

**YAPAY ZEKA DESTEKLİ SİSTEMATİK ÜRÜN TASARIMINDA  
ŞARTNAME VE KARAR İLİŞKİLERİ**

Mustafa BOZDEMİR<sup>1</sup>  
Faruk MENDİ<sup>2</sup>

**ÖZET**

Şartname aşamasında yapılan işlemler bir takım soyut kavramlardan oluşmasına rağmen, sistematik tasarımın sonraki aşamalarının oluşturulmasında etkin rol oynar. Sistematik tasarım teknikleri kullanılarak yapılan tasarım işlemlerinde, problemin tanımı ve formulizasyonu yapıldıktan sonra alternatif çözümlerin oluşturulması için kavramsal tasarım aşamasına geçilir. Alternatif ürün tasarım çözümleri arasından şartname ihtiyaç ve sınırlandırmaları paralelinde en iyi çözümün bulunabilmesi için değişik karar verme teknikleri kullanılabilir.

Bu çalışmada, karar verme aşamasında uygun çözümü bulmaya yönelik olarak kullanılan bazı temel karar verme tekniklerinin bir değerlendirmesi yapılmaktadır. Ayrıca sistematik tasarımda karar verme safhası için geliştirilen bir uzman sistemin tanımı yapılmaktadır. Sistematik tasarımda kullanılan bu uzman sistem uygulamasının, diğer tekniklere göre kazandırdığı üstünlükler gösterilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Sistematik tasarım, Karar verme, Yapay zeka

**ABSTRACT**

Although the processes carried out in specification stage consist of some abstract concepts, they play important role in consisting of subsequent stages of systematic design. The design operation involved in systematic design technique initially requires, the problem definition and formulisations afterwards, conceptual design stage is needed to obtain alternative solutions. Varying decision-making technique may be used to find a solution in according with the specifications and limitations of the alternative product design solutions.

In this study, an evaluation of certain basic decision making techniques, which are used at the decision-making stage to find a suitable solution, has been made. In addition an expert system developed for decision-making stage of systematic design has been identified. The advantages of the expert system compared with the traditional techniques have been shown.

**Key Words:** Systematic Design, Decision Making, Artificial intelligent

---

<sup>1</sup>Pamukkale Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Bölümü, Kınıklı/DENİZLİ, bozdemir@gazi.edu.tr

<sup>2</sup>Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Bölümü, Beşevler/ ANKARA, fmendi@gazi.edu.tr

## 1. GİRİŞ

Mekanik sistemlerin kavramsal tasarımı üzerine yapılan çalışmalar çok yönlü ve sürekli yeni teorilerin ileri sürüldüğü bir konu olmuştur. Bunun nedenleri arasında sayılabilecek başlıca etkenleri şu şekilde özetlemek mümkündür:

1. Bilgisayar destekli yapılacak kavramsal tasarım işlemlerinde genel amaçlı şartname hazırlanması ve uygulanması son derece zor bir işlemdir.
2. Kavramsal tasarımla elde edilen alternatifler çözümler kümesi içerisinde, şartname ihtiyaçlarını en iyi çözümlen tasarımı belirlenmesi çok zor ve uzun zaman alıcı bir uygulamadır.
3. Kavramsal tasarım uygulamaları sonrasında elde edilen çözüm yapılarına ait fonksiyon-form ilişkilerinin kurulması bazen imkansızlaşabilmektedir.
4. Detaylı tasarım aşamasında oluşabilecek hataların azaltılmasında, sisteme geri beslemenin uygulanmasında karşılaşılan önemli zorluklar, sistematik tasarım üzerinde yoğun olarak çalışılan bazı konular arasında yerini almıştır.

Sistematik tasarım tekniklerine uygun gerçekleştirilen tasarım işlemlerinde üç temel aşamayla karşılaşmaktadır. Bunlar; 1. Şartname aşaması 2. Kavramsal tasarım aşaması 3. Ayrıntılı tasarım aşamalarıdır (Pahl and Beitz, 1996: 50-75; Bozdemir ve Eldem, 2002: 355-363).

Sistematik tasarımın şartname aşamasında ürün hakkında bilgiler toplanarak ve ihtiyaçlar kesin olarak belirlenir. Tipik bir ürün tasarım şartnamesi içerisinde; Performans, kalite, güvenilirlik, emniyet, ürün kullanım ömrü, estetik ve ergonomi belirtilebilir. Şartname aşamasına bağlı olarak yapılan ikinci safhada, tasarımı yapılan ürün için kavramsal tasarım aşaması uygulanır. Kavramsal tasarımın temel görevi, tasarım şartnamesini karşılayan bütün fiziksel çözümlerin tespit edilmesidir. Ürün tasarımının üçüncü ve son safhası ayrıntılı tasarım aşamasıdır. Bu safhada, kavramsal tasarım sonrası gerekli düzenlemeler yapılarak, ürünün yapısına ait son kararlar verilir. Mevcut veriler değerlendirilerek temel boyut ölçüleri belirlenir. Sistem yada yapıyı oluşturan her bir bileşenin şekillendirilmesi tamamlanarak bunlara ait malzeme seçimi ve imalat yöntemlerine karar verilir (Hsu and Woon, 1983: 377-389; Bozdemir, Mendi ve Eldem, 2003: 392-404).

