

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KAVRAMAL TASARIM YAKLAŞIMLARININ
İNCELENEREK YENİ BİR YAKLAŞIM GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NAZ YALDIZ

DENİZLİ, HAZİRAN - 2019

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**KAVRAMSAL TASARIM YAKLAŞIMLARININ
İNCELENEREK YENİ BİR YAKLAŞIM GELİŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NAZ YALDIZ

DENİZLİ, HAZİRAN - 2019

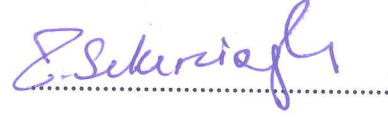
KABUL VE ONAY SAYFASI

NAZ YALDIZ tarafından hazırlanan “KAVRAMSAL TASARIM YAKLAŞIMLARININ İNCELENEREK YENİ BİR YAKLAŞIM GELİŞTİRİLMESİ” adlı tez çalışmasının savunma sınavı 20.06.2019 tarihinde yapılmış olup aşağıda verilen jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

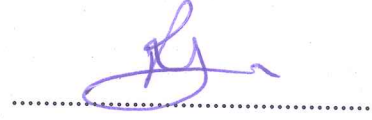
Danışman
Prof. Dr. Tezcan ŞEKERCİOĞLU
Pamukkale Üniversitesi



Üye
Prof. Dr. Olcay Ersel CANYURT
Gazi Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi Recep YURTSEVEN
Pamukkale Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 17/07/2019 tarih ve 29/12 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

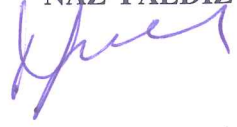


Prof. Dr. Uğur YÜCEL ✓

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

NAZ YALDIZ



ÖZET

KAVRAMSAL TASARIM YAKLAŞIMLARININ İNCELENEREK YENİ BİR YAKLAŞIM GELİŞTİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

NAZ YALDIZ

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MAKİNA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. TEZCAN ŞEKERCİOĞLU)

DENİZLİ, HAZİRAN - 2019

Mühendislik tasarımı, kapsamlı ve gerçekleştirilmesi zor bir görevdir. Tasarıma başlarken istenilenleri anlamak, tasarlanacak ürünün formunu hayal edebilmek gerekir. Tasarımcı düşünce yaklaşımları sürecin her aşamasında yer alır. Doğru sorularla tasarımı yapılacak ürüne farklı bakış açıları ile bakılabilir. Bir ürün tasarımı birçok seçenek arasından doğru olanı seçebilmeyi gerektirir. Seçenekleri oluşturabilmek için bir tasarımcının, tasarımın nedenini iyi anlaması gerekir. Kullanıcı beklentisini karşılayabilecek seçimler yapmak hedeflenen sonuca ulaşmak için doğru seçimler yapıldığının göstergesidir. İyi yapılandırılmış sistematik bir yöntemin doğru uygulaması ile tasarım süreci verimli bir şekilde tamamlanabilir.

Mühendislik tasarım sürecinde kavramsal tasarım, sistematik bir yaklaşım ile tasarım sürecinde uygulanacak aşamaları içerir. Kavramsal tasarım metodlarının teoride birçok farklı yaklaşıma göre önerisi olmasına rağmen endüstride sistematik bir metodu dikkate almak veya uygulamak yeterince önemsenmemektedir. Bu durumun nedeni mevcut tasarım metodlarının uygulanmasındaki teşvik eksikliğinden veya sistematik bir süreci takip etmenin zaman kaybına neden olabileceği düşüncesinden kaynaklanabilir.

Bu tez kapsamında, mevcut kavramsal tasarım metodları üzerine incelemeler yapılmıştır. Mühendislik tasarım süreci için anlam odaklı kavramsal tasarım metodu olarak Yaprak Modeli önerilmiştir. Yaprak Modeli, amaç, araştırma, kullanıcı kimliği, tema, içten dışa yaklaşım, eleştiri, ürün kimliği, değerlendirme, karar verme ve sunum olmak üzere on aşamadan oluşur. Model aşamaları detaylı bir şekilde açıklanmıştır (bölüm 4). Yaprak Modeli uygulamalarını arttırmak ve tecrübesiz tasarımcılar için rehber olma niteliği taşıması amacıyla metod uygulaması redüktör eğitim seti tasarımı üzerine yapılmıştır.

ANAHTAR KELİMELER: Kavramsal tasarım, tasarım odaklı düşünme, anlam odaklı tasarım

ABSTRACT

DEVELOPING A NEW CONCEPTUAL DESIGN APPROACH WITH EVALUATING CONCEPTUAL DESIGN APPROACHES

MSC THESIS

NAZ YALDIZ

**PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
MECHANICAL ENGINEERING**

(SUPERVISOR: PROF. DR. TEZCAN ŞEKERCİOĞLU)

DENİZLİ, JUNE 2019

Engineering design is a comprehensive and challenging process. When starting the design process, it is necessary to understand what is desired by customers and to imagine the shape of the product to be designed. Design thinking approaches take place at every stage of the process. The product being designed can be evaluated from different perspectives if the right questions are asked. Product design requires the ability to choose the best option out of many possibilities. In order to analyse options, a designer needs to understand the reason for the design. Making choices that meet user expectations is an indication that the right choices have been made. The design process can be completed efficiently with the right application of a well-structured and systematic method.

In the design process, conceptual design with a systematic approach considers the stages which are to be applied. Although conceptual design methods are theoretically based on many different approaches, they rarely include a systematic method when applied in industry'. This may be due to a lack of incentives in the implementation of existing design methods or the idea that following a systematic process may cause a loss of time.

This thesis examines existing engineering design theories and methods. The meaning-oriented Leaf Model has been proposed as the design method for the conceptual design process of the engineering design. The Leaf Model consists of 10 stages: purpose, research, user identity, theme, inside-out approach, criticism, product identity, evaluation, decision making and presentation. This study explains the model stages in greater detail in (insert section 4). In order to increase the ability to apply the Leaf Model and to guide novice designers, the method application was designed based on the gearbox education kit.

KEYWORDS: Conceptual design, design thinking, meaning-focused design

İÇİNDEKİLER

Sayfa

| | |
|--|-------------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT | ii |
| İÇİNDEKİLER | iii |
| ŞEKİL LİSTESİ | v |
| TABLO LİSTESİ | vi |
| SEMBOL LİSTESİ | vii |
| ÖNSÖZ | viii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1 Literatür Özeti | 2 |
| 1.2 Tezin Amacı | 6 |
| 2. TASARIM MODELLERİ VE TEMEL TEORİLER | 7 |
| 2.1 Tasarım Modellerinin Oluşum Mantığı | 7 |
| 2.2 Tasarım Üzerine Düşünce Yaklaşımları | 13 |
| 2.2.1 Çift Elmas Tasarım Modeli | 14 |
| 2.2.2 5 Aşamalı Tasarım Modeli | 16 |
| 2.3 Mühendislik Tasarım Süreci Yaklaşımları | 18 |
| 2.3.1 Teknik Sistemler Teorisi..... | 19 |
| 2.3.2 VDI 2221:1987'nin İncelenmesi | 20 |
| 2.3.3 Pahl ve Beitz Tarafından Önerilen Kavramsal Tasarım Metodu .. | 21 |
| 2.3.4 Alan Teorisi | 23 |
| 2.3.5 Karakteristik-Özellik Modellemesi /Özellik Odaklı Geliştirme .. | 25 |
| 2.3.6 Konsept ve Bilgi Teorisi | 28 |
| 2.3.7 Tersine Mühendislik Yaklaşımı | 31 |
| 3. TASARIM YAKLAŞIMLARIN KARŞILAŞTIRILMASI | 33 |
| 4. ÖNERİLEN TASARIM METODU | 38 |
| 4.1 Giriş..... | 38 |
| 4.2 Yaprak Modeli..... | 40 |
| 4.2.1 Amaç | 41 |
| 4.2.2 Araştırma | 44 |
| 4.2.3 Kullanıcı Kimliği..... | 45 |
| 4.2.4 Tema | 46 |
| 4.2.5 İçten Dışa Yaklaşım | 48 |
| 4.2.6 Eleştiri | 50 |
| 4.2.7 Ürün Kimliği | 53 |
| 4.2.8 Değerlendirme | 55 |
| 4.2.9 Karar Verme | 56 |
| 4.2.10 Sunum | 56 |
| 4.3 Yaprak Model'inin Bir Ürüne Uygulanması | 58 |
| 4.3.1 Amaç | 58 |
| 4.3.2 Araştırma | 58 |
| 4.3.3 Kullanıcı Kimliği..... | 59 |
| 4.3.4 Tema | 60 |
| 4.3.5 İçten Dışa Yaklaşım | 62 |
| 4.3.6 Eleştiri | 62 |
| 4.3.7 Ürün Kimliği | 64 |

| | |
|----------------------------------|-----------|
| 4.3.8 Değerlendirme | 65 |
| 4.3.9 Karar Verme | 69 |
| 4.3.10 Sunum | 69 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER..... | 71 |
| 6. KAYNAKLAR..... | 73 |

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Şekil 2.1: March (1984) tarafından geliştirilen DTT modeli..... | 9 |
| Şekil 2.2: Mantıksal çıkarımların analizi için kullanılacak model..... | 9 |
| Şekil 2.3: Tümdengelim mantıksal çıkarım süreci başlangıç pozisyonu | 10 |
| Şekil 2.4: Tümevarım mantıksal çıkarım süreci başlangıç pozisyonu | 10 |
| Şekil 2.5: Normal dışaçekim mantıksal çıkarım süreci başlangıç pozisyonu.... | 11 |
| Şekil 2.6: Tasarım dışaçekimi mantıksal çıkarım süreci başlangıç pozisyonu. | 11 |
| Şekil 2.7: Jones (1963) tarafından geliştirilen problem odaklı tasarım modeli. | 12 |
| Şekil 2.8: Çift Elmas Modeli | 14 |
| Şekil 2.9: Beş Aşamalı Tasarım Modeli. | 17 |
| Şekil 2.10: Tasarım sürecine genel yaklaşım. | 21 |
| Şekil 2.11: Kromozom Modeli. | 24 |
| Şekil 2.12: Karakteristikler ve özellikler arasındaki iki temel ilişki. | 26 |
| Şekil 2.13: Analiz işleminin basit bir modeli. | 27 |
| Şekil 2.14: Sentez işleminin basit bir modeli. | 27 |
| Şekil 2.15: Tasarım karesi. | 30 |
| Şekil 2.16: Konsept ve bilgi dinamikleri | 30 |
| Şekil 4.17: Yaprak Modeli..... | 41 |
| Şekil 4.18: Altın Çember | 42 |
| Şekil 4.19: Anlam tasarım grafiği | 53 |
| Şekil 4.20: Zihin haritası..... | 61 |
| Şekil 4.21: Ortak hipotez tasarımı | 63 |
| Şekil 4.22: Anlam tasarımı | 64 |

TABLO LİSTESİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Tablo 2.1: KÖM ve ÖOG yaklaşımında kullanılan sembollerin açıklamaları.. | 27 |
| Tablo 2.2: Tersine mühendislik şablon örneği. | 32 |
| Tablo 3.3: Tasarım yaklaşımlarının karşılaştırılması | 37 |
| Tablo 4.3: Eleştiri standartlarına göre önerilen sorular..... | 52 |
| Tablo 4.4: Prototip değerlendirme formu | 57 |

SEMBOL LİSTESİ

| | | |
|-----------------------------------|---|--|
| VDI | : | Alman Mühendisler Birliği (Verein Deutscher Ingenieure) |
| TST | : | Teknik Sistemler Teorisi |
| KÖM | : | Karakteristik ve Özellik Modellemesi |
| ÖOG | : | Özellik Odaklı Geliştirme |
| K – B | : | Konsept - Bilgi |
| DTT | : | Dışaçekim – Tümdengelim – Tümevarım |
| C_i | : | Karakteristikler |
| P_j | : | Özellikler |
| PR_j | : | Gerekli Özellikler |
| R_j | : | Karakteristikler ve özellikler arasındaki ilişkiler |
| R_j⁻¹ | : | Karakteristikler ve özellikler arasındaki ilişkiler |
| D_x | : | Karakteristikler arasındaki bağımlılıklar (kısıtlamalar) |
| EC_j | : | Dış koşullar |
| K | : | Konsept |
| B | : | Bilgi |
| MRG | : | Manyetik Rezonans Görüntüleme |

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın tamamlanması için sabrını ve desteklerini esirgemeyen, danışman hocam, Sayın Prof. Dr. Tezcan ŞEKERCİOĞLU'na, Yaprak Modeli'nin geliştirilmesinde kitap önerileri ve fikirleri ile yol gösterici olan Northumbria Üniversitesi Tasarım Okulu'ndan Sayın Mark BAILEY'e ve son olarak da aileme teşekkür eder, şükranlarımı sunarım.

1. GİRİŞ

Mühendislik tasarım sürecinde, birbiriyle ilişkili birçok görev gerçekleştirilir. Sürece sistematik yaklaşmak, ulaşılmak istenen çıktının (servis, hizmet, ürün vb.) kaliteli ve rekabetçi olmasını sağlar. Mühendislik tasarım süreci ile ilgili birçok farklı yaklaşım ve metot önerileri yapılmıştır. Tasarım metotlarında, süreçte gerçekleştirilmesi gereken görevler ve bu görevleri gerçekleştirmek için uygun yöntemler açıklanır. Mühendislik tasarım sürecine başlangıç aşaması olan kavramsal tasarım, sürece stratejik yaklaşılmasını da sağlayabilecek aşama ve yöntemleri içermektedir. Kavramsal tasarım, problem, ihtiyaç ve istekler doğrultusunda gelişen yeni bir ürün üzerine düşünülüp fikir oluşturulması ile başlar. Fikirler çözüme ulaşmada ihtiyaçları belirleyebilmek için önemlidir. Tasarım sürecinde faydalı çözüme ulaşabilmek için ihtiyaçları ve problemi iyi anlamak gerekir. Çözüm, tasarımcının belirleyeceği nitelikleri içerir. Bu nitelikler eğitim, sosyal çevre ve motivasyon gibi faktörlerden etkilenebilir. Tasarım süreci sonucunda, yüksek kalite, zaman tasarrufu ve istenen nitelikli ürünü oluşturabilmek için kavramsal tasarım aşamasında uygulanabilir farklı stratejiler geliştirilmiştir. Teorik olarak sunulan yaklaşımların denenmesi ve geliştirilebilmesi için sanayi ve teori tasarımcıları arasındaki iletişimin ve iş birliğinin kuvvetlenmesi gerekmektedir.

Kavramsal tasarım yaklaşımları, seçenekleri oluşturma ve karar verme aşamalarında tasarımcının rehberi olur. Kavramsal tasarım süreci için benimsenen metodolojiye dayanan farklı tanımlamalar yapmak mümkündür. Ullman (2010) tarafından kavramsal tasarım; kaliteli ürün üretebilmenin temelini oluşturmak, olarak tanımlanmıştır. Bir ürünün tasarımından önce işlevinin iyi anlaşılması gerekir. Kavramsal tasarım, ürünün işlevi üzerine yoğunlaşır. Tasarım sürecinde geliştirilen düşünceler, konstrüksiyona ve çalışma prensiplerine uygun olarak geliştirilmeli ve üretilebilirlik kontrol edilmelidir (VDI 2221 1987). Ana çözümü belirten kavramsal tasarım, tasarım sürecinin parçası olup, soyutlama yoluyla problemlerin çözümü, fonksiyon yapıları kurma, uygun çalışma fonksiyonları araştırma ve bunları bir tasarımda birleştirme amacıyla yapılır (Pahl

ve diğ. 2007). Kavramsal tasarım süreci, çok aşamalı bir sürece dönüştürülerek her aşamada çözümün yorumlanması yapılabilir. Çözümlerin yorumlanması ve bu sürecin farklı bölümler ile iş birliği içerisinde yapılması tasarımcıların problem çözme davranışlarında büyük etkiye sahiptir. Bu işlemler sonucunda tasarımcılar uygun çözüm yollarını bularak erken safhalarda oluşabilecek problemleri önleyebilir, istenilene uygun tasarımı geliştirebilir.

1.1 Literatür Özeti

Hubka (1974) tarafından önerilen ve sonrasında Hubka ve Eder (1988; 1996) tarafından geliştirilen Teknik Sistemler Teorisi (TST), amaç, dönüşüm süreci yapısı, fonksiyon yapısı, organ yapısı ve bileşen yapısı olmak üzere beş aşamadan oluşur. Teknik Sistemler Teorisi, şartnameyi hazırlama, süreç, fonksiyon, organ ve bileşen yapılarının oluşturulması aşamaları ile tanımlayıcı (betimleyici) tasarım süreci birleştirilmiştir. Eder (2014) tarafından belirtildiği gibi geliştirilen birçok mühendislik yaklaşımının temelini oluşturan, Teknik Sistemler Teorisi, mühendislik ürününün çalışma prensibi ne olursa olsun, tüm ürünler için ortak olanı tanımlar.

Pahl ve Beitz (1996; 2007) tarafından önerilen tanımlayıcı mühendislik tasarım modeli, tasarım sürecini iyi tanımlanmış dört aşamaya böler. Bu aşamalar, görevin netleştirilmesi, kavramsal tasarım, şekillendirme tasarımı ve ayrıntılı tasarımıdır. Kavramsal tasarım sürecinde, ihtiyaçlar listesinde yer alan şartnameler, ürün fonksiyonu ve çalışma prensipleri belirlenerek ürünün bilgisayar destekli tasarım modeli oluşturulur. Pahl ve Beitz tarafından geliştirilen mühendislik tasarım yaklaşımı büyük ölçüde VDI 2222 ve VDI 2221 standartları tarafından benimsenmiştir.

Chakrabarti ve diğ. (2015) Pahl ve Beitz tarafından önerildiği gibi tanımlayıcı modeller, tasarımcıların izlemesi gereken prosedürden bahsederken, mevcut durumu anlamak ve bu durumun çözümü için bir yöntem önermemekte ve teşvik etmemektedir.

Geis ve diğ. (2010) göre, Pahl ve Beitz tasarım sürecinde yinelemeli döngülerin olması gerektiğini belirtmişlerdir. Fakat metodoloji bu döngülerin azaltılmasını sağlamalıdır. Jensen (1999), Pahl ve Beitz tarafından önerilen sistematik yaklaşımı, tasarım teorilerinin temelini oluşturan ve metod tasarımlarında başvurulan bir yöntem olarak tanımlamıştır. Fakat tasarım yönteminin ne olduğu konusunda yanıltıcı olduğunu iddia etmişlerdir.

