İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MRP SİSTEMİNDE BİLGİ TABANLI UZMAN SİSTEM UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Müh. Mustafa DİKGİTMEZ

Anabilim Dalı : KONTROL VE BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

Programı : KONTROL VE BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ

MAYIS 2002

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MRP SİSTEMİNDE BİLGİ TABANLI UZMAN SİSTEM UYGULAMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Mustafa DİKGİTMEZ
504981186

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Mayıs 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Mayıs 2002

Tez Danışmanı :	**Doç.Dr. Coşkun Sönmez**
Diğer Jüri Üyeleri	**Prof.Dr. Eşref ADALI**
	Prof.Dr. Oya KALIPSIZ(Y.T.Ü.)

MAYIS 2002

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR **iv**
TABLO LİSTESİ **v**
ŞEKİL LİSTESİ **vi**
SEMBOL LİSTESİ **vii**
ÖZET **viii**
SUMMARY **ix**

1. GİRİŞ **1**
1.1. Giriş ve Çalışmanın Amacı **1**

2. UZMAN SİSTEMLER **1**
2.1. Tanım **1**
2.1.1. İnsan Uzmanlığı 2
2.1.2. Bilgi 2
2.1.3. Bilgi Mühendisliği 3
2.2. Uzman Sistemlerin Genel Yapısı **4**
2.3. Uzman Sistem Mimarisi **5**
2.3.1. Bilgi Edinme Birimi 5
2.3.2.1 Görüşme Tekniği 8
2.3.2.2 Odaklanmış Toplantı ve Görüşmeler 9
2.3.2. Bilgi Temsil Birimi 10
2.3.3. Çıkarım Mekanizması 11
2.3.3.1. İleri Zincirleme 11
2.3.3.2. Geri Zincirleme 12
2.3.3.3. Arama 13
2.3.3.4. Ağaç Araması 13
2.3.3.5. Eşleştirme 14
2.3.3.6. Sıralama 14
2.3.3.7. Değişkenler ile Eşleştirme 14
2.3.3.8. Karmaşık ve Yaklaşık Eşleştirme 15
2.3.4. Kullanıcı Arayüzü 15
2.4. Uzman Sistem Türleri **16**
2.4.1. Kural Tabanlı Sistemler 17
2.4.1.1. If-Then kuralları 17
2.4.2. Çerçeve Tabanlı Sistemler 18

2.4.3. İlişkisel Ağlar 20
2.4.4. Mantık Tabanlı Sistemler 20
2.4.5. Nesneye Yönelik Sistemler 20

3. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI - MRP 23
3.1. MRP Tarihçesi 23
3.2. Malzeme İhtiyaç Planlaması 24
3.3.MRP nin Varsayımları, Önkoşulları ve Karakteristikleri 25
3.3.1. Varsayımlar 26
3.3.2. Önkoşullar 27
3.3.3. Karakteristikler 28
3.4. MRP nin Amaçları 28
3.4.1. MRP nin Ana Amacı 29
3.5. MRP Sisteminin Sağladığı Yararlar 29
3.5.1. Stok Düzeyinde Azalmalar 29
3.5.2. Müşteriye Verilen Hizmetin İyileşmesi 29
3.5.3. Verimlilik artışı 29
3.5.4. Talep ve Ana Üretim Programındaki Değişimlere Hızlı Uyum 29
3.6. Ürün Ağaçları Dosyası 30
3.6.1. Stok Durum Dosyası 31
3.6.2. Parça Numaralandırma 31
3.7. Ürün Ağacı Çeşitleri 32
3.8. Temin Süresi 34
3.9. Emniyet Stoğu 35
3.10. Uygulama Yazılımlarının Gelişimi ve Yönelimi 35

4. ÖRNEK UYGULAMA - MRP UZMANI 37
4.1. MRP Uzmanı'nın Geliştirildiği Platform 37
4.2. MRP Uzmanı'nın Tasarlanma Amacı 38
4.3. Stok Tanımı 39
4.4. Eşdeğer Malzeme Yapısı Tanımı 39
4.5. Ürün Ağacı Yapısı 40
4.6. Bir Düğüm Yapısı 44
4.7. Bir Hammadde Düğümünün Özellikleri 45
4.8. Kullanılan Arama ve Karşılaştırma Teknikleri 46
4.9. En Uygun Ağaç Bulma Yöntemi 46
4.10. Kararsızlık Çözümü 53

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA 54

KAYNAKLAR 55

EKLER

ÖZGEÇMİŞ 56

KISALTMALAR

MRP	: Material Requirement Planning
ERP	: Enterprise Resource Planning
MRP II	: Manufacturing Resource Planning
SQL	: Structured Query Language
ADO	: ActiveX Data Objects
BOM	: Bill Of Material – Malzeme Ürün Ağacı
CRP	: Capacity Requirements Planning
MS	: Microsoft
MB	: Megabyte

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 2.1.	Basit stok tanımını gösteren ilişkisel bilgi …….	21
Tablo 3.1.	Ürün ağacı ihtiyaç tablosu …….	30
Tablo 4.1.	MRP Uzmanında tanımlı stokkartı tablodu yapısı…….	39
Tablo 4.2.	Eşdeğer malzeme tanımı tablosu	40
Tablo 4.3.	Bir mamul için ana-çocuk ilişkisinin ilişkisel tablosu …….	42
Tablo 4.4.	Eşdeğer hammaddelerin tutulduğu tablo yapısı ……	46
Tablo 4.5.	Hammadde fiyat(ağırlık) tablosu ……..…….	48
Tablo 4.6.	Örnek için eşdeğer malzeme tanımı tablosu …….	49

ŞEKİL LİSTESİ

		Sayfa No
Şekil 2.1	**:** Bir uzman sistemin yapısı ….....	4
Şekil 2.2	**:** Bilginin semantik ağ şeklinde temsi edilmesi ….....	10
Şekil 2.3	**:** Çerçeve örnekleri	19
Şekil 3.1	**:** Malzeme ürün ağacı yapısı (BOM).....	30
Şekil 3.2	**:** MRP sistemlerinin geliştirilmiş yapısı	36
Şekil 4.1	**:** MRP Uzmanı için tasarlanan ağaç yapısının basit ve genel hali..	41
Şekil 4.2	**:** Ürün ağacındaki bir düğümün çevre düğümlerle olan ilişkisi.....	42
Şekil 4.3	**:** Örnek uygulama için kullanılan ağaç yapısı	48
Şekil 4.4	**:** Ağaç üzerinde arama ve karşılaştırmaların sırası	50
Şekil 4.5	**:** Örnek için 1. seviyede yapılan karşılaştırma	52

SEMBOL LİSTESİ

MM : Mamul sembolu
YM,YM1,… : Yarımamul sembolleri
HM,HM1,… : Hammadde sembolleri
HAS : Sahiplik ilişkisi
IS A : Eşdeğerlilik ilişkisi

1. GİRİŞ

1.1.Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada bir MRP ürün ağacı üzerinde bir uzman sistem tasarımı yapılmış ve uygulaması geliştirilmiştir. Sistem geliştirilirken uzman sistemlerde kullanılan temel teknik yaklaşımları bir MRP ağacı üzerinde uygulanmıştır. Çalışmada önce uzman sistemler hakkında genel bilgiler işlenmiştir. Sonra MRP hakkında genel bilgileri ve çalışma prensibi açıklanmıştır. Son olarakta en iyi MRP ağacını (ENNA) bulmaya yönelik bir uygulama olarak MRP Uzmanı tasarlanmıştır. Tasarlanırken ilgili tekniklerin nasıl uygulandığı belirtilmiştir. Bu uygulama ile klasik MRP yaklaşımı uzman sistem yaklaşımıyla zenginleştirilmeye çalışılmıştır.

2. UZMAN SİSTEMLER

2.1.Tanım

'Uzman sistem' belirli bir alanda bir uzmanın tecrübe ve bilgilerini alarak bilgisayar teknolojisinde bu bilgi ve tecrübelerin kullanılaması anlamına gelir. Uzman olmayan birisi bu sistem sayesinde uzman kişinin tavsiyeleri ve yönlendirmelerini bu sistemden bir gerçek uzman (insan uzman) olmadan elde etmesi sağlanabilir. Uzman sistemlerin daha biçimsel bir tarifi de şu şekilde verilebilir ;

Bir uzman sistem, bir uzmandan elde edilen bilgiye dayanarak gerçekleri(facts) ve buluşsal(heuristics) teknikleri kullanan etkileşimli, bilgisayar tabanlı bir araç olarak tarif edilebilir.

Burada uzman sistem, kendisinin geliştirilmesine katkısı olan uzmanlardan daha iyi karar verebilir. Örneğin bir satranç-oyunu sisteminde sistem kendisinin tasarlanmasında bilgisine başvurulan uzmanlardan daha iyi bir oyun sergileyebilir.

Uzman sistemler, belirli bir alanda çalışan bir insan uzmanının davranışını simule etmek için tasarlanmış ve karmaşık problemleri çözmeyi amaçlayan bilgisayar programıdır.

Bir uzman sistem belirli bir alanda geniş bir bilgi-tabanına sahip ve bir çıkarım mekanizması kullanarak insan uzmanları gibi bir sonuç çıkartan bilgisayar programı olarak da tanımlanabilir.

2.1.1 İnsan Uzmanlığı

İnsan uzmanlığı belirli bir alanda gerekli bilgiler üzerinde tanımlama, sınıflandırma, sentez yapabilen gerçek insanlardır. Bu alanda çalışan herkes uzman olarak tarif edilemez. Uzman sıfatı gerekli bir takım özellikleri taşıması gerekir. Uzman çalıştığı alanda derin bir bilgi ve problem çözme yeteneğine sahip olmalıdır.

İnsan uzmanları özelliklerine göre katagorize edilebilirler ;

1. Başarılılık; Karmaşık problemlerin çözümlenmesinde gerekli gayreti ve başarıyı gösterebilmesi.

2. Verimlilik; Doğru sonuçların elde edilmesini hızlı ve belirtilen zaman diliminde sağlaması gerekir.

3. Uyum sağlayabilirlik; Karşılaştıkları yeni problemleri kavrayabilme ve bu problemlerin veri ve durumlarını değerlendirebilme yeteneğine sahip olmalıdır.

2.1.2 Bilgi

Çalışılan bir alanda mevcut olan nesneler, kavramlar ve ilişkilerdir. Bilgi temsili ile temsil edilen bilgi topluluğu bilgi tabanını oluşturur. Bilgi ile veri arasındaki fark, bilgiden yeni bir bilgi elde edilebilir. Bilgi bir değeri temsil etmenin yanında bir çıkarım içinde kullanılıp yeni bir bilgi elde edilmesi sağlanabilir. Bilgi bir konu içindeki gerçeklerin ve kuralların bir topluluğu olarak düşünülebilir. Örnek olarak;

Ali'nin babası Ahmet, Ahmet'in babası Mehmet gerçeklerini kullarak, Mehmet Ali'nin dedesidir gerçeğine ulaşılır.

Bir nesnenin bilgisi nesnenin kendisini tanımladığı gibi nesnenin üzerinde gerçeklenebilecek işlemleride tanımlar. Bilgi iki türlü tanımlanabilir ; prosedürel bilgi ve tanımlayıcı bilgi.

Prosedürel - tanımlayıcı karşılaştırması neyin bilgisi olduğunun karşılaştırlmasında değerlendirilir. Nasıl bilgi, neyin bilgisi gibi.

Prosedürel yaklaşım bilgiyi bir prosedür şeklinde saklayarak bir dönüşüm ve işlem yapılmasını sağlar. Tanmlayıcı bilgi ise bilgi gerçekler topluluğu olarak değerlendirilebilir ve mantıksal önermeler, kavramsal grafik ve sembollerle ifade edilebilir.

2.1.3 Bilgi Mühendisliği

Bilgi Mühendisliği, bilginin bilgi mühendileri tarafından akıllı sistemlere uygulanmasıdır. Bu akıllı sistemler örnek olarak; Uzman Sistemler, Bilgi Tabanlı Sistemler, Bilgi Tabanlı Karar Destek Sistemleri, Uzman Veritabanı Sistemleri verilebilir. Bilgi Mühendisliğine iki açıdan bakılabilir; klasik yaklaşım "transfer yaklaşımı". Burada temel yaklaşım bilgi mühendisliği tekniklerinin insan bilgisine uygulanarak uzman sisteme taşınmasıdır. Diğer alternatif yaklaşım "Modelleme yaklaşımı" dır. Burada bilgi mühendisi bilgiyi ve alan uzmanından problem çözme tekniklerini alarak bir model oluşturarak uzman sisteme taşır.

Bilgi mühendisinin görevini etkili bir şekilde yürütebilmesi için iki alanda etkinlik göstermelidir; Bilgi Temsili ve Bilgi Modelleme.

İyi bir bilgi mühendisinin aşağıdaki iki niteliğe sahip olması gerekir;

- Kişisel iletişim kabiliyeti
- Esneklik ve yaratıcılık

Bilgi mühendisi çalıştığı alanlardaki uzmanlarla uzun süren bir çalışma evresi geçireceği için kişisel iletişimde başarılı olmalıdır. Bu görüşmelerdeki sonuçları dikkatli bir şekilde kaydetmesi gerekir. İyi bir bilgi tabanının oluşturulması için bilgi

mühendisi içine düştüğü açmazlıkları tekrar geriye dönüp uzmanla değerlendirecek ve düzeltebilecek yeteneğe sahip olmalıdır.

Bilgi mühendisi aynı zamanda esneklik ve yaratıcılık özelliğine sahip olmalıdır. Bilgi tabanını oluşturuken gerekli olan en iyi metodları ve araçları seçmelidir. Çalıştığı alandaki temel prototipleri belirleyebilmeli ve bunların uygunluğunu doğrulayabilmelidir.

2.2.Uzman Sistemlerin Genel Yapısı

Bir uzman sistemin tasarlanması için uzman sistemin nasıl bir yapıda olduğunun bilinmesi gerekir. Bir uzman sistem üç temel seviyeden oluşur; bilgi-tabanı, çalışma belleği, ve çıkarım mekanizması. Bunlardan ayrı olarak kullanıcıyla etkileşimi sağlayan bir kullanıcı arayüzü. Şekil 1.1 bu dört seviyenin birbiriyle olan etkileşimini göstermektedir.



Şekil 2.1 Bir uzman sistemin yapısı

Bir uzman sistemin geliştirilmesinde en önemli özellikler :

1. Uzmanlardan bilginin toplanması

2. Bilginin organize edilmesi

3. Bir veri tabanında bilginin saklanması

4. Kural uygulama (karar vermek için bir metod seçilmesi)

Uzman sistemler problemin çözümü için gerçekleri ve kuralları kullanarak bir çıkarım yapmaya çalışırlar.

Bilgi edinme ve temsil etme birimleri uzman sistemlerin temel birimleridir. İlk kuşak uzman sistemlerde türetim kuralları tarafından elde edilen bilgilerin kullanılması tercih edilmiştir. İkinci ve gelecek kuşak diye isimlendirilen uzman sistemlerde ise nesneler ve çerçevelerin birleşik ve bütünleşik türetimi şeklinde olmuştur.

Belirli bir alan içerisindeki bilginin tam ve güvenilir olarak elde edilmesi, bir uzman sistemin oluşturulmasında temel görev olarak işlem görür.

2.3.Uzman Sistem Mimarisi

Tipik bir uzman sistem aşağıdaki temel parçadan oluşur ;

- Bilgi edinme birimi
- Bilgi temsil etme birimi
- Çıkarım mekanizması
- Bilgi-tabanı
- Kullanıcı arayüzü birimi
- Açıklama birimi
- Çalışma belleği

2.3.1 Bilgi Edinme Birimi

Bilgi edinme ve ayıklama problemi tüm uzman sistemlerin oluşturulmasında karşılaşılan en genel problemdir. Bilgi edinme işlemi uzman sistemin oluşturulmasında en kritik noktayı teşkil eder. Çünkü uzman sistemin başarısı sahip olduğu ve kullandığı bilgiye bağlıdır. Uzman sistemin diğer parçaları ne kadar iyi

tasarlanırsa tasarlansın eldeki bilgi doğru ve yetersiz ise uzman sistem hataya düşecektir. Dolasıyla bilgi edinme işlemi hem zaman alıcı hemde zor bir işlemdir.

Sistem analizi işlemi bilgi edinme işleminden daha kolaydır. Bilgi edinme işlemi inceleme, gözlemleme, soru sorma, görüşme ve gurup değerlendirmesi gibi evreleri gerektirir. Genellikle hangi bilgilerin gerekli olduğunu açığa çıkarır. Sistem analizinde ise bazı gerçekleri gözardı ederek sistemin hatasılızlığı ile ilgilenir.

Bu birimin amacı bilginin uzman yada uzmanlardan nasıl elde edilebileceğidir. Bilgi tabanının güncellenmesiyle ilgilenir. Bir uzman sistem tasarımında ana adım uzman bilgisinin sağlanmasıdır. Bilgi edinme(toplama) işlemi mevcut sorun-çözüm bilgisinin bulunduğu kaynaktan programa aktarılması ve dönüştürülmesi olarak tanımlanabilir.

Burada öncelikli olarak bilgiye ulaşmak için nelerin gerekli olduğu ele alınacaktır. Bir uzmandan bilginin elde edililebilmesi için bir model de tanımlanacaktır.

