

YAPAY ZEKA DESTEKLİ BİR TASARIM İŞLEM MODELİNİN YAPISI

Prof.Dr. Mustafa BOZDEMİR

mustafabozdemir@kku.edu.tr

Kırıkkale Üniversitesi, KMYO Makina ve Metal Teknolojileri Bölümü, Yahşihan / KIRIKKALE

ÖZET

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, takım tezgahlarının sistem bileşenlerinin seçimi için uzman sistem destekli bir kavramsal tasarım işlem modeli geliştirilmiştir. Bu model; şartname, fonksiyon temsilleri ve uzman sistem karar verme mekanizmasından oluşmaktadır. Geliştirilen model, klasik ve CNC Torna tezgahlarına uygulanmıştır. Bunun için hazırlanan klasik ve CNC torna tezgahlarına ait iki ayrı bilgi tabanına sahip programda, tasarım şartnamesi karşılayan bütün fiziksel çözümlerden en uygun olanına karar verilmektedir.

Anahtar kelimeler: Takım tezgahları, Kavramsal tasarım, Uzman sistem, Karar verme mekanizması

STRUCTURE OF A DESIGN PROCESS MODEL SUPPORTED WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ABSTRACT

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, a design process model based on expert system is development to select the proper system components of machine tools. This model consist of specification, function representations and expert system decision making mechanism. This developed model is applied to the design of classic and CNC turning tools. A proper design solution according to design specifications is determined using programming. This programming possesses two different knowledge bases for each classical and CNC turning tools.

Key Words: Machine tools, Conceptual design, Expert System, Decision making mechanism

1. GİRİŞ

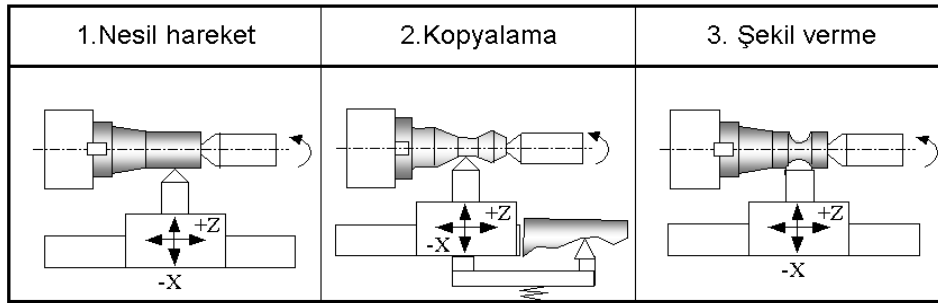
Takım tezgahları, makine endüstrisinden başka, taş-mermer yada ağaç-mobilya endüstri sahalarındaki ağır çalışma ortamlarında kullanılmaktadır. Takım tezgahlarının tasarım ve imalatını doğrudan ve dolaylı olarak etkileyen bir çok faktörün bulunduğu bilinmektedir. Tüm faktörlerin takım tezgahı tasarımı içerisinde etkili bir şekilde değerlendirilmesini sağlayabilmek için uzman sistem karar mekanizması destekli bir sistematik tasarım işlem modeli geliştirilmiştir. Takım tezgahlarının mekanik sistemlerine ait kavramsal tasarım çalışmalarını geliştirmek, daha fazla alternatif çözümü çok daha hızlı şekilde değerlendirerek, müşterinin ihtiyaçlarına en uygun tasarım alternatif tipinin seçilmesi, sistematik tasarım uygulamalarındaki çözülmesi gereken önemli bir problemlerdir. “Ayrıca, özel ve standart takım tezgahlarının mevcut yapılarının değiştirilmesi, geliştirilmesi, yenilenmesi istekleri durumlarında, tasarımcıya yol gösterecek, yeni çözümler üretmesine yardımcı olabilecek tasarım işlem modellerine de ihtiyaç duyulmaktadır.

Takım tezgahlarının sistematik tasarımının yapılması için hazırlanan tasarım işlem modelinde, problemin çözümü için gerekli ön bilgiler şartname aşamasında elde edilerek, tasarımın çözüm uzayının sınırlarının belirlenmesi sağlanmaktadır. Çözüm uzayı sınırlandırmalarıyla, takım tezgahının tipine uygun hazırlanmış sistem bileşenleri veri tabanı içerisinde, uygun bileşenlerin kısa sürede ve tasarım maliyetini azaltacak şekilde seçilmesi mümkün olmaktadır.

Takım tezgahlarının tiplerindeki gelişmelerle, günlük yaşam standartlarımızın artması arasında yakın ilişkiler bulunmaktadır. Tarihte ilk olarak kullanılan makinelerin sistem yapıları oldukça basit olmasına rağmen, ilerleyen yıllarda gelişmiş takım tezgahlarının tasarım ve imalatına temel oluşturmuşlardır. Basit bir delme makinesiyle başlayan icatlar, buhar makinesinin icadıyla hız kazanmıştır. Torna, freze, planya gibi tezgahların 1800' lü yıllarda kullanılmaya başlanmalarından sonra, sürekli olarak gelişen teknolojiyle birlikte günümüzde kullanılan modern takım tezgahlarına ulaşılmıştır [1].