Jansch ve diğ. (2006), VDI 2221 standartlarının VDI 2222 standartlarına dayandığını vurgulamışlardır. VDI 2222 ve 2221 standartlarının ortak amacı, teknik sistemler ve ürünler tasarlamak için genel bir metodoloji önermek ve daha verimli bir çalışma tarzı üretmek için metodik ve sistematik bir tasarımı desteklemektir.

Chakrabarti ve diğ. (2015), VDI 2221 (1987;1993), teknik sistemlerin tasarımı için yedi aşamalı, tanımlayıcı bir süreç modeli tanımlamıştır. Bu aşamalar; Görevi netleştirmek, fonksiyon yapılarının belirlenmesi, alt fonksiyonlar için çözüm ilkeleri geliştirmek ve temel bir çözüm oluşturmak, ana çözümü gerçekleştirilebilir modüllere bölmek ve modül yapısını geliştirmek, temel modüller geliştirmek ve son ürün belgelerini hazırlamak. Gerçekleştirilen aşamalar sonucunda, şartname, fonksiyon yapısı, ana çözüm, modül yapısı ve ürün belgeleri elde edilecektir.

Weber (2008; 2014) tarafından önerilen KÖM ve ÖOG yaklaşımları, bir ürünün karakteristikleri ve özellikleri arasındaki ayrıma dayanır. Tasarımın ürün özelliklerini tanımlamak için KÖM, üretim süreci için ise ÖOG yaklaşımları kullanılır. Ürünün karakteristikleri ve ürünün davranışına dayalı özellikler belirlenir. Karakteristik olarak, şekil, boyut, malzeme ve yüzey özellikleri, özellikler olarak, ürün davranışına dayalı özelliklerde ise, ağırlık, güvenlik, güvenilirlik gibi özellikler belirlenebilir. Belirlenen özellikler analiz ve sentez yoluyla ilişkilendirilir.

Forsteneichner ve diğ. (2018) göre, KÖM ve ÖOG yaklaşımı ürün bilgileri haricinde, süreç verilerini de tanımladığı için süreç açıklaması için temel oluşturur. Luedeke ve diğ. (2018) göre, KÖM ve ÖOG yaklaşımında farklı bakış açıları arasındaki uyum, ÖOG yaklaşımı ile temel olarak gerekli özelliklere

dönüştürülmesi gereken belirsiz kullanıcı gereksinimleri ile başlanarak sağlanabilir. Ürün modeli elemanlarının eşlenmesi ise KÖM yaklaşımı ile sağlanır.

Hansen ve diğ. (2002) tarafından, Teknik Sistemler Teorisi üzerinden Alan Teorisi geliştirilmiştir. Alan teorisi, bir ürünün amacı ile ayrıntılarının nedenleri arasındaki bağlantıyı açıklayabilir. Faaliyet, organ ve parça alanı olmak üzere üç alan mevcuttur. Detaylandırma ve somutlaştırma ile alanlar arasında bağlantı sağlanır ve kromozom modeli kullanılır.

Fan ve diğ. (2005)'ne göre, alan teorisi uygulamasında kromozom modeli oluşturmak için uygulanan sistematik süreç, tasarımcının veya tasarım ekibinin tasarım gerekliliklerini ve amaçlarını tam olarak görmesini sağlar. Ayrıca kromozom modeli ile tasarımcı, tasarım bilgisi biriktirerek, bilgi tabanı oluşturabilir.

Hatchuel ve diğ. (2002), birçok ampirik çalışma sonrasında K – B Teorisi'ni önermiştir. Önerilen teori daha sonra Hatchuel ve diğ. (2009) tarafından geliştirilmiştir. Teoride B, bilgi uzayıdır ve mantıksal önermeler içerir. K ise konsept uzayıdır. Hatchuel ve diğ. (2008), yaratıcılığı tasarım sürecine dahil eden, tasarım mantığı teorisi olarak tanımladıkları K – B teorisi ile mevcut bilgileri kullanarak tasarım sürecini modellemektedir. Tasarım sürecinin bilgi tabanlı yürütülmesi sağlanarak, bilinmeyen kavramlar araştırılmaktadır.

Blessing ve diğ. (2002) göre, K – B Teorisi tasarım yaratıcılığının nasıl oluştuğunu açıklamayı ve bilimsel araştırma ile tasarım sürecini birleştirerek bir iskelet oluşturmayı önermektedir. Brun ve diğ. (2018) göre, K – B teorisi tasarım sürecinde kavram ve bilgi alanlarının genişletilmesine dayanır. Bilgi ve kavramlar arasındaki etkileşim tam olarak yenilikçi fikirlerin ortaya çıkmasını sağlar.

Choulier ve diğ. (2011) göre, mevcut tasarım teorilerine ve tanımlarına dayanarak, K – B teorisi ürün fonksiyon ve yapısı üzerinde detaylı inceleme sunmadığı için gerçek bir tasarım teorisi değildir. Ayrıca K – B teorisinin, tasarımcıların bilgi ve kavramları birleştirme yeteneğine dayanan yaratıcı süreçte bazı unsurların analizinde ve sentezinde yararlı olacağını belirtmişlerdir. Le

Masson ve diğ. (2012), K – B teorisi ile yürütülen tasarım sürecini, birbirine bağı olmayan tasarım keşif yolları ile tanımlandığını vurgulamaktadır. Böylece her yeni tasarım aşaması, beklenmedik açılımlara neden olabilir. Bu durum tasarım sürecinde yaratıcı çözümlerin elde edilmesini destekler niteliktedir.

Ullman (2010), tasarım sürecinde ürün geliştirmek için uygulanacak tersine mühendislik yöntemine uygun metot önermiştir. Tasarım sürecini ihtiyaçlara göre bölümlere ayırmıştır. Kavramı fiziksel değerlendirmeyi yapabilmek için geliştirilmiş fikirler olarak tanımlamış ve kavramsal tasarım aşamasında ürünün işlevselliğinin belirlenmesinin önemini vurgulamıştır.

Rozzauk ve diğ. (2012) tasarım düşünce yaklaşımlarının, insanları anlama, prototipleme, geri bildirim toplama ve yeniden tasarlama gibi temel aşamaları içeren analitik ve yaratıcı bir süreç olarak tanımlamışlardır. Cross (2011) tarafından, tasarım üzerine düşünce yaklaşımlarının stratejik yönü vurgulanmıştır. Tasarımcılar tarafından sorunun kişisel şekilde ifade edilmesine fırsat vermesi, farklılıklar yaratılabilmesinde avantaj sağlamıştır.

Kloekner ve diğ. (2017) göre, tasarım düşüncesi, insan merkezli tasarım sürecidir. Tüketicilerin derinlemesine anlaşılmasına vurgu yapan, ürünlerin, hizmetlerin, işlemlerin ve işletmelerin, bütünleyici, yaratıcı ve ilham verici bir şekilde inovasyonunun gerçekleştirilmesini hedefleyen süreçtir. Empati, merak, iş birliği, deneme, görselleştirme, esneklik ve sürekli öğrenme tasarım düşüncesi zihniyetini oluşturan temalar olarak belirtilmektedir.

Brown (2009) tarafından tasarım odaklı düşünme, mevcut durum dışındaki alternatifleri dikkate alarak farklı düşünme, seçenekleri organize etmek ve en iyisini seçmek için yakınsak düşünme yaklaşımlarının uygulandığı süreç olarak tanımlanmıştır. Analiz işlemi ile kalıpların parçalanması, anlamlı ve uygun olan kalıpların birleştirilmesinin de sentez işlemi ile yapılması gerektiği belirtilmiştir.

Dune ve Martin (2006), tasarımcının tasarım odaklı düşünme kabiliyeti ile liderlerin düşünme kabiliyetleri arasındaki benzerliği vurgulamışlardır. Tasarımcılar, dışaçekim mantıksal çıkarımı ile işbirlikçi ve bütünleştirici düşünce yaklaşımlarını kullanarak kötü tanımlanmış problemleri bile çözebilirler. Bu

durum iş liderlerinin yaptıkları ile benzerlik göstermektedir. Lester ve diğ. (1998) tarafından tasarım odaklı düşünme, ticari ve örgütsel durumları geleneksel iş analizinden daha yorumlayıcı bakış açıları ile incelemek için uygun yöntemler içeren yaklaşım olarak tanımlanmıştır.

Kelley ve diğ. (2013) tasarım odaklı düşünmenin bir yöntem olduğunu vurgulamışlardır. Tasarım düşüncesinin insanların doğal ve eğitilebilir kabiliyetine dayanmaktadır. Sezgisel olabilmek ve duygusal olarak anlamlı olduğu kadar, işlevsel olan fikirler üretebilmek, bu kabiliyete sahip insanların gerçekleştirebileceği eylemlerdir.

1.2 Tezin Amacı

Tasarım süreci modellemesi üzerine yapılan çalışmalar, yıllar içerisinde ürün tasarımlarında denemeler yapılarak geliştirilmiştir. Öncelikle öneri olarak sunulan yaklaşımlar, bu çalışmalar sonucunda kanıtlanarak, teoriye dönüşmüştür. Yeni metotların önerilmesinde mevcut teoriler ve tasarım metotları başlangıç noktası olmuştur diyebiliriz. Tez kapsamında inceleyeceğimiz yaklaşımlarda, önerilerin hangi teorilerden yola çıkılarak hazırlandığı veya mevcut teoriler üzerinde hangi değişiklikler yapıldığı araştırmacılar tarafından belirtilmiştir. İlerleyen bölümlerde de açıklanacağı gibi, belirtilen yaklaşımlar temelde mantıksal çıkarım sürecine dayanmaktadır. Tasarım sürecinde mantıksal çıkarımların yapılabilmesini, düşünce yaklaşımları sağlar. Yakınsak ve ıraksak düşünce yaklaşımları, mantıksal çıkarımların yapılmasında yönlendirici yöntemler sunar. Ayrıca, bu yaklaşımlar yaratıcı çözümler elde edilmesini sağlar. Fakat bazı durumlarda, bu düşünce yaklaşımları ve mantıksal çıkarımların yapıldığı düşünülerek alışılmış seçeneklerin farklı yorumlamaları ile yaratıcı ve yenilikçi çözümler bulunduğu düşünülür. Alışılmış olan durumlar, mevcut veya denenmiş bilginin mühendislik tasarımlarında güvenli seçimler olarak değerlendirilmesi farklı yönlerin ortaya çıkarılmasına engel olabilir. Tez kapsamında önerilecek metot eleştirel düşünce yöntemi tasarım sürecine dahil edilecektir. Böylece kavramsal tasarım sürecinde, yeni yönler keşfedilebilecek ve anlam tasarımı ile yaratıcı çözümler bulunmasına katkı sağlanacaktır.

2. TASARIM MODELLERİ VE TEMEL TEORİLER

Tasarım, insanları uygun uzmanlığa sahip bir tasarım ekibini, bir süreci, aşamaları ve adımları içerecek şekilde düzenlenmiş bir faaliyet dizisini, bir ürünü, onun konfigürasyonunu, bileşenlerini, malzemelerini ve yapımını tanımlamakla ilgilidir (Wynn 2005). Oluşturulan tasarım süreci modelleri belirtilen tasarım sorumluluklarını yönetmektedir. Farklı nedenler ve gerekliliklerle farklı tasarım süreç modelleri geliştirilmiştir. Geliştirilen modellerin sınıflandırılmasında ise, tasarım metotları içeriğine göre veya tasarım sürecine yaklaşımlarına göre farklılıklar olabilir. Modellerin veya süreçte uygulanması için tasarlanan metotların içeriği ve tasarım sürecine yaklaşımı farklılık gösterse de, temelde mühendislik tasarım süreci, mantıksal çıkarım sürecidir.

2.1 Tasarım Modellerinin Oluşum Mantığı

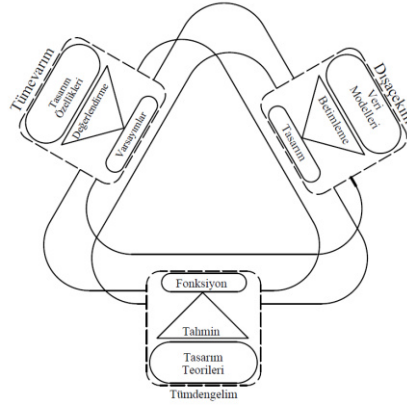
Mühendislik tasarım sürecine başlangıç nedeni, ürün geliştirme ve yeni bir ürün tasarlama olabilir. Her iki neden için uygulanacak yöntemler farklılık gösterebilir. Sürece hangi nedenle başlandığı, sürecin mantıksal çıkarım süreci olduğu gerçeğini değiştirmeyecektir. Uygulamada ise mantıksal çıkarımlar sonucunda alınan kararlar, alışılmış seçeneklerin farklı yorumlamalarıdır. Alışılmış seçeneklerin yeni kombinasyonlarının farklı ve rekabetçi ürünler olarak değerlendirilmesi sadece geçici tatminler sağlayacaktır. Bu durumun temel nedeni, tasarım teorilerinin ve metotlarının uygulamadaki yetersizliğidir. Önerilen mühendislik tasarım metotlarının ve modellerinin, bir tasarım sürecinde uygulayabilmek için modelin iyi bilinmesi gerekmektedir. Rekabetçi sistem anlayışında, tasarım sürecine sistematik yaklaşılmasının zaman kaybına neden olacağı düşünülmektedir. Bu büyük bir yanılgıdır. Mühendislik tasarım sürecini, tasarımcılar tarafından iyi bilinen bir teori ile tamamlamak hem zaman kazandıracaktır hem de doğru bir uygulama sonucunda gerçek yaratıcı çözümler elde edilecektir. Gerçek yaratıcı çözümler ile vurgulanmak istenen, alışılmış seçimler dışına çıkabilmektir. Tasarım teorilerinin iyi öğrenilmesi, yeni yaklaşımların geliştirilmesinde de faydalı olacaktır. Mühendislik tasarım

sürecinde fark edilmemiş ve ortaya çıkarılmayı bekleyen birçok yön vardır. Önerilen metot açıklanırken bu yönlerden de bahsedilecektir. Ayrıca mühendislik tasarım teorilerinin iyi öğrenilebilmesi ve doğru uygulanabilmesi için teorinin oluşum mantığını bilmek ayrı bir önem taşımaktadır. Aynı zamanda teori ve problemin birlikte öğrenilmesi ve açıklanması gerekir. Diğer bir deyişle, önerilen tasarım metotlarının hangi tasarım sorunlarında geçerli olacağını spesifik olarak belirtilmesi gerekir.

Tasarım sürecinde fonksiyon odaklı ve çözüm odaklı farklı modeller önerilmiştir. Fonksiyon odaklı modeller, problemin nedeninin ürün performansından kaynaklanmadığı durumlar için yanıtıcı olabilir. Ayrıca mühendislik ürünlerinin performans öncelikli geliştirilmesi gerektiği algısını oluşturur. Fakat tez kapsamında önerilen metotta da açıklanacağı gibi performans ürün özelliklerinden sadece biridir. Çözüm odaklı modellerde, süreç çözüm üretmeye dayanmakta ve ortaya çıkan bir çözüme uyacak şekilde yeniden tanımlanabilecek sorunu tanımlamak için çok az zaman harcanmaktadır (Kruger ve diğ. 2006). Hatta Cross (2006), çözüm odaklı yaklaşımlarda problem tanımını hatalı olarak yapılabileceğini önerir (Kimbell 2011). Sorunların ve çözümlerin birlikte geliştirilmesi ile problem tanımlaması üzerine çok zaman harcanmaz (Kimbell 2011; Dorst 2006). Kötü yapılandırılmış problemlerle, başlanan çözüm odaklı tasarım sürecinde, birbirleriyle kolaylıkla kıyaslanamayan çeşitli iyi ve tatmin edici alternatiflere sahip çözümler elde edilebilir (Dorst 2006). Çözüm odaklı yaklaşımlarda, çözüm önerileri olarak birçok çizim hazırlanır. Böylece, tasarım problemini tanımlayarak çözüm ile ilişkilendirmeye çalışılır. Taslak çizimler hazırlama, problem ve çözüm alanının bir arada ilerlemesini sağlar. Çözüm odaklı tasarım sürecinde problem ve çözüm birlikte gelişir (Cross 2000). Hangi tasarım teorisinin uygulandığı fark etmeksizin, tasarım sürecinde bilgi ve tecrübenin gerekliliği tartışılmazdır. Bu gereklilikler, çözüm odaklı yaklaşımlarda daha önemlidir. Çünkü hazırlanan çözüm önerileri mevcut bilgi birikimi ve tecrübeye dayanmaktadır. Bu nedenle çözüm odaklı yaklaşımların, tecrübesiz veya yeni mezun tasarımcılar tarafından uygulanması biraz daha zorlayıcı olabilir. Tecrübe ve bilgiyi direkt ön plana çıkaran yaklaşımlar, yeni mezun tasarımcıların süreçte aktif olmasını engelleyebilir. Çözüm odaklı yaklaşımlarda, çizime dayalı birçok çözüm önerisi üretildiği için yaratıcı çözümlere ulaşmada faydalı olacaktır

düşünülmektedir (Kimbell 2011). Fakat, birçok çözüm önerisi hazırlamak, hangi önerinin dikkate alınacağına karar verilmesinde zorluk yaşanmasına ve yanıltıcı fikirler arasında kalmaya neden olabilir.

March (1984), dışaçekim, tümdengelim ve tümevarım mantıksal çıkarım yöntemlerine dayanarak, çözüm odaklı üç etkinlik modelini önermiştir. Geleneksel olarak bilinen tümdengelim ve tümevarım akıl yürütme biçimlerinin yalnızca analitik ve değerlendirici yönlerini açıklayabileceğini belirtmiştir (Wynn ve diğ. 2005). Peirce tarafından dışaçekim olarak adlandırılan üçüncü mantıksal çıkarım biçimi ise temel yaratıcı çıkarımların yapılmasını sağlar (Cross 2000).



Şekil 2.1: March tarafından geliştirilen DTT modeli (Wynn ve diğ. 2005)

March tarafından önerilen tasarım süreci modelinde, Şekil 2.1’de görüldüğü gibi tasarım sürecine dışaçekim mantıksal çıkarımı ile başlanmaktadır. Dışaçekim mantıksal çıkarımı, sınırsız bilgi ve veri kaynağından yeni, yaratıcı ve faydalı sonuca ulaşmayı sağlar. Dorst (2015), tasarım sürecinde mantıksal çıkarım yöntemlerini, öğeler, ilişki kalıpları ve çıktılar ile ilişkilendirerek açıklamıştır. Şekil 2.2 de gösterildiği gibi öğeler, ne sorusunun, ilişki kalıpları nasıl sorusunun ve çıktı ise gözlemlenen sonuçtur. Tümevarım, tümdengelim, dışaçekim ve tasarimsal dışaçekim olarak dört temel akıl yürütme açıklanmıştır. Bilginin ve bilinmeyenlerin farklı yönleri karşılaştırılarak, analiz yapılabilir.



