

WEB TABANLI KAVRAMSAL TASARIM

Murat MAYDA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNA EĞİTİMİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MAYIS 2007

ANKARA

Murat MAYDA tarafından hazırlanan WEB TABANLI KAVRAMSAL TASARIM adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. H. Rıza BÖRKLÜ
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Makine Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mahmut İZCİLER

Üye : Prof. Dr. H.Rıza BÖRKLÜ

Üye : Yrd. Doç. Dr. Nihat GEMALMAYAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüdayim BAŞAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. İhsan KORKUT

Tarih : 23.05.2007

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

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Murat MAYDA

WEB TABANLI KAVRAMSAL TASARIM**(Yüksek Lisans Tezi)****Murat MAYDA****GAZİ ÜNİVERSİTESİ****FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ****Mayıs 2007****ÖZET**

Bu tez, makine kavramsal tasarımında kullanılabilir web tabanlı bir bilgisayar sistemi geliştirmeyi kapsamaktadır. Sistem, esas itibari ile fonksiyon yapıları geliştirme ve bunlara farklı ve olası en geniş kapsamda çözümler bulmaya dayanmaktadır. Bu web tabanlı sistem; internet ortamında uzak kullanıcıların sisteme bağlanabilmesi, veri tabanına yeni tasarım veri veya çözümlerin eklenebilmesi, genişleyebilme ve yeni teknolojiler ile bütünleşebilme gibi özelliklere sahiptir. Böylece bu sistem, endüstride çalışan tasarımcılar için daha iyi tasarım yapmayı kolaylaştırabileceği gibi teknik okullarda tasarım ders eğitimine de katkı sağlayabilecektir. Sistem, izlenecek tasarım yöntemi olarak “Sistematik Tasarım Yaklaşımındaki” kavramsal tasarım işlemi model alınarak geliştirilmiştir. Geliştirilen bilgisayar sistemi, Visual Basic .Net 2005 programlama dili kullanılarak yazılmıştır.

Bilim Kodu : 626.12.01
Anahtar Kelimeler : Kavramsal tasarım, web tabanlı kavramsal tasarım
Sayfa Adedi : 106
Tez Yöneticisi : Prof. Dr. Hüseyin Rıza BÖRKLÜ

WEB BASED CONCEPTUAL DESIGN**(M.Sc.Thesis)****Murat MAYDA****GAZİ UNIVERSITY****INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY****May 2007****ABSTRACT**

This thesis reports the development of a web based system which is able to used in machine conceptual design. In principle, the system is based on developing function structures and finding solutions which correspond to these function structures within different and widely possible area. This web based system has features such as internet remote users connecting to the system, using the system, new design data or solutions adding to database, being able to enlarging and being able to integrate with new technologies. Thus this system will be able to contribute to training design lecture in technical schools in addition to facilitating to evolve better designs for designers in industry. This system has been developed by being followed conceptual design process which belongs to “Sytematic Approach” as a design method. The developed computer system has been written in Visual Basic .Net 2005 programming language.

Science Code : 626.12.01**Key Words : Conceptual design, web based conceptual design****Page Number : 106****Adviser : Prof. Dr. Hüseyin Rıza BÖRKLÜ**

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendirerek manevi desteğini esirgemeyen ve hiç bir fedakârlıktan kaçınmayan çok saygıdeğer Hocam Prof. Dr. Hüseyin Rıza BÖRKLÜ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	6
2.1. Kavramsal Tasarım İşlemi.....	6
2.2. Kavramsal Tasarım Uygulamaları.....	7
2.3. Kavramsal Tasarım Sürecinde Fonksiyonel Yaklaşımlar.....	11
3. YAPAYZEKA.....	13
3.1. Yapay Zeka Yaklaşımları.....	15
3.1.1. Matematiksel yaklaşım.....	15
3.1.2. Fiziksel yaklaşım.....	15
3.1.3. Psikolojik yaklaşım.....	16
3.1.4. Felsefi yaklaşım.....	16
3.2. Yapay Zekâ Teknikleri.....	17
3.2.1. Uzman sistemler.....	17
3.2.2. Yapay sinir ağları.....	21
3.2.3. Genetik algoritma.....	24

Sayfa

3.2.4. Bulanık mantık.....	25
4. KAVRAMSAL TASARIM.....	28
4.1. Önemli Problemleri Genelleştirme.....	28
4.1.1. Özleştirme ve problem formülasyonu.....	28
4.2. Fonksiyon Yapıları Geliştirme.....	32
4.2.1. Tüm fonksiyon.....	32
4.2.2. Alt fonksiyonlara ayırma.....	32
4.2.3. Mantıksal düşünme.....	35
4.2.4. Fiziki düşünme.....	37
4.3. Alt Fonksiyonları Karşılacak Çözüm Prensipleri Arama.....	38
4.3.1. Geleneksel yollar.....	38
4.3.2. Sezgi temelli metotlar.....	39
4.3.3. Sistematik temelli metotlar.....	41
4.4. Tüm Fonksiyonu Karşılacak Çözüm Prensiplerini Birleştirme.....	44
4.4.1. Sistematik birleştirme.....	44
4.4.2. Matematiksel metotlarla birleştirme.....	45
4.5. Uygun Birleşimlerin Seçimi.....	46
4.6. Çözüm Varyantlarını Sabitleme.....	48
4.7. Çözüm Varyantlarını Teknik ve Ekonomik Ölçütlere Göre Değerlendirme.....	48
4.7.1. Temel prensipler.....	48
4.7.2. Değerlendirme işlemlerini karşılaştırma.....	53
5. WEB TABANLI KAVRAMSAL TASARIM İŞLEMİ.....	54

Sayfa

5.1. Tasarım Şartnamesini Hazırlama.....	56
5.2. Genel Değerlendirme Ölçüt Ağırlıkları Belirleme.....	58
5.2.1. Genel değerlendirme ölçütleri.....	58
5.2.2. Genel değerlendirme ölçüt ağırlıkları belirleme	64
5.3. Alt Fonksiyon ve Çözüm Sayıları Belirleme.....	67
5.4. Çözüm Prensiplerine Değerlendirme Ölçüt Ağırlıkları Belirleme.....	71
5.5. En Uygun Çözüm Prensipleri Bulma.....	74
5.6. WEBKATA Sisteminin Teknik Alt Yapısı.....	77
6. WEBKATA SİSTEMİNİN KULLANIMI.....	80
6.1. Tasarım Şartnamesini Girme.....	80
6.2. Genel Değerlendirme Ölçütleri Girme.....	80
6.3. Alt Fonksiyonlar Girme.....	83
6.4. Çözüm Prensipleri Girme.....	84
6.4.1. Çözüm prensiplerine yüzde ağırlık hesabı.....	84
6.4.2. Çözüm prensiplerini yüzde ağırlıklarıyla girme.....	86
6.5. En Uygun Çözüm Prensipleri Bulma.....	86
6.5.1 Girilmiş alt fonksiyon ve çözüm prensiplerini düzenleme.....	86
6.5.2 En uygun çözüm prensibine karar verme.....	87
7. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	92
KAYNAKLAR.....	95
EKLER.....	98
EK-1 WEBKATA sisteminin ana ekran görüntüsü.....	99
EK-2 WEBKATA sisteminin bir kavramsal tasarım örneği ile kullanımı.....	100
ÖZGEÇMİŞ.....	105

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Genel geçerli fonksiyon blokları.....	34
Çizelge 4.2. Mantıksal fonksiyonlar.....	35
Çizelge 4.3. Sınıflandırma şemaları.....	43
Çizelge 4.4. Sistematik seçim tablosu.....	47
Çizelge 4.5. Değer analizi ve VDI 2225 rehberi.....	51
Çizelge 5.1. Bir şartname oluşturmak için kontrol listesi.....	57
Çizelge 5.2. Genel değerlendirme ölçütleri.....	66
Çizelge 5.3. Otomatik boru kesme tezgahına ait alt fonksiyonlar ve çözüm prensipleri.....	70
Çizelge 5.4. Alt değerlendirme ölçütlerini nicel değerlere dönüştürme örnekleri.....	72
Çizelge 5.5. Değerlendirme tablosu.....	75

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Tasarım işlem basamakları.....	4
Şekil 2.1. Paralel takım tezgahları geliştirme sistem yapısı.....	8
Şekil 2.2. Pahl ve Beitz'in kavramsal tasarım süreci ile Ociepka ve Swider'in kavramsal tasarım sürecinin eşleştirilmesi.....	9
Şekil 3.1. Bir uzman sistemin genel yapısı.....	18
Şekil 3.2. Basit bir sinir hücresi.....	22
Şekil 3.3. Basit bir yapay sinir hücresi şekli.....	23
Şekil 3.4. Genetik algoritmanın işleyişi.....	25
Şekil 3.5. Bulanık mantığın karar verme süreci.....	27
Şekil 4.1. Tasarım şartnamesi örneği.....	30
Şekil 4.2. Kavramsal tasarım basamakları.....	31
Şekil 4.3. Örnek bir tasarım probleminin tüm fonksiyonu.....	32
Şekil 4.4. Tüm fonksiyonu alt fonksiyonlara ayırma ve bir fonksiyon yapısı geliştirme.....	33
Şekil 4.5. Bir test makinesine ait; a. Tüm fonksiyon, b. İlgili fonksiyon yapısı.....	33
Şekil 4.6. Otomobil kapı kilit mekanizması ile kinematik diyagramı ve mantıksal fonksiyonu.....	36
Şekil 4.7. Bir fonksiyon yapısındaki alt fonksiyonları temsil eden semboller.....	37
Şekil 4.8. Çözüm prensiplerinin birleştirilmesi.....	45
Şekil 4.9. Bir amaçlar ağacının yapısı.....	50
Şekil 4.10. Ağırlıklandırılmış ölçütlerin amaçlar ağacı.....	50
Şekil 5.1. Geliştirilen WEBKATA işlem modelinin akış şeması.....	54

Şekil	Sayfa
Şekil 5.2. WEBKATA işlem modelinin geliştirilmesinde esas alınan tasarım yaklaşım ve teknikleri.....	55
Şekil 5.3. Geliştirilen amaçlar ağacının temel yapısı.....	64
Şekil 5.4. Ölçütün yüzde ağırlığı ile ölçüte verilen önem arasındaki ilişki.....	65
Şekil 5.5. Fonksiyon belirleme diyagramı.....	67
Şekil 5.6. Fonksiyon akış diyagramı.....	68
Şekil 5.7. Otomatik boru kesme tezgahına ait bir fonksiyon belirleme diyagramı....	68
Şekil 5.8. Ayrıntılı tüm fonksiyona ait alt fonksiyonların akış diyagramı.....	69
Şekil 5.9. Alt fonksiyonlar ve çözüm sayılarını veri tabanına girme.....	69
Şekil 5.10. Çözüm prensipleri ve değerlendirme ölçüt ağırlıklarının girilmesi.....	71
Şekil 5.11. Bulanıklaştırma ve netleştirme süreci.....	72
Şekil 5.12. Üçgen üyelik fonksiyonu kullanılarak grafiği çizilen bir maliyet analiz örneği.....	74
Şekil 5.13. En uygun çözüm prensiplerine ulaşma süreci.....	77
Şekil 5.14. WEBKATA sisteminin teknik çalışma alt yapısı.....	77
Şekil 6.1. Sisteme örnek bir tasarım şartnamesi girme.....	81
Şekil 6.2. Çalışma sistemine ait genel değerlendirme ölçütleri girme.....	82
Şekil 6.3. Genel değerlendirme ölçütler girmede uyarı ve yönlendirmeler.....	82
Şekil 6.4. Montaj-demontaj'a ait genel değerlendirme ölçütleri girme.....	83
Şekil 6.5. Alt fonksiyon yapılarını girme.....	84
Şekil 6.6. Bir servo motora ait maliyet yüzdesi hesabı.....	85
Şekil 6.7. Bir servo motor için değerlendirme ölçütleri girme.....	86
Şekil 6.8. Çözüm prensip ölçütleri girmede uyarı ve yönlendirmeler.....	86
Şekil 6.9. Alt fonksiyonları yeniden düzenleme.....	87

Şekil	Sayfa
Şekil 6.10. Çözüm prensiplerini yeniden düzenleme.....	87
Şekil 6.11. Otomatik boru tezgâhı için tümleşik değerlendirme sonuçları.....	89
Şekil 6.12. Tümleşik değerlendirme için esas alınan ölçüt ağırlıkları.....	90
Şekil 6.13. Ayrı ayrı değerlendirme için esas alınan ölçüt ağırlıkları.....	90
Şekil 6.14. Otomatik boru tezgâhı için ayrı ayrı değerlendirme sonucunun toplam sonuca eklenmesi.....	91

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile aşağıdaki sunulmuştur.

Simgeler	Açıklama
E	Enerji
E_{ELK}	Elektrik enerjisi
E_{MEK}	Mekanik enerji
E_{MEK-DAİRESEL}	Dairesel mekanik enerji
E_{MEK-DOĞRUSAL}	Doğrusal mekanik enerji
S	Sinyal
S_{ELK}	Elektrik sinyali
M	Malzeme
Kısaltmalar	Açıklama
YZ	Yapay Zekâ
YBS	Yönetim Bilgi Sistemleri
US	Uzman Sistem
YSA	Yapay Sinir Ağları
WEBKATA	Web Tabanlı Kavramsal Tasarım Modeli
AJAX	Eş Zamanlı Olmayan Javascript ve XML
İ/A	İstek veya arzu

1. GİRİŞ

Tarihsel süreç içinde baş döndürücü gelişim ve değişimler yaşanmıştır. Yaklaşık beş asır önce Avrupa'da başlayan Rönesans ve Reform hareketleri, zihniyet ve anlayış değişimine neden olmuştur. Arkasından yoğunlaşan eğitim ve araştırma faaliyetleri ile de, birçok bilimsel buluş ve esaslar şekillenmiştir. Böylece, sırası ile sanayi devrimi, otomasyon, elektronik, nükleer ve bilişim teknolojileri alanlarında önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bugün ise, diğer pek çok stratejik alanda olduğu gibi, genetik ve nano teknoloji konularında da yoğun araştırma çalışmaları yürütülmektedir.

Tüm bu bilimsel veya teknolojik araştırma ve buluşların ortak amacı, insanlığa daha iyi bir gelecek sunmaktır. Gerek bilimsel araştırmaların yapılması ve de gerekse bulgularının insanlığın hizmetine sunulmasında tasarım, çok kritik bir yer ve öneme sahiptir. Diğer bir ifade ile tasarım, birçok bilim dalı veya disiplinin bir arada uygulandığı yaratıcı bir faaliyet alanı olup faydalı mamul geliştirmeyi amaçlar. Bu faaliyet alanı da; makine, elektronik, mimari, mobilya, kimya v.b. gibi birçok farklı konu veya uygulama dalına hitap edebilir. Sadece makine tasarımını ele alırsak, bu da; otomotivden iş ya da tarım makinelerine, uçak parçalarından uzay araçlarına, robotlardan bilgisayar parçalarına kadar değişen çok geniş bir uygulama yelpazesini kapsar. Yani, makinecilik alanı veya tasarımı, diğer tüm alan veya teknolojiler üzerinde hayati ve çok önemli bir yere sahiptir ve insan hayatının hemen her safhasında etkisini gösterir. Oldukça karmaşık ve yüksek dereceli yaratıcılık gerektiren tasarım, “fonksiyonel uzayda tanımlanan ihtiyaçları fiziki çözüm uzayında optimum şekilde karşılamak amacı ile yürütülen faaliyetler bütünü” olarak tanımlanabilir [1].

Makine mühendislik tasarımı, oldukça geniş ve kapsamlı bir uygulama alanına sahiptir. Bu sebeple şu dört çeşide ayrılabilir [1]:

1) Yeni (orijinal) tasarımlar; aynı, benzer veya yeni bir amaçla orijinal bir çözüm prensibi uygulamayı içerir. Burada oldukça fazla yenilik ve yaratıcılık gerekir.

- 2) Adapte (uyarlanan) tasarımlar; daha önce bilinen bir çözümü yeni bir tasarımda uyarlamayı kapsar.
- 3) Geçiş tasarımları; gerekli bazı düzeltme veya iyileştirmelerle mevcut bir ürünün geliştirilmesidir.
- 4) Değişken (büyültülebilir) tasarımlar; fonksiyon veya çözüm prensibi aynı kalmak koşulu ile sistemin boyut veya oluşumunu değiştirmeyi içerir.

Burada dört farklı tasarım çeşidinden bahsedilmekle birlikte bunların her zaman kesin sınırları tayin edilemeyebilir. Gerçekte her tasarım, soyuttan somuta döngüsel ve gittikçe ayrıntılaştıran bir şekilde gelişir ve değişir.

Yaklaşık yarım asırlık bir zaman dilimi öncesine kadar tasarım, bir mühendislik biliminden çok, sanat dalı olarak algılanıyor ve kabul ediliyordu. Ancak genelde Alman bilim adamlarının çaba ve araştırmaları sonucu teknik bir süreç haline dönüşmüştür. Pahl ve Beitz, mühendislik tasarımı için sistematik bir yaklaşım geliştirmiştir [2]. ‘Sistematik Tasarım Yaklaşımı’, tasarımı bilimsel temeller ve izlenmesi gereken bazı kurallara bağlar. Bir başka ifade ile algoritma (veya izlenmesi gerekli yollar) kullanılarak tasarım işlemi, salt sezgi (ki bu da dışlanmaz) veya kişi yetenekleri ve yaratıcılığında bağımsız sistematik teknikler kullanılarak yapılabilmektedir. Böylece orta düzey tasarımcılar tarafından dahi iyi tasarımlar elde edilebilmektedir. Bu, bir tasarımın fonksiyonel özelliklerini artırmanın yanı sıra daha yüksek dayanımda, daha basit, ucuz, hafif ve az malzeme israfı ile elde edilmesini sağlayacaktır. Yani, bilimsel temel ve belirlenmiş kurallara bağlı tasarım (Sistematik Yaklaşım) ile daha hızlı, kolay, ucuz, fonksiyonel ve optimum tasarımlar yapılabilecek ve kolayca değiştirilebilecektir.

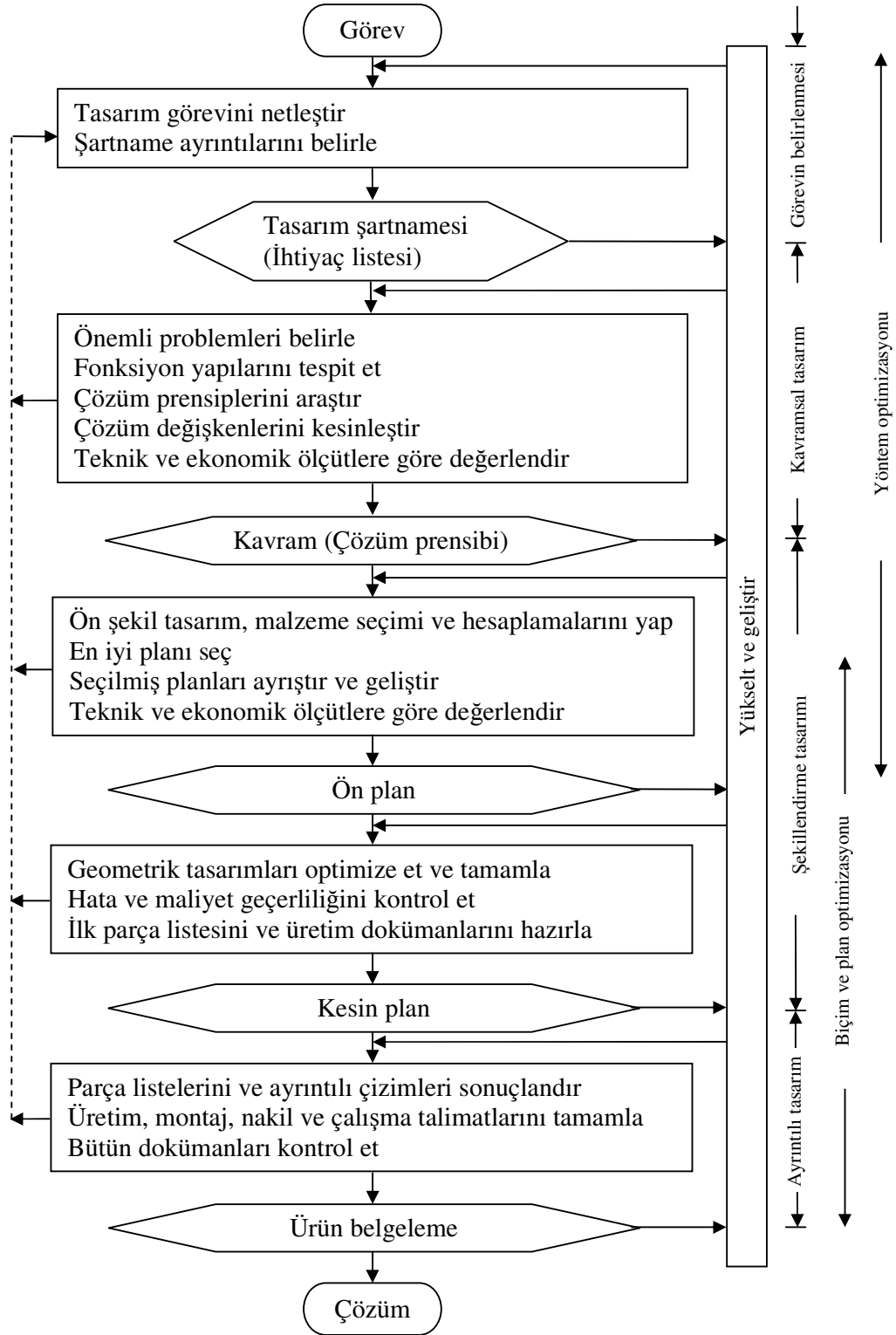
Pahl ve Beitz tarafından geliştirilen ve tasarım kaynaklarında en çok atıfta bulunulan ‘Sistematik Tasarım Yaklaşımı’, şu dört ana safhaya ayrılmaktadır [2]:

- 1) Amacın netleştirilmesi: İyi bir tasarım problem tanımının (ihtiyaç listesi veya şartname) yapılabilmesi için gerekli tüm bilgilerin derlenmesi,

- 2) Kavramsal tasarım: Bazı farklı tasarım çözümlerinin (tasarım alternatifleri) oluşturularak aralarından bir veya birkaçının seçilmesi,
- 3) Şekillendirme tasarımı: Seçilen çözüm kavramların geliştirilmesi, tasarım oluşum ve imalat işlemlerinin belirlenmesi,
- 4) Ayrıntılı tasarım: Geometrik şekil, boyutlar, yüzey pürüzlülüğü, toleranslar ve parçalara ait diğer imalat özelliklerle birlikte genel montaj yapısının belirlenmesi.

Yukarıda özetlenen tasarım işlemi akış şeması, Şekil 1.1’de gösterilmektedir.

Tüm tasarım işleminin ilk ve en kritik aşaması, kavramsal tasarım safhasıdır. Burada verilen ve bulunan çözüm yöntemleri, tasarımın tamamını ve dolayısıyla ürün maliyetini % 75-80 oranında etkilemektedir [3]. Diğer bir ifade ile etkili ve mükemmel kavramsal tasarım yöntem ve bilgisayar araçlarından yoksun şirketlerin rekabet güçleri zayıflayabileceği gibi ayakta kalabilmeleri de olanaksızlaşacaktır. Kavramsal tasarımın önemi yakın zamanda anlaşılması ile yaklaşık son çeyrek asırlık dönemde konuyla ilgili akademik ve endüstriyel alanda yoğun araştırma çalışmaları gözlenmiştir. Bunun neticesinde birçok deneysel çalışma ve bilgisayar aracı geliştirilmiştir. Ancak bu çalışmalar, genelde özel alanlarla sınırlı (parça geometrisi, dinamik sistemler veya bazı makine eleman hesap veya kataloglardan seçilmeleri gibi) ve tüm makinecilik alanına hitap etmekten yoksundur. Ayrıca bu çalışmalar, genelde konuya yeni teknik ve yöntemlerin uygulanması şeklindedir ve hala piyasa ihtiyaçlarına cevap verebilecek ticari bir sistem şekline dönüşmekten oldukça uzaktır. Bu tespitler kapsamında; genel makine kavramsal tasarımına hitap edebilecek bir kavramsal tasarım bilgisayar sistemi, hem endüstri alanında tasarımcılara büyük kolaylıklar sağlayabileceği gibi teknik okullarda okutulan tasarım derslerinde de büyük kolaylık ve verimlilik getirebilecektir.



Şekil 1.1. Tasarım işlem basamakları [2]

Tez kapsamında yapılan çalışma altı bölümden oluşmaktadır. 1. Bölümde; ‘Sistemik Tasarım Yaklaşımı’ genel olarak tanıtılmakta ve araştırmanın amaçları belirtilmektedir. İkinci Bölümde, makine kavramsal tasarımı ve uygulamaları hakkında yapılan bir kaynak araştırması verilmiştir. 3. Bölümde, ‘Sistemik Tasarım Yaklaşımı’ içinde yer alan ‘Kavramsal Tasarım’ aşaması özet bir şekilde tanıtılmaktadır. 4. Bölümde, yapay zekâ teknikleri özetlenmiştir. 5. Bölümde, geliştirilen WEBKATA işlem modelinin gelişim süreci açıklanmıştır. 6. Bölümde ise, WEBKATA işlem modelinin kullanımı bir kavramsal tasarım örneği ile açıklanmıştır.

Bu araştırmanın amacı, makine kavramsal tasarımında kullanılabilen web tabanlı bir bilgisayar sistemi geliştirmektir. Bu bilgisayar sistemi, internet ve intranet ağ yapılarında çalışması yönüyle uzaktan bağlanıp kullanılmaya izin verecek bir özellikte olacaktır. Geliştirilen web tabanlı sistem sayesinde, gerek teknik okullarda gerekse endüstri kuruluşlarında kullanılmak üzere, ortak ve sürekli genişleyen bir tasarım alanı oluşturularak tasarımcıların en güncel ve en verimli tasarımlarını ortaya koyabilmeleri sağlanacaktır. Sistem, izlenecek tasarım yöntemi olarak “Sistemik Tasarım Yaklaşımındaki” kavramsal tasarım işlemi model alınarak geliştirilmiştir. Ayrıca program kodları, Visual Basic .Net 2005 programlama dili kullanılarak yazılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölüm, kavramsal tasarım işlemi, güncel makine kavramsal tasarım araştırmaları ve kavramsal tasarım sürecinde fonksiyonel yaklaşımlar hakkında yapılan bir kaynak araştırmasını kapsamaktadır.

2.1. Kavramsal Tasarım İşlemi

Tasarım işlemi yinelemeli ve ayrıntılarla gelişen bir karar verme faaliyetidir. Bu süreç, ihtiyacın belirlenmesi ile başlar, problem için bir dizi faaliyet ile devam eder ve ürünün ayrıntılı tanımı ile son bulur [3]. Bir tasarım problemine ait fonksiyonel ihtiyaçları karşılayacak farklı çözüm kavramları oluşturma ve seçmeyi içeren kavramsal tasarım aşaması, tasarım sürecinde yürütülen ilk aşamadır. Bu safha, tasarım ve çözüm prensipleri hakkında önemli ilk kararların verildiği en kritik ürün geliştirme aşamasıdır. Mevcut CAD sistemleri, kavramsal tasarım işleminde tasarımcıya hâlihazırda etkin metod ve destekler sunamamaktadır [4].

Kavramsal tasarımda amaç, gerekli fonksiyonları en iyi şekilde karşılayabilecek bir tasarım çözümü belirlemek ve geliştirmektir. Burada fonksiyon hayati önem arz eder ve farklı soyut düzeylerde tasarımı formüle etme sağlar [3]. Sistematik ve her çözümden bağımsız kavramsal tasarımı yapabilmek için fonksiyonel tanım ve ifadeleri çıkarmak, incelemek ve organize etmek gerekir [5].

Kavramsal tasarım analizleri şunları içermelidir [6]:

- 1) Bağımsız ve farklı düzeylerde çeşitli fonksiyon yapıları geliştirme,
- 2) Bu fonksiyonları karşılayacak olası tüm çözümleri bulma ve gösterme,
- 3) Bu çözümlerin uyumlu ve mantıklı birleşimleri ile alternatif tasarım kavramları elde etme,
- 4) Bu kavramları değerlendirme sureti ile içlerinden en iyi bir veya birkaçını seçmek (bu kavramlar diğer tasarım çalışmalarına esas teşkil eder).