Bilgi edinme işlemi tasarımı yapılacak sistemin(uzman sistem) yapacağı işlevin seçilmesi veya tanımlanmasıyla başlar. Yapılacak işlevin seçimi bir çok önemli faktöre bağlıdır, bu faktörler; görevin gerçekleştirilmesi için gerekli zaman, ekonomik değeri, uzmanın uygunluğu ve muhakeme işlemleridir. Bilgi mühendisi işe başlarken ilgilenilen alan ile ilgili bir sözlük belirlemelidir. Yani bu alanda kullanılan kelimelerin, ifadelerin, formullerin v.b. tanımlanması gerekmektedir. Bu adım ileride uzman ile yapılacak olan tanımlamaların anlaşılmasını kolaylaştır.

Bilgi mühendisi, tasarımı yapılacak bu modelin hangi sırada yapılacağını ve nasıl uygulanacağını tanımlamaya başlar. Bu tanımlamaları yaparkende daha önce oluşturduğu sözlüğü kullanır. Bu işlemde yapılacak tüm işlemlerin bir akış şeması çıkartılır. Henüz bir bilgisayar programı tasarlanmaya başlanmamıştır, sadece sorunun nelerden oluştuğunun kağıt üzerinde tasarlanması işlemidir.

Bilgi edinme işleminde aşılması gerekli en önemli problemlerden birisi toplanan bilginin tasarlanan uzman sistem için hangilerinin gerekli olduğu hangilerinin gereksiz olduğunun belirlenmesidir. Bunun tesbit edilebilmesi içinde çalışılan uzmanlık alanında genel bir bilgi birikimin olmasını gerektirir.

Bilgi edinme işleminde hangi tekniklerin kullanılacağı her zaman kesin değildir. Bu teknikler uzman sistem tasarımı yapılan alanın özelliklerine göre değişiklik arzedebilir.

Genel olarak bilgi mühendisi başlangıç olarak o konuda genel bilgilerin elde edilmesiyle başlar, daha sonra o konuda gerekli gördüğü konularda odaklanır. Bilgi mühendisi esnek bir yaklaşım sergileyerek genel bir bakış açısı yakalayarak ilgili gördüğü alanlara odaklanması gerekir.

Kullanılan teknikler ne olursa olsun, bilgi mühendisi genel bazı prensiplere dikkat etmelidir;

a) Bilgi mühendisi uzmandan bilgi alınırken belirli formatlarda verilmesi konusunda baskı yapmamalıdır. Basit tanımlamalardan yola çıkarak daha karmaşık ve etkili metodları kullanarak ilerlemelidir.

b) Belirsizliklerin ortaya çıkmamasına dikkat etmelidir. Belirsizlikler genellikle yapısal olmayan, analiz edilemeyen ve kullanılması mümkün olmayan bilgileri doğurur. Anlaşılması ve dönüştürülmesi kolay olan belirgin durumlar ve örnekler üzerinde çalışmaya dikkat edilmelidir.

c) Bilgi mühendisi uzman ile görüşürken uzmanı kesmemelidir. Uzman sahip olduğu bilgiyi kendi doğal anlatımı ve hızı ile yapmalıdır. Bilgi mühendisi bu işlemi daha sabırlı bir şekilde yürütmelidir.

d) Bilgi mühendisi görüşme sırasında bilgilerin uygunluğu veya uygunsuzluğu konusunda yargılayıcı olmamalıdır.

e) Bilgi mühendisi, uzmanın bilgiyi nasıl bir yöntemle kullandığını anlamaya çalışmalıdır. Sadece çalışılan alan ile ilgili gerçekleri ve kuralları değil, aynı zamanda uzmanın bunlarla nasıl bir çıkarım yaptığını ve nasıl sonuçlandırdığını anlamaya çalışmalıdır. Aynı zamanda uzmanın belirttiği nesneler ve veriler arasında nasıl bir ilişki olduğunu anlamaya çalışmalıdır.

f) Bu görüşme sırasında öğrenmesi gerekli kişinin bilgi mühendisi olduğu ve bu sürecin bir zaman diliminde yapıldığı unutulmamalıdır.

Bilgi edinme teknikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir;

2.3.1.1 Görüşme Tekniği

Görüşme tekniğindeki temel amaç bilgi mühendisi ile çalışılan alandaki uzman arasında bir mülakatın yapılmasıdır. Bilgi mühendisi hazırladığı soruları uzmana yönelterek uzmanın verdiği cevapları anlamaya çalışır. Burada bilgi mühendisi hangi soruları soracacığını bilmesi ve uzmanında soruların yanıtını biliyor olması gerekir. Bilgi mühendisinin soruları hazırlarken ve yanıtları alırken gerekli olan teknik terimleri de anlıyor olması gerekir.

Bilgi mühendisinin soracağı sorular doğrudan veya dolaylı olabilir. Doğrudan yapılan sorgulamalarda bilgi mühendisi elde etmek istediği bilgiye yönelik bir soru yöneltir. Doğrudan sorgulamaya örnek olarak, 'Bu kararı verirken hangi verileri kullandınız?' gibi bir soru verilebilir. Dolaylı olarak yapılan sorgulamalarda sorular genel içerikli olup o konuda uzmanın serbestçe bilgi aktarmasını sağlamaktır. Dolaylı olarak yapılan sorgulamaya örnek olarak , 'Problemi kategorilere nasıl böldünüz?' gibi sorular olabilir.

Sorgulama işlemi yapılırken belirsizliğe ve olumsuzluğa götürecek sorgulamalardan kaçınılmalıdır. Anlam bütünlüğü olmayan veya birden fazla cevabı birleştirici karmaşık sorular olmamalıdır.

Görüşmenin başlangıcında genel sorulardan başlanması en uygunudur. Başlangıçta bilgi mühendisi aldığı cevaplardaki veya sorgulamalarında genel terminolojiye hakim olmalıdır. Sorgulamanın sonuna doğru bilgi mühendisinin bakış açısında bir gelişme olacaktır.

Görüşmeler devam ettikçe yapılan sorgulamalar daha odaklı ve yapısal özellik kazanır;

Odaklı sorgulamada, bilgi mühendisi belirlediği bir konu üzerinde devam ederek anlama işlevini dahada derinleştirir. Yapısal sorgulamada ise, bilgi mühendisi her konu için aynı soruları aynı sırada sorarak ilerler. Böylelikle nesnelerin davranışları arasındaki ilişkilerinde ortaya çıkması sağlanır.

2.3.1.2 Odaklanmış Toplantı ve Görüşmeler

'Odaklanmış toplantı ve görüşmeler' rin genel metodu 'Görüşme metodu' ile yakından ilişkilidir. Burada da sözlü ifadelerin elde edilmesi esastır. Burada görüşmeye bir amaç biçilir ve bu amaç doğrultusunda yönlendirilir. Alınmak istenen bilgi hakkında çeşitli diyagramlar ve grafikler kullanılabilir. Sorular mümkün olduğu kadar basit sorulardan oluşmalıdır.

Bu çalışmada bir çok teknik kullanılabilir, bunlardan başlıca iki tanesi (A) 'Durum Değerlendirme Tekniği' ve 'Hedef İlişkili Teknik'.

A. Durum Çalışması Tekniği

Bu teknikte uzman belirli bir durum çalışması için odaklanır. Bu durum bilgi mühendisi veya uzman tarafından belirlenebilir. Veya bu durum çalışılan alanın tamamının analizi sırasındada ortaya çıkabilir. 'Durum Çalışması Tekniği', 'ileri senaryo benzetmesi' veya 'geçmiş durum tanımı' şeklinde uygulanabilir.

İleri senaryo benzetmesi metodunda problemin çözümü için adım adım ve sırasıyla nelerin yapılması gerektiği belirlenir. Tanımlanan problem bazen gerçek olmayıp varsayıma dayalı bir problem olabilir. Varsayımı yapılan problemin uzman tarafından nasıl çözüme ulaştırılacağı bilgi mühendisi tarafından dikkatle izlenmelidir.

Geçmiş durum tanımı da İleri Senaryo Benzetmesine benzer, fakat problem varsayımı yapılan bir problem değil gerçek bir problemdir. Uzman, çözümü adım adım anlatmak yerine bilgi mühendisinin sorduğu bir dizi soruları yanıtlar.

B. Hedef İlişkili Teknik

Bu teknik şunları içerir; i) Belirtilen hedeflerin ayrıştırılması ii) Çalışılan alanın bölümlenmesi iii) Kararların ve özelliklerin birleştirilmesi

Belirtilen hedeflerin ayrıştırılmasında bilgi mühendisi bir hedef belirleyerek bu hedefle ilgi soruları uzmana sorar. Uzmandan bu hedefle ilgili verileri alır ve bir sonraki hedef için parametre olarak kullanır. Ara hedeflerin sonuçlanmasıyla asıl hedefe ulaşılmaya çalışılır. Bu süreçte yapısal bir modell de oluşturulur.

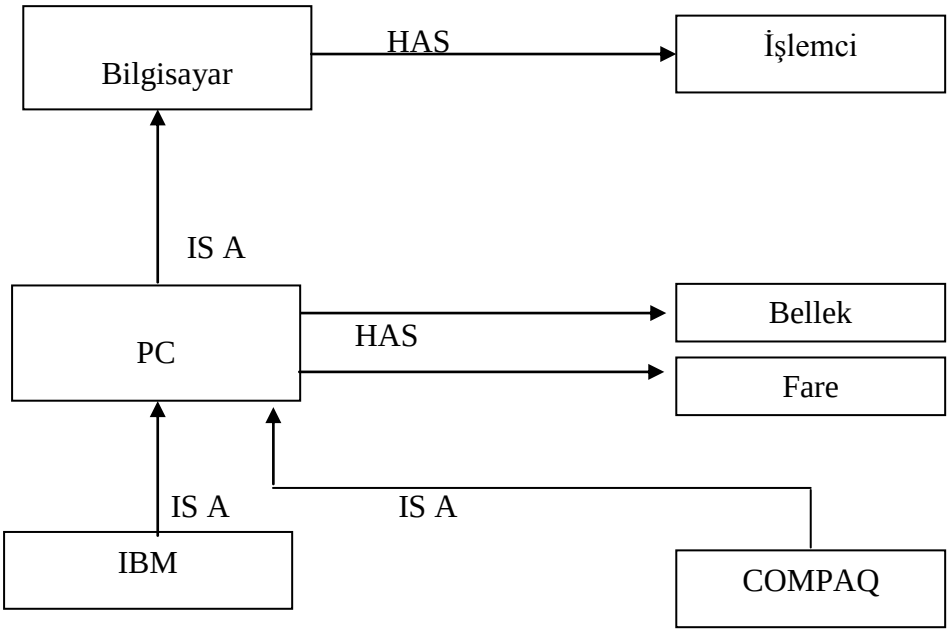
Çalışılan alanın bölümlenmesi tekniğinde uzman çeşitli verileri tanımlamaya başlar ve bu verileri hedefe ulaşmak için gruplandırır. Burada hedeften gidilerek bir gruplandırma sözkonusudur. Diğer bir deyişle uzman belirtilen hedeften giderek bulguları ortaya çıkarmaya çalışır.

Kararların ve özelliklerin birleştirilmesi tekniği, tabloların ve özellik gibi listelerin elde edildiği fakat henüz kuralların oluşturulmadan gerçekler listesi çıkarılmaya çalışılır. Sonra uzmandan bu bulgular ve karakteristiklerin bir karar vermek için birleştirilmesi istenir. Burada kurallar doğrudan oluşturulmak yerine dolaylı olarak oluşturulur.

Bilgi-tabanında problem çözümü için gerekli olan tanımlayıcı bilgiler uzman sistemin bilgi-tabanında saklanırlar. Çıkarım mekanızması bilgi tabanındaki alansal bilgiyi dönüştürerek problemi çözmeye çalışır. Çıkarım mekanizması aynı zamanda uğraştığı problem ile ilgili elde ettiği gerçekleri(facts) özel bir çalışma alanında saklar. Bu çalışma alanına çalışma belleği denir.

2.3.2 Bilgi Temsil Birimi (Knowledge Representation)

Bilgi temsili bilgi mühendisliğinin temel görevlerinden biridir. Bilgi temsili, nesnelerin tanımı ve nesneler arasındaki ilişkiyi tanımlar. Bir ağaç yapısından bir nesne bir düğüme karşılık gelirken nesneler arasındaki ilişki de bağlantılar olarak düşünülebilir.



Şekil 2.2 Bilginin semantik ağ şeklinde temsil edilmesi

Bilgi temsilinin en genel şeklini ifade eden semantik ağlarda ilişkiler 'IS-A' ve 'HAS' yapısıyla tanımlanır. Şekil 1.2 de bir semantik ağ yapısı gözükmektedir. Bu tür bir yapıda ağ içindeki hiyerarşiden bir kalıtsal yapı teşkil edilebilir.

2.3.3 Çıkarım Mekanizması (Inference Engine)

Çıkarım mekanizması bilgi tabanının kullanılarak göreve özgü veriden bazı sonuçların elde edilmesini sağlayan bir kontrol mekanizmasıdır. Uzman sistemlerde olması gereken en önemli ögelerden birisidir. Çıkarım mekanizması bulundurmadan sadece bir bilgi tabanı bulundurarak ve bu bilgi tabanından isteneni elde etmek mümkün değildir. Bir bilgi tabanı oldukça fazla bilgi içerebilir. Bu bilgilerden anlamlı ve aranan nitelikte bir sonuca ulaşabilmek için bir çıkarım mekanizmasına ihtiyaç vardır.

Bir çıkarım mekanizmasının dört ayrı bileşeni vardır ; Karşılaştırma - mevcut kural verilen örnek ile karşılaştırılır. Seçme – En uygun kural seçilir. Ateş- En iyi kuralın gerçekleştirimi. Eylem – Sonuçlandırma işleminin gerçekleştirimi.

Çıkarım mekanizması kullanıcıya sorular yönelterek probleme ilişkin gerçeklerin elde edilmesini sağlar. Aynı zamanda mevcut probleme ilişkin bilginin yapısına dayalı olarak hangi kuralların hangi sırada ateşlenmesi gerektiği kararını verir.

Bir çıkarım mekanizmasında aşağıdaki teknikler kullanılır;

2.3.3.1 İleri Zincilerleme

İleri zincirleme belirtilen dayanak noktasından hareket ederek mümkün olan sonuçları bulmaya yarayan bir metoddur. İleri zincirleme özellikle teşhiş işlemlerinde kullanılır. Burada verilen her girdi için bir değerlendirme yapılarak mümkün olan tüm çıkışlar üretilmeye çalışılır. Mümkün olan çıktıların küçük olması durumlarının hepsi için ileriye zincirleme kullanılabilir. Yalnız bu işlemler esnasında geriye zincirleme işlemine gerek duyulmadığının anlaşılması lazımdır. Eğer çok fazla sonuç çıkarımı varsa ileriye zincirleme etkisiz kalabilir veya işlemi gerçekleştirmesi çok fazla zaman alabilir. İleri zincirleme işleminin nasıl çalıştığını aşağıdaki basit bir örnek ile açıklayalım:

Aşağıdaki kuralları ele alalım;

Kural 1: IF A and C THEN F

Kural 2: IF A and E THEN G

Kural 3: IF B THEN E

Kural 4: IF G THEN D

Burada amaç A ve B nin doğru olduğu verilerek D'nin doğru olduğunun kanıtlanması gerekiyor. Kural 1'den başlayarak sonucu buluncaya kadar ilerleyelim. Bu durumda ilk yineleme işleminde Kural 3 çağrılacaktır. İlk yinelemenin sonuda A, B ve E'nin doğru olduğu sonucuna varılır. Bu bilgi ikinci yineleme işleminde kullanılır. Bu durumda Kural 2 çağrılır ve G'nin doğru olduğu sonucuna varılır. Buradan da üçüncü yineleme işlemine yani Kural 4' ün çağrılmasına gidilir. Kural 4' ün işlenmesi sonucunda da D'nin doğruluğu sonucuna varılır. Bu strateji verilerin sayıca çok fazla ve nicelik olarak az olduğu durumlarda tercih edilir.

2.3.3.2 Geri Zincirleme

Bu metodda istenilen hedeften yola çıkılır ve hedefin doğrulanması için kanıt bulunmaya çalışılır. İleri zincirlemede yaptığımız örneğe bakarsak, stratejimiz D'nin doğru olduğunu kanıtlamak. Öncellikle D'yi doğrulayan bir kural bulunur. Kural 4 D'yi doğruluyor. Bu bize bir alt hedef olan G'nin doğrulandığını gösterir. Bu durumda Kural 2'ye gidilir, burada A'nın doğru olduğu zaten biliniyor, bir sonraki hedef E'nin doğru olduğunu bulmak. Burade Kural 3 bizim aradığımız sonucu veriyor. Çünkü B'de bize başlangıçta doğru olarak verilmişti. Bu durumda E doğru sırasıyla G doğru ve bu yol bize D'nin de doğru olduğu sonucunu verir.

Bu metod, çıktının istenen çıktı olması ve belirtilen kuralı karşılaması durumunda bir uzman sistem daha az işlem yapmaya ihtiyaç duyabilir. Belirtilen kuralların uygulanmasıyla elde edilen mümkün sonuçların herbirinin değerlendirilmesinden vazgeçilir.

Geriye zincirleme metodu verinin miktarsal olarak çok fazla olduğu durumlarda oldukça faydalıdır. Özellikle tıbbi teşhisler ve elektriksel ekimanlarda hata bulma uygulamalarında kullanılır.

2.3.3.3 Arama

Arama uzman sistemlerde alternatiflerin değerlendirilmesi amacıyla kullanılır. Heuristic arama işlemi hataya veya başarıya nasıl ulaşılacağını tesbit etmek amacıyla kullanılabilir. Belirli bir dayanak noktasından hareketle uzman sistemin tüm alt sonuçları elde etmek istemesi işleminde heuristic arama kullanılır.