Sistematik tasarım uygulamalarına anlatılan bu temel bilgiler eşliğinde bakıldığında, en kapsamlı uygulamaların şartname aşamasına bağlı olarak yapılan kavramsal tasarım ve alternatiflerin değerlendirmesi bölümünde yapıldığı görülmektedir. Kavramsal tasarım işleminde mevcut probleme bir tanımlama yapılarak, tüm ve alt fonksiyon yapıları belirlenir. Bu alt fonksiyon yapılarıyla örtüşen tasarım katalogları kılavuzunda, alternatif çözüm yapıları elde edilmeye çalışılır. Kavramsal tasarım aşamasında oluşturulan alternatif çözümler içerisinde yapılacak karar verme işlemi sonrasında en iyi çözüm yada belirli sayıdaki çözümlerin seçilmesi işlemi yapılır. Karar verme aşamasında uygun alternatif çözümlerin aranmasında kullanılacak sınırlayıcı sayısı ne kadar fazla olursa, tasarımların değerlendirilmesi de o kadar kolaylaşır. Tablo 1' de örnek bir ürün değerlendirme işlemi için çıkarılmış alternatif çözüm tipleri  $A_1$ ,  $A_2$ , ve  $A_3$  olarak tanımlanmıştır. Buradaki ürünlerin değerlendirilmesinde kullanılacak temel kriter tipleri de  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$  olarak

belirlenmiştir. Kullanılan kriterlerden ;  $C_1 = \text{“fiyat”}$ ,  $C_2 = \text{“sistemin ağırlığı”}$ ,  $C_3 = \text{“kullanım rahatlığı”}$  ve  $C_4 = \text{“sistem bileşenlerinin uyumu”}$  şeklinde belirlenmiştir.

**Tablo 1. Ürün değerlendirme matrisi**

| Alternatif     | C <sub>1</sub> Fiyat | C <sub>2</sub> Ağırlık | C <sub>3</sub> Kullanım | C <sub>4</sub> Uyum |
|----------------|----------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|
| A <sub>1</sub> | 200.-                | 15                     | ☹☹                      | İyi                 |
| A <sub>2</sub> | 175.-                | 20                     | ☺                       | Orta                |
| A <sub>3</sub> | 225.-                | 25                     | ☺☺☺                     | Çok İyi             |

Tablo 1’de görülen sadece üç ürün arasındaki karar verme işleminin dahi doğru olarak yapılması son derece dikkatli bir çalışmayı gerektirir. Burada görülen üç ürün için belirlenen fiyat, ağırlık, kullanım kolaylığı ve sistem elemanlarının birbiriyle uyumu sadece dört kriter eşliğinde değerlendirilmesi dahi karmaşık bir uygulamadır. Bu karmaşıklığın temel sebebi kriterleri tanımlayan birimlerin farklı değer aralıklarında olmasından kaynaklanmaktadır. Karar verme işlemi içerisinde alternatif ürün sayısına ilaveten, kriter sayısının da fazlalığı çözüm için özel yöntemlerin kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir. Yapılan bazı kavramsal tasarım uygulamalarında milyonlarca çözüm alternatifinin değerlendirilmesi gerekebildiğinden, karar vermenin kavramsal tasarımdaki önemi net olarak ortaya çıkmaktadır.

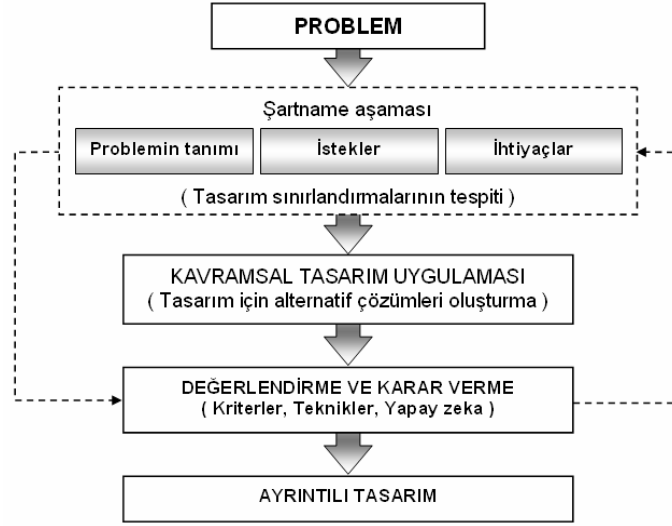
## 2. ŞARTNAME VE KARAR VERME İLİŞKİLERİ

### 2.1. Şartname Hazırlanması

Ürün tasarım şartnamesi hazırlanması sırasında eldeki veriler hiçbir şekilde göz ardı edilemeyeceği gibi, bulunan her bir yeni veride sistemin tanımlanmasında tamamlayıcı olarak kullanılır. Şekil 1’ deki bilgi akış diyagramında da görüleceği gibi, şartname aşamasında elde edilen tüm bilgiler, tasarımının sonlandırılmasına kadar geçen sürede kullanılır.

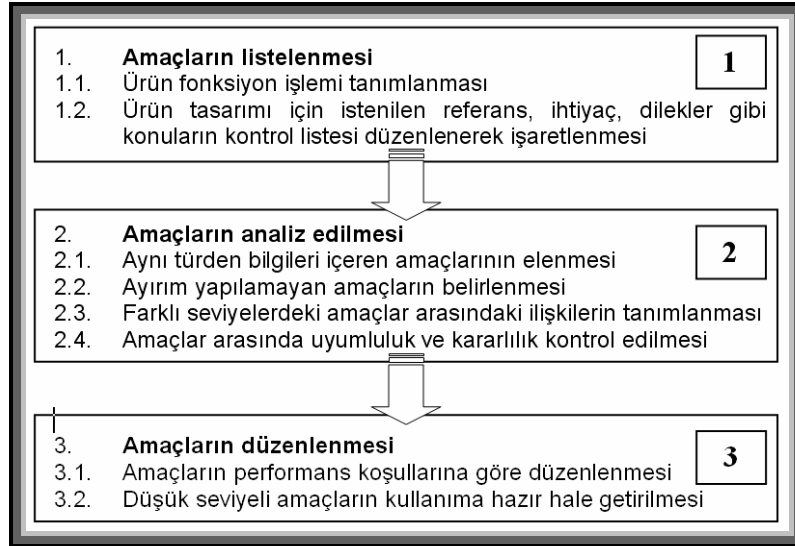
Şartname aşamasında problemin tanımlanması ve bilgilerin kullanılabilir duruma getirilmesi sağlanır. Ürün şartnameleri ürünle ilgili bütün konulardaki problemleri ve bilgileri kapsar. Ürün şartnamesi ortaya çıkacak ürünle ilgili tahminlere yer vermez. Genel olarak ürün şartnamesinde dikkat edilmesi gereken ana etkenler olarak; Yasal şartlar, ürün nitelikleri, tüketici nitelikleri, pazar şartları, tasarım işlemleri, ürünün çevreyle olan ilişkileri, yaşam döngüsü etkileri, kaynak tahsisi gibi etkenler gösterilebilir (Keiroruz , Pabon and Young, 1990; Pugh 1991)

