinyal ile X-10 sistemi üzerinden uç birimindeki alarmı veya kontrolör üzerindeki programdaki ilgili değişkeni aktif konuma geçirir. Basit tip detektörler 20-30 \$ arasında bir fiyata sahiptir.



Şekil 3.6 X-10 uyumlu detektör

Bunun dışında ışıklı dış ortam hareket algılayıcıları da mevcuttur. Bu detektörler hem alarmı harekete geçirip hem de hareket yönüne doğru ışık yönelten tiptedirler. Bu tip bir detektöre ait resim şekil 3.7 de ve örnek kurulumu şekil 3.8 dedir.

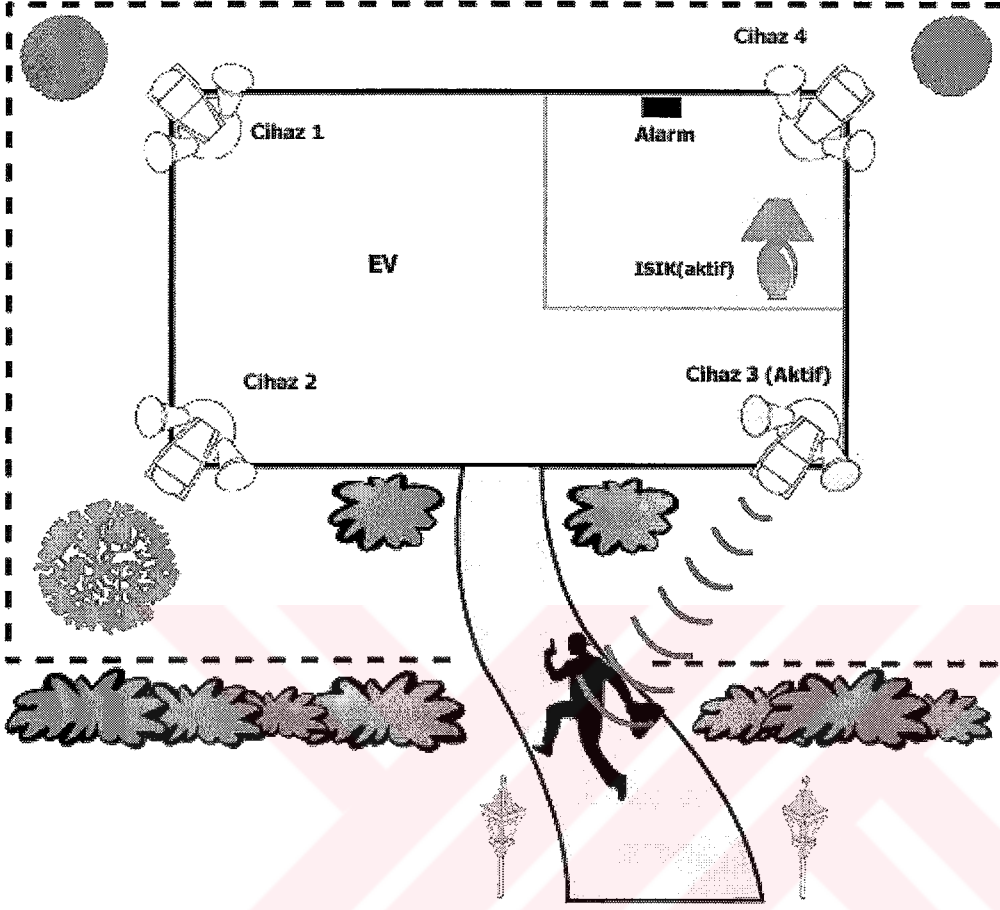


Şekil 3.7 X-10 uyumlu, ışıklı detektörler

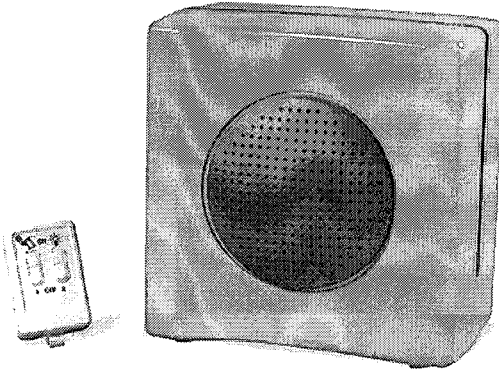
**Alarm:**

Çok çeşitli sesli ve ışıklı alarm sistemleri mevcuttur. Resimde görülen alarm, dijital örneklenmiş ve zenginleştirilmiş köpek sesi çıkarmaktadır. Sinyal işleme metodlarının oldukça geliştiği bir zamanda olsak da bu cihazın ne kadar gerçeğe yakın sesler çıkardığını duymak oldukça şaşırtıcıdır.

Bu özel alarm uzaktan kumandası ile birlikte yaklaşık 80 \$ fiyata sahiptir. Ancak 10-30 \$ arası ucuz ve güçlü diğer alarm cihazları da mevcuttur.



Şekil 3.8 X-10 uyumlu, ışıklı detektörlerin örnek kurulumu

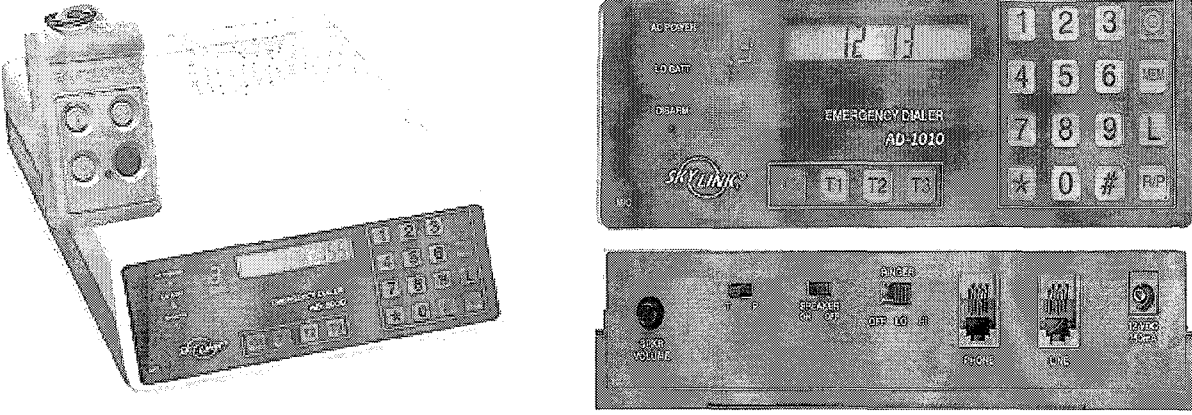


Şekil 3.9 X-10 uyumlu, köpek sesi çıkaran alarm

#### Acil durum arayıcısı:

Bu cihaz acil durumlarda manuel olarak kırmızı tuşa basılarak, eğer kontrolör ile kullanılıyorsa, ilgili şart gerçekleştiğinde aktif duruma geçerek önceden kaydedilmiş sesli

mesajın, önceden girilen en fazla 9 adet telefon numarasına ulaştırılmasını dinletilmesini sağlar.



Şekil 3.10 Acil durum arayıcısı

### 3.3.1.1.2 Aktif Güvenlik Sistemleri

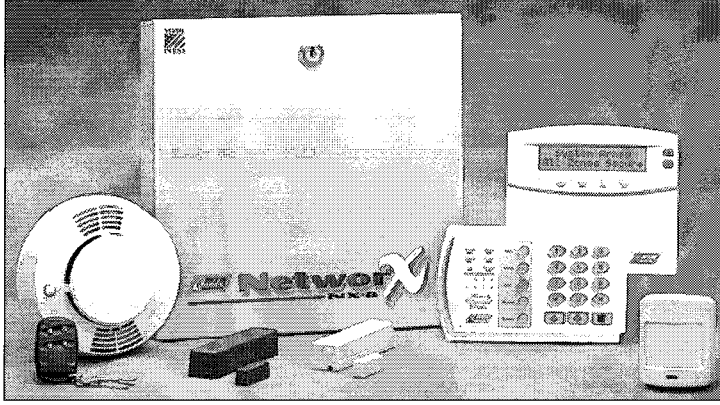
Bu sistemlerin temel prensibi ana kumandaya bağlı çeşitli X-10 modüllerinin güvenlik amaçlı olarak bir araya getirilmesi ve caydırıcı etkinliğe kavuşmasıdır. Bu nedenle birincil (öncül) güvenlik cihazları kısmında da bir kısmı yer alan çok çeşitli modüller kullanılmaktadır.

Kızılötesi hareket sensörleri, cam kırılma sensörü, sıcaklık ve duman detektörleri, kapı ve cam açık-kapalı durum sensörleri, acil durum arayıcısı ve çeşitli diğer sensör kombinasyonlarını kullanan projeler ve buna uygun merkez istasyonlar üretilmiştir. Bu merkez istasyonlar, kontrol edebildikleri toplam güvenlik bölgesi sayısına, bu sayının arttırılabilme limitlerine, bağlanabilecek toplam X-10 modülüne göre sınıflandırılırlar. Kullanıcı, bu merkez istasyona komutları bir tuş takımı üzerinden yollar.

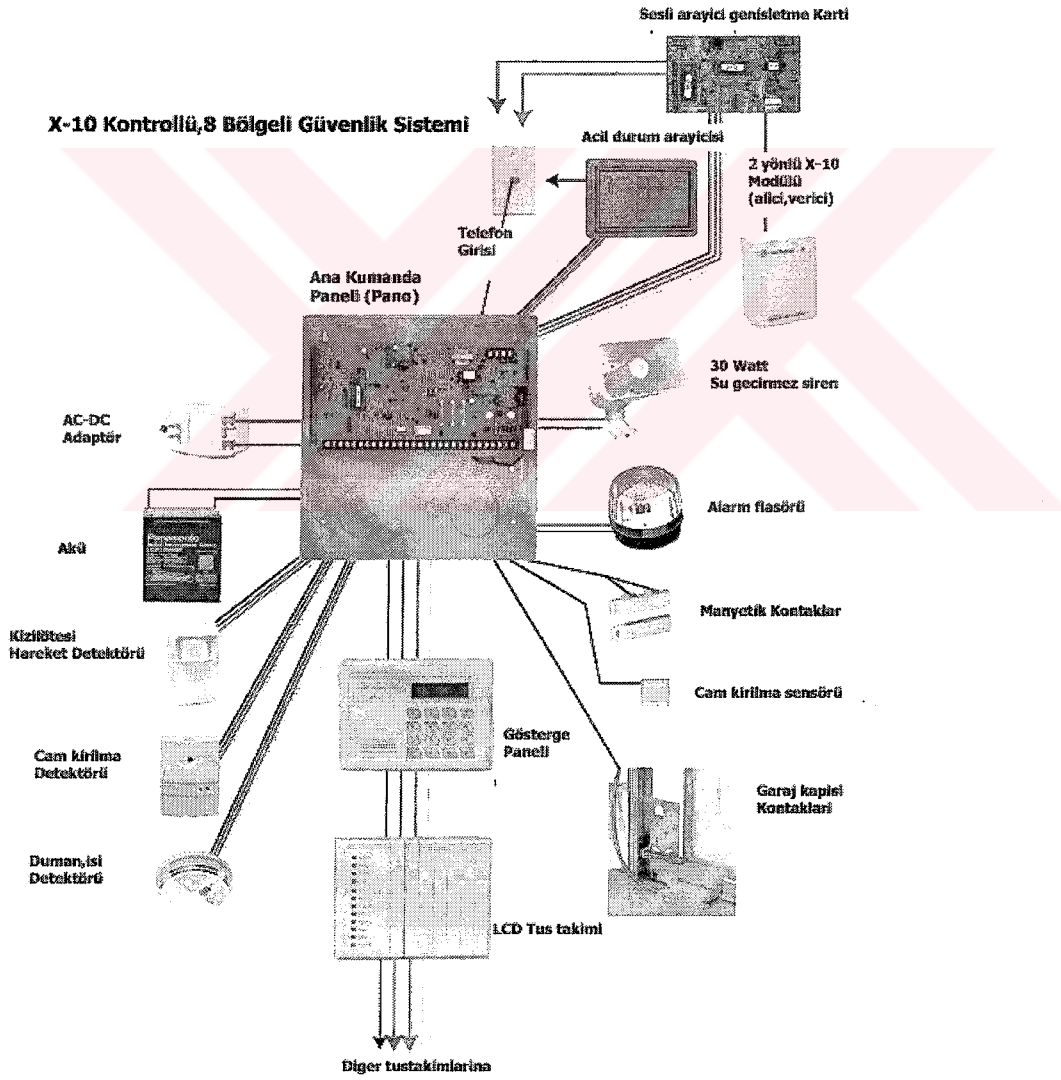
Aktif güvenlik sistemlerinde öncelik caydırıcılıktır. Bu nedenle birçok tipte sensör ve alarm kombinasyonları, bunlara ait kontrol algoritmaları gerçekleştirilmiştir. Bunun yanında gözetleme ve eve giriş kontrolü de ek güvenlik tedbirleri arasındadır. Bu konu içinde yangın güvenliği ayrıca düşünülür.

X-10 modülleri kablolu veya kablosuz, kızılötesi haberleşme imkanına sahip modüller olabilir. Şekil 3.11 de ana kumanda modülü (pano) ve gösterge paneli (display) ile X-10 uyumlu modüller görülmektedir.

Şekil 3.12 de ise ana kumanda modülünün ve yardımcı modüllerin bağlantı şeması görülmektedir.

