

68008

UZMAN SİSTEMLER İLE SERA KONTROLÜ

TUNCAY AYDOĞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ELEKTRONİK-BİLGİSAYAR EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 1997
ANKARA

68008

Tuncay AYDOĞAN tarafından hazırlanan UZMAN SİSTEMLER İLE SERA KONTROLÜ adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Doç.Dr. Abdullah ÇAVUŞOĞLU

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: Prof.Dr. Halil BÖLÜKOĞLU

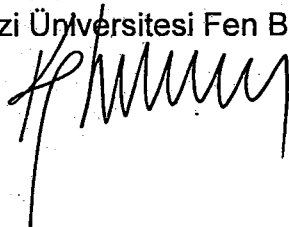
Üye: Doç.Dr. Abdullah ÇAVUŞOĞLU

Üye: Y.Doç.Dr. Yılmaz SAVAŞ

Üye: _____

Üye: _____

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
TABLolar DİZİNİ.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
1.GİRİŞ	1
1.1.Önceki Çalışmalar	3
2.UZMAN SİSTEMLER	4
2.1.Tanım	4
2.2.Uzman Sistem Bileşenleri	5
2.3.Uzman Sistem Karakteristikleri	6
2.4.Uzman Sistem Mimarileri	9
2.5.US ile Desteklenen Konu Örnekleri	18
3.SERA KLİMA DÜZENLEMESİ	19
3.1.Isıtma	19
3.2.Soğutma	21
3.3.Işıklandırma	21
3.4.Havalandırma	22
3.5.Oransal Nem Ayarı	24
3.6.Karbondioksit Oranını Arttırma	25
4.LEONARDO	26
4.1.Uzman Sistem Paket Programının Faydaları	26
4.2.Leonardonun Açılışı ve Komutları	27
4.3.Bilgi Tabanı Oluşturma	27

4.3.1.Bilgi tabanının yapısı	28
4.3.2.Kurallar	28
4.3.3.Şart ifadelerinin yapıları.....	29
4.3.4.List nesnelerin yapıları.....	30
4.3.5. Sonuç ifadelerinin yapıları.....	31
4.3.6. Nesne çerçevelerinin kullanımı	33
4.4.Program Yazımı	36
5.SERA KONTROLÜ.....	37
5.1.Verii Giriş Arabirimi.....	38
5.1.1.Sıcaklık ölçümü.....	41
5.1.2.Işık ölçümü	42
5.1.3.Analog dijital dönüştürücü	42
5.2.Verii Çıkış Arabirimi	44
5.3.Tasarlanan Sistemin Donanımı	45
5.4.Tasarlanan Sistemin Yazılımı	47
6.SONUÇ VE ÖNERİLER	48
KAYNAKLAR	50
EKLER	52
Ek-1. US ile Desteklenen Ana Konu Örnekleri	53
Ek-2. LEONARDO Programının Menü Yapısı	56
Ek-3. Program simülasyonundan ekran görünümü.....	57
Ek-4. Program yazılımından örnek görünüm.....	58
Ek-5. Tasarlanan devrenin bağlantı şeması.....	59
Ek-6. Tasarlanan devrede kullanılan yarıiletkenlere ait katalog bilgiler.....	60
Ek-7. Tasarlanan devrede kullanılan yarıiletkenlere ait katalog bilgiler.....	61
ÖZGEÇMİŞ	62

UZMAN SİSTEMLER İLE SERA KONTROLÜ

(Yüksek Lisans Tezi)

Tuncay AYDOĞAN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 1997

ÖZET

Bu çalışmada, sera iklimlendirmesini kontrol etmek için kural tabanlı bir uzman sistem geliştirilmiştir. Bu amaca ulaşmak için, bitkilerin ihtiyaçlarını içeren bir bilgi tabanı oluşturulmuştur. Bu ihtiyaçlar arasındaki ilişkiler kullanılarak bir kural tabanı oluşturulmuştur. Sera iklimlendirmesini etkileyen iç faktörler (nem, sıcaklık, ışık vb.), referans değerlerine göre içeriden alınan giriş değerlerinden meydana getirilen çıkışlar kullanılarak uygunlaştırılmıştır. Sistem, işlemlerin sonuçlarını sistemin ürettiği iki farklı form halinde sunar: Birincisi, ısıtma gibi iklimlendirme kontrol donanımlarına aç/kapat anahtarlama metodlarından birisi ile bilgisayarın çıkış portundan kontrol sinyali yollanmasıdır. İkincisi, kullanıcıya sistem donanımının durumunun bilgisayar ekranındaki bölümlerde simülasyonunun gösterilmesidir.

Bilim Kodu. : 626.06.01

Anahtar Kelimeler : Uzman sistem, kontrol, seraların kontrolü

Sayfa Adedi : 62

Tez Yöneticisi : Doç.Dr. Abdullah ÇAVUŞOĞLU

GREENHOUSE CONTROLLED WITH EXPERT SYSTEMS

(M. Sc. Thesis)

Tuncay AYDOĞAN

GAZİ UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

June 1997

ABSTRACT

In this study, a rule based expert system has been developed to control the climate of the greenhouses. To achieve this, a knowledge base containing the requirements of the plants has been formed. The cross relationship between these requirements has been used to form a rule base. The reference values corresponding to the internal factors (i.e. the humidity, temperature, lighting etc.) effecting the climate of the greenhouse have been used to produce outputs against the input values taken from inside. As a result of questioning the system the answers taken from the system are used in two different forms: Firstly, the climate controlling equipment such as a heater is either switched on or off via the circuits connected to the computer's output port. Secondly, the user is allowed to see the situation of these units on the computer screen.

Science Code : 626.06.01

Key Words : Expert systems, control, greenhouses control

Page number : 62

Adviser : Doç.Dr. Abdullah ÇAVUŞOĞLU

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen danışman hocam *Doç.Dr. Abdullah ÇAVUŞOĞLU* 'na, arkadaşlarım *Hayali ÇAYIR*, *Arş.Gör. Abdülkadir ÇAKIR*, *Arş.Gör. Mehmet ALBAYRAK* 'a, Gazi Üniversitesi ve Süleyman Demirel Üniversitesi'nde görev yapan değerli *meslektaşlarıma* ve *arkadaşlarıma*, Isparta Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Elektronik Bölüm Şefi *Necati KARACA* ve değerli *öğretmen arkadaşlarıma*, özellikle maddi ve manevi destekleri ile beni bu günlere getiren *aileme* destek, teşvik ve yardımlarından dolayı teşekkür ederim.



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Bazı bitkilere ait sıcaklık ve rutubet değerleri.....	20
Çizelge 4.1. CLASS nesnelere ait default slotlar.....	34
Çizelge 4.2. PROCEDURE nesnelere ait default slotlar.....	34
Çizelge 4.3. REAL, TEXT, LIST nesnelere ait default slotlar.....	35



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Basit bir uzman sistemin yapısı.....	10
Şekil 2.2. Uzman sistem yapısının genişletilmiş hali.....	11
Şekil 2.3. Uzman sistem yapısına bilgi tedarik ünitesinin eklenmiş hali.....	12
Şekil 2.4. Uzman sistem yapısına açıklama biriminin eklenmiş hali.....	13
Şekil 2.5. Uzman sistem yapısına oto-eğitim biriminin eklenmiş hali.....	14
Şekil 3.1. Seranın iç ve dış sıcaklık etkilerine karşı durumları.....	23
Şekil 5.1. Hazırlanan programın algoritması.....	37
Şekil 5.2. Paralel port bacak dizilişleri.....	39
Şekil 5.3. Program için tasarlanmış donanımın blok şeması.....	40
Şekil 5.4. LM 35 'in yapısı.....	41
Şekil 5.5. LDR 'nin yapısı.....	42
Şekil 5.6. ADC 0804 'ün yapısı	43
Şekil 5.7. Besleme devresi	45
Şekil 5.8. Referans gerilimini ayarlayan devre	46
Şekil 5.9. Analogtan digitale dönüştürücü devre	46
Şekil 5.10. Veri çıkış arabirim devresi	47

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış, fakat tez metni içinde açıklanmamış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler Açıklama

CO ₂	Karbondiyoksit Gazı
lux	Birim yüzeye düşen ışık akısıdır.
ppm	(Parts per milion - milyonda bir), mg/lt oranında bir oran birimidir.
°C	Santigrad(sıcaklık birimi)

Kısaltmalar Açıklamalar

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AI	Artificial Intellince(yapay zeka)
ES	Expert System (uzman sistem)
TÜBİTAK	Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu
US	Uzman Sistem
YL	Yüksek Lisans
YZ	Yapay Zeka
VTYS	Veritabanı Yönetim Sistemi

1. GİRİŞ

Son yıllarda yapay zeka alanındaki çalışmalarda elde edilen başarılar oldukça dikkate değer düzeye gelmiştir. Bunda bilgisayar teknolojisinin hızlı gelişiminin etkisi kadar bu çalışmaların sonuçlarının günlük hayata yansıtılmasının da önemli rolü olmuştur.

YZ tekniklerinin çeşitli uygulamaları vardır. Bunlar; problem çözümü (Problem solving), doğal diller (Natural languages), robot tekniği (Robotic), bulanık mantık (Fuzzy logic) ve uzman sistemler (Expert systems) başlıklarında toplanabilir.

Problem çözümü, atari oyunlarından askeri strateji planlamalarına kadar geniş bir alanı kapsayan YZ uygulamalarıdır.

Doğal diller, İngiliz dilinin zor olmayan yapısını bilgisayar arabiriminin çalışmasına sokarak, uyarlamayı hedefler.

Robot Tekniği, görüntü, dil ve dokunma için elektronik elemanlarla makinaların bilgisayar yardımı ile kontrolüdür.

Bulanık mantık, uzman sistemler tarafından kullanılan tam kesin olmayan bilgi ile ilgili karar oluşturmayı amaçlayan özel tasarlanmış bir tekniktir.

Bu yapay zeka uygulamalarından biriside uzman sistemlerdir. 1950' lerden beri yapay zeka kavram ve teknikleri üzerine araştırmalar yapılmaktadır. Bu süre içinde YZ' nin birçok tanımı yapılmış ve genelde çoğu kabul edilmiştir. Biz şu tanımı yapabiliriz; Yapay Zeka, insan mantığı ve karar verme yeteneğine benzer şekilde karmaşık problemlerin bilgisayar ortamında çözümüdür.

Yapay zekanın oluşturulmasındaki en önemli araçlardan birisi de uzman yada bilgi tabanlı sistemlerin geliştirilmesidir.

US'lere ilişkin çalışmaların öncülerinden biri olan Feigenbaum şöyle bir açıklama yapmıştır; "Önemli derecede uzmanlık bilgisi ve deneyimi gerektiren, yeterince zor olan problemlerin çözümü için bilgi ve çıkarsama işlemleri kullanan akıllı bilgisayar programına US denir."

Tanımdan da anlaşıldığına göre uzman sistemler tanı, onarım, izleme, analiz, danışma, plan, açıklama, öğrenme, anlatım, fikir verme, karar-destek ve benzeri birçok konularda uygulanabilme olanağına sahip olup, uzman sistemlerle verilecek eğitim ile anahtar durumdaki personelin daha ekonomik olarak yetiştirilmesi de söz konusu olacaktır.

Uzmanların konularında verecekleri kararlar olumlu veya olumsuz önemli sonuçlara sebep olabilir. Problemlere verilecek kararlar için çeşitli verilere ve istatistiksel modellere başvurulma ihtiyacı olabilir. Bu tür ihtiyaçlar karar verme sürecini uzatır. Bazen bu süre çok sınırlı olabilir ve bu durumda acele ile verilecek kararlar doğrudan çok uzak olabilir. Uzman sistemler bu noktada istatistiksel modelleri kullanarak her türlü durumu olasılıklar ile karar vericinin önüne getirir.

Uzman sistemler tüm olasılıkları düşünülmüş bir yordamdır. US sadece doğrudan kolay kontrol edilebilen problemlere uygulanabilir. Bu tür problemler bilginin ve verinin bütünlük, güvenlik içinde olduğu problemlerdir.

Bu çalışmada YZ tekniklerinden US kullanılarak, seralara ait bir bilgi tabanı oluşturulmuş, dış ortamdan alınan ısı, ışık, nem ve CO₂ verileri bu bilgi tabanında değerlendirilerek bir on-off kontrol sistemi ile bu parametre değerlerinin istenilen seviyelerde kalması sağlanmıştır. 2.bölümde, US yapısı, çalışma metodları anlatılmıştır. 3.bölümde, kontrol edilecek sera ortamı hakkında temel bilgiler verilmiştir. 4. bölümde, sera kontrol programı yazılımını kullandığım Leonardo US programı, yapısı, programlanması anlatılmıştır. 5.bölümde, kurulan sistemin elektronik ve yazılımının yapısının tamamı anlatılmıştır. 6.bölümde çalışmanın sonuçları ve öneriler verilmiştir.

1.1. Önceki Çalışmalar

Seraların elektronik ve mikroişlemci tabanlı sistemlerle kontrolü üzerine uygulanarak test edilmiş İstanbullu (1996)'nın yüksek lisans tezini ve bu tezde verilen kaynakları görüyoruz.

TÜBİTAK'ın 1989-1995 arası uluslararası yayınları incelendiğinde, seraların kontrolü, otomasyonu, uzman sistem sera araştırma ve uygulamaları konularında çalışmamızla direk ilgili 46 yayın bulunmuştur. Bu yayınlar, 1989-1995 yılları arasında ve Türkiye, İspanya, İngiltere, A.B.D., Japonya, Kanada, Yunanistan, Fransa, Çin, Danimarka, İtalya, Rusya, Almanya, Avustralya ve Hollanda'da yapılmış çalışmalar olduğu tesbit edilmiştir. Yapay zeka teknikleri ile yapılan bu çalışmaların daha çok A.B.D., Kanada, Japonya, Fransa ve Rusya'da ve genelde 1989-1993 yılları arasında yoğunlaştığı tesbit edilmiştir.

1980'li yılların sonlarına doğru seraların iklimlendirilme kontrolünde uzman sistemlerin kullanımını amaçlayan çalışmalara rastlamaktayız (Kurata, Nakano, Higuchi, 1989); (Jones, Roy, Jones, 1989). Daha sonraki yıllarda konuyla ilgili etkili çalışmalardan seraların nem ve sıcaklık laboratuvar ölçümlerinin kontrolünde uzman sistem kullanımı (Turkay, Guluer, Aysun, 1994), seralarda domates yetiştiriciliğini ilgilendiren çalışması (Baulard, Reich, Mermier, 1993), sera hastalıklarının kontrolünün uzman sistem kullanılarak bulunması (Sutherst, R.W., Maywald, GW. 1990), sera yönetimi (Fynn, Roller, Kenner, 1989) örnek olarak verilebilir.

Yapılan çalışmalar, US' nin seralarda nasıl uygulanacağı, bilgi tabanını, kural yapılarının oluşturulmasında izlenecek yollar, ısı, nem kontrolleri sera malzeme seçimi, klima düzenlemeleri, bölgesel istatistikler, CO₂ ölçüm-kontrol metodları, sera enerji düzenlemeleri, tarım toprağının korunması vb. birçok konularda laboratuvar ve sera ortamlarında yapılan çalışmaları içermektedir.

2. UZMAN SİSTEMLER

2.1. Tanım

Bir uzman sistem, insan uzmanların becerilerini gerektiren problemlerin çözümü için bilgileri, olayları ve sorgulama tekniklerini kullanan bilgisayar tabanlı bir sistemdir. Bu sistemler, belli donanım veya yazılım konfigürasyonları için dizayn edilebilir. Ya da genel amaçlı bir bilgisayar üzerinde çalışabilecek yazılım sistemleri olarak tasarlanabilir.

Uzman sistemlerin kullandığı bilgiler, ya kurallardan ya da belli bir ana konu ile ilgili bileşenlerin davranışları hakkındaki deneyim bilgileriyle teşkil edilir. Kurallar genelde, belli bir durumun tanımlarını verir. Örneğin; "Eğer bir futbol takımı teknik ve kondisyon açısından iyi durumda ise ve eğer kaliteli bir teknik adama sahipse ve eğer dengeli bir yönetici kadrosu mevcutsa, o futbol takımının maçlarını kazanması ve ligde şampiyon olması kuvvetle muhtemeldir". Deneyim bilgisi, belli bir konu üzerindeki tecrübelerin birikimi olarak yorumlanabilir.

Uzman sistem tasarımcılarının bu sistemleri geliştirmede gözettikleri esas ilkeler arasında; o an için mevcut olmayan bir uzmanın yerini alabilmesi, birçok insan uzmanın bilgi ve tecrübe birikimini bir araya getirebilmesi, yeni uzman adaylarını eğitebilmesi, uzmanları ilgilendirmeyen veya onlara cazip gelmeyen veya uzmanların pahalı olduğu projeler için gerekli uzmanlığı sağlayabilmesi gibi hedefler yer almaktadır.