2.3.3.4 Ağaç Araması

Bir bilgi tabanı genellikle dallanan bir ağ veya ağaç yapısında olabilir. Literatürde bir çok ağaç arama algoritmaları mevcut olmakla beraber sadece iki ana teknik burada incelenecektir. Birincisi derinlik-öncelikli(depth-first) bir diğer genişlik-öncelikli(breadth-first).

Derinlik-öncellikli arama algoritması belirtilen bir veriyi temsi eden bir düğümden aramaya başlayabildiği gibi (ileri zincirleme) veya istenen bir düğüme doğruda (geri zincirleme) arama yapabilir. Daha sonra başlangıç düğümün altındaki ilk düğümün(veya son sol düğümün) ihtiyacı karşılayan düğüm (hedef düğüm) olup olmadığını değerlendirir Eğer bu düğüm hedef düğüm olarak belirlenmemişse bu düğümün altındaki düğüme geçerek aramaya devam eder. Tüm altdaki düğümlerde arama işlemi sonuçlandırılamamış ise işlem bir önceki kaldığı yerden arama işlemine devam eder. Tüm bu işlemler sağa doğru yinelenerek devam eder.

Genişlik-öncellikli arama algoritmasında, ilk düğümün altındaki tüm düğümler genişletilerek bir arama yapılır. Böylelikle her bir düğüm sistematik olarak bir sonuca ulaşıncaya kadar devam ettirilir. Bu algoritmanın avantajı çözüme giden en kısa yolu bulmasıdır. Ağaç yapısının çok geniş ve detaylı olması durumunda çok fazla hesaplama yapmaya ihtiyaç duyulur.

Burada bahsedilen yöntemleri birleştiren başka arama teknikleri mevcuttur. Yapılacak olan çıkarımların türüne ve eldeki gerçeklerin sayısına göre bir hesap yapılarak en az bellek ve maliyet gerektiren arama teknikleri tercih edilebilir.

2.3.3.5 Eşleştirme

Akıllı bir arama işlemi çözüme giden yolda gerekli olan kuralların hızlı bir şekilde bulunarak uygulanmasını sağlamalıdır. Burada bir çok kuralın arasından ilgilenilen alan ile ilgili kuralın nasıl çıkartılıp uygulanacağı konusu incelenecektir. Burada yapılması gereknen kuralların bir önceki durumu ile mevcut durumu arasında bir eşleştirmenin yapılması gerekecektir. Bu eşleştirmenin nasıl yapılması gerektiğinin cevabı kural-tabanlı bir uzman sistemin başarısında da kritik bir etkisi vardır.

2.3.3.6 Sıralama

Uygulanabilir kuralları seçmenin bir yoluda tüm kurallar içerisinde sırasıyla arama yapılmasıdır. Her bir kuralın bir önceki durumu ile şu andaki durumu karşılaştırılarak bir karşılaştırma işlemi yapılır. Fakat bu yöntemin bazı sakıncaları olabilir :

- Bazı problemlerin çözümlenmesi için çok sayıda kurala ihtiyaç duyulabilir. Bu durumda tüm kuralların taranması işlemin etkinliğini azaltır.
- Bazen bir kuralın bir önceki statusüne acilen ulaşılması gerekebilir.

Bu durumu çözümlemek için her kuralın mevcut durumu bir sıra içinde saklanır ve gerektiğinde bu sıra üzerinden kuralın durumuna ulaşılabilir.

2.3.3.7 Değişkenler ile Eşleştirme

Bazen uygulanabilir kuralların seçilmesi, kuralların önceki durumlarının tam olarak belirtilmediği durumlarda oldukça zor olabilir. Bu durumda kuralın önceki durumunun belirlenmesi ve belirli bir durumdaki değerinin karşılaştırması için bir çok arama yapılması gerekebilir. Bir çok uzman sistem uygulamasında mevcut durum ile eşleştirme işlemini tüm kurallar için yapılır. Geri zincirleme sisteminde genellikle derinlik-öncellikli arama yapılarak bir kural seçilir fakat ileri zincileme sisteminde karmaşık ‘çatışma çözümü stratejisi’ kullanılarak uygun kuralın seçilmesi sağlanabilir. Bu durumda kuralın veya kuralların önceki değerinin bir değişken aracılığı ile saklanarak her eşleştirme işleminde bu değişken ile karşılaştırma yapılabilir.

2.3.3.8 Karmaşık ve Yaklaşık Eşleştirme

Bazen bir kuralın önceki durumu, şu andaki durumunun sağlamadığı bazı özelliklere ulaşmak istediğinde daha karmaşık bir eşleştirmenin yapılması gerekir.

Yaklaşık eşleştirme işleminde, eşleştirme işlemine ayrılan tolerans arttırıldıkça eşleştirilmesi gereken kurallarında sayısı arttırılacaktır. Fakat ses algılama gibi kesin eşleştirmelerin yapılamadığı uygulamalarda yaklaşık eşleştirme tekniği kullanılır.

2.3.4 Kullanıcı Arayüzü

Kullanıcı arayüzü uzman sistem kullanıcısı ile ilişkiyi sağlayan birimdir. Kullanıcı arayüzü problem ile ilgili veri girişini kullanıcıya sağlamalıdır. Bu birim gerekli olan başlangıç bilgilerinin elde edilmesinde kullanılmaz. Başlangıç bilgisi bilgi tabanı ile uyuşturulduktan sonra kullanıcıdan bazı eksikliklerin tamamlanması amacıyla bilgi sağlaması şeklinde tasarlanır. Kullanıcı arayüzünün etkin olmayacak şekilde tasarımı sistemin vereceği cevabı kalitesinide belirler.

İdeal bir uzman sistem karar verme aşamasında kullanıcıya başvurmalıdır. Bilgisine başvurulacak kullanıcı etkileşimin akışına yön verebildiği gibi uzman sisteme alternatif bir çıkarımı tercih etmesinide belirtebilir. Kullanıcı etkileşim sonucunda bir sonraki adıma niçin ve nasıl varıldığını merak edebilir. Aynı zamanda bilgi tabanını incelemek ve gerekirse düzeltme ihtiyacı da hissedebilir.

Bir uzman sistem her zaman bir sonuca varamayabilir veya tavsiyede bulunmayabilir. Fakat geldiği çözümü ve tavsiyelerinin nedenlerini kullanıcıya açıklamak durumundadır. Kullanıcı aldığı cevaplar ışığında sistemin karar akışını değiştirecek başka bir etkileşim kurabilir. Bir uzman sistem akıllı olmayabilir ama ilgi çekecek düzeyde akıllı görünmelidir.

Belirli bir alanda bilgi temsilinin başarılı bir şekilde yapılabilmesi aşağıdaki dört özelliğin sağlanmasıyla mümkündür;

- Temsil yeterliliği – Çalışılan saha (alan) ile ilgili gerekli olan her türlü bilginin temsil edilebilmesidir.

- Çıkarımsal yeterlilik – Temsil etme yapısı uygulanılarak eski bilgilerden bir çıkarım yapılıp yeni bilgilere ulaşılabilmesi.
- Çıkarımsal etkinlik – Çıkarım mekanizmasının en etkili olarak kullanılmasıyla bilgi yapısı üzerine odaklanılabilmesi.
- Bilgi edinme etkinliği – Yeni bir bilginin kolay bir şekilde elde edilebilmesi. Bu yeni bilgi doğrudan elde edilebilir veya bir kişiden sağlanarak bilgi tabanına ilave edilir. Ideal olan bilgi edinme yöntemi ise, programın bilgi edinme işlemini kendi başına kontrol edebilmesidir.

Geliştirilen sistemler bu özelliklerden bir veya birden fazlasını bulundurabilirler.

Bilgi temsilinin anlamı bilginin uygulanabilir forma dönüştürülmesidir. Bilgi temsili yöntemleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Kural tabanlı sistemler
- İlişkili ağlar
- Çerçeve sistemler
- Nesneye yönelik sistemler
- Özellik grameri sistemleri

2.4.Uzman Sistem Türleri

Asistan – Karar verecek kişilere rutin analizler yöntemiyle karar vermesini sağlayan sistem

Meslektaş – Kullanıcıyla beraber çalışarak birlikte bir karara ulaşmaya çalışır. Kullanıcı arayüzü gelişmiştir.

Finansal Tavsiyeci – Önerilen yatırımları ve risklerini gösterir. Kullanıcıdan gerekli verileri almak için bir takım sorgulamalar yapar. Bazı faktörlerin dikkate alınıp yerine yeni verilerin girilmesi gibi yöntemler kullanıcı tarafından ayarlanabilir.

Doğru Uzman Sistem – Kullanıcı müdahelesi olmasdan sonuç çıkartır

Bir çok uzman sistem türü son iki kategoriye girer. Standart durumlarda uzman sistem kendisi karar verir fakat karmaşık durumlarda kullanıcı müdahelesi gerekebilir.

2.4.1 Kural Tabanlı Sistemler

Bir kural tabanlı sistem temel olarak üç parçadan oluşur;

Çalışma belleği : Gerçekler, ara sonuçlar ve hedef bu birimde tutulur.

Kural belleği : Sisteme ait kuralların tutulduğu birimdir.

Kural dönüştürücü : Hangi kuralların uygulanabileceği ve hangi sırada bu kuralları uygulanacağının kararını verir.

Bir kuralın işleyişini şöyle düşünebiliriz, kural sol tarafında veriyle ilgili bazı karşılaştırmalar ve dayanak noktaları vardır, burası çalışma belleğidir. Eğer bu işlem DOĞRU(TRUE) sonuç döndürmüşse kurallın sağ tarafındaki işlemler gerçekleştirilir. Çalışma belleğinin içeriği işlem gören kural tarafından belirlenir. Dayanak noktalarını karşılayan birden fazla kural varsa 'kural dönüştürücü' bunlardan birini seçinceye kadar işlemine devam eder. Bir sonraki adımda hangi kuralın uygulanması gerektiğinin seçimi işlemi 'çatışma çözümü' olarak isimlendirilir. Üç önemli çatışma çözümü mekanizması vardır : yenidenüretimli(refactoriness), bir kuralın aynı data birden fazla çalışmasını engeller. ii) sonunculu(recency), çalışma belleğine en son giren veri ile kuralın çalışılması sağlanır. iii) belirtimli(specicity), en belirlin kuralın çalışmasını ve buna öncelik verilmesini sağlar.

2.4.1.1 If-Then kuralları

If-Then kuralları uzman sistemlerde bilgi kodlamanın en yaygın yöntemidir. Genellikle insan uzmanları olayları düşünürken bir olayın davranışını veya durumunu bu şekilde değerlendirmeye daha yatkındırlar. If-Then kural yapısı basit bir şekilde aşağıdaki gibidir;

IF A

THEN B

(A önermesi doğru ise B önermesini gerçekleştir şeklinde.)

Bazen sistemde hangi yolun izleneceğini belirten genel kuralları belirtmek faydalı olabilir. Bu yüzden bazı sistemler ‘Metakurallar’ın kullanılmasını sağlarlar. ‘Metakurallar’ hangi yeni kuralların dikkate alınıp alınmamasını tesbit eder.

Kural tabanlı sistemler ileriye ve geriye zincilerleme yöntemlerini kullanabilirler. Yapısal bilgiyi temsil etme yetenekleri olmadığı için çerçeve-tabanlı sistemlerin bazı özelliklerini alarak kullanılabilirler.

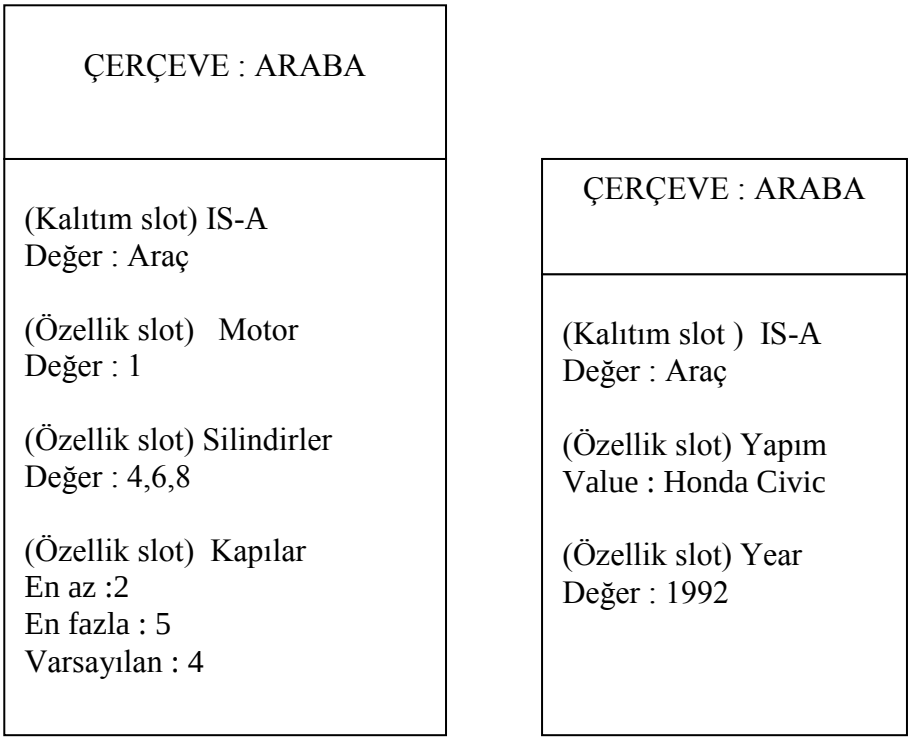
Kural-tabanlı Uzman Sistemlere örnek olarak; MYCIN, DENDRAL, MetaDENDRAL ve EMYCIN verilebilir.

2.4.2 Çerçeve-Tabanlı Sistemler

Bu teknikte bilgi genel kayıt yapılarını gösteren ve çerçeve olarak adlandırılan yüksek modulerliği olan birimler olarak temsil edilirler. Çerçeve-tabanlı sistemlerde, bilgi çerçeve olarak isimlendirilen yapıda gösterilmiştir. Çerçeve slot olarak tanımlanan bir takım tanımlayıcı özellikleri içerebilir. Slot kendisiyle ilgili bir değer veya programlama dili tarafından yazılan bir prosedür ile ilişkili olabilir. Prosedürler bir slot üzerinde bir güncelleme veya güncellemenin geçerliliğinin kontrol edilmesi durumunda aktifleştirilebilir.

Örneğin bilgi, kavramlar ve durumlardan, kavramların özelliklerinden, kavramlar arasındaki ilişkilerden, ilişkileri değerlendiren prosedürlerden ve özellikleri belirten değerlerden oluşabilir. Bu durumda her bir kavram ayrı bir çerçeve olarak düşünülebilir. Özellikler, ve kavramlar arasındaki ilişkiler ve prosedürler çerçeve içinde bir slot olarak temsil edilebilirler. Bir slotun içeriği farklı veri tiplerinde olabilir; sayı, cümle, fonksiyon veya prosedür gibi. Aynı zamanda bir çerçeve bir başka çerçeve ilede ilişkili olabilir. Bu sayede aynı kalıtsal bilgiye ortak olarak ulaşabilirler.

İdeal olarak bir çerçeve-tabanlı temsil nesneye-yönelik programlama teknikleriyle ifade edilebilirler. Bir çerveçe yapısı aşağdaki gibi gösterilebilir;



Şekil 2.3. Çerçeve örnekleri

Çerçeveler bir çeşit hiyerarşik data yapısını gösteren mekanizmalardır. Bir nesneyi veya nesnelerin bir sınıfını gösteren düğümler olarakta düşünülebilir. Hiyerarşinin en üstünde bulunan çerçeve 'superküme' olarak isimlendirilirken, daha aşağı seviyelerdeki çerçeveler 'altkümeler' olarak isimlendirilir. Güçlü bir mekanizmaya sahip 'çıkarım' işlemi çerçeveleri kullanarak hiyerarşik yapı içerisinde bilginin çıkarımını yapar. Çıkarım bilgisi alt seviyedeki bilgilerin değiştirilmesi ile çıkarım bilgisininde değiştirilmesi sağlanır. Burada çıkarım işlemi kuralları değerlendirerek bir insan uzmanının gerçek dünyada yaptığı gibi kalıplaşmış yapıyı veya istisnaları kullanmasını sağlar. Çerçeve sisteme bir örnek olarak şekil 1.1 deki yapı verilebilir. Çerçeve-tabanlı sistemde 'çoklu çıkarım' işlemide gerçekleştirilebilir, çünkü bir çerçeve birden çok çocuğa sahip olabilir. Çoklu çıkarımdan elde edilen zıt bilgilerin elde edilmesi durumunda problemin çözümü için çeşitli stratejiler kullanılabilir. Örnek olarak bu durumda 'kuşkucu çıkarım' hiçbir sonuç çıkmasına izin vermezken,

‘saf çıkarım’ stratejisinde alternatif sonuçların çıkmasına izin verilebilir. Çerçeve-tabanlı sistemler örnek olarak ; AM system, EURISKO ve PI verilebilir.