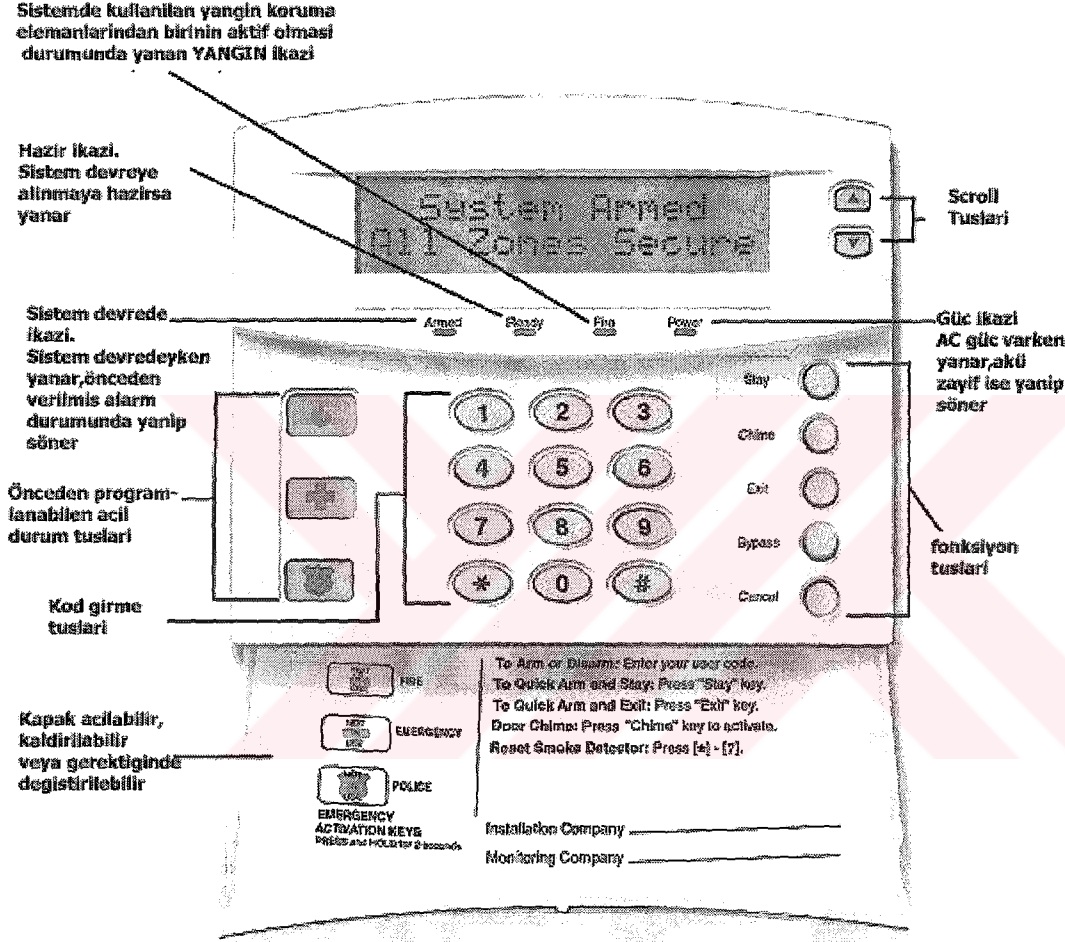


Şekil 3.11 Ana güvenlik paneli ve x-10 uyumlu ağ ürünleri



Şekil 3.12 Ana güvenlik paneli ve ağına bağlanan ürünlerin bağlantı şeması

Şekildeki manyetik kontaklar, manyetik sensörler olup açılması veya kapanması sakıncalı bir durum oluşturacak kapı, pencere, kasa veya kutularla kullanılabilir. Şekil 3.13 de gösterilen modüller ve tuş takımları örnektir. Farklı bir konfigürasyonla da kullanılabilir. Alltaki resimde oldukça fonksiyonel bir gösterge paneli ve tuş takımı görülmektedir.



Şekil 3.13 Güvenlik paneline ek tuş takımı

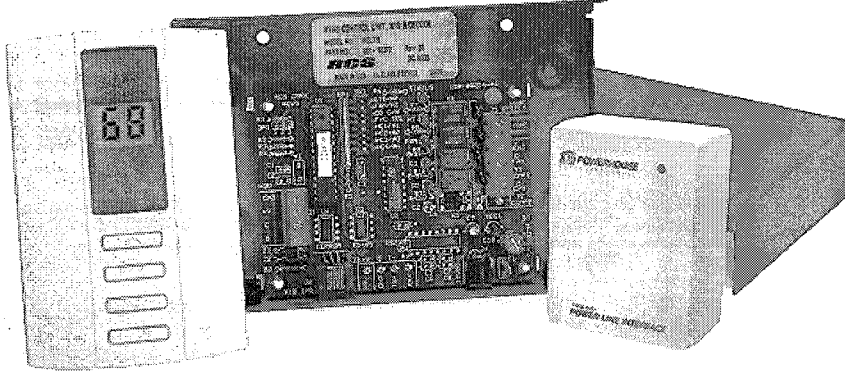
Panelde görülen acil durum tuşları, manuel olarak itfaiye, polis veya cankurtaran çağırabilmek içindir. Bu tuşlardan ilgili olana basılırsa acil arama cihazındaki sesli mesaj ilgili acil durum merkezindeki operatör tarafından duyulacak ve ekiplerin olay yerine intikali çabuklaşacaktır.

### 3.3.1.2 X-10 sistemiyle havalandırma ve iklimlendirme:

X-10 haberleşme protokolünün en yaygın kullanıldığı alanlardan biri de HVAC-Isıtma, havalandırma, iklimlendirme sistemleridir. Yine ana kumanda ve buna bağlı X-10 uyumlu modüllerin kullanılmasıyla ev, ofis veya bina içindeki uygun sıcaklık kontrolü, havalandırma

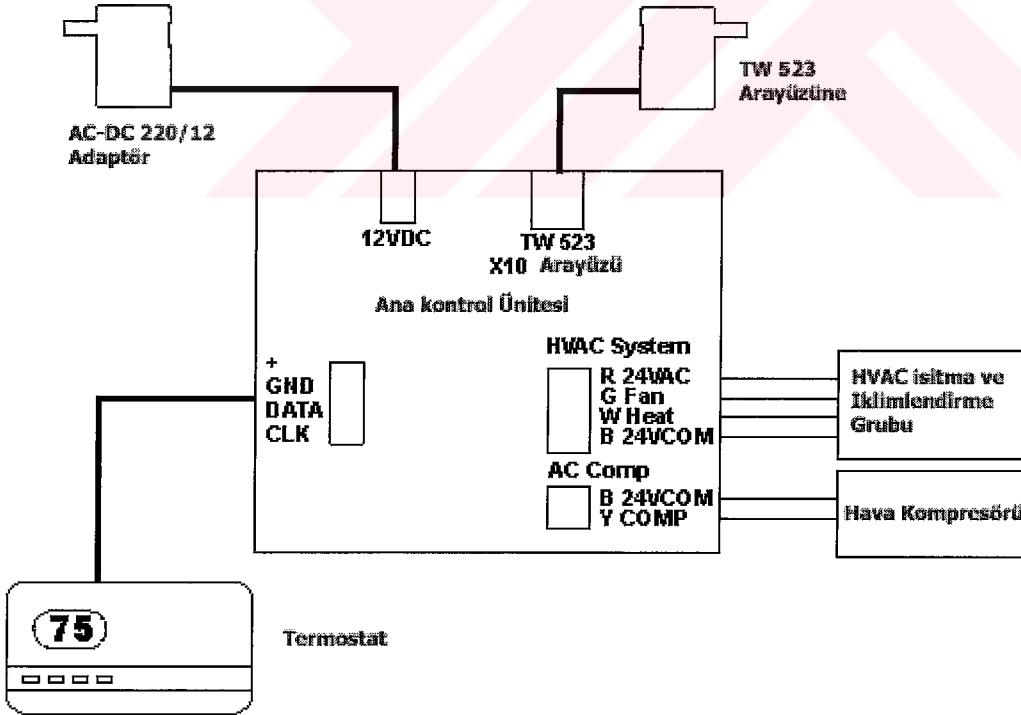
sağlanır; ısıtma, iklimlendirme ve havalandırmayı sağlayan cihazlar da tabii ki kontrol altında tutulacaktır. Cihaz hem ° F hem de ° C birimleri ile ayarlama imkanı sunmaktadır.

Şekil 3.14 de bu tip bir sistem için ana kontrol ünitesi yer almaktadır.



Şekil 3.14 HVAC sistem ünitesi ve termostat

Bu ünitenin bağlantı şeması şekil 3.14 deki gibidir



Şekil 3.15 HVAC sistemi bağlantı şeması

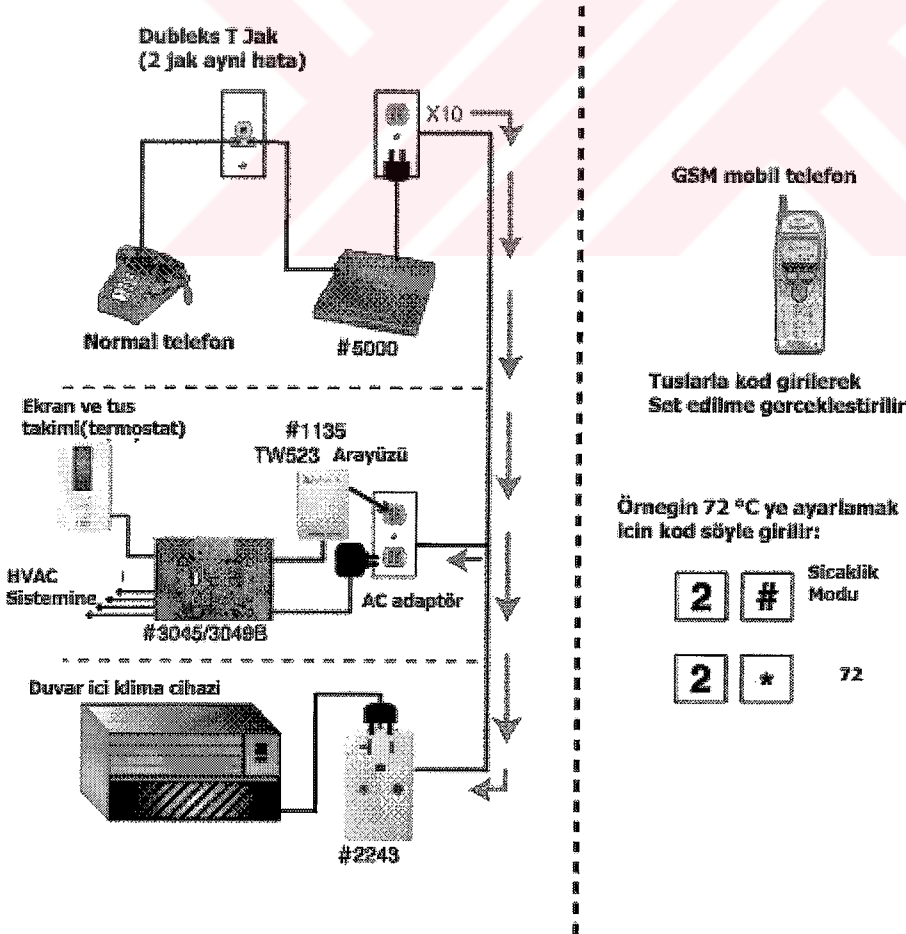
Termostat ünitesi üzerinde ekran ve tuş takımı bulunmaktadır. Gerekli ayarlama bu ünite üzerinden ana kumandaya bildirilir, ana kumanda ve kontrol ünitesi gerekli kontrol

sinyallerini ya direkt bağlantı ile ya da X-10 protokolü ile şebeke hattından klima ve ısıtma cihazlarına yollar. İkinci durumda TW 523 arayüzü X-10 sinyallerinin vericisi olarak görev yapar. Doğal olarak ısıtma ve klima cihazlarının şebekeye bağlandığı noktalarda X-10 uyumlu uç birimlerinin kullanılması gerekmektedir.

Kontrol cihazının dış (external) kontrol ile çalışabilmesi için de bu arayüze ihtiyacı vardır. Isıtma ve havalandırma işlemlerinin otomatik ya da bir günlük ya da haftalık programa bağlı olarak gerçekleştirilmesi için bir ev kumanda sisteminin olması şarttır. Bu sistem tabelaya veya programa uygun olan sinyalleri TW 523 arayüzü üzerinden ana kontrol ünitesine yollar.

Uzaktan sisteme ulaşım, programa etki etmek de mümkündür. Bunun için ya internet üzerinden kontrol protokolüne sahip ev otomasyon sistemi veya cep telefonunun DTMF sinyallerini gerekli X-10 sinyallerine dönüştürecek bir cihaz (#5000 kodlu cihaz) ve bu sinyalleri ana kontrol ünitesine ulaştıracak yine bir TW 523 modülü gerekir. İkinci durumda yani cep telefonu ile HVAC sistemine ulaşmanın tarif edildiği şekil aşağıdadır.

#3045 ana kontrol ünitesi ve #5000 DTMF/X-10 Arayüzünün beraber kullanılması



Şekil 3.16 HVAC sistemine uzaktan kumanda

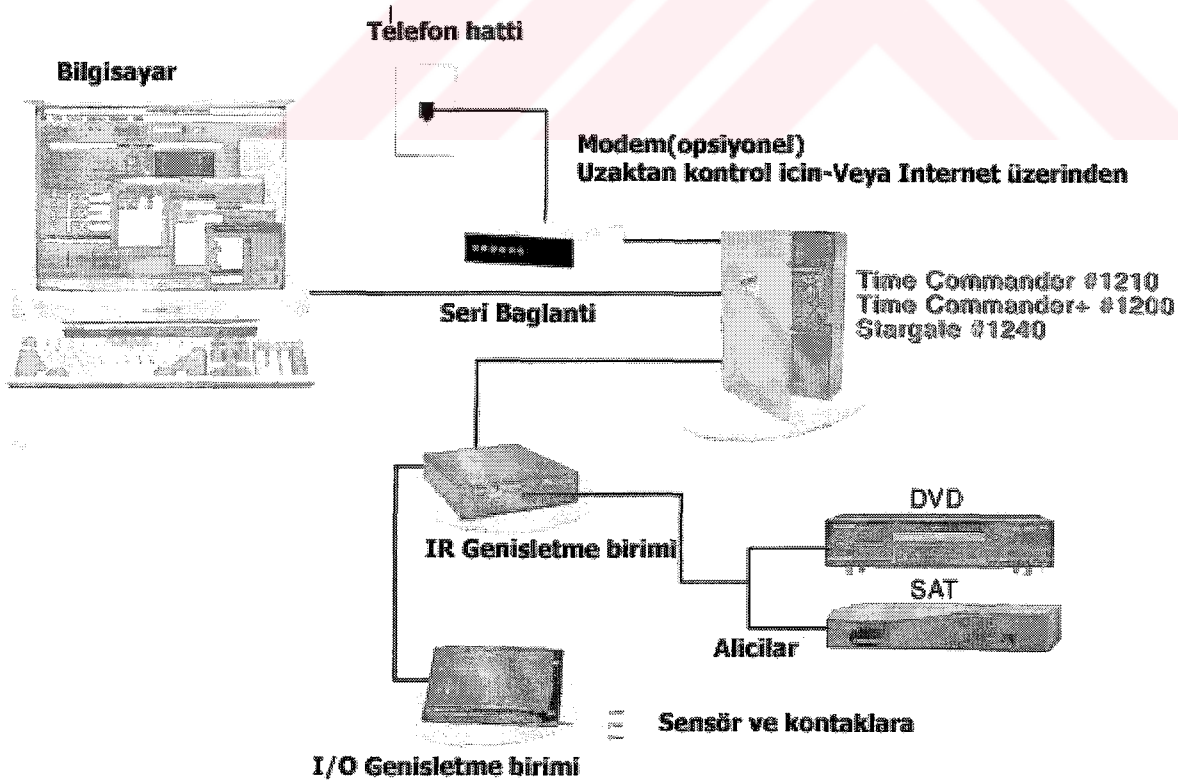


### 3.3.1.3 X-10 sistemi ile Ekstra Konfor

X-10 protokolüyle gerçekleştirilen birçok faydalı sistem ve proje vardır. Buna ek olarak ev içindeki konforu üst seviyelere çıkaracak audio-video sistemleri de gerçekleştirilebilir.