Uzmanlar özellikle birden çok ana-konuda ihtisaslaşmışlarsa, birçok uzmanın bilgi ve tecrübe birikimini biraraya getirmek o kadar kolay bir iş değildir. Uzman sistemler, herhangi bir uzmanın yapabileceğinden çok daha fazla bilgi ve olayı depolayıp kullanabilirler. Bu durum, uzman sistemlerin, insan uzmanlarla yapılamayacak çıkarım işlemlerinin kolaylıkla altından kalkabileceklerini göstermektedir. Uzman sisteme sağlanan bilgiler, belli bir

konudan veya birbiri ile yakından ilişkili birkaç konudan sağlanabilir. Fakat her halde uzman sisteme dahil edilen bilgi, ayrı ayrı sistem bütününe katkıda bulunan her bir uzmanın bilgi birikiminden daha fazla olacaktır.

Geleceğin uzman adayları, belli hususlarda eğitim görmek ve belli olayların tecrübesini yaşamak durumundadır. Bir şirketin belli bir konuda uzmana ihtiyaç duyması halinde, uzman sistemler oldukça etkin bir biçimde eğitime destek birimleri olarak kullanılabilir. Eğer belli bir konuda bir uzman sistem mevcutsa, uzman adayı sisteme bir problem sunup cevabını isteyebilir. Bunun üzerine sistem gerekli çözümü sunacaktır. Eğer uzman adayı, sunulan çözümü anlarsa, sisteme yeni bir problem verir. Eğer anlayamaz ise sistemden sonuca nasıl ulaştığını ya da işlem için kullandığı yöntemin ne olduğu hakkında açıklama isteyebilir. Bunun üzerine sistem çözüme ulaşırken kullandığı kural ve olaylar zinciri ile ilgili detaylı bilgiyi verecektir.

2.2. Uzman Sistem Bileşenleri

Uzman sistemler, kendilerinden beklenenler doğrultusunda, birçok farklı yolla yapılandırılabilir ve bu farklı yapı mimarileri değişik bileşenler içerir. Bununla beraber, belli bazı unsurlar birçok uzman sistemde ortak özellik olarak göze çarpmaktadır. Bunlar; kullanıcı arabirimi, veritabanı, bilgi-tedarik birimi ve çıkarım mekanizmasıdır.

Kullanıcı arabirimi; sistem kullanıcısı ve sistem (ya da sistem grubu) arasında iletişim, aktarım ve değişimi (bilgi, görüş, yorum, veri vs.) sağlayan yazılımdır. Bunun vasıtası ile, sistemin ana-uğraş konusuna ilişkin belli bir durum hakkındaki olaylar ve veriler, kullanıcı tarafından girilebilir ve kullanıcı uzman sisteme söz konusu alanda sorular yöneltebilir.

Uzman sistem veritabanı; özel bir konu hakkında, uzman-seviyeli bilgi içermektedir. Söz konusu bilgi, bir veya daha fazla insan uzmandan elde edilmekte ve uzman sistem tasarımına mahsus olan bir bilgi-sunum

formunda saklanmaktadır. Aslında uzman sistemler, bir bilgi veritabanı ihtiva etmeleri nedeni ile çoğu kere ve çoğu yerde bilgi-tabanlı sistemler olarak algılanmakta ve kabul edilmektedir.

Bilgi-tedarik birimi; insan uzmanlardan bilgi toplamak amacı ile, uzman sistemler ve uzman bireyler arasında diyalog kurulmasını sağlayan yazılımdır. Bu birim, elde edilen bilgiyi, sistemin veritabanına yerleştirir. Uzman sistem ve uzman birey arasındaki arabirim, bazen kullanıcı arabirim olmakta, bazen de bilgi-tedarik usulüne özgü olarak yapılandırılmaktadır.

Çıkarım mekanizması; uzman sistemin, sahip olduğu veriler ve imkanlar dahilinde sonuçlara erişme sırasında kullanıldığı mantık sürecini sağlayan yazılımdır. Bu çoğunlukla, çıkarım makinası(inference engine) olarak adlandırılır. Mekanizma, yeni bilgiler oluşturmak veya bir sorunun cevabına erişebilmek için, uzman sistemin veritabanından ya da kullanıcı tarafından sağlanan verilerden yararlanır.

Yukarıda bahsedilen temel uzman sistem bileşenleri, değişik yollarla tasarlanmış ve uygulamaya sokulmuştur. Bazen koşullara ve beklentilere göre, özel tasarımı bileşenler geliştirilmiştir. Tüm bu bileşenlerin farklı bileşimleri, muhtelif uzman sistem mimarilerinin gelişmesine yol açmıştır.

2.3. Uzman Sistem Karakterislikleri

Uzman sistemler, insan uzmanların bilgilerinin, bir bilgisayar içerisine toplanmasına, belli formatlarda depolanmasına ve başkalarının bu bilgiye erişmelerine imkan tanır. Düzen, disiplin ve paylaşım sistem kullanımında ilk ortaya çıkan ilkelerdir. Uzman sistem teknolojisi bir süredir üniversite araştırma-geliştirme merkezlerinde kullanılmakla beraber, bu sistemlere dayalı ticari ürünlerin ortaya çıkması hayli yenidir.

Tanımlar ve tavsiyeler ne kadar farklı olursa olsun, bir sistemin uzman sistem olarak hüviyet kazanabilmesi için, şu özelliklere sahip olması gerektiği ileri sürülebilir:

a. Sistem, bir uzman potansiyeli ve yeterliliğinde fonksiyon görmelidir. Uzman sistemler, sistemin bilgi-bankasından edinilmiş özel bilgilere sahip olmalı ve bunları, çıkarımlar geliştirebilmek üzere kullanıma sokabilmelidir. Sahip olunması gereken ve bilgi-bankasında saklanacak bilgiler, uzman sistemin hizmet sunduğu ilgili konuda uzman olan bireylerin birikimlerinden yola çıkılarak teşkil edilmelidir. Bilgilerin, sistemin sonuçlara erişebilmesine imkan verecek yeterlilik ve anlaşılabilirlik seviyesinde olması gerekir. Öyle ki, varılacak sonuçlar veya çıkarılacak yeni bilgiler, sistem kullanıcısında bulunmalı ve ona yardımcı olmalı (aksi takdirde, belli bilgileri hatırlamak ve karmaşık sayısal işlemleri yapmak için uzman sistemler kullanmanın bir anlamı yoktur) ve ayrıca benzeri çıkarımları, sadece ilgili alanda uğraş veren bir uzman kişi yapabilmelidir. Dolayısıyla uzman sistem, hizmet verdiği tüm sistemin faaliyet gösterdiği ana-uğraş alanında bilgi kapasitesi, işlem hızı ve çıkarım gücü ile şekillenen uzmanlık sahibi olmalıdır. Aşağıda özetlenen iki karakteristik, bu ilk özelliğin sonucu olarak yorumlanabilir.

b. Bir uzman sistem, genelden özele indirgeme veya erişim oluşturabilmek için, bir çıkarım (inference) mekanizması kullanır. Söz konusu mekanizma, çoğunlukla uzman sistemin çıkarım makinası (inference engine) veya kontrol yapısı olarak kabul edilir. Bir uzman sistem, en ahenkli ve isabetli hükmü çıkaracak şekilde mantık yürütmesine fırsat veren çıkarım kontrol yapısına sahip olmalı ve geliştirdiği çıkarımları, karşı tarafça kabul edilebilir formda ve inandırıcılıkta sunmalıdır.

c. Bir uzman sistemin uzmanlık birikimi, sahibi olduğu ve edindiği özel bilgi üzerine kuruludur. Bu sistemler, insan uzmanlar tarafından sağlanan bilgi ve tecrübe birikimini kullanırlar. Söz konusu birikim, ana-uğraş konusu hakkındaki olayları ve yol gösterici verileri kapsar. Çıkarım ünitesi tarafından

yönlendirilen ve kontrol edilen uzman sistem bilgileri, bilgi bankasında (knowledge base) depolanır. Bu banka uzman sistemin tipik bir karakteristiğidir.

Sonuç olarak, değerlendirmeye tabi tutulacak bilgilerin incelenmesi, değiştirilmesi ve gerektiğinde kapsamının geliştirilmesi çok kolaylaşır.

d. Uzman sistemlerin programlanması, sisteme, uzman-seviyeli bilginin tanımlanması ve sunulmasını içerir. Bu bilgi daha sonra kullanılmak üzere bilgi bankasında saklanacaktır. Uzman sistemin bir karakteristiği de, *sistemin kendisine sunulan bilgileri nasıl kullanılacağına dair bir programın veya programlama yapısının bulunmamasıdır*. Sistemin çıkarım kontrol mekanizması, kendisine sağlanan bilgiyi nasıl ve ne zaman kullanacağını kararını verecektir.

*Yukarıda sayılan özellikler, uzman sistemlerin, diğer bilgisayar tabanlı sistemlerden ayırımı yapmada yardımcı olmaktadır.

Pekçok uzman sistem de, tıpkı insan uzmanlar gibi, eksik ve belirsiz verilerle uğraşırlar. Farklı uzman sistemler, bu tip verilerle ilgilenmede değişik yollar takip ederler.

Bir uzman sistem, *belirsiz bilgileri*, belli bir kesinlik (doğruluk) faktörü ile kabul eder. Bu faktör; uzman şahsın, sahibi olunan veri ya da bilgilerin doğruluk derecesi hakkındaki fikrinin resmi olmayan ölçüsüdür. Kesinlik faktörleri, yapılan çıkarımlar neticesinde tayin edilir ve her yeni çıkarım sonrasında yenilenir. Faktörler, sonuçlarla beraber sunulur.

Eksik bilgi, birçok uzman sistem tarafından basit şekilde karşılanır. Bir uzman sistemin, bir sonuç elde edebilmesi veya çıkarım yapabilmesi için ihtiyaç duyduğu bir olay veya önerme eksik kalırsa, gerekli bilgiyi sağlaması için kullanıcıyı uyarır. Eğer gerekli bilgi verilirse, uzman sistem işlemini devam ettirir. Eğer kullanıcı gerekli bilgiyi sağlayamazsa, uzman sistemin çıkarım

mekanizması, geliştirmeye çalıştığı sonucu ortaya koyma işlemini sona erdirip, farklı bir mantık sürecini uygulamaya koyarak çıkarımda bulunmaya çalışır. Eğer sunulan bilgide büyük miktarda yetersizlik varsa, sistem mevcut problem için çözüm bulma işlemini askıya alarak, kendisine yöneltilen bir sonraki probleme geçer.

Rasgele (Random) olmayan bir usulde, birçok alternatif arasından çözüm veya hedef bulmaya yönelik arama yeteneği, *akıllı problem çözme algoritmasının* belirgin bir özelliğidir. Uzman sistemler, bir dizi arama tekniğinden faydalanırlar. Örneğin heuristik (bulmaya, anlamaya ve keşfetmeye yarayan) arama tekniği kullanan bir uzman sistem, tüm ihtimallerin aranması işlemi yerine, baş parmak kurallar zincirini kullanarak dikkate alınacak ihtimaller kümesini azaltır ki, bu yöntem tipik olarak bir uzman şahsın belli bir konudaki problemin çözümü sırasında takip edeceği usuldür.

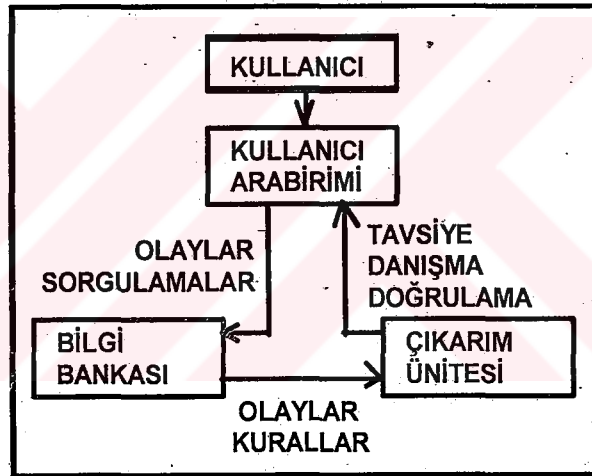
Bir kullanıcı ile bir uzman sistem arasındaki konsültasyon sırasında, kullanıcıdan, uzman sistemin belli bir konuda açıklama yapması isteği gelebilir. Uzman sistemler genelde tipik olarak interaktif (karşılıklı etkileşime müsait) yapıda olup, eriştikleri hemen hemen bütün neticelerin haklılığını ortaya koyabilmektedirler. Hatta bir çalışma veya uygulamanın tam ortasında verdikleri ara sonuçlarla oldukça değerli bilgiler sağlayabilmektedirler.

2.4. Uzman Sistem Mimarileri

Farklı uzman sistem bileşenler ile, değişik uzman sistem mimarileri oluşturulur. Bu mimarilerden en göze çarpanı temsili mimaridir. Günümüz uzman sistem mimarileri, bilgisayar tabanlı bir sistem desteğinde bilgiler ile yakından ilgili olan bireylerin, bilgiyi nasıl temsil edecekleri ve akıllı-karar-verme (intelligent decision making) görevlerini nasıl yerine getireceklerini algılama biçimlerini yansıtmaktadır. Laboratuvarlardaki deney çalışmaları ve

endüstrideki pratik uygulamalar yoluyla, bilginin nasıl temsil edileceği ve kullanıma sokulacağı hakkında gün geçtikçe ortaya yeni yaklaşımlar konulmaktadır. Mimari yapıların temel nitelikleri artık iyice belirginleşmeye başlamıştır.

Şekil 2.1.'de, basit bir uzman sistem yapısı görülmektedir. Bu yazılım mimarisi, spesifik bilgisayar donanımından bağımsızdır. Bilgisayar donanımı seçimi ardında yatan karar değişiklikleri arasında bilgi veritabanının boyutu, arzu edilen sistem hızı, kullanıcı arabiriminin yapabilirlik seviyesi gibi hususlar yer almaktadır.



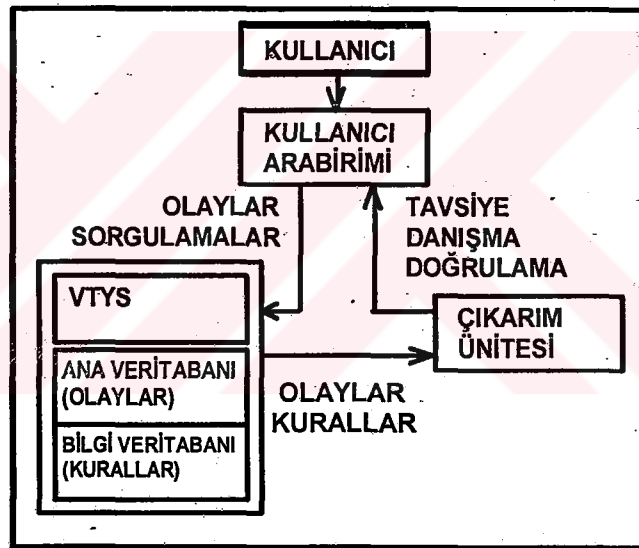
Şekil 2.1. Basit bir uzman sistem yapısı (Ayabakan, 1994)

Kullanıcı arabirimi; sistem kullanıcısının belli bir durum veya konu ile ilgili olarak kurallar ve olaylar girmesine ve sisteme sorular sormasına imkan verir. Kullanıcı ihtiyaçlarına çözümler bulur. Sistem ve kullanıcı arasında her türlü iletişimin kurulmasına destek verir.

Bilgi bankası; bir uzmanın belli bir konu hakkındaki bilgilerini, kodlanmış bir formatta ihtiva eder. Söz konusu kodlama, doğal olarak, kolay okunabilir ve anlaşılabilir yapıdadır. Bilgi bankaları, belli konuların uzmanları tarafından hazırlanmakla beraber, içerikleri, ana-konu hakkında malumat sahibi olan herhangi biri tarafından anlaşılabilir olmalıdır.

Çıkarım birimi; yeni olaylar ve yorumlar oluşturabilmek üzere, bilgi bankası ve kullanıcı tarafından kendisine sağlanan bilgileri kullanır. Bunu yaparken bir uzmanın dedüktif (tümdengelimci) düşünce tarzını takip eder. Sistemi geliştiren olaylar, sistem kullanıcısının ihtiyaç duyduğu tavsiyeler olabilir.

Basit uzman sistem mimarisinin yapısı geliştirilebilir. Yaygın olan bir genişletme yolu, veri bankasının, bir bilgi veritabanı ve bir ana veritabanı haline getirilmesidir. Bu iki veritabanının yönetimi, bir veritabanı yönetim sistemi vasıtası(VTYS) ile gerçekleştirilir. Şekil 2.2. söz konusu genişletmeyi göstermektedir.