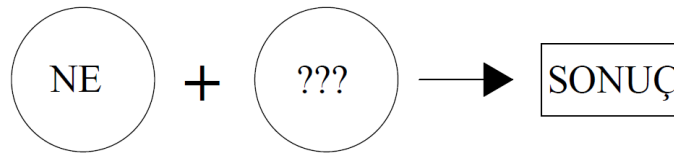
Şekil 2.2: Mantıksal çıkarımların analizi için kullanılacak model

Dorst (2015), tümdengelimli sonuç çıkarma sürecinde unsurların ve nasıl etkinleştirileceğinin bilindiğini, bu bilginin tasarımcıyı sonuca götüreceğini belirtmiştir. Tümdengelim mantıksal çıkarım süreci başlangıç pozisyonunu da Şekil 2.3'teki gibi göstermiştir. ğelerin ve ilişki kalıplarının bilindiğı durumlarda çıktının tahmin edilmesi veya öngörülmesi, tümdengelimli mantıksal çıkarım ile gerçekleştirilir.



Şekil 2.3: Tümdengelim mantıksal çıkarım süreci başlangıç pozisyonu

Pierce'e göre, tümdengelim yeni bir anlayış veya bilgi üretmekten ziyade bir karar hipotezini açıklamaktadır. Tümdengelim mantıksal çıkarım, olması gerekenin mantığdır (Martin 2009). Eğer kural bütün kargaların siyah renkli olması ise kahverengi bir kuş görüldüğünde bu kuşun karga olmadığı kabulünü yaptırır (Martin 2009).



Şekil 2.4: Tümevarım mantıksal çıkarım süreci başlangıç pozisyonu

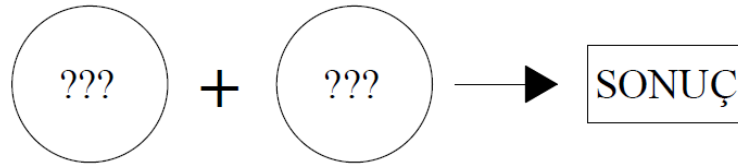
Tmevarımlı mantıksal çıkarımın başlangıç pozisyonu tanımlamasını Şekil 2.4'te belirtilen gibidir (Dorst, 2015). Tümevarım mantık yürütme, yeni fikirler üretmez, fakat hipotezleri test etme ve doğrulama yöntemi olarak kullanılır. Dorst (2015), tasarımda ve diğer üretken mesleklerde olduğı gibi değerli Şeyler yaratmak istiyorsak, tümevarım ve tümdengelim mantıksal çıkarımlarının yeterli olmayacağını belirterek, dışaçekim mantıksal çıkarımını, normal dışaçekim ve tasarım dışaçekimi olarak iki bölümde incelemiştir. Şekil 2.5'te gösterilen, normal dışaçekim, geleneksel problem çözmenin ardındaki akıl yürütme biçimidir.



Şekil 2.5: Normal dışaçekim mantıksal çıkarım süreci başlangıç pozisyonu

Normal dışaçekim mantıksal çıkarımı ile çıktı-ilişki kalıpları ve nasıl sorunun cevabı aranır. Bulunması veya tasarlanması gereken, ne sorusunun cevabı olan öğelerdir. Bu sorunun cevabı, nesne, hizmet veya sistem olabilir. Normal dışaçekim kalıbında çözüme ulaşmak için mantıksal çıkarımlar sonucunda elde edilen denenmiş ve doğrulanmış kalıplar kullanılır.

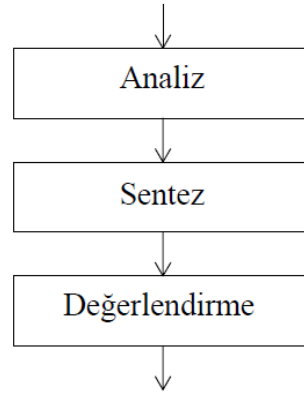
Mantıksal çıkarımlar sonucunda her zaman beklenen veya istenen değerlerin elde edilmesi mümkün olmayabilir. Böyle durumlar için Dorst (2015), ikinci dışaçekim modeli olan tasarım dışaçekim mantıksal çıkarım modelini önermiştir. Şekil 2.6'da gösterildiği gibi, tasarım dışaçekiminde sadece sonuç olarak edilmek istenen değerler bilinmektedir. İstenen sonucu elde edebilmek için ilişki kalıpları ve öğelerin belirlenmesi gerekir. İlişki kalıplarının belirlenmesi ise öğelere göre gelişecektir. Dolayısıyla ilişki kalıpları ve öğeler birbirine paralel olarak gelişir. Tasarımcıların, tasarım dışaçekim mantıksal çıkarımında ne ve nasıl önerilerini birlikte geliştirmesi ve test etmesi gerekir.



Şekil 2.6: Tasarım dışaçekimi mantıksal çıkarım süreci başlangıç pozisyonu

Pierce'e göre dışaçekim, yeni fikirlerin ortaya çıktığı tek mantıksal işlemdir. Dışaçekim, karar verme sürecinde ivedilik gerektiren, yüksek hızlı iş ortamlarında bilgi sınırlı olduğunda alternatif hipotezlerin ve çözümlerin üretimini genişleterek inovasyon yakalama şansını arttırmanın en etkili yolu olarak görülebilir. Fonksiyon odaklı, yürütülen bir tasarım sürecinde uygulanan metotların farklılık göstermesi tasarım sürecinin mantıksal çıkarım süreci olduğu gerçeğini değiştirmeyecektir. Çözüm odaklı modellerde yaygın olarak, tasarım süreci, döngüsel olarak değerlendirilir. Fonksiyon odaklı modellerde ise tasarım

süreci, analiz, sentez ve değerlendirme aşamalarını içerir. Şekil 2.7’de Jones (1963) önerilen model, lineer, problem odaklı tasarım modelidir (Wynn 2005). İlerleyen bölümlerde de açıklanacağı gibi, analiz sentez ve değerlendirme aşamalarının tamamlanması, tümevarım ve tümdengelim mantıksal çıkarımlar sonucunda gerçekleşir. Jones (1963) tarafından önerilen modelde olduğu gibi, fonksiyon odaklı modellerde dışaçekim mantıksal çıkarımı, uygulanacak metotlarda açıkça belirtilmemiştir. Bu durum ise mühendislik tasarım sürecinde, ürün fonksiyonu üzerine yoğunlaşmanın önemini arttırmıştır. Fakat, dışaçekim mantıksal çıkarımı ile de ürün performansında gelişmeler sağlanabilir. Hatta dışaçekim mantıksal çıkarımı, yaratıcı sonuca ulaşmayı sağlayacağı için, doğru uygulama ile yeni fonksiyonel özellikler ürüne kazandırılabilir. Fakat vurgulanması gereken nokta ise, fonksiyonun mühendislik ürününün özelliklerinden sadece biri olduğudur.



Şekil 2.7: Jones tarafından geliştirilen problem odaklı tasarım modeli (Wynn ve diğ. 2005)

Analiz aşamasında, sorun incelenerek, çözüm için amaca uygun çalışmalar yapılır. Diğer bir deyişle, tasarım özeti hazırlanır diyebiliriz. Sentez aşaması ise, farklı çözüm önerilerinin üretilmesini içerir. Değerlendirme aşamasında ise amaçlanan sonuca göre önerilen çözümlerin kritik değerlendirilmesi yapılır. Problem odaklı geliştirilen modellerde temel süreç Jones tarafından önerilen modelde olduğu gibi analiz, sentez ve değerlendirme aşamalarına dayanır. Geliştirilen diğer yaklaşımlarda ise, analiz, sentez ve değerlendirme aşamaları detaylandırılmış ve farklı metotlar önerilmiştir. Probleme dayalı modeller, mühendislik tasarımcısının soruna tarafsız çözümü elde edebilme yeteneğine dayanır. Mantıksal çıkarımların eksik veya yanlış uygulanması alışılmış, bilindik

seçimlerin yapılmasına neden olacaktır. Ayrıca, problem odaklı metotlarda dışaçekim süreci için mühendislik tasarımcısına zaman yaratılmamıştır. Dolayısıyla yaratıcı çözüm arayışında hedeflenen fayda sağlanmayabilir.

Tasarım sürecinde uygulanan metot, fonksiyona veya çözüme dayalı bir yaklaşım sonucunda geliştirilmiş olmasının farklı faydaları mevcuttur. Fakat belirtildiği gibi, bazı aşamalar yeterince aydınlatılmamış ve tasarımcının farkındalığına bırakılmış yetersizliklerde söz konusudur. Fonksiyon odaklı bir tasarım modelinde, süreç başlangıcı problemdir. Bu problem veya tasarım görevi olarak tanımlayabileceğimiz, sürecin başlangıç nedeni bir şikâyet veya istek üzerine müşteriden gelen bir taleptir. Problemin tanımlanması ise bu problemi oluşturan gerçek nedenleri keşfederek, doğru problem tanımlamasını yapabilmektir. İlk iki aşamada gerçekleştirilecek işlemler tamamıyla tasarımın kaderini etkileyecek yöndedir.

2.2 Tasarım Üzerine Düşünce Yaklaşımları

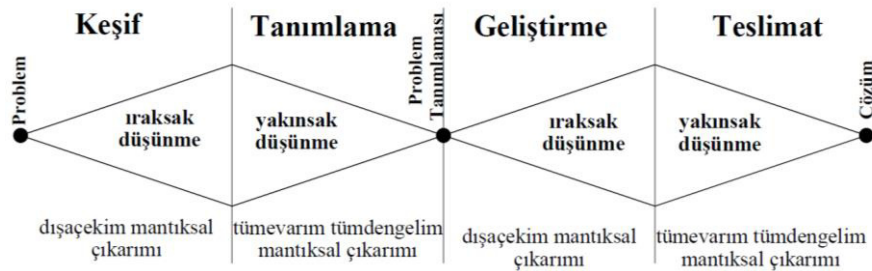
Yeni ve kullanışlılığın kombinasyonu olacak yaratıcı çözüm arayışıyla yüksek kaliteli tasarımlar elde etmek için genel tasarım süreci bağlamında farklı yaklaşımlar benimsenebilir (Wynn 2005). Tasarım üzerine düşünce yaklaşımları, inovasyon aracı olarak kabul edilmekte ve mühendislik tasarım süreci haricinde birçok farklı disiplinde uygulanmaktadır. Brown (2008), tasarım odaklı düşünmenin (design thinking), sezgisel olarak duygusal anlam ve işlevsellik içeren fikirler üretme ve kendimizi kelimeler veya semboller dışında medyada ifade etme yeteneğimize dayandığını belirtmiştir.

Müşteri ihtiyaçlarının karşılanması ile son bulan yaratıcı çözüm arama süreci, mühendisler için pratik bir konudur (Isaksen 2010). Müşteri gereksinimlerinin anlaşıldığından emin olmak için bulguya ihtiyaç duymak, problem bulma ve doğru problemin çözülmesini sağlama, fikir bulma, müşteri ile potansiyel çözümler bulma ve değerlendirme, müşteri ile fikirlerin nasıl uygulanacağını keşfetmeye çalışmak yaratıcı problem çözüm sürecinin içerdiği aşamalardır (Wynn 2005). Yaratıcı çözüm arayışında, etkinliklerin doğru sıralanması ve her aşamanın nasıl gerçekleştirildiği sürecin başarısını

etkileyecektir. Süreç boyunca her aşamada ıraksak ve yakınsak düşünme yaklaşımları uygulanır. Bu yaklaşımların, süreç sonucunda başarıya ulaşmada doğrudan etkisi vardır. Her tasarım etkinliği, ıraksak ve yakınsak düşünmeyi içermelidir. ıraksak düşünce yaklaşımları, müşteri ihtiyaçlarının tanımlanması ve tasarımı oluşturacak seçeneklerin türetilmesi, farklı faktörlerin (müşteri, pazarın amacı, müşterinin hedefleri) araştırılmasını ve gereklilikleri açığa kavuşturmak için bütün analizler uygulamalar için yöntemler sunar. Yakınsak düşünme, değer yargularının, analiz ve karar vermenin dayatılmasını içerir. Kısaca, ıraksak ve yakınsak düşünce metotlarının uygulamalarıyla kavram tasarımı, fikirlerin oluşturulması ve değerlendirilmesi, fikirlerin geliştirilerek kavram oluşturulması ve seçimin yapılması aşamaları gerçekleştirilir. Ayrıca düşünce metotlarının uygulanmasıyla, şekillendirme tasarımının, değerlendirilmesi yapılır. Analiz ve sentez işlemlerinin gerçekleştirilmesi için uygun yöntemleri sunan düşünce yaklaşımları, dışaçekim mantıksal çıkarımının da yapılmasını sağlar. Özellikle ıraksak düşünce yaklaşımları yaratıcı çözüm arayışında, doğru uygulandığı takdirde etkili sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır. ıraksak ve düşünce metotları uygulanmadan tasarım sürecinin tamamlanması ve hedefe ulaşılması mümkün değildir. Ayrıca, düşünce yaklaşımlarını uygulamadaki yetersizlikler, yaratıcı ve rekabetçi olmayan sonuçların elde edilmesine neden olacaktır.

2.2.1 Çift Elmas Tasarım Modeli

İngiliz Tasarım Konseyi tarafından önerilen Çift Elmas Modeli, tasarım sürecinde mantıksal çıkarımların yapılması için uygun düşünme yöntemleri sunar. Çift Elmas tasarım modeli, Şekil 2.8’de gösterildiği gibi keşfetme, tanımlama, geliştirme ve sunma aşamalarından oluşur (URL 1).



Şekil 2.8: Çift Elmas Modeli

Modelin ilk aşaması, proje başlangıcı olan keşfetme sürecidir. Yeni bakış açıları kazanmak, yeni şeylerin fark edilmesi ve iç görülerin toplanması tasarımcılar tarafından bu aşamada gerçekleştirilir. Bu sürecin verimli şekilde gerçekleştirilmesini ve bakış açısının genişletilmesini sağlamak için İngiliz Tasarım Konseyi bazı metot önerilerinde bulunmuştur. Bu yöntemler farklı fikirlerin geliştirilmesinde etkili olacaktır. Ürünlerle, hizmetlerle etkileşim içerisinde olmak ve sorunların oluşmasına neden olan durumları, belirten kişiler ile gözlemlemek, keşif aşaması için önerilen bir yöntemdir. Uygulama olarak, insanların alışveriş merkezi etrafındaki davranışlarını veya cep telefonlarını nasıl kullandıklarını gözlemlemek örnek verilebilir. Belirli senaryolarda tasarımın test edilmesi gerçekleştirilebilir. Bunun için kullanıcılardan günlük hazırlamalarını istemek, davranışları ve yaşamları hakkında bilgi edinilmesini sağlayacaktır. Bu günlükler fotoğraf video kaydı veya ses kaydı olarak hazırlanabilir. Kullanıcı günlükleri, ürün tasarımı için çok faydalı ve değerli kaynak olacaktır.

Önerilen diğer bir yöntem ise, kendimizi kullanıcının yerine koymak, yani empati yapmaktır. Hizmet kalitesinde artışı sağlamak için ürünün, hizmetin veya ortamın kullanıcı gözüyle değerlendirilmesi etkili olacaktır. Sorunun açık ve net bir şekilde belirtildiği durumlarda, diğer fikirlere açık katılımcılar ile beyin fırtınası yöntemi, fikirlerin hızlı ve etkili bir şekilde üretimi için takımın birlikte çalışmasını sağlayan etkili bir yöntemdir. Kesin ifadelerde bulunmama ve diğer fikirlere açık olmaya dikkat edilmesi gerektiği önemle vurgulanmaktadır. Örneklem seçimi yapılarak sınırlı bütçe ve zamandan en iyi şekilde yararlanılması sağlanabilir. Fikirleri görselleştirmek, durumu anlamaya ve değiştirmeyi kolaylaştıracak yeni fikirler üretmeye teşvik edecektir. Hızlı görselleştirme, fikirleri aktarmak ve geliştirmek için yeterli ayrıntıya sahip olan çizimler etkili bir iraksak düşünme metodudur (URL 1).

İkinci aşama Tanımlama, tasarımcıların keşfetme aşamasında belirledikleri tüm olasılıkları anlamaya çalıştıkları süreçtir. En çok hangi durumun önemli olduğu, ilk olarak hangisinden harekete geçilmesi gerektiği, mümkün olan uygulanabilir durumların belirlenmesi aşamasıdır. Bu aşamadaki amaç, tasarım sorununu çerçeveyen net ve yaratıcı bir özet geliştirmektir. Yakınsak düşünme yaklaşımının uygulandığı bu süreçte, önceki aşamada oluşturulan fikirler

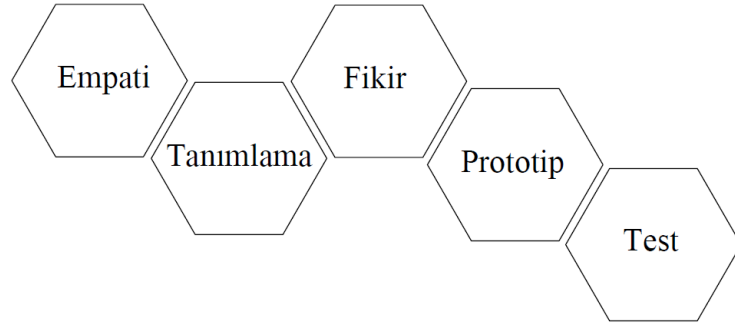
değerlendirilir ve daraltılır. Proje zorluklarını belirlemek için farklı metotlar önerilmiştir. Odak grupları oluşturularak kullanıcıların, bir konu hakkındaki fikirleri ve tepkileri gözden geçirilebilir. Değerlendirme kriteri yöntemi ile, uygun bir fikrin seçimi yapılabilir. Fikirleri, karşılaştırma notlarına göre sıralamak ve gruplamak başlamak için en iyi yolu belirlemede etkili olacaktır. Karşılaştırma notları ile bir problemle ilgili büyük miktarda bilgi görsel olarak sınırlanacak ve ölçeklenecektir (URL 1).

Üçüncü aşama Geliştirme, yeni bir ıraksak düşünme sürecidir. Bu aşamada, çözümler veya kavramlar oluşturulur, prototipler hazırlanır, test edilir ve bu işlemler yinelenir. Dolayısıyla bu süreç tamamen bir gelişim sürecidir. Deneme ve hata süreci olarakta yorumlayabileceğimiz bu aşama, tasarımcıların fikirlerini geliştirmede ve iyileştirmede etkili olur. Tasarım kombinasyonları arasında beyin fırtınası yapmak ve seçimleri yapabilmek için karakter profillerine sahip olmak, fikirleri teşvik edecektir ve karar vermede yardımcı olacaktır.

