

BİLGİ TABANLI İMALAT KARAR DESTEK SİSTEMLERİ ve BİR UYGULAMA

İbrahim ÇİL

Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Firmalar, çevrelerindeki değişen koşullara göre üretim çizelgelerinde bir takım değişiklikler yapmak zorunda kalırlar. Üretim çizelgelerinde yapılması istenen değişiklik, ya mevcut üretim tesislerinde, üretilmesi için gelen yeni siparişlerden, ya pazar tahminlerine dayalı olarak üretim çeşitliliği isteğinden, ya da mevcut ürün hattında yeni bir ürüne geçiş gibi sebeplerden dolayı söz konusu olmaktadır. Üretilmesi için gelen siparişlerin tümünün firma içerisinde üretilip üretilmemesinde işletmenin mevcut kaynakları, malzeme yönetimi ve üretim süreci kapasitesi, ürün mühendisliği, gerekli girdilerin piyasadan alınması ya da firmanın yan sanayisinde üretilmesi şeklinde sıralamak mümkündür. Bunlar imalat yöneticisine, işletmenin gerekli iş akış şartları altında ve firmanın koyabileceği bir zaman sınırı içerisinde bir değerlendirme yapmaları gereğini ifade eder. İmalat yöneticilerine, doğru, güvenilir ve hızlı karar vermelerini sağlayacak yardımcılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu talebi karşılamada karar destek sistemleri önemli bir rol üstlenir. Bu amaçla bu çalışma, elektrik sektöründe faaliyet gösteren bir firmada üretim çizelgesinde yapılacak değişiklikleri değerlendirmede kullanılacak, bilgi tabanlı imalat karar destek sistemi geliştirme konusu üzerinde odaklaşır.

Anahtar Kelimeler: İmalat Karar destek sistemleri, Bilgi tabanlı karar destek sistemleri, yap veya satın al kararları.

ABSTRACT

Companies often need to make alterations in their production plans due to the changing circumstances in their environment. These changes result from during forces such as new and excessive orders, market driven need for product various on launching an entirely new product. Production managers should consider a few key factors while determining an action plan to handle such changes. These key factors are availability of company resources and materials, production capacity, production engineering, supplier base availability, market conditions which may lead to make/buy or hybrid decisions. Here, managers are forced to evaluate all these factors considering the conditions and work flow of their company, and are expected to make decisions in reasonably short periods of time. Thus, production managers need assistants on facilitators to help them decide quickly and correctly. At this stage, Decision Support Systems play an important role to meet the demand. This study focuses on the development of a knowledge-based decision support system that facilitates the evaluation of production plan alterations and key factors for an electrical component manufacturer.

Keywords: Manufacturing decision support systems, Knowledge-based decision support systems, make or buy decisions

GİRİŞ

Geçen yüzyılın sonlarına gelindiğinde geçmişe kıyasla dünyada her konuda büyük değişimler yaşanmıştır. Bu bağlamda malzeme ve teknolojiye gelişmeler plastik, elektronik, bilgisayar gibi birçok endüstriyi de ortaya çıkarmıştır. Buna paralel olarak rekabet artışı ve bilişim alanındaki gelişmeler yeni ufuklar açmıştır. Tüm bu faktörler,

farklı ürün özellikleri ve yüksek kalite talepleriyle firmaları yeni imalat stratejileri geliştirme arayışına itmiştir [Scott, 1994].

Farklı firma yapıları için uygun imalat stratejileri ve organizasyon yapılarının belirlenmesindeki zorluklar, problemin çözümü için değişik yöntemlerden yararlanmayı gerekli kılar. Bilgi tabanlı sistem kullanımı da bu çözüm yollarından biridir. Bu sistemler, imalat yöneticilerine, uzman kişilerden elde edebilecekleri bilgileri bilgisayardan sağlama imkanı sağlarlar. Bu sistemler, önemli derecede uzmanlık gerektiren zor problemlerin çözümünde bilgi ve çıkarım işlemlerini kullanan zeki bilgisayar programlarıdır.

Kullanımlarında tutarlılık ve süreklilik, çoğaltılabilirlik, kolay değiştirilebilirlik ve kontrol edilebilirlik ve farklı yerlerde kullanılabilirlikleri gibi pek çok avantaja sahip olan bu sistemler, henüz Türkiye'de yaygın olarak kullanılmamaktadır. Bu sistemlerin endüstride kullanımı birkaç ferdi çabadan öteye gitmemektedir [Fidan,1993]. Bilgi tabanlı sistemlerin ülkemizdeki gelişimi için en büyük engel maliyet problemidir. Ayrıca bu teknolojilerin sunduğu olanakların iyi bilinmeyişi, bilgi tabanlı sistem geliştirme sürecinin uzun olması ve yazılım sektöründeki alt yapı eksikliği diğer engellerdir. Bilgi tabanlı sistemlerin rekabet avantajı sağlamadaki önemi göz önüne alındığında, geç kalmadan gerekli adımlar bir an önce atılmalıdır.

İMALAT KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

İmalat yöntemlerindeki gelişmeler, dünya ticaretine rekabetçi bir yapı kazandırmıştır. Bu durumda işletme faaliyetlerinin yürütülmesinde modern bir imalat stratejisi, firmalar için en hayati bir konuma gelmiştir [Çil, 1997]. Bu gelişmeler esnasında, 90'lı yıllarda, stratejiler ve organizasyon yapıları eskilere oranla oldukça farklılaşmıştır. 80'li yıllardaki üretim ortamındaki otomasyon, 90'lı yıllarda büro otomasyonuna dönüşmüştür. Buna paralel olarak imalat organizasyonları, tüm karar verme süreçlerinde de bir takım radikal değişimlere gitmişlerdir [Samson, 1991], [Moody,1990], [Adler ve diğerleri, 1992], [Çakar, ve Çil, 2001]. Bu sebeple imalat stratejisi planlamada şu faktörler belirleyici rol üstlenmektedirler:

- Ürün rekabeti, öncekilere oranla ürün ömrü daha kısa olan yeni bir ürüne geçmeyi zorunlu kılmaktadır.
- Fiyat rekabeti, firmaları daha fazla maliyet düşürme faaliyetlerini yapmaya zorlamaktadır.
- Kalite rekabeti, daha fazla hassasiyet ve kontrolü gerektirmektedir.
- İmalat ürünlerinin pazarları, sürekli büyüme, genişleme ihtimali bulunan yerli ürün pazarlarından talebin düzensiz, ürün ömürlerinin kısa ve yoğun rekabetin olduğu, dünya pazarlarına dönüşmüştür.
- Üretim, ekonomik açıdan daha cazip olan coğrafik mekanlara kaymıştır.

Bu istekler üretim tesislerinin, prodüktif bir kapasite ile çalışmalarını sınırlandırmaktadır. Sonuçta üretim mekanizmasına dayalı olarak işleyen pazar, üretim kapasitesini artırmak için imalat yönetiminde, kısa dönemde tesisten daha fazla yararlanmayı gerekli kılar. Bu da tekrarlanan basit görevlerin yerine getirilmesi için organize edilen tesisin gücünü kontrol etmeye yönelik daha etkin yönetim anlayışlarını ortaya çıkarmaktadır.