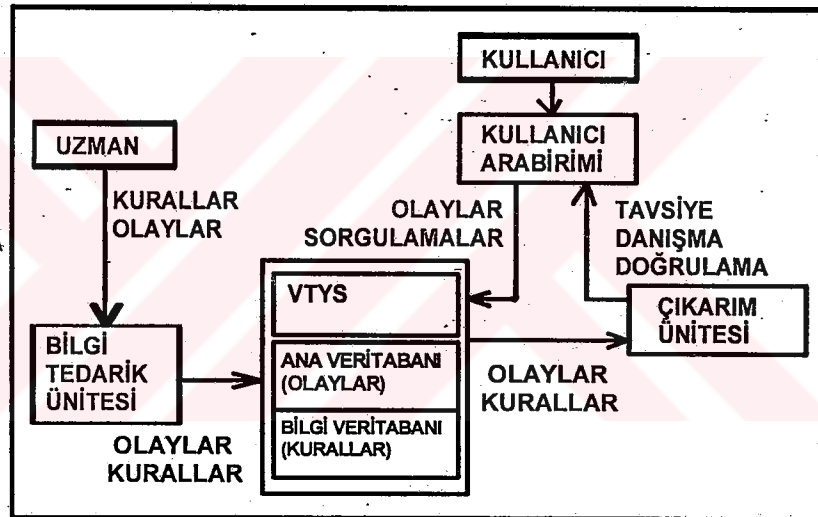


Şekil 2.2. Uzman sistem yapısının genişletilmiş hali(Ayabakan,1994)

Bilgi veritabanı, belli bir konuya ait bileşenlerin davranış ve karakteristikleri ile ilgili kuralları içerir. Bu kurallar, uzman sistemler tarafından kullanılabilinmelerine imkan sağlayacak usulde şekillendirilirler. Bilgilerini, bu kural formatı içinde temsil eden/sunan uzman sistemler, çoğunlukla kural-tabanlı sistemler olarak adlandırılır.

Ana-veritabanı, uzman sistemin hizmet sunduğu konu hakkındaki olayları içerir. Daha etkin veri kullanımı ve yönetimi sağlamak için, muhtelif biçimleme tekniklerini uygulamaya koyar.

Uzman sistemlerin birçoğundaki veriler ve bilgiler, sistem ömrü boyunca güncelleştirilecek ve gerektiğinde revize edilerek genişletilecektir. Bu kullanıcının, kendisine en güncel ve eksiksiz yardımın temin edildiği hususunda ikna edilmesi için yapılır. Bu amaçla birçok uzman sistemin, benzeri bir güncelleme işlemi gerçekleştiren modülü bulunur. Söz konusu modüle veya modüller grubuna bilgi-tedarik ünitesi adı verilir. İlgili ünite, ana veritabanı tarafından, uzman şahıstan bilgisayar-tabanlı uzman sisteme bilgi transferinin kolay ve seri kılınması amacı ile kullanılır. Şekil 2.3. bilgi-tedarik ünitesi eklenmiş bir uzman sistemi göstermektedir.



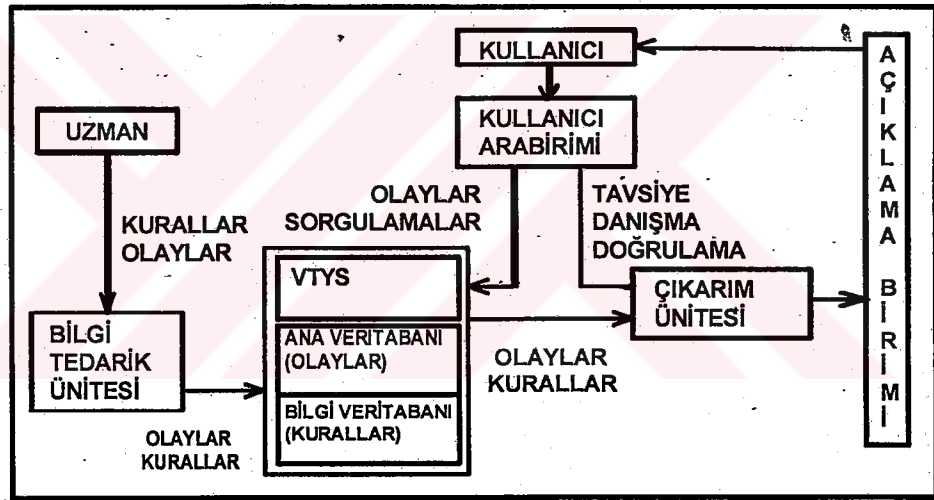
Şekil 2.3. Uzman sistem yapısına bilgi tedarik ünitesinin eklenmiş hali(Ayabakan,1994)

Bilgi tedarik birimi, bilginin kurallar ve olaylar formunda temini amacına dönük olarak, uzman şahısla diyalog kurulmasını sağlar. Daha sonra kuralları bilgi veritabanına, olayları ana veritabanına yerleştirir.

Birçok uzman sistemin içereceği bir diğer fonksiyon doğrulama özelliğidir. Bu fonksiyon, kullanıcının uzman sisteme sağladığı çözüm veya tavsiyeyi sorgulama/doğrulama direktifini verme imkanını tanır. Uzman sistem, sunduğu çözüm veya tavsiyeyi, kullandığı mantık sürecini açıklamak suretiyle doğrular. Yürütülen mantık sürecini açıklama fonksiyonu, bazı uzman sistem

tasarımcılarının kendi uzman sistemleri içinde ayrı bir açıklama birimi geliştirmeleri sonucunu doğrulacak kadar önemli bir husus olmuştur. Şekil 2.4. böyle bir birimin eklendiği bir uzman sistem mimarisi gösterilmektedir.

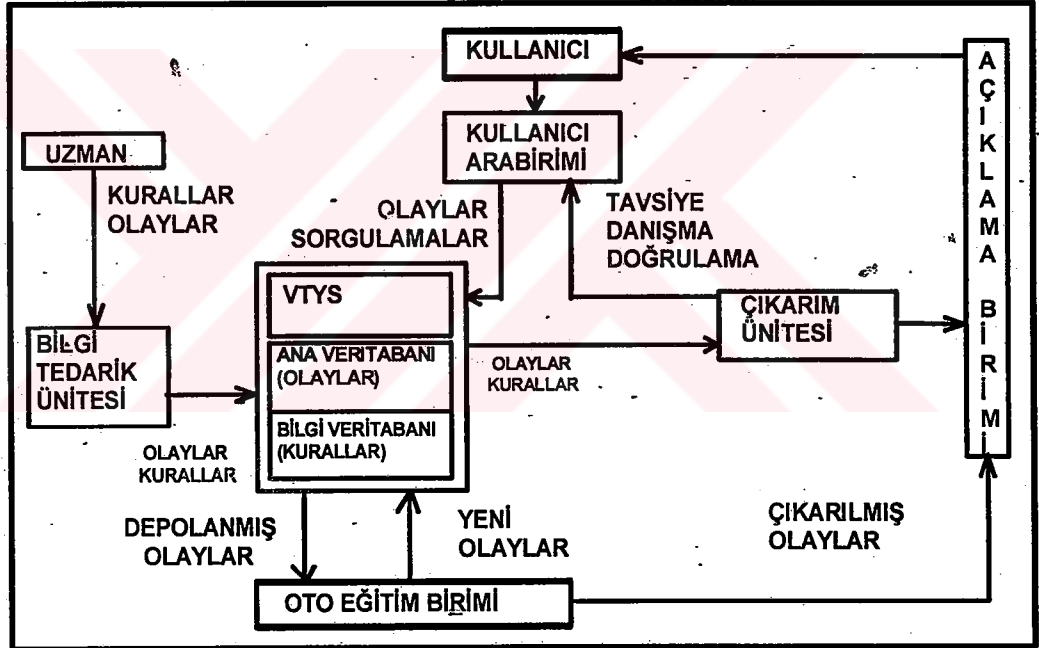
Açıklama birimi; çıkarım biriminin tavsiye üretirken kullandığı mantık sürecini, sunulan tavsiye ve konsültasyonların (danışmaların) takibini de yürütür. Uzman sistem ile olan karşılıklı etkileşimli diyalog sırasında herhangi bir anda kullanıcı, sisteme belli bir sonuca nasıl ulaştığını sorabilir ve açıklama ünitesi de, çabuk ve uygun formatta yapılandırılmış olarak gerekli cevabı verir.



Şekil 2.4. Uzman sistem yapısına açıklama biriminin eklenmiş hali (Ayabakan, 1994)

Uzman şahıslar, sürekli olarak birikimlerini güncellemekte ve geliştirmektedirler. Uzmanlık gelişiminin büyük bir kısmı, bir uzmanın yeni ve zor durumlarla karşı karşıya kalması halinde takınacağı tavırların yan ürünleri olarak ortaya çıkmaktadır. Oto-eğitim uzman sistemin bir diğer hedefidir. Uzman sistem çıkarım prosedürü kullanılarak yeni bir olay elde ettiğinde, söz konusu bilgi, kullanıcıya sunulmasının yanısıra bilgi bankasına da eklenir. Şekil 2.5. oto-eğitim birimi eklenmiş bir uzman sistem mimarisini göstermektedir.

Oto-eğitim birimi, uzman sistemin çıkarım ünitesince geliştirilen olayları kabul eder ve bunları, ana veritabanında depolanmış olaylarla karşılaştırır. Eğer yeni çıkarılan bir olay ana veritabanında mevcut değilse, eklenmeye aday bir olay olarak işlem görür. İlgili olayın veritabanına eklenip eklenmemesi kullanıcının tasvibine veya oto-eğitim ünitesince, söz konusu olay içeriğinin ana veritabanında mevcut diğer olaylarla çelişmediğini sağlama almak üzere gerçekleştirilen bir içerik taramasına bağlı olabilir. Oto-eğitim birimi ayrıca, olayın, eldeki olaya mahsus bir mahiyette mi olduğu yoksa uzman sistemin genel konu alanına mı girdiği hususunu sorgulayacaktır.



Şekil 2.5. Uzman sistem yapısına oto-eğitim biriminin eklenmiş hali (Ayabakan, 1994)

Şu ana kadar ele aldığımız uzman sistem mimarisi, uzman sistemlerin günümüzde nasıl geliştirildiğinin örneklerini özetlemek üzere sunulmuştur. Bu mimari örneklerin varyasyonları halen geliştirilmektedir. Mesela veritabanı yönetim sistemi, bir veri sözlüğü içerecek şekilde genişletilebilir. Uzman sistem, bir uzman sistem çatısı altındaki farklı çıkarım tekniklerince kullanılan veri tiplerini desteklediğinde, bu tip bir sözlük oldukça faydalı olacaktır.

Bilgi kaynaklarının karşılaştırılması, uzman sistemlerce yeni yeni desteklenmeye başlayan bir etkinlik olma yolundadır. İki farklı ama bağıntılı alanda faaliyet gösteren uzman, çoğu kere bir amaca erişmek üzere işbirliğine gitme ihtiyacı hisseder. Mesela bir muhasebeci ve bir bilgisayar analisti, firmalarının gereksinim duyduğu yeni bir muhasebe otomasyon sistemi üzerinde ortak çalışmaya girebilirler. Bir veri yönetimi uzmanı ile bir veri iletişimi uzmanı, yeni bir enformasyon sistemi üzerine çalışabilirler. İki ya da daha fazla uzmanın bilgilerini karşılaştırmanın yanısıra, uzman sistem, birçok bilgi kaynağındaki bilgileri, tipik bir ansiklopedi de olduğu şekilde biraraya getirebilir.

Aşağıda uzman sistemler terminolojisinde yer alan bazı kavramlar özetlenmiştir:

Tasarım: Geliştirilmiş bir plan çerçevesinde; oluşturma, modelleme ve kurma proseslerinin fikir temelinde gerçekleşmesi olarak tanımlanabilir. Söz konusu fikri çaba, genellikle bir çizim, tasvirleyici bir döküman veya benzeri bir sembolik materyale dönüştürülür. Tasarım etkinliği genellikle, güncel ve uygulamalı yaşantının getirdiği sınırlamalarla iç içedir. Bu etkinliğin meyvesi, belli bir miktar maliyetin üstünde mal olmamalıdır. Belki de bizzat tasarım tekniğinin hedefi, etkinliğin sınırlayıcı bir unsuru olarak ortaya çıkabilir. Eğer bir tasarımın hedefi, kütüphane görevlilerinin kitap kayıt, kitap teslim, kitap iade, gecikme cezaları, kaybolan yayınlar, bağlantı kurulan yayınevleri, maliyetler gibi fonksiyonları icra etmelerine yardımcı olacak bir bilgisayar programı ise, söz konusu program, ilgili tüm bireyler (kütüphane görevlileri ve gerektiği kadarıyla hizmetten faydalanan bireyler) tarafından anlaşılabilir ve kullanılabilir olmalı ve kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getirmelidir.

Planlama: Bir takım neticelere erişmek gayesi ile hedeflerin, projelerin, politikaların ve prosedürlerin ortaya konması etkinliğidir. Arzu edilen şeyin tanımlanması ve bunu gerçekleştirmeye yönelik taslağın geliştirilmesini içerir. Büyük projelerde yer alan bireyler; mevcut plan kendilerini yönlendirmede

yetersiz kaldığında neyi nasıl yapacaklarını sağlayacak standart politika ve yöntemlerde planlamanın kapsamı içerisinde.

Kestirim: Belli bir durumla ilgili bilgilerin ve gelecekteki muhtemel durumların öngörülmesini ihtiva ediyor. Koşulların gözlenmesi ve belli bir duruma ait koşulların, önceden tecrübe edilmiş diğer durumlarla olan ortak yönlerinin ilişkilendirilmesi de bu bağlamda ele alınır. Kestirim, uygun olan mevcut tüm enformasyonun etüdü ve analizini takiben öngörülerin sunulması etkinliğidir.

Düzenleme sistemleri: Bir takım işlemlerin oran, derece, miktar vs. açısından üniform (homojen) yapıya kavuşmalarını sağlama almak üzere kullanılır. Söz konusu düzenleme; çoğunlukla zamana, bazı kereler olaylara ve bazen de her ikisine bağlı olur. Mesela termostat, bir regülatif (düzenleyici) sistemdir. Düzenleyici uzman sistemler, gerçek-zamanlı modda çalışmak zorundadırlar. Bir yada birkaç alıcı, bu gerçek zamanı ve bu gerçek hayat verilerini sisteme sunar ve sistem de, arzu edilen düzenlemeyi temin edecek yolu ortaya koyar. Düzenleyici uzman sistemler, ya regülasyon sisteminin geri-besleme döngüsüne doğrudan bağlanırlar ya da bir operatöre, düzenleme tavsiyeleri formunda, regülasyon imkanı verirler. Bu ikinci hal için, düzenleme etkinlikleri operatör tarafından gerçekleştirilmektedir.

Kontrol etme etkinlikleri: Sistem, makina ve cihazların yönetilmesi, düzenlenmesi ve koordinasyonunu içerir. Yönetme etkinliği, hedef ve prosedürlerin kurulması gibi planlama aktivitelerini ve ayrıca neyin yapılması gerektiğini gösteren etkinlikleri ihtiva etmektedir. Nesnelerin ya da olayların aynı veya benzer yapıda olacak şekilde sıralanmaları veya belli bir koşula göre gruplanacak şekilde organize edilmeleri koordinasyon etkinliğine örnek verilebilir.

İzleme: Bir takım belli amaçlar doğrultusunda, gözlem yapma ve tetkik etme olaylarını kapsamaktadır. Bir sistemin izlenmesi, sistemin bir ölçüde nabzının

tutulması, sistem davranışlarının takip edilmesi ve bu gözlemlerin planlanmış veya tasarlanmış davranışlarla karşılaştırılmasını içerir.

Bir nesnenin tanımlanması: Kimliğinin veya ayırt edici karakteristliğinin ortaya konmasını ifade eder. Bu, bazı alıcılar vasıtası ile, bir takım formlarda bilgilerin elde edilmesi ile başlar. Mesela II. Dünya Savaşı sırasında (ilk dönemlerinde), yaklaşan hava/deniz araçlarının kimlik saptaması gözetleyici insanlar tarafından yapılırdı. Sonraki adım, spesifik özelliklerin saptanmasıdır. Gözetleyiciler, takip etmekte oldukları belli aracın silüetini inceler ve özel noktalarını tesbit etmeye çalışırlardı. Son adım, nesnenin kimliğinin tam manası ile ortaya konması idi. Gözetleyiciler, gözledikleri silüeti, ellerinde mevcut olan önceki bilgilerden derlenmiş silüetler kataloğu ile karşılaştırarak, aracın tipi ve sınıfı ile ilgili bilgileri elde ederlerdi. Mesela tip laboratuvarlarının, kandaki maddelerin ve patolojik yapıların tanımlamasını yapmaları; sonar sistemlerin, gemi ve denizaltıların kimliklerini saptanmaya çalışmaları nesne tanımlamaya örnektir.