Çift Elmas modelinin son aşaması olan, Teslimat 'da ortaya çıkan ürün, proje veya hizmet sonuçlandırılır. Çift Elmas modeline göre son aşamada bile tasarım süreci yinelenir. Bu aşamada tasarım projesinin 5 – 50 ve 100 kişilik gruplarda test edilerek üretime başlanması önerilir. Bir sorunun fark edilmesi durumunda, kullanıcıyı etkilemeden önce çözülebilir ve finansal kalıplar önlenebilir. Bu aşamada ürünün standartlara uygunluğunun test edilmesi ve gerekli düzenlemelerin yapılması gerekir. İyi tasarımın proje başarısı üzerindeki etkisini kanıtlamak ve sonraki projelerde çalışma yöntemleri oluşturmak için müşteri anketleri düzenlemek ve müşteri memnuniyetini rakiplerle karşılaştırılabilir.

2.2.2 Beş Aşamalı Tasarım Modeli

Stanford Üniversitesi Tasarım Enstitüsü ve IDEO tarafından önerilen ve uygulanan tasarım üzerine düşünce yaklaşımı olan model Şekil 2.9'da gösterildiği gibi, empati, tanımlama, fikir üretme, prototip yapma ve test etme olmak üzere beş aşamadan meydana gelmektedir.



Şekil 2.9: Beş Aşamalı Tasarım Modeli

Metodun ilk aşaması olan empati, insan merkezli tasarım uygulamalarının merkezinde yer alır. Empati aşaması, insanların dünya hakkında ne düşündüğünü, fiziksel ve duygusal ihtiyaçlarını, işlerin nasıl yapıldığını ve nedenini kısaca insanları anlamak için yapılan çalışmaları içerir. Empati yapabilmek için bazı yöntemler önerilmiştir. Bunlar; kullanıcıyı daha iyi anlayabilmek için, ürün kullanımı deneyimlenebilir, kullanıcılarla röportaj yapılabilir. Kullanıcı ve davranışları yaşamları bağlamında değerlendirilebilir. Tanım aşamasında, anlamlı ve işlenebilir açıklıkta bir problem tanımlaması yapılmalıdır. Bu ifade belirlenmiş kullanıcının görüşlerine, ihtiyaçlarına ve karakterine odaklanan bir ifade olmalıdır. Tanım aşaması, aynı zamanda önceki aşamada elde edilen bulguların iç görüleri göre sentezlenmesidir. Tasarımcıların bakış açılarına, iç görülerine göre sonuçlanacak bir aşama olduğu için kritik önem taşımaktadır. Odaklanma, sorunun çerçevesi, rekabetçi fikirleri değerlendirilerek kriterler oluşturulması iyi bir bakış açısının oluşturulmasını sağlar. Fikir üretme aşaması, zihinsel olarak, kavramlar ve sonuçlar açısından genişleme sürecini temsil eder. Bu aşama, prototip oluşturmak ve kullanıcıların yenilikçi çözümler elde etmesini sağlamak için kaynak sağlar. Çözümün yenilik potansiyelini arttırmak, yeni keşif alanları ortaya çıkarmak fikir üretme aşamasının uygulanmasında etkili nedenlerdir. Prototip yapım aşamasında, fiziksel form alabilen her şey prototip olarak değerlendirilebilir. Örneğin, bir not kâğıdı, rol oynama etkinliği, nesne, arabirim veya kısa bir film olabilir. Prototipin netliği, projedeki ilerleme hızı ile orantılı olmalıdır. Prototipler, kullanıcılar, tasarım ekibi ve diğer insanlar tarafından deneyimlendiğinde daha derin empati kurulabilir ve başarılı çözümler elde edilebilir. Geleneksel olarak prototip yapımı, işlevselliği test etme olarak

düşünülür. Fakat prototipleme, empati kurmak, test etmek, ilham vermek ve anlaşılmayan durumların çözülmesini sağlamak için yapılabilir. Test etme aşamasında, çözümler iyileştirilerek daha iyi hale getirilir. Test etme aşamasında doğru olduğu düşünülen prototipin, yanlış olduğu biliniyormuş gibi test edilmesi önerilir (URL 2).

2.3 Mühendislik Tasarım Süreci Yaklaşımları

Geleneksel mühendislik tasarımı modelleri, fonksiyon odaklı modellerdir. Pahl ve Beitz (2007) tarafından önerilen tasarım metodu ve VDI 2221 standartları, mühendislik tasarım süreci için önerilen geleneksel yaklaşımlar arasındadır. Geliştirilen metotlar tasarımcıyı belirlenen bir problemten çözüme götürmektedir. Mevcut geleneksel mühendislik yaklaşımlarının yeterince aydınlatamadığı nokta, problemi tanımlama sürecinin aslında dışaçekim mantıksal çıkarım süreci olduğu ve doğru çıkarımı yapabilmek için farklı düşünme yöntemini kullanması gerektiğidir. Bu yaklaşımlarda, önerilen metotlarda problem tanımlama ve seçenekler üretme aşamalarında mantıksal çıkarımlar ve düşünme yaklaşımları arasındaki döngünün belirgin olmaması karmaşık olan tasarım sürecini daha da zorlaştırmakta ve öngörüü azaltmaktadır. Geleneksel mühendislik yaklaşımları, problem tanımlaması ile tasarım sürecine başlayan ve fonksiyon odaklı ilerleyerek tasarım sürecini tamamlayan, kuralcı metotlardır. Tanımlayıcı metotlar ise tasarım olgusunun bazı yönlerini olduğu gibi açıklayan bir teori veya tasarım modelidir (Chakrabati 2015). Tanımlayıcı, gerçek tasarım pratiğine yönelik araştırma sonucudur. Endüstride gözlemlenen süreçler ve prosedürler öncelikle öğretim, eğitim ve araştırma amaçlı kullanılan metinlerin temelini oluşturur (Wynn 2005). Tanımlayıcı modeller tasarımcıların tasarımlarını, yani hangi süreçleri, stratejileri ve yöntemleri kullandıklarını anlamayı amaçlamaktadır. Kuralcı kuram veya kuralcı tasarım modeli: tasarım olgusunun bazı yönlerini olması gerektiği gibi öngören teori ve modellerdir (Kroll 2013). Bu bölümde, literatür özetinde belirtilen mühendislik tasarım teori ve metotlarının açıklaması yapılacaktır.

2.3.1 Teknik Sistemler Teorisi

Hubka tarafından önerilen Teknik Sistemler Teorisi (TST), fiziksel prensipleri ne olursa olsun, tüm mühendislik ürünlerinde ortak olan tanımlar (Hubka ve diğ. 1988). Teknik sistemler teorisi, mühendislik ürünlerini toplum, ekonomi ve tarihi gelişmeler bağlamında göstermek için kullanılacak bir dönüşüm sistemine dayanır (Eder 2014). Daha karmaşık bir sistemin alt sistemleri olan dönüşüm sistemleri hiyerarşik düzendedir. Her alt sistem bir dönüşüm sistemi olabilir. Teknik sistemler teorisine dayanan dönüşüm sistemleri ile tasarım mühendisliği ve yeni tasarım için rehber olabilecek bir sistematik metodoloji türetilmiştir (Eder 2016). Dönüşüm süreci, insan sistemi, teknik sistem, aktif çevre, bilgi sistemi ve yönetim sistemi olmak üzere beş temel operatörü içerir. Teknik sistemler teorisine dayanan dönüşüm sistemlerinin, doğru bir uygulaması için işlem basamakları (Eder 2014) aşağıda belirtildiği gibidir;

- Tasarım şartnamesi ve ihtiyaç listesini oluşturmak.
- Görev için zaman çizelgesi oluşturmak.
- Alternatiflere uygun bir dönüşüm süreci ve faaliyet yapısı oluşturmak.
- Her operasyonun teknolojisini yönlendirmek için hangi etkilerin gerekli olduğunu, alternatifleri ile belirlemek.
- İşlev yapılarını oluşturmak.
- Teknik sistem organlarının veya yapılarının işlevlerini belirlemek. Morfolojik bir matris ile alternatifler oluşturmak.
- Sistem parçalarının işlevlerini belirlemek.
- Sistem parçalarının detaylarını belirlemek.

Ürün tasarımında yenilikler yapılması gereken durumlarda, mühendislik tasarımcısının önceki deneyim ve bu durumun üstesinden gelmesine yardımcı olabilecek yöntem ve/veya prosedürlerle ilgili kurallardan habersiz olduğunda kritik bir durum ortaya çıkabilir (Eder 2014). Sistematik bir metodoloji, tasarım probleminin anlaşılmasına yardımcı olarak, yaratıcılığı destekleyecek modeller ve araçlar sunar. Teknik sistemler teorisi, tasarım faaliyetleri için iyi bir görüş sağlar (Eder 2014; 2016).

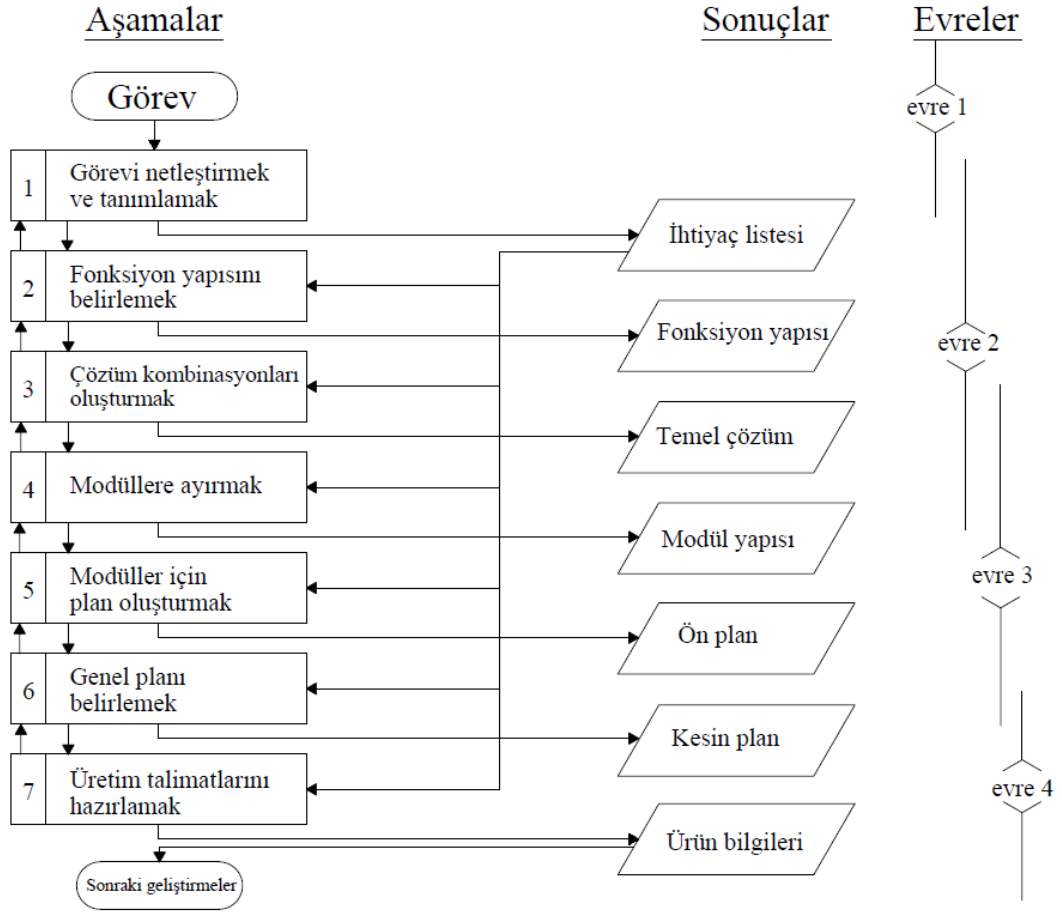
2.3.2 VDI 2221 1987'nin İncelenmesi

VDI 2221 Standardı, belirli bir endüstri dalından bağımsız olarak genel olarak geçerli tasarım ilkelerini ele almaktadır (VDI 2221 1987). VDI 2221 standardında bir sistemin soyuttan somuta gelişimi, problem analizi, problem tanımı, sistem sentezi, sistem analizi, değerlendirme ve karar verme olarak evrelere ayrılmıştır. Tasarım süreci genel çalışma aşamalarına bölünerek tasarım yaklaşımı rasyonel ve belirli bir endüstri dalından bağımsız hale getirilmektedir. Genel tasarım yaklaşımı Şekil 2.10'da gösterildiği gibi yedi aşamaya bölünmüştür. Tüm aşamalar, önceki aşamaları tekrarlamamanın gerekli olup olmadığını belirlemektedir.

İlk aşamada, tasarım görevinin gereksinimlerini netleştirmek ve tanımlamak gerekir. Mevcut bilgileri toplama, şirket gereksinimlerini belirleme, görevin tasarımcı açısından tanımlanması ve yapılandırılmasını içerir. Böylece, şartname hazırlanır ve sonraki tüm aşamalarda hazırlanan şartname dikkate alınarak, güncel tutulması sağlanır (VDI 2221 1987). İkinci aşamada, fonksiyon yapısı oluşturulur. Bir veya birkaç fonksiyon yapısı oluşturulabilir. Diyagramlar olarak yapıların sunulması veya basit açıklamalar ile yapılması yeterlidir (VDI 2221 1987). Üçüncü aşama sonucunda fonksiyon yapısını yerine getirmek için en iyi kombinasyonu oluşturan temel çözümdür. Çizim, diyagram, devre ve tanım olarak belgelenebilir (VDI 2221 1987). Dördüncü aşamada modül yapısı oluşturulur. Karmaşık ürünlerin tasarımında modül yapısı oluşturmak ayrı bir önem taşımaktadır. Ayrıca modül yapıları tasarım probleminin tanımlanmasına ve çözüme yardımcı olur.

Çalışma prensiplerine göre sınırlı tasarım modülleri; kolay montaj sağlayan montaj modüller, kolay bakım sağlayan bakım modüller; geri dönüşüm modülleri oluşturulabilecek modül yapılarına örnektir (VDI 2221 1987). Beşinci aşama, temel modüllerin düzenlerini geliştirmekten ibarettir. Bu aşamada ölçek çizimler, devre şemaları vb. tamamlanmalıdır. Altıncı aşamada, ürünün üretilmesi için gerekli tüm konfigürasyon bilgilerini içeren bir plan hazırlanır. Ön parça listeleri, akış çizelgeleri vb. gerekli belgeler hazırlanmalıdır. Yedinci aşamada,

detay ve montaj çizimleri yapılmalıdır. Önceki aşama ile örtüşen bu aşamada, üretim, montaj, test, nakliye ve kullanım talimatları tamamlanmalıdır.



Şekil 2.10: Tasarım sürecine genel yaklaşım (VDI 2221 1987)

2.3.3 Pahl ve Beitz Tarafından Önerilen Kavramsal Tasarım Metodu

Pahl ve Beitz (2007) tarafından önerilen kavramsal tasarım metodu, önerilen mühendislik tasarım yaklaşımlarının temelini oluşturmuştur. Kavramsal tasarım metodu, temel problemi tanımlayan tasarım özetinin oluşturulması, fonksiyon yapılarının kurulması, alt fonksiyonları yerine getiren çalışma prensiplerini belirlemesi, çalışma prensipleri ile çalışma yapılarını oluşturması, uygun kombinasyonların seçilmesi, çözüm çeşitlerinin sağlamaştırılması, teknik

ve ekonomik kriterlere göre değişkenlerin değerlendirilmesi ve çözümün oluşturulması aşamalarını içerir.

Tasarım özeti ile tasarım görevinin ana noktası netleştirilerek, genel görevi gerekli alt problemler açısından formüle etmek çok daha kolay hale gelir. Problem formülasyonu ardışık adımlarla mümkün olduğunca kapsamlı bir şekilde yapılmalıdır. İhtiyaç listesi hazırlanarak tasarım görevine netlik kazandırılacaktır. İhtiyaç listesi hazırlanması, ilgili sorunlara odaklanmaya yardımcı olacak ve gerekli bilgi düzeyini büyük ölçüde arttıracaktır. İhtiyaç listesinin hazırlanması sonraki aşamalar için belirleyici olacaktır. Problemin kaynağını doğrulamaya ve ihtiyaçları tarafsız bir şekilde önem sırasına göre ihtiyaç listesini oluşturmaya dikkat edilmelidir. Fonksiyonel ilişkilerde temel kısıtlamalar ve temel koşullar belirlenmelidir. Belirlenen kısıtlamalar sorgulanmalı ve müşteri isteklerine göre uygunluğu kontrol edilmelidir (Pahl ve diğ. 2007).

Genel sorunun tanımlanmasının veya formüle edilmesinin ardından malzeme, enerji ve sinyallere dayalı olarak girdi ve çıktılarını belirttiği blok şema diyagramı hazırlanmalıdır. Teknik bir sistemin fonksiyon yapısı çözüm arayışını kolaylaştıran alt sistemlere bölünerek ve alt fonksiyonları basit ve net bir yapıda birleştirilerek karmaşıklığın azaltılması amaçlanmaktadır. Alt fonksiyonlar, genel fonksiyondan daha düşük karmaşıklığa sahiptir ve ayrıca, çözüm için hangi alt fonksiyonun en kullanışlı başlangıç noktasını sağladığı açıkça anlaşılmasını sağlayacaktır (Pahl ve diğ. 2007).

İşlev yapıları oluşturulurken, işlevsel ilişkilerin tanımlanmasına yönelik sorgulama yapılmalıdır. Teknik sistemin büyüklüğü, kullanılan ayrıntı durumu, görevin yenilikçiliği ve tasarımcının deneyimine bağlı olarak işlev yapıları ile çözümlerin keşfedilmesi kolaylaştırılabilir. Tanımlanan alt işlevler ile muhtemel çözüm yapısı belirlenir. Sadece uyumlu olan çalışma prensiplerinin sistematik olarak birleştirilmesi ile genel bir çözüm elde edilir. Çözüm için uygun alt işlevleri birleştirirken, ihtiyaç listesi, bütçeye uygunluk dikkate alınarak gelecek vaat eden kombinasyonlar üzerine yoğunlaşılmalıdır. Seçilen çalışma yapıları veya çalışma kombinasyonları, daha fazla somutlaştırılmalıdır. Çözüm seçeneklerinin tasarımcılar tarafından belirlenecek değişkenlere göre ön değerlendirilmesi, seçim çizelgesinde listeleme yapılarak belirlenmelidir.