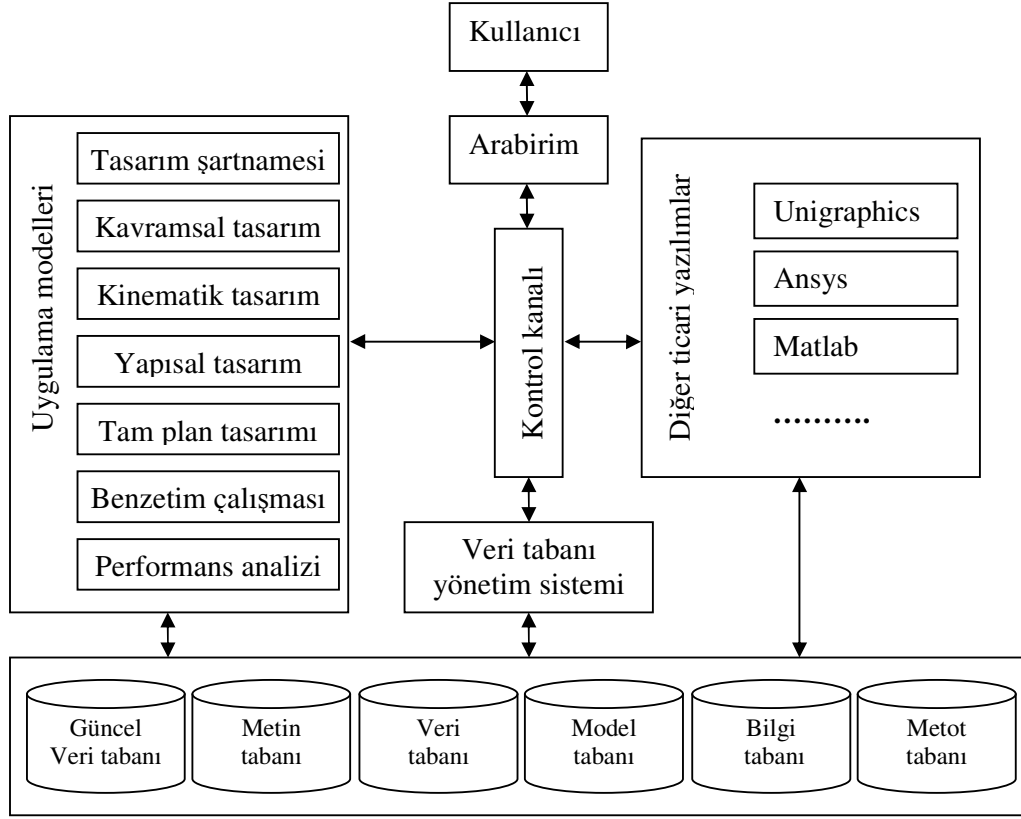
2.2. Kavramsal Tasarım Uygulamaları

Polychromatic set teoriye dayalı bir kavramsal tasarım işlem modeli, Gao ve Li [7] tarafından geliştirilmiştir. Bu yaklaşım: şema muhakemesi ve mekanizma yeniliği aşamaları içermektedir. Bu yaklaşım, fonksiyonel ihtiyaçlardan ilkel ürünler elde etmede matematiksel muhakeme sunmaktadır.

Polychromatic set teorisi, küme eleman özellikleri yanı sıra elemanlar ve bütünlük arası ilişkileri tanımlama da sağlamaktadır.

Polychromatic set teorisi üzerine yapılan diğer bir araştırmada ise, araştırmacılar Polychromatic set teorisini takım tezgâhları kavramsal tasarımına uygulamışlar ve bu amaçla bilgisayar destekli bir sistem geliştirmişlerdir [8]. Bu sistemin kullanılabilirliği ve takım tezgâhları tasarımında sağlayacağı kolaylık ve katkılar, matkap, freze ve borlama takım tezgâhları kavramsal tasarımında gösterilmiştir. Böylece kavramsal tasarım daha kolay ve etkin yapılabildiği gibi verilen kararlar ve değerlendirme de daha doğru yapılabilmektedir. Burada önerilen Polychromatic set teorisi, güçlü matematik modelleme özelliğinden dolayı, diğer tasarım alanlarına da kolayca uygulanabilir.

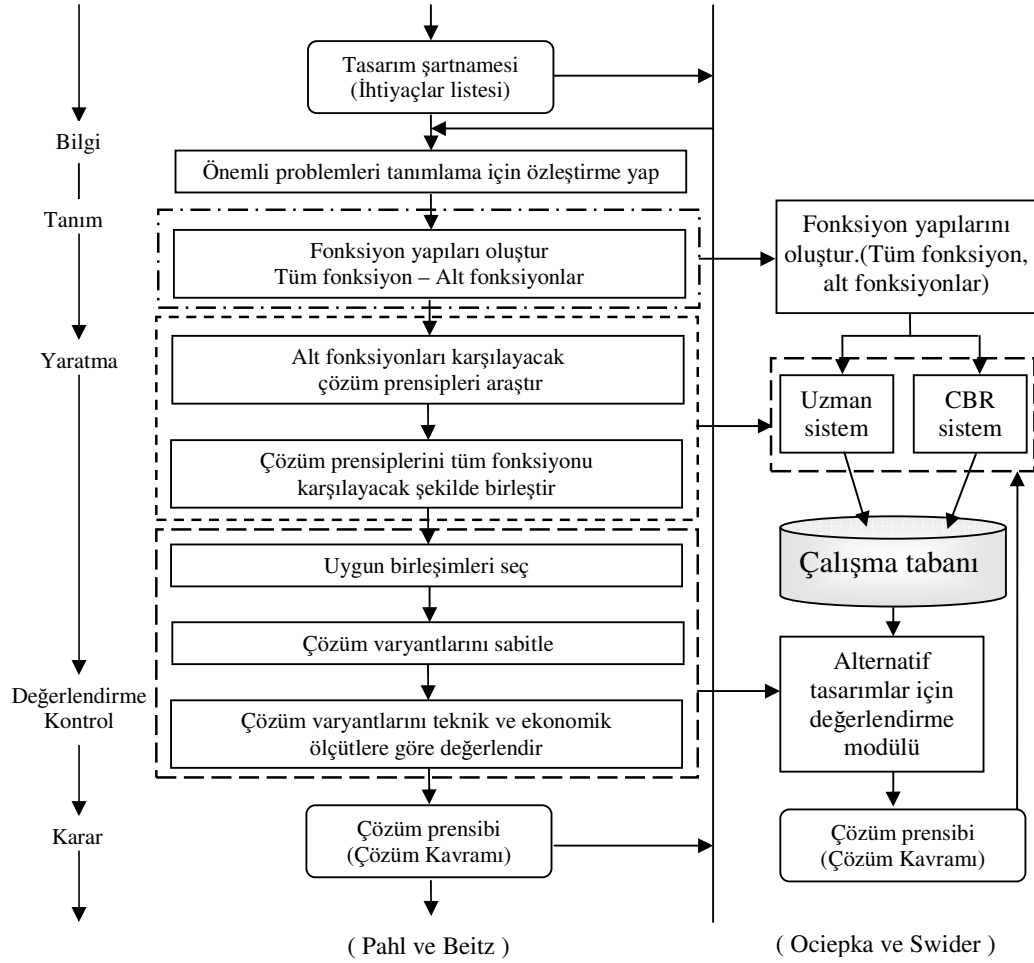
Guan ve arkadaşları [9] dört farklı tasarım metodunu birleştiren bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu dört tasarım metodu: paralel takım tezgâhları (PTT) benzerlik temelli kavramsal tasarım, paralel mekanizma temelli kavramsal tasarım, bütünleşik kavramsal tasarım ve kavramsal tasarıma dayalı tür / sayı sentezidir. Bu amaçla bir bilgisayar yazılımı geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistemin temel yapısı, Şekil 2.1'de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Paralel takım tezgahları geliştirme sistem yapısı [9]

Ociepka ve Swider [10], tasarım bilgisi ve uzman tecrübesine dayalı ve bunları birlikte kullanan kavramsal tasarım için (tavsiyeci ve benzerlik tabanlı muhakeme içeren) karma bir bilgisayar sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem, Pahl ve Beitz'in [11] sistematik tasarıma yaklaşımını izlemekte (Şekil 2.2) ve şu işlemlerde tasarımı desteklemektedir:

- 1) Bir parçanın fonksiyon yapısını oluşturma
- 2) Tüm ve parça fonksiyonlarına çözümler arama ve bunları tüm fonksiyonu karşılamada birleştirme
- 3) Alternatif çözümleri değerlendirme ve iyilerini seçme



Şekil 2.2. Pahl ve Beitz'in kavramsal tasarım süreci ile Ociepka ve Swider'in kavramsal tasarım sürecinin eşleştirilmesi [10]

İş kalıpları tasarımında makine öğrenmesi ve bunun otomatik uygulanması da, bazı araştırmacılar tarafından incelenmiştir [12]. Bu araştırmada iş kalıpları verisine dayalı iki tasnif modeli oluşturulmaktadır. Bunlardan birinci model, tümevarım işlemine dayalı olup, kapsamlı ve karmaşık modelleri anlamaya temel teşkil etmektedir. İkinci model, iş kalıpları kavramsal tasarımlarında uygulanabilir bir araç olarak makine öğrenmesi (Machine learning) kullanmayı sağlamaktadır.

Campbell [13], makine kavramsal tasarım işlemini otomatikleştirme konusunda bir doktora tezi hazırlamış ve bir metot geliştirmiştir. Geliştirilen bilgisayar sistemi, insanların yürüttüğü kavramsal tasarımın dört farklı özelliğini taklitler, şu dört alt sistemden oluşmaktadır: tasarım probleminin ucu açık temsili, problem tanım değiştirme yeteneği, farklı fikir ve önceliklerin müşterek ele alınması, başarılı alternatiflere yinelemeli ve aynı zamanda rehberlik altında çözüm bulunması. Geliştirilen bilgisayar sistemi, optimizasyon (Genetik algoritma ve tabu araştırması) ve çoklu araç gibi tekniklere dayanmakta olup öğrenme yeteneğine sahiptir.

Kavramsal tasarım üzerine yazılan diğer bir makale ise yeni bir dört serbestlik dereceli modüler robotun kavramsal tasarımını tanıtmaktadır [14]. Araştırma kapsamında geliştirilen robotun, Bicept adlı patenti de alınmıştır. Çalışmada konuyla ilgili birinci dereceden doğrusal olmayan denklem çözümleri de tanıtılmaktadır.

Carl [15], bir su altı savaş aracının kavramsal tasarımını yapmıştır. Yapılan bu çalışmada; önce temel problem tespiti yapılmış, sonra tasarlanacak aracın iç ve dış şekillendirilmesinde malzeme, enerji, içinde bulunduracağı yük (insan, teçhizat vb.) ve diğer faktörler dikkate alınmıştır. Carl, kavramsal tasarım sürecini bağımsız ve sistematik yaklaşımdan farklı ele almıştır. Sistem elemanlarını ayrı ve standart kataloglara göre değerlendirmiştir.

Campbell ve Badni [16], kavramsal tasarım desteğiyle sanal gerçeklik (virtual reality) teknolojisinin uygulanmasını araştırmıştır. Bu araştırma ile yeni ve geliştirilmiş insan – bilgisayar etkileşimini model alan sanal gerçeklik teknolojisinin kavramsal tasarım desteğiyle, mevcut bilgisayar destekli tasarım sistemlerindeki iletişim güçlüklerinin ortadan kaldırılabilmesi ileri sürülmüştür. Kavramsal tasarım kullanılarak daha doğal ve sezgisel yaklaşımlı sistemler oluşturulabileceğini vurgulamışlardır. Bunun neticesinde, LUCID (Loughborough Üniversitesi Kavramsal Etkileşimli Tasarım) adında yeni bir kavramsal tasarım sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistem içinde insan duyularına hitap eden görsel, işitsel ve dokunsal nitelikte donanımlar kullanarak tasarım verimini artırmayı amaçlamışlardır. Tasarlanan sistemde; görsel olarak üç boyutlu görüntü sağlayan GX60 aracı, işitsel

olarak hoparlör ve dokunsal olarak da iki elle eşzamanlı çalışan DOF tipi Mouse kullanılarak kullanıcıya en verimli tasarım ortamı sunulmaya çalışılmıştır. Fakat yazılan programın (sistemin) halen fonksiyonel eksikliklerinin olması, karmaşık tasarımlarda yetersiz kalması ve özellikle kavramsal tasarımın tamamen yansıtılamaması araştırmanın olumsuz yanlarıdır.

2.3. Kavramsal Tasarım Sürecinde Fonksiyonel Yaklaşımlar

‘Fonksiyonel ayrıştırma’, karmaşık bir fonksiyon tasarım ihtiyacını daha küçük fonksiyonlara bölme olarak tanımlanır [17]. Fonksiyon ve tasarım kavramları arası yapılan eşleştirmelerle bir çözüme ulaşılması kolayca mümkün olur. Fonksiyonel ayrıştırma ve fonksiyon yapısı belirleme, kavramsal tasarımın en önemli adımudur. Burada tasarlanacak ürüne ait fonksiyonel ihtiyaçlar araştırılır. Fonksiyonlar listelenir ve karmaşık fonksiyonlar daha basit alt fonksiyonlara ayrılır. Bu işlem, fonksiyon blok diyagramı veya fonksiyon yapısı şeklinde yapılır. Fonksiyon yapısı, her alt fonksiyonla birlikte sistemdeki girdi-çıkı ilişkilerini içerir. Yeniden sıralama, düzenleme veya ayrıştırma ile fonksiyonel değişkenleri şekillendirmek mümkündür. Burada malzeme, enerji ve bilgi (sinyal) nakli de yer alır. Hundal, ‘temel veya genel geçerli’ fonksiyonlarla çalışmanın daha avantajlı olduğunu belirtmektedir [18].

Fonksiyonel analiz, bir sistemin görev ve verim ihtiyaç analizi ile bunların sistem tarafından icra edilecek ayrıntılı faaliyet ve görevlere dönüştürme metodolojisidir. Konu, Cole tarafından şu düzey konumlarında incelenmiştir [19]: fonksiyon belirleme diyagramları (hiyerarşik fonksiyon yapısı), fonksiyon akış diyagramı (ayrıntılı fonksiyon yapısı), faaliyet diyagramı (görev düzeyleri), durum diyagramları. Burada fonksiyon analiz işlemi: belirleme, tanıma, hiyerarşik yapı, sıra, ilişkiler, ölçme ve atamadan oluşmaktadır. Bu sistem, kavram oluşturma ve değerlendirmede kullanılmaktadır. Böylece tasarımcı, karmaşık, hassas ve eksik yapıdaki kavramları bir bütün olarak ele alabilecektir.

Yukarıda özetlenen farklı çalışmalar, kavramsal tasarım sürecinin temel dayanak ve uygulamalarını, bunun yanında kavramsal tasarımın en önemli adımı olan fonksiyon analizlerini anlatmaktadır. Geliştirilen bu çalışmada ağırlıklı olarak Pahl ve Beitz'in [11] öne sürdüğü 'Sistemik Tasarım Yaklaşım' sürecinin kavramsal tasarım aşaması temel alınırken fonksiyon analizi adımı Cole [19] tarafından incelenen 'Fonksiyonel Analiz Yaklaşımı' esas alınmıştır.

3. YAPAY ZEKÂ

Bilimsel ve teknolojik alanda görülen baş döndürücü gelişmeler, insan yaşamını olduğu kadar çeşitli hizmet ve endüstri kurumlarını da büyük ölçüde etkilemektedir. Bu tür kurumların varlığını sürdürebilmeleri ve rekabet güçlerini koruyabilmeleri için, teknolojik gelişme ve değişimlere ayak uydurmaları hayati önem arz etmektedir. Bu durum, özellikle bilişim ve iletişim teknolojileri gibi alanlarda çok daha barizdir. Böylece, yaklaşık son çeyrek asırlık dönemde ve çeşitli amaçlarla bilgisayar yazılım ve donanımı kullanımı olağanüstü yaygınlaşmış ve artmıştır. Çünkü bilişim teknolojisi ile; daha ucuz, kolay, hızlı, güvenilir ve kaliteli iş ve hizmet üretmek mümkündür.

Bilgisayar teknolojisi, insan yapısı ve/veya düşünme sistemi örnek (analoji) alınarak geliştirilmiştir. Yani; girdi ünitesi (klavye, fare, mikrofon gibi), insanın duyu organlarına; çıktı ünitesi (ekran, yazıcı, hoparlör gibi), insanın konuşma veya çeşitli davranışlarına; hafızası (geçici veya sürekli), insan hafızasına; işletim sistemi, çeşitli milletlerin kültürlerine; işlemci, çeşitli muhakeme ve karşılaştırmalara v.b. benzetilebilir. Kabaca bilgisayar donanımı, insanda fiziki yapı; yazılım ise, ruhsal yapı (düşünme ve muhakeme) olarak kabul edilebilir. Diğer taraftan insan veya bazı canlılara daha fazla benzetilerek geliştirilen bilgisayarlar (veya bilgisayar kontrollü özel makineler), robotlardır.

Bilgisayar teknolojisindeki gelişmelere paralel olarak bilim adamları, insan düşünme sistemi veya zekâsını bu alanda daha etkin uygulamaya (taklide) çalışmışlardır. Böylece insan gibi düşünen ve kararlar vermeye çalışan bilgisayar yazılım teknik ve algoritmaları ortaya çıkmış ve birçok alanda da başarı ile kullanılmıştır. Bu tür sistemlere, genel olarak “Yapay Zekâ” (YZ) denmektedir.

Zekâ kavramı, Türk Dil Kurumu Sözlüğünde: “İnsanın düşünme, akıl yürütme, objektif gerçekleri algılama, yargılama ve sonuç çıkarma yeteneklerinin tamamı” olarak tanımlanmaktadır [20]. Bu kavram hakkında kaynaklarda çeşitli tanımlar mevcuttur ve ölçümü ile ilgili bazı deneyler hala sürmektedir. Diğer taraftan son

yıllarda; matematiksel, pratik, görsel, müzik, dilsel (linguistic) ve duygusal gibi zekâ türleri ortaya atılmıştır.

YZ alanında yapılan çalışmaların başlangıç noktası 1936 yılına kadar uzanmaktadır.

YZ, “insan zekasını taklit veya gerçeğe optimum yakınlıkta ve bazı sistemlerle yapay platformlarda uygulama” olarak tanımlanabilir. YZ, kaynaklarda güçlü ve zayıf YZ olmak üzere iki grupta tasnif edilmektedir [21]. Zayıf YZ, makinelerin programlanıp zeki davranışlar göstermesi olarak kabul edilir. Güçlü YZ ise, makinelerin bilinçli zeki davranış ve düşünceler ortaya koymasıdır. Zayıf YZ yaklaşımçıları, makinelerin insanlar gibi düşünemeyecek ve duygularını ifade edemeyeceklerini savunmaktadır. Güçlü YZ yaklaşımçıları ise, insan beyin işlevleri analizi ile bilinçli hareket edileceği ve aynı durumun makineler içinde geçerli olacağını kabul ederler. Ayrıca, canlıları incelemek sureti ile teknolojik gelişmelere katkı çabaları sürmektedir ve bu amaçla, Biyomimetik adlı yeni bir bilim dalı da ortaya çıkmıştır.

YZ uygulama alanları, sadece endüstri ve normal yaşam ile sınırlı olmayıp işletmelerdeki yönetim ve karar destek sistemlerini de kapsamaktadır. İşletmeler, gerekli bilgi ve verileri toplayarak bunları çeşitli amaçlarla düzenleme, işleme, yorumlama ve karar vermek için kullanabilirler. Böylece piyasa ihtiyaçlarına göre hizmet ve mal üretimleri, müşteri istekleri doğrultusunda gerekli düzenleme ve değişiklik yapmaları, uzun dönemli plan ve programlar hazırlamaları gibi faaliyetleri daha isabetli ve rasyonel yapabilirler. Bu amaçla kullanılacak YZ destekli yazılımlar, bu tür işlemlerin daha kolay ve hızlı yapılabilmesini sağlamaktadır. Örneğin bu tür faaliyetlerde, Yönetim Bilgi Sistemleri (YBS) ve Karar Destek Sistemleri (KDS) gibi yazılımlar kullanılabilir. YBS, bir organizasyonu ilgilendiren bilgileri toplama, düzenleme, işleme ve gerekli yerlere dağıtmayı kapsar [22]. Haftalık veya aylık bordro ve satış raporları veya aylık stok raporları gibi örnekler içerir.

3.1. Yapay Zekâ Yaklaşımları

3.1.1. Matematiksel yaklaşım

Salt matematiğe dayalı YZ problem çözümlerinde genelde tümevarım ve tündengelim metotları kullanılır. Daha gelişmiş çalışmalarda ise, kaos (karmaşıklık) teorisi ortaya konmuştur. Bu teori sayesinde parça analizinden bütüne ulaşma (tümevarım) ve bütünden parça ayrınıtı çıkarımları yapılır (tündengelim) ve böylece problemlerin çeşitli çözümleri bulunabilir. Bu metot, bazı karmaşık problem çözümlerinde iyi sonuçlar vermiştir [22]. Bir sistemin girdileri x_1, x_2, x_3 ; çıktıları y_1, y_2, y_3 olur ve her x değeri, bir y değeri ile eşleştirilir ise:

$x_1 \Rightarrow y_1, x_2 \Rightarrow y_2, x_3 \Rightarrow y_3$ ise, $(x_1 + x_2 + x_3) \Rightarrow (y_1 + y_2 + y_3)$ (doğrusal sistem)

$x_1 \Leftrightarrow y_1, x_2 \Leftrightarrow y_2, x_3 \Leftrightarrow y_3$ ise, $(x_1 + x_2 + x_3 + ?) \Leftrightarrow (y_1 + y_2 + y_3 + ?)$ (karmaşık sistem) olur.

Bazı durumlarda doğrusal sistemler başarılı olmakla birlikte karmaşık problem çözümlerinde yetersiz kalmaktadır. Bu sebeple karmaşık bir sistemin, problemleri bütün olarak çözmeye çalışması, farklı beyin fonksiyonlarının örnek alınarak problem modelleme ve çözme işleminin şimdilik çok zor olduğunu göstermiştir. Buna göre bütünsel (holistik) beyin modeli daha doğru ve gerçekçi olacaktır. Bu konudaki çalışmaların ivme kazanması ile fikir yürütme, hatırlama gibi üst düzey beyin fonksiyonlarını modelleme mümkün olabilecektir [22].

3.1.2. Fiziksel yaklaşım

Beyin tarafından vücuda gönderilen emirler, bilinçli ve bilinç dışı sinyallerle gerçekleşir. El, parmak, göz gibi organlarda oluşan birçok fiziksel hareketin beyin tarafından nasıl kontrol edildiği ve ne tür emirler (sinyaller) gönderildiği, önemli bir araştırma konusudur. Kuantum mekaniğine göre bir dış etki altında bulunmayan herhangi serbest bir nesne her yerde olabilir. Bu duruma iyi bir örnek olarak elektronlar gösterilebilir. Ancak atomlardaki elektron yerleri ölçümlerle saptanırken,

atom üstü nesnelere aynı husus mümkün değildir [22]. Bu durum, kuantum mekaniği sınır ve kapsamını daha iyi açıklar. Benzer durum, bilinçli ve bilinçsiz beyin fonksiyon ve davranışlarında da (sinyaller oluşturma ve sevk etme gibi) geçerlidir. Burada organlardan gelen sinyallerin beyne iletimi, tasnifi, yorumlanması (karşılaştırması - gerekli ise yeni sinyal oluşturulması ve gönderilmesi), depolanması, indekslenmesi ve farklı birleşimleri hala önemli araştırma konularıdır.

3.1.3. Psikolojik yaklaşım

İnsan davranışlarını inceleyen bir bilim dalı olan psikoloji alanında, özellikle son yıllarda yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Bunun sebeplerinden birisi de, insan düşünme sistemini model alan (taklide çalışan) YZ teknik, teori ve sistemleri geliştirmeye mesnet teşkilidir. Bu amaçla bazı araştırmacılar davranışçı yaklaşımı; bir diğer grup ise, bilişsel yaklaşımı kullanmaktadır. Yakın zamanda benimsenen Gestalt yaklaşımı, önce psikoloji ve arkasından YZ alanlarında önem kazanmıştır ve sonraki dönemlerde bunun daha da artacağı düşünülmektedir [22]. Bu yaklaşım, “bir sisteme ait girdiler ve bunların etkileri toplamı yerine bir bütün olarak tüm sistemi anlamaya” dayanır. İnsan davranışlarındaki bu bütünsel yaklaşımı ile zamana ve mekâna göre değişken davranışların çözüm ve yorumunda (anlaşılmasında) daha iyi sonuç elde edilebilir. Aynı durumun YZ çalışmalarında uygulanması ile bu alanda da önemli gelişmeler sağlanabilecektir.

3.1.4. Felsefi yaklaşım

YZ felsefesi ilk olarak 1950 yılında Alan Turing tarafından yazılan bir makalede ortaya atılmıştır. Burada Turing, “makinelere düşünebilir mi?” konusunu tartışmaya açmıştır [22]. Bu araştırmacının geliştirdiği Turing testi ile bir makinenin insan gibi düşünebilme seviyesi ölçülmüştür. Aynı zamanda geçen bunca sürede bir makinenin insan gibi düşünüp düşünemeyeceği bilimsel çevrelerde hala tartışma konusudur ve yakın gelecekte bir uzlaşma sağlanması olası görünmemektedir. Sloman, yapay zekâyı bilimsel ve mühendislik açılarından ele alarak iki grupta tasnif eder [23]. Bunlardan bilimsel grup; insan ve hayvanlardaki farklı zekâ türlerinin psikoloji,

nöroloji (sinirbilim), sosyal bilimler ve felsefeye göre inceleme ve yorumlanmasını kapsar. Mühendislik grubu ise, insan zekâsına denk veya insanüstü makine sistemleri geliştirmeyi içerir.

3.2. Yapay Zekâ Teknikleri

3.2.1. Uzman Sistemler

YZ teknikleri arasında en çok uygulama ve kullanım alanına sahip olanı uzman sistemlerdir ve bir uzmanın bilgi, tecrübe ve çalışması esas alınarak geliştirilir. Bir Uzman Sistem (US), genelde yeni ihtiyaç ve şartlara göre genişletilebilir bilgi ve kural tabanlarından oluşur. Kullanıcı herhangi bir problem verdiğinde sistem, tanımlı kuralları kullanmak ve bilgi tabanı ile karşılaştırmalar yapmak sureti ile, problemi yorumlar veya çözüm(ler) önerir (çıkartım yapar). İlk US, 1970 yılında Stanford Üniversitesi'nde bir grup hekim tarafından geliştirilmiş olan MYCIN sistemidir. Bu sistem bakteri ve menenjit kaynaklı hastalıklarının teşhis ve tedavisi için tasarlanmıştır. MYCIN sistemi, şu tür girdilere ihtiyaç duymaktaydı [22]:

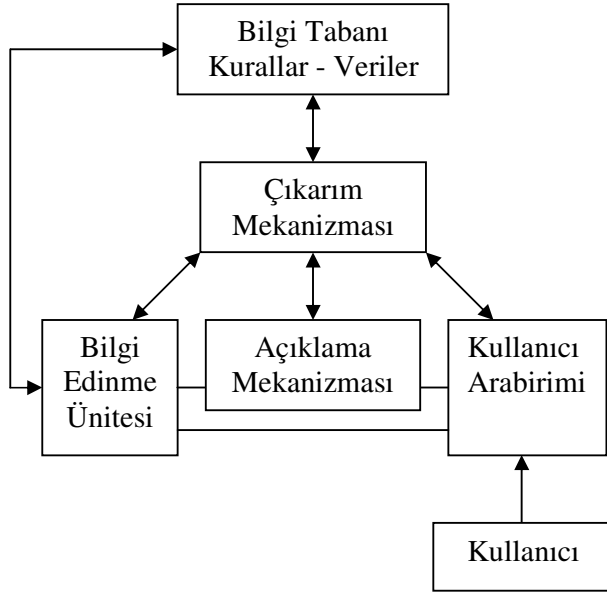
- Hastaya ait geçmiş bilgiler
- Laboratuvar sonuçları
- Belirti sorgulama

Bu tür bilgilerin sisteme girilmesi sonrası:

- Teşhis koyma
- Reçete yazımı
- Tedavi süreçlerini belirleme

gibi çıktılar oluşturulur ve kullanıcıya sunulur.

Şekil 3.1’de bir uzman sistemin genel yapısı gösterilmiştir. Sistemde bulunan mekanizmaların birbiri ile bütünleşik ve yinelemeli çalışmaları ile girdi ve çıktılarının gerçekleşmesi, döngüsel işlemler neticesinde bilgi çıkarımı ve açıklanması verimli bir tarzda mümkün olabilmektedir.



Şekil 3.1. Bir uzman sistemin genel yapısı [24]

Uzman Sistemlerdeki Başlıca Mekanizmalar

Genel bir US’ de bulunması gerekli önemli mekanizmalar şunlardır:

- 1) Bilgi tabanı
- 2) Bilgi kazanma
- 3) Çıkarım mekanizması
- 4) Kullanıcı arabirimi
- 5) Açıklama kapasitesi

Bilgi Tabanı

Belirli bir alana ait uzman, kitaplar, araştırma bulguları ve kullanıcı deneyimi gibi potansiyel bilgi kaynaklarından derlenen bilgiler ile bunlar arası ilişkilerin depolandığı yerdir. Bu, uzman sistemlerin isabetli karar vermelerine doğrudan tesir eder ve yeni ihtiyaçlara göre genişletilebilir.

Bilgi Kazanma

Potansiyel bilgi kaynaklarından alınan bilgilerin güncellenmesi ve genişleyebilen bilgi kapasitesinin gelişim sürecidir. Aksi takdirde güncellenmeyen ve gelişime açık olmayan bir bilgi kaynağı kendinden beklenenleri geriden takip edecektir. Bu durum ise sistemin bir problem hakkındaki uzman bakışıyla karar verme yeteneğini zayıflatacaktır.

Çıkarım Mekanizması

Oluşturulan bilgi tabanı ve bilgi kazanma mekanizmalarını temel alarak belirlenen problem için en uygun çözüm veya çözümleri arayan dinamik karar verme aşamasıdır. Uzman sistemin çekirdeğini oluşturan bu mekanizma çeşitli algoritma ve kurallar aracılığı ile çıkarım işlemlerini gerçekleştirmektedir.

Kullanıcı Arabirimi

Uzman sistemi kullanacak olan gerek uzman gerekse kullanıcı ile bilgisayar arasında iletişim şartlarının sağlandığı bir ara dildir. Oluşturulacak ara dil, uzman sistem kullanıcısına kolay iletişim kurabileceği bir ortam sunmalıdır. Dolayısıyla sistemin bir uzman gibi karar verebilmesi için iletişim koşullarının insanın beyin işlevlerine uyumlu olması gerekir.