Teshis etme: Bir problem veya durumun nedeni veya tabiatını inceleme ve analiz etme etkinliğini içerir. Bu çerçevede, gözlemlenebilir septomlar ve bulgulardan hareketle, bir sebep veya problemin ortaya konması gerçekleştirilir. Uzman sistemlerde bu mantıkla hareket ederek, kendilerine sunulan bulgulardan yola çıkıp çıkarımda bulunurlar.

Tavsiye/teklif verme: Bir unsurun kullanıma sunulmasının, belli bir problemin çözümü olarak tavsiye edilmesi veya ortaya konulmasını içerir. Mesela bir doktor, hastasında hastalık septomlarını tesbit ettiğinde, rahatsızlığı gidermek üzere bir takım tedavi vasıtaları (fizyoterapi, psikoterapi, ilaçlar vs.) tavsiye edecektir.

Yorumlama sistemleri: Sistem kullanıcıları veya alıcılar tarafından kendilerine sağlanan bilgilerin ışığında kavramlar veya fikirler oluştururlar. Bunlar zaman zaman birşeyin manasını bir tür temsil/sunum yoluyla iletirler.

Açıklama etkinlikleri: Birşey hakkında sebepler sunma, birşeyi açıklığa kavuşturma veya birşeye bir mana verme çabasıdır. Belli bir durumu, bir organizasyonun standart işletim prosedürlerine uyarlama olayını açıklamak, birçok şirkette gerçekleştirilmesi gereken bir görev olmakla beraber, o kadar da kolay birşey değildir. Denetçiler kendilerini, astlarının yapması gereken bir işi, yapıyor bulurlar. Çünkü bu işi kendilerinin yapmalarının, astlarına nasıl yapılacağını açıklamaktan çok daha uzun süreceğine inanırlar. Bu durum, özellikle işçi devir hızının yüksek olduğu yerlerde sözkonusudur.

Eğitim: Bilgi veya becerinin, bazı sistematik usul ya da yöntemlerle kazandırılmasını içerir. Söz konusu bilgi, bilimum kurallar ve talimatları kapsamalıdır. Eğitimin amacı, bir ana hizmet konusunda, kullanıcının (buna öğrenci demek yanlış olmaz) bilgi ve beceri seviyesini arttırmaktır. Bu işlemin ilk safhası çoğunlukla öğrencinin, ilgili alanı konusunda halihazırda neler bildiği hakkında bir sorgulama ile başlar. Öğrencinin halihazırda neler bildiğinin, neleri bilmesi gerektiği ile karşılaştırılması, neler öğretilmesi gerektiğine ışık tutar. Bir kez, öğretilecek meteryal ortaya konulduktan sonra, eğitmen, öğrenciye gereken dersleri planlar ve derslere başlanır.

Bu etkinlikler, halen birçok uzman sistem tarafından muhtelif konu başlıklarında kullanılmakta ve desteklenmektedir.

2.5. US ile Desteklenen Ana Konu Örnekleri

İlk geliştirilen uzman sistemler, bilimsel ve özellikle kimya sanayi tabanlı idi. Bu sistemler, 1980'li yılların başında popülarite kazandılar. Günümüzün işlemsel ve deneysel uzman sistemleri, birçok yeni konu yelpazesini desteklenmektedir. Ek 1'de, uzman sistemlerce desteklenen konu ve ilgi alanlarına ilişkin örnekler sunulmuştur (Ayabakan,1994).

3. SERA KLİMA DÜZENLEMESİ

Sera; iklim koşullarının açıkta bitki yetiştirmeye elverişli olmadığı dönemlerde kültür bitkilerinin yetiştirilmesini olanaklı kılan bir yapıdır. Sera ne kadar iyi kurulmuş ve bakım etmenleri ne kadar eksiksiz yerine getirilmiş olursa olsun klima düzenlemesi yapılmadıkça bir değer taşımaz. Ancak seralarda optimal düzeyde bir klima düzenlemesine gitmenin ne denli güç olduğu gerçeği ortadadır. Bu nedenle klima düzenlemesinde ideal koşullara yaklaşmak amaçlanır. Bir serada klima düzenlemesi yapılmak isteniyorsa klimayı oluşturan etmenleri bir bütün halinde ele alıp değerlendirmek gerekmektedir.

Sera klima düzenlemesi şu olaylar dizisinden oluşur;

1. Isıtma
2. Soğutma
3. Işıklandırma
4. Havalandırma
5. Oransal nemli ayarlama
6. CO₂ oranını artırma (CO₂ gübrelemesi)

3.1. Isıtma

Yazlık sebzelerden oluşan sera sebzeleri genelde sıcaklığı seven bitkilerdir. Bunlar yaz aylarında doğal koşullarda yüksek sıcaklıkla birlikte fazla ışık da bulan bitkilerdir. Bu nedenle sera üretiminde de sıcaklığı ışıktan ayrı etmenmiş gibi düşünmeye imkan yoktur. Işığın az olduğu günlerde ısıtılan seraları fazla ısıtmak yarar yerine zarar getirebilir. Çünkü bu gibi durumlarda ışık yetersizliği nedeniyle düşük düzeylerde seyreden fotosentez olayına karşın solunum oldukça yüksek düzeylerde seyrederek ve bitkide besin maddesi oluşumundan çok, besin maddesi parçalanması söz konusu olur ve sonuçta bitki zayıf düşer. Bilinçli bir seracının, ışığın az olduğu günlerde sera sıcaklıklarını bitkilerin istediği optimal düzeylerin alt sınırına düşürmemesi

3.2. Soğutma

Soğutma; ülkemiz seracılığında üzerinde durulması gereken bir işlemdir. Üretimin özellikle nisan, mayıs ve haziran aylarında arttığı dönemlerde sera içi sıcaklıkları istenilenin üstüne (35°C ve üzeri) çıkabilir ve havalandırma düzenekleri yüksek olan sera içi sıcaklıklarının düşürülmesinde yeterli olmayabilir. Bu gibi durumlarda sıcaklığı düşürmek için gölgeleme, yağmurlama ve makinalı soğutma gibi yollara başvurulabilir. Şekil 3.1. seranın iç ve dış sıcaklık etkilerine karşı durumları görülmektedir.

3.3. Işıklandırma

Işıklandırma konusunda öncelik doğal ışığa verilir. Ancak doğal ışığın yani güneşlemenin yetersizliği halinde yapay ışıklandırmadan söz edilir. Seralardaki ışık varlığının, normal bir büyüme ve gelişme için türlere göre değişmek koşuluyla 5000 - 15000 lux civarında olması istenir ki, bu da bizim seralarımızda vardır. Doğal ya da yapay ışığın yoğunluğu kadar süresi de önemlidir. Bilindiği gibi kış aylarında bir taraftan ışık yoğunluğu, yaz aylarına nazaran çok düşük, diğer taraftan süre olarak çok kısadır. Diğer taraftan sera örtüsünün kirliliği, rengi ve kalınlığı, çatı eğim açısının ve yönünün yanlış seçilmesi, temel duvarlarının toprak üzerine fazla taşırılması, kapalı gün sayısının fazla olması gibi nedenlerle giren ışığın %40-50 oranında azaldığı bilinmektedir.

Sera yerinin seçiminde özen göstermek, iyi örtü seçimi, örtü temizliği, çatı açısının eğimi, dikim sıklığı, budama gibi önlemlerle ışık miktarı ayarlanabildiği gibi modern seracılıkta yapay ışıklandırma da kullanılır. Yapay ışıklandırma üç amaçla ve iki şekilde yapılır. Amaçlar gün uzunluğunu arttırma, ışık şiddetini arttırma ya da her ikisini birden arttırmadır. Amaç ne olursa olsun yapay ışıklandırma fide yetiştiriciliğinde veya üretimde kullanılır. Ancak seracılıkta yaygın şekilde kullanılan fide yetiştiriciliğinde olanıdır.

Fideliklerin alan olarak küçük olması, fide yetiştirme süresinin kısalığı gibi iki önemli neden bu uygulamayı etkin ve yaygın hale getirebilir. 7500 -15000 lux'lük ışık şiddetinin bu aşamada yeterli olduğu saptanmıştır. Genelde aydınlatma açık günlerde sabah 6-12, öğleden sonra 16-22 arasında uygulanır. Kapalı günlerde ışıklandırma öğle saatlerinde de devam ettirilir. 24 saat içinde yapay aydınlatma süresi 12-16 saattir. 12 saatlik aydınlatmalarda 15000 lux, 16 saatlik aydınlatmalarda 7500 lux'lük ışık şiddetinin yeterli olduğu bilinmektedir. Bu yolla 7 hafta olan fide yetiştirme süresi 5 haftaya indirilmiş, fideler 4-5 hafta ışıklandırılarak m²' den 3 tane meyve fazla alınmıştır ve 10-15 günlük erken ürün eldesi sağlanmıştır(Anonymous.1977).

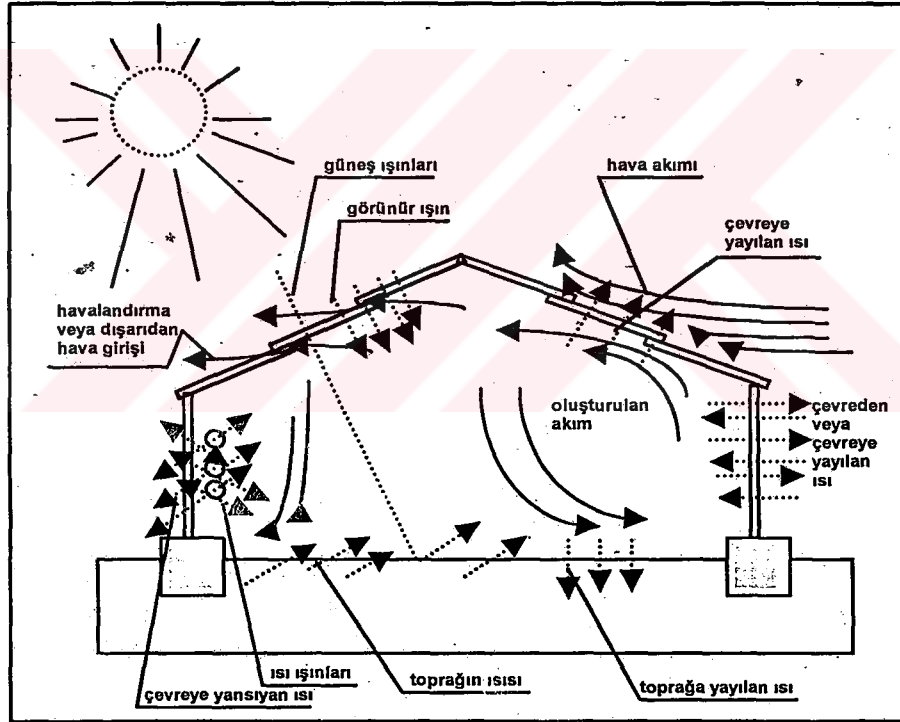
3.4. Havalandırma

Seralardaki bitkilerin sağlıklı bir büyüme ve gelişme gösterebilmeleri için zaman zaman seraların havalandırılması şarttır. Bu da bilindiği gibi havalandırma düzenleri ile sağlanır. Havalandırma düzenlerinin yararları kısaca şunlardır;

Sera havasının karbondioksit (CO₂) oranı zaman zaman dış havasında altına düşebilir. Bu gibi durumlarda havalandırmayla sera havasının CO₂ oranının yükseltilmesi amaçlanır. Bilindiği gibi sera havasının CO₂ oranı; ışıklandırma süresi, ışık şiddeti ve özellikle sera sıcaklığına bağlı olarak değişir. Örneğin hızlanan fotosentezden dolayı 120 ppm'e düşen CO₂ oranı havalandırma ile normal değer olan 300 ppm'e yükseltilebilir.

Özellikle yetiştirme döneminin ilk veya son aylarında solar radyasyonun neden olduğu sera içi yüksek sıcaklıklarını düşürmek için havalandırmaya başvurulur. Zira böyle günlerde sıcaklık, sera bitkilerine zararlı olabilecek düzeylere yükselmiş olabilir.

Diğer taraftan seralarda domatesler için %50-70, hıyarlar için %80-90 civarında olması istenen hava oransal neminin, sıcaklığı yüksek seralardaki terleme hızının artması sonucu, bazen %90'ın üzerine çıktığı görülür. Oysa özellikle hava oransal neminin %50-70 civarında olması istenen domates seralarında oransal nemin bu değerlerin altına düşmesi halinde bitkinin su gereksinimi artar. Bilindiği gibi havanın su içeriğine göre değişen belli bir su emme gücü vardır. Havanın bu emme gücüne bağlı olarak bitkinin hava ile temasta olan kısımlarından suyu buhar halinde dışarıya vermesi olayına terleme (transpirasyon) denir.



Şekil 3.1. Bir seranın yapısı ve iç-diş hava akım, sıcaklık durumları
(Popovski)

Seralarda havalandırma, bir hava hareketi oluşturmak açısından da önemlidir. Zira hava hareketleri olmayan bir serada bitki yaprakları üzerine çöken nemli hava bitkilerin transpirasyon hızlarının düşmesine neden olur. Örneğin hava hareketi olmayan bir serada 20°C sıcaklıkta ve %74 nem

koşullarında bir yaprağın su kaybı $100 \text{ g/m}^2/\text{h}$ iken 1 m/sn'lik bir hava hareketi olan aynı koşullardaki serada su kaybının $160 \text{ g/m}^2/\text{h}$ olduğu saptanmıştır(Günay, 1980). Terleme hızı düşen bitkide bilindiği gibi hayatsal olaylar yavaşlar, zira bilinir ki bitkinin kökleriyle su alımı, terleme hızına bağlıdır.

Bu denli önemli olan havalandırma, değişik mekanik düzenekler vasıtasıyla sağlanır. Şekil 3.1. bir seradaki hava akımları gösterilmiştir.

3.5. Oransal Nemi Ayarlama

Oransal nem; belirli bir sıcaklıkta havada bulunan mutlak nemin, aynı sıcaklıkta alabileceği en yüksek su miktarına oranıdır. bilindiği gibi havanın kuru ve nemli oluşuna göre değişen belli bir su emme kuvveti vardır ve emme kuvveti kuru havada nemli havadan daha yüksek düzeyde seyreder. Hava sıcaklığı arttıkça nemlilik oranı düşer. Bitkinin havayla temasta olan yüzeylerinden buhar halinde su kaybetmesi olayı terlemedir. Bir başka deyişle terleme havanın emme gücü sayesinde bitkinin havayla temasta olan yüzeylerinden su buharını dışarıya vermesi olayıdır. Eğer sera bitkileri oransal nemi düşük olan seralarda (%30-40) yetiştirilirse, terleme fazla olacağından, kökleriyle su ihtiyaçları daha yüksek olacaktır. Bu koşullarda bitkileri sık sulamak gerekecektir. Sık sulama toprak sıcaklığını düşüreceğinden istenmeyen bir olaydır. Aksi durumda ise, oransal nem çok yüksek olduğunda (%90-100) terleme olayı gibi su alımları yavaşlayacak, istenmeyen başka bir durum ortaya çıkacaktır.

Bu oranı düzenlemek için klasik olarak ağzı açık su kapları, ıslak çuval, toprağa yayılan sap, saman vb. kullanılırken modern tesislerde yağmurlama tesisleri, termostada bağlı düzenekler kullanılmaktadır.

3.6. Karbondioksit Oranını Arttırma (CO₂ Gübrelemesi)

Karbondioksit oranını arttırma (CO₂ gübrelemesi) fotosentez hızını arttırmak için sera atmosferinin CO₂' ce zenginleştirilmesidir. Witter, sera sebzelerinin yetiştirilmesinde şimdiye kadar bulunan büyüme etmenlerinden hiç birinin CO₂ gübrelemesi kadar verimde artışlar sağlamadığını bildirmektedir. Belirli bir kontrasyona kadar ortamdaki CO₂ fazlalığının fotosentez hızını olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur. CO₂ gübrelemesi sonucu havadaki CO₂ miktarının %8' e kadar arttırılmasıyla asimilasyonu normal havadakine nazaran 4-5 misli daha hızlanmakta ve bitkiler daha verimli olmakta, %26-30 oranında ulaşıldığında ise nişasta oluşumu hemen tümüyle durmaktadır (Vardar, 1975).

Açıkta yetiştirilen bitkiler doğada 300 ppm bulunan CO₂' den yararlanmaktadırlar. Seralarda öğle saatlerinde fotosentez hızının artması sonucu CO₂ oranında, dışa kıyasla büyük bir düşüş izlenmektedir. O nedenle CO₂ gübrelenmesi saat 10-15 arasında uygulanır. CO₂ gübrelemesi genelde havalandırmaların çalıştırılmadığı aylarda ısı kontrollü seralarda, ışığın yeterli olduğu günlerde yapılır.

Gübreleme CO₂ tanklarıyla veya sobalarda CO₂ çıkaran bazı maddelerin yakılması ile yapılır (Sevgican , 1989).