Hiyerarşik bir sınıflandırma olan amaçlar ağacı oluşturulur. İhtiyaçlar, müşteri istekleri ve bütçe dikkate alınarak kriterler belirlenerek, öncelik ve önem sırasına göre puanlama yapılır. Ön değerlendirme işlemine dahil edilen ve olumlu olarak değerlendirilen çözüm kombinasyonlarının amaçlar ağacına göre değerlendirmesi yapılır. Bu değerlendirme sonucunda en iyi iki çözüm kombinasyonu seçilir. Değer profil diyagramı oluşturularak, iki çözüm kombinasyonu arasından, en iyi tasarım için karar verilir.

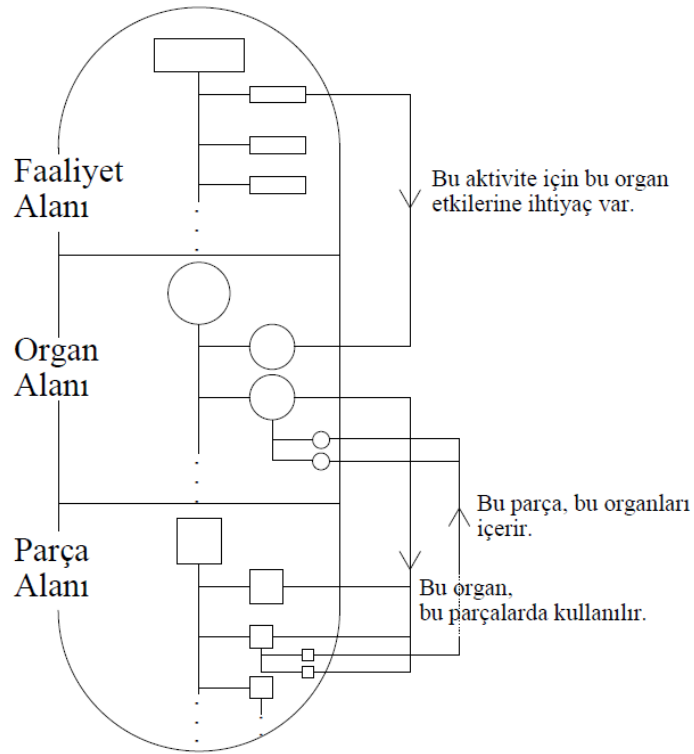
2.3.4 Alan Teorisi

Alan Teorisi, modele dayalı bir teoridir. Alanların açıklamasına ve alanlarla ilgili fenomenlerden alınan kelimeler ve kavramlara dayanmaktadır (Andreasen ve diğ. 2015). Bir tasarımcı için en önemli olan şey, bir teorinin pratikte ne kadar verimli olduğudur. Alan Teorisi, orijinal olarak Hubka tarafından 1973'te formüle edilen tasarım teorisi üzerine geliştirilmiştir (Andreasen ve diğ. 2015). Andreasen (1980), Hubka tarafından önerilen teoriyi, model tabanlı tasarım teorisine dönüştürerek Alan Teorisi'ni önermiştir. Alan Teorisi, aktivitelerin ve ürünlerin doğasını birleştirerek sentez yaklaşımı sağlayan üç alanı (faaliyetler, organlar ve parçalar) kullanır. Farklı alanları kullanarak bir ürünü farklı şekillerde tanımlamayı öğreten bir teoridir. Hubka tarafından önerilen Sistem Teorisi'nin her şeyin bir unsur olarak görülebileceği genel görünümünden yola çıkarak, Alan Teorisi üç görüş belirtmektedir: faaliyet, organ ve parçaya odaklanmak (Andreasen ve diğ. 2015).

Ürünle ilgili faaliyetlerin yapısı, örneğin kullanım süreci, ürün yaşam döngüsü, ürünün nasıl kullanıldığı faaliyet alanını oluşturmaktadır (Fan ve diğ. 2005; Andreasen ve diğ. 2015). Ürün ile kullanıcı arasındaki rol dağılımı kullanım faaliyetine (aktivitesine) bağlanmalıdır. Böylece yeni kavramlar oluşturulabilir. Kullanım aktivitesi tüm yaşam döngüsünü kapsayacak şekilde genişletildiğinde, tasarımcı yaşam döngüsü öğelerini de kavramsallaştırmalıdır (Andreasen ve diğ. 2015). Ürünün fonksiyonel elemanlarının nasıl etkileşimde bulunduğu organ alanı odaklanır. Organlar bir ürünün fonksiyonlarını ve özelliklerini tanımlar. Bu nedenle, fizik ve eylem tarzını anlamak önemlidir.

Organların çalışma prensibini anlamak, alternatiflerin değerlendirilmesine ve malzeme seçimi için bir temel oluşturulmasına izin verir. Organ yapısı, aktivite için gerekli etkilerin nasıl elde edildiğini açıklar. Ürün parçalarına ve ara yüzlerine, parça alanı odaklanır. Özel parçalarla çalışmak, parça yapısına odaklanan eskiz ve kavramlara neden olan akıl yürütme için somut bir temel oluşturur.

Kromozom modeli, Alan Teorisini yansıtan, ürünün genel bir tanımlayıcı modelini oluşturulmasını sağlamaktadır (Andreasen ve diğ. 2015). Kromozom modeli, tasarımcının tasarım sürecinde yaratıcılığı geliştirmesine yardımcı olur, daraltılmış bir çözüm alanında çözümler aranmasını önler (Fan ve diğ. 2005). Şekil 2.11’de gösterildiği gibi faaliyetlerin, parçaların ve organların bileşimi hiyerarşik olarak modellenir (Andreasen ve diğ. 2015).



Şekil 2.11: Kromozom Modeli (Andreasen ve diğ. 2015)

Kromozom modeli ile belirli bir alt çözümü netleştirilmesine ilaveten, tasarımın belli özellikleri bir görünüm modeli ile keşfedilerek, haklı gösterilebilir (Andreasen ve diğ. 2015). Tasarım özellikleri olarak belirtilen, çevre ile ilgili parametreler ve uyarlardan oluşur. Tasarım dili oluşturmak, tasarım işlemlerini

belirlemek ve tasarım modeli hazırlamak, kromozom modelinden etkili sonuç alınmasını sağlar. Tasarım dili, söz dizilimine dayanan, her üç alanda da akıl yürütme, kavramsallaştırma ve tanımlama işlemlerinde etkili olacak kelime haznesidir. Sentez işlemini destekleyen metodolojiler, oluşturma ve değerlendirme tasarım işlemleridir. Faaliyet, organ ve parça yapılarının özellikleri ise tasarım modeli oluşturularak belirlenir.

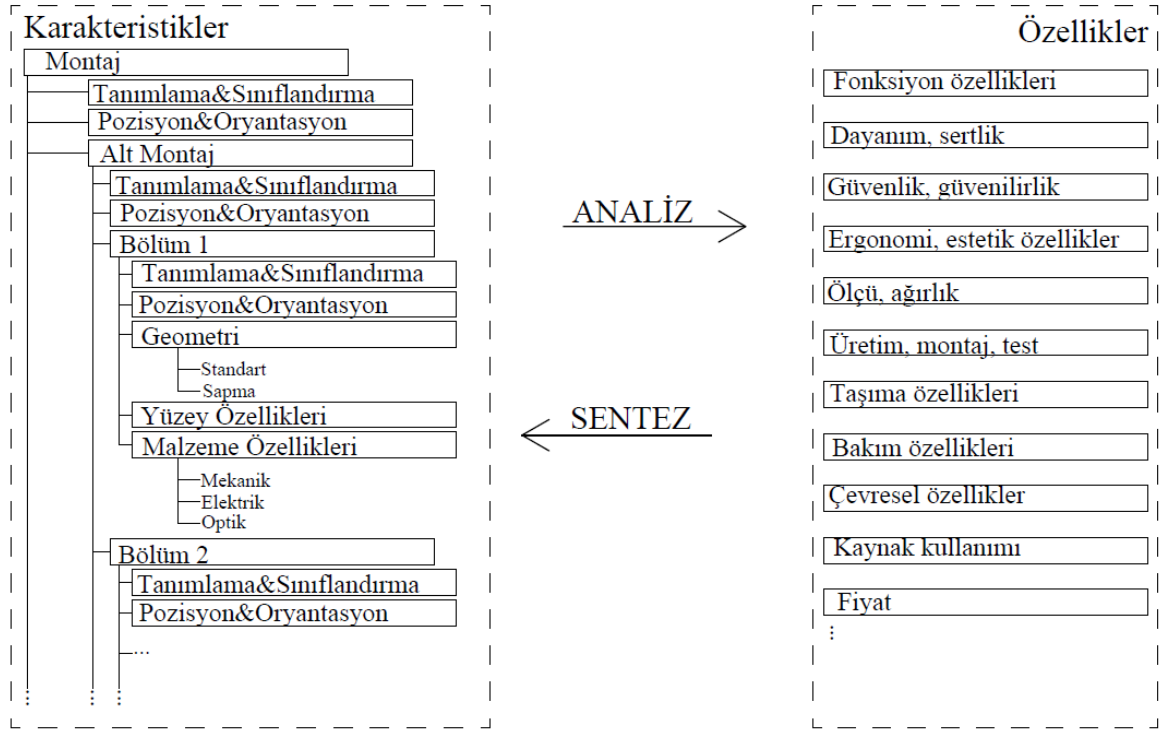
2.3.5 Karakteristik-Özellik Modellemesi ve Özellik Odaklı Geliştirme Yaklaşımları

KÖM/ÖOG yaklaşımları, Weber (2008) tarafından önerilen, kuralcı tasarım modellerindedir. KÖM/ÖOG yaklaşımları teknik sistemler teorisinin iki temel yönünü ele almaktadır. KÖM; karakteristikleri ve özellikleri kullanarak teknik ürünlerin modellenmesi içindir. Bu yaklaşıma göre, fiziksel olarak dünyada mevcut olmayan bir ürünün tüm özelliklerini belirlemek için bilgisayar araçları kullanılabilir (Weber ve diğ. 2002; Köhler ve diğ. 2008). ÖOG; teknik ürünlerin özellik ve karakteristiklerine göre geliştirilmesinde bir süreç modelidir. Mevcut yaklaşımlardan farklı bir özellik olarak ÖOG yaklaşımında, fonksiyonel özellikler ve ürün özellikleri eşit görülmektedir. Diğer bir deyişle, tasarımın bütün yaklaşımlarını bir bütün olarak değerlendirir (Weber 2008).

ÖOG yaklaşımında ürün karakteristikleri ve özellikleri arasında temel bir ayrım vardır. Karakteristikler (Ci), doğrudan tasarımcı tarafından belirlenecek ürün özellikleridir. Örneğin, yapı, şekil, ölçü, yüzey ve malzemeler. Özellikler (Pj) ise doğrudan tasarımcı veya mühendis tercihlerinden etkilenmeyen, fonksiyon, ağırlık, emniyet, güvenilirlik, üretilebilirlik, montaj yapılabilirlik, test edilebilirlik, çevreye uygunluk ve fiyat gibi ürün davranışlarını gösterir (Weber ve diğ. 2002). Birçok alt bileşenden oluşan ürünlerdeki özellikleri ve karakteristikleri doğru bir şekilde ele alıp değerlendirebilmek için yapılandırılmalıdır. Şekil 2.12'de karakteristik ve ürün özelliklerinin yapılandırılması ve aralarındaki temel ilişkiler gösterilmiştir.

Ürün özelliklerinin yapılandırılmasında, analiz işleminde, bir ürünün mevcut veya öngörülen karakteristiklerine dayanarak nitelikleri belirlenir. Bir

ürünün özellikleri öngörülen gerçeklikte değilse de gerekli belirlemeler analiz işlemi ile yapılır. Analizler, teorilere dayanarak, deneysel (prototip yaparak) veya dijital simülasyon araçları kullanılarak gerçekleştirilebilir. İstenen özelliklere göre ürün karakteristiklerinin belirlenmesi gerekir.



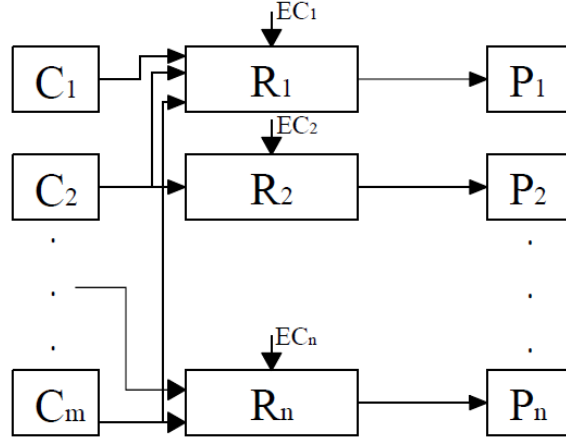
Şekil 2.12: Karakteristikler ve özellikler arasındaki iki temel ilişki

Sentez işlemi ürün geliştirme sürecindeki temel etkinliktir. Müşteri tarafından talep edilen veya müşteri için belirlenen özellikler sentez işleminde ayrı bir öneme sahiptir. Tasarımcının görevi, uygun çözüm modellerini oluşturmak ve ürün özelliklerini müşteri memnuniyetini karşılayabilecek yeterlilikte belirlemektir (Weber ve diğ. 2002).

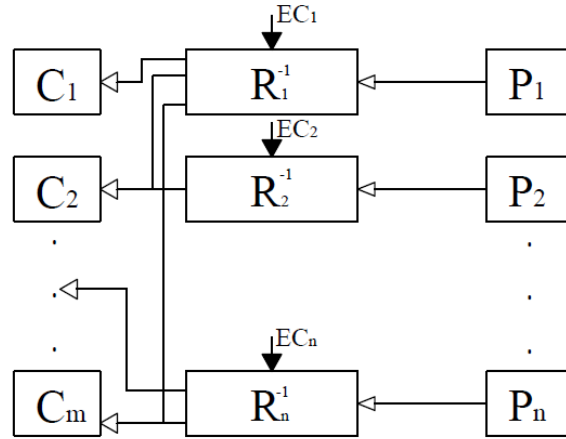
Şekil 2.13 ve 2.14'te, KÖM yaklaşımında ürün karakteristikleri ve özellikleri arasındaki analiz ve sentez ilişkileri ağ benzeri bir temel yapı ile modellenmiştir. Şekil 2.13 ve 2.14'te kullanılan ifadelerin açıklaması Tablo 2.1'de verilmiştir.

Tablo 2.1: KÖM ve ÖOG yaklaşımında kullanılan sembollerin açıklamaları

| C_i | Karakteristikler | R_j, R_j^{-1} | Karakteristikler ve özellikler arasındaki ilişkiler |
|--------|--------------------|-----------------|--|
| P_j | Özellikler | D_x | Karakteristikler arasındaki bağımlılıklar (kısıtlamalar) |
| PR_j | Gerekli özellikler | EC_j | Dış koşullar |



Şekil 2.13: Analiz işleminin basit bir modeli



Şekil 2.14: Sentez işleminin basit bir modeli

Bir çözüm kalıbı, karakteristiklerin (C_i) ve özelliklerin (P_j), ikisi arasındaki bilinen ilişkilerle (R_j) toplanmasıdır (Weber, 2008). İlişki kutularını (R_j) gerçekleştirmek için modeller, yöntemler ve araçlar, fiziksel nesnelere veya fiziksel olmayan modellere (zihinsel modeller, matematiksel veya grafik modeller, bilgisayar modelleri) dayalı olabilir (Weber, 2008; Weber ve diğ. 2002). Eğer

karakteristikler (Ci), özellikler (Pj) ve aralarındaki ilişkilerin (Rj) hepsi biliniyorsa, bu bilgi analiz ve sentez için kullanılabilir.

Ürün oluşturulduğunda, yani ürünün özellikleri Ci fiziksel olarak gerçekleştiğinde ve uygulandığında Şekil 2.13'e göre özelliklerinin veya davranışının (Pj) analizi test ve ölçümle yapılabilir. Bu durumda, ürünün kendisi ilişkilerin (Rj) temsilidir. Belirli dış koşullara (ECj) göre her ürünün özelliğinin uygun bir model, yöntem ve araç aracılığıyla belirlenmesi veya tahmin edilmesi yapılmalıdır. Çözüm kalıplarının, çözüm elemanlarının tanımlanması ve kullanılması ürün geliştirme ve tasarlama sürecinde pratiklik sağlaması açısından son derece önemlidir. Ayrıca çözüm kalıplarının tanımlanması, bilginin tekrar kullanılması gereken durumlarda kolaylaştırıcı olacaktır.

Önerilen yaklaşımlarda uygulanacak her sentez işlemi ile ürünle ilgili daha fazla özellik belirlenir. Bu özelliklere paralel olarak analiz aşamaları belirlenir. Böylece ürünün özelliklerine ile ilgili daha fazla ve kesin bilgi üretilir. Analiz yöntemleri ile genel olandan daha kesin özelliklere geçilir. Ürün geliştirme süreci, mevcut durumun genel değerlendirmesi ile yönlendirilir. Ürün geliştirme veya tasarım süreci; ürün üretimi ve montajı için gerekli tüm karakteristiklerin (Ci) belirlendiği ve tüm ilgili özelliklerin (Pj) tahmin edildiği, öngörülen özelliklerin istenen özelliklere yakın olduğunda tamamlanır (Weber 2008).

2.3.6 Konsept ve Bilgi Teorisi

K – B teorisi ilk Hatchuel (1996) tarafından önerilmiştir. Hatchuel ve Weil (1999) tarafından geliştirilmiştir (Hatchuel ve diğ. 2003). K – B Teorisi, bilgi ve kavramlar arasındaki ayrıma dayanan, betimsel bir tasarım teorisidir. (K) kavram uzayını, (B) ise bilgi uzayını temsil eder. K – B teorisi, mevcut tasarım teorilerine dayanır, ancak bu teorileri, birleşik bir akıl yürütme modelinin özel durumları olarak yeniden yorumlamıştır. K – B Teorisi, tasarım sürecinde nasıl düşünüleceğini açıklayan evrensel bir akıl yürütme biçimi sunar. Teori, rasyonalite ve mantık ile ilişkilidir. Yaratıcılık ve inovasyonu tasarıma dahil edip tasarım teorisinin merkezinde olduğunu kabul etmek mantıksal bir gerekliliktir.