Açıklama Kapasitesi

Uzman sistemin en önemli özelliklerinden birisi de sistemin kullanıcıya açıklayıcı bilgiler içermesidir. Kullanıcı ilerleyen aşamalarda; duruma göre yardım alma, neden-sonuç ilişkisi ve doğrudan açıklayıcı sonuçlar ile doğrudan desteklenmektedir.

Bir uzman sistem tasarımında aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir:

- 1) Hazırlanacak uzman sistem sorulan sorulara karşı en az bir uzman gibi cevap verebilmelidir.
- 2) Alınacak cevaplar uzman bir insandan daha hızlı olmalıdır.
- 3) Sistemin genel işleyişi veya ileri düzey adımlarda hataya yer verebilecek durumlar ortadan kaldırılarak güvenilir olması sağlanmalıdır.
- 4) Varılan sonuçların gerekçeleri uygun adımlarda doğru olarak verilebilmelidir.
- 5) Kural ve bilgi girişleri kolay bir şekilde girilebilmelidir.
- 6) Uzman sistem içinde yer alan mekanizmaların bütünleşik çalışmasını en iyi performansta sağlayabilmek için en uygun programlama dili seçilmelidir.

Bir uzman sistemin uygulandığı alanlara birtakım faydaları bulunmaktadır. Bunlar:

- 1) Uzmanın iyi karar verme ihtimalini, sıklığını ve tutarlılığını artırır.
- 2) İnsan uzmanlığının yayılmasına katkıda bulunur.
- 3) Kazanılan bilgiler kalıcı olup insan ömrü gibi kısıtlara bağlı değildir.
- 4) Alınan sonuçlar her zaman her durumda ayrıntılı açıklamalara tabi tutulabilir.
- 5) Zamanla uzmanlar tarafından yeni ve tutarlı bilgilerin girilmesi sayesinde güncel kalabilmesi ile devamlı bir iyileştirme imkânı bulabilir ve en uygun çözümü sunabilir.
- 6) Girilmiş olan kural ve bilgilerin hepsini değerlendirerek en uygun sonuçları üretebilir.
- 7) Karar verme zamanını uzman bir insana göre daha kısa sürede tutarak istenilen verimi en yüksek seviyeye taşıyabilir.

- 8) Uzman sistemler insanları aşan karmaşık problemleri, geniş yorumlayabilme kapasitesi sayesinde çözebilmektedir.
- 9) Uzman insanların problemleri incelemeleri, zaman ve sayı açısından yüksek maliyet oluşturduğundan, uzman sistemler hızlı karar vermesi ve birim maliyeti düşürmesi sayesinde önemli avantajlar sağlamaktadır.
- 10) İnsanların duygusal yönleri gereği zamana bağlı doğru karar vermeleri aksine uzman sistemler zamana bağlı olmayarak net doğru yanıt verebilmektedir.

Uzman sistemlerin avantajlarının yanı sıra bazı sınırlılıkları da mevcuttur. Bunlar:

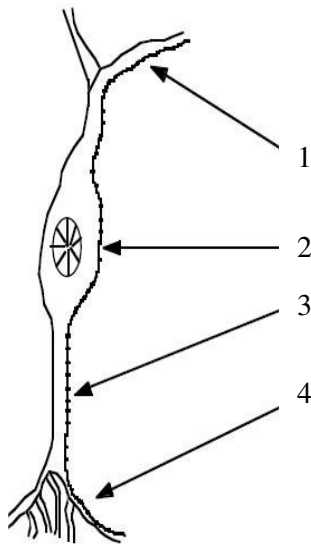
- 1) Uzman bilgisini bilgisayar ortamına aktarmak zor bir iştir.
- 2) Her sahada aynı verimlilikte uygulanamayabilir.
- 3) Oluşturulacak sistemin geliştirilme süreci ve ilk maliyeti beklentileri olumsuz etkileyebilmektedir.
- 4) Alan uzmanlığında, uzman bilgilerinin tutarlı olup olmadığı uzman sistemi olumsuz etkileyebilir.
- 5) Özellikle zamanla genişleyen veri tabanını sorgulamak donanım hızlarına bağlı olarak yavaşlayacaktır. Bu duruma çözüm bulunmadığı takdirde ilerleyen kullanım sürecinde sistem aksaklıkları meydana gelebilecektir.

3.2.2. Yapay sinir ağları

Yapay sinir ağları, insan beynindeki milyarlarca sinir hücresinin çalışma prensibini temel alarak istenilen öğrenmelerin, testlerin ve çıktuların gerçekleşmesini sağlayan bir yapay zekâ tekniğidir. İnsan beyninde gerçekleşen öğrenme ve etki-tepki olaylarının üzerinde halen çalışmalar sürmektedir. Yapay sinir ağlarının genelde hata eksenli çalışması ve referans aldığı insan beyninin halen detaylı olarak araştırılmasından dolayı istenilen sonuçlarda tam bir verimlilik sağlanamayabilmektedir.

Biyolojik sinir sistemine bakıldığında; sürekli olarak bilgi girdisini alan, yorumlayan ve isteğe uygun çıktı üreten üç katmanlı bir sistem olduğu bilinmektedir. Uyarılar,

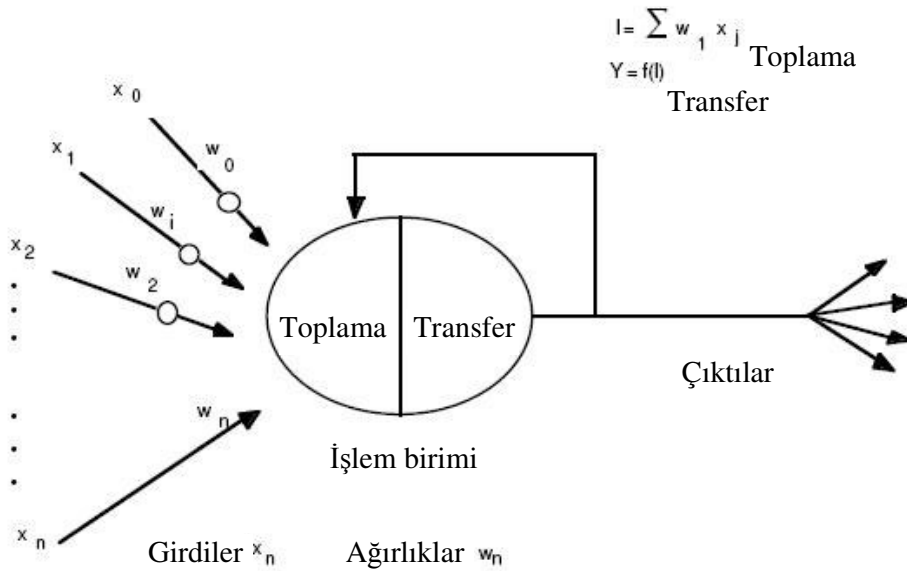
alıcı sinirler yoluyla beyine (Merkezi sinir ağı) iletdikten sonra, beyinde işlenen bilgiler sinyaller halinde tepki sinirlerine gönderilerek gerekli tepkiler oluşturulur ve bu döngü ileri-geri beslemeli şekilde devam ettirilir. Bu yönüyle sinir ağları kapalı çevrimde çalışırlar. Sinir ağlarını oluşturan sinir hücrelerinin yapısında; dışarıdan girdileri alan dendrit'ler, dendritler'i takip eden hücre gövdesi, gövde üzerinde bulunan hücre çekirdeği ve hücre gövdesinden dışarıya çıktılarının verilmesini sağlayan synapse'ler bulunmaktadır. Bir sinir hücrelerini oluşturan bu dört kısım Şekil 3.2. 'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Basit bir sinir hücresi. 1. Dendrit 2. Soma 3.Axon 4.Synapse [25]

Biyolojik bir sinir hücresi örnek alınarak, benzer yapıyı koruyan yapay sinir hücreleri oluşturulmuştur. Bir yapay sinir hücresinde; dışarıdan alınan girdiler, bu girdilerin toplandığı ve uygun işlemlerle ağırlıklandırıldığı bir işlem birimi, son olarak da işlenen girdilerin uygun biçimdeki çıktıları bulunmaktadır. Yapay sinir hücresinin kısımları Şekil 3.3. 'de gösterilmiştir. Yapay sinir hücreleri bir araya gelerek yapay sinir ağlarını oluştururlar. Yapay sinir ağlarının öğrenmesi danışmanlı, danışmansız ve takviyeli öğrenme olarak üç kısımda incelenmektedir. Bu öğrenme algoritmaları temel olarak, yapay sinir ağına dışarıdan alınan girdilerin hedeflenen istekler

doğrultusundaki çıktıyı verebilmeleri için optimum ağırlıklandırma çalışmalarına dayanmaktadır.



Şekil 3.3. Basit bir yapay sinir hücresi şekli [25]

Yapay sinir ağlarının temel özellikleri şunlardır:

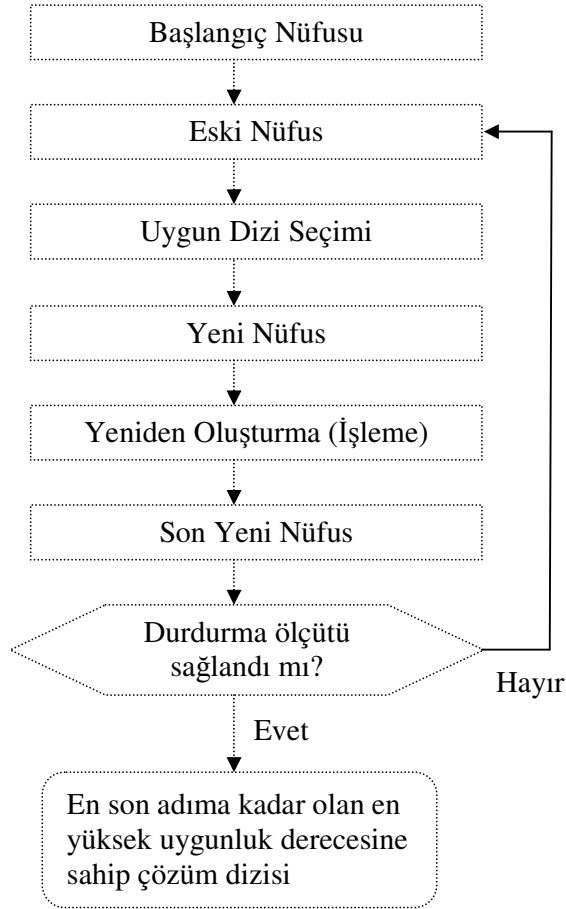
- 1) İşlem elemanı olan yapay sinir hücrelerinin doğrusal olmaması nedeniyle oluşan sinir ağı da doğrusal değildir. Bu nedenle doğrusal olmayan karmaşık problemlerin çözümünde kullanılmaktadır.
- 2) YSA kendisine verilen örnekleri değerlendirerek uygun çıktıyı elde eder ve öğrenme gerçekleşir.
- 3) YSA daha önce öğrenme aşamasında almış olduğu örnek girdilerden başka bir girdi ile karşılaştığında yaklaşık bir sonuç genellemesi yapabilmektedir.
- 4) YSA içindeki çok sayıda hücrenin farklı şekillerde ve paralel dağılmış bir yapıda olmasından dolayı herhangi bir hücrenin etkisiz hale gelmesi toplamda üretilmesi gereken doğru çözümü önemli ölçüde etkilemez.
- 5) Hücrelerin paralel çalışma yapısı gereği bu işlemlerde kullanılacak donanımların bilgi işleme hızı ve kapasitesi yüksek olması gerekir.

3.2.3. Genetik algoritma

Temel ilkeleri John Holland tarafından ortaya atılan genetik algoritmalar; çözüm uzayında, kodlanmış diziler ve seçim ilkelerini esas alarak istenilen en uygun çözüm veya çözümleri arama yöntemidir. Genetik algoritmalar aramada alt dizi kavramını kullanmaktadır. Alt diziler bir davranışı temsil eden dizilerdir. Bu diziler alt dizi derecesi ve alt dizi uzunluğu olmak üzere iki önemli özelliğe sahiptir [26]. Alt dizi derecesi düşük ve alt dizi uzunluğu kısa olan diziler yapı blokları olarak adlandırılır. Genetik algoritmanın temel teoremi; genetik işlemler aracılığı ile çözüm kalitesini kuşaktan kuşağa aktarma doğrultusunda nüfus ortalaması üstünde bulunan yapı bloklarının üstel olarak çoğaltılması ve bu sebeple en uygun çözümlerin saptanmasıdır [26]. Uygulamalarda çoğunlukla kullanılan genetik operatörler; seçim (selection) ya da tekrar üreme (reproduction), çaprazlama (crossover) ve değişim (mutation) operatörlerinin değişik formlarıdır [28]. Genetik algoritmaların genel işleyişi Şekil 3.4.'de gösterilmektedir [29].

Genetik algoritma tekniğinin birtakım belirgin özellikleri şunlardır [27]:

- 1) Problemlerde kullanılan parametreleri doğrudan kullanmayıp, parametreleri set olarak kodladıktan sonra amaç fonksiyonunda en uygunu bulmaya çalışır.
- 2) Oluşturduğu ilk diziden itibaren sürekli artarak iyileşen nüfusu noktasal olarak değil kümesel olarak devam ettirmesi araştırma uzayı alan riskini oldukça azaltmaktadır.
- 3) Her bir dizi için oluşturulan amaç fonksiyonları sayesinde dışarıdan yardımcı bilgilere ihtiyaç duymaksızın verimliliğini koruyabilmektedir.
- 4) Araştırma uzayı yönünün seçiminde rasgele seçim tekniği kullanıldığından kesin kurallar yerine olasılığa dayalı kurallar uygulanır.



Şekil 3.4. Genetik algoritmanın işleyişi

3.2.4. Bulanık mantık

Bulanık mantık kavramı, ilk kez 1965 yılında California Üniversitesi'nden Prof. Lotfi A.Kadeh'in bu konu üzerinde ilk makalelerini yayınlamasıyla ortaya çıkmıştır. Eski tarihlerden günümüze doğru bakıldığında; Aristo, Platon gibi filozoflar hayattaki doğruların, yanlışların ve hem yanlış hem doğruların varlığını sorgulamışlardır. İnsanlığın felsefi temelleri olabilecek bu sorgulamalar bilimin ilerlemesine büyük katkılarda bulunmuştur. İnsanlardaki düşünme ve sonuç çıkarabilme işlemleri belirsizlikler içermektedir. Net doğrunun veya net yanlışın olmadığı durumlarda bir doğrunun ne kadar doğru, bir yanlışın ne kadar yanlış olduğunun bilinmesi gerekmektedir.

Bulanık mantık temel olarak; yanlışların, doğruların ve aralarındaki kesişimlerin bulanık kümelerce sınırlandırılıp olasılık tabanlı dilsel ve yüzselsel sonuç üretilmesi anlamına gelmektedir. Bulanık mantık karışık ve doğrusal olmayan problemlerde çözüm olanağı sağlamaktadır. Daha çok Japonya'da yapılan araştırmalarda özellikle bulanık mikroişlemci kontrolleri geliştirilerek fotoğraf makineleri, çamaşır makineleri, klima, otomatik iletim hatları ve dünyanın en gelişmiş metrosu kabul edilen Senday metrosunda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bulanık mantık karar verme sistemlerinin dört önemli bileşeni bulunmaktadır. Bunlar [30]:

Bulanıklaştırma ara birimi

Girdi ve çıktıları belirleyerek anlamlarına uygun dilsel değişkenlere dönüştürür.

Bilgi Tabanı

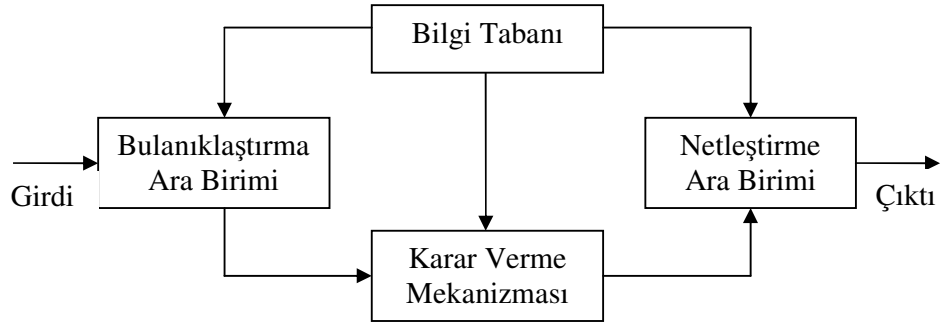
Üyelik fonksiyonlarının ve kontrol kurallarının ilgili alana sahip uzmanlar tarafından girildiği veri tabanıdır.

Karar verme mekanizması

Birden fazla bulanık önermeyi boolean (AND,OR..) bağlantı ilişkisi içinde değerlendirip son bulanık önermeyi belirleyen mekanizmadır.

Netleştirme ara birimi

Bulanık çıktı değerlerini düzenli değerlere dönüştürür. Bulanık mantığın karar verme sürecindeki temel dört unsur Şekil 3.5'te gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Bulanık mantığın karar verme süreci

4. KAVRAMSAL TASARIM

Bu bölümde, ürün planlama ve ihtiyaç listesi (tasarım şartnamesi) sonrası aşamayı teşkil eden ve ‘Sistematik Tasarım Yaklaşımı’nın’ en önemli kısımlarından biri olan “Kavramsal Tasarım” Pahl ve Beitz’in ‘Mühendislik Tasarımı’ kitabı esas alınarak tanıtılacaktır [2]. Şekil 4.1’de bir tasarım problemine ait örnek bir ihtiyaç tanımı (tasarım şartnamesi) verilmiştir. Bunu takip eden kavramsal tasarım sürecinde; önemli ve genel problemler tanımlanır, bu problemlere uygun fonksiyon yapıları geliştirilir ve çözüm prensipleri aranır, bunların optimum birleşimleri ile bazı tasarım varyantları (tasarım çözümleri) elde edilir ve bazı değerlendirme yöntemleri uygulanarak bir (veya daha fazla) kavramsal çözüm(ler) bulunur. Kavramsal tasarım akış şeması, Şekil 4.2’de verilmiştir [2].

4.1. Önemli Problemleri Genelleştirme

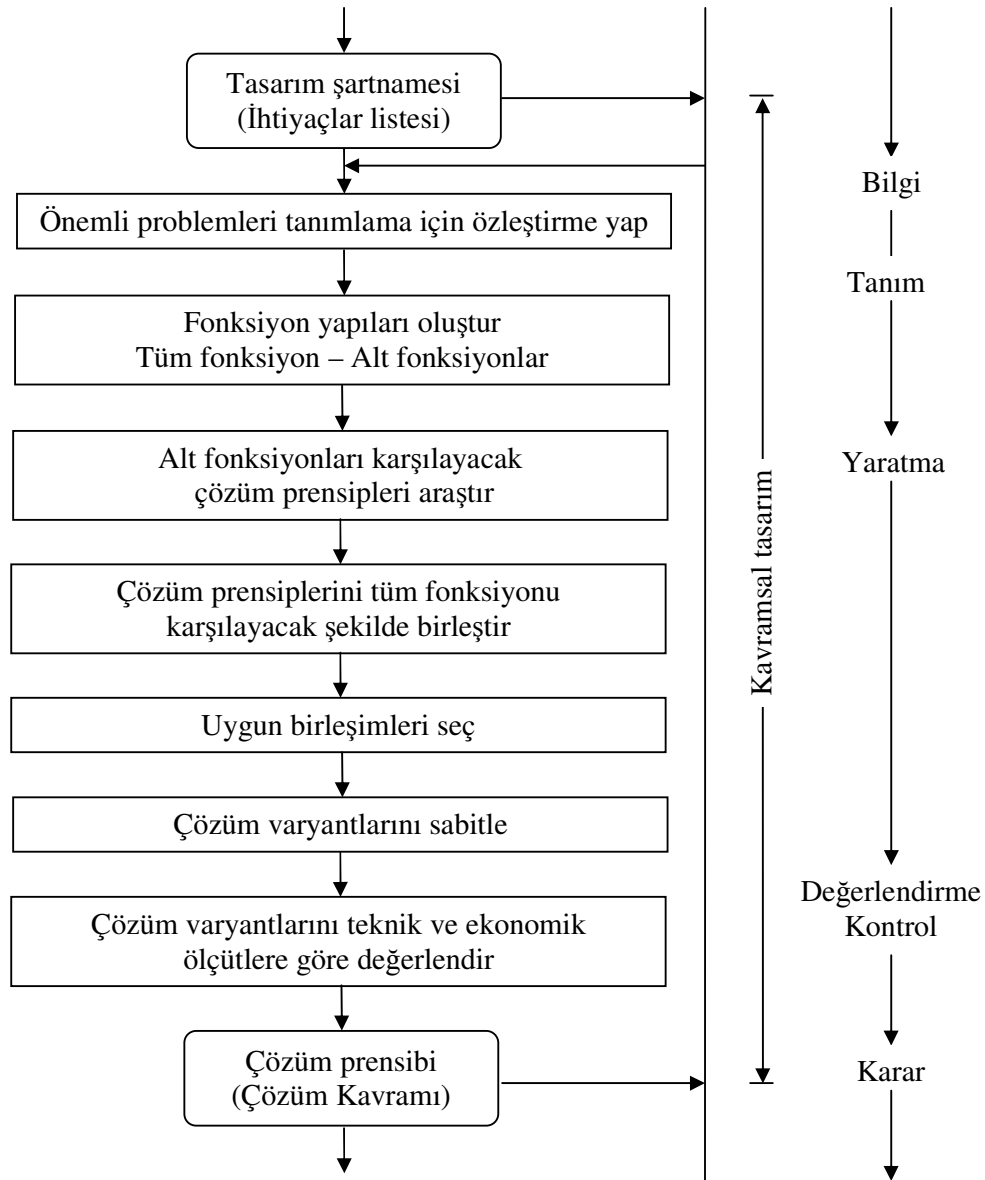
4.1.1. Özleştirme ve problem formülasyonu

Yeni ve ileri teknoloji, işlem, malzeme veya bilimsel metotların bulunması ve kullanılması ile geleneksel yöntemlere dayalı tasarımlar, yetersiz kalmakta ve endüstriyel firmaların rekabet güçlerini zayıflatmaktadır. Tasarımcı, alışlagelmiş ve sabit fikirlere saplanıp kalmamalı, yeni ve gelişen teknolojileri sürekli takip etmeli, kendini yenilemeli ve yaratıcı özelliklerini geliştirmelidir. Böylece daha iyi, ekonomik, teknolojik özellikleri yüksek ve optimum tasarımlar yapabilir. Ayrıca başlangıçta problemi önemli ve genel ifadelere indirgemeli, karmaşık ve büyük sistemleri küçük ve uyumlu parçalara ayırmalı, bütünden bağımsız bunlara çözümler aranmalı ve birleşimleri ile de tüm tasarım sistemi çözülmelidir. ‘Sistematik Yaklaşım’, bu ve benzeri tasarım işlemlerinde; bilimsel temeller kullanır, uygulama ve takibi gerekli bazı kural ve yöntemler sunar. Tasarım şartnamesi ve fonksiyon yapıları kullanılarak bir tasarımın genel ve önemli ifadeleri, şöyle belirlenebilir:

- 1) Kişisel öncelikler ihmal edilir,
- 2) Fonksiyon ve önemli sınırlayıcıları direk etkilemeyen ihtiyaçlar dikkate alınmaz,
- 3) Nicel veriler, nitellere dönüştürülür ve önemli ifadeler indirgenir,
- 4) Bir önceki madde genelleştirilir ve
- 5) Problem, bağımsız çözüm ifadeleri ile formüle edilir.

		TASARIM ŞARTNAMESİ Otomatik Boru Kesme Makinesi	Sayfa 1.
Değişiklik	İ/A	İhtiyaçlar	Sorumlu
	İ	1) Dökümden çıkan boru hareket halindedir.	
	İ	2) Kesilmesi istenen maksimum ve minimum boru boyları aşağıdaki gibi olmalıdır: $L_{MAX \text{ boru}} = 450 \text{ mm}$, $L_{MIN \text{ boru}} = 12 \text{ mm}$	
	İ	3) Kesilmesi istenen maksimum ve minimum boru çapları aşağıdaki gibi olmalıdır: $D_{MAX \text{ boru}} = 100 \text{ mm}$, $D_{MIN \text{ boru}} = 10 \text{ mm}$	
	İ	4) Kesilmesi istenen maksimum ve minimum boru hızları aşağıdaki gibi olmalıdır: $V_{MAX \text{ boru}} = 6 \text{ m/dak}$, $V_{MIN \text{ boru}} = 0,3 \text{ m/dak}$	
	A	5) Testere genişliği: $b = 5 \sim 8 \text{ mm}$	
	İ	6) Borunun kesme et kalınlığı: $B = 6 \sim 15 \text{ mm}$	
	İ	7) Testere ilerleme miktarı: $S_{TESTERE} = 0,0508 \text{ m/dak}$	
	İ	8) Testere çapı $D_{TESTERE} = 300 \text{ mm}$	
	İ	9) Maksimum maliyet 30000 ytl olmalıdır.	
	İ	10) Uzaktan bilgisayar kontrollü olmalıdır.	
	İ	11) Makine üzerindeki PLC kontrol panelden ve uzaktaki bilgisayardan, boru ile ilgili olan; boru çapı, kesilmesi gereken boru uzunluğu, boru geliş hız ve boru adedi değerleri girilebilmelidir.	
	İ	12) Emniyet ve rijitlik sağlanmalıdır.	
	İ	13) Sistem hassasiyeti ve verimliliği yüksek olmalıdır	

Şekil 4.1. Tasarım şartnamesi örneği

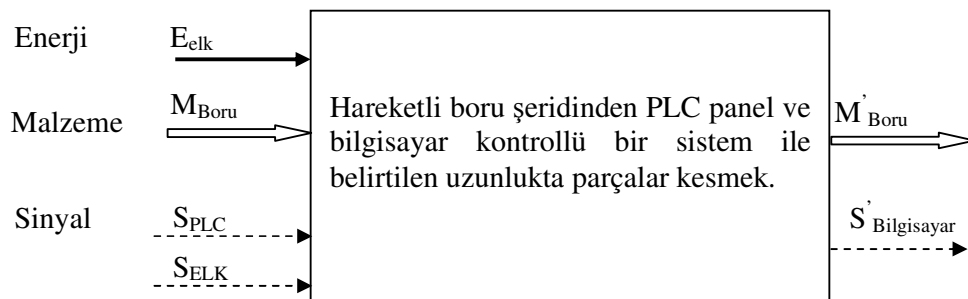


Şekil 4.2. Kavramsal tasarım basamakları [2]

4.2. Fonksiyon Yapıları Geliştirme

4.2.1. Tüm fonksiyon

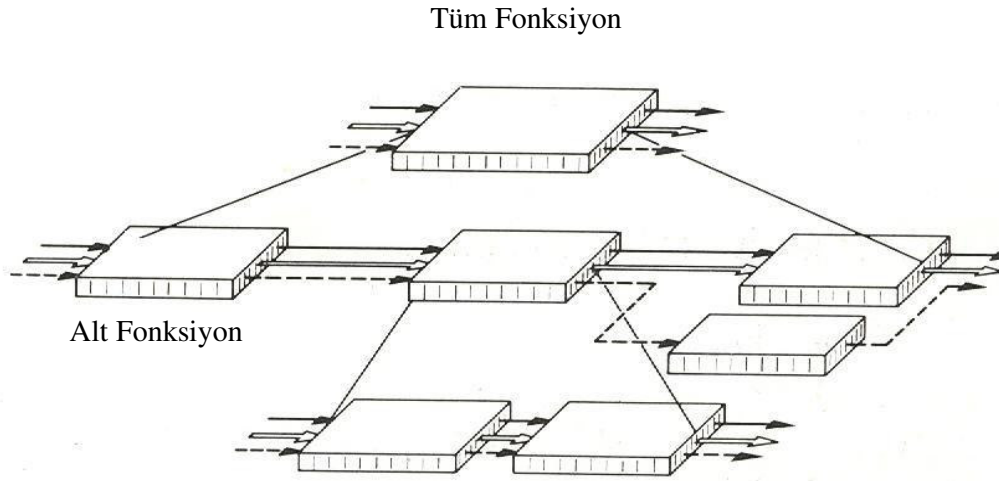
Teknik sistemlerde fonksiyon kavramı; bir fabrika, makine veya montajda girdi ve çıktılar arası ilişki olarak tanımlanabilir. Bir tüm fonksiyon tanımı, şartname ihtiyaçlarının genel ve önemli ifadelerle indirgenmesi ile yapılır. Bu fonksiyonun girdi kısmında: enerji, sinyal ve/veya malzeme; çıktı kısmında ise çıkış enerjisi, çıkış sinyali ve/veya işleme tabi tutulmuş malzeme yer alır. Özleştirilmiş son problem tanımı, tüm fonksiyon içeriğini tanımlar ve bu, genel tasarım problemidir. Şekil 4.3, örnek bir tasarım problemine ait tüm fonksiyonu göstermektedir. Bir tüm fonksiyonda sadece sistemin genel işlevi belirtildiği için, ayrıntı ve sistemin içyapısı alt fonksiyonlar aracılığı ile gösterilmelidir.