Teknoloji ve malzemelerdeki gelişmeler, mevcut endüstrilerde bir gelişme ya da elemeye yol açmıştır. Teknolojik değişimleri bünyesine yansıtabilen endüstriler ayakta kalarak sürekli gelişen bir yapı sergilemektedirler. Bu nedenle, teknolojideki meydana gelen her bir yenilik üretim sürecinin yapısını kökten değiştirmiştir. Yeni imalat teknolojileri, büyük ölçüde bilgisayarlara dayalıdır. Bilgisayarların fabrikadaki üretim akışı içinde kullanılması, bilgisayarların desteğiyle bir dizi gelişme meydana getirmiştir [Dinçmen, 1994]. Üretimin başlangıcından en son aşamasına kadar her aşamada bu gelişmeleri görmek mümkündür. Bunlardan bilgisayar destekli mühendislik, bilgisayar destekli tasarım ve imalat gibi

teknolojiler, mühendislik hizmetlerinde firmalara önemli avantajlar sağlamaktadırlar. Bunun gibi bilgisayar destekli imalat planlama, bilgisayar destekli üretim planlama ve kontrol gibi yenilikler, üretim kontrol stratejileri olarak farklı bir avantaj sağlarlar. Ayrıca destek sistemler olarak bilinen bilgi toplama, değerlendirme ve saklama fonksiyonlarının yerine getirilmesinde kullanılan bilgisayar destekli karar sistemleri de, yöneticilere karar vermelerinde çok önemli bir destek sağlarlar.

BİLGİ TABANLI KARAR DESTEK SİSTEMLERİ

Karar destek sistemleri literatüründe yer alan karar destek ve bilgi tabanlı sistemlere ek olarak, 1985'li yıllarda "bilgi tabanlı karar destek sistemleri" olarak adlandırılan yeni bir kavram yer almıştır. Bu yapının temel amacı analitik modelleme ile niteliksel bilgiyi bütünleştirmeyi amaçlıyordu. Böylece kararların kalitesinin yükseltilmesi, karar destek sistemlerinin uygulama alanlarının genişletilmesi amaçlanmaktaydı. Bunun yanında görsel olarak gelişmiş olan programlama mantığı ve Excel gibi hesaplama tablolarının kullanılması ile optimizasyon metotlarının aynı sisteme dahil edilmesi amaçlanmaktaydı. Belirlenen bu amaçlar geçen süre içerisinde büyük ölçüde gerçekleştirilmiştir. Bu alanda geliştirilen OPTRANS Object, NATO Advanced Study Institute tarafından desteklenen önemli bir projedir [Klein, Michel ve Grubbstrom, 1998].

Bilindiği gibi karar destek sistemi, karar vericilerin yarı-yapılanmış ve yapılanmamış veri ve modellerden yararlanmalarına yardım ederek, onları görevlerinde destekleyen bilgisayar tabanlı ve etkileşimli bir sistemdir [Meyer,1990]. Yapılanmış kararlar, kurallarla çok kolay bir şekilde yürütülen kararlardır. Karar prosedürü izlenecek bir adımlar kümesi şeklinde ifade edilebilir. Yapılanmamış kararlarda ise, gerekli bilgi net ve belirli değildir. Karara ulaşmak için bir prosedür veya kurallar yoktur. Sezgisel kuralların ve deneyimin kullanılması yapılanmamış kararların temel özelliğidir. Bunlar için belirli ve kesin karar verme metodu yoktur.

Karar destek sistemi, verileri, modelleri, bir yazılım arabirimini ve kullanıcıları, etkili karar verme sisteminde birleştirir. Ayrıca modern analitik tekniklerle karar vericiye hareketlerinde tavsiyelerde bulunan sistemlerdir. Karar destek sistemleri karar vermenin yeterliliğini geliştirmekten çok, etkinliğini geliştirmeyi hedeflerler. Bu sistemlerin amaçları yönetsel hükümleri yerleştirmek değil, bu hükümleri desteklemektir. Karar destek sistemleri, karar vericilerin kendi özel koşul ve tercihlerini anlamalarında oldukça değerli yardımcılarıdır. Birçok uygulamaya karşın karar destek sistemlerinin uygulamadaki başarıları genelde düşüktür [Holtzman, 1989], [Turban, 1988]. Bunun başlıca nedenleri şöyle sıralanabilir:

- Karar destek sistemlerinin kullanıcıya yakınlığı yetersizdir. Genel olarak kullanıcılar, uygulama ve bilgisayar sistemi hakkında çok şey bilmek isterler. Ancak, eğer kullanıcının yeterli düzeyde bilgisayar bilgisi yoksa, bu sistemlerden faydalanma sınırlı kalır.
- Karar destek sistemlerinin fonksiyonelliği ve esnekliği kısıtlıdır.
- Karar destek sistemlerinde çözüm için bir açıklama mekanizması yoktur.

Bu hususlar karar destek sistemlerinin zekadan yoksun olduklarını veya çok az, yetersiz bir zekaya sahip olduklarını gösterir. Karar destek sistemlerinin bu dezavantajlarını ortadan kaldırmak için, bu sistemleri bilgi tabanlı sistem teknolojisi ile bütünleştirmeye teşebbüs edilmiştir [Olson ve diğerleri, 1992]. İşaret edilen bu eksiklikler, bütünleşik bir yapı içerisinde bilgi tabanlı sistemlerin kullanılmasıyla giderilebilir.

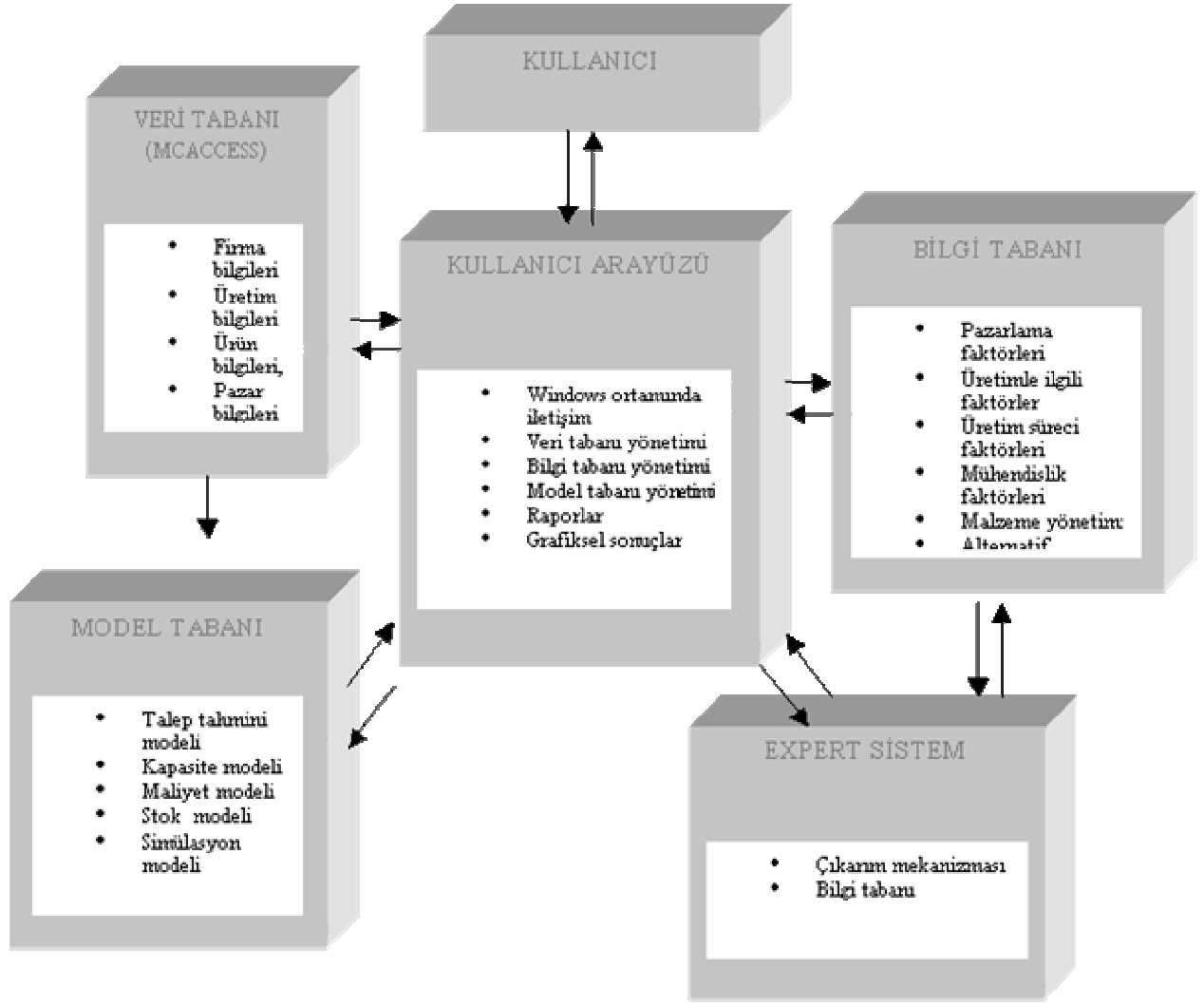
Bilgi tabanlı sistemler, zeki davranış gösteren bilgisayar programlarıdır ve bilgisayar biliminin bir dalı olan yapay zekanın bir ürünüdürler. Bunlar, çok çeşitli problemleri çözmede zeki araçlar olarak kullanılmaktadırlar. Bilgi tabanlı sistemler, özel amaçlı kullanımlar için tasarlanırlar. Bu özellikleri, bilgi tabanlı sistemlerin gerçek zamanlı ve çok zor işleri yürütmesini mümkün kılar. Önemli bazı farklılıklara rağmen bu sistemlerin