Şekil 3.17 de görülen sistem aslında ev içi komple bir sistem olarak göze çarpmaktadır. Sistemin ana modülü olabilecek 3 farklı tip ürün bulunmaktadır. Bunlar 1210 kodlu Time Commander, 1200 kodlu Time Commander + ve 1240 kodlu Stargate merkez istasyonlarıdır. Sistem uygun program vasıtası ile bilgisayar tarafından yönlendirilebilir. Programın internet uyumu varsa internet üzerinden bilgisayar üzerindeki programa erişilip sistem denetlenebilir veya sisteme komut gönderilebilir. Bu ayrıca telefon hattı ile merkez modül arasına bağlanabilecek modem vasıtası ile de gerçekleştirilebilir. Bu şekilde DTMF tonu yoluyla sisteme komut gönderilebilir.

Sistemdeki IR (kızılötesi) genişletme birimi DVD çalar ve uydu alıcısına (SAT) kumanda etmek içindir. Daha önce de belirtildiği gibi sistem aslında komple bir ev içi kontrol paketidir. Giriş-çıkış sayısını arttırmak için bir arabirim takılır. Bu arabirim diğer sensör ve kontaklara bağlantıyı kurar. Sistem, ağ içindeki elemanlarla kablo vasıtası ile direkt, x-10 protokolü ile şebeke üzerinden, veya kızılötesi sinyaller yoluyla haberleşebilir.[12]



Şekil 3.17 DVD ve SAT bağlanabilen komple ev kontrol sistemi

### 3.3.2 EIB (European Installation Bus)

HVAC, Güvenlik ,Giriş(Access) gibi konularda yaygın kullanıma sahip, Bina Otomasyonu uygulamaları için tasarlanmış bir kontrol protokolüdür. Bir konsorsiyum ürünü olan EIB, ETS firmasının PC komponentlerinin, ANubis firması IP Servis Ağları altyapısının ve eteC firmasının program(software) kütüphanesi ve komponentlerinin uyum içinde çalışmasını kontrol eden bir iletişim birimi ve protokolüdür [6]

EIB bağlantılarında -twisted pair- kablolar kullanılır.



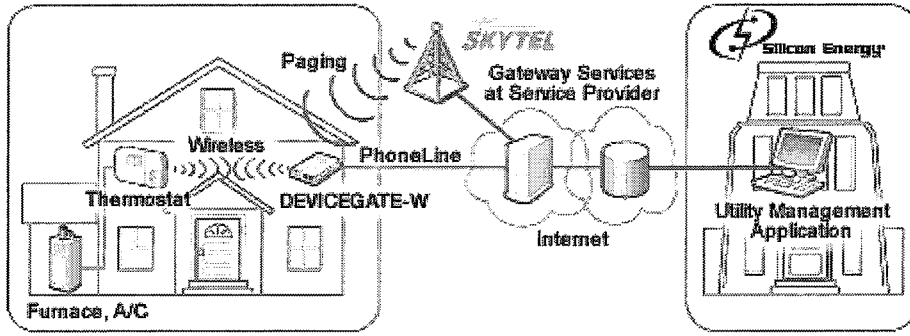
Şekil 3.18 EIB konsorsiyum partnerleri [6]

### 3.3.3 ETI (Extend The Internet)

Lokal iletişim ağlarının kuvvetlenmesi ve internetin de gelişmesiyle ağ kurma problemlerinin karşımıza çıkması da çok doğal bir sonuçtu. Ağ (Network) üzerindeki veya ağa yeni bağlanacak cihazların tamamının birbiriyle uyumlu olması öncelikle dikkat edilmesi gereken bir noktadır. [8]

Son yıllarda ise internet üzerinden kontrol oldukça popüler hale gelmiştir. İşte ETI ,farklı firmaların ürettiği farklı cihazların ağ kurmada birbiriyle aralarındaki iletişim sorununun çözülmesi amacıyla üretici firmaların biraraya gelip oluşturdukları bir protokol, bir standartlar bütünüdür. Ağın herhangi bir noktasına cihaz üretecek firma bu standartlara ve ETI protokolüne uygun cihazlar üretir.[8] Böylece yaklaşık 5 senedir ağ kurmada başarılı sonuçlar elde eden konsorsiyum, bina otomasyonu dalında faaliyet göstermeye Powersave firmasının da birliğe üye olmasıyla başlamıştır. Powersave firması, ETI protoküne uygun bina otomasyonu cihazları üretmektedir. Bu cihazlar genelde enerji tasarrufuna yönelik olmaktadır. Powersave, HVAC sistemleri için kablosuz bir termostat üretmiştir. Termostat güç için

binanın AC şebekesine bağlanmakta, kontrol sinyallerini de 900 MHZ. frekanslı kablosuz verici-alıcıdan almaktadır.



Şekil 3.19 ETI Sistemi [8]

### 3.3.4 CEBus (Consumer Electronics Bus)

CEBus standardı EIA-600, EIA (Electronic Industries Association) tarafından bir evdeki elektrikli veya elektronik tüketim cihazlarının birbiriyle haberleşmesi ve beraber çalışabilmesini sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. [3]

CEBus Standardına uygun her cihaz CEBus HomePnP™ olarak anılır. PnP yani tak ve kullan terimi, bir sisteme ekstra bir sürücü veya protokol olmaksızın bağlanan cihazın sorunsuz çalışabilmesi anlamına gelir. İşte EIA-600 yani CEBus standardına uygun bu ev cihazları, CEBus sistemine kolaylıkla adapte olabildikleri, birbirleriyle iletişim kurmada ve beraber çalışmada sorun çıkarmadıkları için HomePnP olarak anılmaktadırlar.

Standardın en büyük avantajı, CEBus cihazlarının birbirleriyle,merkezi kontrol olmadan haberleşip çalışabilmeleridir.Böylece birçok basit otomasyon problemi için çabuk ve ucuz çözümler sunar.Bu, cihazların merkezi kontrolle çalışamayacakları anlamına gelmediği gibi,tam tersine merkezi bir kontrolöre bağlı CEBus cihazları daha karmaşık ev otomasyonu problemlerine de cevap verebilmektedir.

CEBus cihazları 120 V, 60 Hz. şebeke üzerinden kontrol sinyallerini alır ve verirler. 220 V, 50 Hz. şebekeler için dönüştürücü kullanmak gerekecektir. CEBus sinyalleri 100-400 Hz arası frekansa sahip olup her iletişim paketindeki her bit için değişkenlik gösterebilir.Teknik detaya girmemekle beraber,kullanılan teknik, iletim (transmission) anında bu sınırlarda frekansın belli aralıklarla değişmesini içermektedir.

#### 3.3.4.1 CAL ve CIC

Bina Otomasyonu sistemlerinin ilk kurulma aşamasında ortaya çıkan standartlaşma problemleri, belli firmaların konsorsiyumlar kurarak kendi grup standartlarını oluşturması ile

son bulmuştu. Çünkü Global bir standart yakalamak neredeyse imkansız gibiydi. İşte EIA kendi iletişim birimini, protokolünü ve bu ağa bağlanacak cihazları tanımlarken yani standartları oluştururken bu iletişimin dilini de tanımlama ihtiyacı hissetti. İşte CAL (Common Application Language) bu şekilde dilbilgisi ve semantik kuralları baştan oluşturulmuş bir dil olarak doğdu. Başta sadece CEBus standardının bir parçası olarak göze çarparken bir zaman sonra CEBus sistemini kullanmayan fakat kendi iletişim birimlerinde bu dili kendilerine uygun bulan firmalarca talep edilmeye başlandı. Bu şekilde CAL ayrı bir standart,EIA-721 ile tanımlandı. Bu şekilde sadece CEBus cihazları için değil bütün ev otomasyonu ağ cihazları için bir iletişim dili olarak öne çıkmış oldu. [3]

CEBus sistemini kuran konsorsiyum zamanla genişlemiş ve geniş bir üye kitlesine sahip olmuştur. Bunun üzerine CIC (CEBus Integration Community) kurulmuştur. Topluluk,çeşitli seminer ve organizasyonlar düzenleyerek sistemi tanıtmakta ve hem üye sayısını arttırmaya çalışmakta hem de varolan üyelere yardımcı olma çalışmalarını yürütmektedir.

Amerika Birleşik Devletlerinde 1967 yılında alınan bir kararla Home LAN deyimini ilk defa kullanılmaya başlanmıştır. Bu deyim, ev içinde haberleşme veya beraber çalışma için bir ağ yardımıyla birbirine bağlanan cihazlar için olup, ağın kendisi de Home LAN olarak anılmıştır. (LAN:Local Area Network). Bu nedenle ev içinde tak ve kullan (HomePnP) cihazların ve uyumlu bir haberleşme dilinin (CAL gibi) olması ağ içinde güçlü bir haberleşme ve sonucunda da istenilen çözüm ve verimi beraberinde getirmiştir.

Pratik olarak bu tip ağın sağladığı faydalardan şöyle birkaç örnek verilebilir:

- Tüketiciler, evlerinde kurulu olan sistemlerine yeni bir cihaz eklemek istediklerinde sistemlerini güncellemek zorunda olmayacaklar çünkü çıkacak her yeni teknoloji ürünü cihaz bu standarta uygun olarak tak ve kullan tipi olacaktır.
- Evdeki kişisel bilgisayar,cihazlar arasındaki iletişimi görüntüleme kabiliyetine sahip olacak ve ev sahibinin yapılmasını istediği işleri cihazlara aktarabilecektir (Eş zamanlı, kullanıcı için geliştirilen arayüz dışında başka hiçbir ek program ve cihaz olmadan)

### 3.3.5 EHSA (European Home Systems Association)

EHS konsorsiyumunun üzerinde uzlaşma sağladığı model basitçe OSI modeline dayanır.

ISO (International Standarts Organisation) bir standart enstitüsü olarak haberleşme arabirimleri(Bus systems) , protokoller ve ağa bağlanacak cihazların uyum sorununun çözülmesinde bir adım atarak OSI (Open Systems Integration) modelini geliştirmiştir.

ISO-OSI modelinin kendisi bir standart değildir. Sadece açık olarak anılan (Open) her sistemin diğer bir açık sistemle uyumlu olması gerektiğini belirtir. Bu model iletişim arabirimini toplam 7 seviyede tanımlar. Örneğin 1.seviye (1. layer) fiziksel bağlantıları yani kablo vs. gibi görünen kısımları içerir (physical layer)

Her iletişim birimi (Bus) 7 seviyede tanımlanmayabilir. Fakat 1,2 ve 7. seviyeler bir iletişim arabiriminin tanımlanabilmesi için kesinlikle gereklidir. ISO-OSI modelinin ayrıntıları için IS organizasyonunun web sayfasına başvurulabilir

Avrupa Birliği bu konuda açtığı programlarla üreticilerin bu spesifikasyona bağlı ürün geliştirmelerini sağlamaya çalışmaktadır.Eureka ve Esprit adlı programlar bunlara örnektir

EHS spesifikasyonuna göre bir ev otomasyonu sisteminde iletişim arabiriminin ISO-OSI ye uygunluğunun yanında bu sistem komple olmalı, modüller olmalı ve genişletmeye açık olmalıdır. Değişik üreticilerin ağa bağlanacak cihazlarının fonksiyonlarının tamamının ağ içinde sorunsuz gerçekleşmesi de genel gereklilikler arasındadır. Bu uygunluğa sahip her ürün EHS spesifikasyonuna uygunluk belgesi alabilir. [7]

### 3.3.6 CANBUS

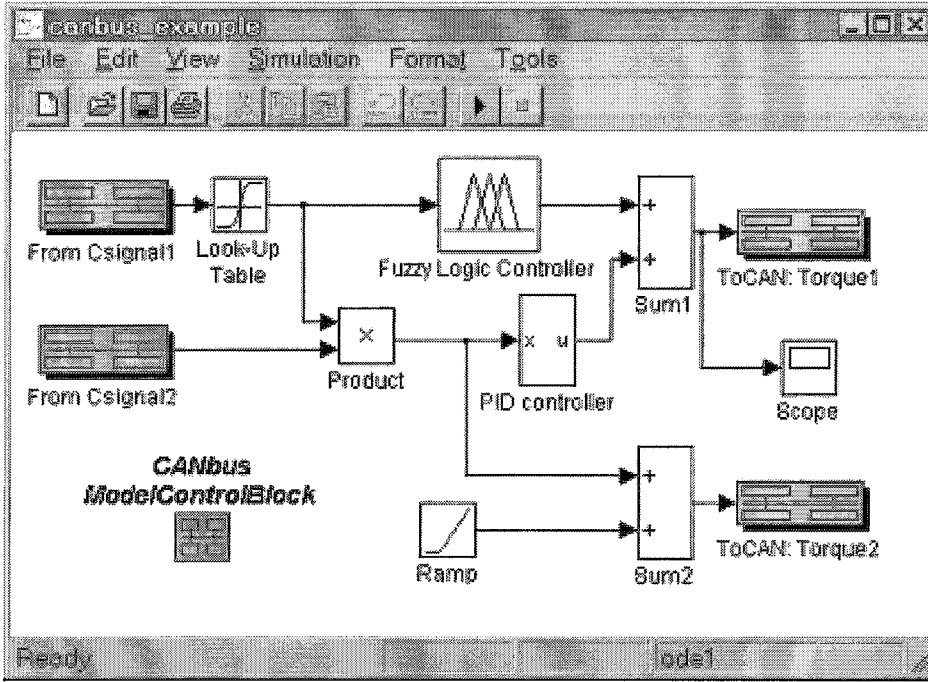
Bugün dünyada kullanımı oldukça yaygınlaşmış, gelişmiş otomobillerde ve ev otomasyonunda kullanılan bir iletişim arabirimidir.

Canbus' a ait spesifikasyonlar Canbusla ilgili web sayfalarından edinilebilir. Burada bahsedilecek esas konu ise Canbus'a simülasyon tabanlı bir program olan Matlab üzerinden ulaşılabilmesidir.