Sistematik tasarım uygulamalarında, şartname ve karar verme aşamaları arasındaki kuvvetli ilişki geri beslemeyle desteklenmeli, kullanıcı gerekli bilgi değişikliklerini sağlayabilmelidir. Ürün şartnamesi hazırlama sırasında mümkünse bir prosedür izlenmelidir. Yeni bir ürün geliştirme işlemi için uygun şartname hazırlama prosedür aşaması, problemin tanımı ve çözümü, amaç ve önerilerin eş zamanlı geliştirilmesi ve ortak etkileşim biçiminde olabilir. Bu işlemlerin karmaşıklığı düşünülecek olursa şartname hazırlama işlemi için ortak merkezli değişik aşamalar kullanılması uygun olmaktadır.



**Şekil 1. Sistematik tasarımda bilgi akışı**

Her aşamada tasarlanacak ürünün bütün özellikleri yeniden incelenmeli ve daha detaylı hale getirilmelidir. Üç aşamalı bir prosedürden oluşan şartname aşaması için Şekil 2' de görüldüğü gibi bir düzenleme yapılabilir (Roozenburg and Eekels, 1995: 50-100).

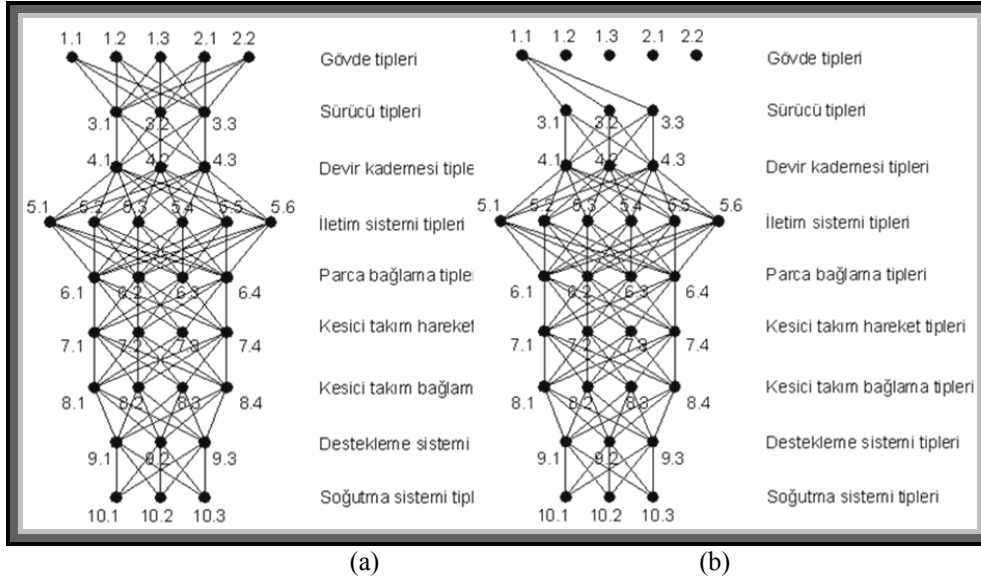


**Şekil 2. Şartname hazırlamada üç aşamalı model yapısı**

## 2.2. Karar verme işlemleri

Karar verme aşamasının uygulanabilmesi için, problemin çözümüne ait alternatif yapıların oluşturulması ve bunlara ait kriter değerlerinin bilinmesi gerekir. Kriterler, karar verme aşamasında kullanılan ve alternatife ait bazı özelliklerinin belirlenmesinde rol oynayan önemli bir karar bileşenidir. Kriterler, şartname amaçlarından ortaya çıkar ve tasarımın amacını ne kadar gerçekleştirdiğinin ölçütüdür. Kriterler üzerinde yapılacak kısıtlamalar, alternatif çözümlerin yer aldığı çözüm uzayı içerisindeki ürün performans sınırlarını belirlemektedir.

Şekil 3' de bir torna tezgahı tasarımı örnek uygulamasında, alternatif çözümlerin bulunabilmesi için kullanılacak temel sistem bileşenleri görülmektedir. Burada sistem bileşenleri değiştirilerek, tasarımı yapılacak ilgili torna tezgahının, kapasite, tip ve yapısal bazı özelliklerini değiştirmek mümkün olmaktadır. Sistemle ilgili hazırlanmış tasarım katalogu bileşenleri içerisinde, şartname isteklerini doğrudan karşılayabilen, torna tezgahı bileşenlerinin tespit edilmesinde karar verme tekniklerinden yararlanılmaktadır. Şartname aşamasında bir sınırlama yapılmaz ise, bu torna tezgahı tasarımı için elde bulunan temel sistem değişkenleri kullanılarak; *Cözüm kümesi* =  $5 \times 3 \times 3 \times 6 \times 4 \times 4 \times 4 \times 3 \times 3 = 155520$  olarak hesaplanır. Karar verme aşamasında şartname koşullarına bağlı olarak, sistemde kullanılacak bir elemanın belirlenmesi durumunda değerlendirilecek çözüm sayısı Şekil 3.b' de görüldüğü biçimde olacaktır. Karmaşık sistemler için yapılacak sistematik tasarım uygulamalarında, şartname aşamasında sistem bileşenlerinin net seçimini belirleyebilecek bir yapı oluşturulmalıdır. Bu yapı içerisinde elde edilen bilgiler en hızlı bilgisayar destekli olarak işlenebileceğinden, sistematik tasarım uygulamalarında şartname ve karar verme aşamalarında bilgisayar destekli tasarım uygulamaları zorunluluk haline gelmiştir.