yapılarında bir bilgi tabanı, çalışma belleği, çıkarım mekanizması, açıklama düzeni ve kullanıcı arabirimi gibi ortak temel bileşenler vardır [Martin, 1988], [Çakar, ve Çil,1997].

Belirtildiği gibi karar destek sistemi tasarımcıları, bilgi tabanlı sistemleri karar destek sistemi mimarisi içerisine koyma ihtiyacını duymaktalar [Ignizio, 1992]. Şekil 1'de, bu iki elemanın nasıl bir bütünleşme sağladıkları şematik olarak görülmektedir. Bütünleşme, hem karar destek sistemleri fikrinin, hem de bilgi tabanlı sistem yaklaşımının yeteneklerinin artması yanında mantıksal bir genişleme sağlanmaktadır. Yani eldeki problemin özel karakterlerine bağlı olarak, analitik araçlar [matematiksel model ve algoritmalar) ve bilgi tabanlı sezgisel yaklaşımları, aynı problem için birlikte kullanma olanağı sağlarlar.

Şekil 1'de temel olarak iki ayrı kısım göze çarpmaktadır. Bunlardan Şeklin sol yanında yer alan kısım aslında geleneksel bir karar destek sistemi yapısıdır. Şeklin sağındaki kısım ise bilgi tabanlı bir uzman sistem yapısıdır. Şekil 1'in sol yanında yer alan karar destek sisteminde firmaya ait tüm veriler bir veri tabanında tutulmaktadır. Bu çalışmada Microsoft Access veri tabanı kullanılmaktadır. Bu veriler ürünlerle ilgili veriler, firmanın üretim bilgileri, satışlar ve maliyet verileri, stok verileri, yan sanayi ve tedarikçilere ait verilerdir. Analitik metotlar olarak ifade edilen bileşende ise stok hesaplamaları, talep tahmini hesaplaması, kapasite hesaplamaları maliyet hesaplamaları ve teslim tarihini belirlemeyle ilgili modeller yer almaktadır. Bu modeller Visual Basic ve Excel de Makrolar olarak hazırlanmıştır. Şekil 1'in sağ tarafında yer alan uzman sistem kısmında ise örnek olay olarak ele alınan firmanın imalat kararlarını teşkil eden kurallardan oluşan bilgi tabanı ve bir çıkarım mekanizması yer almaktadır.

Şekil 1'deki bu iki yapının yani karar destek sistemi ve uzman sistemin birlikte nasıl çalıştıkları ise kullanıcı arayüzü tarafından sağlanmaktadır. Uzman sistem çalıştırıldığında, arayüz vasıtasıyla kullanıcıdan satış tahminleri, pazarın büyüklüğü, eldeki kapasitenin yeterli olup olmadığı gibi parametre değerlerinin girilmesi istenmektedir. Bu sorulara kullanıcı doğru ve kesin değerler verebilmesi için bir karar destek sistemine gerek duyulmaktadır. Bu amaçla ilgili analitik modeller kullanılarak sonuçlar alınmakta daha sonra bu sonuçlar doğrultusunda uzman sistem tarafından sorulan sorulara cevaplar verilmektedir. Uzman sistem tarafından kullanıcıya yöneltilen tüm sorular cevaplandıktan sonra, uzman sistem kullanıcıya bir öneride bulunmaktadır. Bu öneriler sonraki kısımda görüleceği gibi "üretimin firma içerisinde üretilmesi uygundur" ya da "yan sanayide yapılması uygundur" şeklinde olmaktadır.



Özetlemek gerekirse, uzman sistemdeki parametre değerlerinin karşılıkları kullanıcı tarafından girilirken, karar destek sisteminden faydalanılmaktadır. Bu amaçla önce analitik modeller sistemin veri tabanındaki bilgileri kullanarak çalıştırılır. Modellerden elde edilen kesin bilgiler doğrultusunda ve bu sonuçlara dayalı olarak uzman sistemin kullanıcıya sorduğu sorulara cevaplar verilerek uzman sistemden danışmanlık sağlanır. Bu süreç Şekil 2'de görülmektedir.

Karar verme ve problem çözme aracı olan bilgi tabanlı sistemler, karar destek sistemlerini daha zeki yapmak üzere bu sistemlerin yeteneklerini geliştirebilir ve dolayısıyla uygulanabilir olma şanslarını artırmaktadır [Turban, 1988]. Daha güçlü bir karar desteğinin sağlanması ve daha kaliteli kararların verilebilmesi beklentileriyle bilgi tabanlı sistemlerin temel bileşenleri, geleneksel karar destek sistemi elemanları ile bütünleştirilmektedir. Bir bilgi tabanlı sistem ve karar destek sisteminin bu şekilde bütünleşmesiyle, karar destek sisteminin model tabanı, veri tabanı, çıkarım mekanizması, bilgi yönetimini geliştiren bilgi temsil teknikleri ve kullanıcı ile diyalogu geliştiren zeki bir kullanıcı arabirimi bu yeni bütünleşik sistemde yer alır. Böylece yeni sistem bilgi tabanlı sistem ve karar destek sistemlerinin her birinin ayrı ayrı yararlarını sistemin kullanıcılarına sunar. Bu çalışma için geliştirilen sistem Şekil 2'de görülmektedir.

Bu sistemler uzman bir insanın yaptığı gibi, kullanıcıya bir takım sorular sorarak konsültasyon boyunca, gerekli bilgileri elde eder. Probleme ait tavsiyelerde bulunur ve konsültasyon sonunda karar verebilir. Ayrıca karara nasıl ulaştığını açıklayabilir. Bilgi

tabanlı sistemler, iş ortamındaki talepten doğmuştur. Günümüzde birçok büyük firma, banka, sigorta şirketi ve finans kurumu bilgi tabanlı sistemleri kullanmaktadırlar.