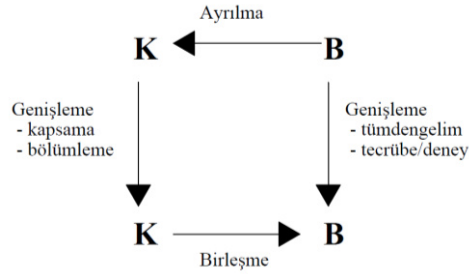
Bir tasarım teorisi ne kadar titiz ve kesin olursa, yaratıcılığı ve hayal gücünü dışarda bırakabilir. K – B teorisi bu iki hedefi uzlaştırmayı amaçlamaktadır.

(B) bilgi uzayı ve mantıksal çıkarımlar ile oluşturulan önermelerdir. Bilgi alanı genellikle tasarım sürecinde ihmal edilir, fakat bu alan olmadan sürecin tamamlanması imkansızdır. Tasarımcının bir önermeye atadığı güven derecesini tanımlayan özellik, bir önermenin mantıksal durumu olarak belirlenmiştir. Bu yaklaşımda önemli olan, bilgi alanının tüm önermelerinin mantıklı bir statüye sahip olduğunun varsayılmasıdır. Konsept; bilgide mantıksal bir statüye sahip olmayan teklif veya teklif grubu olarak adlandırılır (Hatchuel ve diğ. 2003; Brun ve diğ. 2018). Kavram ve bilgi uzayını dikkate alarak, tasarım; bir kavramın başka kavramlar ürettiği veya bilgiye dönüştürüldüğü, yani bilgi önermelerine dönüşen bir süreç olarak tanımlanabilir.

Önerilere veya kavramlara, özellik ekleme ve çıkarma işlemi tasarım sürecinde merkezi bir işlemdir. Bilgi alanının önermeleri konsept alanına dahil olan kavramlara dönüştürülebilir ve tersi işlemler gerçekleştirilebilir. Bilgi önermelerini, kavramlara dönüştürme işlemine parçalama denir. Ters işlem birleşim olarak tanımlanır ve tasarım sürecinin tamamlanmasını ifade eder. Bu bilgi alanında mantıksal önermeler ile açıklanan yeterli sayıda öneri ile nitelendirilen kavramlara ulaşıldığını gösterir (Hatchuel ve diğ. 2003). Aynı zamanda çözüm olarak istenen, diğer bir deyişle tasarım süreci sonucunda elde edilmek istenen modelin iyi bir tanımı oluşturulur. Bu tanımın bilgi alanındaki belirli bir grup seçeneklerle ilişkili olduğu unutulmamalıdır. Kesin olarak tek bir çözümden bahsetmek mümkündür. Fakat tasarımın hiçbir zaman tek bir çözümle bitmediğini, ancak bilgi alanında bir grup çözümle bittiğini varsaymak mümkündür. Mekanik tasarımdaki klasik geometrik tolerans fikri tamamen aynı fikirdir. Asla bir geometrik nesne değil, aralık toleransı ile tanımlanan bir dizi geometrik nesne tasarlanır (Hatchuel ve diğ. 2003).

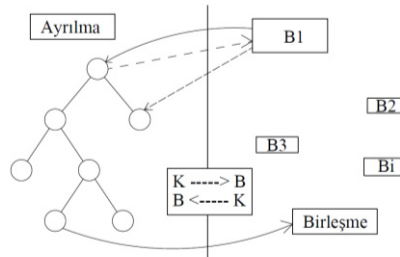
Tasarım süreci bilgi ve kavram alanlarının birlikte genişlemesini sağlayan iç ve dış operatörler tarafından gerçekleştirilir. Dış operatörler, bilgi alanından kavram alanına, kavram alanından bilgi alanına, iç operatörler ise bilgi alanından kavram alanına, kavram alanından kavram alanına, bilgi alanından kavram alanına operatör, bilgi alanından gelen özellikleri kavramlara ekler veya

çıkartır. Öğeler bilgi alanından konsepte dönüştürüldüğü zaman ayrılma yaratır. Bu aynı zamanda alternatiflerin üretilmesine karşılık gelir. Kavramlar alternatifler için potansiyel kaynaklardır. Ayrılma ve birleşme işlemlerinden sonra kavramlar yine kavram olarak kalabilir (Hatchuel ve diğ. 2003; Shai ve diğ. 2009). Bilgi alanından bilgi alanına operatörler de bilgi alanının genişletilmesini sağlayan klasik mantık ve hesaplama kurallarıdır (Hatchuel ve diğ. 2003). Tasarımın hem kavram hem de bilgi üzerinde tanımlanmasının önemini gösteren tasarım karesi olarak adlandırılan tasarımın temel yapısı Şekil 2.15'te gösterilmektedir. Bu model soyut tasarımdan somut veya kaba detaylara kadar klasik tasarım aşamaları mantığından kaçınır. Bunlar çok normatif konumlardır. Eğer güçlü bir ayrıştırma gücüne sahiplerse, tasarımda ilk önce detaylar ortaya çıkabilir.



Şekil 2.15: Tasarım karesi

Konsept ve bilgi operatörlerinin bir diğer gösterimi Şekil 2.16'daki gibidir. Bilgi alanının yapısı farklı olabilirken, konsept alanı ağaç yapısı ile görselleştirilmiştir. Konsept alanında yapılan gelişmeler, bilgi alanına bağlı ve karşılıklı olarak gerçekleştirilir. Bilgi alanındaki herhangi bir oluşum için konsept alanındaki yol takip edilmelidir. Tasarım süreci ayrılma işlemi ile başlar ve sadece bazı bağlantılar varsa, bilgi alanında göreceli olarak bir çözüm grubu mevcut ise geleneksel olarak sonlanır (Hatchuel ve diğ. 2003).



Şekil 2.16: Konsept ve bilgi dinamikleri

2.3.7 Tersine Mühendislik Yaklaşımı

Ullman (2010) tasarım problemini anlamamanın, gereksinimleri belirlemenin ve şartname hazırlamanın önemini vurgulamıştır. Ayrıca bir mühendislik ürününün şeklini belirleyecek olan özelliğin ürün fonksiyonu olduğunu belirtmiştir. Tersine mühendislik yaklaşımı, ürün fonksiyonu anlamak ve geliştirmek için etkili bir yöntemdir. Ullman mühendislik tasarım sürecinde, kavramsal tasarım için fonksiyon odaklı bir yaklaşım önermiştir.

Çoklu kavramlar üretilmesi mühendislik tasarımını destekler nitelikte bir özelliktir. Tersine mühendislik yaklaşımı ise birçok kavramın üretilmesi için teknikler sunar. Kavramların üretilmesi değerlendirmeler ile yinelenmelidir. Kavramsal tasarımın bir aşaması da tasarım bilgilerinin iletilmesi ve planların güncellenmesidir. Ürün işlevinin ayrıştırılması veya tersine mühendislik yöntemi, konsept değişkenlerinin belirlenmesi müşteri gereksinimlerinin giderilmesi için etkili yöntemlerdir. Müşteri gereksinimleri üründe istenen performans ile ilgilidir. İşlevsel ayrıştırma, işlevsel gereksinimleri daha hassaslaştırarak, fonksiyonların kavramlara dönüştürülmesinde yardımcı olmaktadır (Ullman 2010).

Bir ürünün nasıl çalıştığını anlamak için, fonksiyonel ayrışma ve kıyaslama içeren tersine mühendislik yöntemi, zaman tasarrufu sağlama bakımından da iyi bir uygulamadır. Mevcut mühendislik ürünlerinin işlevlerini anlamak için uygulanan bu yöntem, ürünün tüm bileşenlerinin birbirleri ile olan ara yüzlerinin incelenmesini içermektedir. Ürün bileşenlerinin, ara yüzlerini ve çalışma şekillerini detaylı anlamak için bir bileşenin üründen çıkarılarak, enerji, bilgi ve malzeme akışları belirlenmelidir. Her ara yüzey detaylı bir şekilde incelenmelidir.

Tersine mühendislik uygulamalarında, ürünlerin montaj ve demontajlarında kolaylık sağlayabilecek tasarım fikirleri geliştirilebilir. Tersine mühendislik yöntemi uygulamasının verimli bir şekilde tamamlanması için Tablo 2.2'de gösterilen formun dikkate alınması tavsiye edilir.

Tablo 2.2: Tersine mühendislik şablon örneği

| Fonksiyonu Anlamak için Tersine Mühendislik | | | | | |
|---|-----------|-----------------|-----------------------------|-------------|---------------|
| Tasarım Organizasyonu: | | | | Tarih: | |
| Parçalara Ayrılan Ürün: | | | | | |
| Çalışma Prensipleri: | | | | | |
| Diğer Bileşenlerle Arayüz | | | | | |
| Parça | Parça Adı | Diğer Arayüzler | Enerji Akışı | Bilgi Akışı | Malzeme Akışı |
| | | | | | |
| Enerji, Bilgi, Malzeme Akışı | | | | | |
| Parça | Parça Adı | Arayüz | Enerji, Bilgi Malzeme Akışı | | Görsel |
| | | | | | |
| | | | | | |
| Çizim dosyaları için bağlantılar: | | | | | |
| Ekip Üyesi: | | | Hazırlayan: | | |
| Ekip Üyesi: | | | Kontrol: | | |
| Ekip Üyesi: | | | Onay: | | |
| Ekip Üyesi: | | | | | |

3. TASARIM

YAKLAŞIMLARININ

KARŞILAŞTIRILMASI

Bu bölümde önceki bölümlerde incelenen, kısaca açıklanan tasarım metotları, kolay uygulanabilirlik ve sistematik uygulamanın avantajları göz önüne alınarak yorumlanacaktır. Bu yorumlara dayanan bir tablo ile metotların karşılaştırılması yapılacaktır. Böylece önerilecek metodun kapsamının belirlenmesi hedeflenmektedir.

İngiliz Tasarım Konsey'i (British Design Council) tarafından önerilen Çift Elmas Modeli, mühendislik tasarım sürecinde, uygulamada ihmal edilen veya doğru uygulanamayan ıraksak ve yakınsak düşünce yaklaşımlarının doğru uygulanması için birçok farklı metot önerir. Mühendislik tasarım sürecinde Çift Elmas Modeli'nin uygulanması için konsey tarafından önerilen metotlar arasından seçim yapılarak ürünler için farklı uygulamalar oluşturulabilir. Her ürün için farklı ıraksak ve yakınsak düşünme metodu uygulanabilir. Böylece tasarımcıların tasarım sürecine olan heyecanı ve ilgisi arttırılarak, yaratıcı, faydalı ve rekabetçi sonuçlar elde edilebilir. Zorlayıcı olan mühendislik tasarım süreci eğlenceli birçok yöntem ile tamamlanabilir.

IDEO ve Stanford Üniversitesi Tasarım Enstitüsü tarafından önerilen 5 Aşamalı Model, tasarım üzerine düşünce yaklaşımının diğer bir uygulamasıdır. Metodun ilk aşamasının empati olması, insan merkezli tasarım süreci olduğunun bir kanıtıdır. Fakat empatinin doğru yapıldığını anlamak, empati sınırlarını belirlemek zorlayıcıdır. Tasarımcılar tarafından yapılan empatinin doğruluğunu test etmek süreci daha da zorlaştırabilir. Birçok fikir üretmek ve içlerinden birini seçmek, sezgisel çalışmayı ön plana çıkarmaktadır. Birçok seçenek arasından sezgisel olarak birine odaklanmak, doğru sonuca ulaşma süresini uzatabilir. Hızlı prototipler yapılarak fikirlerin denenmesi, fikir üretimi aşamasında istenmeyen eleştirel düşünmeyi, sürece dahil ederek doğru sonuca ulaşmada etkili ve faydalı bir çalışma olduğu söylenebilir.

Hubka tarafından önerilen ve Hubka ve Eder ile geliştirilen Teknik Sistemler Teorisi, mühendislik tasarım sürecine geniş bir çerçeveden yaklaşılması gerektiğini vurgular. Teknik sistemler teorisi, mühendislik tasarım metotlarının geliştirilmesinde etkili bir ilham kaynağı olmuştur. Mühendislik tasarım sürecinin aşamalarının ve sürecin anlaşılmasını sağlayan ilk sistematik tasarım metodudur. Metodoloji olarak dönüşüm sistemlerinin karmaşık olması, sistematik bir uygulamaya dönüştürülmesinde zorluk yaşanmasına ve motivasyon kaybına neden olabilir.

Alman Mühendisler Birliği tarafından hazırlanan standartlar, tasarım sürecinde soyuttan somuta ulaşmak için temel bir metodoloji sunar. Tasarım sürecinin aşamalar halinde açıklandığı, yapılması gereken faaliyetleri içeren ve sonuçları belirten bir kılavuzdur. Geleneksel mühendislik tasarım yaklaşımlarından olan VDI 2221 (1987; 1993) standartları, ürün fonksiyonun anlaşılmasına, ürün fonksiyon yapılarının belirlenmesine öncelik veren bir yöntemdir. Bu ise mühendislik tasarım metotlarında fonksiyona öncelik verilmesi gerektiği algısını oluşturmuştur. Ürün fonksiyonu elbette önemlidir fakat insanlar için tasarlanan bir üründe, ürün özelliklerinden sadece biri olmalıdır. Günümüzde VDI 2221 (1987; 1993) standardında önerilen metodolojinin uygulanması eski bir versiyon olduğu için yeterli olmayabilir. Tasarım metodu tasarımında ise dikkate alınması gereken temel teorilerden biridir.

Pahl ve Beitz tarafından önerilen sistematik yaklaşım, geleneksel tasarım metotlarından biridir. Önerilen yaklaşım, ürünün fonksiyon yapısının oluşturulmasında doğru yapı oluşturulmasını sağlamak için detaylı bir yöntem içerir. Seçeneklerin belirlenmesinde ihtiyaçlar listesinin dikkate alınması, farklı veya kullanıcıyı şaşırtabilecek nitelikte bir ürünün tasarlanamayacağını bir göstergesidir. Karar verme aşamasında tasarımcı tarafından puanlanan amaçlar ağacının dikkate alınması, verilecek kararın tamamen tasarımcı kontrolünde olduğunu gösterir. Diğer bir deyişle, tasarımcı alışılmış olan seçimleri yapabilecek şekilde karar vererek bu durumu güvenilirlik olarak yorumlayabilir. Ürün tasarımının sistematik hale dönüştürülmesinde düzenli bir metodoloji içeren yaklaşım günümüzde tasarım süreci uygulamalarında farklı yönlerin

keşfedilmesini sağlayabilecek yaratıcı düşünme için gerekli olan yakınsak ve ıraksak düşünme yaklaşımlarının ihmal edilmesine neden olabilir.

Alan Teorisi ve Kromozom Modeli, Hubka ve Eder tarafından önerilen Teknik Sistemler Teorisi'nden esinlenilerek geliştirilmiştir. Karmaşık sistemlerin parçalara ayrılarak hiyerarşik düzende incelenmesi ve araştırılması yaratıcılığı destekler bir yöntemdir. Fakat kromozom modelinin aynı ürün üzerinde farklı zamanlarda uygulanması yaratıcı çözümlerin keşfedilmesinde yanıltıcı da olabilir. Bir ürünü hiyerarşik düzende tanımlamak, aynı ürün için yeni bir düzen oluşturulmasında yenilikçi olmayan seçimler yapılmasına neden olabilir.

Konsept ve Bilgi Teorisi, yaratıcı çözümlerin elde edilmesini sağlayan yöntem sunar. Teorinin akıl yürütme yöntemi olarak sunulması, diğer tasarım metotlarından farklı olarak, tasarım sürecinde ıraksak ve yakınsak düşünmenin önemini vurgulamaktadır. Fakat teori düşünce metotlarına vurgu yapmayan bir yöntem önerir. Sınırsız bilgi kaynağından kavramların ve konseptlerin oluşturulması, ıraksak ve yakınsak düşünce yöntemleri ile gerçekleştirilir. Bilginin tasarım teorisinde öncelikli olması farklı yönlerin keşfedilmesinde etkili olacaktır. Konsept ve Bilgi Teorisi'nin günümüzde birçok firmada uygulanıyor olması, yaratıcı çözüm arayışında sistematik bir yaklaşıma verilen önemin arttığını göstermektedir.

KÖM ve ÖOG yaklaşımları, farklı mühendislik ürünlerinde uygulanarak teori haline gelmiştir. Ürün niteliklerinin ve teknik özelliklerinin ayrıca değerlendirilmesi, fonksiyon odaklı yaklaşımların aksine tasarım sürecine bütüncül bir bakış açısı ile yaklaşılmasını sağlar. Analiz ve sentez işlemlerinin dış koşullar dikkate alınarak değerlendirilmesi, kullanıcı için faydalı sonuçlar elde edilmesini de sağlayacaktır. Sentez işleminde müşteri memnuniyeti ve taleplerinin dikkate alınması, müşterinin beklentisini karşılamak için yeterli olabilecek sonuçlar elde edilmesini sağlar. Fakat tasarım süreci sonucunda müşteri beklentisinden daha fazlası elde edilmelidir.

Ullman tarafından ürün formunun, fonksiyona göre belirleneceğini vurgulanarak tersine mühendislik yaklaşımı ile ürün performansının geliştirilmesi

önerilmiştir. Diğer metotlarda ve teorilerde belirtilen süreç aşamalarını da incelemiştir. Fakat, kullanıcının mühendislik tasarımından beklentisinin performans olduğunu vurgulamak, mühendislik ürünlerinin birçok özelliğinin görmezden gelinmesine, tasarımların performans odaklı gelişimine neden olmaktadır. Tasarım sürecinde ürün performansı geliştirmek, sonuçta bir tasarım niteliğinde ürün elde etmek anlamına gelmemektedir. Tersine mühendislik yöntemi, sadece ürünün özelliklerinden biri olan performansın geliştirilmesinde etkili bir yöntemdir. Kullanıcı beklentisini ürün performansı ile sınırlandırmanın doğru olduğu düşünülmemektedir. Müşteri sadakatinin oluşmamasına ve sürekli müşterilerinin kaybına neden olabilecek bir bakış açısıdır.

İncelenen tasarım yaklaşımları üzerine yapılan yorumlar dikkate alınarak, iraksak ve yakınsak düşünce yaklaşımlarını içermesi, tasarım sürecine bütüncül yaklaşımı (ürünün sadece fonksiyonel özelliklerini dikkate almaması), tasarım araştırmasında farklı öneriler içermesi, tasarımcının veya tasarım ekibinin alışılmış seçimlerden uzaklaşmalarını sağlayacak öneriler içermesi ve metodun ürün üzerine uygulanmasında müşteri beklentisinin üzerine çıkabilme yeterliliği bakımından değerlendirilecektir. Bu değerlendirilmenin yapılmasındaki amaç, farklı bakış açıları ile hazırlanmış tasarım yaklaşımlarının farklı üstünlükleri olduğu göstermektir. Böylece tasarım metotlarının önerilmesinde mevcut metotların incelenmesinin, yeni teori oluşturmada veya mevcut olanı iyileştirmede ki etkisi de vurgulanacaktır. Tablo 3.3'te belirtilen kriterlere göre, incelenen yaklaşımların değerlendirilmesi yapılmıştır.