2.4.3 İlişkisel Ağlar

İlişkisel ağlar, kavramları ve ilişkileri temsil eden düğümlerden oluşan bir model olarak önerilmiştir. Eğer L bağlantıları gösteren küme ve N de bu düğümlere ait bir küme olarak düşünülürse alt küme N x L x N bu üçlü arasında da bir sıra bağıntısı var ise bu bir ağ olarak isimlendirilir. İlişkisel ağlarda düğümler kavramları temsil ederken kavislerde (arc) düğümler arasındaki kavramların ilişkisini temsil eder. İlişkisel ağlar, çerçeve-tabanlı sistemlerde olduğu gibi bilgiyi hiyerarşik olarak organize eder. Ebeveynlerine göre çıkarım özelliklerini hiyerarşisi: ‘is-a’ bir kümenin başka kümenin alt kümesi olduğunu gösterir. ‘Instance-of’ ise bir kümenin veya altkümenin üyesi olduğunu gösterir. Çerçeve-tabanlı sistemlerle karşılaştırıldığında istisnai durumları ele alma işleminde yetersiz kalır. Bu yüzdende fazla tercih edilmemiştir, yapısal olarak çok eleştiri almıştır. İlişkisel ağlar için geliştirilmiş bir örnek yoktur.

2.4.4 Mantık-tabanlı sistemler

Mantık-tabanlı sistemler ilk-sıra öngör hesabına dayalı bir sistemdir ve ana geliştirme elemanı PROLOG programlama dilidir. Bilgi basit ve karmaşık öngörülü ifadelerle temsil edilir. En temel problem çözme metodu ‘çözümleme çürüten’ yapıyı kullanır.

Mantık-tabanlı sistemler çerçeve-tabanlı sistemlerde olduğu gibi tanımlayıcı bilgiyi temsil edebilirler fakat karmaşık yapıları temsil edemezler. Tümdengelim, tümevarım, kaçınma ve monoton olmayan çıkarımları yapabilirler. Miras-tabanlı çıkarım mekanizmasını kullanan çerçeve-tabanlı sistemlere göre daha aza uygunluk gösteren bir yapıdır.

2.4.5 Nesneye-yönelik sistemler

Çalışmalarda bilginin temsil edilmesinde nesneye-yönelik uygulamalar kullanılarak geliştirilmiştir. Nesneler veri yapılarıdırlar, aynı zamanda tanımlayıcı bilgiyide içerirler. Aynı zamanda özel prosedürleri ve methodları kullanırlar. Özel prosedürler

olarak isimlendirilmesi, kendisi için tasarlanan ve yalnızca nesne tarafından aktif hale getirilmesindendir. İşlevi bu nesne tarafından sınırlandırılmıştır.

Nesneler birbirleriyle mesajlar kullanarak iletişim kurarlar. Mesajlar metodların yürütülmesi için gerekli olan bilgi ile ilişkili değildir. Dolayısıyla parametre almazlar. Görevi alıcı nesnenin geriye bir sonuç döndürmesidir. Bu tanımlama sayesinde sistemin modülerliğinin arttırılması sağlanmıştır.

Nesneye-yönelik sistemlerde çıkarım mekanizması metodları içine alacak şekilde genişletilmiştir. Yani superkümler içinde tanımlanan metodlar, altkümelere ait nesnelerin çıkarımlarını kullanırlar.

2.4.6.Açıklama ve bilgilendirme yeteneği(Explanation Facility)

- Uzman sistem karar nasıl ulaştığı bilgisini aktarır.
- Bazı sorunların neden sorulduğunu açıklayabilir.
- Bu yetenek kullanıcıların sisteme güvenilirliğini artırır.

2.4.7.Basit İlişkisel Bilgi

Çalışılan alanda ‘tanımlayıcı gerçekleri’ temsil etmenin en kolay yolu, veri tabanı sistemlerinde olduğu gibi ilişkilerin bir kümesinin oluşturulmasıdır.

Kodu	Tanımı	Birim	Cinsi	Mevcut
13510-08001	WASHER PLAIN	Adet	Hammadde	1500
82720-22100LG	HDL ASSY_FR DR GRIP RH	Adet	Hammadde	120
89001-43AH1	3 RD.CUSH	Adet	Yarımamul	80
83350-43370AQ	TRIM-TAILGATE-3P&6P	Adet	Hammadde	100

Tablo 2.1. Basit stok tanımını gösteren ilişkisel bilgi

(Not böyle bir yapıda alanları dahada önemli kolonlar koymalısın)

Böyle bir ilişkisel yapının çıkarım mekanizması oldukça basittir. Fakat bu ilişkisel bilgi çıkarım mekanizması için bir temel oluşturur. Örneğin bu yapıda ‘En pahalı parça hangisidir?’ sorusuna bir cevap bulabiliriz. Fakat bu yapıya ‘3 RD.CUSH’ yarımamulu için hangi hammaddelerden ne kadar gerekmektedir’ şeklinde sorguladığımızda yanıt alamayız.

Bu tür veri tabanı sistemlerinin tanımlanması bize ilişkisel bir bilgi tabanı oluşturabilir. Fakat çıkarım mekanizmasının oluşturulabilmesi için yalnız veri tabanının kullanılması kesinlikle yeterli olmayacaktır.

2.4.8.Miras olarak kullanılan bilgi

Şekil 3.1 de gösterilen bilgi, bilgi tabanında kullanılan nesnelerin özelliklerini ve bu özelliklere ait değerlerini gösteren bir yapıya sahiptir.

Bizim tanımladığımız bilgi için, burada belirtilen nesneler, bu nesnelerin özellikleri ve bu özelliklerin değerleri gibi basit bilgilerden oluşmamaktadır.

3. MALZEME İHTİYAÇ PLANLAMASI - MRP

Sürekli değişen ve gelişen teknolojiye paralel olarak planlama ve kontrol sistemleri de sürekli olarak gelişmektedir. Değişen teknoloji ve beklentiler sonucu, firmalar uyguladıkları sistemleri ve çözümleri dondurmaktan çok değişimlere ayak uydurup, bu değişimler karşısında kısa zamanda ve doğru şekilde adapte olma yeteneği geliştirmişlerdir.

1960' lar da Amerika'da kullanılmaya başlayan ve sadece malzeme ihtiyaçlarını belirlemede kullanılan ilk dönem MRP (Material Requirements Planning) sistemleri, bilgisayarların gelişmesi ve sisteme CRP (Capacity Requirements planning) kapasite ihtiyaç planlaması modülünün eklenmesi ile kapalı çevrim MRP (close loop MRP) olarak da adlandırılmaya başlanmıştır. Aynı zamanda kapalı çevrim MRP, MRPII olarak da (üretim kaynakları planlaması) olarak da adlandırılmaktadır.

MRP II (üretim kaynakları planlaması) son yıllarda kullanılan en popüler ürün yönetimi ve planlama aracıdır. Tek bir üretim sistemini desteklemeyen MRP II' nin bir çok farklı üretim sistemine başarılı bir şekilde adapte edilip çalıştırılabildiği için kullanımı giderek artmaktadır.

3.1.MRP Tarihçesi

MRP 1960'ların başında da üretim ve malzeme planlama için geliştirilmiş bilgisayar destekli bir yaklaşımdır. Belirgin bir teknik 1975 yılında Orlicky tarafından geliştirilmiştir. Söz konusu teknik, Avrupa'nın çeşitli yerlerinde daha önceden (2. Dünya Savaşından sonra) manuel olarak kullanılan bir tekniktir. Orlicky , uygulanan bu manuel tekniği bilgisayar destekli bir hale getirerek uygulama alanını detaylandırmış ve üretim envanteri yönetiminde etkinlik kazandırmıştır.

MRP' nin ilk bilgisayar uygulamaları, son ürün ağacı için yapılan üretim planını, ürün bileşenleri satın alma kararına veya bileşenler için üretim planına çeviren bir

ürün ağacı işlemcisi (BOMB) çevresinde kurulmuştur. Bu nihai ürünün ihtiyacının ürün ağacı ile açılımı sayesinde gerekli bileşen oluşturulmasıyla yapılmaktadır. Oluşan talepler, BOM' daki bir seviye için uygulanması sonucu, mevcut stoklarla ve planlama zamanı dahilindeki açık siparişlerle karşılaştırılır. İlk uygulamalarda bu işlemler belli başlı firmalarda büyük bilgisayarlar tarafından yapılabilmiştir.

Zamanla tekniğin kullanımı yaygınlaşmıştır ve buna bağlı olarak kullanım daha da arttırılması için değişik operasyonel fonksiyonlar eklenmiştir. Modül olarak adlandırılan prosesörlere örnek olarak Ana Üretim Planını (MPS), Üretim Etkinliği Kontrolü (PAC), Kaba Kapasite Planlama (RCCP), Kapasite İhtiyaç Planlama (CRP) ve Satın alma sayılabilir.

Ana Üretim Çizelgesi, Malzeme İhtiyaç Planlaması, Kaynak İhtiyaç Planlama ve gerçekleştirme modülleri (Satın alma ve Üretim Etkinliği Kontrolü) ile üretimi gerçekleştirme ile planlama arasında geri beslemeden oluşan döngü, Kapalı Çevrim MRP olarak adlandırılır. Finansal modüllerin ilavesi ile Ana Üretim Çizelgesi ile ilgili tüm konularla ilgilenmek ve iş planlarını finansal terimlerle de desteklemek için Ana Üretim Çizelgesi genişletilmiştir. Yeni sistem üretim kaynaklarının yönetimini öngören bir yaklaşım olarak kullanılmaya başlanmıştır. Genişletilmiş MRP, Üretim Kaynakları Planlama (MRP II) olarak adlandırılmıştır. 1980 yılından beri bilgisayarların daha yaygın olarak kullanılmaya başlanması ve fiyatlarının düşmesi sonucu MRP uygulamalarının maliyetleri oldukça düşmüş ve kullanımı giderek artmıştır.

3.2.Malzeme İhtiyaç Planlaması

MRP, bağımlı talep envanterlerini ve siparişi dikkate alan, bilgisayar tabanlı bir bilgi sistemidir. MRP bir teknik olduğu kadar bir felsefe, bir çizelgeleme yaklaşımı olduğu kadar da bir stok kontrolü yaklaşımıdır.

Ana üretim planının gerçekleşmesi için gerekli tüm parça ve malzeme ihtiyaçları ile bu ihtiyaçların karşılanması ile ilgili bilgiyi içeren ve malzeme ihtiyaç planlama sistemi tarafından geliştirilen ana plan "malzeme ihtiyaç planı" olarak tanımlanır.

MRP, ana üretim planını desteklemek için doğru miktarda ve zamanda üretim veya satın almayı sağlayan bir envanter kontrol sistemidir.

MRP şu nedenlerden dolayı etkin bir envanter yöntemidir:

Envanter yatırımları minimum düzeyde tutulur.

MRP sistemi değişmelere duyarlıdır.

Sistem, envanter birimleri bazında geleceğe dönük bir bakış açısı oluşturur.

Sipariş miktarları ihtiyaçlara göre tespit edilir.

Sistem, ihtiyaçların zamanlaması ve tam olarak karşılanması konularına özen gösterir.

Tanımlardan da anlaşılacağı gibi son ürün ihtiyacı parçalar, alt montajlar ve hammaddeler için ihtiyaçların belirlenmesini sağlamaktadır. Bunun nedeni taleplerin son ürün talebinde bağımlı olmasıdır.

MRP, envanter seviyelerini kontrol altında tutarak, üretim planının, üretimle ilgili ihtiyaçlarının karşılanmasında kullanılan bir çizelgeleme tekniğidir. Ana üretim planlaması ile hangi üründen ve zamanda ve ne kadar üretileceği belirlenir. İstenilen bu koşullarda üretim yapılabilmesi için gerekli olan malzeme tedariki MRP sayesinde sağlanabilir.

MRP, istenilen son ürünün oluşturulması için kullanılan bağımlı talebe sahip ait parça ve malzemeleri ürün ağacından yararlanarak belirler ve tedarik süreleri ile ihtiyaç duyulacağı zamanı da göz önünde bulundurarak sipariş verir. Bu şekilde çalışarak özellikle stokta tutma maliyetiyle birlikte sipariş verme ve parçaların zamanından önce alınmasından doğan fırsat maliyetini minimum yapar.

MRP, bağımlı talep envanterlerini ve siparişi dikkate alan, bilgisayar tabanlı bir bilgi sistemidir. MRP bir teknik olduğu kadar bir felsefe, bir çizelgeleme yaklaşımı olduğu kadar da bir stok kontrolü yaklaşımıdır.

3.3.MRP’ nin Varsayımları, Önkoşulları ve Karakteristikleri

MRP, ana üretim planını göz önünde tutarak, her bir parçadan ne zaman , ne kadar gerektiğine karar verip ekonomik parti büyüklükleri halinde sipariş verilmesini

sağlar, böylece stokları minimize eder. Yüksek maliyetler getiren bazı parçaların stokta tutumu bu şekilde önlenip, maliyetler düşürülür.

MRP sistemi bazı varsayımlar ile çalışır. Artık standart hale gelmiş MRP sisteminin temelini oluşturan ana varsayımlar ve gerekli ön koşullar şunlardır.

3.3.1 Varsayımlar

MRP sistemi, kontrolü altındaki tüm envanter birimlerinin temin sürelerinin bilindiğini varsayar.

MRP sistemi, kontrolü altındaki tüm envanter birimlerinin stoğa girip çıktığını varsayar.

MRP sistemi, brüt ihtiyaçların tespiti aşamasında, bir montaj için gerekli tüm alt parçaların, o montaj parçasının üretimi için iş emri verildiği anda hazır olduğunu varsayar. Yani ;

Her bir montaj parçası en az birkaç bileşen parçadan oluşur.

Birim montaj parçası için üretim zamanı yani;bileşen parçalarının bir araya getirerek montaj parçasının elde edilmesi için gerekli zaman oldukça kısadır.

Kesikli dağıtım ve bileşen parçalarının kullanımı:örneğin herhangi bir parçadan, üretim hattında 50 adet gerekiyorsa, MRP sistemi tam 50 adet parçanın üretim hattına sevk edileceğini ve bunların hepsinin tüketileceğini varsayar. Yapısı sürekli olan malzemeler (adet cinsinden ölçülemeyen saç levha, tel vb. malzemeler) bu varsayımın dışındadır.Bu durumda ,sistemin bu tür envanter birimlerine uygun olarak düzeltilmesi gerekir.

Bir diğer varsayım da süreç bağımsızlığıdır. Süreç bağımsızlığı şu şekilde açıklanabilir: herhangi bir envanter biriminin imalatı için verilen iş emri tamamen kendi başına başlatılıp, bir diğer iş emrinin tamamlanmasını beklemeden bitirilir.Bu durumda aşağıda belirtilen ilişkiler standart MRP sistemi için söz konusu olamaz:

i)”parça çiftleşmesi” olarak bilinen ilişkiler.Örneğin 30 no’ lu operasyondaki A parçası ,50 no’ lu operasyondaki B parçası ortak bir yüzey işlemi için bir araya gelmelidir.

ii)”tezgah hazırlama bağımsızlığı ” olarak bilinen ilişkiler.Örneğin Y parçası için tezgah hazırlama iş emri, sadece X parçası için önce tezgah hazırlandığında başlatılabilir. Daha çok süreç tipi sistemler için söz konusu olan bu tip ilişkiler, standart MRP sisteminde kullanılmaz. Ancak standart sistemde gerekli düzeltmeler yapılarak, MRP yaklaşımının, süreç tipi üretim ortamında kullanılması sağlanır.

3.3.2 Önkoşullar

Ana üretim planı

MRP sisteminin işleyebilmesi, kuruluş içinde bir ana üretim planının bulunmasına bağlıdır.Ana plan, son ürünlerin ne kadar ve ne zaman üretilmeleri gerektiğini belirler.

MRP sistemi, ana üretim planının “malzeme listesi” cinsinden (parça numaraları cinsinden) ifade edilebileceğini kabul eder.Bu sistemin anlayabildiği tek lisan “parça numaraları”dır. Parça numaraları, malzeme,parça, yarı montaj ve son ürünleri tek tek tanımlayan envanter birimleri numaralarıdır.

Her envanter birimi, bir kodla (parça numarası) tanımlanmalıdır. Bu kodlama sistemi kolay anlaşılıp kullanılabilen ve karışıklığa yol açmadan birimleri tanımlayabilen bir yapıya sahip olmalıdır.

Malzeme Listesi – Ürün Ağacı Bilgileri

Malzeme listesi, sadece son ürünü üretebilmek için gerekli tüm malzemelerin bir dökümü olmayıp, ürünün yapılma aşamaları ile üretim yöntemleri gibi bilgileri de içerir.

Envanter Kayıtları (Envanter Durumu Bilgileri)

Envanter kayıtları, sistemin kontrolü altındaki tüm birimlerin envanter durumları hakkındaki veriler içerir.

Ürün ağaçları bilgileri ile envanter durumu bilgileri kütüklerindeki verilerin doğru, tam, güncel ve bütünlük içinde olmaları ihtiyacı: Hiç şüphesiz ki MRP sisteminin çıktıları, kullanılan verilerin doğruluğu derecesinde doğru olacaktır.

Klasik stok kontrol yöntemleri kullanılan işletmelerde genellikle bu iki veri kütüğü oldukça zayıf yapıdadırlar. Sipariş noktası yönteminde ürün ağacı ve malzeme listeleri bilgilerine ihtiyaç duyulmaz.

3.3.3 Karakteristikler

Ürün Yapısına Bağlılık

Malzeme İhtiyaç Planlaması sistemi kontrolü altındaki her bir birime duyulan ihtiyacı belirlerken ürün ağacını, diğer bir değişle ürün ağacında belirlenmiş olan ilişkilerini kullanır. Ürün ağacında son ürünün üretimi veya montajı için gerekli olan bileşen ve montaj parçaların ihtiyaçlarının belirlenmesini sağlar.