Modern takım tezgahlarının doğuşu, 18. yüzyılın sonlarına doğru icat edilen basit bir cıvata tornası ile başlamıştır. Bu tezgah şuanda kullanılanlara göre çok hantal ve yavaş bir makine olmasına rağmen, günümüzde kullanılan modern iş tezgahların hepsi bu tornanın temel prensipleri doğrultusunda çalışmaktadır. 1970'lerin ortalarından sonra mühendislik sanayilerinin imalat süreçlerinde önemli değişiklikler olmuştur. Endüstriyel ürünlerdeki talep miktarlarının artmasıyla birlikte, tezgahlara nümerik işlemciler eklenmiştir. Takım tezgahlarında yaşanan bu gelişmeler kesici takımlarda da aynı oranda yaşanmıştır [2-5].

Şekil 1'de mekanik, kısmi veya tam otomatik torna tezgahlarında iş parçasına istenilen biçimin kazandırılabilmesi için kullanılan hareket tipleri görülmektedir. Bilgisayar destekli kontrol edilen takım tezgahlarında eksen sayısına bağlı olarak özel hareket biçimleri de oluşturulabilmektedir [5].



Şekil 1. Torna tezgahında iş parçasına şekil verme teknikleri

2. KAVRAMSAL TASARIM YAKLAŞIMI

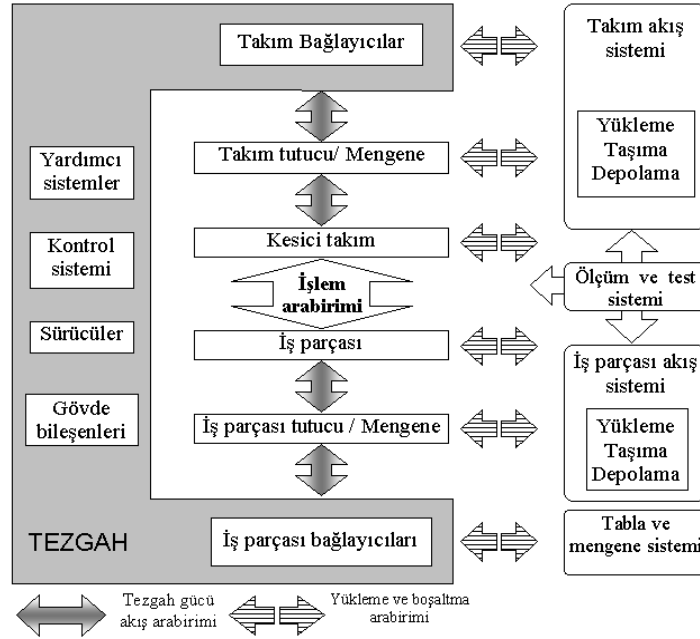
Mekanik sistemlerin kavramsal tasarımı üzerine yapılan çalışmalar çok yönlü ve sürekli yeni teorilerin ileri sürüldüğü bir konu olmuştur. Bunun nedenleri arasında sayılabilecek başlıca etkenleri şu şekilde özetlemek mümkündür:

- 1.Bilgisayar destekli yapılacak kavramsal tasarım işlemlerinde genel amaçlı şartname hazırlanması ve uygulanması son derece zor bir işlemdir.
- 2.Kavramsal tasarımla elde edilen alternatif 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 konular arasında yerini almıştır.

Takım tezgahlarının yapılarına ait temel bileşenler incelendiğinde; Sürücüler, gövde bileşenleri, enerji iletim sistemleri, tezgah devir sistemleri, iş parçası bağlayıcıları, kesici takım bağlayıcıları vb. temel yapı elemanlarının bulunduğu görülmektedir. Şekil 2'de takım tezgahlarını oluşturan temel sistemler ve bu sistemlerin fiziksel ilişkileri görülmektedir. Takım tezgahlarında kullanılan sürücüler çoğu zaman elektrik motorlarından seçilir. Hidrolik motorlar ya da elektrik motorunun modelleri, çalışma şartlarına bağlı olarak tasarım aşamasında belirlenir. Motordan elde edilen güç, hareket iletim sistemleri sayesinde, uygun devir sayısına getirildikten sonra, tezgahın kesicisine yada iş parçasına iletilir.

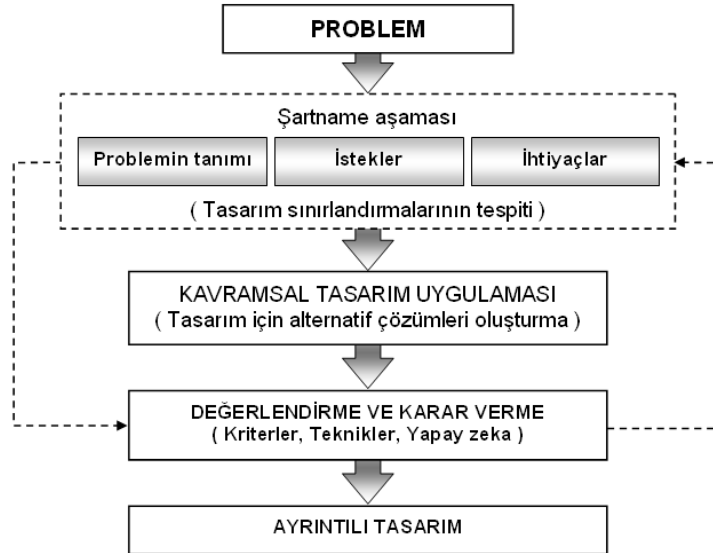
Sistematik tasarım teknikleriyle oluşturulacak takım tezgahı tasarımındaki ilk safha şartname aşamasıdır. Bu aşamada tezgah hakkında bilgiler toplanır ve istenilen şartlar kesin olarak belirlenir.