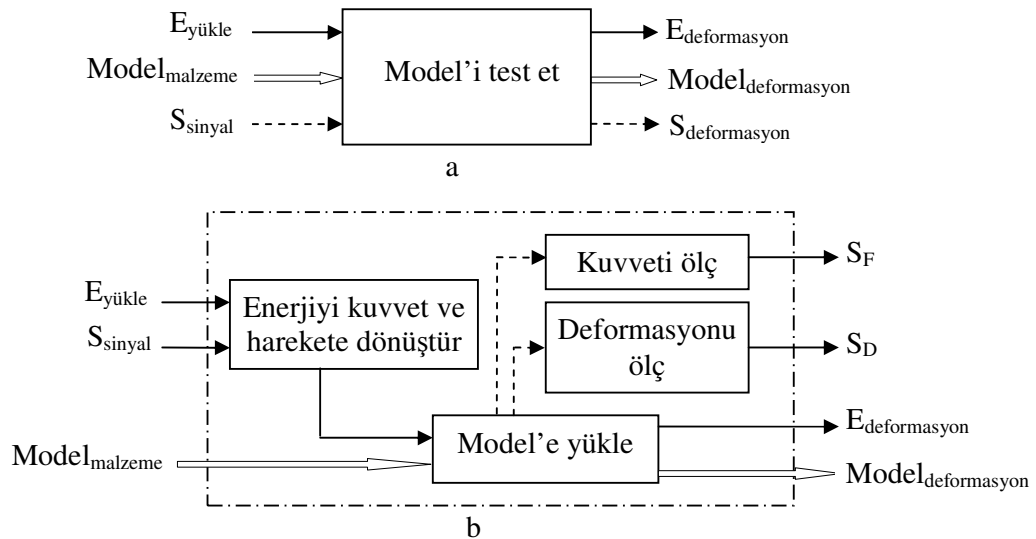
Şekil 4.3. Örnek bir tasarım probleminin tüm fonksiyonu

4.2.2. Alt fonksiyonlara ayırma

Tasarlanacak teknik sistemlerin yapısına göre tüm fonksiyonlar, belirli bir oranda karmaşık olabilir. Böylece tasarımı, daha basit, açık ve ayrıntılı formüle edebilmek için tüm fonksiyon, sistem işlev sınırları içinde birden çok alt fonksiyona ayrılabilir. Bu alt fonksiyonların, tüm fonksiyonu karşılamak için uyumlu ve anlamlı bir şekilde birleştirilmesi ile bir fonksiyon yapısı elde edilir (Şekil 4.4). Şekil 4.5'de örnek bir tasarım probleminin (bir test makinesi) tüm ve alt fonksiyonlarından oluşan bir fonksiyon yapısı görülmektedir.



Şekil 4.4. Tüm fonksiyonu alt fonksiyonlara ayırma ve bir fonksiyon yapısı geliştirme



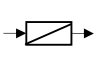
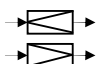

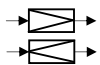

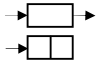

Şekil 4.5. Bir test makinesine ait; a) Tüm fonksiyon, b) İlgili fonksiyon yapısı

Büyük ve karmaşık bir tasarım probleminin alt fonksiyonlara ayrılması, çözüm arama ve sistemin iç ayrıntısının daha iyi anlaşılma ve ifadesini kolaylaştıracaktır. Orijinal tasarımlarda alt fonksiyonlar ve ilişkileri önceden bilinmediğinden, en uygun fonksiyon yapısı geliştirme, kavramsal tasarımın çok önemli bir kısmını kapsar. Adapte tasarımlarda ise, model alınan ürün analizi ile fonksiyon yapıları daha kolay oluşturulabilir. Ayrıca, tasarım şartname ihtiyaçları ihmal edilmeksizin çeşitli alt

fonksiyonlar, fonksiyon taşıyıcılarında birleştirilmek veya çıkartılmak (alt parçalara ayrılmak) sureti ile farklı fonksiyon yapıları geliştirilebilir. Fonksiyon yapıları veya alt fonksiyonlar, çözüm arama faaliyeti dışında tasarım katalogu ve sınıflandırma şemaları hazırlamada da kullanılabilir.

Fonksiyon yapıları geliştirirken anlama, ifade ve çözüm aramaya kolaylıklar sağlayan genel geçerli fonksiyon blokları kullanımı yararlı olur. Çizelge 4.1’de sekiz farklı kombinasyondan oluşan beş temel genel geçerli fonksiyon verilmiştir. Bunlar, makine mühendislik tasarım problemlerinin yaklaşık tamamını karşılama ve ifadeye yeterlidir. Bu fonksiyon blokları, geleneksel bilgisayar programcılığındaki standart semboller veya trafik levhalarındaki dikkat ve uyarı işaretleri gibi düşünülebilir. Yani, nasıl standart sembollerle bir akış şeması geliştirilebiliyor ve bu, o programın çalışma mantığını yansıtıyorsa; genel geçerli fonksiyonlarla geliştirilen bir fonksiyon yapısı da, o tasarım probleminin işleme ve ilişki mantığını basit ve anlaşılabilir bir tarzda ifade eder. Benzer durum trafik işaretlerini takip ederek bir yolda güvenli bir tarzda seyir için de geçerlidir. Sonuç olarak tasarım problem çözümünde genel geçerli fonksiyonlar kullanımı, zaman ve maliyetten tasarruf etmemizi sağlayacaktır.

Çizelge 4.1. Genel geçerli fonksiyon blokları [2]

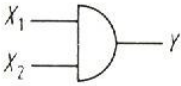
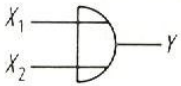
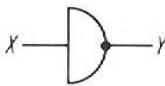
Özellik Girdi(G) / Çıktı(Ç)	Geçerli Fonksiyon	Semboller	Açıklamalar
Tür	Değiştir		Girdi ve çıktının tür ve biçimi farklı
Büyüklik	Artır Azalt	 	$G > C$ $G < C$
Sayı	Birleştir	 	$G \text{ sayısı} > C \text{ sayısı}$ $G \text{ sayısı} < C \text{ sayısı}$
Yer	Naklet	 	$G \text{ yeri} \neq C \text{ yeri}$
Zaman	Depola		$G \text{ zamanı} = C \text{ zam.}$

4.2.3. Mantıksal düşünme

Alt fonksiyon yapılarının karşılanması, belirli bir sırada, eş zamanlı veya bazı koşullara göre yapılabilir. Ayrıca fonksiyonlarda yer alan girdi ve çıktılar da, belirli sıra ve bazı mantık kurallarına uygun olması gerekebilir. Bu gibi hallerde, Çizelge 4.2’de verilen mantıksal fonksiyonları kullanmak çok yararlı olacaktır. “Eğer-ise-yap” ilişkisine dayanan mantıksal fonksiyonlar; AND, OR, NOT, NOR (OR ile NOT) ve NAND (AND ile NOT) şeklindedir ve girdi - çıktı arası ilişkileri, ‘Boolean cebri’ vasıtası ile ifade etmeyi sağlar. Örneğin Şekil 4.6’de, bir otomobil kapı kilit mekanizmasına ait kinematik diyagram ve bir mantıksal fonksiyon görülmektedir. Burada, basit bir AND fonksiyon mantık ilişkisi vardır. Çünkü; B kilit kolu ‘1’ ise, sadece A parçasına uygulanacak F girdi kuvveti ile C kilit çalıştırma kolu serbest kalacaktır. Böylece kapı kilidi açılabilir konuma getirilecektir. Mantıksal ilişkiler oluşturmak için şunlar önemlidir:

- 1) Tasarım tanımını genelleştirme ve sınırlayıcılar kullanılarak, iletişim, emniyet, güvenilirlik ve hatalarla ilgili mantıksal ilişkiler belirlenebilir ve
- 2) Tasarım şartname ihtiyaçları, mantıksal açıdan da sorgulanmalıdır.

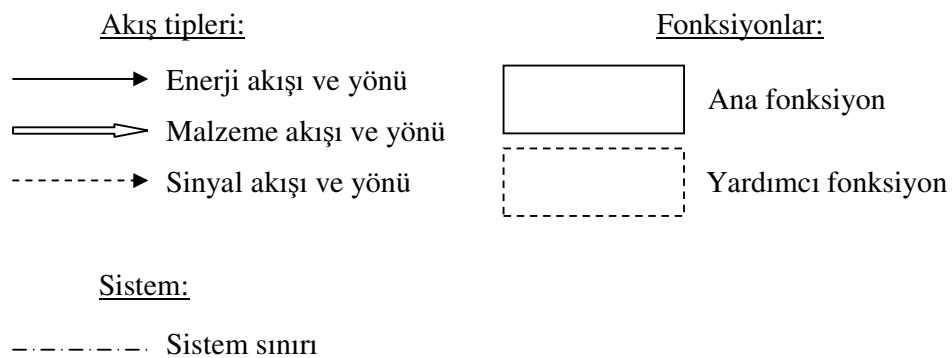
Çizelge 4.2. Mantıksal fonksiyonlar [2]

Gösterim	AND Fonksiyonu	OR Fonksiyonu	NOT Fonksiyonu																																				
Sembol																																							
Doğruluk tablosu	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr><td>X_1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>X_2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>Y</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr> </table>	X_1	0	1	0	1	X_2	0	0	1	1	Y	0	0	0	1	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr><td>X_1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>X_2</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>Y</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	X_1	0	1	0	1	X_2	0	0	1	1	Y	0	1	1	1	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr><td>X</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>Y</td><td>1</td><td>0</td></tr> </table>	X	0	1	Y	1	0
X_1	0	1	0	1																																			
X_2	0	0	1	1																																			
Y	0	0	0	1																																			
X_1	0	1	0	1																																			
X_2	0	0	1	1																																			
Y	0	1	1	1																																			
X	0	1																																					
Y	1	0																																					
Boolean cebiri	$Y = X_2 \wedge X_1$	$Y = X_1 \vee X_2$	$Y = \bar{X}$																																				

4.2.4. Fiziki düşünme

Tasarım şartnamesinin talepleri, enerji, malzeme ve sinyal dönüşümlerinin fiziki ilişkilerini de yansıtmalıdır. Bu fiziki ilişkiler, uygun bir fonksiyon yapısı ile temsil edilmelidir. Geliştirilecek fonksiyon yapısındaki tüm fonksiyonun ana akış ve yardımcı fonksiyonları, belirli ve gittikçe ayrıntılı olan bir sırada olmalıdır. Bir fonksiyon yapısındaki alt fonksiyonları temsil eden standart semboller, Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Fonksiyon yapıları şu hususlara dikkat edilerek geliştirilmelidir:

- 1) Fonksiyon yapıları, gelişen bir sırada oluşturulmalıdır.
- 2) Genelde önemli fonksiyonel ilişkiler belirlenmelidir
- 3) Mantık ve fiziksel ilişkiler kullanılarak çalışma prensibi kolayca belirlenir
- 4) Fonksiyon yapıları, enerji, malzeme ve sinyal verileri belirleme ile tamamlanır.
- 5) Genel geçerli fonksiyon blokları kullanılması tercih edilir.
- 6) Fonksiyon yapılarının değiştirilmesi ile farklı çözüm kavramları üretilebilir.
- 7) Basit ve sadelik esas alınmalıdır.
- 8) Fonksiyon yapıları geliştirilirken, çözümleri de düşünülmalıdır.
- 9) Standart semboller kullanılmalıdır.



Şekil 4.7. Bir fonksiyon yapısındaki alt fonksiyonları temsil eden semboller [2]

4.3. Alt Fonksiyonları Karşılacak Çözüm Prensipleri Arama

Bir tasarım problemi, fonksiyon yapıları ile formüle edildikten sonra, bu fonksiyon yapısında yer alan alt fonksiyonlara çözüm prensipleri aranmalıdır. Bu amaçla kullanılabilir metotlar: (1) Geleneksel yollar, (2) Sezgi temelli ve (3) Şüphe (veya sistematik) temelli metotlar olarak üç grupta tasnif edilebilir.

4.3.1. Geleneksel yollar

Kaynak araştırması

Tasarımcı için güncel teknolojik kapsamlı bilgiler, hayati önem arz eder. Bu bilgiler; ders kitapları, teknik dergiler, patentler, mühendislik el kitapları, bilgisayar veri bankaları veya internetin sunduğu imkânlar gibi yollardan temin edilebilir.

Tabii sistemlerin analizi

Tabiat ve evren, birçok orijinal ve olağanüstü tasarım harikaları ile doludur. Bu kaynaktan iyi istifade edebilen bilim adamları, çok önemli icatlar bulmuş ve böylece de toplumun refah ve medeniyet düzeyinin yükselmesine yardımcı olmuşlardır. Tabii şekil, yapı, organizma ve işlemlerin incelenmesi ile çok faydalı yeni teknik çözümler bulunabilir. Biyoloji ve teknoloji arasındaki ilişki, biyonik ve biyo-mekanik uzmanlarınca araştırılmaktadır.

Mevcut teknik sistemleri inceleme

Mevcut teknik sistemlerin analizi, yeni veya gelişmiş sistematik çözüm alternatifleri üretmenin önemli yollarından birisidir. Bu analiz, bitmiş veya önceki ürünlerin zihinsel ve fiziksel sentezini kapsamaktadır. Ancak burada tasarımcı, yeni çözüm veya buluşlardan uzaklaşmadan, analitik, kritik ve sorgulayıcı bir inceleme ve yaratıcı çalışma yapmalıdır.

Analojiler

Bir teori, konu veya sistemin daha iyi bilinen veya kolay anlaşılabilen bir diğeri ile modellenmesi olan analogi, tasarım çözümlerinde de başarı ile kullanılabilir. Teknik alanlar harici bile seçilmiş birçok analogi örnekleri, tasarımda iyi sonuçlar vermiştir.

Ölçümler ve model deneme

Mevcut sistemlerin ölçümü, benzerlik analiz temelli model denemeleri ve diğeri deneysel çalışmalar, tasarımcıya önemli oranda bilgi sağlar. Özellikle bu durum, hassas mühendislik ve seri üretimde geçerlidir.

4.3.2. Sezgi temelli metotlar

Beyin fırtınası

Farklı mesleklere sahip bir grup insan bir araya gelerek kolektif düşünme ve fikirler geliştirilmesini kapsar. Bir beyin fırtınası toplantısından maksimum verim elde edilebilmesi için şu şartlar gereklidir:

Grup Oluşturma

Toplantıyı yönetip, sevk ve idare edecek bir lider olmalıdır. Grup üyeleri, 5 ile 15 arasında değişik birikimlere sahip insanlardan oluşmalı ve bunlar, toplantı esnasında eşit şartlara sahip olmalıdır.

Grup Liderliği

Lider; toplantı öncesi problemi özetlemeli, toplantı esnasında kurallara uygulaması, ortamın rahat ve verimli olmasına çalışmalıdır.

İşlem

Her katılımcı, diğer fikirleri alay veya yargılama konusu yapmadan kendi fikirlerini söylemelidir. Yeni, ilginç ve faydalı fikirler not, kroki v.b. yollarla kaydedilmelidir. Süre, 30 – 45 dakika dolayında tutulmalıdır.

Değerlendirme

Bir beyin fırtına seansında geliştirilen fikirler, daha sonra uzmanlarca değerlendirilir ve gerçekleştirme olasılık sırasında sınıflandırılır. Nihai değerlendirme, tüm grupça yapılmalıdır. Bir beyin fırtına seansı, geleneksel yollarla bir çözüm bulunamadığı durumlarda yapılır.

635 Metodu

Bu metot, beyin fırtınasının gelişmiş bir şeklidir. Burada toplanan altı kişiden, bir probleme üç kaba çözüm bulmaları istenir. Daha sonra her katılımcı, bulduğu çözümleri yanındakine aktarır. Bunlar, bir önceki önerilere üç yeni ekleme veya iyileştirme yapar ve bulunan çözümleri, bir sonrakilere aktarırlar. Bu şekilde süren işlem beş kez tekrar sonrası her orijinal öneri ilk sahibine geri dönecektir. 635 metodu; daha sistematik çözümler geliştirilmesi, iyi çözümlerin takibi ve liderliğe gerek duyulmaması gibi özellikleri ile beyin fırtınasından üstündür. Ancak, yaratıcılık ve teşvikin azalması gibi olumsuzluklara sahiptir.

Yunus balığı metodu

Özel bir alan uzmanlarından, bir problemin çözümü için başlama noktası belirlemeleri istenir. İşlem, şu üç aşamadan oluşur: (1) uzmanlar, problem çözümüne ait bazı öneride bulunurlar, (2) mevcut öneri listesine eklemeler yapılır ve (3) ilk iki aşamada belirtilen öneriler değerlendirilir ve en uygunları seçilir. Bu metot, mühendislik tasarımındaki uzun dönemli gelişmeler için uygulanmaktadır.

Sentetik (Synectics)

Teknik bir alan olarak sentetik, çeşitli ve bağımsız kavramları birleştirmeyi kapsar. Bu metot, teknik alanlardan seçilen analogileri izleme farklı ile beyin fırtınasına benzer. Ancak, daha sistematiktir. Bir sentetik grubu, yedi kişiden çok olmamalıdır. Burada grup lideri, şu konulara önderlik etmelidir: (1) problemin sunumu, analizi ve ele alınması, (2) analogiler seçilmesi ile bildik kabullerin reddi ve analogilerin analizi ve (3) problemle analogileri karşılaştırma ve yeni fikirler üretilmesi.

Metotların birleştirilmesi

Yukarıda açıklanan metotlardan biri, gerekli amacı karşılamada bazen yetersiz olabilir. Bu gibi hallerde, bazı metotlar birleştirilerek çözüm veya fikir üretimi sürdürülür. Örneğin bir beyin fırtınası toplantısında fikir üretmede zorluk çekilebilir. Bu durumda lider veya katılımcılardan biri, sentetik metodunu kullanarak bir analogi seçebilirler.

4.3.3. Sistematik temelli metotlar

Bu amaçla şu üç metot kullanılmaktadır: 1) Fiziksel işlemleri sistematik inceleme, 2) Sınıflandırma şemaları kullanımı ve 3) Tasarım katalogları kullanımı.

Fiziksel işlemleri sistematik inceleme

Bir problem, fiziksel bir denklemlerle temsil edilebilir. Bir kaç fiziksel değişken varsa çözümler, bu değişkenler arası ilişki analizinden çıkartılabilir. Bu, diğer bütün parametrelerin sabit tutulması ile bir bağımlı ve bir bağımsız değişken arası ilişkidir.

Örneğin, $y = f(u, v, w)$ denkleminde bu metot, $y_1 = f(u, \underline{v}, \underline{w})$, $y_2 = f(\underline{u}, v, \underline{w})$ ve $y_3 = f(\underline{u}, \underline{v}, w)$ şeklinde uygulanır. Diğer bir örnek, ince borulu bir viskometre geliştirme olsun. İnce boru akışkan hareket kanunu, $\eta \propto \Delta p \cdot r^4(V.l)$ kullanılarak dört farklı çözüm bulunabilir.

- 1) Basınç farkı Δp 'nin viskoziteyi ölçtüğü çözüm: $\eta \propto \Delta p$ (V , r ve $l = \text{sabit}$),
- 2) İnce boru tüpünün çap değişimine dayalı çözüm: $\eta \propto r^4$ (V , Δp ve $l = \text{sabit}$),
- 3) İnce boru uzunluk değişimine dayalı çözüm: $\eta \propto 1/l$ (Δp , V ve $r = \text{sabit}$),
- 4) Debi değişimine dayalı çözüm: $\eta \propto 1/V$ (Δp , r ve $l = \text{sabit}$).

Sınıflandırma şemalar kullanımı

















Çeşitli yönlerden ek geliştirme araştırması, önemli çözüm özelliklerini belirleme ve birleştirme kolaylığı için bazı sınıflandırma şemaları hazırlanmıştır. İki boyutlu yaygın şemalarda, sınıflandırma ölçütleri olarak, satır ve sütun parametreleri kullanılır (Çizelge 4.3). Sınıflandırma ölçüt veya parametrelerinin seçimi, oldukça önemlidir. Sınıflandırma şeması geliştirmede:

- 1) Çözüm önerileri, gelişigüzel bir sırada satırlara girilir,
- 2) Bunlar; enerji, hareket çeşidi gibi ana başlıklar altında analiz edilir,
- 3) Daha sonra bu başlıklara göre tasnif edilir.

Alt fonksiyonlara çözüm prensipleri aramada:

- 1) Tüm çözümde önemli ve çözüm bulunmamış alt fonksiyonlara öncelik verilmeli,
- 2) Sınıflandırma ölçüt ve parametreleri; enerji, malzeme ve/veya sinyaller arası ilişkilerden çıkartılmalı,
- 3) Fiziki çalışma prensibi bilinmiyorsa, enerji çeşidi gibi etkilerden çıkartılabilir. Çalışma prensibi belirlenmiş ise, uygun tasarım unsurları (yüzey, hareket ve malzeme) seçilir ve değiştirilir.
- 4) Kontrol listeleri kullanılmalı,
- 5) Sınıflandırma şemaları, sistematik ve geniş kapsamda yapılmalı
- 6) En iyi çözümler, özel yöntemlerle seçilmeli,
- 7) İlişkili alt fonksiyon çözümlerinin uyumuna çalışılmalı.

Çizelge 4.3. Sınıflandırma şemaları [11]

Ölçütlerin sınıflandırılması için sütun işaretlenmesi	Sütun parametreleri					
Ölçütlerin sınıflandırılması için satır işaretlenmesi	K1	K2	K3	K4		
Satır parametreleri	S1					
	S2					
	S3					
	S4					
Değişkenler	1	2	3	4	5	6
Özellik						
Biçim						
Konum						
Boyut						
Sayı						

Tasarım katalogları kullanımı

Tasarım katalogları, bilinen ve güvenilir çözümler koleksiyonudur. Bunlar; fiziki etkiler, çözüm prensipleri, çözüm kavramları, makine elemanları, standart parçalar, malzemeler, çeşitli firma mamulleri gibi veri ve biçimleri içerirler. Tasarım katalogu kullanım avantajları:

- 1) Derlenen çözüm veya veriye daha kolay ve çabuk erişebilme,
- 2) Olası en kapsamlı veya önemli çözümler oluşturma ve yeni ilaveler yapabilme,
- 3) Disiplinler arası uygulamaları kolaylaştırma ve kapsamını genişletme,
- 4) Geleneksel ve bilgisayar destekli tasarım işlemlerine veri sağlama.

Kavramsal tasarım amaçlı kataloglarda sınıflandırma ölçütleri, fonksiyon seçimine dayanır. Ek ölçütler; enerji, malzeme veya sinyaller ile yüzey, hareket ve fiziksel etkilerin tür ve özellikleri olabilir. Tasarım katalogları çözüm kısmında; fiziksel denklemler, çözüm prensip krokileri, genel oluşum çizimleri, malzeme adları, gösterim v.b. yer alır. Jeneratör, transformer, dişli, yatak, mil, kaplin ve yayları içeren bazı kataloglar vardır. Ayrıca, enerji dönüşümü ve doğrusal hareket sağlayan çözümler içeren tasarım katalogları da mevcuttur.

4.4. Tüm Fonksiyonu Karşılacak Çözüm Prensiplerini Birleştirme

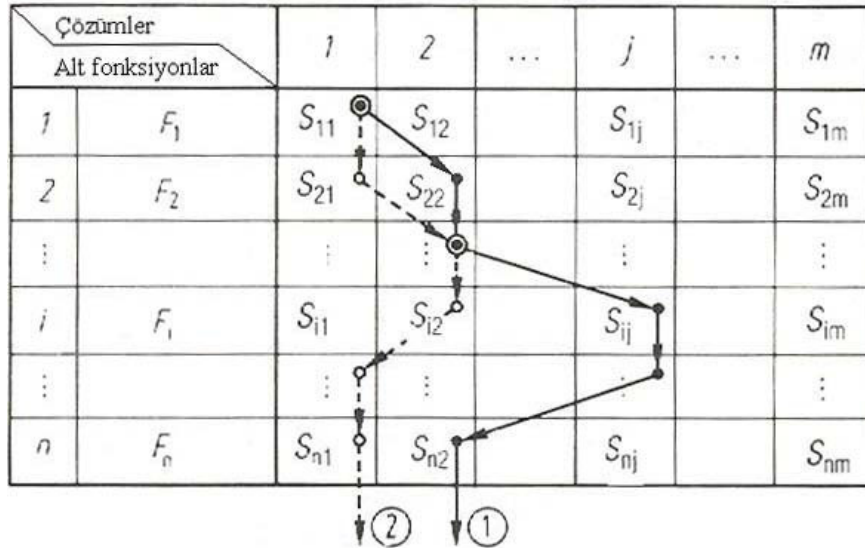
Tüm fonksiyonları karşılayacak çözüm, prensipleri birleştirme ile elde edilir. Bu birleştirme, olası mantıki ve/veya fiziki fonksiyon yapıları ile yapılır. Burada çözüm prensipleri arası fiziki ve geometrik uyum sağlanmalıdır. Ayrıca, ekonomik ve teknik özellikler de önemlidir.

4.4.1. Sistematik birleştirme

Sistematik birleştirme, sınıflandırma şemaları kullanılarak yapılabilir (biçim – morfolojiksel – matrisler) (Şekil 4.8). Her alt fonksiyon için en az bir çözüm prensibi seçilir ve sistematik tarzda birleştirilir. Alt fonksiyon F1 için m1, F2 için m2. v.b. çözüm prensipleri var ise, teorik tüm çözüm alternatifleri sayısı;

$$\Rightarrow N=m1.m2.m3...mn \text{ olur.}$$

Bu çözümlerin uyumlu olanları belirlenir. Böylece teorik çözüm uzayı, uygulanabilir uzaya daraltılır.



Şekil 4.8. Çözüm prensiplerinin birleştirilmesi [2]

Uyumlu alt çözümler elde etmede:

- 1) Alt fonksiyonlar, fonksiyon yapı sırasında listelenir
- 2) Çözüm prensipleri, enerji türü gibi sütun parametreleri ile düzenlenir,
- 3) Çözüm prensipleri, kelime ve kaba krokilerle ifade edilir,
- 4) Önemli çözüm prensip ve özellikleri kayıt edilir.
- 5) Sistemik birleştirmede, sadece uyumlu alt fonksiyonlar birleştirilir,
- 6) Tasarım isteklerini karşılayan ve ekonomik çözümler sürdürülür,
- 7) İyi birleşimlere konsantre olunur ve tercih nedenleri belirlenir.

Bu metot, kavramsal tasarımda çözüm prensiplerini birleştirme ve alt çözüm veya parça montajı için şekillendirme tasarımında uygulanabilir. Ayrıca bu metot, yönetim sistemleri geliştirilmesi gibi diğer alanlarda da kullanılabilir.

4.4.2. Matematiksel metotlarla birleştirme

Matematiksel metot ve bilgisayarlar, çözüm prensipleri birleştirmede kullanılır. Oldukça soyut kavramsal tasarım aşamasında optimizasyon gibi nicel bir çalışma, düşünülmez ve yanlışlıklara sebep olabilir. Bilinen elemanları birleştirme ve

montajlar istisnadır (örn. varyant tasarımda). Salt mantıksal fonksiyonlar durumunda (emniyet sistemleri veya elektronik ve hidrolik devre optimizasyonları gibi), "Boolean cebiri" yardımıyla birleşimler yapılabilir. Matematik metotlarla birleştirme, çözümlere ait fiziki ve geometrik özellikleri de gerektirir. Bu durum, özellikle kompleks sistem çözümlerini imkansız kılar.

4.5. Uygun Birleşimlerin Seçimi

Sınıflandırma ölçüt ve özelliklerine uygun, olası geniş kapsamlı çözümler üretilir. Bu esnada, pratikte uygulanması güç çözümler elimine edilmelidir. Daha sonra uygunsuz bulunanlar tekrar elimine edilirken; iyi olanlar seçilir. Fazla çözüm önerileri olması durumunda, bir seçim kartı kullanılabilir (Çizelge 4.4). Şu tür çözüm önerileri sürdürülür:

- 1) Tüm işlev ve/veya birbiriyle uyumlular (A ölçütü)
- 2) Tasarım şartname isteklerini karşılayanlar (B)
- 3) Performans, genel oluşum v.b. göre gerçekleştirilebilenler (C)
- 4) Müsaade edilebilir maliyette olabileceği ümit edilenler (D)

Bu ölçütler kullanılarak uygunsuz çözümler elimine edilebilir. A ve B, evet/hayır kararları ile, C ve D ise, genelde nicel bir yaklaşımla uygulanabilir. Bunlara dayanılarak çok küçük veya büyük öneme sahip, çok az veya fazla maliyet isteyen veya küçük boşluk gerektiren çözüm önerileri elimine edilir.

Çizelge 4.4. Sistematik seçim tablosu [2]

		SEÇİM TABLOSU							
Çözüm Varyantları	SEÇİM KRİTERİ:							KARAR	
	(+) Evet (-) Hayır (?) Bilgi eksikliği (!) Şartı kontrol et							KARAR KRİTERİ: (+) Çözümü sürdür (-) Çözümü çıkar (?) Bilgi toplu (!) Değişiklikler için şartnameyi kontrol et	
	Tüm fonksiyonla uyumlu								
	Şartname isteklerini karşılar								
	Prensipte gerçekleştirilebilirlik								
	Müsaade edilebilir maliyet								
	Emniyet şartlarını doğrudan karşılar								
	Tasarımcı şirketince tercih edilir								
	Yeterli bilgi								
	Görüşler (Sebepler)								
ÇV 1	+	+	+	+	+	-	+	-	
ÇV 2	+	+	+	+	+	-	+	-	
ÇV 3	+	+	+	+	+	+	+	+	
ÇV 4	+	+	+	+	+	+	+	+	

Bazen bir tercih şunlara göre de değerlendirilebilir:

- 1) Direk emniyet ölçüm veya ergonomik şartlara uygunluk (E);
- 2) Tasarımın ekonomik ve teknolojik açılarından şirketçe tercihi (F).