Şekil 3. (a). Çözüm uzayı (b). Bir elemanın belirlendiği çözüm uzayı

Kavramsal tasarım sonrasında elde edilecek çok sayıdaki alternatifin objektif ve hızlı bir şekilde değerlendirilmesi karar verme probleminin asıl bölümünü oluşturmaktadır. Bu amaçla alternatif çözümler değerlendirirken karşılaşılan zorlukların aşılabılmesinde değişik teknikler kullanılmaktadır. Bu teknikleri şu genel başlıklar altında sıralayabiliriz :

1. Değerlendirme kartları
2. Alternatif değerlendirme teknikleri
3. Yapay zeka

Değerlendirme kartları kullanılarak basit ve orta zorluktaki alternatif tasarım seçimleri yapılabilir. Alternatif değerlendirme kartları sistematik tasarım sonrasında alternatif çözümlerin belirli kriterler eşliğinde değerlendirilmesinde kullanılacak en basit yöntemdir. Değerlendirme kartları hazırlanırken, tablonun üzerindeki sütunlara tasarımdan beklenen faydalar yazılır. Alternatif tasarımlara ait değerlendirilmenin daha hassas hale getirilmesi sütun sayısındaki faydalar bölümünün sayısı artırılmakla sağlanabilir (Bozdemir ve Toktaş, 2001:165-171; Mendi, Bozdemir ve Külekçi, 2002: 1-11; Bozdemir ve Eldem, 2002: 55-63).

Tablo 2' de basit düzeyli olarak hazırlanmış bir değerlendirme kart örneği görülmektedir. Bulunan çözümler sıra ile satırlara girilirken, tasarım isteklerini karşılama durumuna göre (+), (-) ya da (?) işaretlemeler yapılır. İşaretleme yapılırken iş yerinin fiziki durumu, araç-gereç, personel vb. etkenler değerlendirmeyi etkiler.

**Tablo 2. Değerlendirme kartı örneği**

|   | Çözüm          | Fiyat | Ağırlık | Kullanım | Uyum | Karar       | $\Sigma$ |
|---|----------------|-------|---------|----------|------|-------------|----------|
| 1 | A <sub>1</sub> | -     | +       | -        | ?    | -           | -        |
| 2 | A <sub>2</sub> | +     | -       | -        | -    | -           | -        |
| 3 | A <sub>3</sub> | -     | -       | +        | +    | Uygun çözüm | +        |

Genel işaretleme tamamlandıktan sonra en fazla (+)'sı bulunan tasarım ya da tasarımlar amacı gerçekleştiren çözümler olarak seçilebilir. Değerlendirme teknikleri aynı sisteme ait alternatif çözümler topluluğu içerisinde, değişik ölçek aralıklarına sahip kriter değerlerine bağlı olarak en uygun çözüm yada çözümleri aramada, karar vericiye yardımcı olmak için geliştirilmiştir. Karar vericilerin kapasitesi çok sayıdaki alternatif ve bunlara ait kriterleri işleyerek değerlendirmeye yetmeyebilir. Genellikle temel bir karar verme işleminin yapısı, alternatifte ait toplam değer fonksiyonun hesaplanarak bulunması şeklinde yorumlanır. Bu tip toplam değer fonksiyonlarıyla elde edilecek alternatif değerlendirme yöntemlerinin bilimselliklerinden şüpheye düşülebilmektedir. Problemlerin zorluğuna ve kullanılan kriterlerin ölçüm aralıklarına bağlı olarak değişik değerlendirme teknikleri kullanılabilir. Bunlardan birisi olan sıra gösterme metoduna ait örnek Tablo 3' görülmektedir. Tablonun elde edilmesinde kullanılan temel veriler Tablo 1 referans alınarak elde edilmektedir

**Tablo 3. Sıra gösterme yöntemi değerlendirilmesi**

| Kriterler >     | C <sub>1</sub> | C <sub>2</sub> | C <sub>3</sub> | C <sub>4</sub> |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Önem sıraları > | 1              | 4              | 3              | 2              |
| A <sub>1</sub>  | 2              | 1              | 2              | 2              |
| A <sub>2</sub>  | 1              | 2              | 3              | 3              |
| A <sub>3</sub>  | 3              | 3              | 1              | 1              |

Bu tip karar verme tekniklerinde, karar verici farklı alternatiflere ait aynı tip kriterleri seçim önceliğine uygun olarak sıralar. Sıralama işlemi tüm alternatiflerin kriter değerlerinin kendi içerisinde önem derecesine göre yapılır. Sıralama yöntemi alternatif sayısının fazla olduğu durumlarda tasarımcılara doğru sonuçlar vermekte yeterli olamamaktadır (Roozenburg and Eekels, 1995: 50-100).

Tablo 4’ de değerlendirme metodlarının en etkili olarak bilinen ağırlık oranı metodu kullanılarak yapılan çözüm gösterilmektedir. Tablonun hazırlanmasında için kaynak olarak kullanılan veriler Tablo 1’den alınmaktadır. Tablo değerleri arasındaki niteliksel farklılıklar 1-9 ölçek aralıklı düzenlemeye tabii tutularak yenilenmiştir. Ölçek aralıklarını düzenlendikten sonraki aşamada ise,  $\lambda_i$  ağırlık faktörü kriterlere uygulanır. Kriterlere ait ağırlık değerleri oranları aynı olmayabilir. En önemli olarak belirlenen kritere en büyük ağırlık oranı verilmesi gerekir. C<sub>4</sub> kriterinin ağırlık oranı C<sub>1</sub> kriterinin tahmini olarak %50’ si, C<sub>3</sub> kriteri ise C<sub>2</sub> kriterinin %30 gibi oranlar kullanılarak, 1, 10 yada 100 gibi ölçeklerde toplam ağırlık oranı belirlenebilir (Roozenburg and Eekels, 1995: 50-100).