İletişim arabiriminin kontrol edilebilmesi için bir yazılım gereklidir. Bu yazılım genellikle ISO-OSI modelindeki 2.seviye ve 7.seviyenin görevlerini üstlenir (Bunlar orjinal adları ile Data link Layer ve Application Layer) İletişim birimine giriş, hata kontrolü, hata düzeltme gibi konular bu yazılım üstünden yürür.

Canbus için örneğin iniCan-Canbus 2.0b bu tip bir yazılımdır.Son zamanlarda çıkan bu yazılımla 1 Mbit / s ve daha fazla veri hızına ulaşılabilir.

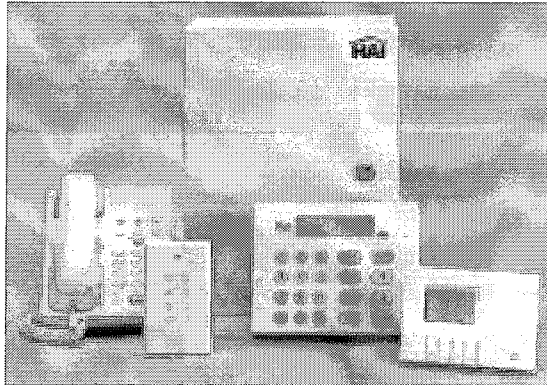
Bunun dışında uygun model kütüphanesi kullanılarak matlabdan da canbus'a ulaşım mümkündür.Bu sayede simülasyon içindeki çevrim sinyalleri direkt olarak canbus'a ulaşacak ve kontrol de sağlanacaktır.Canbus'a ait modelin de olduğu bir matlab modeli şekil 3.20 de görülmektedir. Burada "ToCAN: Torque1" , çıkış sinyalinin iletişim biriminin ilgili çıkışındaki motora gittiğini ifade etmektedir. İlgili çıkış numarası parametresi model üzerinden girilmektedir. "From Csignal1" de ilgili Canbus girişinden gelen sinyali ifade eder.



Şekil 3.20 Matlab üzerinden Canbus Kontrolü

### 3.3.7 Omni LT

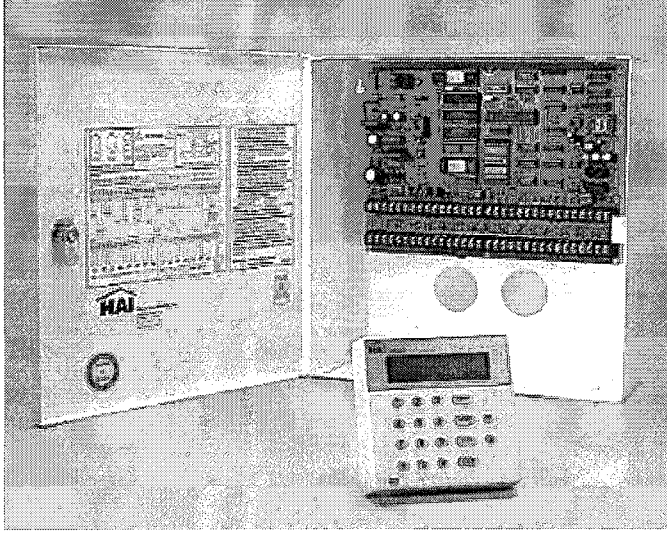
OmniLT evler ve küçük işyerleri için entegre bir otomasyon ve güvenlik panelidir. Bu sistem aydınlatma, havalandırma ve ısıtma, güvenlik mesaj bırakma özellikleriyle yüksek konfor, güvenlik ve kullanılabilirlik sağlar. Sistemin merkezinde HAI (Home Automation Inc.) nin İleri Kontrol Programlama (ACP) sistemi yatmaktadır. Bu sayede tercihlere veya programlara göre geniş bir programlama yeteneğine sahiptir.



Şekil 3.21 OmniLT ve yardımcı modüller

OmniLT standart donanımlarla kullanılabilir. Ayrıca bir protokole uyumluluk aranmaz. OmniLT nin yani ana kumanda modülünün satış fiyatı yaklaşık 600 USD civarındadır.

OmniLT yi de kapsayacak şekilde set halinde hazırlanmış ev otomasyonu paketinin fiyatı da 1050 USD civarındadır. Bu komple paket aşağıda görülmektedir



Şekil 3.22 OmniLT paketi (merkez istasyon ve konsol)

Ayrıca daha farklı modüller, gelişmiş termostatlar ve daha fazla fonksiyon tuşu içeren kumanda konsolları da mevcuttur. Aşağıdaki şekilde farklı bir konsol çeşidi görülmektedir



Şekil 3.23 HAI Omni LT için konsol

Bu konsolun satış fiyatı yaklaşık 132 USD civarındadır.

OmniLT' nin çeşitli standart modları vardır: Gündüz, Gece, Dışarıda ve Tatilde gibi. Bunların dışında İyi Geceler, Günaydın ve Eğlence gibi özel modlar hazırlanabilir. Bu modlarda sıcaklık, ışıklandırma ve güvenlik ayarları istendiği gibi yapılabilir. Sıcaklık ve güvenlik dedektörlerinden alınan bilgiler sonucu ışıklandırma, güvenlik ve sıcaklık ayarları yapılabilir. Ayrıca aktiviteler takip ve kayıt edilebilir. Takip ve programlama ev sakini veya montajcı firma tarafından evden veya uzaktan yapılabilir.

OmniLT'nin üzerinde bilgisayar v.s. bağlamak üzere seri arabağlantı mevcuttur. OmniLT'ye ev içinden veya dışından telefon ile ulaşmak mümkündür. Bu uygulamada sesli menüler ile kullanıcı yönlendirilir. Panel üzerinde dijital komünikatör mevcuttur. Bu sayede alarm durumlarında merkez istasyon ile bağlantı kurar ve programlanan 8 telefon numarasına sesli mesaj gönderir.(Aktif Otomasyon, 2002)

### Otomasyon Özellikleri

- 26 değişik adresli ışık, cihaz veya grup kontrol edilebilir. 16 adeti PLC (Power Line Carrier) sinyalleri ile mevcut (220 VAC) şebeke kablosu üzerinden kontrol edilir. 2 adet kontrollü transistör çıkışı mevcuttur. İlave kart ile transistör çıkışları toplam 10 adete çıkarılabilir.
- 2 adet HAI Omnistat termostatu ile sıcaklık kontrolü yapılabilir.
- Tarih/Saat, gündeğuşu ve günbatışı, ve dış sıcaklık görüntülenir.
- Mevcut durum (güvenlik modu, sıcaklık v.s.) görüntülenir.
- Çift yönlü X-10 arabirimi sayesinde başka kaynaklarca verilebilecek kontrol emirleri görülür. Buna göre program yapılabilir.
- Işıklar istenen parlaklığa ayarlanabilir (komutla veya programla)
- Işıklar, kontrol çıkışları, sıcaklık ve güvenlik modları saate, gündeğuşuna, günbatışına, tarihe, haftanın gününe ve çeşitli olaylara göre kontrol edilebilir.
- 100 adet kullanıcı programı girilebilir. Bu programlar enerji ve aktünün kesilmesi ile kaybolmaz.
- Anlık veya programlı komutlar:  
Açık (On), Kapalı (Off), Kısmak (Dim), Açmak (Brighten), Seviye (Level)  
Sürelili Açık, Kapalı, Kısmak, Açmak  
Termostat ayar ve modlarını değıştirmek  
Güvenlik modunu, zon durumlarını ve sancakları değıştirmek  
Konsol üzerinde mesaj bırakmak  
Buton makrosu çalıştırmak. (Tek butona bağılı birdan fazla önceden hazırlanmış program)
- Buton yeteneğı (aynı anda birden çok komutun çalıştırılması) aşığıdaki yollarla aktive edilebilir.  
Konsol komutu



Telefon komutu

Açılan veya kapanan bir zon

Güvenlik modu değişikliği

Özel bir kullanıcı şifresi girilmesi

Zaman programına göre

Diğer (programlanabilecek) olaylar ile

- Programlardaki olay butonları için ilave şart konulabilir. Bu şartlar yukarıda listelenen olaylar olabilir.
- CEBus, Echelon ve diğer arabirimler için ilerde kullanılacak genişleme port'u mevcuttur.

### Güvenlik Özellikleri

- 24 zona genişletilebilen 8 güvenlik zonu mevcuttur. Bu zonlar aşağıda listelenen şekillerde tanımlanabilir..  
Tüm güvenlik zon çeşitleri  
Dış sıcaklık zonu  
Enerji tasarrufu modülü  
Sıcaklık kontrol ve/veya alarm  
Otomasyon amaçlı yardımcı zon (güvenlikle ilişkisiz)  
Anahtar zonu (güvenlik modunu kurmak/çözmek için)  
Zon 8 iki veya dört telli duman dedektörleri için tanımlanabilir.
- 10 adete artırılabilen 2 adet (transistör) kablolu çıkış aşağıda listelenen şekillerde tanımlanabilir.  
Otomasyon için kontrol çıkışı  
Duman dedektörleri için resetli enerji çıkışı  
Sıcaklık kontrolü  
Telsiz kontrolü  
Kurulu, kurmaya hazır v.s. göstergesi
- LCD Konsollar  
Yüzey montajlı, gömme veya universal modeller  
4 kablolu bağlantı, max 4 adet bağımsız konsol  
Sinyal sesi, bakış açısı ve arka ışıklandırma ayarlı
- 5 adet güvenlik modu: Kapalı, Gündüz, Gece, Dışarıda, Tatilde

- 8 kullanıcı şifresi (farklı yetki seviyelerinde)
- Kullanıcı şifreleri belli saat ve günlerde geçerli yapılabilir
- Alarm durumuna tüm ışıklar açılabilir (kaçırmak amacıyla)
- Dışardaki ışıklar alarm durumunda flaş yaptırılabilir (dikkati çekmek amacıyla)
- Giriş ve çıkış gecikme süreleri değiştirilebilir
- Garaj ve arka kapılar için giriş gecikmesi iki veya dört katına çıkarılabilir
- Konsolda alarm öncesi sinyal sesi dış siren den önce kullanıcıya hatırlatma yapar
- Kontrollü siren çıkışı kesik veya kısa devre siren kablosunu tesbit eder
- Opsiyonel iki yönlü ses modülü ile alarm tip ve lokasyonu bildirilir
- Oto baypas sistemi açık unutulmuş pencere veya kapıların yanlış alarm vermesini önler
- Zon ve sistem hataları, enerji kesikliği, akü gerilimi düşüklüğü, telefon kablosu temassızlığı konsolda yazı ile belirtilir.
- Opsiyonel kablosuz alıcı (zonlar için) kullanılabilir
- Ticari uygulamalarda yüksek güvenlik modu kullanılabilir
- Tüm yangın ve hırsızlık zonları kontrollüdür (hat sonu direnci kullanılır)
- Zaman ve tarihli olay kayıtları tutulur. Ekranda okunabilir.

### **Telefon Kontrol Özellikleri**

- İçerdeki veya şifre ile dışardaki herhangi bir DTMF telefon ile (GSM dahil) çalışır
- Telesekreter ile kullanılabilir
- Herhangi bir DTMF telefondan:
  - Mod değiştirilebilir
  - Sıcaklık değiştirilebilir
  - Güvenlik kurulum çözülebilir, zonları baypas veya restore yapılabilir
  - Makro butonlarını çalıştırılabilir
  - Sistemin komple durumu öğrenilebilir
  - Olay kayıtlarını dinlenilebilir
  - Yanlış şifre (3 kez) girildiğinde bir süre dışarıdan ulaşılamama özelliği vardır
  - Opsiyonel iki yönlü ses modülü ile uzaktan dinleme ve konuşma özelliği vardır

### **Dijital Komünikatör Özellikleri**

- Contact ID, 4/2 ve 3/1 formatlarında haberleşir
- İki telefon numarası ve iki müşteri numarası
- Kullanıcı şifresi ile birlikte açılış/kapanış raporları

### **Sesli Arayıcı Özellikleri**

- Tümüyle dijitaldir, teyp veya hareketli parça yoktur
- Merkez istasyonun aranma durumunda (digital komünikatör ile) sesli arayıcı 5 dakika geciktirilir. Amaç merkez istasyonun evi telefonla arayabilmesini sağlamaktır.
- Kullanıcı tarafından programlanabilen 8 telefon numarasına yine kullanıcı tarafından önceden kaydedilen sesli mesaj dinletilir.
- Aranılan telefon sahibi şifre girerek diğer aramaları iptal edebilir.
- OmniLT Pager'ları ve GSM telefonları aynı şekilde arar ve istenirse alarm dışında başka olayları bildirmek için de kullanılabilir (örneğin eve çocuğun gelmesi ve sistemi çözmesi gibi)

### **Güvenilirlik Özellikleri**

- Sürekli problemsiz çalışmak üzere tasarlanmıştır.
- Duman dedektörlerinden alarm geldiğinde enerjisini bir süre keserek tekrar verir. Böylece yanlış alarmlara engel olur.
- Sistem her zon için hat sonu direncini okur böylece alarm ve kablo problemlerini ayırt eder.
- Darbe sayıcı özelliği ile sistem yıldırım, parazit gibi etkenlerle yanlış alarmları engeller.
- Programlanabilen gecikme süresi ile kullanıcı hatalarından doğan yanlış alarmlar engellenebilir.
- Tüm giriş ve çıkışlar elektrostatik, RFI, parazit ve anlık gerilim yükselişlerine karşı empedans limitleri, kıvılcım aralıkları, TRANZORB emicileri, RC filtreler, MOV lar, baypas kapasitörleri ve topraklanmış ekranlar ile korunmuştur.

### **Kullanım Kolaylığı Özellikleri**

- Tüm zonlar, ünitler, şifreler ve makrolar için yazılı isim verme özelliği

- Mevcut sözlükten sesli isim verme özelliği
- Konsoldaki menüler kullanıcıya yol gösterir.
- Çok kullanılan fonksiyonlar için minimum tuşlama özelliği
- Çabuk mod değiştirme özelliği
- Kurma ve kontrol için opsiyonel kablosuz anahtar
- Opsiyonel olarak internet üzerinden kontrol imkanı (statik IP adresi gerekmektedir)

### **Teknik**

- Güç kaynağı olarak 16 VAC trafo gerekir
- Akü olarak 12V, 4 AH tavsiye edilmektedir

### **Bilgisayar Arabağlantısı**

- Kendi üzerinde RS-232 veya RS-485 olarak (jumper ile seçilebilen) kullanılabilen seri arabağlantısı vardır. Programlama veya takip/komut verme amacıyla PC'ye bağlanabilir.
- Telefonla sisteme ulaşmak için (PC ile) dahili modem'i mevcuttur.
- HAI PAccess yazılımı ile OmniLT'nin her türlü programı yapılabilir.