Tipik bir ürün tasarımı şartnamesi içerisinde performans, kalite, güvenilirlik, emniyet, ürün kullanım ömrü, estetik ve ergonomi belirtilebilir. İkinci safhada, ürün için kavramsal tasarım aşaması uygulanmaktadır. Kavramsal tasarımın temel görevi, tasarım şartnamesini karşılayan bütün fiziksel çözümlerden en uygun olanının seçilmesidir.



Şekil 2. Takım tezgahların sistem yapısı [6]

Ürün tasarımının üçüncü ve son safhası ayrıntılı tasarım aşamasıdır. Ayrıntılı tasarım aşamasında ürün için gerekli düzenlemeler yapılır ve son kararlar verilir. İlgili veriler değerlendirilerek ürüne ait boyut ölçüleri belirlenir. Şekil 3’ de sistematik ürün tasarımına ait aşamalar görülmektedir.



Şekil 3. Sistematik ürün tasarımı aşamaları

Karar verme sırasında birçok duruma karar verilebileceği gibi, aksine yapılması kolay fakat hiç arzu edilmeyen durumlar da ortaya çıkabilir. Karar vermedeki bu tip güçlükler, tasarımın fiziksel olarak gerçekleştirilmesindeki belirsizliklerle ilgilidir. Fiziksel gerçekleştirilebilme, tasarlama eyleminin, dolayısıyla karar vermenin temeli olmaktadır. Tasarımda alternatif sayısının fazlalığı ve bu alternatiflerin değerlendirilmesi karar vericinin karşılaştığı en zor durumdur [7-9].

Tasarım işlemlerinde problemin tanımlanması sonrasında, tasarım çözümlerini oluşturan sonuçlardan uygun olanlarına ulaşılmaya çalışılır. Tasarlanan bu çözümler kümesi içerisinde istenilen özelliklerde çözüme ulaşılabilmesi için karar verme tekniklerinden yararlanır. Problemin tanımlanması sırasında ileride karar verme işlemi içerisinde de kullanılacak, amaçların listelenmesi, tasarım kriterlerinin belirlenmesine “tasarım şartnamesi” denilir [10,11].

Ürün tasarım problemine ait çözüm alternatifleri içerisinde en uygun olanının aranması sırasında, şartnamede tanımlanan ihtiyaçlar ve istekler gibi amaç bilgilerinin önemli rolü bulunmaktadır. Tasarlanan ürünün kalitesiyle tasarım şartnamesinin amaçları arasında bir uyum bulunmaktadır. İyi hazırlanmış bir şartnamede doğruluk, bütünlük, kullanılabilirlik, yeterlilik, özlülük, kullanılabilirlik gibi özelliklerin bulunması gerekir. Şartname bilgileri kavramsal tasarım aşamasında ilk olarak fonksiyon-ayırıştırma hiyerarşisinin oluşturulmasında kullanılmıştır. Kavramsal tasarım işleminin uygulamasında kullanılan yeni tasarım modellerinin ortaya çıkmasıyla elektromekanik ve hidrolik ekipmanlar gibi uygulama alanlarında da değişik temsil şekilleri kullanılarak çalışılmaktadır. Şartname hazırlama aşaması, diğer sistematik tasarım yaklaşımlarında da tasarımın görevinin belirlenmesi amacıyla uygulanır. Görevin belirlenmesini aşaması içerisinde, çözüme ulaşmada gerekli olan şartname ihtiyaçlarının belirlenmesi sağlanır. Burada sağlanan tanım bilgileri değerlendirilerek, detaylı bilgiler haline getirilir ve çözüm içerisinde kullanılmak üzere geliştirilir. Takım tezgahlarının sistematik tasarımı sırasında kullanılan elemanların sembolik tasarımları için, sistem elemanlarının belirlenmesi de bu aşamada bir çalışma konusudur [12-15].

3. GELİŞTİRİLEN İŞLEM MODELİ

Kavramsal tasarım sırasında, elde edilen çok sayıda tasarım alternatiflerini değerlendirme aşamasında bilgisayarlı çözüm yada yapay zeka uygulamaları değerlendirme sürecini azaltacaktır. Bu çalışmada bir yapay zeka türü olan uzman sistemler kullanılmıştır. Takım tezgahlarının yapay zeka tekniklerine dayalı sistematik tasarımının yapılması amacıyla hazırlanan tasarım işlem modelinin yapısı oluşturulurken, mevcut üç farklı sistematik tasarım tekniğinin, fonksiyonlarla temsil, uzman sistem kullanımı ve geri besleme sağlaması gibi istenilen özellikleri bulunduran yönleri dahil edilmiştir. Geliştirilen tasarım işlem modelinin temel yapıları oluşturulurken ihtiyaç duyulan, temel üç aşama şu şekilde sıralanmıştır.