Karar vermek için karar destek sistemleri ve uzman sistemlerin bütünleştirilmesi konusundaki en iyi örneklerden biri STRATEX'dir. Bu sistem, ihracat firmaları için bir stratejik karar verme sistemidir [Borch ve diğerleri, 1991]. Bilgi tabanı ile karar destek sistemlerini birleştiren bir diğer örnek sistem EXBEST'tir [Ehrenberg, 1990]. EXBEST, malzeme planlaması için bilgi tabanı ile karar destek sistemlerini bütünleştirir. Sistemin bilgi tabanı, kurallardan oluşur. Bu kurallar, malzeme planlama sahasındaki uzmanların sahip oldukları bilgiyi tanımlar ve uzmanın özel bir sahadaki bir probleme yaklaşım tarzını ifade ederler. Karar destek sistemleri ile uzman sistemleri bütünleştiren bir diğer çalışma ise, imalat stratejisi geliştirme alanında yapılmıştır. MATEX olarak adlandırılan sistem, imalat strateji geliştirme algoritmasına dayalı bir uzman sistem uygulamasıdır [Çil, 1997]. Çil ve Evren [1998], tarafından hazırlanan diğer bir çalışmada imalat firmaları için, firmanın rekabet stratejisi, pazar kazanma kriterleri ve bu kriterleri gerçekleştirecek olan imalat sistem yetenekleri değerlendirilerek imalat sistemi seçimi ve tasarımı gerçekleştirilir. Yatırım kararlarının değerlendirilmesinde, Sullivine ve Reeve, XVENTUR'u geliştirmiştir [Liberatore, 1990]. Mockler, M.1 uzman sistem geliştirme aracını kullanarak stratejik planlama ve operasyonel planlama alanlarında bilgi tabanlı karar destek sistemleri geliştirmiştir [Mockler,1992].

Volberda ve Rutges [1999], FARSYS adlı bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Stratejik yönetimde kullanılan sistem hem gerekli bilgilere ulaşmada hem de organizasyonel problemlerine daha iyi çözümler bulmada kullanılmaktadır. Klein [1999], SIMAR'ın bir uygulamasını gerçekleştirmiştir. Bu çalışmada firmanın pazarı ve bu pazardaki rakiplerin analitik simülasyonu gerçekleştirilmektedir. Sistem bilgi bazlı bir sistemdir. Houben ve diğerleri [1999], küçük ve orta ölçekli firmalar için strateji geliştirmede kullanılan ve SWOT analizine dayalı bir sistem geliştirmişlerdir. Bu çalışma ağırlıklı olarak firmanın güçlü ve zayıf yönleri üzerine odaklanmaktadır ve durum değerlendirmesi yapılmaktadır. Matsatsinis ve Siskos [1999], MARKEKX olarak adlandırdıkları ürün geliştirmede kullanılan zeki bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Sisteme zeki davranış özelliğini kural bazlı bilgi tabanı sağlamaktadır. Sistemin model tabanında ise istatistik analiz, performans analizi ve müşteri seçim modelleri bulunmaktadır. Siskos ve Spyridakos [1999], Çok amaçlı karar destek sistemlerinin günümüze kadar uygulamalarının bir kritiğini yaparak, yapay zeka ile çok amaçlı karar destek sistemlerinin nasıl entegre edileceği konusunda önerilerde bulunmaktadır. Choi ve Oh [2000], durum değerlendirme algoritması olarak ifade edilen ASA ve bu algoritmanın çok amaçlı karar verme ortamında nasıl uygulanacağı ile ilgili uygulama geliştirmiştir.

KARAR DESTEK SİSTEMİNİN ENDÜSTRİDE BİR UYGULAMASI

Burada sunulan çalışma, örnek olay olarak ele alınan Federal Elektrik firması için hazırlanmıştır. Bilgi tabanlı karar destek sistemi uygulamasının yapıldığı firma, elektrik sektöründe üretim yapan bir fabrikadır. Firma sanayi tipi elektrik malzemeleri üreten modern bir işletmedir. 15.000 m² kapalı alanda faaliyet göstermektedir ve ISO-9000 belgesi alan ilk 90 firma arasında yer almaktadır. Elektro mekanik ekipmanlar olarak adlandırılan ürünler şartel ve sigorta olarak ikiye ayrılır. Sigortalar bir montaj bandında monte edilmektedir ve her bir çeşit sigorta farklı üretim hızına sahiptir. Yerleşim alanlarında, şebekelerde ve ağır sanayideki bütün alçak gerilim sistemlerinde koruma cihazı olarak kullanılan şalterler ise beş farklı montaj grubunda üretilmektedir. Şarteller, aşırı yük ve kısa devrelere karşı korunması istenen transformatör, jeneratör, motor, enerji dağıtım kablolarının korunması ve AC-DC sistemlerinin açılıp kapatılmasında kullanılır. Firmanın ürünleri arasında otomatik kompakt şalter, alçak gerilim kontaktörleri, motor koruma röleleri, toprak kaçak akım koruma rölesi, termik röle, reaktif güç kontrolü röleleri, zaman röleleri, bıçaklı sigorta, yüksek akım kontaktörleri, yük kesiciler, ölçü cihazları gibi elektrik malzemeleri yer almaktadır. Şartel piyasasında lider konumda

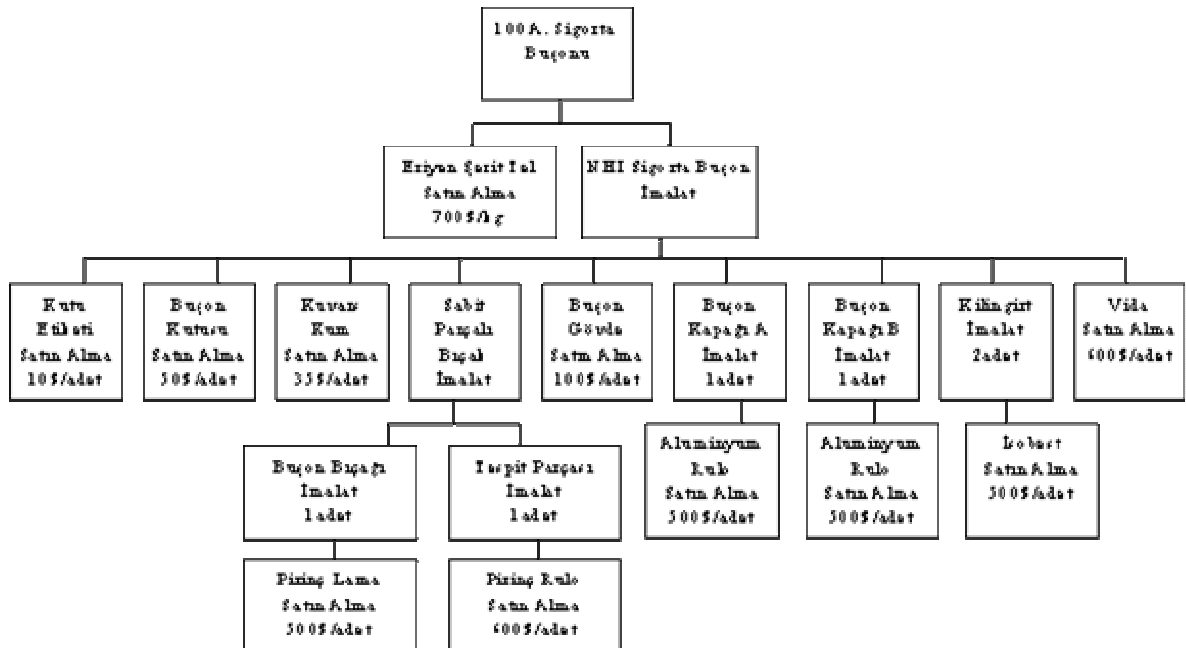
bulunmaktadır. Ürünleri Başta Balkan ülkeleri olmak üzere Avrupa'ya, Ortadoğu ve Rusya'ya ve Türki Cumhuriyetlere ihraç edilmektedir.