### **Opsiyonlar**

- HAI Web-Link Internet ve LAN yazılımı (Windows)
- HAI PAccess konfigürasyon takip ve programlama yazılımı
- 16 zonlu kablosuz alıcı
- İki yönlü ses modülü
- 16 zon/ 8 çıkış genişletme modülü
- ALC kablolu aydınlatma kontrol modülü

### **Onaylar**

- UL evsel yangın ve hırsızlık
- FCC Part 15J, Part 68
- IS-60 (Kanada)
- CE (Avrupa Standardı)

## 4 BİNA SİMÜLASYONU

### 4.1 DYMOLA Simülasyon Programı

Dymola simülasyon programı da aynı Matlab gibi nesne yönelimli (object oriented) bir yazılımdır. Temel olarak Matlabdan farkları bulunmaktadır. En büyük üstünlüğü kullanıcının kendi modellerini çok kolay deklare etmesine olanak sağlamasıdır. Fiziksel büyüklükler arasındaki matematiksel bağıntının elde edilmesi yeterlidir. Modelin oluşturulmasında "Modelica" adı verilmiş bir yazılım dili kullanılmaktadır. [4]

Modelica, C programlama dili prensipleri esas alınarak oluşturulmuş bir yazılım dilidir. Sadece Dyloma çerçevesinde yazılım yapmakta kullanılır. Bu prensipler ışığında modele ait giriş ve çıkış parametreleri ve değişkenleri deklare edilir, bu değişkenler arasındaki bağıntı da matematiksel olarak yazılır. Bu sayede model elde edilmiş olur. Kullanıcı kendi oluşturduğu modelleri bir model kitaplığında toplayabilir ve standart model kitaplıklarının yanında çek ve bırak (drag and drop) özelliğini kullanabilir. Bu modeller ile standart modellerinden birleşiminden yeni modeller üretilebilir veya standart modelleri kendi modellerinin üretiminde kullanabilir. Modeller arasında sınıflandırmaya gitmek mümkündür. [10]

Dymola programı bu çeşit üstünlükleri ile bina simülasyonu için uygun bir yazılım olma özelliğini taşımaktadır.

### 4.2 Dymola ile Termal Bina Davranışı Simülasyonu:

Bina otomasyonunda HVAC sistemleri ağırlıklı bir öneme sahiptir. Bu sistemler bina içindeki sıcaklığın, nem ve temiz havanın optimum düzeyde olmasını sağlamaya çalışır.

Geçmiş yıllarda bu sistemler basit ve statik hesaplama yöntemleri ile boyutlandırılıyor ve buna göre kuruyorlardı. Ne var ki birincil enerji fiyatlarındaki artış, daha fazla konfor istekleri mühendisleri daha etkin yöntemler kullanmaya teşvik etti. Böylece bina ve sistemin dinamik simülasyonu daha etkin bir rol oynamaya başladı. Bu değişim, bilgisayarların gelişimi ile desteklendi. Böylece zaman alan ve oldukça pahalı olan hesaplama yöntemleri daha pratik, hatta daha da geliştirilebilir hale geldi. (Felgner, 2001)

Termal bina davranışının simülasyonu gerçekte var olan veya olmayan herhangi bir binanın sıcaklık değişimlerinin, HVAC sistemlerinin etkisinin ve genel davranışın bilgisayar ortamında gerçekleştirilip incelenmesini içerir. Bunun için dış ortam sıcaklığı, bulunan yerin iklim yapısı, iç yükler ve kullanıcının davranışı hesaba katılmalıdır. (Felgner, 2001) (Sitompul, 2001)

Sistemin dinamik davranışının simülasyonu ancak ve ancak gerçek proseslerin tam ve doğru ifade (deklare) edilmesiyle mümkündür. Bu da matematiksel, fiziksel ve mühendislik disiplinlerinin uyumunu gerektirir. Zira sadece basit bir ısıtma sistemi modeli bile birçok termodinamik, akışkan dinamiği, elektriki ve kontrol mühendisliği ile ilgili büyüklüğü içermektedir.

Simülasyonun sonuçlarının doğruluğu simülasyon ortamı ile doğrudan bağlantılıdır. Yaklaşım yöntemleri özellikle dinamik davranışların modellenmesinde önemli rol oynar. Dymola simülasyon ortamı ve Modelica yazılım dili bu anlamda mükemmel bir ortam sağlamaktadır.

### 4.3 Modeller

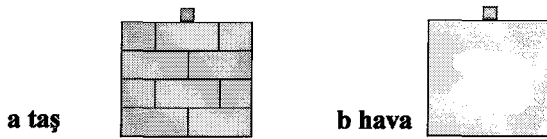
#### 4.3.1 Temel ısı modelleri

Bir binanın termal davranışının karakteristiği, ısının depolanması, bu ısının duvarlar, tavan ve taban üzerinden iletimi, iç ve dıştaki havanın buna etkisi ve yapı elemanlarının ısı transferine etkisinin bir bütünüdür. Isının depolanması ve transferi temel yapı elemanları üzerinde tanımlanır ki bunlar termal bir bina modelinin temel yapıtaşları sayılırlar. Isı transferi 3 yolla olabildiği için bu 3 transfere (iletim, konveksiyon, ışıma-radyasyon) ait 3 ayrı model gerekli olacaktır. (Duffie, 1974)

Isı depolayan elemanlar elektrikselsel anlamda dirençlere tekabül eder. Burada ısı akışı elektrik akımının ve sıcaklık da elektriki potansiyelin yerini alır. Bu elemanların model sembolleri şekil 4.1 de görülmektedir

$$m \cdot c \cdot \dot{T} = j \quad (4.1)$$

(M:kütle , c: ısı sabiti)



Şekil 4.1 Isı depolayan elemanların sembolleri

Isıyı ileten elemanlar elektrikselsel iletkenler olarak modellenir

$$j_{1 \rightarrow 2} = \frac{\lambda \cdot A}{d} \Delta T = \frac{\lambda \cdot A}{\underbrace{x_2 - x_1}_G} (T_1 - T_2) \quad (4.2)$$

( $\lambda$ : Isı iletkenliği ,  $A$ : sıcaklık akışına dik alan ,  $d$ : iki ısı depolayan yapı elemanı arasındaki mesafe)

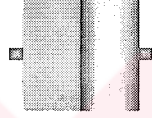


Şekil 4.2 Isı ileten yapı elemanı sembolü

Konveksiyon da aynı matematiksel yapı içinde ifade edilir( $\alpha$  sabit kabul edilirse)

$$j_{1 \rightarrow 2} = \alpha \cdot A \cdot (T_1 - T_2) \quad (4.3)$$

Konveksiyon modeli duvar ve hava(hem iç hem dışta), taban ve tavan arasında yerelmalıdır.

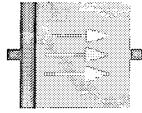


Şekil 4.3 Konveksiyon model sembolü

İletimin 3.şekli olan radyasyon da önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle solar ışıma termal bina modelini etkileyecektir. Stefan Boltzman kanununa göre (Duffie,1974)

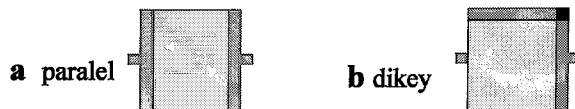
$$j_{\text{rad}} = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot T^4 \quad (4.4)$$

( $\sigma$ : Stefan Boltzmann sabiti,  $\varepsilon$ : yüzey emisyon sabiti)



Şekil 4.4 Radyasyon model sembolü

Radyasyonla ısınma prensibine göre yüzeyler arasında da ışıma mümkündür. Burada ısınma yüzeylerin birbirine dik ya da paralel olmasına göre de ısınma oranı değişebilmektedir. Bu nedenle iki ayrı yüzey radyasyon ısınma modeli geliştirilmiştir. Bu modellere ait semboller aşağıda görülmektedir.

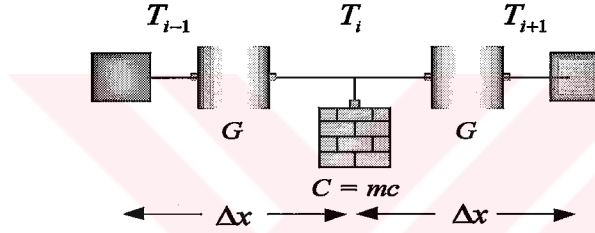


Şekil 4.5 İki yüzey arasında radyasyonla ısınma model sembolleri

### 4.3.2 Isınmanın modellenmesi

Temel modeller geliştirildikten sonra geriye kalan bu modellerin doğru şekilde birleştirilmesidir. Buna ikincil bir yapı modellenmesi şeklinde bakılabilir. Çünkü birincil olarak hava ve bina yapıtaşının ısı depolama kabiliyetini modellemiş, buna ısınma yoluna bağlı olarak 3 farklı ısınma modelini eklemiştik. Unutulmamalıdır ki bir bina sistemi bu birincil yapıtaşlarından oluşmaz. Sistem kapı, pencere, duvar gibi ikincil yapıtaşlarından oluşmuştur. Bize düşen, birincil yapıtaşlarından ikincil yapıtaşlarını oluşturmak ve bu ikincil yapıtaşına uygun ısınma modelini de ekleyip ön bir modeli tamamlamaktır.

Örneğin binanın bir cephesine veya odanın bir duvarına ait termal modeli çıkarmaya çalışırken bu duvarın yapıtaşı modeli, duvarda ısınma iletimle gerçekleştiği için iletimle ısınma modeli birleştirilir ve bir duvara ait ön model çıkarılır.



Şekil 4.6 Bir duvara ait iletime ısınma modeli

Şekil 4.6 da görüldüğü gibi diskretize edilmiş değerler kullanılmaktadır. Bunun sebebini şöyle açıklayabiliriz:

Isının iletimle yayıldığı bir ortamda tek yönde (x doğrultusu) ısının iletildiğini düşünürsek yayılma bu doğrultu boyunca olacak ve sıcaklık hem x hem de zamana bağlı olarak değişecektir. Yani:

$$\rho \cdot c \cdot \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \cdot \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (4.6)$$

Ancak *modelica* da bunu gerçekleştirmemiz mümkün değildir, zira tek bağımsız değişkenimiz zaman(t) dir. Bunu çözmek için x için diskretizasyon uygularız. Bu yaklaşımla x,  $x_i$  ( $i = 1, 2, 3, \dots$ ) olacaktır ki  $\Delta x = x_i - x_{i-1}$  haline gelecektir ( $i$  doğal sayı)

Böylece (4.6) daki sıcaklığın yere (doğrultuya) göre ikinci türevi şu hale gelir:

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \approx \frac{T(x_{i+1}) - 2T(x_i) + T(x_{i-1}))}{(\Delta x)^2} := \frac{T_{i+1} - 2T_i + T_{i-1}}{(\Delta x)^2} \quad (4.7)$$

bunu (4.6) daki yerine koyarsak formülümüz şu hale gelir:



$$c\rho\dot{T} = \lambda \frac{T_{i+1} - 2T_i + T_{i-1}}{(\Delta x)^2} \Leftrightarrow c \cdot \underbrace{\rho A \Delta x}_m \cdot \dot{T} = \frac{\lambda A}{\underbrace{\Delta x}_G} (T_{i-1} - T_i) - \frac{\lambda A}{\underbrace{\Delta x}_G} (T_i - T_{i+1}). \quad (4.8)$$

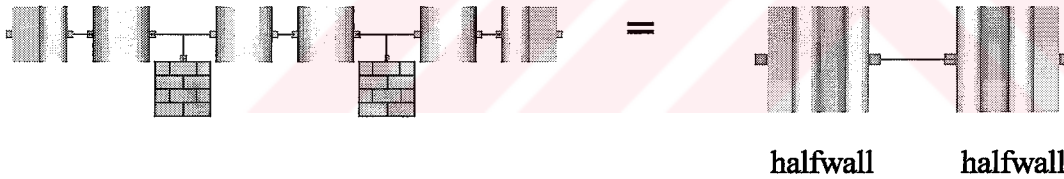
Bu şekilde bir duvara ait sadece iletimle ısınma modeli matematiksel olarak elde edilmiş olur.

Duvarın yapıtaşı modelinde (şekil 4.1 a)  $\lambda$ , ısı iletkenliği sabiti malzemenin cinsine göre bulunup parametre olarak modele girilmelidir. *Dymola* programında model üzerinde sağ fare tuşu tıkladığında gelen menüde parametre menüsü mevcut olup buradan gerekli ayarlamalar yapılır. Yazılım yapılırken model içinde *Modelica* yazılım diliyle bir parametre şöyle girilir:

*parameter Real lambda "ısı iletkenligi sabiti" = 0,01*

burada *lambda* veri ismi olup, *Real* bu veri tipini tanımlar. Bu verinin bir parametre olduğunu belirtmek için başına *parameter* ibaresi getirilir. Tırnak içinde veri tanımlar ve sonradan başka bir değer girilmediği sürece eşitliğin solundaki rakam öngörülen değer olarak kullanılır. Bu değer girilmezse *Modelica* 0 rakamını kullanır ki bu da hesapta hataya sebep olur.

Isınmanın daha iyi modellenmesi, yaklaşımın daha iyi yapılabilmesi için duvarı iki seviye olarak düşünmek daha akılcı olacaktır. Bu sayede konveksiyonla ısınmayı da hesaba katmak mümkün olacaktır.



Şekil 4.7 Bir duvara ait iki parçalı ısınma modeli

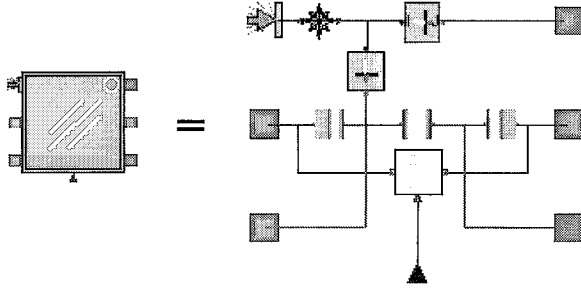
Şeklin sağında görülen iki model yarım duvar(halfwall) olarak anılır. Bu semboller duvarın birincil modeller kullanılarak oluşturulan termal modelinin sembolüdür. İleriki safhalarda birçok model bir araya geleceğinden alt modellerden oluşan üst modeller oluşturmak kullanım kolaylığı sağlayacaktır. Modelin teknik olarak iki parçalı düşütülmesinde mantık şudur:

Isı önce temel olarak konveksiyonla duvara geçecek, sonra iletimle ilerleyecektir.