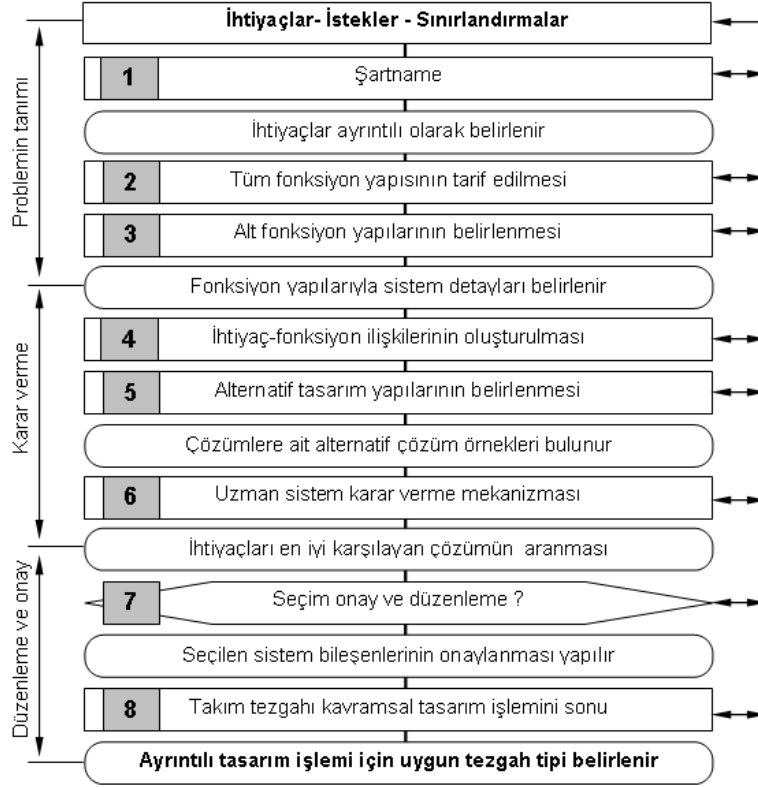
- Problemin tanımı
- Karar verme
- Düzenleme ve onay

Tasarım modelinin birinci aşaması “Problemin tanımı” aşamasıdır. Bu aşamada tasarımı yapılacak takım tezgahına ait, tanımlama, sınırlandırma ve ihtiyaçlar belirlenerek şartname bilgileri hazırlanır. Tasarım şartnamesinde belirlenen problemin tarifinin yapılmasından sonra, Pahl-Beitz’in sistematik tasarım tekniğine ait olan fonksiyon yapıları kullanılarak, problemin çözümüne başlanır. Oluşturulacak alt fonksiyonların her birinin, tasarım kataloğundaki fiziksel temsillerden yada fonksiyonlardan birine gelecek şekilde bölünmeleri, tercih edilen gösterim biçimidir. Takım tezgahlarının fonksiyon yapıları kullanılarak yapıların oluşturulması ve temsil edilmesi diğer metotlardaki uygulamalara göre, daha kolay, anlaşılır, veri tabanı yada katalog çözümleri için uyumlu ve sistem ilişkilerinin belirlenmesinde daha açık tanım ifadesini sağlamaktadır[11,14].

Şartnamede belirlenen istekler, ihtiyaçlar ve sınırlandırmalar sonrasında fonksiyon yapıları kullanılarak en uygun çözüm için karar verme aşamasında bir değerlendirme yapılır. Verilen karar sonrasında, takım tezgahı tasarımı için uygun alt sistem elemanlarının seçimi bu aşamada gerçekleşir. Oluşturulan tasarım modelinin karar verme aşamasında, Kusiak’ın sistematik tasarım tekniğinde kullanılan uzman sistem esaslı karar verme yapısı kullanılmaktadır. Kusiak’ın sistematik tasarım tekniğinin de bilgilerin temsilinde kullanılan en önemli temsil biçimi graflardır. Takım tezgahı tasarımında kullanılacak fonksiyon ve ihtiyaç ilişkileri, oluşturulan graf temsilleriyle tanımlanır. Graflar kullanılarak yapılacak tanımlamalardaki ağaç yapılarını, “Eğer - O Halde” kalıbı içerisinde kural cümleleri haline getirmek oldukça kolaydır. “Eğer O Halde” kural cümleleri kullanılarak hazırlanan bilgi tabanının, yapay zeka uygulaması olarak geniş bir kullanım alanı bulunan uzman sistemlerin tasarımında ihtiyaç duyulan, tasarım bilgi tabanının kurallarının oluşturulmasında kullanılır [11,16].

Uzman sistem karar mekanizması tarafından seçilen alternatif tasarım çözümüne, ayrıntılı tasarım aşamasına geçilmeden tasarımcının kontrol ve düzenlemesini sağlamak amacıyla, son düzenleme ve onay aşaması eklenmiştir. Bu safhanın oluşturulmasında Ehrlenspiel-John sistematik tasarım tekniğinin gelişmiş özelliği olan, “Genel sistem özelliklerinin değiştirilerek tasarımın yeniden düzenlenmesi” özelliğinden yararlanılmıştır [11,17,18].

Takım tezgahlarının yapay zeka tekniklerine dayalı sistematik tasarımının yapılması amacıyla hazırlanan bilgisayar destekli olarak kullanılabilen tasarım modelinin, işlem basamakları Şekil 4’ de görülmektedir.

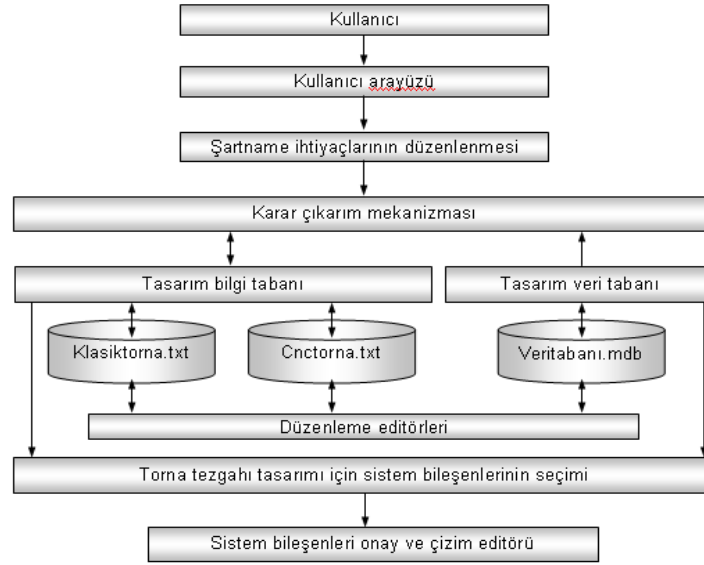


Şekil 4. Tasarım işlem modelinin yapısı

Oluşturulan bu model sayesinde, problemin fonksiyonlarla ifadesi, ihtiyaç-fonksiyon yapılarının belirlenmesi, alternatif ürün tiplerinin oluşturulması, uzman sistem tabanlı karar verme tekniklerinin kullanımı sağlanmaktadır.