4. LEONARDO

Leonardo, uzman sistem uygulamalarını gerçekleştirmek için hazırlanmış bir uzman sistem paket programıdır (Expert System Shell). 1980' li yıllara kadar uzman sistemler sadece araştırma laboratuvarlarındaydı. Leonardo gibi paket programlar, yılların tecrübesi ile geliştirilen uzman sistem tekniklerinin pratik bir uygulamalarıdır.

Leonardo yüzlerce kurallardan oluşan bilgi ve nesneler hakkındaki, bunlar arasındaki ilişkiyi temsil etmek ve bilgisayar ortamında kullanılabilir hale getirmek için çerçeveler (frames)' de kullanılır. Ayrıca, bir bütün olarak tanımlanmamış bilgi ve belirsizlik gösteren bilgi ile de çalışır. Yani belirsizlikle de (uncertainty) ilgilenir.

Daha önceden de belirtildiği gibi, kurallar ve çerçeveler insan bir uzmanın bilgisini temsil etmek için kullanılırlar. İlgili alanını tanımlayan bütün kural ve çerçeveler seti bilgi tabanını oluşturur. Leonardo ile birçok farklı uzmanlık bilgisi temsil edilebilir. Leonardo Pascal, C, Fortran, Basic dilleriyle de irtibat kurularak beraber çalışabilecek şekilde düzenlenmiştir. Hazırlanmış string, ekran, kullanıcı girişi, printer, dosya, listing, sorting, belirsizlik ve bazı diğer fonksiyonlarla, bilgisayarın çevre birimleriyle irtibat kurmaları mümkün hale getirilmiştir.

4.1. Uzman Sistem Paket Programının Faydaları

Uzman bir kişinin bilgileri bilgisayara aktarılıp diğerlerinin kullanımına sunulabilir. Uzman bulunmadığında bu sisteme danışılabilir. Uzman sistem paket programı farklı uzmanlık alanları için kullanılabilir. Her uzmanlık alanı için kurallar yazılarak bilgi tabanı oluşturulabilir.

Leonardo programının ana bölümleri *Knowledge Base* (Bilgi Tabanı), *Leonardo Programming Language* (Leonardo Programlama Dili), *Editör*, *Checking and Executing Functions* (Kontrol ve İşletim Fonksiyonları) ve *File Functions* (Dosya Fonksiyonları) dır.

Bilgi tabanı, uygulamaya ait kurallar ve nesnelerden oluşur. Nesnelere ait bilgiler, frames (çerçeveler) bilgi tabanının da bulunur.

Editör, nesnelerin çerçevelerinin bilgilerinin ve bilgi tabanına ait kurallarının oluşturulup, düzeltildiği - text olarak işlendiği standart bir editördür.

Leonardo programlama dili, karmaşık uzman sistem yapıları için gerekli dış bilgi tabanlarına ulaşp onları işlemeye yarayan ve onlara ait karmaşık raporları oluşturmaya yarayan programlama dil kurallarının tamamını içerir.

Kontrol ve işleme fonksiyonları, Leonardonun bilgi tabanını bilgisayar formatına çevirdiği ve uzman sistem formatında derlediği kısımdır.

Dosya fonksiyonları, bilgisayardaki depolanmış bilgi tabanlarının işlemlerini kolaylaştırmak için oluşturulmuş dosya fonksiyonlarından meydana gelmiştir.

4.2. Leonardonun Açılışı ve Komutları

Leonardo programı çalıştırıldığında karşımıza gelen ekranın üst kısmında EK-2' deki gibi yapılandırılmış bir komut menüsü bulunur. Nesneler, çerçeveler, bilgitabanı ve oluşturulan uzman sistemin aktif duruma getirilmesi bu şekildeki menülerden yapılır.

4.3. Bilgi Tabanı Oluşturma

Bilgi tabanı; kurallar, nesneler ve nesne çerçeveleriyle, bunların içerisindeki nesne bilgileri, prosedürler ve düzenleyici birimlerden oluşur. Bilgi tabanının

temel parçası *MainRuleSet* (Ana Kural Düzenegi)'dir. Her uygulama *MainRuleSet* ile başlar. Leonardo da kural ifadelerinin listesi serbest-işlenebilecek formatta *MainRuleSet*' te bulunur.

4.3.1. Bilgitabanının yapısı

Kurallar *MainRuleSet*' e *Rules Free* komutu seçilerek girilir. Bu komut sayesinde kuralları girebileceğimiz editör karşımıza gelir.

Check Trace, *Check Summary* veya *Check Purge* komutlarıyla yazım (syntax) kontrolleri yapılıp, kurallar *execute* formata çevrilir. Bu işlem sonunda nesneler oluşturulur.

Nesneler *Objects* komutu- ile işlenir. *Text*, *Real* ve *List* nesneler, nesnelerin değerini taşırlar. Değerlerin diğerleri *Procedure* ve *Screen* (ekran düzenleme) nesnelerince taşınır.

Procedure nesneler, bilgi tabanının diğer programlama dillerine benzer procedure yapılarına uyumlu eşdeğer bilgilerle kodlanması için kullanılır.

Screen nesneler, ekrandan veri girişi ve ekrandan veri çıkışı düzenleme diyaloglarının hazırlanmasına mücade veren bir ortamdır.

Class ve Member nesneler, diğer bilgilerin arasında ilişki kurmaya yarayan nesne türleridir.

4.3.2. Kurallar

Leonardonun en temel kuralı *if...then...* kural yapısıdır. Bu kural yapısının anlamı birçok programlama dilindeki gibi olup aşağıdaki yapıya sahiptir;

if şart then sonuç

buradaki sonuç bir değer ya da bir veya birkaç atama, işlem olabilir. Bu yapıdaki şart (koşul) ifadeleri aralarında mantıksal bir bağ bulunan birden fazla şart cümleleri olabilir. Cümleler arasında aşağıda gösterildiği gibi *and* (ve) / *or* (veya) mantıksal bağıntıları kullanılabilir.

```
if şart1
and|or şart2
and|or ...
then sonuç
```

Yukarıdaki yapıda gösterilen sonuç birden fazla cümleden oluşabilir. Her cümleden sonra aşağıda gösterildiği gibi ' ; ' işareti kullanılır ;

```
if şart
then sonuç1 ;
    sonuç2 ;
    ...
    sonuçn
```

4.3.3. Şart ifadelerinin yapıları

Şartlar nesneler, değerler ve bunlar arasındaki ilişkiyi sağlayacak operatörlerden oluşur;

<nesne> <operatör> <nesne|değer>

Nesneler Leonardonun sahip olduğu önemli yapılardır. Nesneler *Real*, *Text* veya *List* değerler taşıyabilir. Real ve Text operatörlerde nesneler ve değerler sağ ve sol taraflarda aynı tipte olmalıdır. List operatörler list veya text nesneleri ve sağındaki tüm değerleri kabul eder.

Aşağıdaki örnek kural yapısını incelersek;

if 'traffic light colour' is green then action is proceed		bu ifadede traffic light colour ve action birer nesnedir green ve proceed ise birer değerdir
--	---	--

Kurallarda 'is, are' cümle bütünlüğü için kullanılır, herhangi bir anlam taşımazlar. Nesne ve değer isimleri verilirken büyük küçük karektere dikkat edilir ve +-*/(=)&,:;" veya boşluk karakterleri ile özel kerekterlerin hiçbirini kullanılmaz. Kurallar dışında herhangi bir açıklama yazılmak isteniyorsa cümlelerin başına /* konulur. Kurallarda;

if temperature<0 then weather is freezing

şeklinde rakamlar da kullanılabilir. Text değerlerde seçilmiş kelimeler veya rakamlar kullanılmak isteniyorsa aşağıdaki örnekteki gibi " " sembolü içinde kullanılırlar.

if day is Tuesday and current_status is "7890"
 then shift_selection is "day"

İlişki operatörleri (=, <=, <, >=, >, <>) real nesnelerde aşağıdaki örnekteki gibi kullanılır.

if age<legal_age
 and amout>=1000
 then 'signature of parents' is required

4.3.4. List nesne cümlelerinin yazım form-kural ve yapıları

<list nesne> <operatör> <list|text nesne|değer>

şeklindedir ve text nesnelerin list değerleri çift veya tek tırnakla yazılıp, virgül ile ayrılır. List nesnelerde aşağıdaki karşılaştırma operatörleri kullanılır.

include/includes: İkinci listenin tüm parçaları (elemanları) birinci listede ise doğrudur (mantıksal 1'dir).

exclude/excludes: İkinci listenin parçalarının hiçbirini birinci listede yoksa doğrudur.

equiv: Her iki listenin parçaları aynı ise doğrudur.

overlaps: İki liste bazı ortak parçaya sahip ise doğrudur (boş olmayan iki listenin kesişmesi durumu).

Eğer programlama sırasında aynı parçalar içeren listelere ihtiyaç duyulursa leonardonun buna müsaade etmesi için control duplicate kuralı kullanılır.

Kuralların okunurluğunu arttırmak için *is, are* ifadelerinden başka aşağıdaki örnekte görüldüğü gibi *a, an do, does, its, the* noisewords'leri kullanılabilir.

if the account is valid
and the balance>1000
- then the 'credit action' is an approval

Bu noisewords'ler text değer olarak kullanılmak isteniyorsa ' ' içerisinde kullanılırlar.

Leonardo *not* mantıksal operatörünün kullanılmasına müsaade etmekte ve aşağıdaki operatörler ve ifadeler türetilmektedir;

is not	does not include	do not include	not equiv
are not	does not exclude	do not include	doesnot overlap

4.3.5. Sonuç ifadelerinin yapıları

Sonuç ifadeleri aşağıdaki gibi ya atama-işlem cümlesi ya da kullanım yapıları verilen komutlardan birisi olabilir.

<nesne> <operatör> <nesne|sabit|deyim ifadesi>

ask<nesne>

say<nesne>

run<prosedür nesne>([parametreler])

use<screen nesne>

<nesne> <operatör> <nesne|sabit|deyim ifadesi> ile text nesnelere is veya are operatörleriyle, sayısal nesnelere eşittir (=) atama operatörüyle, list nesnelere include, includes, exclude ve excludes operatörleriyle değerler atanır. Sayısal nesne ve değerler arasında +-* / aritmetiksel işlemleri yapılabilir.

ask<nesne> ile kullanıcı ekrandan klavye aracılığıyla, önceden oluşturulmuş bir frame (çerçeve) değer girişi yapılmasını sağlar.

say<nesne> ile kullanıcıya önceden varolan bir çerçevede bulunan kullanılabilir bilgi ekranda değer, mesaj olarak üretilir.

run<prosedür nesne>([parametreler]) ile prosedür tipli oluşturulmuş nesneler gerekiyorsa parametreleriyle çağırılarak işletilir.

use<screen nesne> ile screen tipli oluşturulmuş nesneler çağırılır.

Leonardo da istenirse sonuç çıkartım mekanizmasında işlemleri yönlendirmek için bazı kontrol direktifleri kullanılabilir. Bunlardan birisi 'control<seçim>' ve 'seek' eylem direktifidir.

Seek direktifi ile programın sonunda amacına ulaşmaya çalıştığı hedef nesne belirlenir. Bu direktif program sonunda yeralır ve program çalışmaya bu satırdan başladıktan sonra kuralları en baştan aşağıya doğru işletir.

Yukarıdaki kural ve özelliklere uyularak hazırlanan bilgi tabanı önce 'Check' menüsünden kuralların işletilmesi için compile edilir. Bu işlem sonunda nesneler oluşturulmuştur. Daha sonraki işlem olarak, oluşturulan nesneler aşağıda bahsedilen özellikleri dikkate alınarak uygun şekilde işlenirler.

4.3.6. Nesne çerçevelerinin kullanımı

Çerçeve, nesne bilgisini tanımlama ve nesneler arasında değerlerin geçişini sağlayan bir çeşit veri yapılarıdır. Leonardo da bir çerçeve, bir nesne ile ilgili bilgileri içermektedir. Tipik bir çerçeve nesnelerin sınıfını açıklar.

Nesne ile ilgili çeşitli elemanları tanımlamak için *slotlar* (kanallar) dan faydalanılır. Leonardo kanalları, değer çıkarma yöntemlerini ve ekran düzenlerini kontrol etmek için kullanır.

Nesnelerin çerçeveleri üç tip kanaldan oluşur. Bunlar *protected slots*, *default slots* ve *optional slots*lardır. *Protected* (korumalı) kanallar, monokrom ekranda parlak, renkli ekranda kırmızı olarak görülen, değerleri program boyunca değişmeyen sabit değerler atanabilen kanallardır. *Default* (varsayılan-standart) kanallar, tüm nesne türleri için türlere has standart, aynı olan kanallardır. Herhangi bir nesnenin çerçevesi işlenmek üzere ilk açıldığında karşımıza *protected* ve *default* kanallar gelir. *Optional* (seçilebilir) kanallar, istenirse kullanıcı tarafından nesne çerçevesine yerleştirilebilecek bazı özelliklere ait bilgilerin saklanabileceği kanallardır.

Default ve *optional* kanallardan istenilenleri, yapılan program gereği kullanıcıya bağlı olarak kullanılabilir. Kullanılmak istenmeyen kanallar çerçevede bulundurulmayabilir. Kanal isimlerinin sağ taraflarında ' : ' işareti bulunur. Bu işaretin sağından itibaren kanala ait uygun bilgilerle çerçeve işlenir. Kanallara ait bilgiler birden çok satır sürebilir.

Nesneler, bilgitabanının oluşturulması için aralarında ilişkilerin kurularak uzman sistem oluşturmaya yardımcı olan uzman değişkenlerdir. Leonardo da *Text*, *List*, *Real*, *Procedure*, *Class* tipli nesneler vardır. *Text*, *List*, *Real*, *Class*, *Procedure* tipli nesnelerin çerçevelerinin *protected*, *default* ve *optional* kanalları aşağıda Çizelge 4.1 , Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. CLASS nesnelere ait default slotlar

KANAL İSMİ	TİPİ	ÖZELLİĞİ
LongName	protected	Nesnenin ismidir. Maksimum 24 karakter olabilir.
Name	default	Karakter sınırlaması olmayan isim açıklamasıdır.
Type	protected	Class olabilir.
Members	default	Nesneye ait üyeler bulunur.
MemberSlots	default	İşlem sonu işlenen üye bulunur

Çizelge 4.2. PROCEDURE nesnelere ait default slotlar

KANAL İSMİ	TİPİ	ÖZELLİĞİ
Name	protected	Nesnenin ismidir. Maksimum 24 karakter olabilir.
LongName	default	Karakter sınırlaması olmayan isim açıklamasıdır.
Type	protected	Procedure olabilir.
AcceptsReal	default	Bu nesnede kullanılmak üzere diğer nesnelerde kullanılmış, bu nesnede kullanılmak üzere çağrılacak değişkenler yazılır.
AcceptsText	default	
AcceptsList	default	
ReturnsReal	default	Bu nesnenin External ve Body slotlarında üretilip, kullanılmak üzere diğer nesnelere gönderilecek değişkenler yazılır.
ReturnsText	default	
ReturnsList	default	
LocalReal	default	Yalnızca bu nesnedeki program parçalarında kullanılacak değişkenler yazılır
LocalText	default	
LocalList	default	
Externals	default	Leonardodan başka bir programa bağlanma isteniyorsa buraya bağlanılacak programın ismi yazılır.
Body	default	Yukarıdaki slotlara yazılan değişkenler ve leonard fonksiyonları kullanılarak bu kısma procedure yazılır

Çizelge 4.3. REAL, TEXT, LIST nesnelere ait default slotlar

KANAL İSMİ	TİPİ	ÖZELLİĞİ
Name	protected	Nesnenin ismidir. Maksimum 24 karakter olabilir.
LongName	default	Karakter sınırlaması olmayan isim açıklamasıdır.
Type	protected	Real, Text, List olabilir.
Value	protected	Program işletildikten sonra bu nesnenin aldığı değerdir.
Certainty	protected	Kesinlik gösterir, {0.0}-{1.0} arasında bir değer alabilir.
DerivedFrom	protected	Bilgitabanına dışarıdan gelen bilginin kaynağı bulunur.
DefaultValue	default	Nesne için varsayılan değerlerdir.
FixedValue	default	Nesnenin sabit değeridir.
AllowedValue	default	Nesnenin mümkün olabilecek değerleridir.
ComputeValue	default	Prosedür işlemleri için isim yazmak için kullanılır.
OnError	default	Hata mesajlarını gösterir.
QueryPrompt	default	Diyalog için soru satırıdır
QueryPreface	default	Soru hakkında açıklama satırıdır.
Expansion	default	Sorunun cevap seçenekleri hakkında açıklamalardır
Commentary	default	Nesne hakkında açıklamadır.
Introduction	default	Program içerik bilgileri hakkında açıklamalardır.
Conclusion	default	Program sonuçları hakkındaki açıklamalardır.
AskCertainty	optional	Klavye girişini bar, scala, numeric ayarlar.
AVExpansion	optional	AllowedValue'deki her seçeneğin açıklamasıdır.
BoxWidth	optional	Oluşturulacak menü genişliğidir.
ForbidUnk	optional	Preserve ile unknown bildirisini kaldırır.
Form	optional	Nesne değerlerini veya kutuları yazı ile doldurur.
IntroAttrib	optional	Ekranın renk özelliklerini belirler.
Layout	optional	Oluşturulacak dosyalardaki kayıt yapısını tanımlar.
MultiValue	optional	Belirsizlik işlemlerinde kullanılır.
Preserve	optional	ForbidUnk ile unknown bildirisini kaldırır.
Static	optional	Class tipi değer taşır.