Sistemantik seçimde kullanılan kartlarda kabul ve ret işaretleri, sebepleriyle birlikte kaydedilir. Bu işlem, kolayca yapılabilir ve yaygın olarak kullanılır. Bunlar, bir tasarım dokümanı olarak da kullanılır.

4.6. Çözüm Varyantlarını Sabitleme

Bir kavram, gerekli şartları karşılıyorsa değerlendirilir. Kavramlar, değerlendirilme öncesi makul bir etkiyi sağlayacak şekilde sabitlenir. Önerilen prensip birleşimlerine ait önemli özellikler, önce nicel (genelde kaba nitel de) bir tanımla verilmelidir. Çalışma prensibine ait performans ve hatalara hassasiyet, şekillendirme boşluk ihtiyacı, ağırlık, servis süresi gibi amaç özel sınırlayıcılar hakkında önemli fikirler bilinmelidir. Ayrıntılı bilgi, sadece iyi birleşimler için derlenir. Ek bilgi derleme sonrası gerekirse ikinci veya üçüncü bir seçim yapılır. Gerekli veri, şu metotlar yardımı ile elde edilebilir:

- 1) Basit kabullere dayalı kaba hesaplar,
- 2) Muhtemel oluşum, hacim, boşluk ihtiyacı, uyumluluk vb. hususların kroki veya kaba ölçekli çizimleri,
- 3) Performans ve optimizasyona ait önemli özellikleri belirleyecek ön deneyler,
- 4) Analiz ve gösterimi destekleyecek modeller oluşturma (kinematik),
- 5) Analog ve sistem benzetimleri,
- 6) Daha dar kapsamlı ek patent / kaynak araştırmaları,
- 7) Önerilen teknoloji, malzeme, hazır parça v.b. hakkında pazar araştırması.

Bu yeni veri ile prensipler daha iyi değerlendirilir. Alternatif kavramlara ait teknik ve ekonomik özellikler açıklanır. Böylece, olası en hassas değerlendirme yapılabilir.

4.7. Çözüm Varyantlarını Teknik ve Ekonomik Ölçütlere Göre Değerlendirme

Alternatif kavramlarda sabitlenen çözüm önerileri, kararlar vermek için değerlendirilir. Bu amaçla geliştirilen özel işlemler mevcuttur.

4.7.1. Temel prensipler

Değerlendirme, bir çözüme ait; 'değer', 'fayda' ve "dayanımı" belirlemektir. Görevi karşılama gerekmele beraber çözümün değeri net değildir. Ancak, belirli ihtiyaçlara göre ölçülebilir. Çözüm kavramları, birbiri ile karşılaştırma veya ideal bir çözüme

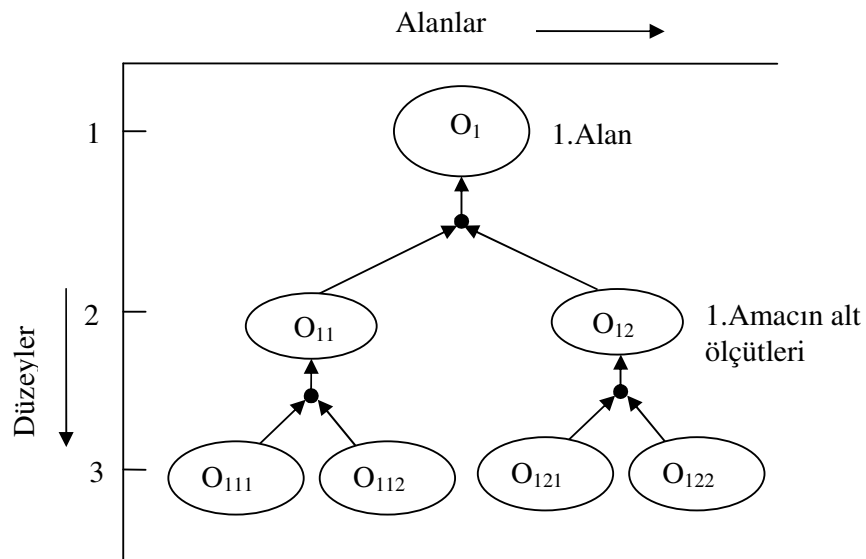
yaklaşım derece ölçütüne göre değerlendirilir. Tasarımda, maliyet analizi çok önemlidir. Bu ise, değer analizini kapsar. Değer analizi, 'fonksiyon maliyetleri' ve ilgili tasarım dokümanları gerektirir. Güvenilir maliyete sahip, kolay anlaşılabilir ve tekrar üretilebilir çözümler aranır. Bunun için, sistemler yaklaşımı ve 'Alman Mühendisler Birliği' rehberinde tanıtılan teknik ve ekonomik ölçüt birleşimine dayalı 'değer-analiz-kullanım', etkili metotlardır.

Değerlendirme ölçütü belirleme

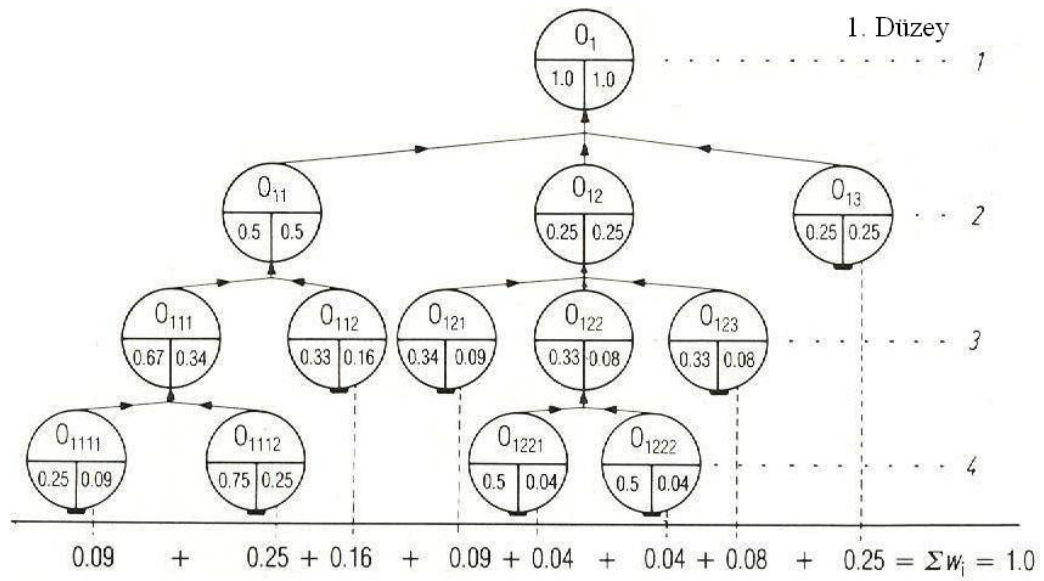
Önce kullanılacak ölçütlerin belirleneceği bir amaçlar kümesi hazırlanır. Bu amaçlar, tasarım şartname ihtiyaç ve sınırlayıcılarına dayanır. Ayrıca, karar ilişkili ihtiyaç ve sınırlayıcıları karşılamalı, birbirinden bağımsız olmalı ve değerlendirilecek sistem özelliklerini nicel (veya nitel) terimlerle ifade etmelidir. Değerlendirme ölçütü, doğrudan amaçlardan çıkartılabilir. Değer aktarımları için önce tüm ölçütlerin, pozitif bir formülasyonu yapılmalıdır. Değer analizi kullanımı, bir nesne ağacı vasıtasıyla yapılır (Şekil 4.9). Burada her amaç, hiyerarşik bir sırada düzenlenir.

Değerlendirme ölçüt ağırlığını belirleme

Önce değerlendirme ölçütünün tüm çözüme katkısı (ağırlığı) bulunur. Böylece önemsiz ölçütler, elimine edilir. Bu 'ağırlık faktörleri', ölçütlerin önemini yansıtan pozitif reel sayılardır ve değerlendirme esnasında kullanılırlar. Ağırlıklar, kabaca şartnamede yer alsa da, gerçek değerleri sistemin yapımında ortaya çıkar. Değer analizinde ağırlıklar, 0' dan 1'e (veya 100'e) kadar değişir. Tüm değerlendirme faktörleri toplamı (en alt seviyedeki amaçlar), 1'e (veya 100'e) eşit olur. Böylece tüm alt amaçlara bir ağırlık yüzdesi belirlenebilir. Bir amaç ağacı hazırlama ve kullanımı ile, işlem kolaylaşır (Şekil 4.10).



Şekil 4.9. Bir amaçlar ağacının yapısı [11]



Şekil 4.10. Ağırlıklandırılmış ölçütlerin amaçlar ağacı [11]

Derleme parametreleri

Değerlendirme ölçütü oluşturma ve önemini belirleme, bunlara bilinen (veya analitik belirlenen) parametre aktarımı ile sürdürülür. Bu parametreler, ölçülebilir veya somuttur.

Değerlerin ölçülmesi

Değer ölçümü ile gerçek değerlendirme yapılabilir. Bu değerler, önceden belirlenmiş parametre büyüklüklerinden çıkartıldığı için sübjektif olur. Değer analizi, 0'dan 10'a kadar; VDI 2225 rehberi (Çizelge 4.5) ise, 0'dan 4'e kadar sayılar kullanarak değerleri ölçer. Ortalamanın çok altı, ortalama altı, ortalama, ortalama üstü, ortalamanın çok üstü (0 – 4) gibi kaba ölçümlerde kullanılır. Bu amaçla, değerler (v) ile parametre büyüklüklerini (m) birleştiren bir değer fonksiyonu da, matematiksel ilişki yardımıyla kullanılabilir. Parametre değerleri ile değer ölçeklerinin adım adım ilişkilendirildiği kartlar hazırlama ve kullanımı faydalıdır.

Çizelge 4.5. Değer analizi ve VDI 2225 rehberi [11]

Değer cetveli			
Değer analizi		VDI 2225 rehberi	
Ağırlık	Anlamı	Ağırlık	Anlamı
0	Kullanışsız çözüm	0	Yetersiz (Ortalamanın çok altı)
1	Uygun olmayan çözüm		
2	Zayıf çözüm	1	Orta (ortalama altı)
3	Orta düzey çözüm		
4	Uygun çözüm	2	Uygun (ortalama)
5	Yeterli çözüm		
6	Birkaç eksikle iyi bir çözüm	3	İyi (ortalama üstü)
7	İyi çözüm		
8	Çok iyi çözüm	4	Çok iyi (ortalamanın çok üstü) (ideal)
9	İhtiyaç aşırı çözüm		
10	İdeal çözüm		

Tüm değeri belirleme

Her varyantın alt değerleri belirlendikten sonra, tüm değeri hesaplanabilir. Bu amaçla, alt değerler toplanmalıdır. Ancak bağımsız ölçütlerde, hassas olunmalıdır.

Alternatif kavramları karşılaştırma

Alternatifler, toplama kuralına dayalı bir kaç şekilde değerlendirilebilir.

Max tüm değeri belirleme

Burada alternatifler karşılaştırılır ve max tüm değere sahip olan en iyi kabul edilir. Bu, değer analizinde kullanılmıştır.

Beğeni

Alternatifleri karşılaştırma yetersiz ise, tüm değer, ideal bir değerle (max değer) karşılaştırılır. Maliyet belirleme, mümkünse teknik ve ekonomik beğenilerle yapılır. Bu işlem için; VDI 2225 rehberi, S-diyagramı (gerilim diyagramı); Baatz ise, çizgi ve hiperbol metotları önermektedir.

Çözüm varyantlarını karşılaştırma

Yukarıdaki metot, hassas durumlarda uygulanabilir. Ayrıca, iki varyanta özel bir değerlendirme ölçütü uygulanabilir (kaba değerlendirme). Değerlendirme sonuçları, yönetim matrislerine girilir ve sütun toplamlarından bir sıra belirlenebilir.

Değerlendirme belirsizliklerini tespit

Değerlendirme metotlarının muhtemel hata veya belirsizlikleri, sübjektif hatalar ve kalımsal yetersizlikler olmak üzere ikiye ayrılır. Sübjektif hatalar:

- 1) Tasarımcı kaynaklı hatalar (dikkatsizlik, yetersizlik gibi),
- 2) Değerlendir ölçüt veya parametrelerinin tüm kavramlara uygun olmaması,
- 3) Değerlendirme ölçütlerini doğru sırada uygulayamama
- 4) Uygunsuz değer fonksiyonları seçimi,
- 5) Değerlendirme ölçüt yetersizlikleri

İşlem yetersizlikleri, parametre tahmin hataları ve hassasiyet sağlamama sonucu olur. Bunlar, vasat hataları belirleme ile azaltılabilir (yayma).

Zayıf noktaların aranması

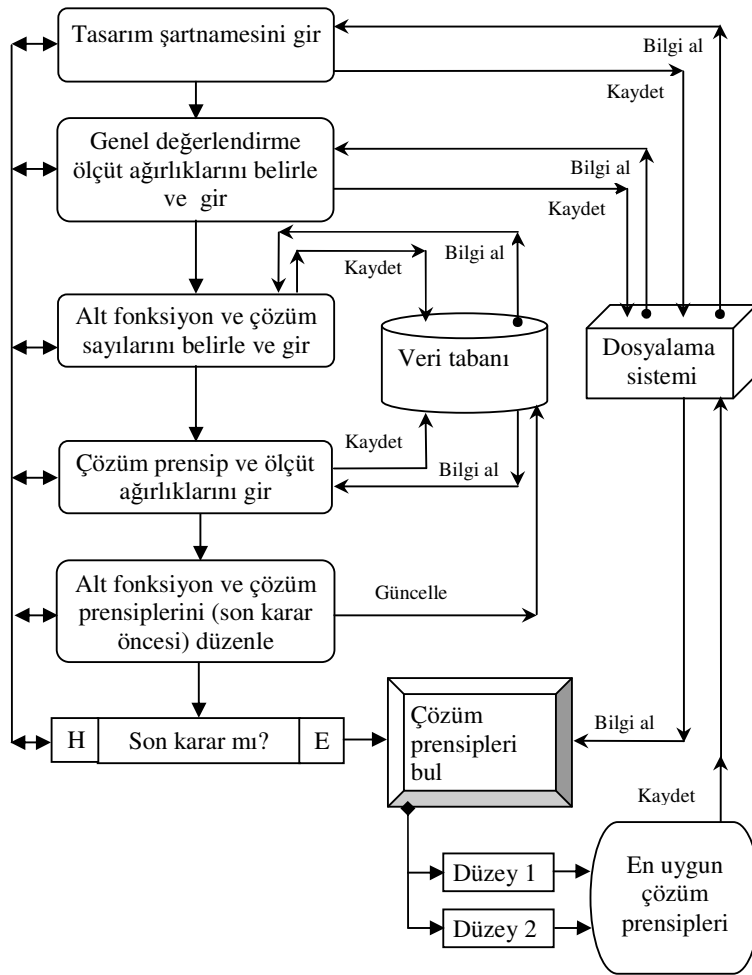
Zayıf noktalar, değerlendirme ölçüt ortalaması altı değerlerden belirlenir. Özellikle cazip varyantlarda bunlara önem verilir ve yeni geliştirme esnasında elimine edilir. Zayıf noktalar, 'değer profili' diye anılan graflarla belirlenir. Bu graflarda bar uzunlukları değer; kalınlıklar, ağırlıkları gösterir. Bu graflar, 'tatminkâr çözümler belirleme' olarak da anılır.

4.7.2. Değerlendirme işlemlerini karşılaştırma

Burada, değer analizi ve Rehber VDI 2225 kullanımı karşılaştırılır (Sonuç, değer analizi kullanma daha hassas ve kapsamlıdır).

5. WEB TABANLI KAVRAMSAL TASARIM İŞLEMİ

Bu bölüm, kavramsal tasarımın başlangıcını temsil eden tasarım şartnamesinden başlayarak alt fonksiyonları karşılayan en uygun çözüm prensiplerini bulmaya kadar geçen süreci kapsamaktadır. Web tabanında geliştirilmiş olan bu kavramsal tasarım işlem modelinin (WEBKATA) işlem akış şeması, Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Geliştirilen WEBKATA işlem modelinin akış şeması

WEBKATA sistemi geliştirilirken; Pahl ve Beitz’e ait ‘Sistemik Tasarım’ yaklaşımının kavramsal tasarım aşaması, Cole tarafından incelenmiş olan ‘Fonksiyon Analiz’ yaklaşımı ve basit bulanık mantık yaklaşımı esas alınmıştır (Şekil 5.2).

5.1. Tasarım Şartnamesini Hazırlama

Ayrıntılı bir şartname hazırlandığında her bir ayrıntı, istek veya arzular cinsinden belirtilmelidir (Bkz. Şekil 2.1). İstekler, bütün durumlarda karşılanması gereken ihtiyaçlardır. Diğer bir ifade ile bu ihtiyaçları karşılamayan bir çözüm, kabul edilemez (Örneğin; ‘tropikal şartlara uygunluk’, ‘sızdırmazlık’ v.b. gibi nitel istekler). Minimum istekler şu şekilde belirtilir:

$P > 29 \text{ kW}$; $L < 400 \text{ mm}$ v.b. gibi.

Arzular, teknolojik ve ekonomik olanaklar elverdiği sürece karşılanması ve çözüme dahil edilmesi gereken ihtiyaçlardır. Bunlar; büyük, orta ve küçük önem derecesinde tasnif edilebilir ve bu önem sırasında karşılanmaya çalışılır.

Belirli bir çözüm adapte edilmeden bile, bir istek ve arzular listesi hazırlanmalı, nitel ve nicel gösterimler belirtilmelidir.

Nicel veriler; gerekli ayrıntı sayısı, maksimum ağırlık, güç çıktısı, işleme tabi tutulan malzeme, hacim akış oranı v.b. gibi sayı ve büyüklükleri içeren verilerdir.

Nitel veriler; su sızdırmazlığı, korozyona veya şoka karşı dayanım v.b. gibi müsaade edilen değişimleri veya özel ihtiyaçları içeren verilerdir.

Mümkün ihtiyaçlar belirlenmeli ve her durumda gerekli açık terimler ile tanımlanmalıdır. Önemli etkilerin özel gösterimleri, niyet veya işlemler, şartname kapsamına dahil edilmelidir. Teknik bir şartname hazırlanırken Çizelge 5.1’de gösterilen kontrol listesindeki ana başlıklardan faydalanılabilir.

Şartname, sadece başlangıç konumunu yansıtmayıp sürekli gözden geçirilmesinden dolayı güncel bir çalışma dokümanı olarak da kullanılacaktır. Ek olarak bu doküman,

gerekirse yönetim ve satış bölümüne sunulacak bir kayıttır. Böylece ilgili organlar, gerçek çalışma başlamadan önce itirazlarını belirleyebileceklerdir. Sonuç olarak; ayrıntılı bir biçimde hazırlanan tasarım şartnamesi, kullanıcı tarafından sistemin dosyalama birimine istenilen formatta kaydedilebilmektedir.

Çizelge 5.1. Bir şartname oluşturmak için kontrol listesi [11]

Ana başlıklar	Örnekler
Geometri	Büyüklik, yükseklik, genişlik, uzunluk, çap, boşluk ihtiyacı, sayı, oluşum, bağlantı, genişletme
Kinematik	Hareketin çeşit, yön, hız ve ivmesi
Kuvvetler	Kuvvet yönü ve büyüklüğü, frekans, ağırlık, yük, deformasyon, sertlik, elastiklik, atalet kuvvetleri
Enerji	Çıktı, etkinlik, kayıp, sürtünme, havalandırma, durum, basınç, sıcaklık, ısıtma, soğutma, besleme, depolama, kapasite, dönüştürme
Malzeme	Malzeme akış ve nakli
Sinyaller	Girdi ve çıktılar, şekil, gösterim, kontrol donanımları
Emniyet	Doğrudan kontrol sistemleri, işletimsel ve çevresel emniyet
Ergonomi	İnsan - makine ilişkisi, işletim çeşidi, kullanım yüksekliği, düzen netliği, oturma rahatlığı, aydınlatma, biçim uyumu
Üretim	Fabrika sınırlılıkları, maksimum uygun boyutlar, tercih edilen üretim metotları, üretim tarzı, gerçekleştirilebilir kalite ve toleranslar, fire
Kalite Kontrolü	Deneme ve ölçme imkânı, özel yönetmenlik ve standartları uygulama
Montaj	Özel yönetmenlikler, monte etme, yerleştirme, temeller
Nakil	Kaldırma dışısından dolayı sınırlamalar, müsait alan, nakil tarzı (yükseklik ve ağırlık), sevk tabiat ve şartları.
İşletim	Sessizlik, aşınma, özel kullanımlar, pazarlama sahası, gönderilecek yer (örneğin, asitli atmosfer, tropikal şartlar gibi)
Bakım	Servise girme aralıkları (gerekli ise), kontrol, parça değiştirme ve bakımı, boyama, temizleme
Maliyetler	Maksimum müsaade edilebilir üretim maliyeti, araç maliyetleri, yatırım ve amortisman
İş planı	Geliştirme bitiş tarihi, proje planlaması ve kontrolü, teslim tarihi.

5.2. Genel Değerlendirme Ölçüt Ağırlıkları Belirleme

Tasarım şartnamesinde yer alan istekler ve arzular, geliştirilecek tasarım amacına mesnet teşkil eder. Değerlendirme aşamasında kullanılacak temel ölçütler, şartname istek ve arzularının nasıl ve hangi oranda karşılandığının bir sorgulama ve ölçümünü kapsamalıdır.

5.2.1. Genel değerlendirme ölçütleri

Çizelge 5.1’de verilen kontrol listesi referans alınarak sistemin genel değerlendirme ölçütleri dokuz ana başlıkta incelenmektedir.

Çalışma sistemi

Yüksek çalışma hassasiyeti

Makine sistemlerinin tasarlanması, geliştirilmesi ve kullanılmasında çalışma hassasiyeti önemli bir yer tutar. Yapılan tasarımlarda gerekli tamlik değerinin; diğer bir ifadeyle yüksek hassasiyetin gerçekleştirilmesi, hedeflenen optimum güç, hız ve ömür gibi önemli faktörlere ulaşmayı kolaylaştırır.

Uzun çalışma ömrü

Mekanik sistemler; kullanılan malzeme türü, imalat metotları ve aşınma gibi sebeplerden ötürü belirli bir kullanım ömrüne (çalışma süresi) sahiptir. Bu çalışma süresinin artırılması tasarımlarda aranan bir faktördür. Diğer tasarım faktörlerinin de hesaba katılmasıyla optimum ömür hesaplanmalıdır.

Düşük aşınma oranı

Özellikle dinamik sistemlerde görülen aşınma faktörü tasarımlarda istenmeyen bir özelliktir. Aşınma neticesinde oluşan hassasiyetin ve verimliliğin düşmesi, makine sistemlerinde bazı aksaklık ve hatta kazalar meydana gelmesine neden olmaktadır. Böylece tasarımcı, en az seviyede aşınma olacak çözümler bulmaya ve tasarımlar yapmaya çalışmalıdır.

Çalışma hızı

Mekanik sistemlerde, çalışma şartlarına uygun çalışma hızları istenir. Bazı mekanizmalarda düşük, bazılarında ise yüksek hız istenebilir. Dişli kutularındaki devir sayılarının isteğe bağlı ayarlanması çalışma hız esnekliğine bir örnektir.

Çalışma gücü

Çalışma hızındaki esneklik çalışma gücünde de aynıdır. Yüksek çalışma gücünün gerektiği gibi düşük çalışma gücünün gerektiği yerler de vardır. Çözülecek tasarım problem özelliğine bağlı uygun güç seçilebilmelidir.

Üretim

Parçaların üretilebilme kolaylığı

Bir makine parça tasarımı esnasında üretim aşamasında hangi tür işlemler uygulanacağı düşünülmelidir. Böylece parça üretiminde gerekli işlem tür ve sayısı ve dolayısı ile zorluk derecesinin maliyete etkisi belirlenebilir.

Parçaların yeniden işlenebilirliği

Makine parçalarının zamanla paslanma, aşınma veya bozulma gibi nedenlerle performanslarında gözlenen azalma sonucu değiştirilme veya yeniden işlenmeleri gerekebilir. Bu gibi işlemler sonucu parçalar, asıl işlevlerini yerine getirmeye devam edebilir. Tasarım yapılırken bu hususlara da dikkat edilmelidir.

Toplamda parça sayısı azlığı

Makine sistem oluşumunda mümkün olduğunca basit geometrik biçim ve az sayıda parça amaçlanmalıdır. Böylece karmaşık bir yapının oluşumundan kaçınılacaktır. Gerektiğinden daha fazla parça kullanılan bir makine sisteminde görünüm sorunu, montaj ve demontaj zorluğu, gereksiz hacim ve ağırlık artışı, arıza tespit ve bakım zorluğu ve düşük verimlilik gibi istenmeyen sonuçlar meydana gelir. Bu nedenden tasarımlarda kullanılan parça sayısı, en az veya optimum bir düzeyde tutulmalıdır.

Düşük sistem ağırlığı

Makine tasarımlarında malzeme cinsi, parça sayısı ve dinamik yük faktörünün sistemde oluşturduğu ağırlığın optimum çerçevede minimum olması istenmektedir. Sistemin olması gereken ağırlığından daha fazla olduğu durumlarda nakil sorunu, maliyet artışı, düşük ergonomiklik gibi temel sorunlar meydana gelmektedir.

Güvenlik

Endüstriyel güvenlik

Üretim çevresinde oluşabilecek kazalar önceden belirlenmeli ve üretim esnasında dışarıya zehirli maddeler çıkaran malzemeler kullanılmamalıdır. Bir makine sisteminin, herhangi bir aksaklıkta minimum risk oluşturacak şekilde düzenlenmesi ve konumlandırılması gerekmektedir.

Çevresel güvenlik

Gelişen teknoloji ve yenilikler ile insan ve toplum hayatı doğrudan veya dolaylı çeşitli şekillerde etkilenmektedir. Teknolojik bir ürünün çevreye uyumu ve verebileceği muhtemel zararlar tasarım aşamasında hesaba katılmalı ve gerekli önlemler alınmalıdır.

Ek güvenlik ölçümlerine ihtiyaç

Bir ürünün tasarım, üretim ve kullanılmasında, gerektiğinde ek güvenlik ölçümleri yapılabilir. Bu tür ölçüm sıklığına bağlı olarak bir ürün kullanışsız hale gelebilir. Bu sebepten ek güvenlik ölçüm sayısı minimum tutulmalıdır.

Bakım – Onarım

Bakım kolaylığı

Bir makinenin çalışma performansını kararlı ve sürekli bir düzeyde tutabilmek için gerektiğinde makine bakıma alınır. Bakım veya servis işlemlerinin kolay ve hızlı olması arzulanır ve tasarım esnasında bu hususlar da dikkate alınmalıdır.

Düşük bakım masrafı

Kolay ve kısa zamanda uygulanabilen bir bakım işlemi, bakım maliyetini doğrudan etkilemektedir. Yapılan tasarımlarda bakım masrafı en düşük miktarlarda tutulmalıdır.

Denetim kolaylığı

Teknolojik bir sistemin çalışması esnasında veya çalışmazken karşılaşılan arıza, hata, bakım ve onarım ihtiyaçlarının tespiti ve kontrolü kolay olmalıdır.

Montaj – Demontaj

Montaj–Demontaj kolaylığı

Bir makine sisteminin hem üretimi hem de bakım ve kullanımı esnasında montaj veya demontajı kolay olmalıdır. Bu amaçla sistemde yer alan parça biçimleri, simetrik, kolay ayırt edilebilecek ve birleştirilebilecek biçimde olmalı ve sayıları en az düzeyde tutulmalıdır.

Montaj–Demontaj hızı

Sistemi oluşturan parçaların takılıp sökülebilmeye kolaylığı aynı zamanda montaj – demontaj hızı ile doğru orantılıdır. Bununla birlikte bir makinenin montaj – demontaj hızının yüksek olması üretimin ve özellikle montaj hattı hızının da yüksek olması anlamına gelmektedir.

Ergonomiklik

Estetik

Bir ürünün dış görünüşünü hedef alan şekil uyumu özellikle pazarlama aşamasında önemli hale gelmektedir. Ürün tasarlanırken kullanılacağı ortam ve insan bakış açısına göre şekillendirilmesi tasarımın estetik yönünü daha da güçlendirecektir.

İnsan-makine uyumu

İnsan ihtiyaçlarını doğrudan ya da dolaylı karşılayan makine sistemleri insanlar tarafından kolay algılanıp kullanılabilirliktir. İnsan duyu organlarıyla uyumlu çalışmayan bir teknolojik üründen tam verimlilik almak mümkün değildir. Ayrıca geliştirilen sistemler, kolay kullanılabilirliktir, işlem sırası kolay takip edilebilirliktir, çeşitli boydaki insan kullanımına göre ayarlanabilirliktir, aksaklık ve arızaları kolay belirlenebilirliktir.

Nakil sistemi

Düşük nakil risk oranı

Bir üretim ortamında:

- 1) Üretilmiş veya hazır kullanılan malzemelerin montaj hatlarına getirilmesi,
- 2) Montaj hatlarında alt montaj sistemlerinin bir sonraki montaj işlemine taşınması,
- 3) Son ürünün fabrika içinde veya dışında nakliyesinin yapılması, esnasında nakil riskleri oluşabilir.

Tasarım esnasında bu tür konular da hesaba katılmalıdır.