4. YAPAY ZEKA UYGULAMASI

Takım tezgahlarının sistematik tasarımı için geliştirilen program içerisindeki şartname hazırlama aşamasında kullanılacak müşteri istekleri, tasarım amaçları, ihtiyaçlar gibi bilgiler uzman sistem çıkarım mekanizması tarafından değerlendirilmektedir. Bu işlem sonrasında sağlanan bilgiler kavramsal tasarım fonksiyon yapılarına uygun olarak veri tabanından seçimi yapılarak alternatif tasarım tipleri oluşturulur. Bu tasarım alternatifleri içerisinde en iyi çözüme ulaşılmasında, uzman sisteme ağırlık oran matris değerleri yardımcı olmaktadır. Şekil 5’ de takım tezgahı sistematik tasarımında kullanılan uzman sistem karar verme mekanizmasının yapısı görülmektedir.



Şekil 5. Yapay zeka destekli karar verme yapısı

Visual Basic kullanılarak hazırlanan tasarım program arayüzü aracılığıyla kullanıcı istek, ihtiyaç, dilekleri gibi bilgiler belirlenmektedir. Elde edilen tasarım bilgileri uzman sistem çıkarım mekanizması aracılığıyla, bilgi tabanı ve veri tabanı kayıtlarını değerlendirir. Şekil 6' da görülen tasarım bilgi tabanında ağırlık oranlı olarak değerlendirilmesi yapılan bir kural örneği şu şekilde yazılmaktadır:

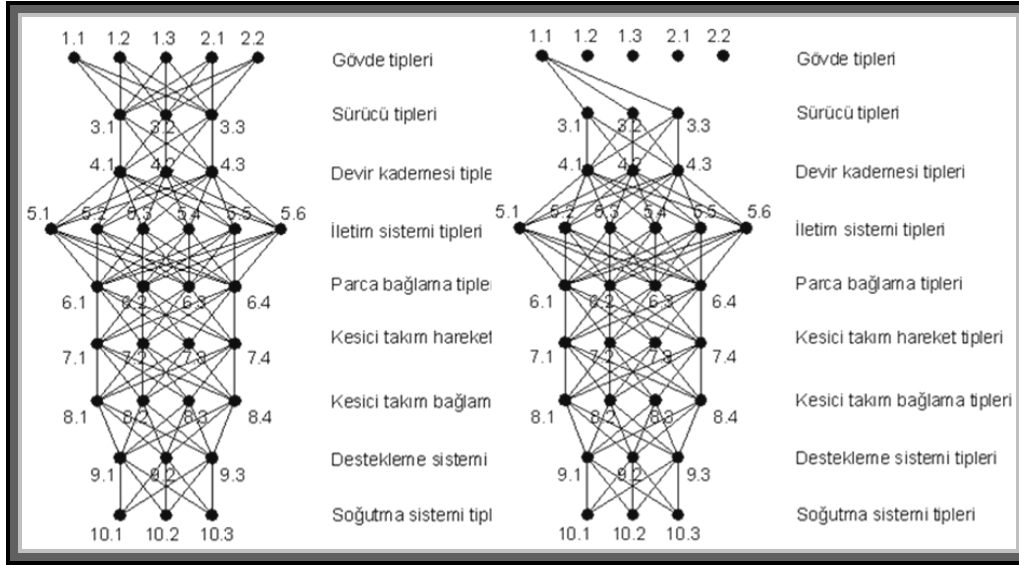
Kural_1(Örnek)

Eğer Gövde tipi Yatay_govde_paralel_kizak **ise**
ve Sürücü tipi Elektrik_motoru **ise**
ve Devir sitemi Kademeli_devir_sistemi **ise**
ve Hareket iletim sistemi Disli_cark_sistemi **ise**
ve İş bağlama sistemi Mekanik_baglama_pensi **ise**
ve Kesici hareket sistemi Vida_somun_mekanizmasi **ise**
ve Kesici bağlama sistemi Torna_kesici_takim_kateri **ise**
ve İş destek sistemi Sabit_punta_sistemi **ise**
ve Soğutma sistemi Su_kullanarak_sogutma **ise**
O halde Model_ornek' dır

Şekil 6. Yapay zeka için kural örneği oluşturulması

Şekil 7' de bir tasarım 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;

Çözüm kümesi = $5 \times 3 \times 3 \times 6 \times 4 \times 4 \times 4 \times 3 \times 3 = 155520$ olarak hesaplanır. 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 7. Çözüm uzayı uygulaması

Şekil 8’de ise bu amaçla hazırlanmış bir yapay zeka tasarım programının karar değerlendirme rapor sayfası görülmektedir. Hazırlanan rapor sayfası üzerinde verilen şartname bilgilerini karşılayan tüm bilgi tabanı kural sonuçları listelenir. Çözümü sağlayan kurallara ait ağırlık oran matrisi sonuçlarına göre en iyi çözüm sıralaması yapılır. Kullanıcı çözüm listesi üzerinde kendisine sunulan çözümler arasından istediğini seçebilir veya benzerlik oranı en yüksek kuralı çözüm için seçebilmektedir. Seçimi yapılan tasarım bilgi tabanı kuralına ait içerik “Açıklama” penceresinde sunulmaktadır.