İlk yarım duvar ısının alınıp içeriye iletilmesini modeller. Daha sonra iç katmandan yine iletimle ilerleyen ısı konveksiyonla iç ortamdaki havaya geçecektir. İkinci yarım duvar da bunu modeller.

Buradan pencerelerdeki ısı alışverişinin modellenmesine geçilir.

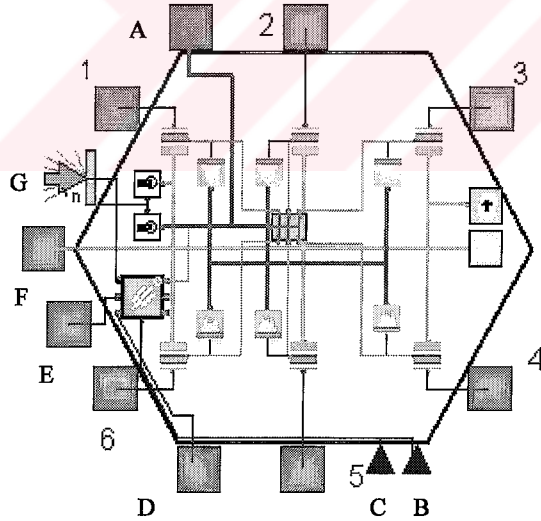
Pencere modelinde solar radyasyonun etkisi daha fazla olacaktır.



Şekil 4.8 Kontrollü hava giriş çıkışı olan pencereye ait termal model

Pencere modelinde 3 tip ısı transferi de dikkate alınmıştır. Solar radyasyona ait modeller daha sonra açıklanacaktır. Şekil 4.8 de pencere modelinin sembolü ve birincil modellerden hangilerini içerdiği görülmektedir.

Genel olarak bir binaya ait termal modelleme prensipleri bu şekilde konulur. Isınma sistemi ve radyatörler de eklendikten sonra model tamamlanacaktır. Aşağıda altıgen (çift yıldız olarak da anılabilir) bir oda modeli görülmektedir (Feist, 1994)



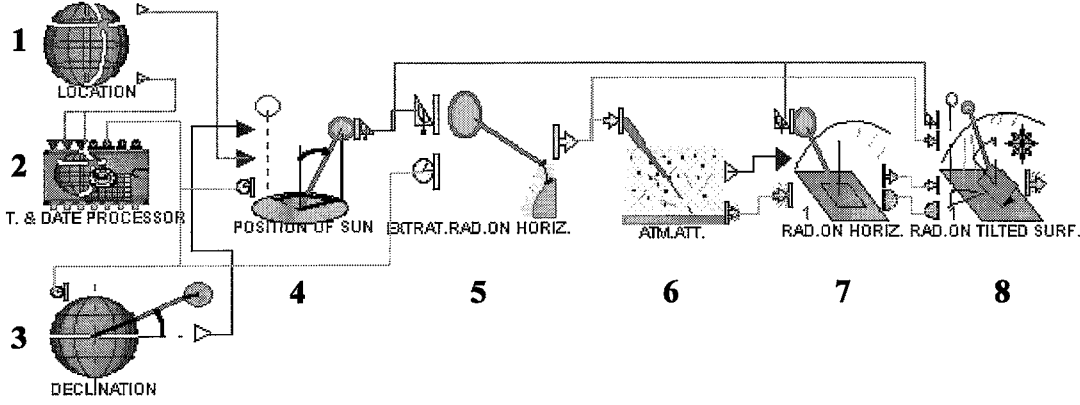
Şekil 4.9 Bir odaya ait komple termal model

### 4.3.3 Termal Bina Davranışında Solar Radyasyon Modelleri

Termal bina davranışının tam ve doğru elde edilebilmesi için doğal etkilerin hesaba katılması gerekecektir. Solar radyasyonun ısınmaya etkisinin modellenmesi oldukça karmaşık bir hesaplanmanın sonucu olduğu için model kütüphanesinin hazırlanması uzun olacaktır. Bina

simülasyonunun elde edilmesinde kullanılan bu modeller titiz bir çalışmanın ürünü olup zamana ve dünya bulunulan pozisyona göre solar radyasyonu hesaplayabilmektedir.

Model kütüphanesinin ve algoritmaların tamamı burada açıklanamayacak kadar uzundur, zaten termal bina davranışının elde edilmesinde modellerin nasıl kullanılması gerektiği daha önemli bir konudur.(Klein,2000) (Sprengard, 2001)



Şekil 4.10 Yüzeyle solar radyasyonu hesaplayan model

Modelde önce pozisyon (1) ve tarih (2) girilir. Buradan sonraki tüm adımlar kendiliğinden, model tarafından gerçekleştirilir. 2 nolu aşamada girilen tarihe göre 3. adımda güneşin dünya ile yaptığı yatay açı hesap edilir. Buradan 4 nolu adımda dikey pozisyon ve açı çıkarılır. Güneşin ısı etkisi atmosfer tarafından kesildiği için önce atmosfer yüzeyindeki solar ışığa ve bunun kesilerek dünyanın o pozisyonuna ulaşacak kısmı 5 ve 6 nolu adımlarda hesaplanır. Sonuç olarak yüzeye ulaşan güneş ışığının radyasyonla ısıtma etkisi yüzey açısına da bağlı olduğundan 7 ve 8 nolu adımlarda bu etki hesaplanır.

#### 4.3.4 Isıtma Sistemleri

HVAC sistemlerinde ısıtma sistemleri elektrikli veya yakıtlı olabilmektedir. Genel olarak su ısıtma sistemleri kullanıldığı gibi direkt olarak elektrikli radyatör kullanmak da karşılaşılan bir durumdur.

Su ısıtmaya dayanan sistemlerde (HWH-Hot Water Heating) sistem dinamikleri su, borular, radyatörler ve özellikle yerden ısıtmalı sistemlerde taban döşemesidir. Buna ek olarak uzun su hattı kullanılan binalarda suyun hızı de stabilite açısından önem taşımaktadır. Zira yavaş pompalanan su, ısıtma süresinde ölü bir zaman meydana getirecektir.

##### 4.3.4.1 Boru ve Radyatör Modelleri

Su borularının modeli akışkan haldeki suyun tüm termal ve mekanik etkilerini kapsayacak şekilde olmalıdır. Sıcaklık, suyun kütledeki anlık değişime kuvvetle bağlı olup, bu değişim

de dinamik viskoziteye bağılı olmaktadır. Dinamik viskozite de aynı şekilde sıcaklık değişimlerinden kuvvetle etkilenir. Silindirik tipi borular için Hagen-Poiseuille yasası geçerli olup şu şekildedir:

$$\dot{m} = \frac{\rho \pi D^4}{128 \eta L} (p_1 - p_2) \quad (4.9)$$

( $\dot{m}$ : suyun kütleindeki anlık değişim,  $D$ : çap,  $L$ : boru uzunluğu,  $\eta$ : dinamik viskozite,  $p_1 - p_2$ : basınç farkı)

Burada yaklaşım yapabilmek için Reynolds Katsayısı hesaplanmalıdır:

$$Re = \rho v D / \eta \quad (4.10)$$

Eğer Reynolds katsayısı 2300 den fazla ise ( $Re_{crit.} \approx 2300$ ) akış teknik terimle türbülent hale gelir ve basınç farkı yaklaşımı (borunun iki ucu arasındaki basınç düşmesinden dolayı) şu formül ile ifade edilebilir:

$$|p_1 - p_2| = \lambda \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho v^2}{2} \quad (4.11)$$

( $v$ : akışkanın ortalama hızı,  $\lambda$ : boru friksiyon katsayısı)

$\lambda$  yaklaşımı için yine Reynolds katsayısı önemlidir. Eğer Reynolds katsayısı 100000 den az ise ( $Re < 100000$ )  $\lambda$  hesabı için Blasius formülü kullanılabilir. (Recknagel, 1997)

$$\lambda = \frac{0.3164}{\sqrt[4]{Re}} \quad (4.12)$$

Silindirik bir borudaki akışkanın dinamiği şu kısmi diferansiyel denklem ile ifade edilir:

$$\underbrace{-c\dot{m} \cdot \left( \frac{\partial T}{\partial x} \right)_t}_{\text{zamana bağılı ısı transferi}} - \underbrace{c\rho\pi \frac{D^2}{4} \left( \frac{\partial T}{\partial t} \right)_x}_{\text{zamandan bağımsız ısı transferi}} = \underbrace{\alpha \cdot \pi D \cdot (T - T_{wall})}_{\text{boru çeperine konveksiyonla transfer edilen ısı}} \quad (4.13)$$

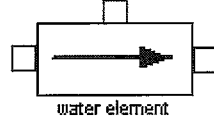
zamana bağılı ısı transferi      zamandan bağımsız ısı transferi      boru çeperine konveksiyonla transfer edilen ısı

( $c$ : suyun ısı tutma sabiti,  $\rho$ : su yoğunluğu,  $\alpha$ : konveksiyonla ısı transferi sabiti)

Burada  $x$  doğrultusunda konveksiyonla ısının yayılımı ihmal edilir. Bu şekilde diskretizasyona gidilir ve diferansiyel denklem çözülür. Diskretizasyon yapılırken boru her biri  $\Delta x$  uzunlukta eşit parçalara bölünmüş olur. ( $L = \Delta x$ )

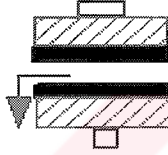
$$-c\dot{m} \cdot \frac{T_{out} - T_{in}}{L} - c\rho\pi \frac{D^2}{4} \frac{dT_{out}}{dt} = \alpha \cdot \pi D \cdot (T_{out} - T_{wall}). \quad (4.14)$$

Bütün bu formüller derlenerek Dymola programında bir silindirik boru modeli geliştirilmiştir. Bu modelde mavi giriş-çıkışlar (bunlar Dymola çevresinde *cut* olarak anılırlar) basınç( $p$ ), sıcaklık ( $T$ ) ve akışkan kütle değişimi ( $\dot{m}$ ) değişkenleri için olup, kırmızı giriş ise ısı akışı değişimi içindir. Bu model 1m lik bir boruyu modeller. Unutulmamalıdır ki diferansiyel denklemi çözebilmek için diskretizasyona gitmiş ve boruyu eşit ( $\Delta x$ ) parçalar halinde düşünmüştük.



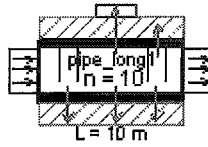
Şekil 4.11 Su dolu boru modeli sembolü

Boru çeperinde emilip depolanan ısı için geliştirilen model sembolü ise aşağıdaki gibidir



Şekil 4.12 Boru çeperinde depolanan ısı modeli sembolü

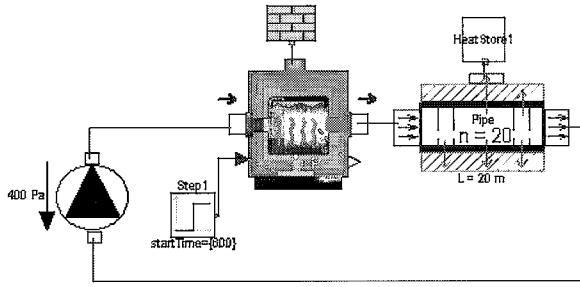
Peki uzun bir boru için model nasıl oluşturulur? Basit boru modelinde  $L = 1$  m olarak deklare edilmişti. Modelleri arka arkaya bağlamak oldukça zahmetli olacağı için basitçe bir *for* döngüsü (*for loop*) kullanılarak  $n$  metrelik boru için modelde  $n$  sayısı değiştirilir ve boru uzunluğu parametresi aşağıda sembolü görülen model içinde ayarlanır.



Şekil 4.13 Boru modeli sembolü ( $L = n$  m.)

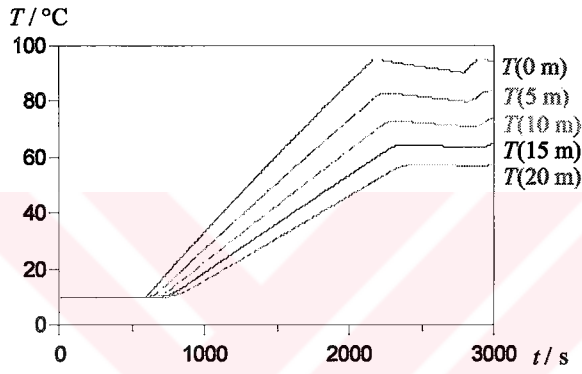
Böylece pompalar, kazan ve borular bir araya getirilerek termal bina modelinin ısınma sistemi kısmı da gerçekleştirilmiş olur. Şekil 4.14 de 20 m lik ( $n=20$ ) bir boru, kazan ve pompadan oluşan bir sistem görülmektedir. Sıcaklık kontrolörü histeresiz kontrol yapmakta olup sıcaklık 90-95 ° C arasında tutulmaya çalışılmaktadır. Pompa 400 pa. Basınç uygulamakta olup basınç uygulama yönü VDE standardına göre belirtilmiştir. Brülör girişine uygulanan step fonksiyonu zamanlayıcı görevi görmektedir.

Taşa ait ısı depolama kabiliyeti de olduğundan birincil yapıtaşı modeli ve boru çeperinde depolanan ısıya ait model de burada yer almaktadır.



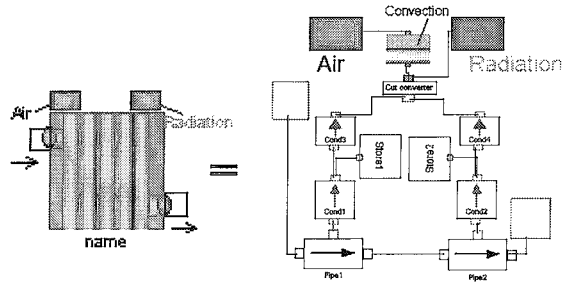
Şekil 4.14 Pompa, kazan ve su borularından oluşmuş ısıtma sistemi modeli

Boru içinde değişik mesafelerdeki sıcaklık aşağıdaki çizelgede görülmektedir



Şekil 4.15 Su borusu içindeki mesafeye bağlı sıcaklık değişimleri

Bir radyatöre ait model sembolü ve kullanılışı da aşağıdaki şekilde görülmektedir



Şekil 4.16 Radyatör model sembolü ve genel model içinde kullanılışı

### 4.3.5 Kontrolörler

#### 4.3.5.1 Standart Kontrolörler

Kontrolör kütüphanesi standart tüm kontrolörleri içermektedir. Bunlar:

- PI
- PID

c. ON-OFF

d. Histerezis

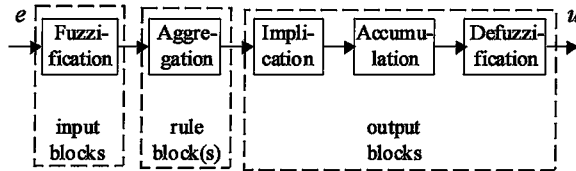
gibi ana kontrolörleri içermekle beraber diskret kontrolörler ve fuzzy kontrolör de kullanılabilir.