Şekil ve yer

Düşük yer gereksinimi

Makine ve makineyi oluşturan parçaların her biri çalışma alanında belirli bir hacim e alan kaplamaktadır. Gelişen teknoloji ile düşük yer gereksinimi hızla artmaktadır. Dolayısıyla insanlar ve insanların yaptıkları tasarımlar için boyut sınırlaması söz konusu olmaktadır. Bu sebeple geliştirilecek ürünün sahip olacağı boyut minimum düzeyde olmalıdır.

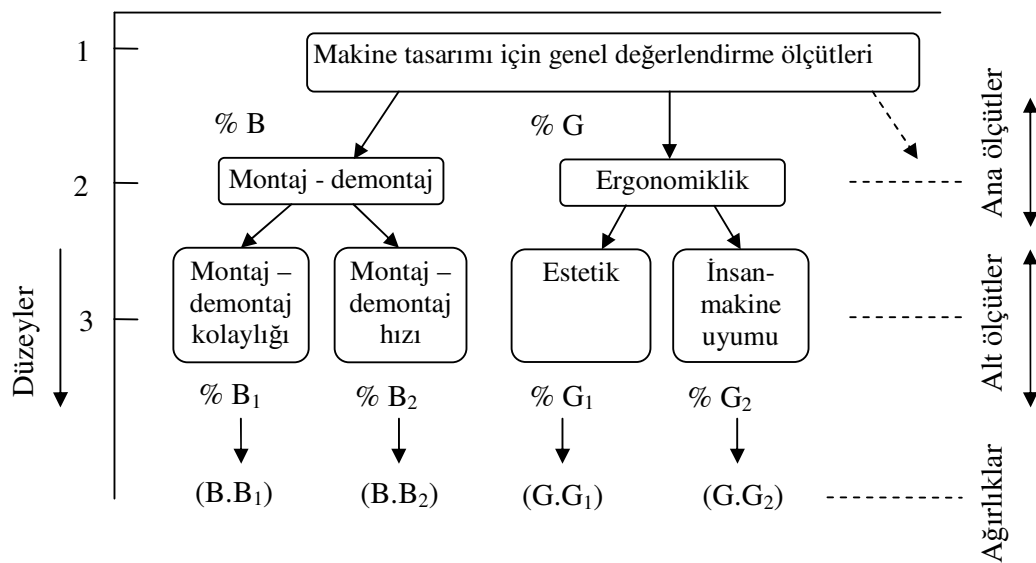
Maliyet

Maliyet

Tasarım süresince, araştırma-geliştirme faaliyetleri gerçekleştirilir ve bu faaliyetler sonucunda ürünü oluşturacak parçalar tespit edilir. Ticari amaçlı tasarlanıp üretilen her ürün belirli bir maliyete sahiptir. Bir ürünün planlanmasından pazarlanmasına kadar geçen süreçte sarf edilen toplam miktar toplam maliyeti oluşturur. Tasarımcının asıl amaçlarından birisi de bu toplam maliyeti minimuma düşürmektir.

5.2.2. Genel değerlendirme ölçüt ağırlıkları belirleme

Geliştirilen WEBKATA işlem modelinde sistemin genel değerlendirme ölçüt ağırlıkları belirleme ve karar verme mekanizması, Pahl ve Beitz'in amaçlar ağaç yapısı esas alınarak geliştirilmiştir. Kavramsal tasarım sürecinde kullanılacak olan bu amaçlar ağacının temel yapısı Şekil 5.3'de gösterilmektedir.



Şekil 5.3. Geliştirilen amaçlar ağacının temel yapısı

Genel değerlendirme ölçütleri dokuz ana ölçütten ve yirmi iki alt ölçütten oluşmaktadır (Çizelge 5.2). Bütün ölçütler yüz üzerinden ağırlıklandırılacaktır. Ölçüt ağırlıklarına sıfır ile yüz arası değer verilme nedeni, değerlendirme işleminin daha kolay ve hassas yapılmasını sağlamaktır. Ölçütün yüzde ağırlığı ile ölçüte verilen önem arasında doğru orantılı bir ilişki vardır (Şekil 5.4).

Ana ölçütlerin yüzde olarak toplamı yüz olmalıdır. Benzer tarzda ana ölçütlere ait alt ölçütlerin toplamları da yüz olmalıdır. Bu amaçla uygulanan yöntem Çizelge 5.2'deki semboller esas alınarak şöyle açıklanır:

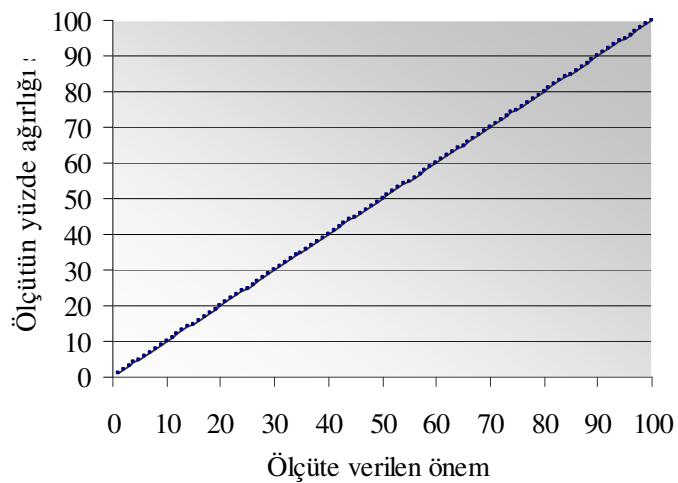
Ana ölçütlerin yüzde ağırlıkları toplamı:

$$A + B + C + D + E + F + G + H = 100 \text{ olmalıdır.}$$

Aynı şekilde ana ölçütlere ait alt ölçütlerin yüzde ağırlıklarının toplamı:

$$A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 = 100 \text{ şeklinde olmalıdır.}$$

Buradan, herhangi bir ana veya alt ölçütün yüzde önem derecesini ayarlamak mümkündür. Kavramsal tasarımın değerlendirme aşamasında ana veya alt ölçütlerden önemsiz sayılabilecek ölçütler varsa yüzde değerinin sıfır veya sıfıra yakın girilmesi yeterlidir. Böylece karar mekanizması, belirlenip sisteme girilen yüzde ağırlıklarını önem derecesine göre değerlendirecektir.



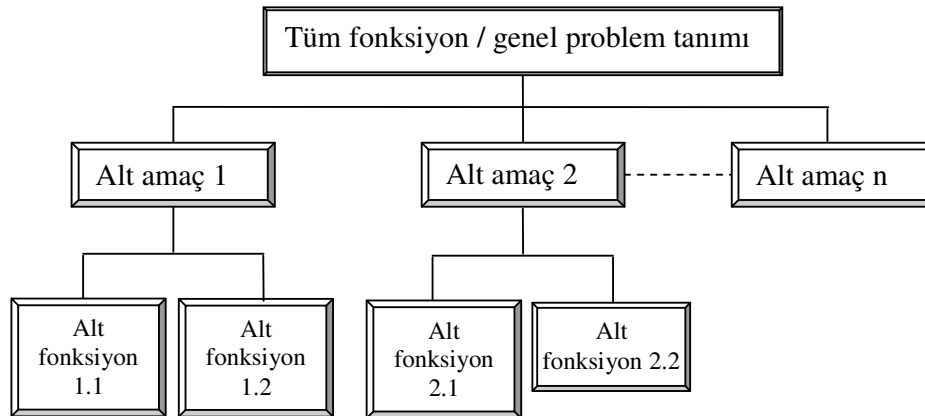
Şekil 5.4. Ölçütün yüzde ağırlığı ile ölçüte verilen önem arasındaki ilişki

Çizelge 5.2. Genel değerlendirme ölçütleri

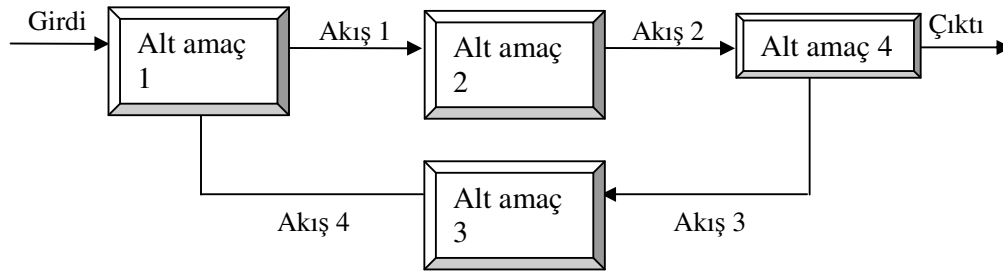
Ana ölçüt	Yüzde ağırlık	Alt ölçüt	Yüzde ağırlık
Çalışma sistemi	A	Yüksek çalışma hassasiyeti	A ₁
		Yüksek çalışma ömrü	A ₂
		Düşük aşınma oranı	A ₃
		Çalışma hızı	A ₄
		Çalışma gücü	A ₅
		Toplam yüzde miktarı	A ₁ +A ₂ +A ₃ +A ₄ +A ₅ = 100
Montaj-Demontaj	B	Montaj-Demontaj kolaylığı	B ₁
		Montaj-Demontaj hızı	B ₂
		Toplam yüzde miktarı	B ₁ +B ₂ = 100
Bakım-Onarım	C	Bakım kolaylığı	C ₁
		Düşük bakım masrafı	C ₂
		Denetim kolaylığı	C ₃
		Toplam yüzde miktarı	C ₁ +C ₂ +C ₃ = 100
Güvenlik	Ç	Endüstriyel güvenlik	Ç ₁
		Çevresel güvenlik	Ç ₂
		Ek güvenlik ölçümleri	Ç ₃
		Toplam yüzde miktarı	Ç ₁ +Ç ₂ +Ç ₃ = 100
Nakil sistemi	D	Düşük nakil risk oranı	D ₁
		Toplam yüzde miktarı	D ₁ = 100
Maliyet	E	Maliyet	E ₁
		Toplam yüzde miktarı	E ₁ = 100
Şekil ve Yer	F	Düşük yer gereksinimi	F ₁
		Toplam yüzde miktarı	F ₁ = 100
Ergonomiklik	G	Estetik	G ₁
		İnsan-makine uyumu	G ₂
		Toplam yüzde miktarı	G ₁ +G ₂ = 100
Üretim	H	Parçaların üretilebilme kolaylığı	H ₁
		Parçaların yeniden işlenebilirliği	H ₂
		Toplamda parça sayısı azlığı	H ₃
		Düşük sistem ağırlığı	H ₄
		Toplam yüzde miktarı	H ₁ +H ₂ +H ₃ +H ₄ = 100
Genel Toplam	A + B + C + Ç + D + E + F + G + H = 100		

5.3. Alt Fonksiyon ve Çözüm Sayıları Belirleme

Bu aşamada, fonksiyon yapılarını belirleme işlemine geçmeden önce, genel tasarım amacını ifade eden genel bir problem veya tüm fonksiyon tanımı belirlenir. 'Fonksiyonel Analiz' yaklaşımı temel alınarak genel problem veya tüm fonksiyon tanımından başlanıp sırası ile alt amaçlar ve alt amaçların en alt seviyesini oluşturan alt fonksiyonlar hiyerarşik bir düzende elde edilir (Şekil 5.5). Elde edilen alt fonksiyonların her birisi için enerji, sinyal ve malzeme akışı esas alınarak girdi ve çıktılar belirlenir. Girdi ve çıktıları belirlenen alt amaç ve alt fonksiyonlar, fonksiyonlar arasındaki bağların ve çalışma sıralarının gösterilmesi amacıyla fonksiyon akış diyagramında uygun sırada düzenlenir (Şekil 5.6). Bu alt fonksiyon yapılarını karşılayan çözüm prensiplerinin bulunmasında Bölüm 2'de anlatılan geleneksel yollar, sezgi temelli ve sistematik temelli metotlar kullanılır. Böylece gerekli alt fonksiyonları karşılayan çözüm prensibi sayıları da tespit edilebilmektedir.

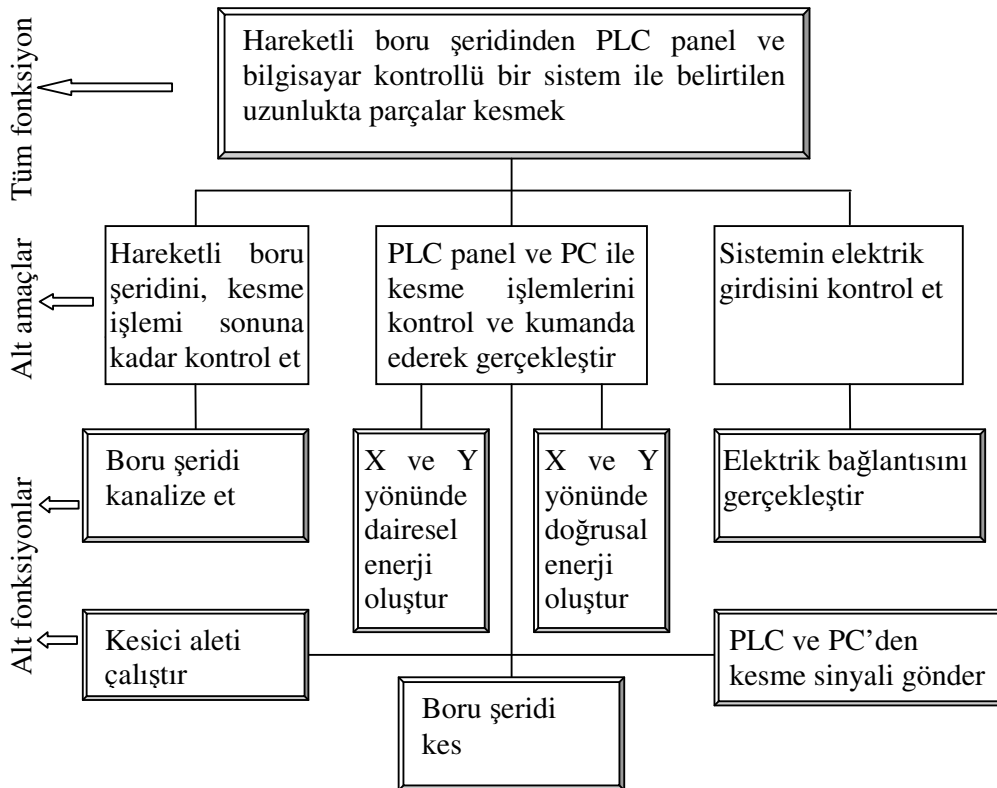


Şekil 5.5. Fonksiyon belirleme diyagramı [19]

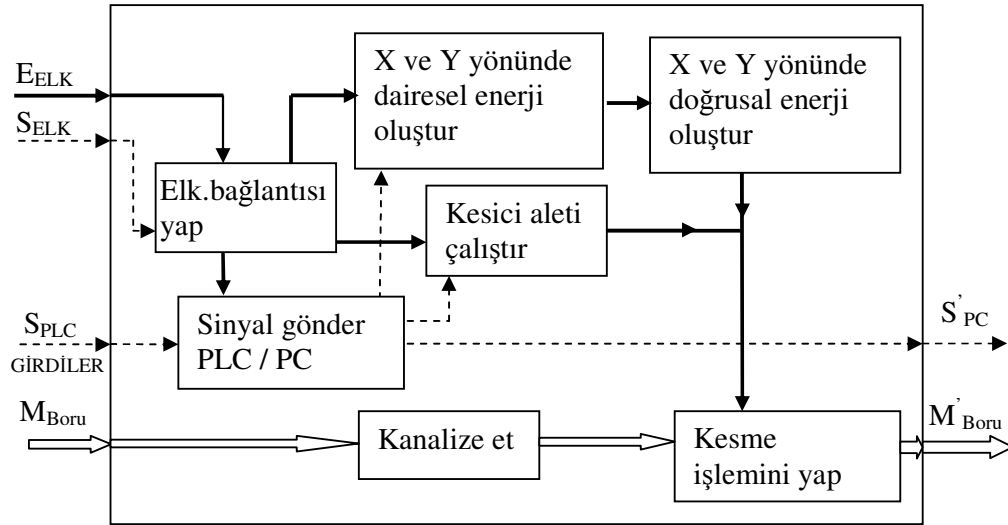


Şekil 5.6. Fonksiyon akış diyagramı [19]

Örnek olarak, otomatik boru kesme tezgâhının tasarımında kullanılan alt fonksiyon yapılarını belirleme diyagramı Şekil 5.7’de gösterilmektedir. Şekil 5.8, tasarımı yapılan bu tezgah için elde edilen alt fonksiyon yapılarının akış diyagramını göstermektedir.



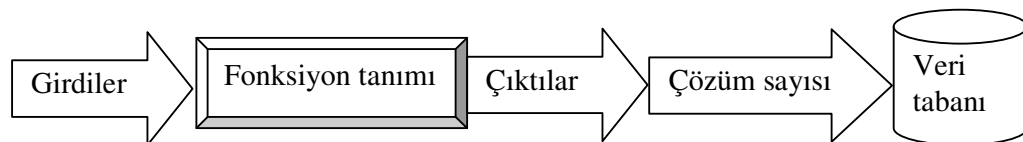
Şekil 5.7. Otomatik boru kesme tezgahına ait bir fonksiyon belirleme diyagramı



Şekil 5.8. Ayrıntılı tüm fonksiyona ait alt fonksiyonların akış diyagramı

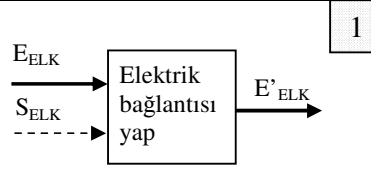
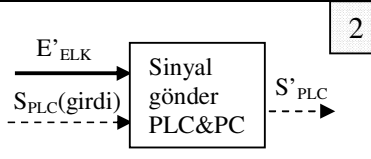
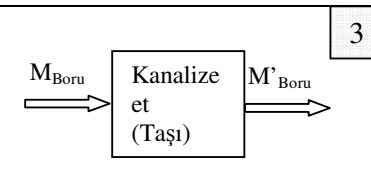
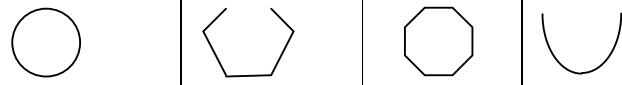
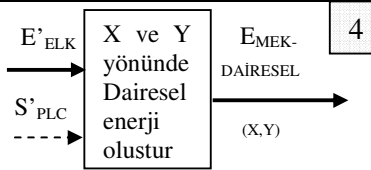
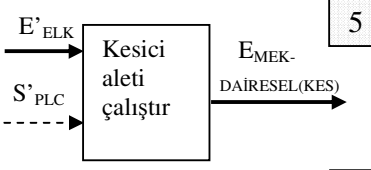
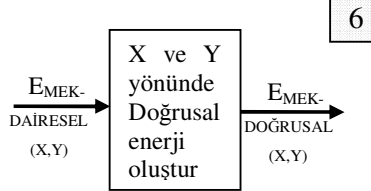
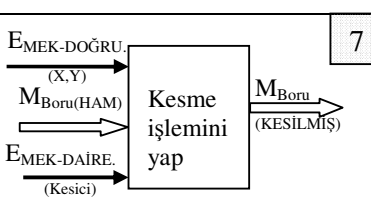
Çizelge 5.3'de, otomatik boru kesme tezgâhı için alt fonksiyon yapılarını karşılayan çözüm prensipleri verilmektedir. Bulunan bu çözüm prensipleri farklı yöntemler kullanılarak artırılabilir.

Sonuç olarak; alt fonksiyon yapılarına ait girdiler, fonksiyon tanımı, çıktılar ve çözüm prensip sayısı sistem veri tabanına girilir (Şekil 5.9). Geliştirilen WEBKATA sistemi, fonksiyon belirleme aşaması sonunda elde edilen alt fonksiyon yapılarını ve çözüm sayılarını esas alarak çalışmaktadır.



Şekil 5.9. Alt fonksiyon ve çözüm sayılarını veri tabanına girme

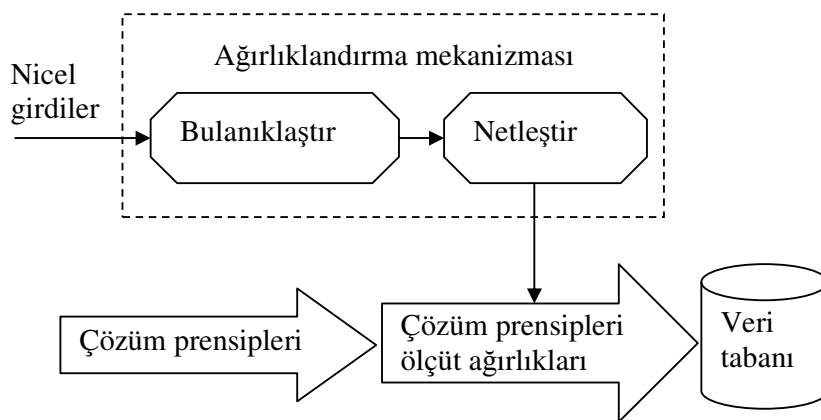
Çizelge 5.3. Otomatik boru kesme tezgahına ait alt fonksiyonlar ve çözüm prensipleri

Çözüm prensibi	1	2	3	4
Alt fonksiyon				
	1 Elektrik butonu	Elektrik anahtarı	Kontaktör	Şalter
	2 PLC&PC			
	3 Profil-1	Profil-2	Profil-3	Profil-4
				
	4 Servo motor	Step motor		
	5 Servo motor	Step motor		
	6 Kam mek.	Krank-biyel mek.	Güç vidası	Bilyalı vida sistemi
	7 HSS freze testere	Krom vanadyum daire testere	Sert metal uçlu (elmas) testere	HSS profil testere

5.4. Çözüm Prensiplerine Değerlendirme Ölçüt Ağırlıkları Belirleme

Bu aşamada çözüm prensiplerinin değerlendirme ölçüt ağırlıkları basit bulanık küme mantığına göre hesaplanmakta ve çözüm prensibi ile beraber veri tabanına girilmektedir (Şekil 5.10).

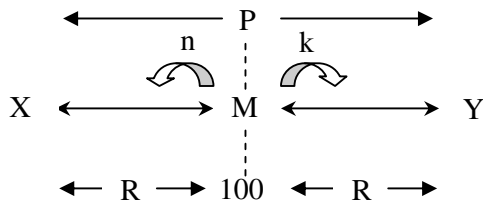
Değerlendirme ölçüt ağırlıklarının hesaplanması için ilk adım her değerlendirme ölçütünün nicel değerlere dönüştürülmesidir. Alt değerlendirme ölçütlerinin nicel değerlere dönüştürülmesinde kullanılacak örnekler Çizelge 5.4’de verilmiştir. Örneğin yüksek çalışma ömrü, sistemin değerlendirme aşamasında kullandığı bir alt ölçüttür. Bu alt ölçüt herhangi bir çözüm prensibi için saat, ay, yıl gibi zaman birimlerine dönüştürüldüğünde istenilen nicel veri dönüşümü sağlanmaktadır. Çözüm prensipleri için kullanılacak olan bu nicel verilerin WEBKATA sistemi tarafından objektif ve doğru değerlendirilebilmesi için bütün alt ölçüt nicel verileri yüz üzerinden ağırlıklandırılmaktadır. Bu ağırlıklandırma işlemi için bir bulanıklaştırma ve netleştirme süreci geliştirilmiştir (Şekil 5.11). Geliştirilen bu ağırlıklandırma süreci, aynı alt fonksiyonu yerine getirebilecek farklı çözüm prensiplerini birbirleriyle karşılaştırarak belirli bir alt ölçütü ne kadar karşıladıklarını yüzde olarak bulmaktadır. Böylece sistemin değerlendirme aşamasında doğru bir karar verebilmesi için gerekli olan sayısal veriler sağlanmış olur.



Şekil 5.10. Çözüm prensipleri ve değerlendirme ölçüt ağırlıklarının girilmesi

Çizelge 5.4. Alt değerlendirme ölçütlerini nicel değerlere dönüştürme örnekleri

Alt değerlendirme ölçütü	Örnekler
Yüksek çalışma hassasiyeti	Ölçü tamlığı (+- 0,05 gibi)
Yüksek çalışma ömrü	Gün, ay, yıl (2 yıl gibi)
Düşük aşınma oranı	Malzemeye uygun aşınma miktarları
Çalışma hızı	Devir sayısı(devir/dak), İlerleme miktarı(m/sn)
Çalışma gücü	Motor gücü (kW), j/s, BG, W
Montaj-demontaj kolaylığı	Montaj-demontaj için uygun serbestlik derecesi
Montaj-demontaj hızı	Montaj-demontaj edilme süresi
Bakım kolaylığı	Düşük bakım süresi
Düşük bakım masrafı	Düşük bakım maliyeti
Denetim kolaylığı	Denetim avantaj sayısı
Endüstriyel güvenlik	Üretim ortamında oluşabilecek risk sayısı
Çevresel güvenlik	Kullanım esnasındaki risk sayısı
Ek güvenlik ölçümleri	Ek güvenlik ölçüm sayısı
Düşük nakil risk oranı	Nakil risk sayısı / oranı
Maliyet	Ürün maliyeti
Düşük yer gereksinimi	Kullanılan alan (cm ² , m ²)
Estetik	Renk, şekil açısından kabul görme oranı
İnsan-makine uyumu	İnsan uyumu açısından kabul görme oranı
Parçaların üretilebilme kolaylığı	Ürünün kaç farklı işlemlerle üretilebileceği
Parçaların yeniden işlenebilirliği	Ürünün kaç defa yeniden işlenebileceği
Toplamda parça sayısı azlığı	Ürünün kaç parçadan oluştuğu
Düşük sistem ağırlığı	Ürünün ağırlığı (kg, ton)



Şekil 5.11. Bulanıklaştırma ve netleştirme süreci

Bu süreç sayısal ifadelerle şöyle anlatılabilir:

X: Başlangıç değeri (çözüm prensiplerinin en düşük ölçüt değeri)

M: Optimum kabul edilen değer (en uygun kabul edilen değer)

Y: Bitiş değeri (çözüm prensiplerinin en yüksek ölçüt değeri)

k: Artış katsayısı (en yüksek ölçüt değerine yaklaşma katsayısı)

n: Azalma katsayısı (en düşük ölçüt değerine yaklaşma katsayısı)

P: En iyiye yaklaşma yüzdesi bulunacak ölçüt değeri

R: Yüzde olarak en iyiye yaklaşma değeri

$$X \leq P \leq M \text{ ise; } R = 100 - (n.(M - P).(\frac{100}{M - X}))$$

$$M \leq P \leq Y \text{ ise; } R = 100 - (k.(P - M).(\frac{100}{Y - M}))$$

k = 0 ve $M \leq P \leq Y$ ise R = 100 olmalıdır.

n = 0 ve $X \leq P \leq M$ ise R = 100 olmalıdır.

Bulanıklaştırma ve netleştirme süreci sonunda elde edilen sonuç değerlerinden yüz değeri, çözüm prensibinin istenilen ölçütü en iyi şekilde sağladığı anlamına gelir. Sıfıra yaklaştıkça durum istenilmeyen sonuçlara dönüşür. Sıfır veya sıfır altı kesinlikle istenmeyen bir amaç anlamına gelir. Dolayısıyla sıfır değeri en kötüyü, yüz değeri en iyiyi belirtir.

Örnek olarak; girdileri: elektrik sinyali ve elektrik enerjisi, çıktısı: elektrik enerjisi olan bir alt fonksiyonu karşılayabilecek çözüm prensiplerinin elektrik butonu, elektrik anahtarı, elektrik şalteri ve kontaktör olduğu kabul edildiğinde:

Başlangıç değeri (çözüm prensibi fiyatlarının en düşüğü): 10 ytl ise,

Kabul edilen en uygun değer (kabul edilen en uygun fiyat): 14 ytl ise,

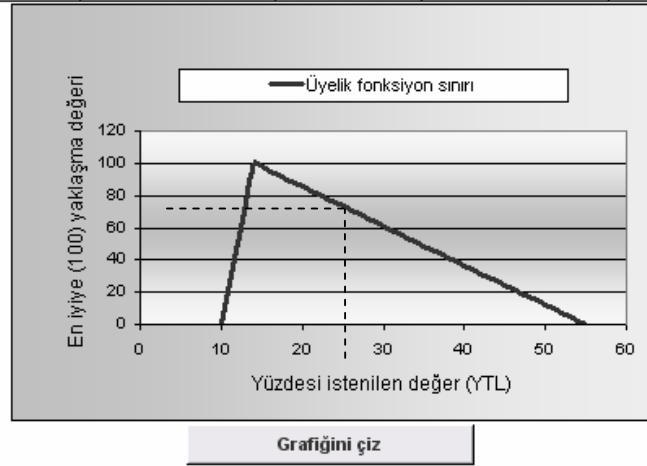
Bitiş değeri (çözüm prensibi fiyatlarının en yüksekği): 55 ytl ise,

Azalma katsayısı (en düşük fiyata yaklaşma katsayısı): 1 ise,

Artma katsayısı (en yüksek fiyata yaklaşma katsayısı): 1 ise,

Yapılan maliyet analizinde 10 ile 55 YTL arasındaki maliyetlerin, 14 YTL' ye yüzde yakınlık değerleri üyelik fonksiyonu ile belirlenmektedir (Şekil 5.12).