Nesneler oluşturmak ya da oluşturulmuş nesnelerin kanalları üzerlerinde işlemler yapmak için *Object* ana menüsü seçilir. Bu seçim sonunda yüklenmiş bilgitabanına ait nesnelerin listesi ile karşılaşılır. İstenilen nesne seçilerek nesnenin kanalları ekrana getirilir. Eğer yeni bir nesne oluşturulmak isteniyorsa, en alttaki nesnenin altındaki boşluk satırı seçilir, nesne ismi ve tipi klavyeden girilerek boş kanallara sahip bir nesne meydana getirilmiş olunur. Karşılaşılan ekranın altındaki fonksiyonlar ile nesne işlemleri yapılır.

4.4. Program Yazımı

Leonardo yukarıda anlatılan temel yapıya sahiptir. Bu yapı içinde program yazıp, bilgitabanı oluşturmak için *Rules Free* komutu kullanılır. Bu komut ile karşımıza gelen boş bilgitabanı editörü, leonardo kural, programlama metodları ve dil formatına dikkat edilerek doldurulur.

Bilgitabanının her satırı numaralıdır. Rakamların sağ taraflarında bulunan : işaretinin sağından itibaren işlemlere başlanır. Yazılacak komut, kural ve ifade grupları arasında birer boş satır bırakılır. Komut, kural ve ifadeler birden fazla satır sürebilir.

Bilgitabanı tanımlanan program objelerinin oluşturulması için Check edilir. Hatalar varsa giderilir. Daha sonra *Object* menüsü yardımı ile Object Frame'ler işlenir.

Tamamlanan program *Files* menüsü seçenekleri ile saklanarak korunabilir (Leonardo,1989).

5. SERA KONTROLÜ



Şekil 5.1. Programın Algoritması

Uzman sistem genel karakteristik özellikleri ve leonardo uzman sistem programı kullanılarak, bir sera ortamının klima düzeni ve gerekli şartlarının sağlanması için, yandaki gibi bir algoritma çerçevesinde bir program hazırlanmıştır (Şekil 5.1).

Program düzenlenecek sera ortamının hangi sebze için yapılacağını belirlenmesi ile başlar. Daha sonra gerekli ısı, ışık, nem ve CO₂ miktarlarına ait sayısal değerler, hazırlanan bir arabirim aracılığı ile sisteme girilir. Seçilen sebzelerin gece ve gündüz farklı davranış ve ihtiyaç karakteristikleri gösterdikleri dikkate alınarak sistem saatinden faydalanılarak gece/gündüz durumu tesbit edilir.

Kullanıcı tarafından yapılan tercih seçimlerinden ve durum tesbitlerinden edinilen sonuçlar, leonardonun bilgitabanı ve hazırlanan kuralları tavanından kullanılır. Kurallar sera ihtiyaçlarına göre o an için gerekli en uygun ortamın durumuna karar verir ve gereken şartların sağlanması için ikinci bir arabirim tarafından ayarlamaların yapılması sağlanır.

Sonuçlar ve gelişen olaylar hakkında kullanıcı ekrandaki mesajlar aracılığı ile bilgilendirilir. Uzman sistemin gereği olarak kullanıcı, istediği zaman içinde bulunduğu duruma nasıl geldiği konusunda

programdan adım adım rapor alabilir. Aynı zamanda, dizayn edilen ikinci bir arabirim vasıtasıyla da, sera sistemindeki gerekli uygun ortamın korunması,

kontrol altında tutulması için program tarafından seçilen cihazlar aktif hale getirilir.

Bahsedilen algoritma leonardonun döngü komutu (reasks) ve parametreleri (autocycle, stop, continue) kullanılarak istenildiği kadar tekrar ettirilebilmektedir. Sinyal okuma aralığı kullanıcı tarafından seçilebilmektedir.

Kontrol sistemlerinde belli başlı dört denetim tekniği vardır. Bunlar;

- a- İkili veya aç-kapa (on-off) denetim tekniği,
- b- Oranti denetim tekniği (P),
- c- Integral denetim etkisi (I),
- d- Türev etkisi (D).

Bu temel denetim teknikleri bir veya birkaçının uygun şekilde kullanılmasıyla PI, PD, PID vb. gibi değişik denetim çeşitleri oluşturulur.

Bu çalışmada sayısal kontrol sistemi ile Aç-Kapa (On-Off) denetim tekniği kullanılmıştır. Sayısal kontrol sistemi kullanılmanın avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

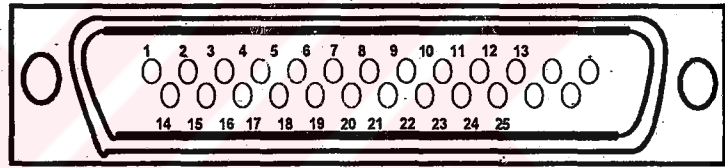
- 1- Sayısal kontrol sistemleri daha güvenilirdir.
- 2- Kontrol edilen Çıkış büyüklüğü daha büyük duyarlılıklara (daha küçük hata ile) izler.
- 3- Sistem parametre değişikliklerine daha az duyarlıdır.
- 4- Dış ve iç bozucu etkenlerden daha az etkilenir.
- 5- Mikroelektronik ve mikrobilgisayarlarda meydana gelen son teknolojik gelişmeler nedeniyle dijital kontrol sistemlerindeki kontrol ediciler daha hafif, küçük ve ucuzdur (İSTANBULLU, 1996).

5.1. Veri Giriş Arabirimi

Bu arabirim ile uzman sistem programının bilgi tabanı ve kurallarının işleyecekleri ısı, ışık şiddeti, nem ve CO₂ verileri bilgisayar sistemine girilir.

Bu işlem için yeni bir prototip kart dizayn etmeye gerek duyulmamıştır. Programın testi için ısı ve ışık kontrolü denenmiş ve bu işlem için geliştirilecek devreye paralel portun yeterli desteği vereceği görülmüştür.

Parelel port bilgisayardan yazıcı çıkış sinyalleri almak için tasarlanmış bir giriş/çıkış birimidir. Bu birim dışarıyla 25 pin'li bir konnektör aracılığı ile irtibat sağlar. Bu 25 pinden 8 tanesi veri çıkış hattıdır. Bilgisayar yazıcıya bilgileri bu hatlardan 8'er bit (1 Bayt) sinyaller halinde gönderir. Diğer pinlerden 9 tanesi yazıcıdan bilgisayara gönderilen kontrol/durum sinyalleridir. Kalan diğer 8 pin ise toprak hattıdır. Aşağıdaki şekilde paralel port konnektörü üzerindeki bacak dizilişleri ve numaraları gösterilmiştir (Şekil 5.2).



Şekil 5.2. Paralel port bacak dizilişleri

Pin 1 - Metronom Hattı: Verinin her yollanışından sonra bu hat kapanır ve açılır. Böylece bilgisayara bir sonraki 8 bitlik bilgiyi göndermesi işaret verilir.

Pin 2,3,4,5,6,7,8,9 - Veri Hattı: Her bacadan 1 bit olmak üzere, 1 Baytlık bilgi aktarılır.

Pin 10 - Acknowledge (Hazır) Hattı: Yazıcının bilgisayara hazır olduğunu ve bilgileri gönderebileceğini belirtir.

Pin 11 - Busy (Meşgul) Hattı: Yazıcının bilgisayara meşgul olduğunu ve veri yollamaması gerektiğini belirtir.

Pin 12 - Out of Paper (Kağıt Bitti) Hattı: Yazıcının kağıdının bittiğini belirtir.

Pin 13 - On Line (Seçme) Hattı: Yazıcıda bulunan on line tuşuna basıldığını belirtir.

Pin 14 - Auto Line Feed (Satır Başı) Hattı: Yazıcının yeni bir satıra başlayacağını belirtir.

Pin 15 - Error (Hata) Hattı: Veri yollama sırasında hata olduğunu veya yazıcıda hata çıktığını belirtir.

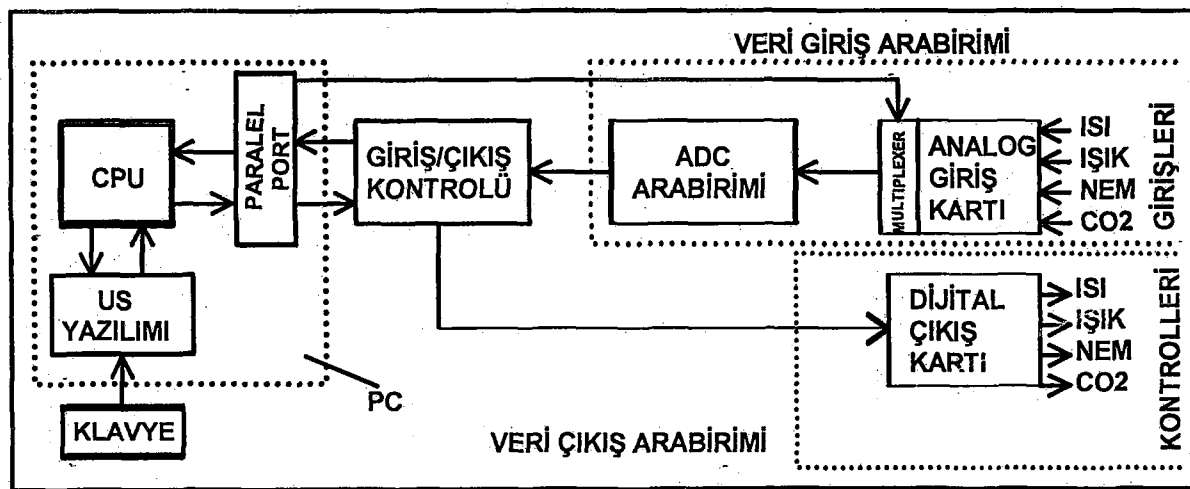
Pin 16 - Initalize (Başlangıç Durum) Hattı: Veri yollanarak yazıcıya kendi başlangıç durumuna getirmesini belirtir.

Pin 17 - Hazır/Değil Hattı: Yazıcının hazır veya hazır değil konumuna getirilmesi sağlanır.

Pin 18,19,20,21,22,23,24,25 - Ground (Toprak) Hattı: Toprağa bağlı hattır (Asan, 1996).

Yapılan çalışmada, bu hatlardan veri girişi için 10.,11.,12.,13.,15. pinleri kullanarak 5 bitlik veri girişi sağlandı.

Bu veri hatlarına, sıcaklık bilgileri aşağıda blok şeması verilen devre aracılığı ile elde edilerek verildi Şekil 5.3..



Şekil 5.3.Program için tasarlanan donanımın blok şeması

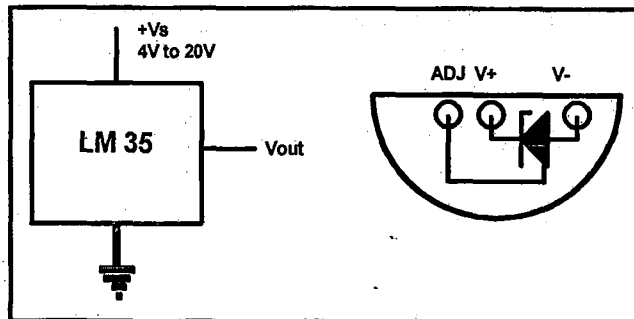
Şekil 5.3'de blok şeması verilen giriş arabirimi; sıcaklık ölçümü, ışık yoğunluğu ölçümü ve analog-dijital dönüştürücü olmak üzere üç temel

kısımdan oluşmaktadır. Ölçüm kısımları sensörler ve sinyal kuvvetlendiriciler olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Sensörler; sistemin çıkışındaki değişimleri, gözlenebilir ve denetlenebilir bir biçimde sistem girişi ile aynı fiziksel büyüklük cinsine çevirir. Sensör çıkışlarını sinyal düzeltici devreler ile lineerleştirme gerekebilir. Bu devreler aynı zamanda zayıf bir sinyal olan sensör çıkışlarını kuvvetlendirmek ve diğer devrelere yapılacak bağlantılarda empedans uygunluğu sağlamak amacıyla kullanılırlar. Tüm kontrol sisteminin hassasiyeti ölçme sisteminin hassasiyetine bağlıdır.

5.1.1. Sıcaklık Ölçümü

Kullanılan sıcaklık algılayıcı elemanı LM 35' dir. LM 35, $+10\text{mV}/^\circ\text{C}$ lik doğrusal sıcaklık katsayısına sahip bir zener diyottur. LM 35'in bazı teknik özellikleri şöyledir;

- * 4 - 30 V arasında çalışabilir ve tek kaynağa bağlanır.
- * 60 mA'den daha az akım çeker.
- * Düşük empedans çıkışı 1 mA'lik yük için 0.1 W'dır.
- * Kendi kendine ısınması esintisiz ortamda çok düşük 0.1°C 'dir.
- * $+10\text{mV}/^\circ\text{C}$ lineer skala faktörüne sahiptir.
- * -10°C $+110^\circ\text{C}$ arası tam çalışabilme özelliğine sahiptir.

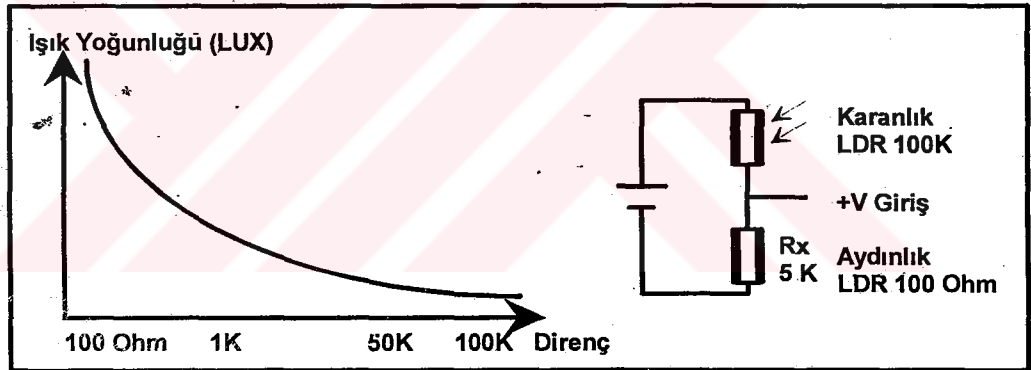


Şekil 5.4.LM 35' in yapısı

Şekil 5.4.'de yapısı görülen LM 35'den alınan sıcaklıkla orantılı gerilim değerleri LF 356 op-amp'ından geçirilmek suretiyle ADC'ye gönderilmektedir (N.S.C.). Op-amp'ın voltaj izleyici olarak kullanışının maksadı LM 35 çıkışını ADC girişi için empedans uygunluğu sağlamaktır

5.1.2. Işık yoğunluğu ölçümü

Işık yoğunluğu ölçümü için fotodirenç (LDR) kullanılmıştır. LDR gerilim bölücü olarak çalışmakta referans değişimine göre çıkış gerilimi ADC tarafından sayısala dönüştürülmektedir. Aşağıda LDR'nin direncinin ışık yoğunluğuna göre değişimi ve prensip bağlantısı görülmektedir (Şekil 5.5).

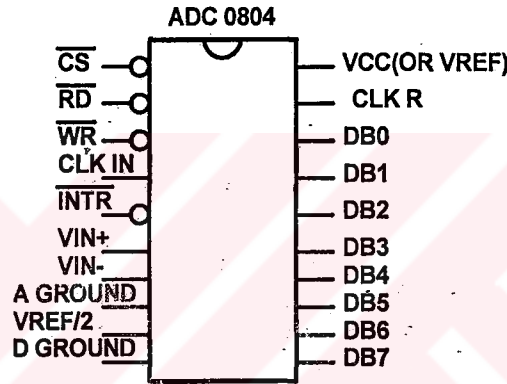


Şekil 5.5.LDR' nin karakteristlik yapısı

5.1.3. Analog-dijital dönüştürücü

Anaolg-dijitale çevirici bir analog giriş voltajının büyüklüğünü, eşdeğer 8 bitlik ikili bir sayıya çevirir. Analog-dijitale çevirici, bir dış referans voltajı gerektiren, birbirini izleyen yaklaşım yapan bir eleman olup çevirici, A/D 'nin bir mikroprosesör veya diğer dijital kontrol devresi tarafından kontrolüne imkan veren, kontrol devrelerine sahiptir.