#### 4.3.5.2 Fuzzy Kontrolörün Oluşturulması

Fuzzy kontrolör standart olarak Dymola kütüphanesinde bulunmayıp kullanıcının Modelica ile bu kütüphaneyi hazırlaması gerekir. Bu da Fuzzy kontrol içinde kullanılan temel blokların programlanması şeklinde gerçekleşir. Bir Fuzzy kontrol prosesinde beş temel adım bulunmaktadır. Bunlar orijinal adları ile:

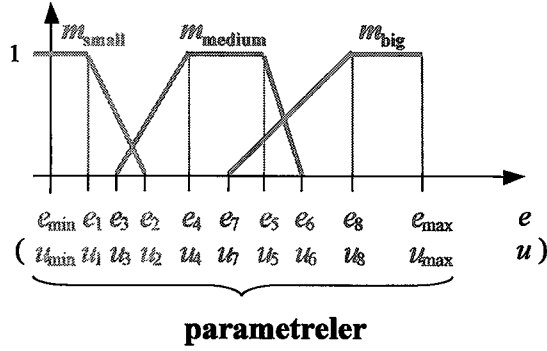
1. Fuzzification (bulanıklaştırma)
2. Aggregation
3. Implication
4. Accumulation
5. Defuzzification (durulama)

şekindedir. Tabii ki yapının oluşturulması en önemli konudur. Zira modüler bir yapı seçilmezse kullanıcının proses içinde işi zorlaşır. Örneğin durulama için istenilen tekniğin kolaylıkla seçilebilmesi, modellerin buna göre açık ve seçik oluşturulması gerekir. Bu nedenle bu temel 5 adım giriş bloğu, kural bloğu ve çıkış blokları olmak üzere 3 e ayrılır



Şekil 4.17 Fuzzy kontrol prosesinde temel adımlar

Böylece 1.adım giriş bloğu, 2.adım kural bloğu ve 3, 4 ve 5. adımlar da çıkış blokları olarak anılırlar. Şekilde giriş (e) ve çıkış (u) değerleri ile birlikte bir fuzzy set örnek olarak görülmektedir. Bu aynı zamanda bir giriş bloğuna tekabül etmektedir. Yani herhangi bir değişken için üyelik fonksiyonu ve dilsel değişken sayısı ve adları seçilir, bu model parametrelerinde yerine yazılır. Bu artık bir giriş bloğu olmuştur. Daha sonra kural blokları içinden uygun blok seçilir. Burada 2 tip uygulama örnek olarak gösterilecektir.



Şekil 4.18 Giriş bloğuna ait üyelik fonksiyonu ve giriş çıkış parametreleri

1. yöntemde Giriş bloğu seçilir. Bu bloğun çıkışı uygun kuralın Dymola standart kütüphanesinde bulunan karşılığı ile çıkış bloğunun uygun girişine bağlanır. Kullanılış oldukça basittir. Her kural için bir giriş bloğu çıkışı bir çıkış bloğu girişine uygun mantık kuralı üzerinden bağlanmış olur. Şekildeki fuzzy kontrolör için kurallar şöyledir:

If In\_1 small, then Out\_1 medium.

If In\_1 big and In\_2 small, then Out\_2 very small.

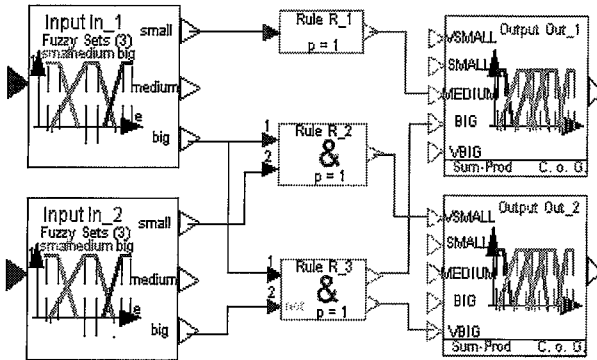
If In\_1 big and In\_2 not big, then Out\_1 big and Out\_2 very big.

yani

In\_1 (giriş 1 büyüklüğü) küçükse, Out\_1 (çıkış 1 büyüklüğü) orta

In\_1 büyük ve In\_2 (giriş 2 büyüklüğü) küçükse, Out\_2 (çıkış 2 büyüklüğü) çok küçük

In\_1 büyük ve In\_2 büyük değilse, Out\_1 büyük ve Out\_2 çok büyük.



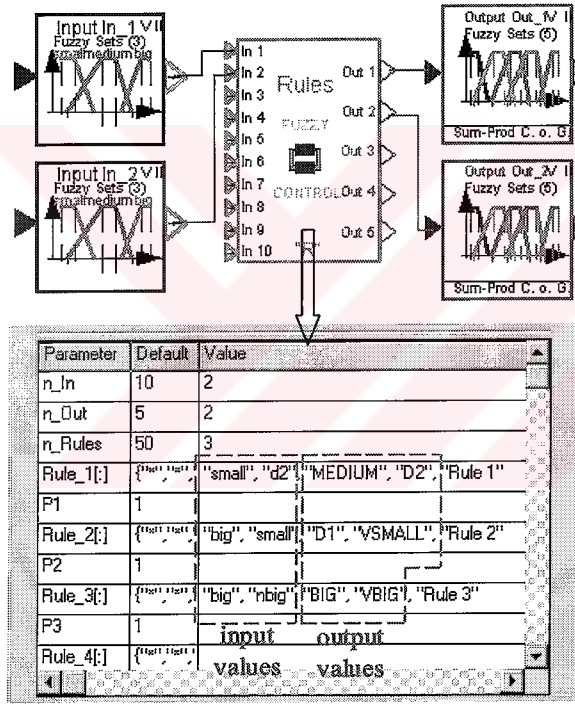
Şekil 4.19 Birinci yöntemde oluşturulmuş giriş, çıkış ve kural blokları

Bu şekilde yapılması gereken tek şey giriş bloklarında bulanıklaştırma ve çıkış bloklarında empfikasyon, agregasyon ve durulama için teknikleri formüle etmektir.



1.yöntem basittir ancak çok giriş-çıkışlı bir prosese görüntü karmaşıklaşacak ve kullanıcı hata yaparsa hatayı bulmak zorlaşacaktır.

Buna ek olarak 2. bir yol daha düşünülebilir. Bu daha karmaşık bir yapıya sahip de olsa kullanıcı sadece merkezdeki kural bloğunda yazım yaparak fuzzy kontrolörü oluşturur. Giriş bloğu, gelen giriş değerine göre bulanıklaştırma yapacak ve sonuçtaki ilgili dilsel değişkeni çıkışa iletacaktır. Çıkıştan direkt olarak kural bloğuna gelinir ve kural gerçekleştirildikten sonra çıkış bloğuna gelen dilsel çıkış değişkeni burada gerekli adımlardan geçerek sayısal çıkış değerine dönüşür. Şekilde görüldüğü gibi kontrol bloğu 10 giriş ve 5 çıkış büyüklüğü bağlanacak ve 50 kural yazılabilecek şekilde oluşturulmuştur. Fazla giriş-çıkış olması durumunda bu bloklardan bir veya birkaç tane daha kullanılır.



Şekil 4.20 İkinci yöntemle oluşturulmuş kural bloğu ve parametre dizini

## 5 ÇEVİRİM İÇİNDE DONANIM

Çevrim içinde donanım (hardware in the loop), simülasyon çevrimi içinde gerçek donanım yani gerçek değerler kullanmak anlamına gelir. Simülasyon çevrimindeki sinyalin dış ortama iletilmesi ve dış ortamdan simülasyona sinyal iletilmesi amaçlarını taşımaktadır.

### 5.1 Neden çevrim içinde donanım

Günümüzün teknolojik şartları içinde kontrol sistemleri tasarlarlarken simülasyon sistemlerinden oldukça yüksek fayda sağlandığına değinmiştik.

Reel proseslerin simülasyon ortamında test edilmesi ve sonuçların optimum sistem dizaynında kullanılması bu teknolojik şartlarda hayal olmaktan çıkmıştır. Ancak bu, her türlü simülasyonu gerçekleştirdiğimiz anlamına gelmemektedir. Hiç şüphesiz ki günümüzün bilgisayar sistemleri çok karmaşık algoritmaların gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamaktadır fakat matematiksel modelini elde etmekte zorlandığımız birçok proses veya fiziksel olay hala vardır.

Bu noktada sorulması gereken şudur:

Acaba sistemin komple bir modellenmesine ihtiyaç var mıdır? Cevap tabii ki hayır olmaktadır. Zaten matematiksel modelini çıkardığımız karmaşık sistemlerde birçok yaklaşım yöntemi kullanılmaktadır. Bu yaklaşımların simülasyonun sonucunu saptırmamasına çalışsak da sonuçların gerçekte tam olarak uyuşamayacağı gerçektir. Bu noktada ihtiyaç duyulan doğruluğa ve tolere edilebilen hataya göre strateji belirlenir.

Öte yandan simülasyon içinde matematiksel modelinin çıkarılması zor ya da imkansız proseslerin simülasyon çevriminin içine gerçel değerleri ile katılması optimum bir çözüm sağlamaktadır. Burada kastedilen, bir simülasyon çevrimi (loop) içine dış ortamdan alınan sinyallerin bir giriş-çıkış arabirimi vasıtası ile katılmasıdır.

Tabii ki bu, sistem dizaynında oldukça geniş ufuklar açmaktadır. Simülasyon tabanlı programların kontrol için de kullanılmasına olanak sağlaması bu düşüncenin ek bir açılımıdır. Bugün *matlab* programı bir çok gerçek zamanlı uygulamada iletişim arabirimleri üzerinden hem dış ortamdan veri toplamakta hem de kontrol vazifesini üstlenmektedir.

Asıl itibariyle bir sistemin dizaynı için olabilecek en mükemmel çözüm burada yatmaktadır. Önce tasarlanan sistemin tam bir matematiksel modelinin çıkarılmalıdır. Gerekli noktalarda donanıma ait gerçek değerler simülasyon ortamına katılmalıdır. Bu şekilde test edilen sistemde optimum sonuçlar elde edilmeli, daha sonra bu sonuçlara göre sistem kurulmalıdır. Unutulmamalıdır ki bir kontrol sisteminde optimum kontrolör hesabı kritik önem taşımaktadır. Bu tip bir sistem, programlandığı takdirde hiçbir ek yardım olmadan kontrolör parametrelerini kendi bulacak yetenekte olacaktır. Dünyada bu tip uygulamalara şu an itibariyle rastlanmaktadır.

## 5.2 Projenin *Dymola* ile gerçekleştirilmesi

Aslında *Dymola* daha önce de anlatıldığı gibi tam anlamıyla bir simülasyon programıdır. [4] Model deklarasyonunda büyük kolaylıklar sağlamasına rağmen gerçek zamanlı uygulamalarda *matlab*'a göre çok eksiği bulunmaktadır. Çünkü bir simülasyon programı olarak bu tip iletişime uygun bir yapısı yoktur. Bu tip bir projenin *Dymola* ile

gerçekleştirilebilmesi için tüm iletişim fonksiyonlarının modelleştirilmesi gereklidir. Programın, fonksiyonları bir çevrimde kabul etmesi için bu şarttır.

### 5.2.1 Haberleşmenin sağlanması

Programın dış ortamla haberleşmesinin tek yolu Windows işletim sistemi ortamında DLL (dynamic link library) kullanmaktır. DLL ler kısaca şöyle açıklanabilir:

Bir programın ekstra hiç bir yazılım olmadan diğer bir programın fonksiyonalitesini kullanabilmesi için arada kullanılan dosya veya program uzantısıdır.

Burada ekstra yazılım ifadesi birinci programın, fonksiyonu kullanılacak diğer programla haberleşmede kullandığı dosyacıklar hariç diğer bir yazılım kullanılmaması anlamına gelir. Yazılım dilinde buna alt rutinlerin eklenmesi (adding subroutines) denilir [10] Yani program içinde diğer programın fonksiyonuna giden yolun gösterilmesi. Buna bir nevi klavuz yazılım da denebilir. Bu klavuz yazılımın aradaki bağlantıyı kurmaktan başka hiçbir görevi yoktur.

Teknik olarak bu şu şekilde gerçekleşir:

Bir giriş-çıkış kartı ve bunun sürücüsü bilgisayara yüklenir. Bu giriş çıkış kartının sürücüsü yazılım yapılan dilde emir geldiği zaman gerekli fonksiyonu gerçekleştirir. Örneğin üst yazılım dilinde *Read* komutunu gören bir sürücü parametreleri verilen ilgili kanaldaki veriyi okur ve gerekli hafıza birimine yollar. Burada yapılması gereken tek şey bir kullanıcı arayüzü kullanıp bu *Read* komutunu kartın sürücüsüne göndermenin bir yolunu bulmaktır. Fakat biz zaten *Dymola* ile çalışmaktayız yani ayrıca bir arayüz yazmaya gerek yoktur. *Dymola* fonksiyonlarının sürücünün fonksiyonlarını bulmasını sağlayabilirsek sorun çözülmüş olacaktır.

Programın altyapısında yapılması gereken işlemler tabii ki vardır. Bu C++ derleyicisine (compiler) ait linklerin *Dymola* altyapısında düzenlenmesini de gerektirir. *Dymola* bu modelleri dış (external) bir C++ derleyici ile derlemeye başladığı zaman kart sürücüsünün C++ fonksiyonlarına ait .h(header) dosyasının adresini simülasyon kurulum dosyaları olan .bat dosyaları (toplam 3 tane) içinde bulmalıdır. Aksi takdirde *Dymolanın* klavuz fonksiyonu, ismini taradığı diğer fonksiyon için bir adres bulamaz.

Genel olarak DLL yoluyla bir haberleşme istenirse şu noktalara dikkat edilmelidir:

1. Programlarının alt yazılım dilinin aynı olması (mesela C++)
2. Kullanılacak fonksiyonlara ait .h dosyasının adresinin kullanıcı program altında mutlaka gerekli yerde gösterilmelidir. (Bu bir .bat dosyası veya başka bir formatta olabilir. Önemli olan derleyici görevi olan bir dosya olmasıdır)

3. Kullanılacak her sürücü fonksiyonuna ait rutinler, kullanılmakta olan arayüz üzerinde ayrı ayrı belirtilmelidir. *Dymola* için bu her fonksiyona karşılık bir fonksiyon yazmakla olur.