Geleceğe Yönelik Olmak

Malzeme İhtiyaç Planlaması sistemi sadece geçmiş dönemlere ait verilere dayanarak tahminlerde bulunup ihtiyaçları bu tahminlerden çıkarmaz, halihazırda bulunan Ana Üretim Planını kullanarak gelecek dönemlerdeki malzeme ihtiyacını belirler.

İhtiyaçları Zaman Periyodunda Göstermek

Malzeme İhtiyaç Planlaması sisteminde herhangi bir parçaya olan ihtiyaç, zaman boyutunda periyotlar itibariyle gereksinim duyulan miktar olarak belirlenir. Bu ihtiyaçları karşılayacak siparişlerin açılış tarihi ve miktarı ise temin süresi, sipariş parti büyüklüğü gibi bilgiler ışığında belirlenir.

Kontrollü Yapısı Sayesinde Öncelik Planlaması Yapmak

Malzeme İhtiyaç Planlaması herhangi bir parçaya olan ihtiyacı karşılamak üzere açılacak siparişin tarihini belirlerken açılması gereken diğer siparişleri göz önünde bulundurur. Ürün ağacı üzerinde çalıştığı için her bir parça ihtiyacını de belirlediği için söz konusu ihtiyaçlar arasında bir öncelik planlaması da yapmış olduğunu söyleyebiliriz.

3.4.MRP'nin Amaçları

Malzeme İhtiyaç Planlaması sisteminin diğer işletme fonksiyonları arasındaki yerini en genel olarak bir mamulü oluşturan yarı mamul veya parçaları ne zaman ve üretmeli yada sipariş vermeli sorusuna cevap arayan sistem olarak tanımlayabiliriz. Bu sorulara cevap arayan MRP, bir çok kısıt arasından minimum maliyeti bulmayı amaç edinmiş envanter kontrolü ve üretim yönetiminin bir parçası da olduğunu söyleyebiliriz.

MRP'nin brüt ihtiyaçları net ihtiyaçlara dönüştürdükten sonra söz konusu ihtiyaçları karşılamak üzere açılması gereken siparişlerin zamanlarını belirlediğini biliyoruz.

Sipariş parti büyüklüğünün belirlenmesinde ise direkt olarak net ihtiyaç miktarları veya parti büyüklüğünü hesaplamak için geliştirilmiş çeşitli yaklaşımlardan birisini kullanır.

Eğer MRP sürecinde kullanılan veri geçerli ve tutarlı ise bu çıktılar ile birleşecek çeşitli enstrümanlar sayesinde etkili bir envanter kontrolü ve üretim yönetimi sağlanacağı kesindir.

3.4.1 MRP' nin ana amacı

1. Müşteri hizmetlerini geliştirerek
2. Stok giderlerini azaltarak;

İşletmenin çalışma etkinliğini artırmaktır.

3.5.MRP Sisteminin Sağladığı Yararlar

3.5.1 Stok düzeylerinde azalmalar

MRP'den özellikle hammadde, parça ve yarı mamül stokları etkilenecektir. Kullanıcılar yarı mamül stoklarının %30 ve %50 arasında azaldığını belirtmektedirler.

3.5.2 Müşteriye verilen hizmetin iyileşmesi

MRP sonrasında sipariş teslimlerindeki gecikmelerin % 90 azaldığı gözlenmiştir.

3.5.3 Verimlilik artışı

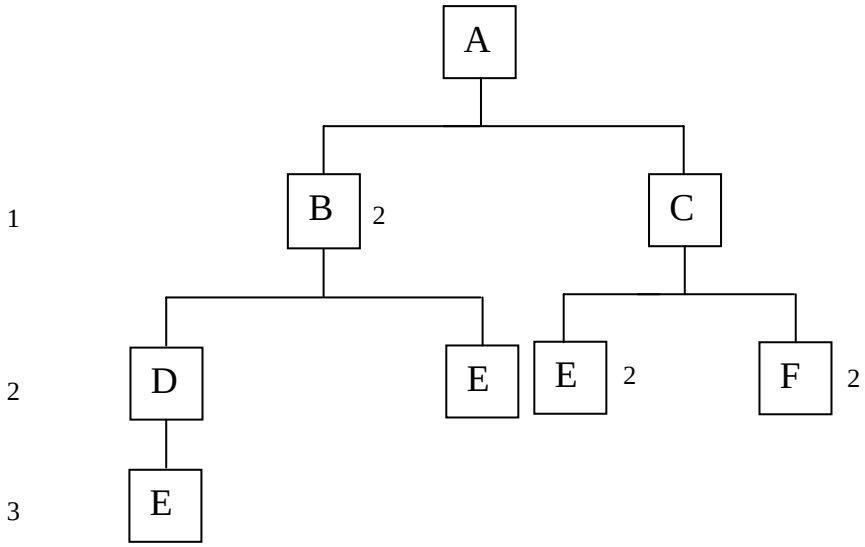
MRP yoluyla verimliliğin % 5 ile % 30 oranında arttığı belirtilmektedir.

3.5.4 Talep ve ana üretim programındaki değişmelere hızlı bir şekilde uyum

Tezgah hazırlık ve ürün değişim maliyetlerinde azalma, tezgahlardan daha iyi yararlanma, satışların artışı ve satış fiyatının düşmesi, vb. hususlar da MRP uygulayıcıları tarafından sağlanan katkılar arasında sayılmaktadır.

3.6.Ürün Ağaçları Dosyası

Ürün ağacı, bitmiş bir ürün için gerekli montaj, alt montaj, parça ve hammadde listesini içerir. Her bitmiş ürünün (imal edilen parçanın) bir ürün ağacı vardır. Ürün ağacı listesi hiyerarşik bir listedir. Montajın bir sonraki aşamasındaki parçayı tamamlamak için kullanılacak parçaların miktarını gösterir. Aşağıdaki ürün yapısı ağıcı, ürün ağacı(bill of material) ve parçalar arasındaki baba-oğul ilişkisinin anlaşılmasıyla yararlı olacaktır.



Şekil 3.1 :Malzeme ürün ağacı(BOM)

Yukarıda görünen ürün yapısı ağacı bilgileri ışığı altında 200 birim X bitmiş ürününün yapılmasında,

a) Bir birim A için kaç alt parça ?

Parça		Miktar
B	A için 2 adet B	= 2
D	B için 3 adet D*A için 2 adet B	= 6
E	D için 4 adet E*B için 3 adet D*A için 2 adet B	=24
E	B için 1 adet E*A için 2 adet B	= 2
C	A için 1 adet C	= 1
E	C için 2 adet E*A için 1 adet C	= 2
F	C için 2 adet F*A için 1 adet C	= 2

Tablo 3.1.Ürün Ağacı ihtiyaç tablosu

b) 200 birim A için kaç alt parça ?

200 A'in yapımında, 200(2) = 400 B, 200(6) = 1200 D,200(1) = 200 C, 200(28) = 5600 E yapılmalıdır.

3.6.1 Stok Durum Dosyası

Stok durum dosyası stokta bulunan her bir malzemenin tam olarak kaydedildiği bilgisayara uyarlanmış bir dosyadır. Her bir malzemenin sadece bir malzeme kodu vardır, üretimde kaç aşamada kullanıldığı veya kaç üründe kullanıldığı önemli değildir. Bir malzeme kaydı düşük aşama kodu (low-level-code), mevcut stok, sipariş edilmiş malzemeler ve mamul için müşteri siparişlerini içerir. Bu kayıtlar, fatura, ödemeler, ıskarta malzemeler, planlanan siparişler ve ertelenen siparişler gibi stok işlemleri tarafından güncellenmesi için korunur.

Dosyanın bir başka kısmı MRP sistemi tarafından kullanılan planlama faktörlerini içerir. Bu faktörler parti büyüklükleri, tedarik süreleri, güvenlik stok seviyeleri ve ıskarta oranları gibi bilgileri içerir. Bazı parçalar, yarı mamuller, montajı tamamlanmış parçalar(nihai ürün) müşteriye yedek parça olarak verilir.Bu malzemeler MPS'in bir parçası olmayabilir çünkü bunlar direkt tedarikçiden alınmaktadır ve müşterinin talebi için direkt stoklara konulur. Başka bir değişle bunlar üretilmezler ve bu nedenle MPS içerisinde bulunmazlar. Bu yüzden bu malzemeler için siparişler veya sipariş tahminleri direkt stok durum dosyasına verilmektedir ve direkt olarak MRP sisteminin bir parçası olmaktadır.

Stok durum dosyası sadece MRP sistemine stokta bulunan her bir malzeme için tam bir durum kaydı sağlamaz fakat aynı zamanda MRP bilgisayar programında, siparişlerin sevkıyat zamanı, her bir malzemeden sipariş edilecek miktarlar ve siparişlerin ne zaman işleme konacağını tasarlamak için planlama faktörleri kullanır.

3.6.2 Parça Numaralandırma

MRP sisteminin çalışması için her parçanın tek bir tanımlaması olması gerekir.Bu tanımlama parçayı diğerlerinden ayırmamızı sağlar.İşte bu tek tanımlamaya parça numarası veya kalem numarası denir.Parça numarasının tek olması sadece belirli bir parçayı tanımlaması çok önemlidir.Mühendislikte "uyum,biçim ve işlevde farklılık"

olarak tanımlanan ve parçaları birbirinden ayırmamıza yarayan özellikler bu farklı numaralandırmanın temelini oluşturur.

Parça numarası değişik yollarla belirlenir.Rassal,açıklayıcı ve yarı açıklayıcı en sık kullanılan tipleridir.Rassal parça numarası sadece tanıtıcıdır ; açıklayıcı bilgi İçermez. Diğer taraftan açıklayıcı parça numarası ise parça hakkında belli bilgiler içerir.Bu kolayca numaralandırmanın yararı,numarasına bakılarak parçanın kolayca tanınabilmesidir.Buna karşın dezavantajı ise parçanın fiziksel karakteristiğinde ufak bir değişiklik söz konusu olduğu zaman yeni parça numarasını tanımlaması zorunluluğudur.

3.7.Ürün Ağacı Çeşitleri

Ürün ağaçları farklı departmanlar tarafından kullanılmakta ve farklı ihtiyaçlara cevap vermektedir. Genellikle üç tip ürün ağacı kullanılmaktadır. Fakat farklı ihtiyaçlar çerçevesinde çok farklı ürün ağacı türleri ortaya çıkmıştır. Bunlar :

1. Mühendislik ürün ağaçları

2. Üretim ürün ağaçları

3. Varyant ürün ağaçları

4. Modüler ürün ağaçları

5. Konfigüratörler

6. Hayalet ürün ağaçları

7. Planlama ürün ağaçları

8. İşçilik ağaçları

Mühendislik Ürün Ağaçları

Ürün ağaçları üzerinde yapılan tasarım değişikliklerini gösterir. Böylece revizyon halinde değişen ürünlerin takibi kolaylaşır. Ayrıca bir ürün ağacından diğerine geçişte hangi parçanın hangi parçayı ikame ettiği görülerek üretim sırasında oluşacak karmaşalar engellenebilir.

Üretim Ürün Ağaçları

Üretim birimlerinin takip ettiği, ürünün üretilme hattındaki biçimini belirten ürün ağacıdır. Üretim birimindeki ürünün o an için geçerli olan detayları üretim ürün ağaçları ile görülür. Bu ağaçlar mühendislik ürün ağaçlarının hayta geçirilmiş halidir. Önceden teklif edilen değişikliklerin uygulaması, yürürlüğe girmesiyle beraber üretim ürün ağaçları yayınlanır. Burada değişiklik gören parçaların yanı sıra, bu parçaların ne zaman değişiklik gördüğü, eski parçaların hangi tarihler arasında kullanımda olduğu gibi bilgiler elde edilebilir.

Varyant Ürün Ağacı

Ürün üzerindeki çeşitlilikleri gösterirler. Standart kalan parçalar dışında ürün üzerinde çeşitlilik yaratan parçalar bir birilerinin alternatifleri şeklinde ürün ağacında listelenir. Böylece Ürün üzerindeki tüm varyasyonlar tek bir şekil üzerinde görülebilir.

Modüler Ürün Ağaçları

Varyant ürün ağacının gerektiği durumlarda, farklı modellerin talep tahminlerinin hesaplanmasında kullanılan bir araçtır. Her bir ürünün farklı modellerinin talep oranları bulunur, daha sonra her bir model için ayrı ayrı talep tahmini yerine ürünün tümü için tahmin yapılarak, daha sonra toplam talep verilen oranlarla çarpılarak her bir modelin talebi ortaya çıkar.

Konfigüratör

Varyant ürün ağaçlarının bir adım ileriye götürülmüş şeklidir. Tüm parçalar ürün ağacında aynı seviyede gösterilir. Bunların altındaki seviyede de her parçanın opsiyonları teker teker gözükmektedir. Konfigüratörlerde üç önemli parça özelliği vardır. Yani bir parça veya parça gurubunun seçilmesi diğer parça veya gurupları etkileyerek üç durum ortaya çıkartır. Bu durumlar:

- İçerilmiş
- Hariç tutulmuş
- Zorunlu şeklindedir.

Hayalet Ürün Ağaçları

Bazı ürün ağaçları bir anda pek çok işe yarayan ağaçlardır ve bunlardan biride hayalet ürün ağacıdır.(Phantom Bill of material) Bu aynı zamanda hiç stoklanma eğilimi bulunmayan parçalar için kullanıldığından geçici (transient) adını da alır.

Daha açarsak, biz bu geçici ara montaj için planlanmış emirler vermeyi istemeyiz ve onu hayalet olarak tanımlar, ön zamanını sıfır, parti büyüklüğünü (lot for lot) duyulan ihtiyaç kadar kesikli belirleriz.

Daha açık biçimde tanımlamaya çalışırsak hayalet ürün ağaçları üretimin akışı sırasında oluşan bazı ürün değişiklileri, ara montajları göstermek için kullanılır. Hayalet ürün ağaçları kendi ağaçlarımızın çok fazla karmaşıklaşmasını engellerler.

Planlama Ürün Ağaçları

Toplu üretim planlamalarının oluşturulmasına yardımcı olurlar. Fabrikanın ürettiği tüm ürünlerde kullanılan parçaların tek bir seviyede gösterilmesiyle oluşur. Böylece tek bir kademede fabrikanın dışarıdan satın aldığı parçalar görülebilir. Bir diğer ismi de süper ürün ağacı (Super Bill of Material)dır.

İşçilik Ağaçları

Genelde kritik iş merkezlerini gösterir ve ortalama standardı göstermek için kullanılır. Tahminlerimiz bu standart oranlarına çarparak atölyemizin yükünü belirleyebiliriz. Yine benzer şekilde gerekli alan, elektrik, tedarikçi ihtiyaçları gibi kaynakları ölçmek isteyebiliriz. Bunun için kaynak ağaçları olarak bilinen ve üretim hattımızın kapasite yükünü karşılaştırabilmemizi sağlayan ağaçlar kullanırız.

3.8.Temin Süresi

Temin süresi siparişin verildiği zamanla, siparişin teslim edildiği zaman arasında kalan süredir. Üretim yoluyla temin edilecek parçalar için;

Temin süresi=Gerçek üretim zamanı+Tahmini bekleme zamanı+Emniyet payı

Olarak belirlenmektedir. Satın alınacak parçalar için ise geçmiş bilgilere göre tahmin edilir.Bu sürelerin sağlıklı tanımlanması MRP sisteminin etkinliğine tesir eden en önemli faktörlerden biridir. Gerçekçi olarak tahmin edilen bir temin süresi bekleme payını azaltır. Böylece üretim içindeki beklemelerin,program aksamalarını ve bu sebeple meydana gelen maliyetlerin önüne geçilmiş olur. Ayrıca iyi belirlenmiş bir temin süresi emniyet stoğu paylarının da düşük tutulmasını sağlar ki bu da sermayenin etkin kullanımı demektir.

3.9.Emniyet Stoğu

Teorik olarak MRP sisteminin çalışma felsefesi, ihtiyaç kadar sipariş vermeye dayanır. Bu nedenle malzeme ve parça ihtiyacı üretim programına bağlı olarak ve kesin değerler olarak hesaplanır. Ancak bu yaklaşım uygulamada bazı zorluklar çıkarabilir. Çünkü bitmiş ürün ve yedek parça talebi belirsizdir. Bu durum,talebi belirli bir güvenle karşılayabilmek için, üretim programına emniyet paylarının eklenmesini gerektirir.

Emniyet stoğunun bu şekilde ürün kademesinde hesaba katılması otomatik olarak alt kademelere de yansıyacaktır. Başka bir deyişle parça ve malzeme seviyesinde gerekli olan emniyet MPS değiştirilerek sağlanabilir.

Öte yandan, eğer bir hammaddenin ikmalinde zaman zaman istenen miktarda temin edememe durumları gözleniyorsa bu elemanın siparişleri emniyetli tutulabilir. Aynı şekilde temin zamanındaki belirsizliklerde emniyet stokları ile dengelenebilir.