**Tablo 4. Ağırlık oran uygulaması**

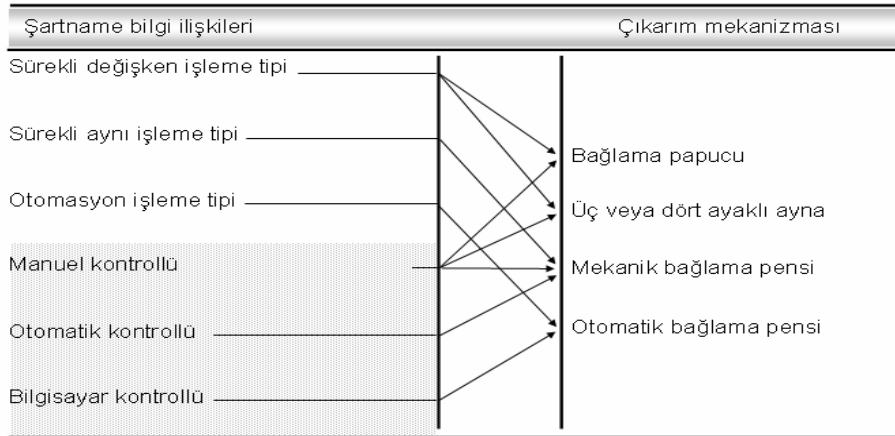
| $\lambda_i$    | C <sub>1</sub> = %40 | C <sub>2</sub> = %30 | C <sub>3</sub> = %10 | C <sub>4</sub> = %20 | $\Sigma \lambda_i e_{ij}$ |
|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------------|
| A <sub>1</sub> | 8                    | 9                    | 8                    | 6                    | 790                       |
| A <sub>2</sub> | 9                    | 7                    | 7                    | 1                    | 660                       |
| A <sub>3</sub> | 7                    | 6                    | 9                    | 8                    | 710                       |

Anlatılan bu yöntemlerin bilgisayar destekli olarak kullanılmasıyla çok sayıdaki alternatifin etkili şekilde değerlendirilmesi sağlanabilir. Yapılacak uygulamalarda kriter ağırlık oranlarını kendisi belirleyebilen ve değerlendirme hesaplarını otomatik gerçekleştiren programlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle alternatif ürün değerlendirme işlemlerinde yapay zeka tekniklerinin kullanımı konusu ortaya çıkmaktadır. Yapay zekanın mekanik sistemlerin sistematik tasarımın alternatiflerin değerlendirilmesi aşamasında kullanımı ile ilgili olarak yapılan çalışmalar sürekli bir gelişme devresi içerisinde. Yapay zekanın değişik boyutlarını inceleyen farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Günümüzde yapay zeka uygulamalarında kullanılan en kapsamlı yaklaşımlar olarak; Uzman sistemler,

yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, endüktif öğrenme, açıklama tabanlı öğrenme, görme, robotik, doğal dil işleme, model tabanlı muhakeme, veri tabanlı muhakeme, kavramsal grafikler, mantık programlama, zeki öğretim sistemler vb. gösterilebilir (Allahverdi, 2002: 1-75; Öztemel, 1998: 72-74).

### 2.3. Şartname- Karar Verme Arasında İlişki Kurma

Sistematik tasarım işlemlerinde şartname aşaması ve kavramsal tasarım aşaması bir birinden ayrı aşamalar olmasına rağmen, şartname aşamasında yapılan hataların kavramsal tasarım aşamasında düzeltilmesi mümkün değildir. Bu nedenle şartname aşamasında bilgilerin elde edileceği bilgisayar destekli sistematik tasarım uygulamalarında şartname bilgilerinin kendi içerisinde uyumunun yapıldığı denetleme sistemlerinin yerleştirilmesi kullanıcı hatalarının azaltılması için iyi olacaktır. Şartname aşamasında elde edilen karar verme aşamasında çıkarım bilgilerine dönüştürülmesinde Şekil 4' de görüldüğü gibi çaprazlama grafları kullanılabilir.



Şekil 4. Tüm bileşenler çözüm uzayı

Kullanılan graflar çözümü yapılacak sistemin karmaşıklığıyla yakından orantılıdır. Fazla karmaşık sistemlerde alt sistem yapıları kullanarak, problemi kendi içerisinde parçalayarak, daha az karmaşık çıkarım mekanizmaları kurmak mümkündür. Bilgisayar destekli karar verme yapısına sahip bir sistematik tasarım programı hazırlanmasıyla ilgili bir çalışmada, mekanik sistemler içerisinde karmaşık olarak bilinen takım tezgahlarının tasarımı incelenmiştir. Bu amaçla uzman sistem karar verme mekanizmasına sahip bilgisayar programı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu programa Takım Tezgahı Sistematik Tasarım Programı (TASİTA) adı verilmiştir. Bu sistematik tasarım programı içerisinde karar verme aşamasına geçilmeden önce kontrol edilebilmesi için gerekli tanım bilgileri bir kural tabanı içerisinde yazılarak, gerektiğinde yeni bilgi ekleme ve çıkarma işlemlerinin yapılabildiği editörlerle desteklenebilmektedir. (Bozdemir, 2003: 1-5 ).

Bilgisayar destekli sistematik tasarım programlarında müşteri yada tasarımcıdan elde edilen tüm bu bilgiler, hazırlanan tasarım işlem modelinin karar çıkarım mekanizması tarafından kullanılmak üzere değişkenlere aktarılır. Kullanıcı tasarım işlem modelinin ilerleyen



aşamalarında, şartname hazırlama bölümüne geri dönerek seçimlerini düzenleyebilir. Şartname aşaması sonrasında elde edilen veriler ve değişkenler, tasarım programı tarafından sırayla işleme konulacaktır.