Değişik modellerdeki şalterlerin birçok parçası ya standarttır ya da birbirleriyle değiştirilebilir niteliktedir. Örnek olarak 100 Amperlik NH00 Sigortaya ait ürün ağacı Şekil 3'de görülmektedir. Nihai ürünü meydana getiren ve montaj gruplarında monte edilen alt montaj parçaları fabrikada üretilmektedir. Sigorta üretim süreci Şekil 4'de görülmektedir.

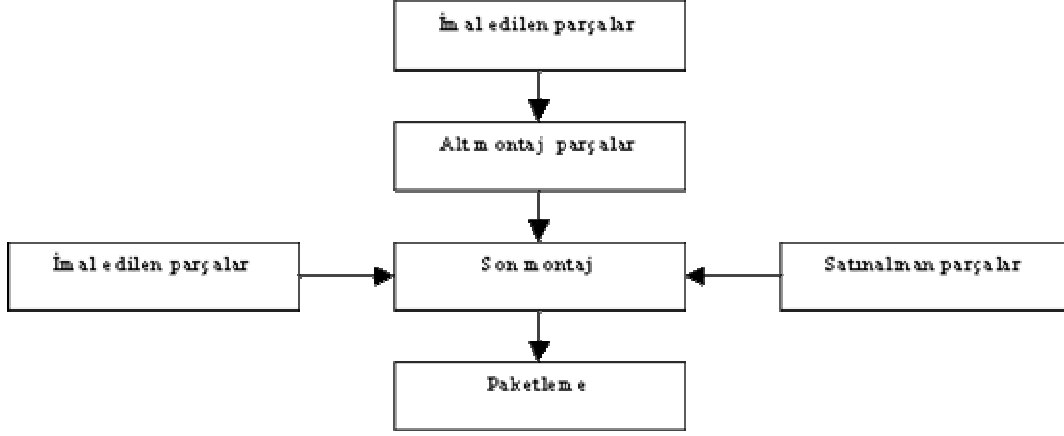
Ürünlerin talep yapısı inşaat sektörüne bağlı olarak mevsimsel değişiklikler göstermektedir. Ayrıca endüstriyel ve enerji yatırımlarının da talep artışında rolü büyüktür. Siparişler bayilerden ve elektrik şirketlerinden alınır. Bayilerin siparişleri de girdikleri ihale sonuçlarına göre kesinlik kazanır. Bunun için bu tür siparişler kesin ve geçici siparişler olarak ikiye ayrılarak üretim çizelgeleri hazırlanır. İmalâtçı firma üretim çizelgesinde herhangi bir değişiklikle karşılaştığında, gerekli parçaların ne şekilde temin edileceği sorunuyla karşı karşıyadır. Çizelgedeki değişiklik, ya firma içerisinde üretilerek ya da satın alınarak karşılanacaktır. Bu sorun karşısında firma şu kararlardan birini seçer

1. İşletme içinde üretim: Firma ürünü üretmek için gerekli zamana, kapasiteye, kaynaklara ve yeterli talebin olduğu durumlarda söz konusudur.
2. Yan sanayi üretimi: Firma, meydana gelen üretim artışı için gereken zaman içerisinde yeterli kapasite ve kaynaklara sahip değildir. Fakat talebi karşılamada gerekli kapasite yan sanayiden sağlanabilmektedir.
3. Alt montaj gruplarının ve malzemelerin hazır olarak satın alınması: Firma kendi bünyesindeki üretim artışı için gereken zaman içinde, yeterli malzeme ve kaynaklara sahip değildir. Ancak talebi karşılamak için dış piyasada hazır olan parçaları kullanabilmektedir.
4. Yan sanayi üretimi ve parçaların dış piyasadaki satın alınması: İşletme üretim artışı için kendi yan sanayisini kullanmakta ve talebi karşılaması için parçaların hazır olarak piyasadan alınmasını birlikte gerçekleştirir.

Üretim mümkün değil: Firma daha fazla üretim yapmak için gereken zaman içerisinde yeterli kapasite, kaynak veya isteğe sahip olmadığında söz konusu olmaktadır.



Şekil 3. Sigorta İçin Ürün Ağacı



Şekil 4. Sigorta Üretim Süreci

Çalışmanın amacı, imalat yöneticilerine üretimle ilgili bu kararlarda, pazarlama, imalat ve satın alma bilgilerini kullanarak, gerekli desteği sağlayacak bilgi tabanlı imalat karar destek sistemi geliştirmektir. Geliştirilmesi istenen sistemin amacı, üretim çizelgesinde sürekli bir değişiklik karşılıklı karşı karşıya olan bir şalter imalat işletmesi için, işletme ve pazar faktörlerine göre, imalat yöneticilerine yap/satın al kararlarında öneride bulunarak destek sağlamaktır [Çil, et al. 1998].

Problemin Yapısı

Problem, mevcut üretimde meydana gelen yeni siparişlerdeki artış, pazar tahminlerine dayalı mevcut ürün çeşitliliğinde bir değişim ve ürün hattında yeni bir ürüne geçişten kaynaklanmaktadır. Kararlar, ifade edildiği gibi beş grupta toplanmakta. Sistemin bu kararlardan birini önerebilmesi için, sistem çok çeşitli veri kaynağından sağlanan bilgileri kullanır. Bu bilgiler iç ve dış bilgi kaynaklardan temin edilmektedir. Bu bilgi kaynakları; envanter ve üretim planlama, tedarikçiler, üretim müdürleri, imalat mühendisleri, endüstri koluyla ilgili yayınlar ve firmaya ait dokümanlardır. Karar süreci şematik olarak aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Şekil 5).

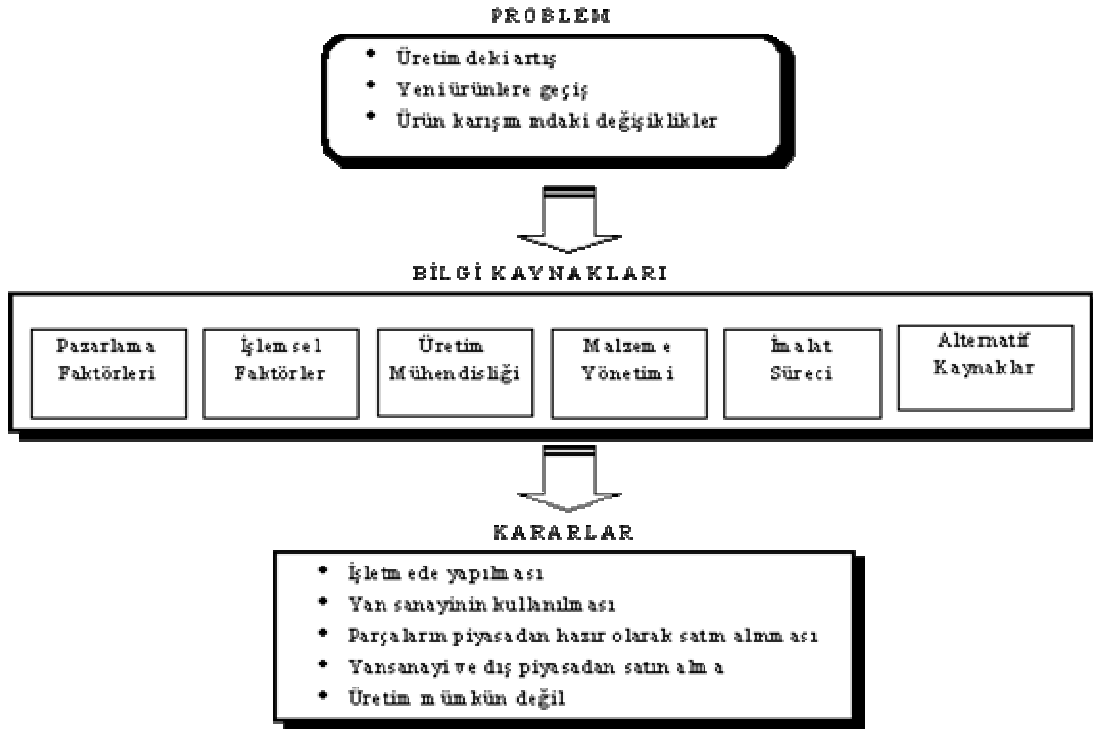
Şekil-5'de ifade edilen bu yapı, imalat yöneticisinin üretim çizelgesindeki bir değişiklik karşısında ne yönde bir faaliyet belirleyeceğini değerlendirmede önemli katkılar sağlayacaktır. Firmanın koyacağı bir zaman sınırı içerisinde, gerekli koşullar değerlendirilerek, çabuk ve doğru kararlar verilecektir. Ayrıca firmanın bir takım değişikliklere uyum sağlayıp sağlamadığı da test edilebilecektir.