Bir voltaj genlik ölçümü, bir analogtan dijital çevirici tarafından, ikili bir sayıya çevrilir. Sonuç, dalga biçimi üzerindeki örneklenen noktaları doğru olarak tanımlayan, bir seri ikili sayıdır. Projede ADC0804 dönüştürücüsü kullanılmıştır (Şekil 5.6). Kullanılan entegrenin üç kontrol girişi vardır. CS(çip seçici), RD(oku), WR(yaz). Bir çevirme tamamlandığında LO(düşük çıkış) durumuna gelen INTR(durdurma) çıkışında vardır. Hem CS, hemde WR düşük olduğunda, sistem yeniden ayarlanır. INTR, HI(yüksek çıkış) olduğu zaman, yeni bir çevirme işlemi başlayacaktır.



Şekil 5.6.ADC 0804 8 bitlik analogtan dijital çeviricinin ayak bağlantısı

CS girişi lojik 0 iken WR girişine palsler uygulanarak ADC0804'ün analogtan dijital çevirmesi başlatılır. INTR çıkış ayakları, 100µsn'den sonra çeviricinin giriş bilgisini kullanılabılır bir dijital sayıya çevirdiğini bilgi çıkış ayaklarında gösterir. Konvertörün çalışmasından sonra INTR lojik 0'a dönüştürüldüğünde, CS ve RD ayaklarının her ikisine lojik 0 uygulanarak DB ayaklarından bilgi taşınır.

Ayakların görevleri;

DB0-DB7-Data Bus Connection(Bilgi Yolu Bağlantıları): RD ve CS girişleri 0 olduğu her zaman, dijital bilgiyi mikroişlemciye taşıyan ayaklardır.

DGND-Dijital Ground(Dijital Şase): Dijital sistem toprak hattına bağlanır.

AGND-Analog Ground(Toprak): Bir sistemin toprak bağlantıdır.

VCC-Power Supply Input(Besleme Girişi): +5V dijital sistem güç kaynağına bağlanır.

Vref/2-Voltage Reference(Referans Gerilimi): Normalde bağlanmaz.

VIN(+)-Analog Input(+)(Analog Giriş(+)): Bilinmeyen analog giriş sinyaline bağlanır.

VIN(-)-Analog Input(-)(Analog Giriş(-)): Bir sistemdeki diğer referans gerilimine ya da toprağa bağlanır.

CLK IN-Clock Input(Clock Pals Girişi): Harici TTL saat palsi geri besleme yolu olarak kullanılır.

CLK R-Clock Resistor(Saat Sinyal Direnci): Bir saat sinyali geri besleme yolu olarak kullanılır.

CS-Chip Select (Entegre Seçici): RD ve WR ayaklarının ADC'ye girişleridir.

RD-Read Input(Okuma Girişi): CS girişinin aktif olduğu zamanda bilgi yolu çıkış bağlantısını elde etmek için kullanılır.

WR-Write Input(Yazma Girişi): CS girişi aktif kılan negatif kenar üzerinde analogtan dijitale çevirme işlemini başlatmak için kullanılır.

INTR-Interrupt Requets Output(Kesme İstemi Çıkışı): INTR lojik 0 olduğundan ADC'nin çevirme işlemini tamamladığını gösterir.

5.2. Veri Çıkış Arabirimi

Giriş verisi olarak bilgitabanına alınıp işlendikten sonra sistemin kontrol durumları belirlenir ve dizayn edilen ikinci bir arabirim vasıtasıyla da, sera

sistemindeki gerekli uygun ortamın korunması, kontrol altında tutulması için program tarafından seçilen cihazlar aktif hale getirilir. Bu cihazlar ısıtma, soğutma, aydınlatma, gölgelendirme, havalandırma, CO₂ gübreleme sistemleridir.

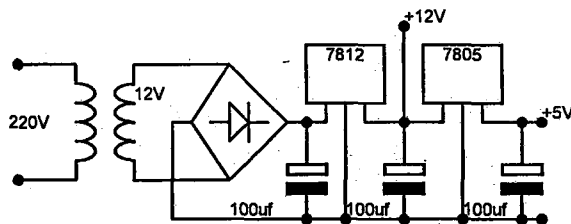
Bu sistemleri aktif hale getirebilmek için "5.1. Veri Giriş Arabirimi" konusunda yapısı hakkında bilgi verilen paralel portun 2,3,4,5,6,7,8,9 numaralı Veri Hattı pinleri kullanılmıştır. Soğutma için fan, ısıtma için lamba, aydınlatma için lamba, gölgelendirme için uyarı buzzer kullanılmıştır.

Veri giriş ve veri çıkış arabirimleri ile uzman sistem programı arasındaki veri transfer işlemleri bir Pascal programı ile yapılmıştır.

5.3. Tasarlanan Sistemin Donanımı

Veri giriş arabirimi besleme devresi, referans voltajı ayarlama devresi, analogtan dijitale dönüştürücü devre ve analog ısı algılayıcı devre olmak üzere dört devrenin biraraya getirilmesi ile oluşturulmuştur.

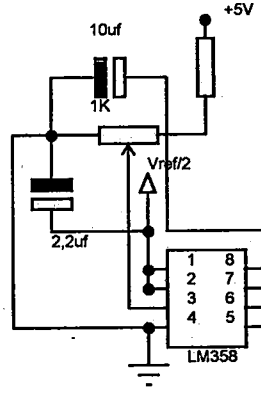
Besleme devresi; 220/12V AC dönüştürücü transformatör, köprü doğrultucu devresi, 7812/12V DC ve 7805/5V DC gerilim enregreleri ile filtre kondansatörlerinden meydana gelmiştir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7. Besleme devresi

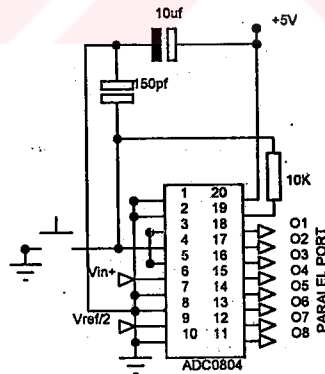
+12 V ile veri çıkış arabirimindeki fan, +5V ile ADC ve referans voltaj sağlayıcı devre beslenmiştir.

Referans sağlayıcı devre, +5V ile beslenmekte ve gerilim bölücü bir entegre kullanılarak ayarlı bir DC gerilim çıkışı elde edilmiş, elde edilem gerilim $V_{ref}/2$ sinyali olarak ADC' ye verilmiştir (Şekil 5.8.).



Şekil 5.8. Referans gerilim sağlayıcı devre

ADC devresi (Şekil 5.9.) ADC0804' ün kontrolüne dayanmaktadır. +5V ile beslenen ADC'ye $V_{ref}/2$ referans voltajı ile $V_{in}(+)$ analog değerleri giriş parametreleri olarak gelmekte, yazılım desteği sonunda D0-D7 uçlarından dijital ikili formda dijital bilgi çıkışı alınmaktadır.

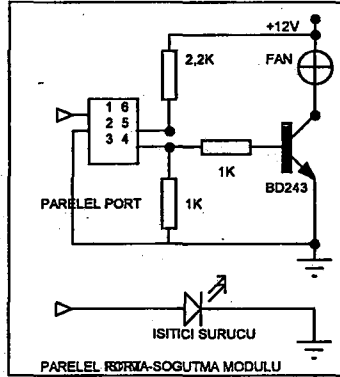


Şekil 5.9. Analog-dijital dönüştürücü devre

Devre her çalıştırılıştta (enerji verildiğinde), bir kereye mahsus olmak üzere bir buton ile resetlenmektedir.

Analog ısı okuyucu devre LM35'den oluşmakta, elemanın çıkışı ADC'nin $V_{in}(+)$ girişine verilmektedir.

Veri çıkış arabirim devresi soğutma için bir fan, ısıtma için bir lambadan oluşturulmuştur (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. Veri çıkış arabirim devresi (soğutma-ısıtma)

5.4. Tasarlanan Sistemin Yazılımı

Yazılım, Leonardo bilgi tabanlı uzman sistem paket programı esas alınarak hazırlanmıştır. Leonardo'nun yeteneği kapsamı olduğu için, paralel portun kontrolde giriş ve çıkış olarak kullanılması, Pascal ile yazılan küçük programlar aracılığı ile sağlanmıştır.

Bilgi tabanı SERA.PKB adındaki bilgi tabanında oluşturulmuştur. TF1.EXE paralel porttan dijital ısı bilgisini okuyan program, MENULEO.DAT sebze seçiminin yapıldığı menü programı, TRPAS.EXE çıkış portunu kontrol eden bir simülasyon programı olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan programlara ait örnek ekran çıktıları EK 3 ve EK 4' tedir.

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ile daha önce üzerinde mikroişlemci kontrollü, dijital kontrollü, elektrik-elektronik kontrollü olarak çalışma yapılan sera klima sistemlerinin kontrolü, yapay zeka uygulamalarından biri olan uzman sistem ile yapılmıştır. Seralarda üretilen sebzelerden bazıları için kurallar geliştirilerek, oluşturulan bilgitabanı aracılığı ile kontrolü denenmiş ve başarı ile tamamlanmıştır.

Çalışma sonunda uzman sistem bilgi tabanlarının karmaşık, kapsamlı-kompleks sera kontrolleri için de oluşturulabileceği, kullanılabileceği sonucuna denenerak varılmıştır. Laboratuvar ortamında yapılan çalışma, deneyler ve ölçümler ile oluşturulan bilgi tabanına, tasarlanan elektronik arabirim aracılığı ile girilen ısı, ışık yoğunluğu, nem oranı ve CO₂ gazı oranı değerleri sorgulanmış, sorgulama sonunda alınan sağlıklı kararlar yine tasarlanan başka bir elektronik arabirim aracılığı ile dış ortama(sera içi) kontrol olarak verilmiştir.

Çalışmamızda kullandığımız, eksiksiz bir bilgi tabanı oluşturmamıza imkan veren Leonardo Expert System Shell programının, kontrol işlemlerinin tüm safhalarını kapsayacak kapasiteye sahip olmadığı tesbit edildi. Programın bu yetersizlikleri pascal derleyicisi ile yazılan external programlar ile telafi edilerek proje tamamlandı.

Bu ve buna benzer kontrole yönelik bilgi tabanlı uzman sistem çalışmaları grafik desteği daha geliştirilmiş, kullanıcıya bilgisayar donanımına daha hakim olabilme imkanı verebilen Expert Shell'lerde hazırlanması işleri çok daha kolaylaştıracak ve gelişmeleri hızlandıracaktır.

Çalışmalar sırasında ihtiyaç duyulan bazı seracılık verilerine ulaşmanın oldukça zor olduğunu gözönüne alınırsa, bilgi tabanı hazırlayacak programcılar için ziraatçilerin en güncel, doğru verileri hazırlamaları gerektiğini de belirtmek gerekir.

Literatür taramasında, uzman sistemlerle sera kontrolünün 1988'li yıllardan sonra gündeme geldiği ve 1993'lü yıllardan itibaren gözle görülür bir yayın artışı, dolayısı ile çalışma yapılması bu konuya dünyanın verdiği önemi göstermeye yetmektedir. Yurdumuzda da uzman sistemler üzerinde çalışmalar yapılmış fakat kontrol gereken ilgiyi görmemiştir. Bu konu ile ilgili değişik alanlar üzerinde uygulama çalışmalarında bulunulmalıdır.



KAYNAKLAR

- Anonymous, 1977, Study on the Enviromental Control of Plant Grounth, European Commission on Agriculture, Rome.
- Asan, 1996, Bilgisayarparazı Teknik Bakış,
- Ayabakan C.,1994, Byte Uzman Sistemler.
- Boulard, T., Reich, P., and Mermier, M. 1993 "Determination of Daily Climatic Set Points for a Greenhouse Tomato Crop", Proc. of All for Agriculture and Food. 22-27 France.
- Fynn, R.P., Roller, W.L., Keener, H. N. 1989 "A Decision Model for Nutrition Management in Controlled Environment Agriculture",Agricultural Systems pp 35-53.
- Güney, 1980, Serler, Cilt 1, Çağ Mat., Ankara,
- İstanbulu, A. 1996, Deneysel Amaçlı Esnek Sera Kontrol Sistemi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Jones, P., Roy, B.L., and Jones, J.N. 1989 "Coupling Expert Systems and Models for the Real Time Control of Plant Environments"Acta-Horticulturae No 248 pp 445-452.
- Kurata, K., Nakano, K., and Higuchi, Y. 1989 "Studies on Development of Expert Systems for the Agricultural Field" Proc. of ISAE, Beijing, China.
- Leonardo,1989, User's Guide.
- N.S.C., National Semiconductor Corporation Databook.
- Öneş, 1986, Sera Yapım Tekniği A.Ü.Z.F., Ankara.
- Popovski K., Nikita C., Martzopovlov, Energetic Factors in the Controlled Climate of Protected Space for the Plant Cultivation
- Sevgican, A., 1989, Örtüaltı Sebzeciliği, TAV Yay., Yalova.
- Sutherst, R.W., Maywald, GW. 1990 "Impact of Climate Change on Pests and Diseases in Australasia", Csiro Division of Entomology. 21:7 320-232, Sydney.
- Turkay, O.S., Gulener, S. and Aysun, G. 1994 " Expert System to Control Humidity and Temperetaure of a Laboratory Scale

Greenhouse", Proc. of 2.nd Biennial European Joint Conf. on Engineering Systems Design and Analysis. London.

Vardar, 1975, Bitki Fizyolojisiine Giriş, Ticaret Mat., İzmir.

Witter, 1969, Greenhouse Tomatoes, Michigan State University Press, Michigan.

Yüksel, A.N., Korkut A.B., Kaygısız H., 1992, Sera Üreticisinin El Kitabı, HASAD Yay., İstanbul.



EKLER

EK 1- US İLE DESTEKLENEN ANA KONU ÖRNEKLERİ

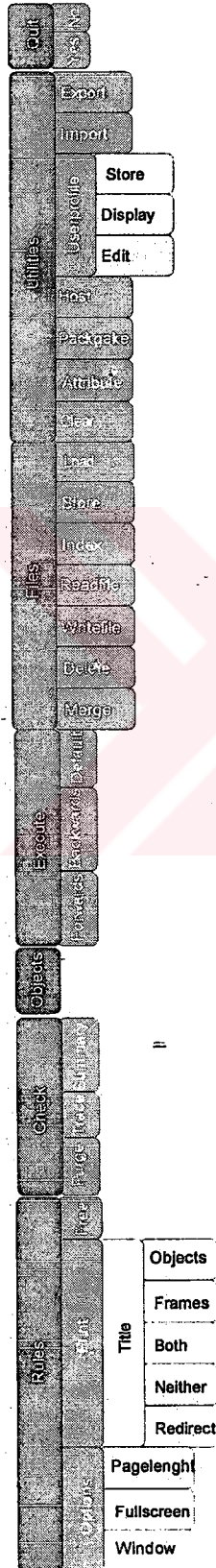
DESTEKLENEN KONULAR	ÖRNEK ÇALIŞMALAR	DİĞERLERİ
BİLGİİŞLEM	KM-I : Veri yönetim sistemi ile bilgi tabanı sistemlerinin yapabilirliklerini entegre etmeye çalışan deneysel bilgi yönetimi sistemi. EDD: Veritabanları dizayn eder. QUEST: Veritabanı tarama ve sorgulama sistemi PROUST: Acemi programcılar tarafından yapılan Pascal programlarını analiz eder.	CHI, EXSYS, PQCC, RUBRIC
SAVUNMA	AALPS: Askeri taşıma uçaklarına kargo yüklenmesi konusunda hizmet sunar. AMUID: Alıcılar ve istihbarat raporları ışığında, düşman güçlerini saptar ve savaş alanı analizi yapar. HASP/SIAP: Sonar sinyalleri kullanarak gemileri saptar ve izler. SPAM: Yarı otomatik olarak, havadan çekilmiş yüksek çözünürlüklü fotoğrafları yorumlar.	BACH, SAMPL, TATR
EĞİTİM	GCA: Yüksek lisans öğrencilerine, hangi dersleri almaları gerektiği hususunda yol gösterir. KNOESPHERE: Ansiklopedik bilgi sistemi. SOPHIE: Elektronik devre problem-saptama eğitimi sistemleri.	EMD, GUIDON, RESEDA
MÜHENDİSLİK	DESTINY: Entegre yapısal tasarım aracı. EURISKO: Deneme-yanılma / keşif-çıkartım yoluyla öğrenen deneysel sistem; yeni yapıda 3-boyutlu mikroelektronik devre tasarımına tatbik edilir. MAPLE: Mikroişlemci tasarımında yardımcı olur. SMECI: Halen inşaat mühendislerince kullanılan ve okyanus limanları yapımı/tasarımına tatbik edilen dizayn aracı.	HI-RISE, SACON, VEXED
YÖNETİM	CORP: Bir teşebbüsteki teknolojinin stratejik yönetimini; teknoloji planlama, kaynak tahsisi ve teknoloji analizinin iş üzerindeki etkisi açılarından destekler. CALISTO: Büyük projeleri modeller ve izler; bir proje yönetmeni asistanı gibi	GREASE, OPGEN, ISIS