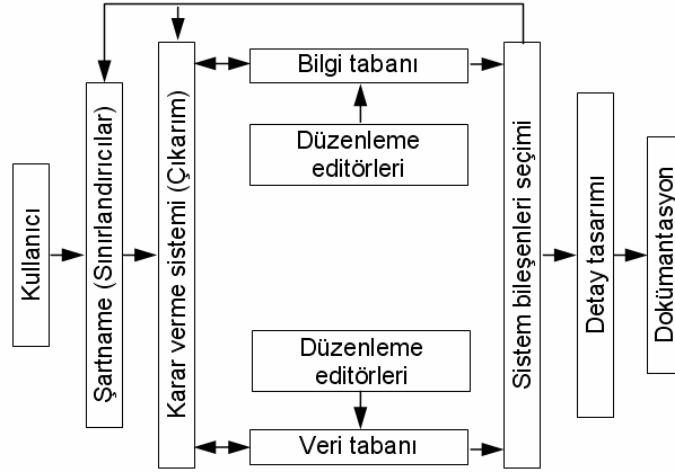
### 3. SİSTEMATİK TASARIM PROGRAMI

Geliştirilen TASİTA programı için hazırlanan özel şartname arayüzü sayesinde, kullanıcı istek ve ihtiyaçları tasarım işlemine en üst düzeyde katılımı sağlanmıştır. Sistemik olarak yapılacak bir torna tezgahı tasarımı için fonksiyonel hiyerarşi ve fiziksel parçaların ilişkileri belirlenmiştir. Belirlenen hiyerarşik düzen içerisinde şartname aşaması için ihtiyaçlar tanımlanmalı ve sınırlamalar belirlenmelidir. Takım tezgahları tasarımı için hazırlanacak şartname aşamasının başlangıç noktası, tasarımı istenilen tezgahta ne tür işlemlerin yapılacağını tarif edilmesi olmalıdır. Yapılacak işlemler genelde teorik olarak bilinmesine karşın, problemin tarifi, amaçların listelenmesi, kontrol listelerinin oluşturulması gibi aşamaların başlangıçta doğru yapılması büyük önem taşımaktadır. TASİTA programının uygulaması sırasında bilgi sistemi aşağıdaki gibi bir işlem sırası izlemektedir.

- Torna tezgahı için kullanıcı isteklerini belirler.
- Tasarım sınırlandırıcıları fonksiyon yapılarıyla karşılaştırır.
- Veri tabanından tasarım fonksiyon yapılarına uygun seçim yapılır.
- Tasarım bilgi tabanı değerlendirip alternatif tasarım tipleri oluşturulur.
- Oluşturulan tasarım alternatiflerine karar verme işlemi uygulanır.
- Kriter değerlerini sağlamayan alternatif tasarım tipleri arasında eleme yapılır.
- En iyi seçim için alternatifler analiz edilir.
- Alternatife ait sistem yapılarının bileşen listesi oluşturulur.

Takım tezgahlarının sistemik tasarımı amacıyla elde edilen bilgiler değişik temsiller şeklinde ifade edilebilirler. Fonksiyonlar, formüller, çizimler, grafikler, katı modeller vb. bilgi temsili tiplerinden çözüm için uygun yada yeterli olanları tasarımcı tarafından tercih edilir. Bilgisayara yönelik şekillendirme temsillerinin en önemli özelliği olarak verilerin çok hızlı bir şekilde işlenerek muhakeme edilmesi ve hiçbir dış etkenden etkilenmemesi söylenebilir.

Şekil 5’de geliştirilen sistemik tasarım programına ait karar verme mekanizmasının yapısı görülmektedir. Oluşturulan bu uzman sistem karar mekanizmasının çalışmasında ilk olarak, kullanıcıyla iletişimin sağlayan arayüz sayesinde şartname bilgileri sağlanmaktadır. Elde edilen tasarım bilgileri çıkarım mekanizması aracılığıyla, bilgi tabanı ve veri tabanı kayıtlarını değerlendirir. Yapılan kontroller sonrasında uygun bulunan bilgi tabanı kuralı ve verileri eşliğinde, hangi torna tezgahı tipinin seçilmesine ait karar problemi çözümlenir.



Şekil 5. Uzman sistem yapısı

Şekil 5' de görülen TASİTA programı uzman sistem yapısı sayesinde şartname verileri değerlendirilerek chaining) yöntemi kullanılarak yapılan çıkarım işleminde, bilgi tabanını oluşturan ilk kuraldan sonrakilere doğru tarama sağlanır. Çıkarım mekanizması ileri doğru zincirleme araması yaparken, tasarım bilgi tabanını kılavuz olarak kullanır ve tasarım bilgilerini yorumlar., Şekil 6'da görülen bilgi tabanı kural cümleleri sayesinde çıkarım bileşenlerine dönüştürülmektedir. TASİTA programının ana çıkarım mekanizması ileri zincirleme denilen arama yöntemini kullanmaktadır. İleri doğru zincirleme (forward

|  |
|--|
| <p><b><u>Kural 1</u></b><br/> <b>Eğer</b><br/> İş parçası boyutu küçük veya normal ise<br/> ve İş parçası ağırlığı normal ise<br/> <b>O Halde</b> Yatay çalışma eksenli gövde tipi</p> <p><b><u>Kural 2</u></b><br/> <b>Eğer</b><br/> Parça boyutu büyük veya çok büyük ise ise<br/> ve İş Parça ağırlığı çok büyük ise ise<br/> <b>O Halde</b> Dikey çalışma eksenli gövde tipi</p> |
|--|

Şekil 6. Gövde tipinin belirlenmesinde kullanılan iki basit kural örneği

Bilgi tabanının ileri zincirlemeyle taranmasına geçmeden önce şartname aşamasında elde edilen sınırlama bilgileri, ilişki grafiklerinin oluşturulmasında kullanılan yöntemle değerlendirilerek, tüm takım tezgahlarının model bilgilerini içeren çözüm uzayında sınırların tespit edilmesi sağlanır. Çözüm uzayı sınırlanmasından sonra, çıkarım mekanizması ileri zincirleme tekniğine uygun olarak ilk kuraldan son kurala kadar arama işlemine başlamaktadır. Program bilgi tabanı içerisindeki amaç kavramı, torna tezgahı tiplerine ait bir modelinin tanımlamasını yapacak biçiminde tasarlanmıştır.

İleri zincirleme arama yönteminde, bilgi tabanının derinlemesine taranması sırasında, çıkarım verileri ve işlem gören kuralların sonuçları eşleştiği anda, tasarım sonucunu karşılayan kuralın seçimi yapılmaktadır. Şekil 7’de TASİTA programı için geliştirilen şartname bilgilerinin değerlendirme ve karar verme sistemi arayüzü görülmektedir.