Sistemin İşleyiş Yapısı

Çalışmanın 3. kısmında ifade edildiği gibi Şekil 2'de görülen sistemin yapısı, geleneksel karar destek sistemi ve uzman sistemlerin, bilgi tabanlı bir karar destek sistemi içerisinde biraraya getirilerek nasıl bütünleştirildiğini göstermektedir. Bu amaçla, bu çalışmada geliştirilen sistem, arzu edilen kararları sağlayacak, genel bir bilgi tabanlı sistemde olması gereken temel bileşenlerden oluşmaktadır. Çalışmada bilgi tabanlı sistem geliştirme aracı olarak VP-EXPERT kullanılmaktadır [Luce,1992]. VP Expert boş bir uzman sistem kabuğudur. Burada bir uzman sisteminde olması gereken temel bileşenler vardır. Bu bileşenler; bilgi tabanı, çıkarım mekanizması ve kullanıcı arabirimidir Sistemin işleyişi Şekil 6'da görülmektedir [Çakar, ve Çil, 1997]. Bilgi tabanında uzmanlık alanıyla ilgili kurallar yer almaktadır.

Bilgi Tabanı

Sistemin bilgi tabanını, konuyla ilgili bilgi kaynaklarından sağlanan uzmanlık bilgileri oluşturur. Bu sebeple oluşturulan kurallar "üret veya satın al" kararlarını etkileyen çok sayıdaki faktör ve bu faktörler arasındaki ilişkilere dayanmaktadır. Bu faktörler altı ana grupta toplanmaktadır. Bunlar; pazarlama faktörleri, işlemsel faktörler, ürün mühendisliği faktörleri, malzeme yönetim faktörleri, imalat süreci faktörleri ve dış piyasayla ilgili alternatif kaynak faktörlerdir. Her bir grup da kendi içerisinde çok sayıda parametre içermektedir. Bu faktörler ve parametreler kural yapısı içerisinde, kullanıcı tarafından girilecek değeri alacak şekilde yapılandırılırlar. Bu şekilde Sistemde toplam 41 tane parametre kullanılmaktadır. Bu parametrelerin bir listesi ve alabilecekleri değerler Tablo 1'de görülmektedir. Parametre değerleri, sistemin çalıştırılması sırasında kullanıcı tarafından belirlenir. Atanan bu değerlere bağlı olarak, oluşturulan kurallar, çıkarım mekanizması tarafından geriye doğru zincirleme yöntemiyle taranarak kullanıcıya uygun sonuç önerilmektedir. Bu sonucu uygulamakta kullanıcı ya da karar verici serbesttir. Bu sistem karar vericinin yerini hiçbir zaman alamaz.



Şekil 6. Sistemin İşleyiş

Seçilen sahada bilgi tabanı oluşturmak için gerekli uzmanlık bilgileri temin edildikten sonra, bu bilgilerin sistemde nasıl temsil edileceklerine sıra gelir. Bu amaçla geliştirilen sistemde bilgi temsili, kurallar şeklinde yapılmaktadır. Kurallar, "IF-THEN" ("EĞER *durum* ÖYLEYSE *sonuç*") formatındadır. Kuralın EĞER kısmındaki durum doğruysa, ÖYLEYSE kısmındaki sonuç üretilir. Kuralın EĞER cümlecğine genelde öncül denir. EĞER cümlecikleri bir nesne, bir durum veya bir pozisyonla ilgili bir olguyu ifade eder. Kuralın ÖYLEYSE ile başlayan sağ tarafındaki kısmı ise, koşullar mevcut olduğunda yapılacak faaliyetleri tanımlar. Sistemin bilgi tabanını oluşturan kurallar, parametrelerin aldığı değerler ve birbirleriyle olan uyum durumlarına bağlı olarak oluşturulur. Sistemin bilgi tabanı problemin yapısına bağlı olarak 78 adet kuraldan oluşmaktadır. Sistemdeki kuralların yapısı, aşağıdaki örneklerde görülmektedir:

RULE 1

IF Pazar_Büyüklüğü=Genis

or Pazar_Büyükülüğü=Orta

or Pazar_Büyükülüğü=Küçük and Urün_Tepkisi=Yeterli

THEN Satis_Tahminleri=Güclü;

RULE 24

IF Satis_Tahminleri=Güclü and

Siparis_Önemi=Çok_Önemli

and Pazar_Rekabeti=Genis and ilgi=Yeterli

THEN Pazarlama_Faktorleri=Çok_Önemli;

RULE 33

IF Pazarlama_Faktorleri=Çok_Önemli or Pazarlama_Faktorleri=Önemli and

Islemsel_Faktorler=Isteniyor or

Islemsel_Faktorler=Orta_Derecede_Isteniyor

and Urün_Mühendisligi_Faktorleri=Yeterli

and Malzeme_Yonetimi_Faktorleri=Yeterli

and Imalat_Süreci_Faktorleri=Yetersiz

and Alternatif_Kaynak_Faktorleri=Yeterli

THEN KARAR=2; DISPLAY "Mamülün
Uygundur";

Yansanayide Uretimi

Tablo 1. Sistemde Kullanılan Parametreler Listesi

Pazar_Büyükülüğü: Geniş,Orta,Küçük	Yarımamüller: Yeterli,Yetersiz
Ürün_Tepkisi: Yeterli,Yetersiz	Hammaddeler: Yeterli,Yetersiz
Geçmiş_Kayıtlar:Çok,Az	Siparisler:Evet,Hayır
Bilesim:Önemli,Önemsiz	Temin:Evet,Hayır
Ikameler: Yeterli, Yetersiz	Malzeme_Ikameleri: Yeterli, Yetersiz
Endüstri:Güçlü,Zayıf	Hammadde_Envanteri:Evet,Hayır
Pazar_Payı:Geniş,Orta,Küçük	Alt_Montajlar:Evet,Hayır
Büyükük:Geniş,Orta,Küçük	Son_Ürünler:Evet,Hayır
Talep:Güçlü,Orta,Zayıf	Işgücü_Kapasitesi:Evet,Hayır
Olanaklar: Yeterli, Yetersiz	Makina_Kapasitesi:Evet,Hayır
Kalite_Hedefleri:Önemli,Önemsiz	Işgücü_Esnekliğı:Evet,Hayır
Dağıtım_Hedefleri:Önemli,Önemsiz	Üretim_Süreci_Esnekliğı:Evet,Hayır
Finansal_Kaynaklar: Yeterli, Yetersiz	Piyasa_Ürünlerinin_Uygunluğu:Evet,Hayır
Fayda:Çok,Orta,Az	Yansanayi_Kalitesi:Evet,Hayır
Servis_Hedefleri:Önemli,Önemsiz	Yansanayi_Temin_Süreleri:Evet,Hayır
Fazla_Mesai:Evet,Hayır	Yansanayi_Kapasitesi:Evet,Hayır