Tasarım Karar Verme Sistemi

ŞARTNAME İHTİYAÇ VE SINIRLANDIRMA DEĞERLERİ TABLOSU

İş parçası boyutu : Büyük (150 -300 mm çap)	İşleme tipi : Ünserval işleme
Endüstri sahası : Metal işleme sanayi	İstenilen güç tipi : Özel bir istek yok
İstenilen tezgah gücü : Normal (1.1-7,5 Kw)	İşleme tipleri : Sürekli aynı iş tipi
İstenilen kontrol tipi : Özel istek yok	Ekonomiklik : Önemli
Ergonomiklik : Önemli	Üretim sayısı : Tek tezgah (Prototip) üretim

KARAR DEĞERLENDİRME RAPORU

Kullanıcı belirtilen çözümler içerisinde Kural_97 kullanarak Model_97 tezgahın seçimini yaptı..

Açıklama =

if Yatay_govde_paralel_kizak and Elektrik_motoru and Varyator_devir_sistemi and Disli_cark_sistemi and Otomatik_baglama_pensi and Bagimsiz_motor_hareketli and Otomatik_kesici_degistirme and Hidrolik_doner_punta and Su_kullanarak_sogutma then Model_97

Sıra	Kural No	A.O.D	Model Adı
1	Kural_96	0.93	Model_96
2	Kural_97	0.93	Model_97
3	Kural_95	0.91	Model_95
4	Kural_27	0.88	model_sup
5	Kural_92	0.88	Model_92
6	Kural_100	0.88	Model_100

Ağırlık oran değerlerine göre sırala

Ağırlık Oranı	Değer
0	25
50	75
100	100

TEZGAH TASARIM VE DÜZENLEME AŞAMASI

Seçilen temel fonksiyonlara ait yapılar

Gövde tipi	Yatay_govde_paralel_kizak
Motor	Elektrik_motoru
Devir sistemi	Varyator_devir_sistemi
İletim sistemi	Disli_cark_sistemi
İş bağlama tipi	Otomatik_baglama_pensi
Kesici hareketi	Bagimsiz_motor_hareketli
Kesici bağlama	Otomatik_kesici_degistirme
Destek sistemi	Hidrolik_doner_punta
Soğutma sistemi	Su_kullanarak_sogutma