**KARAR DEĞERLENDİRME RAPORU**

Kullanıcı belirtilen çözümler içerisinde Kural\_15 kullanarak Model\_15 tezgahın seçimini yaptı..

**Açıklama =**

if Yatay\_govde\_paralel\_kizak and Hidrolik\_motor and Varyator\_devir\_sistemi and Surtunmeli\_cark\_sistemi and Mekanik\_baglama\_pensi and Vida\_somun\_mekanizmasi and Revolver\_baslik\_sistemi and Mekanik\_doner\_punta and Hava\_kullanarak\_sogutma then Model\_15

Alternatif çözüm önerileri (% ...)

| Sıra | Kural No | A.O.D | Model Adı |
|------|----------|-------|-----------|
| 1    | Kural_15 | 0,83  | Model_15  |
| 2    | Kural_45 | 0,83  | Model_15  |
| 3    | Kural_90 | 0,83  | Model_90  |
| 4    | Kural_43 | 0,81  | Model_13  |
| 5    | Kural_13 | 0,81  | Model_13  |
| 6    | Kural_14 | 0,79  | Model_14  |

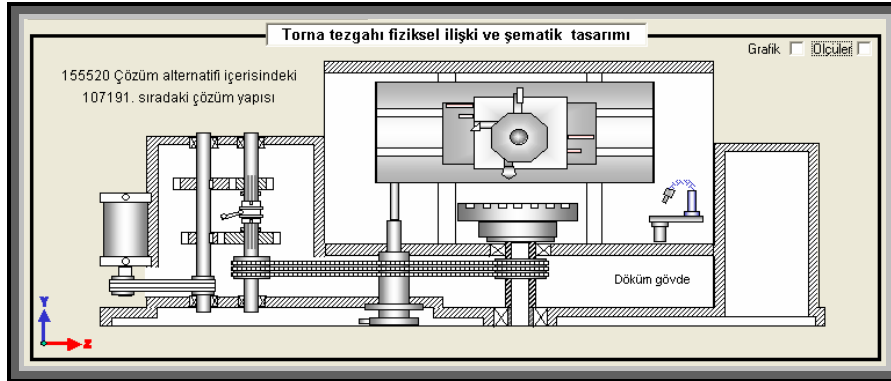
Ağırlık oran değerlerine göre sırala

% 83

0 25 50 75 100

Şekil 7. Karar verme sistemi

Uzman sistem tarafından en uygun alternatifin belirlenmesinden sonra, Şekil 8’ de görülen sistematik tasarımın tüm ve alt fonksiyon yapılarına uygun düzenlenmiş fonksiyon-form ilişkisi menüsünde, torna tezgahı sembolik şekillendirmesi yapılmaktadır.



Şekil 8. Fonksiyon-form ilişkisi menüsü

Alt fonksiyonlar arasında kullanılan ilişkiler form ilişkilerine dönüştürülerek, resimsel olarak torna tezgahı modellerinin oluşturulması sağlanmaktadır. Karar verme aşaması sonrasında uygun bulunan takım tezgahı modeline ait alt fonksiyon yapısı elemanları, fonksiyon-form ilişkisi sayfası üzerinde fiziksel nesnelere dönüştürülmektedir.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, bilgisayar sistematik tasarım uygulamalarında şartname ve kavramsal tasarım aşamalarında etkili bilgi yönetimi için kullanılan bir yöntemin tanıtımı yapılmıştır. Geliştirilen bu yöntem uygun hazırlanmış ve uzman sistem destekli bir yapay zeka

programı uygulaması olan TASİTA programı geliştirilmiştir. Bu program sayesinde, bilgisayar destekli sistematik tasarım sırasında karşılaşılan, karar verme, şartname bilgilerinin doğruluk kontrolü ve çıkarım mekanizmasına ait yapılar gösterilmiştir.

TASİTA programı takım tezgahlarının bilgisayar destekli sistematik tasarımı amacıyla geliştirilmiş bir yazılımdır. Tasarım bilgi tabanı ve veri tabanına gerektiğinde yeni bilgiler eklenebilmektedir. Kullanıcı tarafından girilen temel şartname bilgilerine bağlı olarak, şartname bilgilerinin kontrolü, yorumlanması, yapay zekaya dayalı karar verme, fonksiyon-form ilişkileri sağlama, ön hesaplamalar ve dokümantasyon sağlama modülleri aracılığıyla gerekli sistematik tasarım işlemi yapılabilmektedir. Geliştirilen programda kullanılan bilgi ve veri tabanı torna tezgahı tasarımı için düzenlenmiştir. İleriki çalışmalar içerisinde diğer tezgah tipleri için de bilgi ve veri tabanları oluşturularak, daha geniş bir yapay zeka destekli sistematik tasarım programı haline genişletilebilir.

## KAYNAKLAR

- Allahverdi N. (2002). **Uzman sistemler**, Atlas yayın dağıtım, İstanbul, s. 1-75.
- Bozdemir M. (2003). “Takım Tezgahlarının Yapay Zeka Tekniklerine Dayalı Sistematik Tasarımı”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bozdemir M. ve Toktaş İ. (2001). “Mekanik Sistemlerin Kavramsal Tasarımına Sistematik Bir Yaklaşım”, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Cilt 7, Sayı 2, s. 165-171.
- Bozdemir M., Mendi F. ve Eldem C. (2003). “Kavramsal Tasarımda Karar Verme”, **3. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu**, 18-20 Ağustos Gazi Üniversitesi Gölbaşı Sosyal Tesisleri, ANKARA, s.392-404
- Bozdemir M., ve Eldem C. (2002). “Modern Tasarım Teknikleri”, **10. Uluslararası Makina Tasarım ve İmalat Konferansı**, 4-6 Eylül Kapadokya, ODTÜ, s. 55-63.
- Hsu W. and Woon M. (1998). “Current Research In The Conceptual Design Of Mechanical Products”, **Computer Aided Design**, Vol: 30, No: 5, s.377-389.
- Keiroruz W., Pabon J. And Young R. (1990). Integrating Parametric Geometry, Features, And Variations Modelling For Conceptual Design, **In Design Theory And Methodology**, s.1-9
- Mendi F., Bozdemir M. ve Külekçi M, (2002). “Robot Sistemler İçin Bir Tasarım Ve Simülasyon Yaklaşımı Geliştirilmesi”, **6. Uluslararası Mekatronik Tasarım ve Modelleme Konferansı**, 4-6 Eylül Kapadokya, ODTÜ, s. 1-11.
- Öztemel E., (1998). “Bilgi Toplumunda Yönetim Bilişim Sistemlerinin Gelişimi Ve Yapay Zeka”, **Otomasyon**, Mart, s. 72-74
- Pahl G., and Beitz W. (1996). **Engineering Design a Systematic Approach**, Springer-Verlag, New York, s. 50-75