Üretim_Süreci:Evet,Hayır	Piyasa_Ürünlerinin_Değiştirilebilirliği:Evet,Hayır
Alternatif_Kaynaklar:Evet,Hayır	Piyasa_Ürün_Perfor.:Yeterli,Orta_Derecede_Yeterli,Yetersiz
Ürün_Tipi:Yeni,Eski	Satış_Tahmin_Esnekliği:Istenir,Orta_Der._Istenir,Yetersiz
Malzeme_Miktari:Evet,Hayır	Sipariş_Esnekliği:Isteniyor,Orta_Der._Istenir,Yetersiz
Güvenilir_Malzeme:Evet,Hayır	

Burada RULE 1, olarak ifade edilen kuralda, *Pazar_Buyuklugu* ve ürünün bu pazardaki talebi karşılama kabiliyetini ifade eden *Urun_Tepkisi* parametrelerinin kullanıcı tarafından belirlenmesine bağlı olarak, *Satis_Tahminleri* değeri belirlenmektedir. RULE 24'de ise, pazarlama faktörlerinin önemi belirlenmektedir. Buradaki *Pazarlama_Faktorleri*'nin değeri *Satis_Tahminleri*, *Sipariş_Önemi*, *Pazar_Rekabeti* ve *ilgili* parametre değerlerine bağlı olarak belirlenmektedir. RULE 33 olarak ifade edilen kuralda ise, sistemin konsültasyonu sonunda verilecek en son karar ifade edilmekte. Sistem, kullanıcının parametrelere atadığı değerlere göre, 2 no'lu kararı tavsiye etmektedir. Yani, üretim çizelgesindeki değişiklik için, "*Mamulün Yan Sanayide Üretimi Uygundur*" şeklinde bir tavsiye önerir.

Geliştirilen sistem tarafından verilen kararların dayandığı temel mantık, aşığıda ifade edilen olgulara dayanır. Bu olgular şu şekildedir:

1. Üretim çizelgesinde meydana gelen değişikliğin fabrika içerisinde üretim kararı: Bu karar, şu kriterler söz konusu ise önerilir: Üretim çizelgesindeki değişiklik pazar göz önüne alındığında önemli ise; firma değişikliği kabul ediyorsa ve ürün mühendisliği, malzeme yönetimi ve üretim süreci faktörleri üretim çizelgesindeki değişikliğe uyum sağlıyorlarsa.

2. Üretim çizelgesindeki değişikliğin yan sanayiden karşılanması kararı: Şu kriterler söz konusu olduğunda tavsiye edilir: Üretim sürecindeki değişiklik pazar göz önüne alındığında önemli ise; firma değişikliği kabul ediyorsa ve ürün mühendisliği ve malzeme yönetimi faktörleri uyum içindeyse ve firma gerekli parçaları üretmek için alternatif bir imalat kaynağını buluyorsa.

3. Üretim Çizelgesindeki değişikliği tamamlamak için gerekli parçaların satın alımı kararı: Şu kriterler söz konusu olduğunda önerilir: Üretim çizelgesinde göz önüne alınan değişik, pazar faktörleri göz önüne alındığında önemli ise; firma değişiklikleri kabul ediyorsa; ürün mühendisliği faktörleri uygun olduğunda fakat, malzeme yönetimi faktörleri uygunluk içerisinde değilse ve firma parçaları almak için alternatif bir kaynak bulmuşsa.

4. Yan sanayi bölümü ve üretim çizelgesindeki değişikliği tamamlamak için gerekli parçaların satın alımı kararı: Şu kriterler söz konusu olduğunda önerilir: Üretim çizelgesinde göz önüne alınan değişiklik pazar faktörleri göz önüne alındığında önemli ise, firma değişiklikleri kabul ediyorsa, ürün mühendisliği faktörleri uygun olduğunda, malzeme yönetimi ve üretim süreci faktörleri uygun değilse ve firma parçaları almak için alternatif bir kaynak bulmuşsa.

5. Üretim çizelgesindeki değişikliğin mümkün olmaması kararı: Şu koşullardan herhangi birinin beklenmesi durumunda tavsiye edilir: Pazarla ilgili faktörler önemli değilse;Malzeme yönetimi ve üretim süreci faktörleri de yetersiz ise ve kabul edilebilir bir alternatif kaynak mevcut değilse.

Çıkarım Mekanizması

Çıkarım mekanizması, bilgi tabanındaki hangi kuralların yardıma çağırılacağını ya da kullanılacağını belirler. Çıkarım mekanizması bilgi tabanındaki bilgileri işleyerek yeni bilgi üretilmesini sağlar. Sistemin akıl yürütme mekanizması olan çıkarım mekanizması, uygun

bir çözüm bulmak üzere problem uzayında arama yapar. Çözüme ulaşmak için sistemin izlediği yol kısaca şöyle özetlenebilir:

Sonuç çıkarma süreci, endüstri, alternatif kaynaklar ve firma özellikleriyle ilgili soruların kullanıcıya sorulmasıyla başlar. Önce endüstrinin dış çevresi ve bununla ilişkili firmanın gelecekte olabilecek üretim değişiklikleriyle ilgili üretim koşullarını değerlendirmek için sorular sorar. Sonra kullanıcının üretim değişikliğini karşılamaya yönelik mümkün olan dış kaynakların kullanımlarını değerlendirmek için sorular sorar. En sonunda, sistem sezgisel bir yaklaşım ile bu sorulara yönelik cevapları düzenleyerek üretim kararını verir. Sistem her bir konsültasyonda tavsiye etmiş olduğu kararın nasıl oluştuğunu gösteren karar ağacını da oluşturur.

Sistemin çıkarım mekanizması geriye doğru zincirleme kuralına göre çıkarımlar yapar. Sistem kullanıcıya, pazar faktörleri, firma içerisindeki işlemsel faktörler, ürün mühendisliği, malzeme yönetimi, üretim kapasitesi ve alternatif kaynakların uygunluğu hakkında sorular sorar. Sistem kullanıcı tarafından girilen bu verilere dayalı olarak, ilgili kuralları çalıştırarak önce ara sonuçlara, daha sonra tespit ettiği bu ara sonuçları kullanarak en son karara ulaşır.

Kullanıcı Arabirimi

Kullanıcı arabirimi, kullanıcı ve bilgisayar arasında diyalogu sağlamaktır. Sistem, bu diyalogu bilgisayar ekranında görüntülenen bir komutlar tablosu yardımıyla sağlar. Komutlar tablosundan seçilen komutların işlevlerine göre, ekrandaki mesajlara kullanıcının vereceği cevaplarla, çeşitli etkileşimler kurulmaktadır. Örneğin, "ürüne ait pazarın büyüklüğü nasıldır?" şeklindeki soru kullanıcıya sorulmakta ve kullanıcı ekranda "Geniş, Orta, Küçük" şeklindeki seçeneklerden birini seçerek tercihini bildirir. Benzer şekilde "Firmanızın makina kapasitesi üretimdeki artışa uyma yeteneğine sahip mi?" şeklindeki sistem tarafından sorulan soruya, kullanıcı yine ekranda görülen "Evet" ya da "Hayır" şeklindeki seçeneklerden birini seçerek karşılık verecektir. Bu şekilde sistem tarafından sorulan tüm sorular kullanıcı tarafından girilmekte ve sistem tarafından çıkarılan sonuçlar, kararlar şeklinde kullanıcıya önerilmektedir. Geliştirilen sistemin kullanıcı arabirimi ile ilgili bir ekran görüntüsü Şekil 7'de görülmektedir.

```
[ KBS: DECISION ]
=====
BILGI TABANLI İMALAT KARAR DESTEK SISTEMI
Dr. İbrahim CİL
=====
KONSULTASYON İCİN BİR TUSA BASINIZ
-----

Urune ait pazarın büyüklüğü nasıl?
Genis                               Orta ◀                               Küçük

Urunun bu pazardaki talebi karşılama kabiliyeti nasıl?
Yeterli ◀                           Yetersiz

Şirketin şimdiye kadar ertelediği siparişlerin seviyesi nedir?
Çok                                   Az ◀

İşletmenin pazar payı ve finansal durumuyla ilgili, karşılanmayan
taleplerin tamamlanması önemli mi?
Önemli ◀                             Önemsiz

| → ← Enter to select  END to complete  /Q to Quit ? for Unknown
```