### 5.2.2 Modeller

Haberleşmeyi sağlayan bu dosyacıklar model olarak anılsa de aslında simülasyon ile bir ilgileri yoktur. Ancak tekrar ifade etmek gerekirse *Dymola* nın derlemesi için bunların mutlaka model formatında olması lazımdır. *Dymola* ortamında 3 çeşit derlenebilir matematiksel format vardır:

1. Fonksiyon
2. Sınıf
3. Model

Bunlar kendi içinde değişkenlik gösterirler ancak simülasyon ortamında pencere içinde sadece modeller bulunabilir, ancak ve ancak modeller derlenebilir. Fonksiyonlar modeller içinde kullanılacaktır.

Giriş-çıkış kartı olarak Analog Instruments e ait bir PCI-6024 E kartı kullanılmıştır. Buna ait DAQ sürücüsü (driver) ve bunlara ait fonksiyonlara göre modeller oluşturulmuştur.

#### 5.2.2.1 Veri Okuma-Read

Bu fonksiyonla ilgili kanaldaki veri voltaj olarak okunacaktır. *Dymola* da yazılacak fonksiyon şöyledir:

```
function AI_NIRead
parameter input Integer Device=1;
parameter input Integer Channel=1;
parameter input Integer Gain=1;
output Real Voltage;

external "C" AI_Vread (Device, Channel, Gain, Voltage);

end AI_NIRead;
```

Bu fonksiyonda kart numarası (Device), kanal numarası (Channel) , katsayı (Gain) ve okunacak voltaj değişkenleri (Voltage) deklare edilir. En alttaki ibare ise bu fonksiyonun dış (external) bir fonksiyon olduğunu belirtir. *Dymola* notasyonunda dış fonksiyonların kullanımı

yazıldığı gibidir. Kullanılan dış fonksiyonun dili tırnak içinde yazılır. *AI\_Vread* ise sürücünün voltaj okuma fonksiyonunun orjinal adıdır.

Bu fonksiyonun tek çıkışlı bir model bloğunda derlenmesi için şu notasyon kullanılır:

*Model Read*

*Real x;*

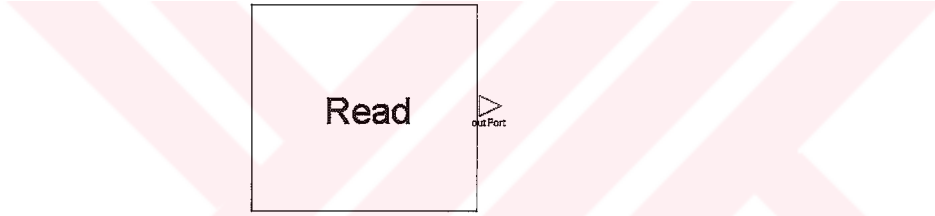
*equation*

*when sample(0, 0.01) then x = AI\_NIRead();*

*end when;*

*OutPort.signal[1] = x ;*

Böylece Dymola bloğunun çıkışında parametre olarak girilip seçilen kanaldaki voltaja eşit bir rakam okunur.



Şekil 5.1 Dymola Read bloğu ve çıkışı

Burada bir DLL yazmış olduk. Sürücü fonksiyonuna ait bütün değişkenlere ve parametrelere karşılık *Dymola* fonksiyonunda değişken ve parametre atadık. Sonra bunları doğru sırası ile *Dymolanın* external function notasyonunda kullandık. Geriye kalan tek şey bu fonksiyonu bir modelde kullanmaktır ki bunu da gerçekleştirdik. Böylece simülasyonda gerçek değerleri kullanmış olduk.

Gelen sinyal voltaj formatında olduğu için gerekli matematiksel işlem bloklarını veya bu işlemin formül olarak yazıldığı tek bir bloğu kullanarak bunu bar, derece, devir/sn gibi diğer birimlere çevirebiliriz. Bunun için kullanılan sensörün adı geçen birimi voltaja çevirirken kullandığı bağıntının tersini kullanmak gerekecektir.

### 5.2.2.2 Veri Yazma-Write

Simülasyon ortamındaki verilerin dış ortama aktarılmasında kullanılan modeldir.

Önce sürücü fonksiyonuna karşılık gelen fonksiyonu ve değişkenlerini tanımlayalım:

*function AO\_NIWrite*

```

parameter input Integer Device=1;
parameter input Integer Channel=1;
parameter input Integer Voltage=1;
output Real a;

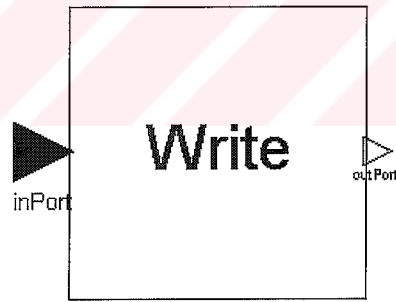
external "C" AO_Write (Device, Channel, Voltage);

end AO_Write;

```

Görüldüğü gibi notasyon okuma modeline çok benzer. Aradaki farka gelince, *Voltage* verisi geri getirilecek veri yerine dış ortama yollanacak sinyal haline gelir. Bu nedenle bir değişken değil bir parametredir. Çünkü artık kullanıcı tarafından belirlenecektir. Çıkış verisi olarak tanımlanan *a* değişkeni zorunlu olarak tanımlanmıştır. Zira yazma ya da dış ortama sinyal gönderme modelinde bir çıkışa ihtiyaç yoktur, çünkü geri döndürülecek veri yoktur. Ancak bir *Dymola* fonksiyonunda bir çıkış verisi tanımlanmaması mümkün olmadığından herhangi bir çıkış verisi tanımlanır ancak bu veri sadece tanımlanmış olarak kalır, kullanılmaz.

Çevrim içinde bir sinyalin dışarı aktarılması için bu fonksiyon bir tek giriş tek çıkışlı modelde (SISO-single input single output) kullanılır.



Şekil 5.2 Dymola Write bloğu

Bu şekilde çevrim sinyalinin dışarı aktarılması için model şöyle düzenlenir:

*Model Write*

```

parameter Integer Device=1;
Parameter Integer Channel=1;
Real x;
equation
when sample(0, 0.01) then x = AO_NIWrite (Device, channel, inPort.signal[1] );

```

*end when;*

Giriş portundaki sinyal, modelde fonksiyon içinde yer alır. Bu sayede fonksiyon bu sinyalin rakamsal değerini sürücünün yazma fonksiyonunda kanala yazılacak voltaj değeri olarak algılar ve dış ortama sinyal gönderilir. Tabii ki giriş-çıkış kartları çok güçlü çıkış sinyalleri üretmezler. Bu sinyallerin transistörlü bir yükseltici devre ile yükseltilmesi, daha sonra bu sinyallerin sürücü devrelerde kullanılmasına olanak sağlayacaktır.

### 5.2.2.3 Kart konfigürasyonu

Giriş kanalları için kart konfigürasyonu yapan Configure fonksiyonuna ait model aşağıdadır:

*function AI\_NIConfigure*

*input Integer iDevice=1;*

*input Integer iChannel=1;*

*input Integer iMode=1;*

*input Integer iRange=1;*

*input Integer iPolarity=1;*

*input Integer iDrive=1;*

*external "C" AI\_Configure(iDevice, iChannel, iMode, iRange, iPolarity, iDrive);*

*end AI\_NIConfigure;*

Bu fonksiyonla giriş kanallarının biri ya da birden fazlası için konfigürasyon yapılır.

### 5.2.2.4 Kanal güncelleme

Bu fonksiyon ile çıkış kanalı güncellenir. Böylece kanal sabit bir değere takılı kalırsa hata düzeltilmiş olur.

*function AO\_NIUpdate*

*input Integer iDevice=1;*

*external "C" AI\_Setup(iDevice);*

*end AO\_NIUpdate;*

Gereken tek parametre kart numarasıdır. Eğer sistemde tek giriş-çıkış kartı varsa bu sayı 1 dir. Yine de karta ait servis programından bu numara kontrol edilebilir.

Bu yol izlenerek giriş-çıkış kartına ait tüm fonksiyonlar için bir *Dymola* fonksiyonu yazılabilir. Bu şekilde çevrim içinde gerçek değerler kullanılabilir, çevrim içindeki sinyaller dış ortama aktarılarak da kontrol projeleri için gerekli altyapı sağlanmış olur.

## 6.SONUÇ

Sonuç itibariyle bu tez kapsamı içinde ev ve bina otomasyonu için projeler incelenmiş, bu projelerde kullanılan ürünler, iletişim birimleri başta olmak üzere belirtilmiştir.

Ev ve bina otomasyonu projeleri önümüzdeki yıllarda daha da popüler hale gelecektir. Teknolojinin evlerimizdeki yerinin artması, daha fazla konfor isteği bu hipotezi destekler niteliktedir. Ev ve bina otomasyonu sistemlerinin en önemli dalı ısıtma ve havalandırma sistemleridir. Bu sistemlerin optimum dizaynı enerji tasarrufunu destekleyecek ayrıca yaşama ve çalışma ortamlarında sürekli bir rahatlığa yol açacaktır. Bu da yaşam kalitesini ve insanlarımızın çalışma performanslarını üst seviyelere çıkaracaktır.

Sistemlerin optimum dizaynında çoğunlukla eski tip yöntemler kullanılmaktaysa da, yeni yöntemlerin kullanılması kaçınılmazdır. Çünkü bilgisayar destekli dizayn ve simülasyon bizlerin yanılma payını en alt seviyelere indirgeyecektir. Yeni tekniklerin daha çok kullanımı bu tekniklerin maliyetinin de düşmesine sebep olacaktır.

Ev ve bina sistemlerinin optimum dizaynında çevrim içi donanım sisteminin gerekliliği muhakkaktır. Hatta simülasyon ve PC tabanlı kontrol yaygınlaşma eğilimindedir. Bu şekilde sistem içinde bir süreklilik sağlayacak, ek masrafların düşmesine de sebep olacaktır. Temel elektriksel elemanlarla yapılan kontrolörlerin ve filtreleme işlemlerinin PC tabanlı kontrol alanı için tamamen kalkması buna önemli bir örnektir. Sinyal işleme metotlarının da gelişimi ile kontrol hem endüstriyel anlamda gelişecek hem de bunun takipçisi olan ev ve bina sistemlerinde buna paralel gelişmeler yaşanacaktır.

Ülkemizde de bu modern sistemlerin daha çok yer alması, bu sistemlerin dizaynının göz kararıyla veya deneme yanılma yoluyla değil, akıl, bilgi ve teknik ile bu yöntemlerin ışığı altında olması en büyük dileğimizdir.



**KAYNAKLAR**

Aktif Otomasyon, Kadıköy-Istanbul

Duffie J.A., Beckman W.A.: Solar Energy thermal process, Wiley, New York (1974)

Feist W.: Thermische Gebäudesimulation Kritische Prüfung unterschiedlicher Modellansätze, Verlag C.F. Müller, Heidelberg (1994) pp.135

Felgner F.; Merz R.: Thermohydraulische Simulationsmodelle für Heizungsanlagen ASIM 2001, 15.Sym. Sim.tech. Paderborn 2001

Kienzlen K. und da Silva P.: Das Haus im Entwicklungslabor, TAB (Technik am Bau), Bertelsmann Fachzeitschriften GmbH, Gütersloh, 10 (2001) p. 35-39

Klein, S.A., Duffie, J.A., Mitchell, J.C., Kummer, J.P., Thornton, J.W., Beckman W.A., Duffie, N.A., Braun J.E., Urban, R.R., Blair, N.J., Mitchell, J.W., Freeman T.L., Evans B.L., Fiksel A.: TRNSYS, a transient system simulation program, Solar Energy Laboratory University of Wisconsin, Madison 1996

Merz R., Litz, L.: Objektorientierte mathematische Modellbildung zur Simulation thermischen Gebäudeverhaltens, ASIM 2001, 15.Sym. Sim.tech. Paderborn 2001

Recknagel, Sprenger, Schramek: Taschenbuch für Heizungs- und Klimatechnik. 68.Auflage. Oldenbourg Verlag. München, Wien, 1997.

Sitompul E., Merz R.: Anwendung objektorientierter Entwurfsmethoden zur generischen Entwicklung von Regelungsalgorithmen in der Anwendungsdomäne Gebäudeautomation ASIM 2001, 15.Sym. Sim.tech. Paderborn 2001

Sprengard C. Merz R.: Simulation des energetischen und thermischen Verhaltens eines Niedrigenergiehauses mit dem Gebäudesimulationsprogramm TRNSYS ASIM 2001, 15.Sym. Sim.tech. Paderborn 2001

Universitaet Kaiserslautern, Modellbildung und Identifikation ders notlari, Litz L.

Universitaet Kaiserslautern, Fuzzy Control ders notlari, Litz L.

Universitaet Kaiserslautern, Regelungstechnik 1 ders notlari, Pandit M.

**İNTERNET KAYNAKLARI**

[1] Asihome x-10 ürünleri web sayfası, [www.asihome.com](http://www.asihome.com), 2001

[2] Batibus web sayfası, <http://www.batibus.org>, 2001

[3] CEbus web sayfası, <http://www.cebus.org>, 2002

[4] Dynasim web sayfası, <http://www.dynasim.se>, 2002

[5] Echelon web sayfası, <http://www.echelon.com>, 2002

[6] EIB web sayfası, <http://www.eiba.com> , 2002

[7] EHSA web sayfası, <http://www.ehsa.com> , 2002

[8] ETI web sayfası, [http://www.emware.com/partner/eti alliance](http://www.emware.com/partner/eti_alliance) , 2002

[9] HomeRF web sayfası, [http:// www.homerf.org](http://www.homerf.org) , 2002

[10] Modelica web sayfası,[http:// www.modelica.org](http://www.modelica.org) , 2002

[11] TRNSYS, [http:// www.transsolar.de](http://www.transsolar.de), Transsolar Energietechnik GmbH. Stuttgart Firması web sayfası, 2001

[12] X-10 web sayfası, [http:// www.x10.com](http://www.x10.com) ,2002



**ÖZGEÇMİŞ**

Doğum tarihi	12.02.1977	
Doğum yeri	İstanbul	
Lise	1987-1993	Terakki Vakfı Özel Şişli Terakki Lisesi
Lisans	1994-1999	Yıldız Teknik Üniversitesi Elektrik-Elektronik Fak. Elektrik Mühendisliği Bölümü
Çalıştığı Kurumlar	2000	Mitsubishi Elec.Otomasyon Türkiye Distribütörü