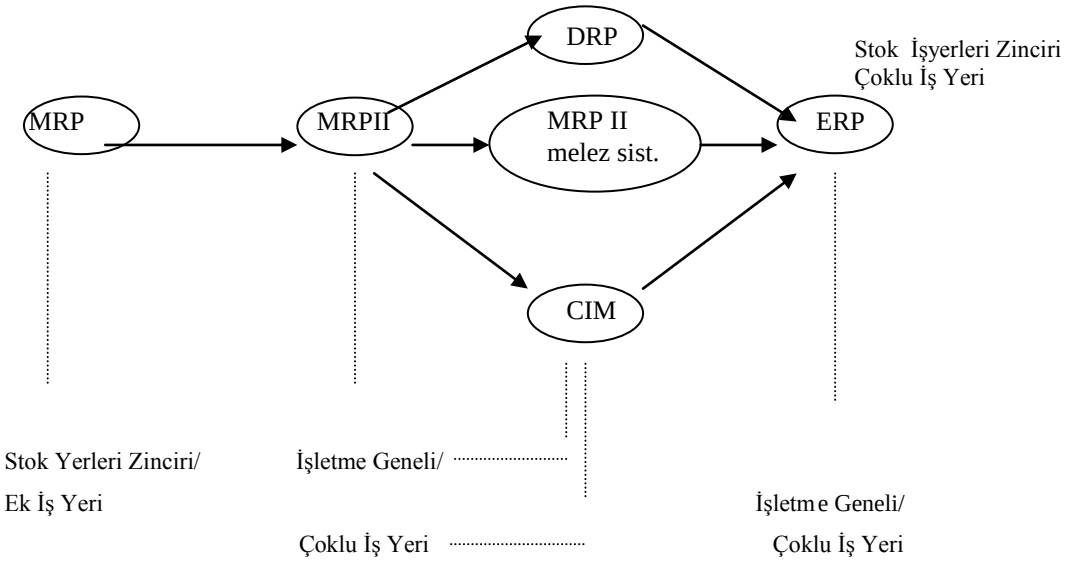
3.10. Uygulama Yazılımlarının Gelişimi ve Yönelimi

Uygulama yazılımları günümüzde kurumların bilgiye erişmek ve yararlanmak için gerekli gördükleri bir omurga / altyapı olmaktan çıkmış, çoğu yerde giderek artan oranlarda şirketlerin rekabet güçlerine katkıca bulunur hale gelmiştir. Bu yazılımların kullanım şekilleri ve sağladıkları yararlar düşünüldüğünde tarihsel gelişmeleri üç döneme ayırabilir:

1970 öncesi : Bu tarihlerde daha çok şirketlerin kendi bünyelerinde geliştirdikleri kısıtlı amaçlı , daha çok veri yoğun işlemlerin otomasyona geçirilmesini sağlayan yazılımları görmekteyiz.

1970-1995 dönemi : Bu dönem uygulama yazılımlarının adeta kabuk değiştirdiği bir dönemdir. Mainframelerden client / server ortamlara kadar uzanan bu dönemde ilk olarak tamamen üretime yönelik MRP paketleri ortaya çıkmış, bunu “Closed Loop MRP ” MRP II yazılımları ve kullanım alanlarının ve dolayısıyla işlemselliğin genişletilmesiyle şekillenen ERP yazılımları takip etmiştir.

1995-2001: İçinde bulunduğumuz bu dönemi belirleyen etkenler uygulama yazılımlarının etki alanlarının tedarik zincirinin tamamına yayılması, buna bağlı olarak hitap alanlarının genişlemesi ve Internet / Intranet teknolojilerinin bugün sağlanabilmesi için en uygun ortamlar olarak ortaya çıkmasıdır. ERP yazılımlarının diğer 3. Parti yazılımlarla giderek daha kolay çalışır hale geldiği bu döneme şu anda damgasını vuran yaklaşım, kendi alanlarında uzman yazılımların bir araya getirilip tek bir ürün haline getirilmesiyle oluşturulan ve " Architectet Best In Class" kavramıyla ifade edilen çözüm portföyleridir.



Şekil 3.2. MRP sistemlerinin geliştirilmiş yapısı

4. ÖRNEK UYGULAMA MRP UZMANI

Uygulamanın geliştirilme amacı : MRP sistemlerinde kullanılan ürün ağacı modelini baz alarak sistem fiyat,hız ve kalite açısından uzman sistem davranışı gösterecek şekilde tasarlanması.

4.1.Uygulamanın geliştirildiği platform;

Verilerin tutulduğu, yeni verilerin eklendiği ve güncellendiği ilişkisel bir veri tabanı:

- Uygulama çok büyük verileri içerdiği ve bu veriler üzerinde yüklü uygulamalar çalıştırabileceği düşünüldüğü için MS SQL Server veritabanı kullanılmıştır.
- Uygulamanın sunumu esnasında MS Access 97 veri tabanı kullanılmıştır. Programın çok kullanıcılı ortamda çalıştırılabilmesi için MS Access 97 veritabanı yerine 'İlişkisel
- 'Veritabanı Yönetim Sistemi' olarak adlandırılan bir veritabanı sunucusu kullanılması önerilir.
- Veri tabanı üzerinde yapılan kayıt ekleme, güncelleme, silme ve sorgulama işlemleri temel 'SQL' komut cümleleri ile yapılmıştır.

Bu uygulama MS Visual Basic 6.0 uygulama dilinde geliştirilmiştir. Bu dilin seçilmesindeki temel nedenler ;

- 'Hızlı uygulama geliştirme aracı' olması ve gerekli olan temel bir çok fonksiyonu içermesidir.
- Kullanıcı arayüzünün etkin ve hızlı bir şekilde oluşturulabilmesi.
- Nesneye yönelik uygulamalar geliştirilebilmesi. Oluşturulan nesneler farklı platformlara taşınarak uygulamanın esnekliği ve taşınabilirliği sağlanmıştır.
- Ayrıca yüksek seviyeli bir dil olmasından dolayı kural tabanının kurulması ve bu tabandan bilgi tabanı elde edilmesi daha hızlı olarak tasarlanabilmektedir.

- Dezavantaj olarak, sadece MS Windows98/NT/2000/XP tabanlı bilgisayarlarda çalışıyor olması söylenebilir. Fakat temel algoritme başka platformlara kolayca taşınabilir.

Uygulama dili ile veritabanı sistemi arasındaki iletişim MS Activex Data Objects olarak adlandırılan ADO teknolojisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. ADO teknolojisi sayesinde ilişkisel veritabanları sistemlerine ulaşılabildiği gibi bir çok metin tabanlı sistemlere de ulaşılabilmektedir.

Ayrıca uygulamada 3.kuşak araçlar olarak VideoSoft FlexGrid ve Sheridan Splitter nesneleri kullanılmıştır.

4.2.MRP Uzmanı'nın Tasarlanma Amacı

Bir ürün ağacına bağlı olarak üretim yapan sektörlerde eğer ürettiğiniz mamul standart parçalardan oluşuyor ise, tasarladığınız ağaç üzerinde işlemlerinizi rahatlıkla yürütebilirsiz. Böyle bir sistem için ürün ağacından bir uzman davranışı göstermesi beklenemez. Fakat üretim yaptığınız sektörde tanımlı olan ürün ağaçları bazen karmaşık bir yapıda olabilir. Bir mamul için her zaman standart bir ürün ağacı oluşturamıyor olabilirsiniz. Mamul için kullandığınız her farklı malzeme için farklı bir ağaç tasarlayacaksınız veya her üretim esnasında ürün ağacını değiştireceksiniz. Yapılacak bu işlem bazen çok fazla zaman alıcı olabilir. Ayrıca beklentileriniz bu alanda uzmanlaşmış bir veya birden fazla uzmanın yoğun çalışmasını gerektirebilir.

MRP Uzmanı özellikle bir malzemenin yerine bir veya daha fazla malzemenin kullanılabileceği teknik olarak eşdeğer diğer özellikleri (fiyat gibi) farklı olabilen ve istenen niteliklere göre farklı şekilde oluşturulabilecek ürün ağaçları için tasarlanmıştır.

MRP Uzmanı bu tür özelliklere sahip ürün ağaçlarında istenen bir fiyatta olabilecek en iyi ağacı oluşturmaya çalışır. Bu işlem düğüm sayısı az olan bir ürün ağacı için karmaşık bir işlem olarak düşünülmeyebilir. Çünkü burada ortaya çıkabilecek mümkün ağaç kombinasyonu sınırlı sayıdadır. Ama çok seviyeli ve yüzlerce düğümü olan bir ağaç için ortaya çıkabilecek kombinasyon sayısı çok fazla olabilir. Böyle bir yapıda belirtilen nitelikte bir ağaç oluşturulması için bir insan uzmanının çok uzun

bir zaman harcaması gerekebilir. MRP Uzmanı bu işlemi etkili ve hızlı bir şekilde çözümlemek için tasarlanmıştır.

MRP Uzmanı ürün ağacını fiyat olarak en ideal haliyle bulur. Fakat kendi yapısı bir veya birden fazla parametre ile çalışılabilecek bir yapıdadır. Uzmanın temel çalışma prensibi değiştirilmeden ek kurallar ve gerçeklerin tanımlanmasıyla başka bir beklentiyi karşılayacak bir yapıyada dönüştürülebilir.

4.3.MRP Uzmanı'nda Stok Tanımı

MRP Uzmanı'nda ister mamul olsun ister yarımamul isterse hammadde olsun her malzeme 'StokKarti' olarak isimlendirilen bir tabloda tanımlanırlar. Bu tabloda malzemelerin temel özellikleri tanımlıdır. Her malzemenin bir stokkodu bulunur ver malzemenin sadece bir kaydı bulunur. Yani bu tablo yapısında malzemeler stokkodu bazında tekil bir yapı teşkil ederler. Malzemelerin cinsi özelliği malzemenin nasıl bir malzeme olduğunu gösterir. 'Birim Fiyatı' alanında hammaddelerin bir birimi için gerekli bedeli tutulur. Bu bedel değişkendir ve birim fiyat bilgisi değiştiğinde malzeme tanımındaki bu fiyat bilgiside güncellenir.

Basit bir stokkartı tablosunun yapısı aşağıda verilmiştir.

StokKodu	StokAdi	Birim	Cinsi	BirimFiyati
AA	MAMUL1	Adet	Mamul	120
A1	YARIMAMUL	Adet	Yarımamul	30
H1	Hammadde1	Kg	Hammadde	50

Tablo 4.1. MRP Uzmanında tanımlı stokkartı tablosu

4.4.MRP Uzmanı'ında Eşdeğer Malzeme Yapısı Tanımı

MRP Uzmanı'nda her bir malzemenin bir eşdeğeri bulunabilir. Eşdeğer malzeme, aynı ürün ağacında farklı kriterlere sahip ama birbiri yerine kullanılabilen aynı özellikteki malzemelerdir. Eşdeğer malzemeler fiyat, kalite, tedarik ve üretim süreleri açısından birbirinden ayrı fakat kullanım olarak aynı özellikte olabilirler. Bir eşdeğer malzeme eşdeğeri olduğu malzemenin belirli katsayilarda nicel olarak eşitleride olabilir. Örnek olarak; 256 MB 'lık bir bellek kartı yerine 128x2 MB'lık iki

ayrı bellek kartı kullanılabilir. Eşdeğer malzeme listesini gösteren tablonun basit bir yapısı aşağıdaki gibidir;

AnaStokKodu	StokKodu	EsKatsayi
A11	A11ES1	1
A11	A11ES2	2
A11	A11ES3	1

Tablo 4.2. Eşdeğer malzeme tanımı tablosu

Bu tablodanda anlaşıldığı gibi, A11 yarımamulu yerine A11ES1, A11ES2 veya A11ES3 yarımamullerini EsKatsayi alanından belirtilen miktarlarda kullanılabilir.

MRP Uzmanı bu eşdeğer malzeme listesini kullanarak ilgili düğümde bulunan malzemeye gelen bilgi doğrultusunda karar vermek için kullanır. Standart ürün ağacında tanımlı olan bir malzeme yerinde sistemin kendisinden beklenileni en sağlıklı şekilde verebilmesi için bu tablo üzerinde çeşitli karşılaştırmalar yapar.

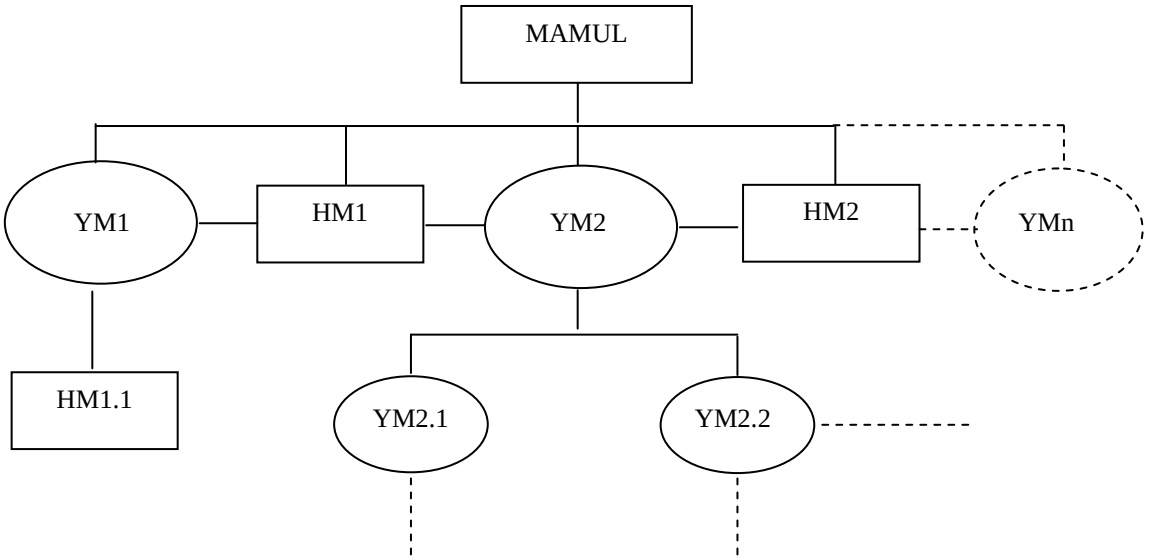
4.5.MRP Uzmanı'nda Ürün Ağacı Yapısı

MRP Uzmanı, üretimdeki tüm malzemeleri bir ağaç yapısında değerlendirir. Ağaç yapısındaki her bir malzeme bir düğüm olarak düşünülebilir. Her düğüm için üst seviyeden alt seviyeye ve aynı seviyede eleman sınırlaması yoktur. Uygulama teorik olarak sonsuz sayıda düğüm için veya düğümler için belirlenen dizilerin programsal sınırlamaları kadar düşünülebilir.

Ürün ağacındaki her bir düğüm kendisine bağlı üstündeki,altındaki,sağındaki ve solundaki düğümlerle etkileşim halindedir. Bu düğümlerden bilgi alabilir veya bu düğümlere bilgi gönderebilir. Düğümlerde belirtilen malzemeler bir mamul veya yarımamulü temsil ettiği gibi bir hammaddeyi de temsil edebilir.

Ürün ağacındaki her bir düğüm kendisinin bağlı olduğu bir üst düğümden bazı bilgiler alabilir ve aldığı bilgiler doğrultusunda gerek kendisi ve gerekse kendi altındaki(var ise) tüm düğümler için gelen bilgiyi uygular ve sonuç bilgisini kendisine bilgiyi gönderen düğüme gönderir. Aynı işlemi bağlı olduğu yanındaki bir düğümdende alabilir.

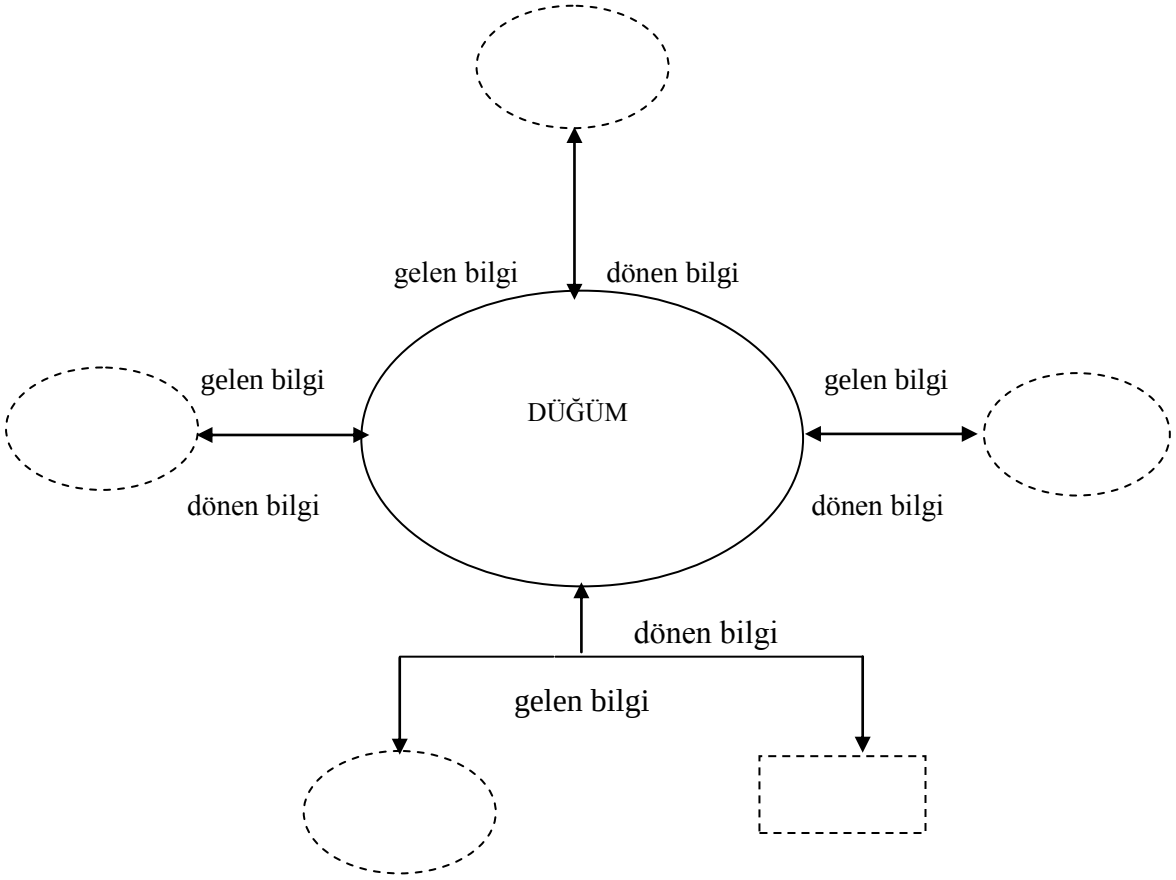
MRP Uzmanı'nın kullandığı ağaç yapısı basit bir şekilde aşağıdaki gibi gösterilebilir:



YM - > Yarımamul HM - > Hammadde

Şekil 4.1 MRP Uzmanı için tasarlanan ağaç yapısının basit ve genel hali.