Tasarım sürecini sistematik sürecini sistematik hale getirmek veya bir ürün tasarımına önerilen bir metot ile başlamak, süreç sonucunda elde edilebilecek ürün ile ilgili birçok fikrin oluşmasını sağlayacaktır. Fakat sistematik bir uygulamanın yaratıcılığı engeller boyutta olmaması, yakınsak ve iraksak düşünme yöntemlerini uygulama özgürlüğü sunması gerekir. Teorik olarak önerilen birçok yaklaşımının uygulanmaması, rekabetin hızlı olması ve sistematik bir sistem oluşturmanın zaman kaybı olabileceği düşüncesi olabilir. Rekabetteki yarış ürün performansları üzerine devam ettirmek geçici tatmin elde edilmesini sağlayacaktır. Farklı, yaratıcı ve uzun süreli ticari üstünlük kazandırabilecek bir ürün tasarlamak ve üretmek için sürece yaklaşımı değiştirmek gerekmektedir.

Tablo 3.3: Tasarım yaklaşımlarının karşılaştırılması

| | | Tasarım Metotları ve Teorileri | | | | | | | |
|--|---|--------------------------------|-------------------|-----------------|-------------------------|--------------|----------------------|--------------------------|------------------|
| | | Çift Elmas Modeli | Beş Aşamalı Model | VDI 2221 (1987) | Pahl ve Beitz Yaklaşımı | Alan Teorisi | CPM ve PDD Yaklaşımı | Konsept ve Bilgi Teorisi | Ullman Yaklaşımı |
| Değerlendirme kriterleri | İraksak ve yakınsak düşünce yaklaşımları | ** | * | . | . | . | * | * | * |
| | Fonksiyon yapısı oluşturma | . | . | * | * | . | . | . | * |
| | Tasarım araştırması | * | * | . | . | . | . | ** | . |
| | Alışılmış seçimlerden uzaklaşılmasını sağlama | * | . | . | . | * | * | * | * |
| | Müşteri beklentisinin üzerine çıkabilme | * | * | . | . | . | . | * | . |
| (-): Belirtilen kriterleri karşılamıyor (*): Belirtilen kriterlere göre metot içeriği yeterli (**): Belirtilen kriterleri karşılıyor, başarılı sonuçlar elde edilebilir. | | | | | | | | | |

4. ÖNERİLEN TASARIM METODU

4.1 Giriş

İnsan merkezli bilgi ve uygulamaların inovasyonda önemli bir rol oynaması, insan merkezli tasarım alanının daha stratejik hale gelmesi için bir fırsat yaratmaktadır. Ancak, insan merkezli tasarım, stratejik bir inovasyon bağlamında çalışması gereken bilgi ve beceri eksikliğinden dolayı eleştirilmiştir (Norman ve diğ. 2014). Mühendislik tasarım sürecinde kavramsal tasarım aşamasında tasarıma anlam kazandıracak bir yaklaşımı uygulamak, belirsiz hale getirilmiş veya şüphe uyandıran bir dünyayla irtibat halinde kalmanın yoludur. Anlamları tasarımın merkezine koymak, tasarımcılar için benzersiz odaklanma ve diğer disiplinlerin ele almadığı bir uzmanlık sağlayacaktır (Krippendorff 2006).

Anlam tasarımının genellikle mühendislik tasarım sürecinde önceliği veya önemli bir yeri yoktur. Bu durum, tasarım sürecinde kısıtlı seçenekler arasından alışılmış seçimlerin yapılmasına neden olur. Anlam inovasyonu ise yeni bir değer önerisi, yani bir pazarda neyin anlamlı ve amaca uygun olduğuna dair yeni bir yorum ve yeni bir yön sağlar. İnsanların ürünü neden kullandıkları sorusuna cevaptır (Verganti 2016). Anlam inovasyonu ile elde edilebilecek bu farklılık, mavi okyanusa geçiş, yıkıcı inovasyon ile tasarıma değer kazandıracaktır. Anlam inovasyonu, yaratıcı çözüm arayışının tam tersi bir süreçtir. İçten dışa yaklaşımı benimser ve birçok fikir üretimi yerine eleştiriye dayanır. Anlam tasarımı, sorunları yeniden tanımlayan yeni bir vizyonla ilgilidir. Yenilikleri daha yükseğe taşır. Özellikle “Neden?” sorusunun, anlam tasarımında sorgulanması gerekir. Yeni bir değer önerisi, yani piyasada neyin anlamlı olduğuna dair yeni bir yorum ve yeni bir yöndür (Verganti, 2016). Değişen bir dünyada insanlar da değişir; bu nedenle anlamlı değişiklikler gereklidir. Sonsuz sevginin bir bağı kurmanın tek yolu, sunduğumuz şeyin anlamını yenilemektir. Anlam yeniliği sadece müşterilerin bakış açısıyla değil, aynı zamanda iş stratejisi ile de ilgilidir (Verganti, 2016).

Doug Dietz, iki buçuk yıl üzerinde çalışarak tamamladığı manyetik rezonans görüntüleme sistemleri projesini, bir hastanede, makinesini kullanılırken görme fırsatı bulmuştur. MRG makinesinde, uzun süre hareketsiz yatmak çocukları korkuttuğu için, pediatri hastalarının %80'inin uyutulması gerektiğini öğrenmiş ve makinede değişiklik yapması gerektiği düşüncesini uyandırmıştır. Dietz, insan merkezli bir tasarım ve inovasyon yaklaşımı hakkında bilgi edinerek, tüketici ihtiyaçlarını daha iyi anlamak amacıyla mevcut ürünlerin ve hizmetlerin kullanıcılarını gözlemlemiştir. Hastane doktorları, personelleri, çocuk müzesi uzmanları ve çevresindeki insanlardan da yardım alarak “Macera Serisi” adını alacak tarayıcının ilk protopini yapmıştır. Makinanın zemin, tavan, duvarlar ve tüm donanım dahil olmak üzere makinanın dışına ve odadaki her yüzeye çıkarmalar yapıştirarak, MRG makinesini farklı hikayelerin içine gizlemiştir. Korsan ve uzay gemisi gibi maceralarla birlikte toplam dokuz farklı macera hazırlayarak uyutulması gereken pediatri hastası sayısında çarpıcı oranda düşüş ve hasta memnuniyetinde ciddi artış sağlanmıştır. Ancak Dietz için en büyük ödül, altı yaşında çocuğun korsan gemisinde tarama yapılması sonrasında annesine “Yarın tekrar gelebilir miyiz?” diye sorması olmuştur. Bu durum, Dietz'in bütün çabalarına değmiştir (Kelley ve diğ. 2013). Dietz (2012), yaptığı çalışmayı TEDx konuşmasında ‘Anlam için tasarladığınızda iyi şeyler olacaktır.’ diyerek özetlemiştir. Aslında, Dietz tarafından çocuklar için MRG çekim sürecini daha az zorlayıcı hale getirmek için yapılan çalışmalar, anlam inovasyonudur. Aslında bu olayda vurgulanması gereken kısım, anlam inovasyonu ile yaratıcı çözümler elde edilebileceğidir. Dietz, mevcut problemi anlam inovasyonu ile çözebilmiştir.

Dietz, MRG makinesi tasarım sürecinin başlangıcında, iyileştirme çalışması dahilinde yaptığı disiplinler arası çalışmayı ve tasarım üzerine düşünmeyi gerçekleştirebilirdi. Tasarımda sistematik yol izlemek tasarım üzerine düşünme sürecini kapsamlı bir şekilde ele almaktır. Ayrıca tasarım sürecini disiplinler arası yürütülmesi gereken bir süreç olarak kabul etmek, öngörüğü arttırarak, tasarımda beklenmedik durumların yaşanmasını azaltacaktır. Dietz'in hikayesinden çıkabilecek diğer sonuç ise, tasarım üzerine düşünmenin yaratıcılık ve inovasyon süreci olduğudur (Kelley ve diğ. 2013).

4.2 Yaprak Modeli

Yaprak Modeli, mühendislik kavramsal tasarım süreci için önerilen anlam odaklı bir tasarım metodudur. Mevcut metotlardan farklı olarak, eleştirel düşüncenin yaratıcılığı artırıcı yönünü ortaya çıkaran ve eleştiriyi sürecin her aşamasına dahil eden bir yaklaşım sunar. Metot, tasarlanacak ürünün özelliklerinin belirlenmesinden önce, mevcut durumun anlaşılması, kültür ve insan davranışları üzerine incelemelerin yapılması gereken aşamaları içerir. Yaprak Model'inin oluşturulmasında Verganti (2016) tarafından önerilen anlam inovasyonu aşamaları ve Gotzesh (2002) tarafından önerilen ürün kimliğini oluşturan maddelerden ilham alınmıştır.

Yaprak Modeli ile sosyal ve çevresel sorunlara mühendislik ürünleri ile çözümler bulunabilir, mevcut bir ürünün anlam inovasyonu ile yenilenmesi sağlanabilir ve bir ihtiyacı karşılamak için yeni bir ürün tasarımı yapılabilir. Metotta eleştirel düşünme sürecin her aşamasına dahil edilmiştir. Mevcut durumu sorgulayarak nedenleri keşfetmek, problemin doğru tanımlanmasını ve çözüm için doğru alana odaklanılmasını sağlayacaktır. Metodun temelde sorgulamaya dayanması, problem ve çözüm tanımlamalarında yaşanan karmaşıklığı ortadan kaldırarak süreç boyunca yüksek öngörü ile ilerlenmesini sağlayabileceği öngörülmektedir.

Kallet (2014), eleştirel düşünmeyi 3 aşamada tanımlamıştır; Netlik, Sonuçlar ve Kararlar. Yaprak Modeli'nde, ilk dört aşama netlik sürecini oluşturur. Sonuçlar ise İçten Dışa Yaklaşım aşamasında oluşturulan hipotezlerdir. Kararlar ise yine eleştirel düşünme ile Eleştiri aşamasında elde edilecek anlamın kararlaştırılmasıdır. Ürünü oluşturacak diğer seçeneklere karar verilmesi, anlamı yansıtacak şekilde yapılmalıdır.

Şekil 4.17'de gösterildiği gibi metodun yaprak ile görselleştirilmesi ve Yaprak Modeli olarak adlandırılmasının nedeni; canlılar için yaprağın anlamı hayatın devamlılığıdır, diğer bir deyişle yaprak oksijen üretir, canlılara varoluşlarının bir nedenini sunar. Bu anlamdan esinlenerek önerilen model ile tasarlanacak ürünler, kullanıcılarına varoluşlarının bir nedenini sunabileceklerdir.

Kullanıcı ve ürün arasında oluşturulan bağ ile ticari başarının ve rekabette üstünlüğün sağlanması da mümkün olabilecektir.

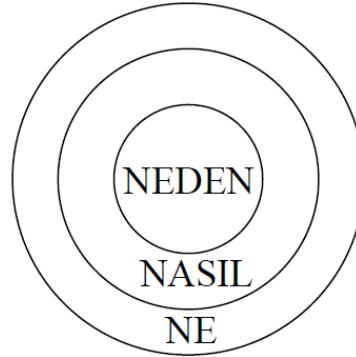


Şekil 4.17: Yaprak Modeli

4.2.1 Amaç

Tasarım sürecine, ortak bir amaç belirlenerek başlanır. Bir amaç altında süreci yürütmek, seçeneklerin oluşturulmasında ve kararların alınmasında kolaylaştırıcı olacaktır. Tasarım sürecini bir ekiple birlikte gerçekleştirmek için,

ekip üyelerinin birbirini iyi tanması da gereklidir. Tasarım sürecinin zor ve karmaşık bir süreç olması ekip üyelerinin motivasyonunun düşmesine ve süreçte beklenmeyen durumların yaşanmasına neden olabilir. Bu sebeple de sürece bir amaç belirleyerek başlamak ekibin motivasyonunu yükseltmede takım ruhunun hissedilmesinde etkili olacaktır. Aynı zamanda bu aşama, tasarım sürecine stratejik olarak başlamada atılan ilk adımdır. Roger ve Lafley (2013), strateji oluşturabilmek için ilk olarak kazanma arzusunun tanımlanmasını önermiştir. Şirketin varoluş nedeni olan kazanma arzusu da firmanın amacı ve motivasyonu oluşturur. Bir bakıma amacın belirlenmesi, kazanma arzusunun belirlenmesi ile benzerlik göstermektedir. Tasarım sürecinde, ekibin motivasyonunu arttıracak, karar verme sürecini kolaylaştıracak amacın belirlenmesi için Sinek (2009) tarafından önerilen Altın Çember Modeli uygulanacaktır. Şekil 4.18’de gösterildiği gibi Altın Çember, içten dışa doğru neden, nasıl ve ne sorularının cevaplanmasına dayanır. İlk olarak nedenin belirlenmesi aslında neye inanıldığını, ekibin potansiyelini, sınırlarını ne kadar zorlayabileceğini ortaya çıkarmaktır.



Şekil 4.18: Altın Çember (Sinek, 2009)

İnsanların karar verme mekanizmalarına ilişkin biyolojik ilkelere dayandığı için nedenin belirlenmesi önemlidir. Neden ve nasıl sorularının cevabı beynin iç bölümü ve beynin karar verme süreçlerinden sorumlu limbik sistemle uyumluluk gösterir. Aynı zamanda limbik sistem, güven ve sadakat duygularından da sorumludur. Ne sorusunun cevabı ise rasyonel ve analitik düşünceden sorumlu olan neokorteks ile uyumluluk gösterir (Sinek ve diğ. 2017).

Neden keşfinin yapılabilmesi için tasarım ekibi üyelerinin özverili katılımı gerekir. Oluşturulacak inancın, ekip üyelerinin tamamı tarafından benimsenmesi sürecin verimli bir şekilde tamamlanmasında önemlidir. Sinek ve diğ. (2017) tarafından önerilen nedenin keşfedilmesi aşamaları bu bölümde uygulanabilir. Aynı zamanda şirket içinde oluşturulacak bir ekiple kısa bir sürede uygulamayı gerçekleştirebilmek için kısa süreli bir çalışma önerilmiştir.

Neden, belirlenirken ekip üyelerinin aktif olarak katılması önemlidir. Tasarım sürecine başlanmasına neden olan durum üzerine tartışarak veya ekip koordinatörü tarafından durumun, önemli detayları içeren bir özet olarak açıklanması üzerine temalar belirlenmelidir. Oluşturulan temalar ekibin potansiyelini ve sınırlarını ne kadar zorlayabileceğini gösteren ip uçlarıdır. Bu çalışma, belirlenecek nedenin, üyeler tarafından benimsenmesi için önemlidir. Sinek ve diğ. (2017) tarafından önerilen ‘...(katkı)...yaparak, böylece...(etki)...’ kalıbının kullanılması, neden ifadesinin oluşturulmasında kolaylaştırıcı olacaktır. Nasıl sorusunun cevabı ise belirlenen inancı gerçekleştirmek için yapılacak olanlardır. Ne sorusunun cevabı ise üründür. Ne ve neden sorularının cevaplarının çelişmemesi gerekir. Belirlenen nedeni, gösterecek ve kanıtlayacak olan ne yapıldığıdır.

Metot bir firmanın tasarım bölümü tarafından uygulanıyorsa, belirlenecek ortak amacı, firmanın kuruluş amacının bir alt amacı olarak tanımlayabiliriz. Belirlenecek amaç şirketin kuruluş nedeninden aykırı olmamalıdır. Sinek ve diğ. (2018), bu durumu ağaç metaforuyla açıklamıştır. Firma içerisindeki alt birimlerin belirleyeceği ortak amaçlar, ağacın dallarını oluşturacaktır. Bütün birimlerin ortak amaçları bir bütüne aykırı olmamalıdır. Tasarım birimi, birçok farklı proje gerçekleştirir ve her projesi için farklı nedenler belirlemelidir. Ağacın bir dalından birçok yeni dallar çıkabilir. Fakat bütünlüğü korumak için kuruluş amacıyla uyumlu olmalıdır. Kuruluş nedenini belirtmemiş firmalar için kendi nedenlerini keşfetmeleri bu metodun uygulamasından faydalı sonuç elde etmelerinde etkili olacaktır. Amacın çalışanlara duyurulması, iş birliği ortamı ve bütünlük sağlayacaktır. Eğer metot öğrenci grubu tarafından veya bir atölye çalışmasında uygulanıyorsa, ortak amacın belirlenebilmesi için ekibi tasarım sürecine

yönlendiren durum üzerine araştırma yapılması ve buradan yola çıkarak ortak bir amaç belirlenmesi tavsiye edilir.

4.2.2 Araştırma

Mühendislik ürünlerinin tasarlanmasında, temel ve ortak neden, insanların ihtiyaçlarını karşılamak ve yaşamlarını kolaylaştırmaktır. Bu nedenle, tasarım sürecinde yapılacak araştırmanın, insan psikolojisini, davranışlarını ve kültürü anlama üzerine yapılması, bu amacın gerçekleştirilmesinde doğru sonuçlar elde edilmesini sağlayacaktır. Ürünün satılacağı ve tasarlanacağı bölgeler arasındaki kültür farklılıkları, ürün tasarımında yaratıcı fikirler elde edilmesini sağlayabilir. Hatta iki farklı kültüre ait özelliklerin birleşiminin bir mühendislik ürününde yorumlanması mümkündür. Bu durumun örnekleri, mimari ve moda da fazlaca mevcuttur. Bu kültür birleşiminin mühendislik tasarımlarında görülememesi, araştırma sürecinde insan davranışları ve kültürlerin yeterince değerlendirilmemesinden veya göz ardı edilmesinden kaynaklanabilir. Mevcut ürün seçeneklerine odaklanmak, aynı durum içerisinde çırpınmaya ve yaratıcı çözüm arayışında motivasyon kaybına neden olabilir. Fakat aynı zamanda firmaların rekabet anlayışı mevcut ürünlerin performanslarını iyileştirme yarışına dönüşmektedir. Bu durum birbirine benzer birçok mühendislik ürününün olmasını açıklar. Müşteriler ve kullanıcılar bir ürün tercih ederken veya satın alacağı ürün üzerine araştırma yaparken, performans olarak yeni bir ürünün yakın zamanda satışının başlayacağını farkındadır. Çünkü üretici sayısı ve rekabet hızı, hızla artmaktadır. Firmalar rekabetteki yerini koruyabilmek için ise ürün performansının geliştirilmesine odaklanarak piyasaya yeni ürün çıkarma hızını arttırarak yerini koruyabilme paniğine kapılır. Hatta böyle yaparak üstünlük sağlayabileceğini düşünebilir ve inanabilirler. Fakat, insanlar için tasarlanan mühendislik ürünlerinde öncelikli olarak insan davranışının ve kültürünün araştırılması, tasarım konusunda yenilikler keşfedilmesinde, yaratıcı mühendislik ürünlerinin tasarlanmasında etkili olacaktır.