Başlangıç değeri	Optimum değer	Bitiş değeri	Artma katsayısı	Azalma katsayısı
10 YTL	14 YTL	55 YTL	1	1



Şekil 5.12. Üçgen üyelik fonksiyonu kullanılarak grafiği çizilen bir maliyet analiz örneği

Bu örnekte, maliyeti 20 YTL olan bir elektrik butonu için maliyet ölçüt ağırlığı (en iyiye yaklaşma değeri) şöyle hesaplanmaktadır:

$$R = 100 - (k \cdot (P - M) \cdot \left(\frac{100}{Y - M}\right)) = 100 - (1 \cdot (20 - 14) \cdot \left(\frac{100}{55 - 14}\right)) = 85$$

Bu durumda, fiyatı 20 YTL olan elektrik butonu, istenilen 14 YTL sınırını %85 oranında sağlamaktadır. Dolayısıyla elektrik butonunun maliyet alt ölçütü için sisteme girilecek ağırlık değeri 85'tir. Her çözüm prensibi için bütün alt ölçütler aynı yöntemle hesaplanıp sisteme girilir.

5.5. En Uygun Çözüm Prensipleri Bulma

Son aşamada 'Amaçlar ağaç yapısı'na, çözüm prensipleri için bir önceki aşamada hesaplanan ölçüt ağırlıklarının eklenmesiyle karar verme süreci başlatılır. Çizelge 5.5, en uygun çözüm prensibini bulmak için gerekli olan değerlendirme tablosunu göstermektedir.

Çizelge 5.5. Değerlendirme tablosu

Ana ölçüt	% Ağırlık	Alt ölçüt	% Ağırlık	Çözüm prensibi ağırlığı
Çalışma sistemi $A_T = \sum_{i=1}^5 A_i \cdot A_{ii}$	A	Yüksek çalışma hassasiyeti	A ₁	A ₁₁
		Yüksek çalışma ömrü	A ₂	A ₂₂
		Düşük aşınma oranı	A ₃	A ₃₃
		Çalışma hızı	A ₄	A ₄₄
		Çalışma gücü	A ₅	A ₅₅
Montaj-demontaj $B_T = \sum_{i=1}^2 B_i \cdot B_{ii}$	B	Montaj-demontaj kolaylığı	B ₁	B ₁₁
		Montaj-demontaj hızı	B ₂	B ₂₂
Bakım-onarım $C_T = \sum_{i=1}^3 C_i \cdot C_{ii}$	C	Bakım kolaylığı	C ₁	C ₁₁
		Düşük bakım masrafı	C ₂	C ₂₂
		Denetim kolaylığı	C ₃	C ₃₃
Güvenlik $\zeta_T = \sum_{i=1}^3 \zeta_i \cdot \zeta_{ii}$	Ç	Endüstriyel güvenlik	Ç ₁	Ç ₁₁
		Çevresel güvenlik	Ç ₂	Ç ₂₂
		Ek güvenlik ölçümleri	Ç ₃	Ç ₃₃
Nakil sistemi $D_T = \sum_{i=1}^1 D_i \cdot D_{ii}$	D	Düşük nakil risk oranı	D ₁	D ₁₁
Maliyet $E_T = \sum_{i=1}^1 E_i \cdot E_{ii}$	E	Maliyet	E ₁	E ₁₁
Şekil ve yer $F_T = \sum_{i=1}^1 F_i \cdot F_{ii}$	F	Düşük yer gereksinimi	F ₁	F ₁₁
Ergonomiklik $G_T = \sum_{i=1}^2 G_i \cdot G_{ii}$	G	Estetik	G ₁	G ₁₁
		İnsan-makine uyumu	G ₂	G ₂₂
Üretim $H_T = \sum_{i=1}^4 H_i \cdot H_{ii}$	H	Parçaların üretilebilme kolaylığı	H ₁	H ₁₁
		Parçaların yeniden işlenebilirliği	H ₂	H ₂₂
		Toplamda parça sayısı azlığı	H ₃	H ₃₃
		Düşük sistem ağırlığı	H ₄	H ₄₄
Toplam ölçüt ağırlığı		Ağırlık ölçüt = A _T + B _T + C _T + Ç _T + D _T + E _T + F _T + G _T + H _T		

İstenilen ölçüt değerleri, alt fonksiyon ve çözüm prensiplerine ait bilgiler, sistemin karar mekanizması çalıştırılmadan önce yeniden düzenlenebilir. Genel değerlendirme ve çözüm prensip ölçütlerine ait ağırlık oranları çarpılmak ve toplanmak sureti ile bir çözüm prensibinin tüm ağırlık değeri hesaplanır. Bu işlem Çizelge 5.5.'de verilen sembollerle şöyle açıklanır:

Bir çözüm prensibine ait:

$$\text{Çalışma sistemi için toplam ölçüt ağırlığı: } A_T = \sum_{i=1}^5 A_i \cdot A_{ii}$$

$$\text{Montaj-demontaj için toplam ölçüt ağırlığı: } B_T = \sum_{i=1}^2 B_i \cdot B_{ii}$$

$$\text{Bakım-onarım için toplam ölçüt ağırlığı: } C_T = \sum_{i=1}^3 C_i \cdot C_{ii}$$

$$\text{Güvenlik için toplam ölçüt ağırlığı: } \zeta_T = \sum_{i=1}^3 \zeta_i \cdot \zeta_{ii}$$

$$\text{Nakil sistemi için toplam ölçüt ağırlığı: } D_T = \sum_{i=1}^1 D_i \cdot D_{ii}$$

$$\text{Maliyet için toplam ölçüt ağırlığı: } E_T = \sum_{i=1}^1 E_i \cdot E_{ii}$$

$$\text{Şekil ve yer için toplam ölçüt ağırlığı: } F_T = \sum_{i=1}^1 F_i \cdot F_{ii}$$

$$\text{Ergonomiklik için toplam ölçüt ağırlığı: } G_T = \sum_{i=1}^2 G_i \cdot G_{ii}$$

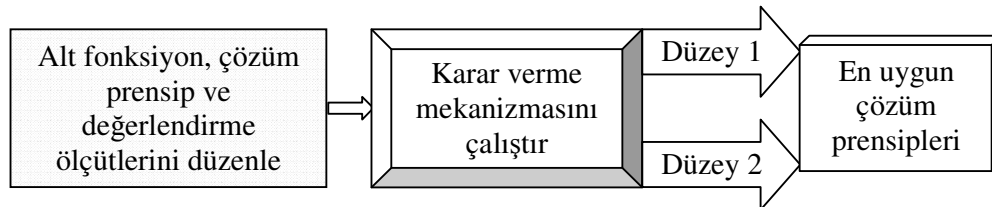
$$\text{Üretim için toplam ölçüt ağırlığı: } H_T = \sum_{i=1}^4 H_i \cdot H_{ii}$$

İse,

Bu çözüm prensibine ait toplam ölçüt ağırlığı:

$$\text{Ağırlık ölçüt} = A_T + B_T + C_T + \zeta_T + D_T + E_T + F_T + G_T + H_T \text{ olur.}$$

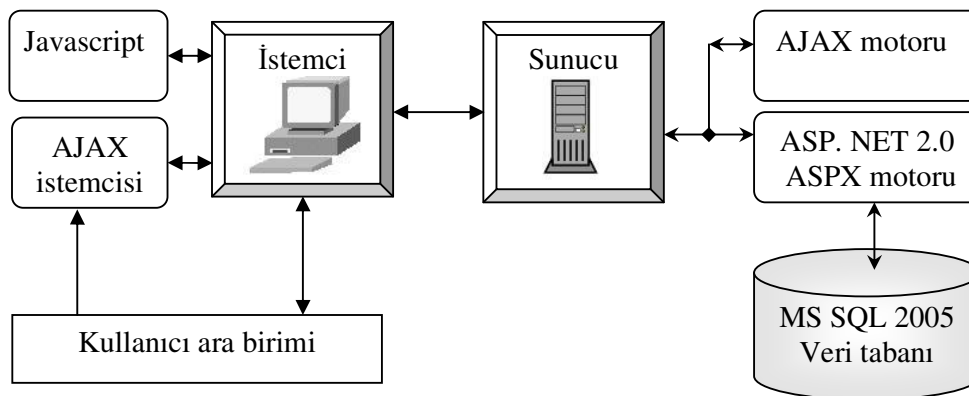
Burada 'Ağırlık ölçüt' değeri bir çözüm prensibi için bulunmuştur. Bu işlem diğer çözüm prensipleri için de tekrarlanır. Ağırlığı en büyük ve ikinci büyük olan çözüm prensipleri, kullanıcı isteğine bağlı olarak düzey 1 ve düzey 2 olarak ayrı ayrı tespit edilebilir. Sonuç olarak ağırlıkların değerlendirilmesiyle en uygun çözüm prensipleri bulunmaktadır (Şekil 5.13). En uygun çözüm prensiplerinin bulunma aşaması tamamen sistem tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmektedir.



Şekil 5.13. En uygun çözüm prensiplerine ulaşma süreci

5.6. WEBKATA Sisteminin Teknik Alt Yapısı

WEBKATA sistemi, Visual Basic .Net 2005 yazılım ortamında, sunucu tarafında aspx dili, istemci tarafında Javascript dili kullanılarak yazılmıştır. Ayrıca sunucu tabanlı işlemlerdeki hızı artırmak amacıyla çok yeni bir teknoloji olan AJAX (Eş zamanlı olmayan Javascript ve XML) tekniği kullanılmıştır. Şekil 5.14, WEBKATA sisteminin teknik çalışma alt yapısını göstermektedir.



Şekil 5.14. WEBKATA sisteminin teknik çalışma alt yapısı

Geliştirilen bu sistem ile tasarımcılar veya diğer kullanıcılar kendilerine verilen kullanıcı adı ve şifreleri ile herhangi bir internet ağının bulunduğu yerden bu ortak tasarım alanına girebilir.

İstemci

İstemci, kullanıcıların uzaktan ortak tasarım alanına bağlanmalarını sağlayan kişisel bilgisayarlardır. WEBKATA, html veri akışını kabul eden bütün işletim sistemi platformlarında çalışmaktadır.

Sunucu

Sunucu, istemciden gelen farklı yapılarıdaki istekleri yorumlayıp gerekli yanıtları istemciye gönderen güçlendirilmiş bilgisayarlardır.

Javascript

İstemci tarafında çalışan ve html dilinin daha gelişmiş olan bir script dilidir. İstemci tarafı olduğu için uygulamalar masaüstü uygulamalarının hızına ulaşabilmektedir.

AJAX teknolojisi

İnternetin büyük avantajları yanında en önemli sorunu veri alış-verişinin masaüstü uygulamalarında olduğu kadar hızlı olmamasıdır. Bağlantı hızının artırılmasıyla bu sorunun kısmen çözülebileceği düşünülse de son yıllarda web yazılımı üzerine çalışmalar hızla artmaktadır. Bu durumun en önemli göstergeleri Borland, Microsoft gibi büyük firmaların yeni geliştirdikleri programlama dilleri ile (C++ Builder .Net, Visual Basic .Net 2005, Delphi .Net gibi) web tabanlı uygulamalara daha çok destek vermesidir. Son yıllarda geliştirilen AJAX tekniği ile sunucu tabanlı uygulamalarda % 300'e varan hız kazancı sağlanmaktadır. Javascript ve XML tekniklerini kullanan AJAX teknolojisi bir web sayfasında sunucuya bütün sayfayı göndermek yerine belirli bir bölgeyi göndererek sunucudan beklenen yanıt süresini oldukça kısaltmış

olur. Yeni geliştirilen bu teknoloji bugün Google gibi birçok büyük firma tarafından hız kazanmak amacı ile kullanılmaktadır.

ASPX teknolojisi

Microsoft tarafından geliştirilen Asp dilinin en son sürümüdür. Bunun yanında Asp web programlama dili, Visual Basic .Net 2005 programlama ortamında yapısal benzerliklerinden dolayı kolay bir şekilde kullanılabilir. Bu yüzden WEBKATA sistemi Visual Basic serisinin son sürümü olan Visual Basic .Net 2005 ortamında geliştirilmiştir.

6. WEBKATA SİSTEMİNİN KULLANIMI

Bu bölümde araştırma kapsamında geliştirilen WEBKATA sistem kullanımını bir kavramsal tasarım örneği ile açıklanacaktır.

6.1. Tasarım Şartnamesini Girme

Tasarım şartnamesi hazırlamada gerekli işlemler ve kullanılacak rehberlik kuralları, 2. Bölüm’de açıklanmıştı. Otomatik boru kesme tezgahı için hazırlanan şartname bilgileri, Şekil 6.1’de olduğu gibi, sisteme girilir. Kullanıcının kolay bir şekilde bilgileri girmesi için program başlangıç ayarlarında belirli bir şartname formatı sunulur. Ancak kullanıcı, bu formata bağımlı kalmak zorunda değildir ve isterse aynı pencerede farklı bir formatta da şartname bilgilerini girebilir. Şekilde görülen şartname bilgileri bir otomatik boru kesme tezgâhına aittir.

Şartname bilgilerinin girilmesinden sonra üzerinde çalışılan projenin kayıt edilebilmesi için her özel projeye bir ismi vermek gerekir. Böylece çalışılan proje sayısı arttıkça tasarımcılar, önceden hazırlanmış proje bilgilerinden yararlanabilir.

6.2. Genel Değerlendirme Ölçütleri Girme

Kullanıcı, projenin genel değerlendirme ölçütlerini yüzde ağırlık kurallarına uygun girmelidir (Şekil 6.2). Ağırlıklar girilmesi esnasında herhangi bir kural dışı değer girilirse, program anlık uyarı ve önlemlerle kullanıcıyı yönlendirir (Şekil 6.3). Ölçütler ana ve alt ölçütler olarak ayrı ayrı girilmektedir (Şekil 6.4). Her adımda aynı kurallar geçerlidir. Ölçütler girildikten sonra kaydedilirse, bir önceki adımda olduğu gibi, yeni projelerde kullanılabilirler.

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

TASARIM ŞARTNAMESİ

PROJE İSMİ : OTOMATİK BORU KESME TEZGAHI
 PROJE NUMARASI: 136522
 PROJE TARİHİ : 12.03.2007

1-) Dökümden çıkan boru hareket halindedir.

2) Kesilmesi istenen maksimum ve minimum boru boyları aşağıdaki gibi olmalıdır:
 LMAX boru = 450 mm, LMIN boru = 12 mm

3-) Kesilmesi istenen maksimum ve minimum boru çapları aşağıdaki gibi olmalıdır:

Kaydetmek için proje ismini giriniz

Otomatik_boru_kesme_tezgahi

Projenin şartname bilgilerini kaydet

Üzerinde çalışmak istediğiniz projeyi seçiniz

Otomatik_boru_kesme_tezgahi

Şekil 6.1. Sisteme örnek bir tasarım şartnamesi girme

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

Önceden çalışılmış projelerin genel ölçütlerini yüklemek için seçiniz

Otomatik_boru_kesme_tezgahi

	Çalışma sistemi	Ölçütler / Çalışma sistemi	Genel oran
10	Çalışma sistemi		
15	Montaj / Demontaj	Yüksek çalışma hassasiyeti	20 100 üzerinden
10	Bakım / Onarım	Yüksek çalışma ömrü	20 100 üzerinden
10	Nakil sistemi	Düşük aşınma oranı	20 100 üzerinden
20	Maliyet	Çalışma hızı	10 100 üzerinden
10	Güvenlik	Çalışma gücü	30 100 üzerinden
5	Şekil ve Yer	GENEL ÖLÇÜT AĞIRLIĞI	10 100 üzerinden
10	Ergonomiklik		
10	Üretim		
100			

Sonraki adım

Otomatik_boru_kesme_tezgahi için Genel değerlendirme ölçütlerini kaydet

Önceki adım Sonraki adım İptal

Şekil 6.2. Çalışma sistemine ait genel değerlendirme ölçütleri girme

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

Önceden çalışılmış projelerin genel ölçütlerini yüklemek için seçiniz

Otomatik_boru_kesme_tezgahi

	Ölçütler / Çalışma sistemi	Genel oran
4	Çalışma sistemi	
15	Montaj / Demontaj	
10	Bakım / Onarım	
10	Nakil sistemi	
20	Maliyet	
10	Güvenlik	
5	Şekil ve Yer	
10	Ergonomiklik	
10	Üretim	
94	Otomatik	
	Yüksek çalışma hassasiyeti	20 100 üzerinden
	Yüksek çalışma ömrü	20 100 üzerinden
	Düşük aşınma oranı	20 100 üzerinden
	Çalışma hızı	10 100 üzerinden
	Çalışma gücü	30 100 üzerinden
	GENEL ÖLÇÜT AĞIRLIĞI	4 100 üzerinden

Windows Internet Explorer

9 adet ana ölçütün yüzde ağırlığı toplamda 100 olmalıdır!!!

Tamam

Sonraki adım

kaydet

Sonraki adım

İptal

Şekil 6.3. Genel değerlendirme ölçütler girmede uyarı ve yönlendirmeler

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

Önceden çalışılmış projelerin genel ölçütlerini yüklemek için seçiniz

Otomatik_boru_kesme_tezgahi

	Ölçütler / Montaj - Demontaj	Genel oran
20	Çalışma sistemi	
15	Montaj / Demontaj	
10	Bakım / Onarım	
10	Nakil sistemi	
20	Maliyet	
10	Güvenlik	
5	Şekil ve Yer	
10	Ergonomiklik	
10	Üretim	
110		
	Montaj / Demontaj kolaylığı	50 100 üzerinden
	Montaj / Demontaj hızı	50 100 üzerinden
	GENEL ÖLÇÜT AĞIRLIĞI	10 100 üzerinden

Önceki adım

Sonraki adım

Otomatik_boru_kesme_tezgahi için Genel değerlendirme ölçütlerini kaydet

Önceki adım

Sonraki adım

İptal

Şekil 6.4. Montaj-demontaj'a ait genel değerlendirme ölçütleri girme

6.3. Alt Fonksiyonlar Girme

Girdiler, fonksiyon tanımı, çıktılar ve çözüm prensibi sayısı belirlenmiş olan bir alt fonksiyon, Şekil 6.5’de gösterildiği gibi girilir. Girilen bu bilgilerin kaydedilmesi gerekir. Aksi takdirde girilen bilgiler geçerliliğini kaybeder. Burada fonksiyon sıra numarası, kullanıcı tarafından değil, sistem tarafından en son fonksiyon sırası referans alınarak otomatik belirlenir.

Diğer yandan, daha önceden kaydedilmiş alt fonksiyonların sıra numaraları seçilerek ilgili fonksiyona ait gerekli bilgilere ulaşılabilir. Ayrıca tüm girdi boyutları, hem sistem hassasiyetini sağlama ve hem de tasarımda karmaşıklığı önlemek için, elli karakterden uzun olmamalıdır.

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

Fonksiyon sıra numarası	Fonksiyon_13	Fonksiyon_5
Fonksiyon girdileri	Doğrusal mekanik enerji	Fonksiyon_1
Fonksiyon tanımı	Doğrusal mekanik enerjiyi azalt	Fonksiyon_2
Fonksiyon çıktıları	Doğrusal mekanik enerji	Fonksiyon_3
Çözüm prensibi sayısı	2	Fonksiyon_4
		Fonksiyon_5
		Fonksiyon_6
		Fonksiyon_7
		Fonksiyon_8
		Fonksiyon_9
		Fonksiyon_10
		Fonksiyon_11
		Fonksiyon_12

Fonksiyon bilgilerini kaydet

Önceki adım Sonraki adım İptal

Şekil 6.5. Alt fonksiyon yapılarını girme

6.4. Çözüm Prensipleri Girme

6.4.1. Çözüm prensiplerine yüzde ağırlık hesabı

Çözüm prensiplerine ait yüzde ağırlık değerlerinin bulunmasında kullanılan bulanıklaştırma tekniği, Bölüm 5'te anlatılmıştır. Bu tekniğe göre bir servo motorun hedef maliyete uygunluk yüzdesi aşağıdaki gibi hesaplanır (Şekil 6.6):

Başlangıç değeri (Çözüm prensibi fiyatlarının en düşüğü): 100 YTL ise,
Kabul edilen en uygun değer (Kabul edilen en uygun fiyat): 145 YTL ve altı ise,
Bitiş değeri (Çözüm prensibi fiyatlarının en yükseği): 550 YTL ise,
Azalma katsayısı (En düşük fiyata yaklaşma katsayısı): 0 ise,
Artma katsayısı (En yüksek fiyata yaklaşma katsayısı): 1 ise,
Yüzdesi istenilen değer (Herhangi bir servo motorun fiyatı): 156 YTL ise,
Yüzde karşılığı (Bu servo motorun hedef maliyete uygunluk yüzdesi): 97 olur.

Bu teknikle diğer alt ölçütler de aynı şekilde değerlendirilip yüzde ağırlık değerleri hesaplanmaktadır.

6.4.2. Çözüm prensiplerini yüzde ağırlıklarıyla girme

Yüzde ağırlık değerleri hesaplanan alt ölçütler, her bir çözüm prensibi için ayrı ayrı girilmektedir (Şekil 6.7). Ağırlık değerlerinin girilmesinde önemli hususlar şunlardır:

- 1) Her çözüm prensibi ait olduğu fonksiyon seçildikten sonra isim olarak girilmelidir.
- 2) Girilen çözüm prensibine ait bütün alt ölçüt ağırlıkları sıfır ile yüz değerleri arası olmalıdır.

Değerlendirmedeki karar sürecinde hata ve yanlış sonuç ihtimallerini önlemek için hata önleme ve doğru işlem seçimi için yönlendirme yapılmaktadır (Şekil 6.8).

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

Fonksiyon_2 tanımlı=

Servo motor

Fonksiyon_2 için 2 adet çözüm prensibi vardır
Fonksiyon_2 için yeni çözüm prensibini giriniz

Servo motor

OTOMATİK AĞIRLIK HESAPLAMA

Başlangıç değerini giriniz	100
Kabul edilen değeri giriniz	145
Bitiş değerini giriniz	550
Azalma katsayısını giriniz	0
Artma katsayısını giriniz	1
Yüzdesi istenilen değeri giriniz	156
Yüzde karşılığı=----->	97

Değerler girildikçe sonuç otomatik olarak hesaplanacaktır.

[Ağırlık hesapla](#)
[Çalışma sistemi](#)
[Montaj / Demontaj](#)
[Bakım / Onarım](#)
[Nakil sistemi](#)
[Maliyet](#)
[Güvenlik](#)
[Şekil ve Yer](#)
[Ergonomiklik](#)
[Üretim](#)

Şekil 6.6. Bir servo motora ait maliyet yüzdesi hesabı

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

Fonksiyon_2 tanımlı=

Step motor

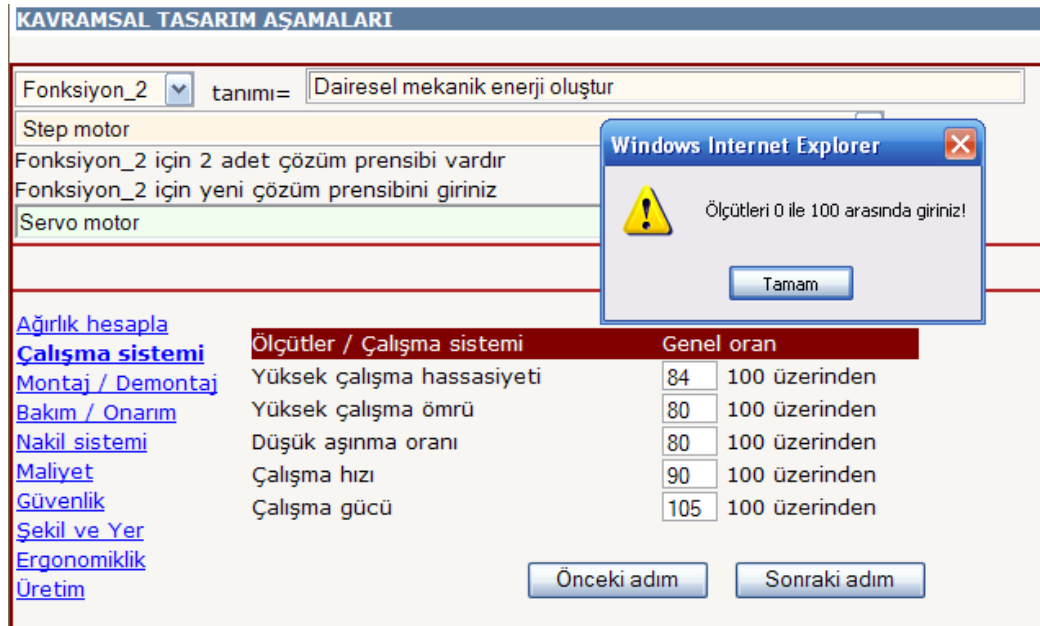
Fonksiyon_2 için 2 adet çözüm prensibi vardır
Fonksiyon_2 için yeni çözüm prensibini giriniz

Servo motor

Ölçütler / Çalışma sistemi	Genel oran	
Yüksek çalışma hassasiyeti	84	100 üzerinden
Yüksek çalışma ömrü	80	100 üzerinden
Düşük aşınma oranı	80	100 üzerinden
Çalışma hızı	90	100 üzerinden
Çalışma gücü	85	100 üzerinden

[Ağırlık hesapla](#)
[Çalışma sistemi](#)
[Montaj / Demontaj](#)
[Bakım / Onarım](#)
[Nakil sistemi](#)
[Maliyet](#)
[Güvenlik](#)
[Şekil ve Yer](#)
[Ergonomiklik](#)
[Üretim](#)

Şekil 6.7. Bir servo motor için değerlendirme ölçütleri girme



Şekil 6.8. Çözüm prensip ölçütleri girmede uyarı ve yönlendirmeler

6.5. En Uygun Çözüm Prensipleri Bulma

6.5.1. Girilmiş alt fonksiyon ve çözüm prensiplerini düzenleme

WEBKATA sistemi ile yapılan her tasarım sürecinde girdi alan veri tabanı dinamik bir karakterde ve sürekli genişlemektedir. Böylece her tasarımcı, mevcut veri tabanından kendi özel çalışmaları için gerekli fonksiyonları seçebilir. Daha önceden girilmiş alt fonksiyonların içeriği karar verme süreç öncesi güncelleştirme ve düzeltme amaçlı değiştirilebilir (Şekil 6.9). Benzer tarzda çözüm prensip verileri de güncelleştirme ve düzeltme işlemlerine tabi tutulabilmektedir (Şekil 6.10).

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI					
	id numarası	Fonksiyon adı	Fonksiyon girdisi	Fonksiyon	
Düzenle Sil	11	Fonksiyon_1	Elektrik sinyali + Elektrik enerjisi	Elektrik enerjisini ilet	Ek
Güncelle İptal	12	Fonksiyon_2	Elektrik enerjisi	Dairesel mekanik enerji	D
Düzenle Sil	13	Fonksiyon_3	Dairesel mekanik enerji	Doğrusal mekanik enerji oluştur	Dc
Düzenle Sil	14	Fonksiyon_4	Doğrusal mekanik enerji	Büyükliğini artır	Dc
Düzenle Sil	15	Fonksiyon_5	Doğrusal mekanik enerji	Doğrusal mekanik enerjiyi azalt	Dc

1 2 3

Şekil 6.9. Alt fonksiyonları yeniden düzenleme

	id numarası	Fonk_adı	Çözüm	Hassasiyet	Ömür	Aşınma	
Düzenle Sil	4	Fonksiyon_1	elektrik butonu	100	100	100	1
Düzenle Sil	5	Fonksiyon_1	elektrik şalteri	25	30	40	5
Düzenle Sil	6	Fonksiyon_2	Step motor	40	60	50	4
Güncelle İptal	7	Fonksiyon_2	Servo motor	84	80	80	7
Düzenle Sil	8	Fonksiyon_1	Elektrik anahtar	80	50	60	4
Düzenle Sil	9	Fonksiyon_1	Kontaktör	80	60	40	8
Düzenle Sil	11	Fonksiyon_3	Kam mekanizması	50	65	65	7

Şekil 6.10. Çözüm prensiplerini yeniden düzenleme

6.5.2. En uygun çözüm prensibine karar verme

Güncelleme ve düzenleme işlemleri sonrası en uygun çözüm prensibi, sistem tarafından belirlenir. Sistem karar mekanizması, alt fonksiyonların seçilmiş olan id numaralarını referans alarak en uygun sonuçlara birinci ve ikinci düzey olmak üzere iki düzeyde ulaşabilmektedir. Birinci düzey, çözüm prensiplerine ait toplam ölçüt ağırlığının en yüksek değerini esas almakta, ikinci düzey ise toplam ölçüt ağırlığının ikinci büyük değerini esas almaktadır. Böylece tasarıma alternatif çözümler üretilmiş olur.

Çözüm prensipleri, karar verme mekanizmasının yapısı gereği tümleşik ve ayrı ayrı olmak üzere iki türlü değerlendirilir.

Çözüm prensiplerini tümleşik değerlendirme

Tasarım başlangıcında tespit edilen genel değerlendirme ölçütlerine göre, aynı ölçüt ağırlıklarında değerlendirilecek alt fonksiyonlar aynı anda seçilerek tümleşik biçimde değerlendirilir (Şekil 6.12).

Çözüm prensiplerini ayırık değerlendirme

Alt fonksiyonların her biri farklı ölçüt ağırlıklarıyla değerlendirilecekse (Şekil 6.13), istenilen yüzde ölçüt ağırlıkları girildikten sonra sadece bir fonksiyon seçilip en uygun çözüme ulaşılabilir.

Tasarımı yapılacak otomatik boru kesme tezgâhının en uygun çözüm prensiplerini bulmak için öncelikle tasarımda kullanılacak olan alt fonksiyonlar ve bunları karşılayan çözüm prensiplerinin sistem veri tabanında olması gerekir. Bu tezgâh için gerekli alt fonksiyon ve çözüm prensipleri oluşturulduğunda, fonksiyon id numaralarının mevcut veri tabanından seçilmesiyle karar verme sürecine geçilebilir. Tümleşik (Şekil 6.11) ve ayırık (Şekil 6.14) uygulanan değerlendirmeler sonucunda birinci düzeyde elde edilen en uygun çözüm prensipleri, Şekil 6.14'de gösterilmiştir.