Bu ağaçtaki bir düğümün etkileşimini gösteren yapı aşağıdaki şekilde gösterilebilir;



Şekil 4.2 Ürün ağacındaki bir düğümün çevre düğümlerle olan ilişkisi

MRP Uzmanının çalışmasında bir düğüme kalite, ucuzluk ve üretim veya tedarik sürelerine göre karşılaştırma yapmasını isteyen bir bilgi gelebilir. Bu bilgilerin geliş sırasıda karar verme aşamasında önemlidir. Örneğin düğüme gelen bilgi sırasıyla kalite, fiyat ve üretim süresi bilgisi olduğunda bu sıralamayı aynı şekilde alt düğümlerine uygulaması gerekmektedir. Bu sıralama aynı zamanda dönecek olan bilgininde karakteristiğini bildirir. Dönen her bilgi burada değerlendirilerek bir üst düğüme bilgilendirme bilgisi olarak geri döner.

Burada düğümle tanımlanan bir malzeme hammadde veya yarımamul olabilir. Hammadde veya yarımamul olmasına bağlı olarak farklı özellikler taşıyabilir. Örneğin bir hammadde herzaman tedarik edilmesi gereken bir malzeme iken yarımamule ait bir üretim dalı bulunabilir. Yarımamul ise üretim sırasında alınması veya üretilmesi bilgileri tutulabilir. Alınması veya üretilmesi bilgisi kendi üzerinde sabitleneceği gibi ilişkide olduğu bir düğümdende bu direktif alınabilir.

MRP Uzmanı bu ürün ağacı yapısını veri tabanında basit bir ilişkisel tabloda tutar. Bu tabloda bilgiler ana-çocuk ilişkisini gösterecek şekilde tutulur.

Bu tablo yapısının şekli aşağıdaki gibidir:

AnaStokKodu	StokKodu	Katsayi
MM	YM1	2
MM	YM2	5
MM	YM3	6
MM	HM1	12
MM	HM2	50
MM	HM3	4
YM1	YM11	8
YM1	HM11	15
YM1	HM12	9.5
YM2	HM21	11.2
YM2	HM22	10
YM2	HM23	4
YM3	HM31	8

Tablo 4.3 Bir mamul için ana-çocuk ilişkisinin ilişkisel tabloda gösterilmesi.

Bu yapı, sistemin temel veri yapısını oluşturmaktadır. Ağacın herhangi bir düğümüne bir ilave yapmak veya düğümde herhangi bir değişiklik yapmak için, düğümde temsil edilen malzemenin tablodaki karşılığı ‘AnaStokKodu’ alanında bulunarak gerekli

düzenleme ve değiştirme işlemleri yapılabilir. MRP Uzmanı uygulamasında bu işlem kullanıcıya esnek bir şekilde sunulmaktadır. Eğer bu ağaç yapısı daha önceden tanımlanmış ise kullanıcı ağaç yapısı üzerinde ilgili düğümü seçip gerekli değişiklikleri kolaylıkla yapabilmektedir. Daha sonra yaptığı değişikliğin sisteme yansıyıp yansımadığını ise yine ağaç yapısı üzerindeki değişiklik ile kontrol edebilmektedir.

MRP Uzmanı bu temel ilişkisel yapıyı kullanarak çalışmaktadır. Örneğin bu ilişkisel yapının ekran üzerinde kullanıcıya bir ağaç yapısında gözükmesi için yinelemeli(recursive) bir algoritma kullanmaktadır. Bu ilişkisel yapıda, eğer bir malzeme 'AnaStokKodu' alanında bulunuyor ve 'StokKodu' ve 'Katsayi' ilişkisi en az bir kaydı içeriyorsa bu malzeye ait bir alt malzeme (alt düğüm) bulunuyor demektir. Önce bu incelenen düğüme ait tanımlı tüm alt malzemeler 'StokKodu' ve malzemelerin 'Katsayi' bilgisi alınıyor ve her ilişki için yine aynı tabloda başka kayıtlar olup olmadığına bakar. Eğer yine ilişkiyi devam ettiren kayıt var ise bu arama işlemi ilişkinin tamamlandığı son kayıda giderek oradan tekrar geriye doğru işlemine kaldığı yerden devam eder.

Örnek olarak; bu yinelemeli algoritmayı kullanarak bir mamulün üretilebilmesi için ne kadar hammadde ve ne kadar yarımamulün gerektiği bilgisi hesaplanabilir.

Bu ilişkisel yapıdan bir ağaç yapısının nasıl çıkarıldığı algoritmasını aşağıdaki şekilde temsil edebiliriz ;

```
void AgacOluştur(StokKodu)
{
   dim Dugum()
   dim i,j integer
   Dugum() = AltDugumleriAl(StokKodu)
   for i = 0 den DiziUzunlugu(Dugum())
       {
        dugumekle(StokKodu,Dugum(i)) /* Ağaca bir alt düğümün eklenmesi */
        if AltKaydıVarmi(StokKodu) = true
```

```
            AgacOluştur(Dugum(i))
   next i
end
Bool AltKaydiVarmi(StokKodu)
        if VarYok(AnaStokKodu = StokKodu)
                return true
        else
                return false
        end if
end AltKaydiVarmi
Array AltDugumleriAl(StokKodu)
  {
     return () (select stokkodu from UrunAgaci WHERE anastokkodu = stokkodu)
   }
End AltDugumleriAl
```

4.6.MRP Uzmanı Ağacında Bir Düğümün Yapısı

MRP Uzmanı ağacında her düğüm birbirine bağlı işlevlere sahip olabildiği gibi, tek başına bir takım özellikleride bulundurur. Bu özellikler o düğümün karakteristiğini belirler. MRP Uzmanı ilgili düğüme beklentisini iletirken düğüm bu beklentiyi karşılayıp karşılayamacağını kendisi için belirlenmiş özellikleri değerlendirerek karar verir. Bir düğüm eğer ağacın en üst seviyesinde bulunuyorsa genellikle bu bir mamulü temsil eder. Ama düğüm parçalı olarakta düşünülebildiği için bu düğüm bir yarımamulede karşılık gelebilir. Bir hammadde hiç bir zaman düğümün en üstünde bulunamaz.

Eğer ağaç üzerinde bir düğüme bağlı alt düğümler mevcut ise alt düğümde hiç bir zaman bir mamul bulunamaz. Bir düğüme bağlı diğer düğümler yarımamuller veya hammaddeden oluşabilir. Eğer bir düğüme bağlı bir yarımamul var ise düğüme ait bir

alt düğüm daha olacak demektir. Tüm düğümleri hammadde olan düğüm o seviyedeki son düğüm olarak belirtilebilir.

MRP Ağacında temel amaç hammaddelere ulaşıp gerekli bilgileri hammaddelerin bulunduğu düğümden almaktır. Değerlendirilecek tüm bilgiler hammadde olarak belirtilen düğümlerden elde edilir. Yarımamuller sadece bağlı oldukları hiyerarşide yapının nasıl teşkil edildiğini gösterir.

4.7.Bir Hammadde Düğümünün Özellikleri

MRP Uzmanı gerekli bilgiyi son olarak hammadde olarak tanımlanan düğümlerden elde edebilir. Bir hammadde düğümü ağacın ilk düğümü haricinde herhangi bir yerde bulunabilir. Bir hammadde düğümü ağacın farklı seviyelerinde birden fazla olarak ta bulunabilir. MRP Uzmanı bu hammaddenin bağlı bulunduğu düğüme ulaştığında bu hammaddeye belirli parametlerle gelir. Bu parametre ağacın en üst seviyesinden itibaren gelen değişken bir parametredir. Buradaki uzmanda gelen parametre bu hammaddenin istenilen aralıkta bir fiyatta olup olmadığının kontrolünü yapmaktadır. Bu hammadde düğümüne gelen parametre ile bu düğüm arasında bir karşılaştırma yapılır.

Her hammaddenin birden fazla eşleniği olabilir. Bunlara eşdeğer malzemeler denir. Her hammaddenin eşdeğeri sistemde ayrı bir tabloda tutulurlar. Eşdeğer malzemeler birbirleri yerine kullanılabilen teknik özellik olarak birbirleriyle eşdeğer fakat taşıdığı değerler olarak farklı özellikler gösterebilirler. Örnekte aynı işleve sahip eşdeğer malzemelerin fiyat olarak farklılıkları tutulmaktadır. Hammaddeyi temsil eden düğümde eşdeğer malzemelerin yalnızca bir tanesi tanımlıdır. Diğer malzemeler uzman sistemin beklentisi doğrultusunda tercih edilebilir veya edilmeyebilirler. Ana ağaç yapısının değişmediği kabul edilmiştir. Ana ağaç yapısından elde edilecek yeni bir ağaç bu eşdeğer malzemeleri içeriyor olabilir.

Eşdeğer malzemelerin tutulduğu basit bir tablo aşağıdaki gibidir;

AnaStokKodu	EsDegerStokKodu	CevrimKatsayi
HM1	HM1ES1	1
HM1	HM1ES2	1
HM2	HM2ES1	2
HM2	HM2ES2	1
HM2	HM2ES3	1
HM3	HM3ES1	2

Tablo 4.4 Eşdeğer hammaddelerin tutulduğu tablo yapısı

4.8.Kullanılan Arama ve Karşılaştırma Tekniği

Mevcut ağaç yapısının en üstünde mamulü temsil eden düğüm bulunur. Kullanıcı üretmek istediği mamulün karakteristiklerini uzmana bir dış parametre olarak verir.

Uzman bu düğümden başlayarak ileri zincilerme ve derinlik-öncelikli arama tekniklerini kullanarak her bir düğüme ulaşmaya çalışır. Ağacın her bir seviyesinde soldan sağa doğru arama ve karşılaştırma işlemine devam eder. Bir düğüm ile ilgili bir sonuca vardığı zaman bunu düğümün bulunduğu yatay seviyedeki değerle karşılaştırır. Bu karşılaştırma işleminde elde edilen değere ulaşılmış ise bir sonraki düğüme aynı kural ile devam eder. Eğer düğümden dönen değer beklenen değerden farklı ise bir sonraki düğüme uygulayacağı kuralı değiştirmeye çalışır. Kuralı değiştirmek için gerekli parametrede bir önceki düğümden gönderilmiştir.

Ağaç üzerinde önce yukarıdan aşağıda ve daha sonra soldan sağa doğru bir arama ve karşılaştırma tekniği uygular. Ağaç üzerinde bir seviyede elde edilen değerler bağlı olan bir üst düğüme gönderilir. Bu düğüm önceki değeri ile kendisine döndürülen değeri karşılaştırarak diğer düğümler üzerine uygulanacak kuralların belirlenmesini veya değiştirilmesini gerçekleştirir.

4.9.En Uygun Ağacı Bulma Yöntemi

Bu uygulama temel olarak şunu hedeflemektedir; Belirtilen mamul fiyatı için sistemin en iyi ürün ağacını üretmesini bekler. En iyi ürün ağacından kasdedilen ağaç, mümkün olan fiyatça uygunluk gösteren fakat belirtilen limiti aşmayan fiyatlara denk düşen en uygun ağaç yapısının oluşturulması.

Bu uygulamada bir mamul için tanımlanmış bir ürün ağacının var olduğunu kabul eder. Ayrıca her hammaddenin eşdeğeri olabileceğini ve hepsinin sistemde mevcut olduğunu kabul eder.

Bir mamul için tanımlanmış ağaç standart ağaç olarak kabul edilir. Bu standart ağaçta tanımlı her hammaddenin sabit bir fiyatı vardır ve bu fiyatlar toplanarak standart üretim maliyeti elde edilir. Standart maliyet oranları benim karar verme mekanizmama etkili olacaktır.

Bir mamul veya yarımamul için tanımlı olduğu ağacın altındaki hammaddelerin eşdeğerlerinin kontrolü yapılarak en ucuz maliyetli mamul veya yarımamul fiyatı elde edilebilir. Bir mamulün veya yarımamulün en ucuz maliyetinin elde edilmesindeki temel amaç; bu mamul veya yarımamul için sınırları belli eder. Sistemin karar verme mekanizması bu sınıra bağlı olarak çalışır.

Örnek uygulamanın çalışma prensibini bir örnek ağaç üzerinde açıklayalım :

Örnek ağacınımızda aşağıda sembolize edilmiş kodlarla belirtilen mamul, yarımamul ve hammaddelerin tanımlı olduğunu varsayalım.

MM - Nihali mamul

Örnek ürün ağacının en üstünde tanımlı olan mamul.

MM düğümüne birinci seviyeden bağlı yarımamul ve hammaddeler;

YM1 - Yarımamul 1, YM2 – Yarımamul 2, YM3 – Yarımamul3, HM1-Hammadde1, HM2 – Hammadde2

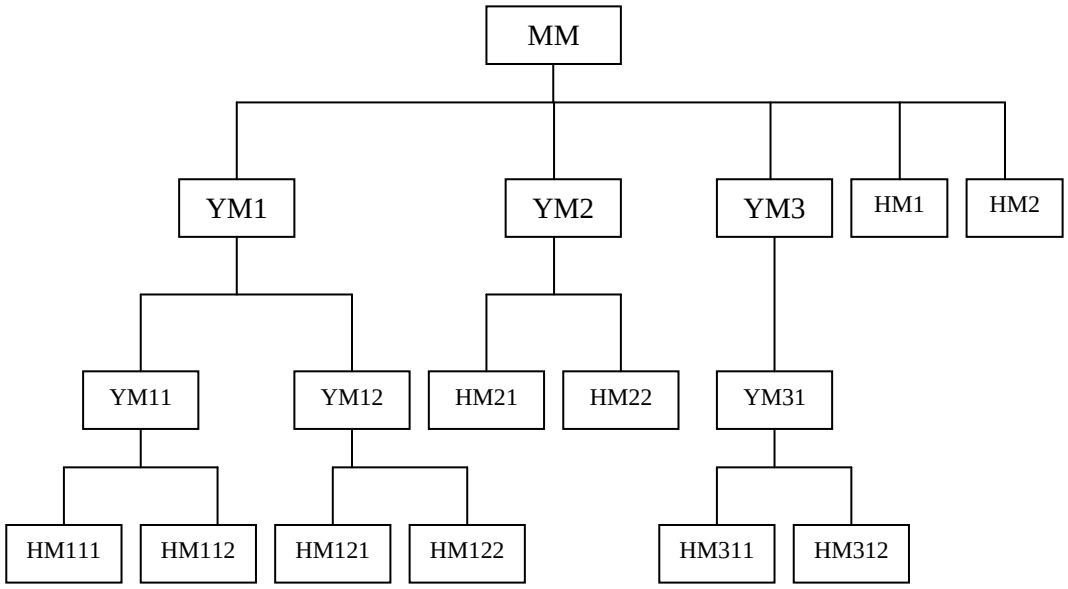
2.seviyede tanımlı olan malzemeler:

YM11 – YM1'e bağlı bir yarımamul, YM12-YM2'ye bağlı ikinci bir yarımamul, HM21 – YM2 'ye bağlı hammadde, HM22 – YM2'ye bağlı ikinci bir hammadde, YM31 – YM3'e bağlı yarımamul

3.seviyede tanımlı olan malzemeler:

HM111 – YM11'e direkt bağlı hammadde, HM112 – YM11'e direkt bağlı ikinci bir hammadde, HM311-YM3'e bağlı hammadde, HM312 – YM3'e bağlı ikinci bir hammadde.

Bu malzemelerin bir ağaç yapısı şeklinde gösterimide aşağıdaki gibidir;



Şekil 4.3 MRP Uzmanı için kullanılan ağaç yapısı

Bu ağaçta MM mamulünü oluşturan en alt seviyedeki hammaddelerin birim fiyatları sistem üzerinde kayıtlıdır. Kayıtlı olan bu fiyatlardan bağlı oldukları yarımamulün ve son olarak nihai mamulün fiyatı hesaplanabilir. Bu örnekte bağlı olan hammaddeler MM mamulü için standart ürün ağacını göstermektedir. Bu standart ağaçta tanımlı olan hammaddelerin sembolik birim fiyatları aşağıdaki gibi olsun.

Hammadde kodu	BirimFiyatı
H1	20
H2	10
H21	6
H22	4
H111	20
H112	10
H121	6
H122	4
H311	15
H312	5

Tablo 4.5 Hammadde fiyat(ağırlık) tablosu

MM nihai mamulünü oluşturan hammaddelerin 1'er adet kullanıldığı varsayımı ile MM mamulü için kullanılması gereken toplam hammadde tutarı;

H1 + H2 + H21 + H22 + H111 + H112 + H121 + H122 + H311 + H312 = 20+10+6+4+20+10+6+4+15+5 = 100 olarak hesaplanır.