Pugh S. (1991). **Total Design; Integrated Methods For Successful Product Engineering**, Addison-Wesley, Wokingham, s.1-100

Roozenburg N.F.M and Eekels J. (1995). **Product Design: Fundamental And Methods**, John Willey & Sonns, England, s. 50-100.

## EKLER

TASİTA programı kullanılarak yapılan bir tasarıma ait işlem basamakları ve menü kullanım örneği aşağıda görülmektedir.

1. "Dosya" menüsünden "Yeni Dosya" seçeneğiyle kayıt ismi yazılır.
2. Şartname bilgi formları müşteri veya tasarımcının istek, ihtiyaç ve sınırlandırmaları değer- leri paralelinde belirlenir.

**Şekil 9. Şartname aşamasında iş parçası bilgilerinin belirlenmesi**

3.Uzman sistem karar verme mekanizması kullanılarak yapılan değerlendirme işlemi sonrasında, uygun bulunan alternatif çözümler içerisinde istenilen seçim yapılabilir.

**Tasarım Karar Verme Sistemi**

**ŞARTNAME İHTİYAÇ VE SINIRLANDIRMA DEĞERLERİ TABLOSU**

İş parçası boyutu : Büyük (150 -300 mm çap) İşleme tipi : Üniversal işleme  
 Endüstri sahası : Metal işleme sanayi İstenilen güç tipi : Özel bir istek yok  
 İstenilen tezgah gücü : Büyük ( 7.5-22 Kw) İşleme tipleri : Sürekli değişken iş tipi  
 İstenilen kontrol tipi : Özel istek yok Ekonomiklik : Önemsiz  
 Ergonomiklik : Önemli Üretim sayısı : Tek tezgah (Prototip) üretim

**KARAR DEĞERLENDİRME RAPORU**

TOSITA 1.0. Bilgi tabanı kural kayıtlarında (%100) benzerlikli çözüm sonucu bulunamadı. Verilen şartname sınırlandırmalarına göre benzer çözümlerin listesi ->

**Açıklama =**  
 Belirlen şartname ihtiyaçlarını karşılamak için en yakın benzer çözümler için yapılan değerlendirme listesinden bir MODEL seçimi yapmanız önerilmektedir !

Alternatif çözüm önerileri (% ...)

| Sıra | Kural No | A.O.D | Model Adı |
|------|----------|-------|-----------|
| 1    | Kural_11 | 0,66  | Model_11  |
| 2    | Kural_12 | 0,74  | Model_12  |
| 3    | Kural_13 | 0,81  | Model_13  |
| 4    | Kural_14 | 0,79  | Model_14  |
| 5    | Kural_15 | 0,83  | Model_15  |
| 6    | Kural_41 | 0,66  | Model_11  |

Ağırlık oran değerlendirme göre sırala

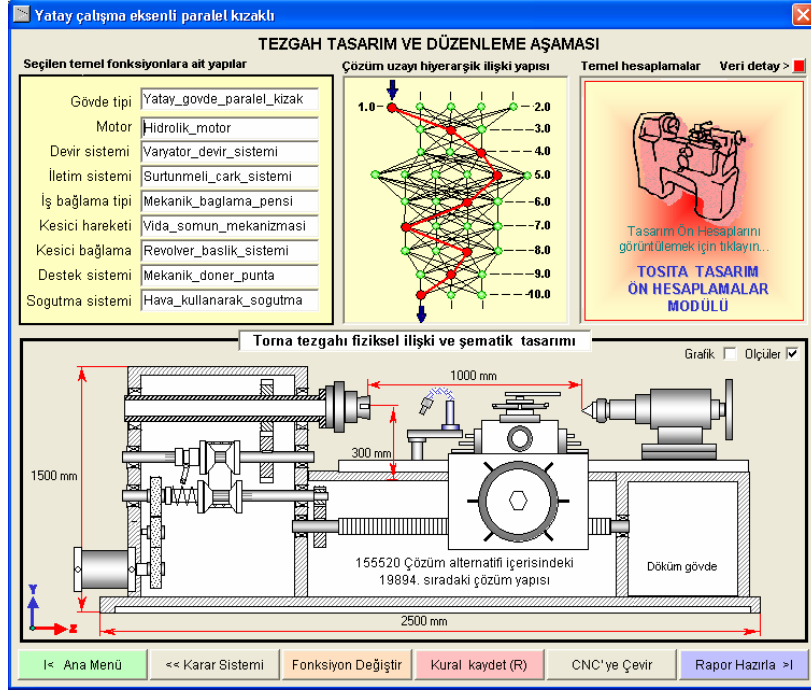
**% 83**

0 25 50 75 100

ANA MENÜ AYRINTILAR <- ŞARTNAME DEĞİŞİKLİK ONAY DETAY TASARIMI ->

**Şekil 10. Uzman sistem karar mekanizması**

4.Seçimi yapılan alternatif tasarım fonksiyon yapısıyla, fiziksel formlar arasında ilişki kurularak torna tezgahına ait sembolik bir tasarım oluşturulmaktadır.



Şekil 11. Torna tezgahı fonksiyon-form ilişkisi oluşturma menüsü