Şekil 7. Sistemin Kullanıcı ile Diyalogunu Sağlayan Bir Ekran Görüntüsü

SONUÇ

Üretim çizelgesinde uygun olmayan bir değişikliğin, işletme açısından geriye dönülmez ve olumsuz etkiler doğuracağı aşikârdır. Üretim çizelgesindeki herhangi bir değişiklik için verilmesi gereken karar, firmanın pazarlama, imalat ve satın alma gibi fonksiyonlarıyla ilgili çok sayıda faktöre bağlıdır. Çok sayıdaki karar değişkenine bağlı olan durumları değerlendirmek, üretim yöneticilerinin en zor görevlerinden biridir. Yöneticilere, uzmanlık alanlarında destek sağlayacak olan, zeki imalat karar destek sistemi, önemli bir rol üstlenir. Bu çalışmada geliştirilen imalat karar destek sistemi, bilgi tabanlı bütünleşik bir yapıya sahiptir. Burada, karar destek sistemleri ve bilgi tabanlı sistemlerin birbirini tamamlamadaki önemi ortaya konulmaktadır. Ayrıca, karar vericinin kendi koşullarını yansıtacak şekilde kullanıcı ile etkileşimli olarak işleyen bir uygulama örneği gösterilmektedir. Küreselleşme, yoğun rekabet ve gelişen teknoloji ile birlikte problemler daha karmaşıklaşmakta ve bu nedenle problemlerin çözümünde uzmanlık, zeki ve doğru kararlar daha büyük önem kazanmaktadır. Bilgi tabanlı karar destek sistemlerinin rolü ve önemi burada ortaya çıkmakta ve önemli bir boşluğu doldurmaktadır. Böylece bilgi tabanlı karar destek sistemiyle desteklenen karar vericiler, daha kaliteli kararlar vererek, problemlerini daha etkin bir şekilde çözebileceklerdir.

KAYNAKÇA

1. ADLER, P. S., MacDONALD, D. W., ve MacDONALD, F., Strategic Management of Technical Functions, Sloan Management Review, Vol. 33, No. 2, Winter (1992).
2. BORCH, O.J., ve T, HARTVOGSEN, Knowledge-Based Systems for Strategic Market Planning in Small Firms, Decision Support Systems, Vol.17, (1991).
3. ÇAKAR, T, ve ÇİL, İ, Uzman Sistemlerin Tasarımı, Geliştirilmesi ve Bilgi Mühendisliğinin Rolü, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt 1, Sayı 1, Mart (1997).

4. CHOI, D. Y., ve K. W. OH, ASA and its application to multi-criteria decision making, *Fuzzy Sets and Systems*, 114 (2000).
5. ÇİL, İ. ve R. EVREN, Linking of Manufacturing Strategy, Market Requirements and Manufacturing Attributes in Technology Choice: An Expert System Approaches, *The Engineering Economist*, Vol. 43, No 3, Spring (1998).
6. ÇİL, İ, E. GÜNDOĞAR, ve M. BARUT, Knowledge-Based Decision Support Systems: An Application In The Manufacturing Sector, *The Second International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems*, August 6-7, Sakarya, (1998).
7. ÇİL, İ., Selecting Appropriate Manufacturing Technology: An Integrated Framework Having Three Stages, *Economic Evaluation of Advanced Technologies: Techniques and Cases*, Eds. Lavelle, J. Liggett, H., Parsaei, H. Economic Gordon & Breach Science Publisher (2001).
8. ÇİL, İ. Zeki İmalat Sistemleri Geleceğin İmalat Stratejisi mi?, *Otomasyon Dergisi*, Sayı. 66, Aralık (1997).
9. ÇİL, İ., İmalat Stratejileri ve İmalat Teknolojisi Seçiminde Uzman Sistem Yaklaşımı, *Doktora Tezi*, İTÜ, (1997).
10. DİNÇMEN, M., Üretimde Otomasyona Genel Bakış, *Otomasyon*, Sayı. 20, Şubat (1994).
11. EHRENBERG, D., Expert System for Inventory Control, *Decision Support Systems*, Vol.6, (1990).
12. FİDAN, S., Endüstri Mühendisliğinde Uzman Sistemler ve Proje Yönetim Yazılım Seçimine Bir Uzman Sistem Yaklaşımı, *Doktora Tezi*, İTÜ, (1993).
13. HOLTZMAN, S., *Intelligent Decision Systems*, Addison-Wesley, Reading, Massachusetts, (1989)
14. HOUBEN, G., K. LENIE, ve K. VANHOOF, A knowledge-based SWOT-analysis system as an instrument for strategic planning in small and medium sized enterprises, *Decision Support Systems*, vol. 26, (1999).
15. IGNIZIO, J.P., *An Introduction to Expert Systems-the Development and Implementation of Rule-Based Expert Systems*, (1992).
16. KLEIN, M. R., SIMAR: A software environment to define and test strategic management knowledge bases, *Decision Support Systems*, vol. 26, (1999).
17. KLEIN, M. R. ve R.W. GRUBBSTROM, Using OPTRANS object as a KB-DSS development environment for designing DSS for production management, *European Journal of Operational Research*, 109 (1998).
18. LIBERATORE, M.J., *Selection and Evaluation of Advanced Manufacturing Technologies*, Springer-Verlag, (1990).
19. LUCE, T., *Using VP-EXPERT in Business*, Mitchell McGraw-Hill, (1992).
20. MARTIN, J., *Building Expert Systems: A Tutorial*, Prentice Hall Inc., New Jersey, USA, (1988).
21. MATSATSİNİS, N. F., ve Y. Siskos, MARKEK: An intelligent decision support system for product development decisions, *European Journal of Operational Research*, 113, (1999).
22. MEYER, W., *Expert Systems in Factory Management Knowledge-Based CIM*, Elish Horwood, (1990).
23. MOCKLER, R.J., *Developing Knowledge-Based Systems Using an Expert System Shell*, Maxwell Macmillan, (1992)
24. MOODY, P.E., *Strategic Manufacturing: Dynamic New Directions for the 1990's*, Dow-Jones Irwin, Illinois, (1990).
25. OLSON, D.L., and COURTNEY, J.F., *Decision Support Models and Expert Systems*, Maxwell Macmillan International Editions, (1992).
26. SAMSON, D., *Manufacturing & Operations Strategy*, Prentice Hall, (1991).
27. SISKOS, Y. ve A. Spyridakos, Intelligent multicriteria decision support: Overview and perspectives, *European Journal of Operational Research*, 113, (1999)
28. SCOTT, B., *Manufacturing Planning Systems*, McGraw-Hill Book Company, (1994).
29. TURBAN, E., *Decision Support and Expert Systems: Managerial Perspectives*, Macmillan, London, (1988).

30. VOLBERDA H. W., ve A. RUTGEs, FARSYS: a knowledge-based system for managing strategic change, *Decision Support Systems*, vol. 26, (1999).