MRP Uzmanı belirtilen bir hammadde veya yarımamul için gerekli olan hammaddelerin belirtilen katsayıları oranında hesabınıda yapabilmektedir. Gerekli hammaddelerin listesini ayrı bir ekranda kullanıcıya göstermektedir. Bu uygulamadaki ama gerekli olan hammadde miktarını incelemek olmadığı için buradaki gerekli olan hammade miktarı katsayısı 1 olarak alınmıştır. MRP Uzmanı belirtilen katsayı oranlarında hammaddeleri hesaplayarak buna göre bir fiyatta bulabilmektedir.

MM nihai mamulünü oluşturan hammaddelerin herbirinin birden fazla eşdeğer malzemesi olabilir. Eşdeğer malzeme teknik özellikler bakımından hemen hemen aynı fakat fiyat ve kalite gibi unsurlar bakımından birbirinden farklı olabilen hammaddeler olarak düşünülmüştür. Örneğin bir bilgisayar parçası olan bellek birim 256MB'lık bir tek kart olarak kullanılabilirken aynı özelliği sağlayabilecek 128x2 MB'lık iki ayrı kart kullanımıda düşünülebilir.

Eşdeğer malzeme tanımını gösteren tablo aşağıdaki gibidir;

AnaStokKodu	StokKodu	KatSayi	AnaStokKodu	StokKodu	KatSayi
H1	H1ES1	1	H2	H2ES1	1
H1	H1ES2	1	H2	H2ES2	1
H1	H1ES3	1	H2	H2ES3	1
H21	H21ES1	1	H22	H22ES1	1
H21	H21ES2	1	H22	H22ES2	1
H21	H21ES3	1	H22	H22ES3	1
H111	H111ES1	1	H112	H112ES1	1
H111	H111ES2	1	H112	H112ES2	1
H111	H111ES3	1	H112	H112ES3	1
H121	H121ES1	1	H122	H122ES1	1
H121	H121ES2	1	H122	H122ES2	1
H121	H121ES3	1	H122	H122ES3	1
H311	H311ES1	1	H312	H312ES1	1
H311	H311ES2	1	H312	H312ES2	1
H311	H311ES3	1	H312	H312ES3	1

Tablo 4.6 Örnek için eşdeğer malzeme tanımı tablosu

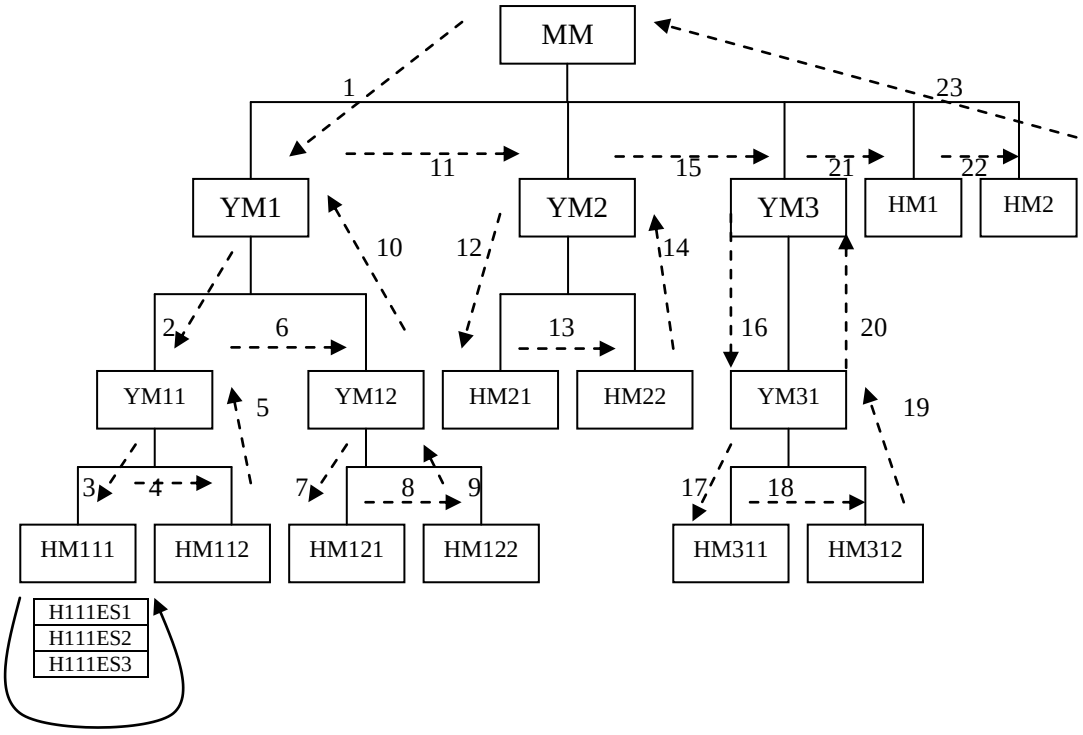
Burada eşdeğer tablosunda tanımlı olan her bir malzemenin temel stok tanım 'StokKartı' tanımında tutulmaktadır. StokKartı tablosunda aynı zamanda her bir malzemenin birim fiyatlarıda tutulmaktadır. MRP Uzmanı bu birim fiyatları dışarıdan bir veri olarak alır ve kendi içerisinde karşılaştırır.

MRP Uzmanından burada MM mamulu için dışarıdan verilen bir fiyat için en uygun ağacı oluşturmasıydı. MRP Uzmanı öncelikle verilen bu fiyat için gerçekten bir ağaç oluşturabilir mi oluşturamaz mı bunun kontrolünü yaparak işleme başlar.

MRP Uzmanı ağacın oluşturulup oluşturulamayacağı kararını verebilmesi için önce eldeki yapıdan oluşturulabilecek en ucuz ağacın fiyatını bulur. Bu bulma işlemini şöyle gerçekleştirir;

Öncelikle MM düğümünün altında bulunan düğümden başlayarak derinlik-öncelikli(depth-first) bir arama yöntemi ile ilk düğümün altındaki tüm düğümleri arar. Bir sonraki düğüme geldiğinde tekrar aynı yöntemle bir sonraki düğüme gider. Her seviyede tanımlı bir hammadde var ise bu hammadde için en düşük maliyetli parçanın fiyatını alır. Başlangıç düğümün altındaki düğümler bittiğinde genişlik-öncelikli(breadth-first) arama yöntemiyle bir sonraki düğüme giderek aynı işlemleri tekrarlar. Bu işlemleri yinelemeli bir algoritma kullanarak tüm düğümler için dolaşır.

Arama işleminin nasıl yapıldığını örnek ağaçta aşağıdaki gibi gösterebiliriz;



Şekil 4.4 Ağaç üzerindeki arama ve karşılaştırmaların yapılma sırası

MRP Uzmanı genişlik-öncelikli arama işlemini yaparken tutarsal olarak en fazla değere sahip olandan aşağıya doğru sıralayarak işlemini gerçekleştirir. Bu sıralama yöntemi uygulamanın gerçekleştirildiği sektörlerde farklılık arzedebilir. Burada hangi öncelliklere göre aramaya başlanacağı incelenmemiştir. Bu konu bu uzman sistemin karakteristiği dışındadır. Fakat çalışılan uygulama üzerinde bu sıralamaya hangi kriterlerden başlayarak ilerlenmesi gerektiği bilgisi verilebilir. MRP Uzmanı burada tutarsal olarak en fazla olanı en başa gelecek şekilde sıralayarak işlemine devam eder.

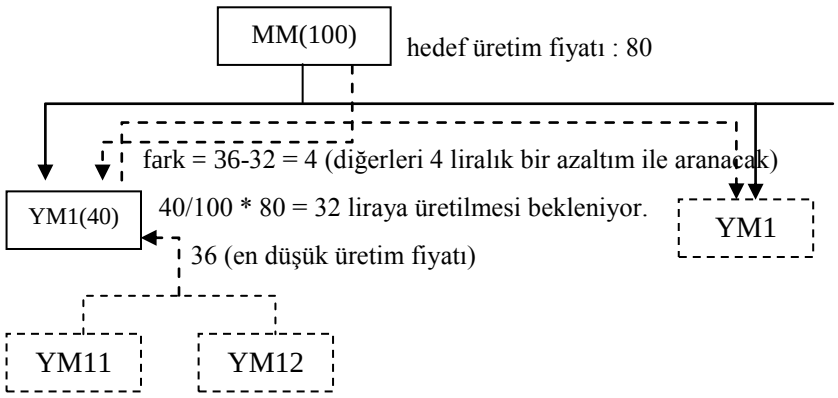
MRP Uzmanı ağacın oluşturulabileceği bilgisini elde ettikten sonra, istenen fiyatta en ideal ağaç yapısını oluşturmak için işlemine başlar. MRP Uzmanı yukarıda bahsedilen yöntemleri tekrar kullanarak elde ettiği bilgileri karşılaştırmaya çalışır. Bizim örneğimizde MM nihai mamulünün standart ağaçtan elde edilen fiyatının 100 lira olduğunu tesbit etti. Bu parametre ağaç üzerindeki fiyat dağılımının hesaplanmasında oldukça önemli bir parametredir.

Bir sonraki düğüme vardığından düğümün bir önceki düğümden kendisine gelen fiyat parametresiyle olan oran bulunur. Yani işlem sırası YM1' geldiğinde YM1'in standart fiyatı 40 olarak hesaplanmıştı. Yani YM1 yarımamulu %40 oranında MM nin üretilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu hesaplanan oranı YM1 kendisinden istenen fiyatın hesaplanmasında kullanacaktır.

Diyelimki MM için biçilen fiyat 80 olsun. Bu durumda YM1 yarımamulü için beklenen fiyat = 40/100 * 80 = 32 elde edilir. Yani YM1 için 32 fiyatlık bir ağaç çıkartmasını bekleyeceğiz. Burada uzman önce 32 liraya YM1'i üretip üretemeyeceğini enucuz(YM1) fonksiyonunu çağırarak kontrol edecektir. Eğer enucuz(YM1) fonksiyonundan elde edilen değer 32 liradan daha fazla ise uzman YM1 yedek parçasının 32 liraya imal edilemeyeceğini anlayacaktır. Burada uzman bir karar vermek zorundadır. Eğer MM nihai mamulü belirtilen fiyata üretilebiliyorsa muhakkak YM1'de üretilebilmelidir. Ama YM1 MM'ye katkısı olan 40/100 oranında üretilemediği için işlemi kesecekmidir. Hayır, bu durumda uzman YM1'in üretilebileceği en ucuz fiyatı tekrar elde edecek ve kendisine iletilen fiyat ile bu fiyat arasındaki farkı daha sonraki düğümlerin oranlarını değiştirerek paylaştırmaya çalışacaktır. YM1' i ise enucuz fiyatı üzerinden yeni oluşturduğu ürün ağacına taşıyacaktır.

Eğer YM1 kendisine ilk belirtilen fiyat aralığında üretebiliyor ise, en iyi ağacı oluşturmak için yine alt düğümlerinde arama yapacaktır. Oluşturduğu yeni ağaç her zaman kendisinden beklenen fiyata eşit olmayabilir. Daha düşük bir fiyatta da olabilir. Çünkü seçeceği en iyi parça beklenen fiyattan daha alt bir fiyatta bulunabilir. Bu durumda yine kendisine gelen ilk fiyat ile oluşturduğu fiyatı karşılaştıracak ve aradaki fiyat farkının diğer düğümlerde daha iyi parçaların kullanılmasını sağlamak için komşu düğümlere ilgili yeni elde edilen oranı aktaracaktır.

Bu işlemin nasıl işlediğini örnek ağacımız üzerinde aşağıdaki şekilde görebiliriz;



Şekil 4.5 Örnek için 1. seviyede yapılan karşılaştırma

Her düğüm için aynı karşılaştırmalar yapılacak ve elde edilen sonuçlar bir sonraki düğümde kullanılmak üzere değerlendirecektir. Her değerlendirme sonucunda yeni kararlar alacak ve bu kararları ileri yönlü olarak uygulayacaktır.

MM mamülünü oluşturmak için verilen kriterlere uygun en ideal ağaç yapısı mamulün en üst seviyesindeki son düğüme varıncaya kadar devam ettirilecektir. Son düğüme gelindiğinde uzman elde ettiği son değeri bu düğümdede uygulamaya çalışacaktır. Fakat eldeki değer bu düğüm için geçerli bir değer olmayabilir. Bu durumda uzman sistemin bir sonuç karar vermesi gerekecektir. Son düğümde uyuşma sağlanamaz ise ne yapılamamış ise uzman bu hata payı ile ürün yeni ürün ağacının oluşması sağlanabilir.

Son düğümdeki bu kararsızlık uzmanın başarısınıda etkiler. Uzmanın arama işlemi yaparken son düğüm olarak hangi düğümü kabul edeceği sıralamasının belirlenmesi

belki sistemden beklentilere göre değişebilir. MRP Uzmanında son düğüme herzaman oransal olarak MM mamulünü en az katkısı olan düğümü alarak işlemine son verir. Buradaki hata payı önemsenmeyebilir.

Uzmanın daha sağlıklı karar verebilmesi için en ideal ağaç tanımının belirlenmesi gerekir. Örneğin kalite standartı olarak daha düşük fiyatlı malzemelerin kullanılmaması için hammaddeler veya yarımamuller tanımlanabilir. Dolayısıyla uzmanın burada bir arama yapması engellenebilir ve ne tanımlı ise onu kullanması istenebilir.

4.10. Kararsızlık Çözümü

Eğer bu kararsızlık bir başarıyı önemli ölçüde etkiliyor ise uzman sisteme yeni kuralların tanımlanması gerekecektir. Elde edilen kararsızlık oranı yeniden değerlendirilerek işleme başlanılması istenebilir. Bu durumda uzmanın yeni verilerle yeniden işe başlaması gerekecektir. Bu yeni çözümleme işlemi sonucunda da yeni kararsızlıklar ortaya çıkabilir ve tekrar yeni veriler üretilerek işleme başlanması istenebilir. Bazen bu işlem çok sayıda yeniden başlamayı gerektirebilir. Bu da oldukça yüklü bir zaman ve sistem için çok sayıda hesaplama yapması demektir. Bu süreç göz önüne alınarak kararsızlık durumu çözümünün ya sisteme doğrudan verilmesi yada yenileme periyodunun ayarlanması gerekebilir.

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Burada MRP ürün ağacına bir uzman sistem yaklaşımı ile bakılmış ve farklı bir ağaç yapısı geliştirilmeye çalışılmıştır. MRP ağacı bir uzman sistem türü olan çerçeve-tabanlı olarak ele alınmış, her düğümünde gerçekleştirilen işlemler ise kural-tabanlı bir sistem olarak gerçekleştirilmiştir. Bu uzman sistem tasarımı sayesinde klasik MRP ağacına akıllı ve karar verebilen bir yapı kazandırılmaya çalışılmıştır.

Uygulamada esas olan modülerliktir. Yani her bir düğüm için kural tabanı birbirine bağlı olabileceği gibi farklıda olabilir.Kuralların uygulama sırasıda farklılık arzedebilir.

MRP Uzmanı ile geliştirilen yaklaşım sadece MRP ağacı yapılarıyla sınırlı da değildir. Ağaç yapısı kullanan ve düğümlerinde çeşitli ağırlık taşıyan tüm sistemler için bu yapı genişletilebilir.

Kararsızlık durumu için getirilen yaklaşım burada oldukça basit bir biçimde sonuçlandırılmıştır. Daha hassas sistemlerde bu kararsızlığı sistemde kontrol işlemine yeniden başlanılarak elde edilen son değerlerle istenildiği kadar yinelebilir. Kararsızlığa hiç düşmemesi için başka yaklaşımlar geliştirilebilir.

Ayrıca en iyi ağaç kavramı iyinin tarifine göre de değişebilir. Her bir düğümün iyi kavramı için gerekli olan kural tabanı da değiştirilebilir. Bu yaklaşımda küçük değişiklikler sayesinde bu sorun giderilebilir.

KAYNAKLAR

[1] **Tzafestas, S.,** 1993. Expert Systems in Engineering Applications, Almanya.

[2] **Dym, C. and Levitt, R.**,1991. Knowledge-Based Systems In Engineering, McGraw-Hill

[3] **Rich, E. and Knight, K.**, 1991. Artificial Intelligence, McGraw-Hill,Singapore

[4] **Keller, G. and Teufel, T**., SAP R/3 Process Oriented Implementation

[5] **http://www.elsevier.nl/locate/knosys**

[6] **http://www.rt-sys.com/ie.htm**

[7] **http://www.cape.canterbury.ac.nz/Archive/EXPERT**

[8] **http://www.emclab.umr.edu/consortium/Whatis/node7.html**

[9] **http://foldoc.doc.ic.ac.uk/foldoc/index.html (free on-line dictionary of computing)**

[10] **http://www.uoguelph.ca/~dsparlin/decision.htm**

[11] **http://www.istis.unomaha.edu/dpeak/ISQA4350/Expertsys**

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa Dikgitmez

1974 yılında Nevşehir'de doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Nevşehir'de 1992 yılında tamamladım. 1997 yılında İstanbul Üniversitesi Bilgisayar Bilimleri Mühendisliği bölümünü Bilgisayar Mühendisi olarak tamamladım. 1998 yılında İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Kontrol ve Bilgisayar Bilimleri Mühendisliğinde yüksek lisans öğrenimime başladım.

Hedefim, bir bilgisayar mühendisi olarak kendi alanımda yaratıcı çalışmalar yapmaktır.

Cebirsel problemler üzerinde, özellikle asal sayılar üzerinde düşünmeyi severim. Popüler bilim dergileri, tarih kitapları okumaktan ve seyahate çıkmaktan hoşlanırım.