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI						
id numarası	Fonksiyon adı	Fonksiyon girdisi	Fonksiyon	Fonksiyon çıktısı	Çözüm sayısı	
Düzenle Sil 11	Fonksiyon_1	Elektrik sinyali + Elektrik enerjisi	Elektrik enerjisini ilet	Elektrik enerjisi	4	
Düzenle Sil 12	Fonksiyon_2	Elektrik enerjisi	Dairesel mekanik enerji oluştur	Dairesel mekanik enerji	2	
Düzenle Sil 13	Fonksiyon_3	Dairesel mekanik enerji	Doğrusal mekanik enerji oluştur	Doğrusal mekanik enerji	4	
Düzenle Sil 14	Fonksiyon_4	Doğrusal mekanik enerji	Büyükliğini artır	Doğrusal mekanik enerji	2	
Düzenle Sil 15	Fonksiyon_5	Doğrusal mekanik enerji	Doğrusal mekanik enerjiyi azalt	Doğrusal mekanik enerji	2	

1 2 3

Tüm fonksiyonu oluşturacak alt fonksiyon yapılarının ID numaralarını seçiniz

11 12 13 14 15 18 19 20 21 23 25 27 28

11 numaralı Fonksiyon_1 için 4 numaralı elektrik butonu kullanılmalıdır.
12 numaralı Fonksiyon_2 için 7 numaralı Servo motor kullanılmalıdır.
13 numaralı Fonksiyon_3 için 12 numaralı Krank - Biyel mekanizması kullanılmalıdır.
18 numaralı Fonksiyon_6 için 15 numaralı PLC panel kullanılmalıdır.
25 numaralı Fonksiyon_11 için 19 numaralı HSS Profil Testere kullanılmalıdır.
27 numaralı Fonksiyon_12 için 20 numaralı Ucu kapalı tüm daire profili kullanılmalıdır.
28 numaralı Fonksiyon_13 için 24 numaralı PC (Klavye) kullanılmalıdır.

Listeden seçili olanı sil

Seçilmiş fonksiyonların en uygun çözüm prensiplerini bul

Önceden çalışılmış projelerin sonuçlarını görmek için tıklayınız

Otomatik_boru_kesme_tezgahi için sonuçları kaydet

Şekil 6.11. Otomatik boru tezgâhı için tümleşik değerlendirme sonuçları

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI		
Önceden çalışılmış projelerin genel ölçütlerini yüklemek için seçiniz		
Otomatik_boru_kesme_tezgahi <input type="button" value="Seç"/>		
<input type="button" value="10"/>	Çalışma sistemi	Ölçütler / Çalışma sistemi Genel oran
<input type="button" value="10"/>	Montaj / Demontaj	Yüksek çalışma hassasiyeti <input type="text" value="20"/> 100 üzerinden
<input type="button" value="10"/>	Bakım / Onarım	Yüksek çalışma ömrü <input type="text" value="20"/> 100 üzerinden
<input type="button" value="10"/>	Nakil sistemi	Düşük aşınma oranı <input type="text" value="20"/> 100 üzerinden
<input type="button" value="20"/>	Maliyet	Çalışma hızı <input type="text" value="10"/> 100 üzerinden
<input type="button" value="10"/>	Güvenlik	Çalışma gücü <input type="text" value="30"/> 100 üzerinden
<input type="button" value="5"/>	Şekil ve Yer	GENEL ÖLÇÜT AĞIRLIĞI <input type="text" value="10"/> 100 üzerinden
<input type="button" value="15"/>	Ergonomiklik	
<input type="button" value="10"/>	Üretim	
<input type="button" value="100"/>		<input type="button" value="Sonraki adım"/>
Otomatik_boru_kesme_tezgahi için Genel değerlendirme ölçütlerini kaydet <input type="button" value="Kaydet"/>		
<input type="button" value="Önceki adım"/> <input type="button" value="Sonraki adım"/> <input type="button" value="İptal"/>		

Şekil 6.12. Tümleşik değerlendirme için esas alınan ölçüt ağırlıkları

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

Önceden çalışılmış projelerin genel ölçütlerini yüklemek için seçiniz

Önceden çalışılmış projelerin sonuçlarını görmek için tıklayınız

	Çalışma sistemi	Ölçütler / Çalışma sistemi	Genel oran	
20	Çalışma sistemi			
15	Montaj / Demontaj	Yüksek çalışma hassasiyeti	75	100 üzerinden
10	Bakım / Onarım	Yüksek çalışma ömrü	5	100 üzerinden
10	Nakil sistemi	Düşük aşınma oranı	5	100 üzerinden
20	Maliyet	Çalışma hızı	5	100 üzerinden
10	Güvenlik	Çalışma gücü	10	100 üzerinden
5	Şekil ve Yer	GENEL ÖLÇÜT AĞIRLIĞI	20	100 üzerinden
10	Ergonomiklik			
10	Üretim			
110				

Sonraki adım

Otomatik_boru_kesme_tezgahı için Genel değerlendirme ölçütlerini kaydet

Şekil 6.13. Ayrık değerlendirme için esas alınan ölçüt ağırlıkları

Değerlendirme aşamasında elde edilen en uygun çözüm prensipleri, tasarımı yapılan makine ismine sonuçlar olarak kaydedilebilir. Böylece üzerinde çalışılan projelerin sonuçlarından faydalanılabilir.

	id numarası	Fonksiyon adı	Fonksiyon girdisi	Fonksiyon	Fonksiyon çıktısı	Çözüm sayısı
Düzenle Sil	11	Fonksiyon_1	Elektrik sinyali + Elektrik enerjisi	Elektrik enerjisini ilet	Elektrik enerjisi	4
Düzenle Sil	12	Fonksiyon_2	Elektrik enerjisi	Dairesel mekanik enerji oluştur	Dairesel mekanik enerji	2
Düzenle Sil	13	Fonksiyon_3	Dairesel mekanik enerji	Doğrusal mekanik enerji oluştur	Doğrusal mekanik enerji	4
Düzenle Sil	14	Fonksiyon_4	Doğrusal mekanik enerji	Büyükliğini artır	Doğrusal mekanik enerji	2
Düzenle Sil	15	Fonksiyon_5	Doğrusal mekanik enerji	Doğrusal mekanik enerjisi azalt	Doğrusal mekanik enerji	2

1 2 3

Tüm fonksiyonu oluşturacak alt fonksiyon yapılarının ID numaralarını seçiniz

11 12 13 14 15 18 19 20 21 23 25 27 28

11 numaralı Fonksiyon_1 için 4 numaralı elektrik butonu kullanılmalıdır.
12 numaralı Fonksiyon_2 için 7 numaralı Servo motor kullanılmalıdır.
13 numaralı Fonksiyon_3 için 12 numaralı Krank - Biyel mekanizması kullanılmalıdır.
18 numaralı Fonksiyon_6 için 15 numaralı PLC panel kullanılmalıdır.
25 numaralı Fonksiyon_11 için 19 numaralı HSS Profil Testere kullanılmalıdır.
27 numaralı Fonksiyon_12 için 20 numaralı Ucu kapalı tüm daire profili kullanılmalıdır.
28 numaralı Fonksiyon_13 için 24 numaralı PC (Klavye) kullanılmalıdır.
12 numaralı Fonksiyon_2 için 6 numaralı Step motor kullanılmalıdır.

Listeden seçili olanı sil

Şekil 6.14. Otomatik boru tezgâhı için ayrıık değerlendirme sonucunun toplam sonuca eklenmesi

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez, ‘Sistematik Tasarım’ yaklaşımının önemli bir kısmını oluşturan kavramsal tasarım aşamasının ortak bir tasarım alanında (web tabanında) uygulanma çalışmasını içermektedir. Bu kapsamda makine sistemlerinin kavramsal tasarım aşamaları araştırılmış ve bu amaç doğrultusunda ‘Sistematik Tasarım’ ile ‘Fonksiyonel Analiz’ yaklaşımları referans alınarak web tabanında çalışan bir kavramsal tasarım işlem modeli geliştirilmiştir.

WEBKATA sisteminin önemli aşamaları başlıklar halinde aşağıda özetlenmiştir:

- 1) Daha önceden hazırlanmış olan tasarım şartnamesinin sisteme girilmesi
- 2) Genel değerlendirme ölçüt ağırlıklarının belirlenerek sisteme girilmesi
- 3) Fonksiyon yapılarının hiyerarşik ve düzenli bir sırada geliştirilmesi ve girilmesi
- 4) Kesinleştirilmiş alt fonksiyonların çözüm prensiplerinin bulunması
- 5) Bulunan her çözüm prensibine ait ölçüt ağırlıklarının basit bulanık küme mantığına göre hesaplanması
- 6) Ölçüt ağırlıkları hesaplanan çözüm prensiplerinin ölçüt ağırlıklarıyla sisteme girilmesi
- 7) Önceden girilmiş alt fonksiyon, çözüm prensip ve ölçüt ağırlıklarının isteğe bağlı olarak karar öncesi düzenlenmesi
- 8) Tasarımı amaçlanan makineyi oluşturacak olan alt fonksiyonların sistemin sürekli olarak genişleyen fonksiyon veri tabanından seçilmesi
- 9) Seçilmiş olan alt fonksiyonları karşılayan en uygun çözüm prensiplerinin, uygulanan tümleşik veya ayrık değerlendirmeler sonucunda iki farklı düzeyde bulunması

Bu araştırma çalışması kapsamında elde edilen genel sonuçlar şu şekilde belirtilebilir:

1) Makine kavramsal tasarımı bilgisayar destekli geliştirilerek yüksek hata payı, fazla maliyet ve uzun zaman gibi tasarımda istenmeyen olumsuz faktörleri en az seviyeye indirmek mümkün olabilecektir.

2) Geliştirilen web tabanlı sistem sayesinde, gerek teknik okullar ve de gerekse endüstri kuruluşlarında kullanılmak üzere, ortak ve sürekli genişleyen bir tasarım alanı oluşturulması ve böylece tasarımcıların güncel ve yeni teknolojiler içeren tasarımlar geliştirmeleri kolaylaşabilecektir.

3) WEBKATA sistemi, internet ve intranet ağ yapılarında çalışması yönüyle uzaktan bağlanıp kullanılmaya izin vermekte ve bu özellikle de tasarım işlemi; kolay, hızlı ve zamandan tasarruf edilecek tarzda yapılabilecektir.

4) Yapılan bu çalışmada, diğer kavramsal tasarım işlem ve yaklaşımlarında da olduğu gibi, fonksiyon yapıları esas alınmış ve daha ayrıntılı fonksiyonel analizler yapılmıştır. Ayrıca alt fonksiyonlara aranacak çözüm prensipleri ve farklı kombinasyonları da daha geniş bir alan ve kapsamda düşünülmüştür (gelişme ve ilavelere de açık olarak). Böylece mümkün en geniş kapsamlı bir tasarım çözüm uzayı ve bunun yeni teknolojilere paralel sürekli geliştirilmesi mümkün olabilecektir.

5) En uygun çözümlerin bulunmasında, karar verme mekanizması içinde yer alan ölçüt ağırlıklandırma sisteminin dış kabuğu Pahl ve Beitz'in 'amaçlar ağacı' esas alınarak geliştirilmiştir. Çözüm prensiplerinin bu 'amaçlar ağacında' objektif ve kesin çizgilerle değerlendirilebilmesi için bu çözüm prensiplerine ait ölçüt ağırlıklarının hesaplanması basit bulanık küme mantığına göre yapılmıştır.

6) Genel değerlendirme ölçütlerinin kapsama alanı, tasarlanacak makine sistemlerinin alanlarına göre program kodlarına müdahale edilerek

genişletilebilmektedir. Böylece makine kavramsal tasarımında kapsama alan esnekliği sağlanmış olur.

Yapılan alışmada, ‘Sistemik Tasarım’ yaklaşımının ürün planlama, şekillendirme tasarımı ve ayrıntılı tasarım süreçleri araştırma kapsamı dışında olduğundan ele alınmamıştır. ‘Web tabanlı kavramsal tasarım’ konusunda yürütülen bu tez çalışmasına ilave yapılabilecek araştırmalar aşağıda belirtilen doğrultularda yapılabilir:

- 1) Geliştirilen bu kavramsal tasarım sürecine ürün planlama, şekillendirme tasarımı ve ayrıntılı tasarım aşamaları eklenerek ‘Sistemik Tasarım’ yaklaşımı tüm boyut ve aşamaları ile bilgisayar destekli bir hale getirilebilir.
- 2) zm prensipleri için şematik resimler eklenerek kavramların ifade ve algılanması kolaylaştırılabilir.
- 3) WEBKATA sistemine, genel geçerli fonksiyon yapıları kullanılarak otomatik alt fonksiyon yapıları oluşturacak bir modül eklenebilir.
- 4) WEBKATA sistemine ayrı bir grafik tabanlı modül olarak grafik arabirimi eklenebilir. Bu modüle alt fonksiyonların zm prensiplerini simgeleyen üç boyutlu katı model temsilleri yüklenip tüm sistemin montaj edilme sürecinin ve montajdan sonra çalışma sisteminin dinamik olarak gösterimi sağlanabilir. Böylece endüstri kuruluşlarında tasarım faaliyetleri daha etkili, hızlı ve verimli yürütülebilir, teknik okullarda ise; öğrencilere tasarımlarını görsel ortamlarda sunma ve geliştirme fırsatı verilebilir.

KAYNAKLAR

1. Börklü, H.,R., “Makine tasarım dili”, *Mesleki ve Teknik Eğitim Sempozyumu*, Elazığ, 1 (1995).
2. Pahl, G. and Beitz, W., “Engineering Design”, The Design Council, *Springer-Veriag*, London, 5-140 (1988).
3. Börklü, H., R., “Computer-aided conceptual design based on design catalogues”, *Politeknik Dergisi*, 4 (3) : 77-78 (2001).
4. Sağır, H.B., “Bilgisayar Destekli Kavramsal Tasarım”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 49 (1996).
5. Deng, Y.M., Tor, S.B. and Britton, G.A., “Abstracting and exploring functional design information for conceptual mechanical product”, *Engineering with Computers*, 16, 36-52, (2000).
6. Kühnapfel, B., “Simulation-based evaluation in conceptual design”, *International Conference on Engineering Design – ICED 97*, Tampere, Finland, , August 133-136 (1997).
7. Gao, X., And Li, Z., “Computer-aided conceptual design of mechanical products using polychromatic sets”, *Int. Conf. on Mechatronics and Automation*, China, 25-28 (2006).
8. Xu, L., Li, Z., Li, S. And Tang, F., “A Polychromatic sets approach to the conceptual design of machine tools”, *International Journal of Production Research*, 43(12): 3397-2421 (2005).
9. Guan, L., Wang, J. And Wang, L., “Integrated approach for parallel machine tool conceptual design”, *Int. Conf. on Robotic, Intelligence Systems and Signal Processing*, China, 456–461 (2003).
10. Ociepka, P. And Swider, J., “Object-oriented system for computer aiding of the machines conceptual design process”, *Journal Materials of Processing Technology*, 157(158): 221-227 (2004).
11. Pahl, G. and Beitz, W., “Engineering Design”, The Design Council, *Springer-Veriag*, London, 10-160 (1996).
12. Kumar, A.S., Subramaniam, V. And Teck, T.B., “Conceptual design of fixtures using machine learning techniques”, *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 16: 176-181 (2000).

13. Ira Campbell, M., "The a design invention machine: A means of automating and investigation conceptual design", PhD Thesis, *Carneige Mellon University*, USA, 15 (2000).
14. Li, M., Huang, T., Zhang, D., Zhao, X., Hu, S.J. And Chetwynd, D.G., "Conceptual design and dimensional synthesis of a reconfigurable hybrid robot", *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 127: 647-653 (2005).
15. Carl, T.F., "A conceptual design of an underwater vehicle", *Ocean Engineering*, 33: 2087-2104 (2006).
16. Ye, J., Campbell, R.I., Page, T. and Badni, K.S., "An Investigation into the Implementation of Virtual Reality Technologies In Support of Conceptual Design", *Design Studies*, 27(1):77-97, (2006).
17. Toktaş, İ., "Mekanik sistemler için bir kavramsal tasarım modelinin geliştirilmesinde yapay sinir ağlarının kullanılması", Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 3 (2003).
18. Hundal, M.S., "A Systematic Method for Developing Function Structures, Solutions and Concept Variants", *Mechanism and Machine Theory*, 25 (3): 243-256 (1990).
19. Cole, E.L., "Functional analysis: A system conceptual design tool", *Ieee Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, 34(2): 354-365 (1998).
20. İnternet: Türk Dil Kurumu "Genel Türkçe Sözlük"
<http://www.tdk.gov.tr/TR/sozbul.ASPX?F6E10F8892433CFFFAAF6AA849816B2EF05A79F75456518CA&Kelime=zekâ> (2007).
21. Pirim H., "Yapay Zeka", *Journal of Yasar University*, 4(1): 1-11 (2006).
22. İnternet: "Yapay Zeka" <http://www.egitim.aku.edu.tr/yz.htm>.
23. Sloman., A., "Artificial Intelligence An Illustrative Overview", School of Computer Science, The University of Birmingham
24. Kırmanlı C., Erçelebi S.G., "Açık işletmelerde optimum ekipman seçimi", *İTÜ Mühendislik Dergisi*, 4(2): 67-68 (2005).
25. Anderson D., McNeill G., "Artificial Neural Networks Technology", *Kaman Sciences Corporation*, Newyork, 89-82 (1992).
26. Emel G. G., Taşkın Ç., "Genetik Algoritmalar ve Uygulama Alanları", *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, XXI: 129-152(2002).

27. Kahvecioğlu A., “Onarılabilir Elemanlara Önleyici Bakımın Etkisi ve Optimizasyonu”, *Bakım Teknolojileri Kongresi ve Sergisi*, Denizli, 343-354 (2003).
28. Goldberg, D.E., “Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning”, *Addison-Wesley*, 63 (1989).
29. Altunkaynak B., Esin A., “Doğrusal Olmayan Regresyonda Parametre Tahmini İçin Genetik Algoritma Yöntemi”, *G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 17(2):43-51 (2004).
30. C. Fayad and P. Webb, “Optimized Fuzzy Logic Based on Algorithm for a Mobile Robot Collision Avoidance in an Unknown Environment”, *7th European Congress on Intelligent Techniques & Soft Computing*, Aachen, Germany, 13-16, (1999).

EKLER

EK-1. WEBKATA sisteminin ana ekran görüntüsü

WEBKATA programı beş temel basamaktan oluşmaktadır (Şekil 1.1):

- 1) Tasarım şartnamesini girme
- 2) Sistemin genel değerlendirme ölçütlerini girme
- 3) Alt fonksiyonları girme
- 4) Çözüm prensiplerini girme
- 5) Genel kontrolü yapma, düzenleme ve karar verme

WEB TABANLI KAVRAMSAL TASARIM İŞLEM MODELİ

Tasarım şartnamesini gir
 Sistemin genel değerlendirme ölçütlerini gir
 Alt fonksiyonları gir
 Çözüm prensiplerini gir
 Genel kontrolü yap, düzenle ve karar ver

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

TASARIM ŞARTNAMESİ

PROJE İSMİ :OTOMATİK BORU KESME TEZGAHI
 PROJE NUMARASI:136522
 PROJE TARİHİ :12.03.2007

1-)Dökümden çıkan boru hareket halindedir.

2) Kesilmesi istenen maksimum ve minimum boru boyları aşağıdaki gibidir.
 LMAX boru = 450 mm, LMIN boru = 12 mm

3-)Kesilmesi istenen maksimum ve minimum boru çapları aşağıdaki gibidir.

Kaydetmek için proje ismini giriniz

Otomatik_boru_kesme_tezgahı

Projenin şartname bilgilerini kaydet

Üzerinde çalışmak istediğiniz projeyi seçiniz

Otomatik_boru_kesme_tezgahı

Şekil 1.1. WEBKATA sisteminin ana ekran görüntüsü

EK-2. WEBKATA sisteminin bir kavramsal tasarım örneği ile kullanımı

2.1. Dairesel Enerjinin Büyüklük Değişimini İstenen Ölçütlerde Sağlayan En Uygun Sistemi Bulma

Dairesel enerji büyüklüğünün değiştirilmesini sağlayan en uygun sistemi bulmak için yapılması gereken ilk işlem tasarım şartnamesinin girilmesidir (Şekil 2.1).

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

TASARIM ŞARTNAMESİ

PROJE İSMİ : UYGUN DAİRESEL ENERJİ DEĞİŞTİRME SİSTEMİ BULMA

PROJE NUMARASI: 2

PROJE TARİHİ : 15.05.2007

1-) Dairesel mekanik enerjinin büyüklüğü aşağıda istenilen miktarlarda değiştirilmelidir.

2-) Sistemden çıkış devir sayısı < 60 dev/dak olmalıdır.

3-) Güç = 11 kW olmalıdır.

Kaydetmek için proje ismini giriniz

Projenin şartname bilgilerini kaydet

Üzerinde çalışmak istediğiniz projeyi seçiniz

Şekil 2.1. Dairesel enerji değiştirme sisteminin şartname bilgilerini girme

EK-2. (Devam) WEBKATA sisteminin bir kavramsal tasarım örneği ile kullanımı

2.2. Dairesel Enerji Değişirme Sisteminin Genel Değerlendirme Ölçüt Ağırlıklarını Girme

Çözümü aranacak bu sistemin genel değerlendirme ölçüt ağırlıkları belirlendikten sonra sistem kurallarına göre toplam dokuz ana ölçüt, yirmi iki alt ölçüt olmak üzere bütün ölçüt ağırlıkları girilmektedir (Şekil 2.2).

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

Önceden çalışılmış projelerin genel ölçütlerini yüklemek için seçiniz

Dairesel enerji değiştirme sistemi

		Ölçütler / Çalışma sistemi	Genel oran
35	Çalışma sistemi		
5	Montaj / Demontaj	Yüksek çalışma hassasiyeti	20 100 üzerinden
10	Bakım / Onarım	Yüksek çalışma ömrü	20 100 üzerinden
5	Nakil sistemi	Düşük aşınma oranı	20 100 üzerinden
25	Maliyet	Çalışma hızı	10 100 üzerinden
4	Güvenlik	Çalışma gücü	30 100 üzerinden
6	Şekil ve Yer	GENEL ÖLÇÜT AĞIRLIĞI	35 100 üzerinden
5	Ergonomiklik		
5	Üretim		
100			

Sonraki adım

Dairesel enerji değiştirme sistemi için Genel değerlendirme ölçütlerini kaydet

Şekil 2.2. Dairesel enerji değiştirme sisteminin genel ölçüt ağırlıklarını girme

2.3. Dairesel Enerji Değişirme Sisteminin Alt Fonksiyon Yapısını Belirleyip Girme

Burada amaç komple bir makine sistemi tasarlamak olmayıp sadece kısmi bir makine sisteminin en uygun çözüm prensibinin ne olduğuna karar verilmesidir. Bu örnekle WEBKATA sisteminde komple makine sistemi tasarımı yanında tek veya daha az parçalı küçük makine sistem veya parçalarının tasarımı da yapıldığı gösterilmektedir.

EK-2. (Devam) WEBKATA sisteminin bir kavramsal tasarım örneği ile kullanımı

Şekil 2.3’de dairesel enerji değiştirme sisteminin alt fonksiyon yapısının girilmesi gösterilmektedir.

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI	
Fonksiyon sıra numarası	Fonksiyon_14 Fonksiyon_5 ▼
Fonksiyon girdileri	Dairesel mekanik enerji ▲▼
Fonksiyon tanımı	Dairesel mekanik enerjinin büyüklüğünü değiştir ▲▼
Fonksiyon çıktıları	Dairesel mekanik enerji ▲▼
Çözüm prensibi sayısı	20
Fonksiyon bilgilerini kaydet	

Şekil 2.3. Dairesel enerji değiştirme sisteminin alt fonksiyon yapısını girme

2.4. Dairesel Enerji Değiştirme Sisteminin Alt Fonksiyon Yapısını Karşılamanın Çözüm Prensiplerini Girmesi

Dairesel enerjinin büyüklüğünü değiştirmeyi sağlayan farklı çözüm prensipleri bulunmaktadır. Şekil 2.4 dairesel enerji değiştirme sisteminin alt fonksiyon yapısını karşılayan çözüm prensiplerini girmeyi göstermektedir. Bu alt fonksiyonu karşılayan yirmi adet çözüm prensibi belirlenmiş ve sistem veri tabanına girilmiştir (Şekil 2.5).

EK-2. (Devam) WEBKATA sisteminin bir kavramsal tasarım örneği ile kullanımı

KAVRAMSAL TASARIM AŞAMALARI

Fonksiyon_5 tanıımı= Dairesel mekanik enerjinin büyüklüğünü değiştir

Sonsuz vidalı motorlu redüktörler

Fonksiyon_5 için 20 adet çözüm prensibi vardır
Fonksiyon_5 için yeni çözüm prensibini giriniz

Helisel dişlili motorlu aeratör tipi redüktörler

[Ağırlık hesapla](#)
[Çalışma sistemi](#)
[Montaj / Demontaj](#)
[Bakım / Onarım](#)
[Nakil sistemi](#)
[Maliyet](#)
[Güvenlik](#)
[Şekil ve Yer](#)
[Ergonomiklik](#)
[Üretim](#)

Ölçütler / Çalışma sistemi	Genel oran	
Yüksek çalışma hassasiyeti	80	100 üzerinden
Yüksek çalışma ömrü	80	100 üzerinden
Düşük aşınma oranı	80	100 üzerinden
Çalışma hızı	85	100 üzerinden
Çalışma gücü	85	100 üzerinden

[Önceki adım](#) [Sonraki adım](#)

Fonksiyon_5 için Helisel dişlili motorlu aeratör tipi redüktörler çözümünü ve ölçütlerini kaydet

Şekil 2.4. Dairesel enerji değiştirme sisteminin alt fonksiyon yapısını karşılayan çözüm prensiplerini girme

Fonksiyon_5 tanıımı= Dairesel mekanik enerjinin büyüklüğünü değiştir

Sonsuz vidalı helisel dişlili motorsuz redüktörler

Sonsuz vidalı helisel dişlili motorsuz redüktörler

Sonsuz vidalı motorlu redüktörler(Alüminyum Gövde)

Sonsuz vidalı motorsuz redüktörler-Alüminyum Gövde

Kayışlı tip redüktörlü motorlu varyatörler

Kayışlı tip motorlu varyatörler

Sonsuz vidalı helisel dişlili motorlu varyatörler

Kayışlı tip motorsuz varyatörler

özel tasarlanmış dişli kutusu

Dişli çifti

Zincir dişli sistemi

Helisel dişlili motorlu redüktörler

Helisel dişlili motorsuz redüktörler

Paralel delik milli motorlu redüktörler

Paralel delik milli motorsuz redüktörler

Helisel dişlili motorlu aeratör tipi redüktörler

Helisel dişlili ağır hizmet tipi redüktörler

Helisel dişlili motorsuz O tipi redüktörler

Sonsuz vidalı motorlu redüktörler

Sonsuz vidalı motorsuz redüktörler

Sonsuz vidalı helisel dişlili motorlu redüktörler

Şekil 2.5. Fonksiyon_5 numaralı alt fonksiyona ait yirmi adet çözüm prensibi

EK-2. (Devam) WEBKATA sisteminin bir kavramsal tasarım örneği ile kullanımı

2.5. Dairesel Enerji Değiştirme Sistemine Ait En Uygun Çözüm Prensiplerinin Sistem Tarafından Bulunması

Şekil 2.6’de olduğu gibi, en uygun çözüm prensibi bulunacak olan alt fonksiyonun id numarası seçilir ve istenilen düzeyde en uygun çözüm prensibi sistem tarafından bulunur. Sonuçlar çalışılan proje üzerine kaydedilebilir.

Düzenle	Sil	15	Fonksiyon_5	Dairesel mekanik enerji	Dairesel mekanik enerjinin büyüklüğünü değiştir	Dairesel mekanik enerji	20
-------------------------	---------------------	----	-------------	-------------------------	---	-------------------------	----

1 2 3

Tüm fonksiyonu oluşturacak alt fonksiyon yapılarının ID numaralarını seçiniz

11
 12
 13
 14
 15
 18
 19
 20
 21
 23
 25
 27
 28

15 numaralı Fonksiyon_5 için 40 numaralı Sonsuz vidalı helisel dişli motorlu redüktörler kullanılmalıdır.

Listeden seçili olanı sil

Listeyi tamamen sil

Seçilmiş fonksiyonların en uygun çözüm prensiplerini bul

Düzye 1

Önceden çalışılmış projelerin sonuçlarını görmek için tıklayınız

▼

Dairesel enerji değiştirme sistemi için sonuçları kaydet

Şekil 2.6. En uygun çözüm prensiplerinin sistem tarafından bulunması

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : MAYDA, Murat
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01.12.1981 Karaman
Medeni hali : Bekâr
Telefon : 0 555 725 0124
E-mail : murat_mayda@hotmail.com

Eğitim Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	G.Ü. / Mak.Resim ve Konst. Öğrt.	2004
Lise	Karaman Teknik Lisesi	1999

İş Deneyimi	Yer	Görev
2004 – 2005	Metanuca (Doğal gaz) /Ankara	Proje sorumlusu
2001 – 2002	Araç Projesi Tasarımı / Karaman	Tasarımcı

Yabancı Dil

İngilizce