Çözüm uzayı hiyerarşik ilişki yapısı

Temel hesaplamalar

Veri detay >

Torna tezgahı fiziksel ilişki ve sematik tasarımı

15520 Çözüm alternatifi içerisindeki 9027. sıradaki çözüm yapısı

Döküm gövde

2500 mm

1500 mm

1000 mm

300 mm

1.0

2.0

3.0

4.0

5.0

6.0

7.0

8.0

9.0

10.0

11.0

12.0

13.0

14.0

15.0

16.0

17.0

18.0

19.0

20.0

21.0

22.0

23.0

24.0

25.0

26.0

27.0

28.0

29.0

30.0

31.0

32.0

33.0

34.0

35.0

36.0

37.0

38.0

39.0

40.0

41.0

42.0

43.0

44.0

45.0

46.0

47.0

48.0

49.0

50.0

51.0

52.0

53.0

54.0

55.0

56.0

57.0

58.0

59.0

60.0

61.0

62.0

63.0

64.0

65.0

66.0

67.0

68.0

69.0

70.0

71.0

72.0

73.0

74.0

75.0

76.0

77.0

78.0

79.0

80.0

81.0

82.0

83.0

84.0

85.0

86.0

87.0

88.0

89.0

90.0

91.0

92.0

93.0

94.0

95.0

96.0

97.0

98.0

99.0

100.0

101.0

102.0

103.0

104.0

105.0

106.0

107.0

108.0

109.0

110.0

111.0

112.0

113.0

114.0

115.0

116.0

117.0

118.0

119.0

120.0

121.0

122.0

123.0

124.0

125.0

126.0

127.0

128.0

129.0

130.0

131.0

132.0

133.0

134.0

135.0

136.0

137.0

138.0

139.0

140.0

141.0

142.0

143.0

144.0

145.0

146.0

147.0

148.0

149.0

150.0

151.0

152.0

153.0

154.0

155.0

156.0

157.0

158.0

159.0

160.0

161.0

162.0

163.0

164.0

165.0

166.0

167.0

168.0

169.0

170.0

171.0

172.0

173.0

174.0

175.0

176.0

177.0

178.0

179.0

180.0

181.0

182.0

183.0

184.0

185.0

186.0

187.0

188.0

189.0

190.0

191.0

192.0

193.0

194.0

195.0

196.0

197.0

198.0

199.0

200.0

201.0

202.0

203.0

204.0

205.0

206.0

207.0

208.0

209.0

210.0

211.0

212.0

213.0

214.0

215.0

216.0

217.0

218.0

219.0

220.0

221.0

222.0

223.0

224.0

225.0

226.0

227.0

228.0

229.0

230.0

231.0

232.0

233.0

234.0

235.0

236.0

237.0

238.0

239.0

240.0

241.0

242.0

243.0

244.0

245.0

246.0

247.0

248.0

249.0

250.0

251.0

252.0

253.0

254.0

255.0

256.0

257.0

258.0

259.0

260.0

261.0

262.0

263.0

264.0

265.0

266.0

267.0

268.0

269.0

270.0

271.0

272.0

273.0

274.0

275.0

276.0

277.0

278.0

279.0

280.0

281.0

282.0

283.0

284.0

285.0

286.0

287.0

288.0

289.0

290.0

291.0

292.0

293.0

294.0

295.0

296.0

297.0

298.0

299.0

300.0

301.0

302.0

303.0

304.0

305.0

306.0

307.0

308.0

309.0

310.0

311.0

312.0

313.0

314.0

315.0

316.0

317.0

318.0

319.0

320.0

321.0

322.0

323.0

324.0

325.0

326.0

327.0

328.0

329.0

330.0

331.0

332.0

333.0

334.0

335.0

336.0

337.0

338.0

339.0

340.0

341.0

342.0

343.0

344.0

345.0

346.0

347.0

348.0

349.0

350.0

351.0

352.0

353.0

354.0

355.0

356.0

357.0

358.0

359.0

360.0

361.0

362.0

363.0

364.0

365.0

366.0

367.0

368.0

369.0

370.0

371.0

372.0

373.0

374.0

375.0

376.0

377.0

378.0

379.0

380.0

381.0

382.0

383.0

384.0

385.0

386.0

387.0

388.0

389.0

390.0

391.0

392.0

393.0

394.0

395.0

396.0

397.0

398.0

399.0

400.0

401.0

402.0

403.0

404.0

405.0

406.0

407.0

408.0

409.0

410.0

411.0

412.0

413.0

414.0

415.0

416.0

417.0

418.0

419.0

420.0

421.0

422.0

423.0

424.0

425.0

426.0

427.0

428.0

429.0

430.0

431.0

432.0

433.0

434.0

435.0

436.0

437.0

438.0

439.0

440.0

441.0

442.0

443.0

444.0

445.0

446.0

447.0

448.0

449.0

450.0

451.0

452.0

453.0

454.0

455.0

456.0

457.0

458.0

459.0

460.0

461.0

462.0

463.0

464.0

465.0

466.0

467.0

468.0

469.0

470.0

471.0

472.0

473.0

474.0

475.0

476.0

477.0

478.0

479.0

480.0

481.0

482.0

483.0

484.0

485.0

486.0

487.0

488.0

489.0

490.0

491.0

492.0

493.0

494.0

495.0

496.0

497.0

498.0

499.0

500.0

501.0

502.0

503.0

504.0

505.0

506.0

507.0

508.0

509.0

510.0

511.0

512.0

513.0

514.0

515.0

516.0

517.0

518.0

519.0

520.0

521.0

522.0

523.0

524.0

525.0

526.0

527.0

528.0

529.0

530.0

531.0

532.0

533.0

534.0

535.0

536.0

537.0

538.0

539.0

540.0

541.0

542.0

543.0

544.0

545.0

546.0

547.0

548.0

549.0

550.0

551.0

552.0

553.0

554.0

555.0

556.0

557.0

558.0

559.0

560.0

561.0

562.0

563.0

564.0

565.0

566.0

567.0

568.0

569.0

570.0

571.0

572.0

573.0

574.0

575.0

576.0

577.0

578.0

579.0

580.0

581.0

582.0

583.0

584.0

585.0

586.0

587.0

588.0

589.0

590.0

591.0

592.0

593.0

594.0

595.0

596.0

597.0

598.0

599.0

600.0

601.0

602.0

603.0

604.0

605.0

606.0

607.0

608.0

609.0

610.0

611.0

612.0

613.0

614.0

615.0

616.0

617.0

618.0

619.0

620.0

621.0

622.0

623.0

624.0

625.0

626.0

627.0

628.0

629.0

630.0

631.0

632.0

633.0

634.0

635.0

636.0

637.0

638.0

639.0

640.0

641.0

642.0

643.0

644.0

645.0

646.0

647.0

648.0

649.0

650.0

651.0

652.0

653.0

654.0

655.0

656.0

657.0

658.0

659.0

660.0

661.0

662.0

663.0

664.0

665.0

666.0

667.0

668.0

669.0

670.0

671.0

672.0

673.0

674.0

675.0

676.0

677.0

678.0

679.0

680.0

681.0

682.0

683.0

684.0

685.0

686.0

687.0

688.0

689.0

690.0

691.0

692.0

693.0

694.0

695.0

696.0

697.0

698.0

699.0

700.0

701.0

702.0

703.0

704.0

705.0

706.0

707.0

708.0

709.0

710.0

711.0

712.0

713.0

714.0