	hareket eder. PTRANS: Üretimdeki yönetim işlerini idare eder. XSITE: Mühendislere, bilgisayar yerleşim düzeni yeri belirleme ve seçme konularında yardım sunar:	
FINANS	FOLIO: Portföy yönetim sistemi.	AUDITOR, TAXADVISOR
TIP	CAA: Bir elektrokardiyogram cihazından gelen girdi verilerini kullanarak, kardiyo ritm bozukluklarını tanıyan sistem. CANSEARCH: Doktorlara, kanser literatürünü tarama işlemlerinde yardımcı olan sistem. CLINISCAN: Kan testlerini yorumlayan sistem. MDX: Tıbbi teşhis sistemi. MYCIN: Menenjit ve kan enfeksiyonlarını saptayan sistem. NEOMYCIN: Güçlü açıklama kapasitesine sahip tıbbi danışma/konsültasyon sistemi. PUFF: Muhtemel akciğer düzensizliklerini tanımlamak üzere hasta verilerini analiz eden sistem. VM: Yoğun bakım altındaki hastaları izleyen ve solunum terapisi hakkında tavsiyelerde bulunan sistem.	ABEL, BSM, CADUCEUS, GALEN, RED
DOĞAL KAYNAKLAR	DRIILLING ADVISOR: Petrol kuyusu sondaj problemlerini saptayan ve bunları önleyici veya düzeltici tedbirleri sunan sistem. HYDRO: Su kaynağı problemlerini çözmeye yönelik danışma sistemi. PROSPECTOR: Potansiyel mineral kaynak damar değerlendirme ünitesi	CONE, LITHO, SITECHAR, WAVES
BİLİM	GENESIS: Bilim adamlarına, gen-ayrıştırma çalışmalarını planlama ve simüle etmede yardım sağlayan sistem. HEARSAY II: Konuşma-tanıma/anlama sistemi. MACSYMA: Cebirsel ifadeleri manipule eden sistem. NAVEX: Yapay uyduların konumlarının belirlenmesi ve uzaya fırlatılan uzay araçlarının yörüngelerinin çizilmesinde	CRYSALIS, SIMULAB, WILLARD

	yardımcı olan sistem. SMP: Cebirsel diğer sembolik ifadeleri denetleyen ve karmaşık ifadeleri basite indirgeyen sistem	
--	---	--



EK - 2 :LEONARDO PROGRAMININ MENÜ YAPISI



QUIT

Yes: Programdan çıkar.

No: Programdan ayrılmaz.

UTILITIES

Export: Platformlar arası bilgi transfer edilebilir dosya oluşturur.

Import: Export dosyadan bilgitabanı oluşturur.

Userprofile: Aktif printer, sayfa formatı, yedekleme, ekran özellik ayarları burada saklıdır, buradan default yapılabilir.

Host: Geçici süre için DOS sistemine çıkış yapılır.

Package: Leonardonun RunTimeSystem de çalışması için uygulamaları birleştirir.

Attribute: Ekran renk özellik ayarları.

Clear: Hafızayı yeni veritabanını yüklemek üzere boşaltır.

FILES

Load: Bilgitabanı dosyasını yükler.

Store: Bilgitabanı dosyasını saklar.

Index: Diskteki bilgitabanlarını dizinleriyle verir.

Readfile: Aktif komut tabanına diskten yazı dosyasını okur. Writefile: Ana komut setini diske yazı dosya olarak kaydeder.

Delete: Diskteki dosyadan bilgitabanını siler.

Merge: Aktif bilgi tabanına, bilgitabanı parçaları ekler.

EXECUTE

Default: Bilgitabanını normal metodla kullanır, çalıştırır.

Backwards: Uzun uygulamalarda programları ard arda yükleyerek çalışmasını ve adım adım çalışmasını sağlar.

Forwards: Programı geri zincirleme çalıştırır(sonuçtan başa doğru çıkartım yaparak).

OBJECTS

Aktif veritabanının nesnelerinin ekranda görülerek işlenmesini sağlar.

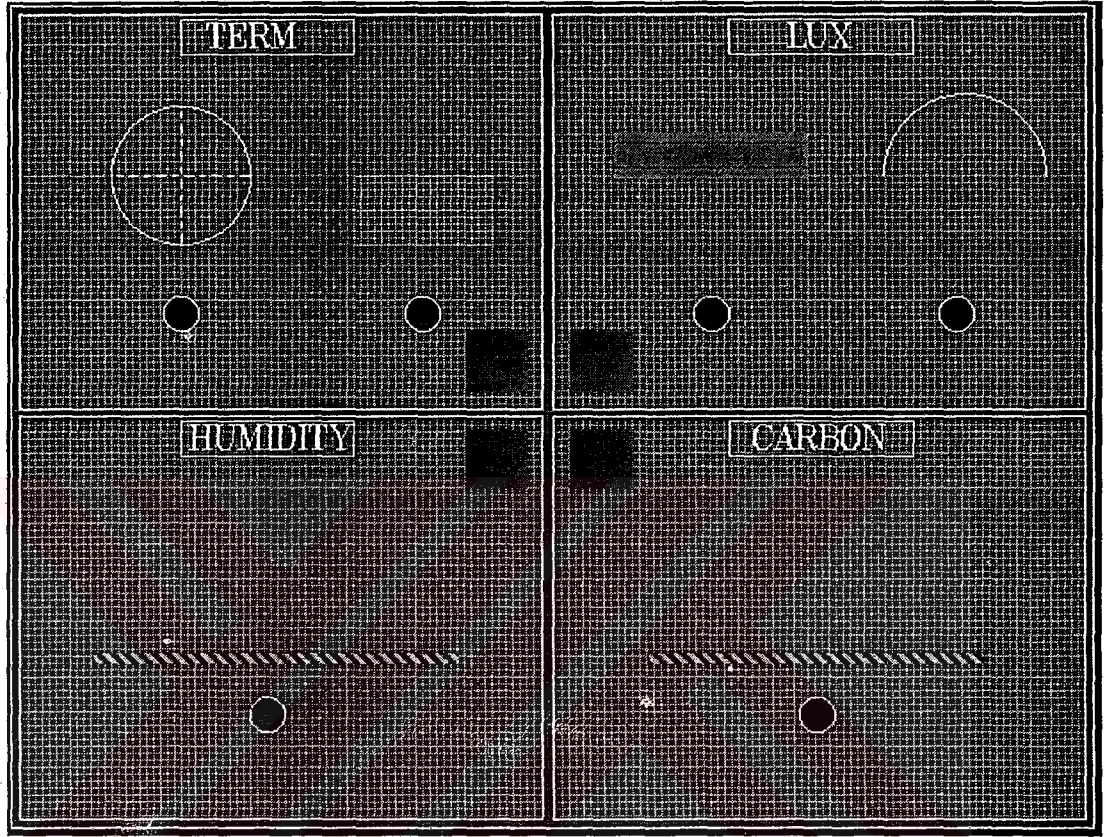
RULES

Free: Varsa bilgitabanı yüklenir, yoksa yeni bilgitabanı oluşturulur.

Print: Bilgitabanı yazıcıdan çıktı alınır.

Options: Yazıcı sayfa ve editör ekranının durumunun ayarları yapılır.

EK - 3 : PROGRAMIN SİMÜLASYONUNDAN EKRAN GÖRÜNÜMÜ



EK - 4 : PROGRAM YAZILIMINDAN ÖRNEK GÖRÜNÜM

```

Free Print Options
Edit the rules with the screen editor

LEONARDO
3.17 L/3

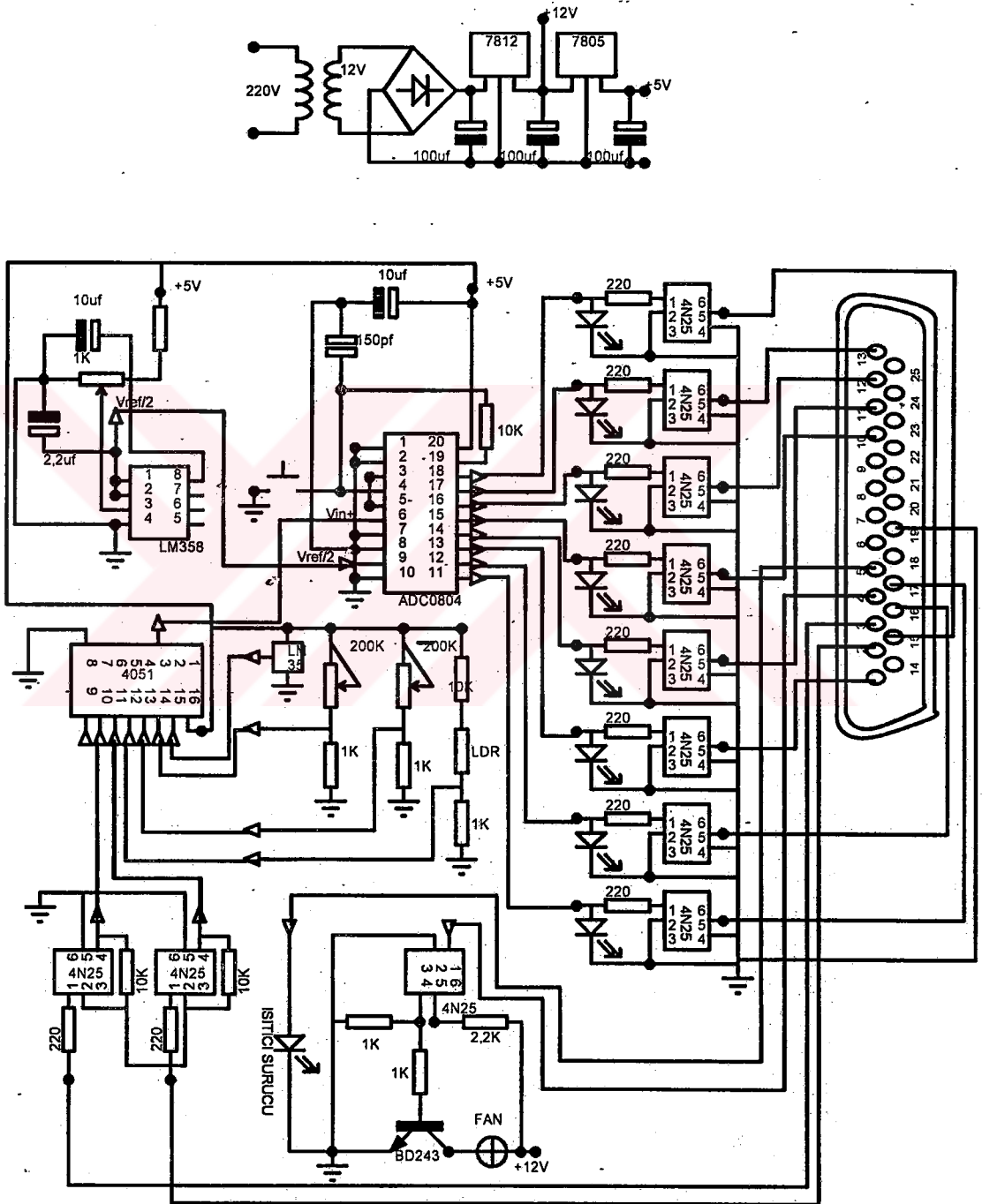
Editing the RuleBase

43 : /*SOĞUTMA/ISITMA
44 :
45 : if durum is 'gedo'
46 :   and kontrol is 'Soğutma/Isıtma' or kontrol is 'Tamamı'
47 :   and term<14
48 :   then cihaz1 is 'ısıtıyor';
49 :     bit1=1
50 :
51 : if durum is 'gedo'
52 :   and kontrol is 'Soğutma/Isıtma' or kontrol is 'Tamamı'
53 :   and term>18
54 :   then cihaz1 is 'soğutuyor';
55 :     bit1=0
56 :
57 : if durum is 'gedo'
58 :   and kontrol is 'Soğutma/Isıtma' or kontrol is 'Tamamı'
59 :   and term>13 and term<19
60 :   then cihaz1 is 'ısı normal';

FKeys: 1 Help 2 Quit 3 Comm 4 Undo 5 Mark 6 Bound 7 Copy 8 Move 9 Del 10 Ins

```

EK - 5 : TASARLANAN DEVRENİN BAĞLANTI ŞEMASI

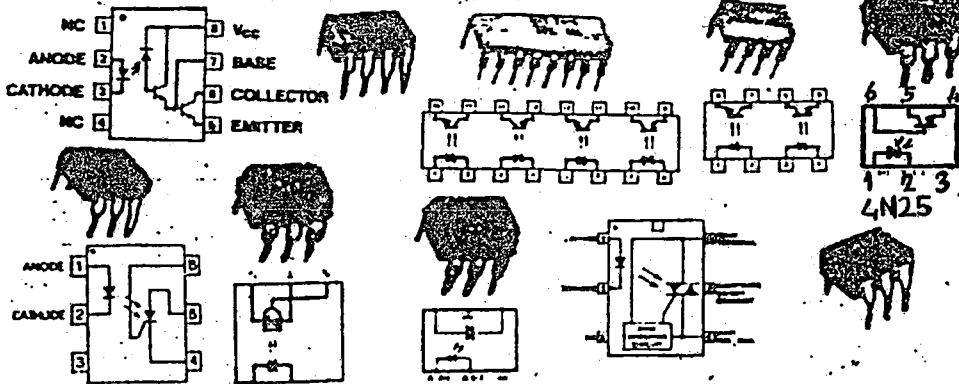


EK - 6 : TASARLANAN DEVREDE KULLANILAN YARIİLETKENLERE AİT KATALOG BİLGİLER

78XX SERİSİ POZİTİF SERİ GERİLİM REGÜLATÖRLERİ

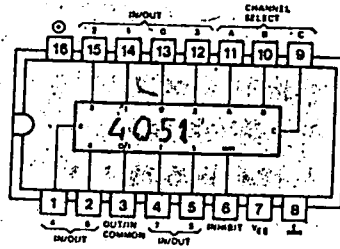
IC Parça No	Regülasyonlu Pozitif Gerilim (v)	Minimum Vgiris (v)
7805	+5V	7,3
7806	+6V	8,35
7808	+8V	10,5
7809	+9V	12,5
7812	+12V	14,6
7815	+15V	17,7
7818	+18V	21
7824	+24V	27,1

7805
7812

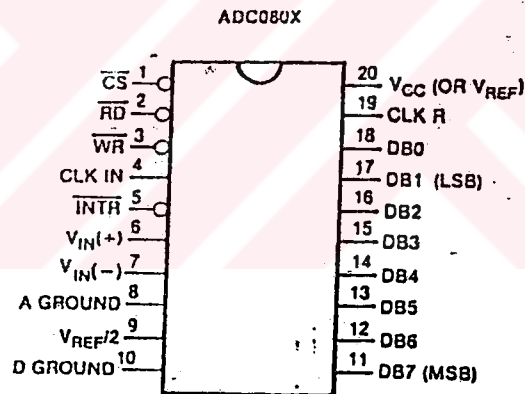


Kapalı tip opto- yalıtıcılar

EK - 7 : TASARLANAN DEVREDE KULLANILAN YARIİLETKENLERE AİT KATALOG BİLGİLER



4051 Multiplexer Bacak Yapısı



ADC 080X Bacak Yapısı

ÖZGEÇMİŞ

1972 yılında Edirne’de doğdu. İlk öğrenimini Tekirdağ Çorlu Atatürk, Erzincan Mehmetcik ve Gazi ilkokullarında tamamladı. Orta öğrenimini Erzincan Kazım Karabekir lisesi, Muğla Bodrum Turgutreis İlköğretim okulu ve İstanbul Sarıgazi lisesi orta kısımlarında tamamladı. Lise öğrenimini İstanbul Ümraniye Endüstri Meslek lisesi elektronik bölümünde tamamladı. 1990 Eğitim-öğretim yılında Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü Bilgisayar Sistemleri Eğitimi’nde lisans eğitimine başladı. 1994 Temmuz döneminde lisans eğitimini başarıyla tamamladı. 1994 yılında M.E.B. Isparta Anadolu Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi Bilgisayar Bölümünde öğretmenliğe başladı. 1995 Kasım ayından itibaren Süleyman Demirel Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Bölümü Bilgisayar Kontrol Sistemleri Anabilim Dalında araştırma görevlisi olarak göreve başladı. Halen aynı kurumda görevine devam etmektedir.