715.0

716.0

717.0

718.0

719.0

720.0

721.0

722.0

723.0

724.0

725.0

726.0

727.0

728.0

729.0

730.0

731.0

732.0

733.0

734.0

735.0

736.0

737.0

738.0

739.0

740.0

741.0

742.0

743.0

744.0

745.0

746.0

747.0

748.0

749.0

750.0

751.0

752.0

753.0

754.0

755.0

756.0

757.0

758.0

759.0

760.0

761.0

762.0

763.0

764.0

765.0

766.0

767.0

768.0

769.0

770.0

771.0

772.0

773.0

774.0

775.0

776.0

777.0

778.0

779.0

780.0

781.0

782.0

783.0

784.0

785.0

786.0

787.0

788.0

789.0

790.0

791.0

792.0

793.0

794.0

795.0

796.0

797.0

798.0

799.0

800.0

801.0

802.0

803.0

804.0

805.0

806.0

807.0

808.0

809.0

810.0

811.0

812.0

813.0

814.0

815.0

816.0

817.0

818.0

819.0

820.0

821.0

822.0

823.0

824.0

825.0

826.0

827.0

828.0

829.0

830.0

831.0

832.0

833.0

834.0

835.0

836.0

837.0

838.0

839.0

840.0

841.0

842.0

843.0

844.0

845.0

846.0

847.0

848.0

849.0

850.0

851.0

852.0

853.0

854.0

855.0

856.0

857.0

858.0

859.0

860.0

861.0

862.0

863.0

864.0

865.0

866.0

867.0

868.0

869.0

870.0

871.0

872.0

873.0

874.0

875.0

876.0

877.0

878.0

879.0

880.0

881.0

882.0

883.0

884.0

885.0

886.0

887.0

888.0

889.0

890.0

891.0

892.0

893.0

894.0

895.0

896.0

897.0

898.0

899.0

900.0

901.0

902.0

903.0

904.0

905.0

906.0

907.0

908.0

909.0

910.0

911.0

912.0

913.0

914.0

915.0

916.0

917.0

918.0

919.0

920.0

921.0

922.0

923.0

924.0

925.0

926.0

927.0

928.0

929.0

930.0

931.0

932.0

933.0

934.0

935.0

936.0

937.0

938.0

939.0

940.0

941.0

942.0

6. SONUÇ

Bu çalışmada, yapay zeka destekli bir kavramsal tasarım modelinin takım tezgahları konusunda uygulaması anlatılmıştır. Bu tasarım işlem modeli için bir yapay zeka programı uygulaması geliştirilmiştir. Programa ait tasarım bilgi 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 işlemini yapabilmektedir. Geliştirilen programda kullanılan bilgi ve veri tabanı torna tezgahı tasarımı için düzenlenmiştir. Bu program kullanılarak; sistematik tasarımın şartname ve kavramsal tasarım aşamaları arasında, ihtiyaç-fonksiyon ilişkileri kurularak elde edilen verilerle, hızlı bir bilgi akışı sağlanmaktadır. Böylece tasarım işlem süresinin kısılması sağlanacak ve tezgahın tasarım maliyetlerinde bir düşüş sağlanacaktır. Ayrıca, bilgisayar destekli şartname hazırlama, alternatif tasarım değerlendirme ve karar verme, fonksiyon-şekil ilişkilerinin sağlanması, tasarım ön hesaplamalarının otomatik yapılması, tasarım raporu hazırlaması gibi işlemler, geliştirilen menü ve editörler kullanılarak insan hatalarından uzaklaştırılmıştır.

7. KAYNAKLAR

- [1] Weck M., Handbook of Machine Tools, Volume 1: Types of machine, forms of construction and applications, VDI Düsseldorf, 1984, syf. 20-80.
- [2] Burghardt H.D., Axelrod A. and Anderson J., Machine tool operation, Part I and Part II, McGraw-Hill Book Company, New York, 1980, syf 10-100.
- [3].Uludoğan A., İşleme merkezleri ve kontrol yöntemleri, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995, syf 5-30.
- [4].Chang C.H. and Melkanof M.A., NC makine programcılığı ve program tasarımı, Ankara, syf 1-25, 1994.
- [5] Thyer G.E., Computer numerical control of machine tools, 2.Edition, Newness, 1991, syf 1-40.
- [6].Beitz W. and Küttner K.H., Handbook of mechanical engineering, Springer-Verlag, New York, 1980.
- [7].Hsu W. and Woon M., Current research in the conceptual design of mechanical products, CAD, 30: (5), 1998, syf 377-389.
- [8] M. Bozdemir and F. Mendi, "The knowledge management system architecture for artificial intelligent aided systematic design", Journal of The Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, Vol 20, No 2, 2005, Page 267-274.
- [9].Roozenburg N.F.M, On the pattern of reasoning in innovative design, Design studies, 14:(1), 1993, syf 6-18.
- [10].Roozenburg N.F.M and Eekels j., Product Design: Fundamental and methods, John Willey & Sonns, 1995, page 293-327.
- [11].Bozdemir M., Takım tezgahlarının yapay zeka tekniklerine dayalı sistematik tasarımı, Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, 2003.
- [12].Kota S., Qualitative motion synthesis: Toward automating mechanical systems configuration. In Proceedings of the NFS Design and Manufacturing systems conference, 1990, page 77-91.
- [13].Rinderle J.R. and Finger S., A transformational approach to mechanical design synthesis. In proceedings of the NFS Design and manufacturing systems conference, 1990, 67-75.
- [14].Pahl G. and Beitz W., Engineering design, A systematic approach, Springer-Verlag, New York, 1996, page 1-100.
- [15].Hatamura Y., The practice of machine design, Clarendon press, 1999.
- [16].Kusiak and E. Szczerbicki, Formal Approach to Specifications in Conceptual Design, Mechanical Design, 114(4), 1992, page 659-666.
- [17].Ehrlenspiel K. and John T., Inventing by design methodology, Proceedings of the International Conference on Engineering Design, 1987, syf 29-37.
- [18].Bozdemir M. ve Eldem C., Modern tasarım teknikleri, ODTU 10. Uluslararası Makine Tasarım ve imalat Konferansı, UMTİK' 02, Kapadokya, 2002, syf 55-63