Araştırmadan geçerli sonuçları alabilmek için öncelikli olarak rekabet alanının daraltılması ve net bir şekilde belirlenmesi gerekir. Ürün satışının

yapılacağı bölgelerin belirlenmesi, coğrafyanın, kültürün ve insan davranışlarının inceleneceği alanı işaret edecektir. Kültür, insanların inanışlarını, toplumun kazanılmış alışkanlıklarını içerir. Bu alışkanlıklar ve inanışlar, tasarım sürecinde yeni fikirler geliştirmede ve problemin altında yatan nedenleri irdelemede etkili olacaktır. Bir bölgenin coğrafi özellikleri, kültürü orada yaşayan insan davranışlarının şekillenmesinde etkilidir. Fakat psikolojik olarak incelenmesi ve tasarım sürecine fayda sağlayacak şekilde değerlendirilmesi biraz daha karmaşık olabilir. Yenilenecek ürünün, kullanılırken, insanların tutumunun ve ürün hakkındaki geri bildirimlerinin değerlendirilmesi, insanların psikolojisi hakkında mühendislik tasarım ekibinin fikir edinmesinde faydalı olur. Aynı zamanda bu aşamada müşteri, yaşam tarzı, statü, hedefleri ve yaşı üzerine incelemeler ve belirlemeler yapılmalıdır.

Müşterilerin ürünü alırken nelere dikkat ettiği ve öncelikleri tercihleri irdelenebilir. İkame ürünlerin incelenmesi eksikliklerin görülmesi açısından gerekebilir fakat çok fazla mevcut ürünler üzerine yoğunlaşmak, yenilikler yaratmada zorlayıcı olacaktır. Farklı yönler keşfedilebilmesi için insan davranışları üzerine incelemeler yapmaya odaklanılmalıdır. Bunu dışarıdan bir gözlemci olarak kendimizi gözlemleyerek bile yapabiliriz. Örneğin, yenilenecek ürün bir kahve makinesi ise, bu ürünü kullandığımız süredeki hareketlerimizi, kullanım sırasında düşündüklerimizi, hissettiklerimizi yazarak veya ses kaydı yaparak kendi kendimize anlatabilir, sonrasında ise değerlendirebiliriz. Tabi ki bu kendimize yapacağımız gözlemleri birçok kez yaparak etkili sonuçlar elde edebiliriz. Her tasarımın tasarımcısından etkilendiği bilinen ve kabul edilmiş bir gerçektir. Tasarım ekibinin kendi davranışları ve düşünceleri üzerine yapacakları gözlemler ve değerlendirmeler, fonksiyon önceliği olan tasarım sürecinden çok daha fazlasının yapılmasını sağlayacaktır.

4.2.3 Kullanıcı Kimliği

Metodun ilk üç aşamasını strateji oluşturma aşamaları olarak tanımlayabiliriz. Stratejinin gereklilikleri olan açık ve odaklı düşünme, yaratıcılık, cesaret ve bireysel liderlik bu aşamalarda ekibin ortaya çıkarması ve süreç

boyunca sahip olması gereken özelliklerdir. Kullanıcı ve müşteri kimliği bazı ürünlerde benzerlik gösterebilir. Müşteri ve kullanıcının aynı olması muhtemel durumlarda iki aşama (araştırma ve kullanıcı kimliği) birleştirilerek incelenebilir. Kullanıcı kimliği, ürünün son kullanıcısının fiziksel ve duygusal, kültürel özelliklerinin incelenmesi ilerleyen aşamalarda oluşturulacak seçeneklerin belirleneceği alanın daraltılmasını sağlayacaktır. Ayrıca insan odaklı bir tasarım sürecinde kullanıcının tanınması ürün tasarımında farklı yönler keşfedilmesini destekleyecektir. Kullanıcı kimliğinin tanımlaması, ürünün kullanıcıya hitap gücünü arttıracaktır. Gotzsch (2002), kullanıcı kimliğini kişisel (yaş, cinsiyet, karakter) ve sosyal (hedefler, sosyal statü, yaşam tarzı) karakteristikler olarak iki aşamada tanımlamıştır. Ürün ve kullanıcı uyumunu arttıracak özellikler belirlenmelidir. Kullanıcının tanımlanması, ürün özelliklerinin seçilmesinde kolaylaştırıcı olacaktır. Dikkat edilmesi gereken önemli durumlardan biri, koşullardır. Kullanıcının ürünü kullanım koşulları detaylandırılmalı ve dikkatli incelenmelidir. Üründen memnuniyeti arttıracak, müşteriye ve kullanıcıya hitap edecek bir ürün yaratılmasını sağlayacak olan ürünün kullanılacağı çevreyi, koşulları bilmek, süreç sonucunda başarılı olunmasında büyük bir etken olacaktır. Kullanıcının yaşam tarzı, statüsü gibi özellikler koşulların detaylandırılmasında etkili olacaktır. Aynı zamanda koşulların belirlenmesi anlam tasarımında kısıtlayıcı da olacaktır. Kullanıcı kimliğini incelerken faydalı ve tarafsız sonuç alabilmek için tasarım ekibini oluşturan kişilerin yorumlarının değerlendirilmesi ayrı bir önem taşımaktadır. Beşinci aşamada hipotez oluştururken ‘Ben ne seversem insanlar sever?’ sorusunun cevabı aranacaktır. Bu sorunun cevabı, tasarımcının kendi içine odaklanmasıyla ortaya çıkacaktır. Dolayısıyla öncelik sevdiğimiz çözümü keşfetmek olacaktır. Bu aşamada kullanıcının sevmediği durumları keşfetmek ve bu durumları tarafsızca ortaya çıkarmak sonraki aşamalar içinde kısıtlayıcı bir alan oluşturacaktır.

4.2.4 Tema

Bu aşamaya kadar yapılan çalışmalar sorunu anlama ve çerçeve içerisine almak için yönlendirici olacaktır. Temalar birer araçtır, anlamaya çalıştığımız bir durumun temelinde yatan fenomeni kavrama biçimleridir. Tema veya temaların

belirlenmesinde yaratıcı düşünme yöntemleri uygulanabilir. Temalar tarafsız olarak belirlenmelidir. Olumlu veya olumsuz ifadeler içermemelidir. İncelenen durumlar içerisindeki eksiklikler tema olarak belirlenebilir. Tema insani (kültürel) alan ile teknik veya ekonomik alanlar arasında köprü görevi görür (Dorst 2015).

Ekip üyelerinin yaratıcı düşünme becerilerini aktif olarak kullanabilecekleri bir yöntem olduğu için temaların belirlenmesinde zihin haritası oluşturulması tavsiye edilir. Böylece farklı özellikler arasında bağlantı kurularak yaratıcı temalar oluşturulacaktır. Esneklik, mevcut bilgilerden yeni çalışmalar üretebilmek, farklı bilgileri bir araya getirebilmek, mevcut bilgileri yeniden düzenleyebilmek ve ilişkilendirebilmek, mevcut düşünceyi tersine çevirebilmek gibi becerilerin kullanılması temanın belirlenmesinde faydalı olacaktır. Temayı belirleme aynı zamanda zihin haritası oluşturularak bir karar verme sürecidir. Zihin haritası oluşturularak, karmaşık bilgilerin toplanarak değerlendirilmesi ve seçeneklerin gözden geçirilmesi de sağlanacaktır. Tasarım ekibi gruplara ayrılarak, zihin haritası oluşturabilir. Sonrasında grupların hazırladığı zihin haritalarının sunumu ile temalar ekip tarafından belirlenebilir. Zihin haritası oluşturulurken, ekibin üzerine rahatlıkla yazabileceği büyüklükte bir kağıdın veya büyük bir yazı tahtasının ortasına konu yazılmalıdır. Konu, tasarım sürecinde yenilenecek ürün de olabilir, sürece başlangıç nedeni de olabilir. Fakat daha verimli sonuç alınabilmesi için kağıdın ortasına resim veya yazıyla ürünün belirtilmesi tavsiye edilir. Resimden dallar çıkarılarak, ana başlıklar belirlenir. Ana başlıkların belirlenmesi, yapılan araştırmalara, müşterilere, kullanıcılara ve sürece başlangıç nedenine göre yapılabilir. Sadece müşteri veya kullanıcılara odaklı tema belirlemek, sonucun hedeflenen verimde olmamasına neden olur. Karar almayı etkileyecek ana başlıkların yer aldığı dallardan ekibin bilgisi ve yorumuyla, ikincil öneme sahip yan dallar yani alt başlıklar oluşturulur. Benzer ve aynı kavramlar farklı dallarda kullanılabilir. Zihin haritalarında karar verirken uygulanması için Buzan ve diğ. (2011) tarafından, süreç temelli, puan temelli, sezgisel/süper mantıksal, kuluçka sonrası ve eşit ağırlıklı olmak üzere beş farklı yöntem önerilmiştir. Temalara karar verirken, süreç temelli veya sezgisel/süper mantıksal yöntemlerinin uygulanması tavsiye edilir. Süreç temelli karar vermek, haritayı oluştururken ani bir 'işte bu' farkındalığının yaşanması ile olacaktır. Diğer bir deyişle ani bir farkındalıkla, haritayı oluştururken, duruma uygun bir

temanın keşfedilmesidir. Sezgisel/süper mantıksal karar verme de ise, sezgileri veya içgüdüleri harekete geçirerek karar vermektir. Harita oluşturulması tamamlandıktan sonra ortaya çıkan duruma uygun olabilecek temalar ekip üyeleri tarafından içgüdüsel veya sezgisel olarak önerilerek uygun tema veya temalar belirlenebilir.

4.2.5 İçten Dışa Yaklaşım

Tasarım sürecinde, yaratıcı çözüm arayışında gözlem yapılarak sonuca ulaşmak istenir. Yapılan gözlemler ile ekibin bir arada hızlıca fikir üretmesi, beyin fırtınası çalışmaları, yaratıcı çözüm arayışında güvenli ve faydalı sonuçlar elde edileceği düşünülen yöntemlerdir. Bazı durumlarda gözlem yapılması ve birçok fikir üretimi işe yarayabilir. Fakat yapılan gözlemin doğru yorumlanması ve görülen ile gerçek arasında farklılıklar olması, tasarım sürecinde yanıltıcı olacaktır. Ayrıca beyin fırtınası çalışmalarında her tasarımcının aktif olabilme kabiliyeti olmayabilir. Birçok fikri aynı anda ortaya çıkarmak ve içlerinden uygun olabilecekleri değerlendirmek, genellikle bilinen bir yöntemdir. Farklı ve etkileyici sonuçlar için tasarım sürecinde uygulanan yöntemde değiştirilmesi gerekir.

Bu aşama için Verganti (2016) tarafından önerilen zaman süresi, bir aydır. Fakat daha kısa veya daha uzun sürede tamamlanması da mümkündür. Bu süreçte, tasarım ekibini oluşturan tasarımcıların, kendi sevdikleri çözüm önerileri hazırlamaları gerekmektedir. Verganti tarafından 'Ben ne seversem insanlar sever?' sorusuna cevap aranması önerilmiştir. Diğer bir deyişle probleme yapılacak çözüm önerisini tasarımcı kendi hayatında uyguladığında olumlu sonuç alabilmelidir. Tasarımcı kendi tecrübelerine dayanarak, kendi sevdiği çözüm önerisini, hipotezini hazırlamalıdır. Bu süreçte tasarımcı için kısıtlayıcı olacak iki madde mevcuttur. Bunlardan biri, çözüm önerisinin, belirlenen temaları içermesidir. Diğerisi ise, ilk aşamada belirlenen amaca uygun bir öneri olmasıdır. Belirlenen ortak amaç, bireysel karar vermenin gerekli olduğu durumlarda, tasarımcılar için süzgeç görevi görecektir. Bireysel oluşturulan birçok hipotez olursa, aralarından koordinatöre sunulacak hipotezin seçiminde amaca uygunluk

değerlendirilerek karar verilebilir. Çözüm önerisinin içeriğinin belirlenmesinde de ortak amaç belirleyici olacaktır. Sonraki aşamada her tasarımcının kendi hipotezini savunması gerekecektir. Dolayısıyla tasarımcıların, kendi hipotezlerini anlatabilecek ve savunabilecek yeterlilikte hazırlanmak için bu süreci tamamlamaları gerekir. Paul ve Eder (2016) tarafından önerilen düşünceyi yapısına ayırma, tasarımcıların hipotezlerini savunma aşamasına hazır olmalarını sağlayacaktır. Düşünce yapısı; bakış açısı, amaç, mesele hakkındaki soru, bilgi, yorumlama ve sonuç çıkarma, kavramlar, varsayımlar, etkileri ve sonuçları olarak sekize ayrılarak değerlendirilebilir. Bakış açısı, tasarımcıların kendi hipotezlerini oluştururken dikkate aldıkları insan davranışları veya kültürü, tasarımcının kendi inancını yorumlaması olarak tanımlayabiliriz. Amaç ilk aşamada, tasarım ekibi tarafından belirlenmiştir. Mesele hakkındaki soru yani problem, çözülmesi istenen durumdur. Problemin çerçevelenmesi veya ekip tarafından anlaşılır şekilde ifade edilmesi önceki aşamalarda gerçekleştirilmiştir. Bilgi ise, tasarımcıların kendi hipotezlerinin oluşturmalarını sağladığı bilgi birikimidir. Ayrıca her tasarımcının tecrübesi farklılık gösterebilir. Tasarımcıların hipotezlerini, kendi tecrübelerine ve bilgi kaynaklarına dayanarak kanıtlayabilmelidir. Her tasarımcının farklı hipotezi olacağı için bilgi kullanımları da farklılık gösterecektir. Dolayısıyla bilgiyi kullanımlarının sorgulanması da önemlidir. Birçok hipotez önerisi hazırlamak, süreci daha karmaşık hale getirecektir. Sadece bir tane sağlam hipotez önermek için, tasarımcı sevdiği çözüm önerileri arasından yorumlama yapmalı ve sonuç olarak uygun bir hipotez hazırlamalıdır. Yorumlama yapmasında kendi bakış açısı, öncelik olarak belirlenen durum, problemin çözümündeki etkisi, çözüm önerisinin temaları içermesi gibi değerlendirmeleri yapmalıdır. Bu değerlendirmeleri yapmaması durumunda, tartışma aşamasında yetersiz olduğu bir hipotezi savunmada zorluk yaşanabilir ve tasarım sürecinden hedeflenen verimin alınmaması gibi istenmeyen durumlara neden olabilir. Paul ve Eder (2016) tarafından belirtilen kavramlar, önceki aşamada belirlenen temalar olarak değerlendirilmelidir. Varsayım ise tasarımcıların önereceği bireysel hazırladıkları hipotezlerdir. Çözüm ise, tasarımcıların kendilerinin hazırladıkları, belirlenen temaları içeren bireysel yorumlarıdır.

4.2.6 Eleştiri

Eleştirinin, yaratıcı özgüveni azaltacağı veya tartışma ortamında yeni fikirlerin keşfedilemeyeceği düşüncesi yaratıcı çözümlerin bulunmasında yeni yönlerin keşfini geciktirmektedir. Önerilen metotta eleştiri aşaması, çözümün bireyselliğe bağlı kalmamasını sağlayacak, diğer bir deyişle anlam ekipçe oluşturulacak ve eleştirinin tarafsızca yapılması sonucunda yeni ve ortak bir çözüm ortaya çıkarılabilecektir. Daha önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi, tasarım süreci akıl yürütmeye dayanan bir süreçtir. Akıl yürütmelerimizin çoğu şimdiye kadar inandıklarımıza, uygun iddiaları bulmaya dayanmaktadır (Ruggiero 2016). Bu durumun en iyi açıklaması bilinçdışının birkaç örneğe dayanarak genelleme yapmasında ve genel eğilime dair öngörülerde bulunmada iyi olmasındandır. Aynı zamanda bilinçdışı, uygun ya da doğru olmayan eşleştirmelerde bulunabilir ve yaygın olanı ender olandan ayırt edemeyebilir (Norman 2013).

Mühendislik tasarımlarının birbirine benzer özelliklere sahip olmasının ve performans odaklı geliştirme göstermesinin nedeni bilinçaltının tasarım sürecinde alışılmış tercihlerin yapılmasında yönlendirici olmasıyla da açıklanabilir. Bu aşama, üç bölümden oluşmaktadır. Bunlar, çiftlerin tartışarak yeni bir hipotez oluşturması, oluşturulan hipotezlerin ekip üyeleri ile paylaşması ve çiftlerin hipotezleri üzerine tartışılarak anlam tasarlanmasıdır. Tasarım ekibinde bulunan her tasarımcı, kendi hipotezini bu aşamanın gerçekleşeceği günün öncesine kadar koordinatöre göndermesi gerekir. Tasarımcıların, kendi hipotezlerini koordinatöre gönderene kadar diğer ekip üyeleri ile önerileri üzerine tartışmaması veya paylaşmaması gerekir. Çünkü her tasarımcı kendi tecrübeleri, bilgiyi kullanma şekli ve inançları doğrultusunda keşfettiği çözümü, hipotez olarak önerecektir. Dolayısıyla, tasarımcıların bu aşamada düşünce paylaşımına girmesi, yaratıcı hipotezler oluşturulmasında önleyici veya yanıltıcı olabilir. Ayrıca eleştiri aşaması öncesinde yapılacak yorumlar, yanlış yönlendirmelere neden olabilir. Hipotezlerin koordinatöre gönderilmesinden sonra, tasarımcıların önerdikleri çözümleri paylaşımlarında bir engel yoktur (Verganti 2016). Koordinatör, ekibin toplanmasından önce benzer hipotezlerin eşleştirmesini yapar. Bu benzerlikler, ürünün kullanım şekli, çalışma prensibi veya öneri aşamasında olan anlamlar

olabilir. Benzer hipotezlere sahip tasarımcıların eşleştirilmesi, birbirlerinin bakış açılarını anlamada ve yeni bir yön keşfetmek için tarafsızca çözüm üzerine derinleşmede etkili olacaktır. Çiftlerin kendi hipotezlerini birbirlerine açıklamaları ve savunmaları gerekmektedir. Bu süreçte, yaratıcı özgüvenin korunması ve motivasyon kaybının olmaması için tasarım ekibinin ortak bir amaca hitap ettiği gerçeğini unutmamaları faydalı olacaktır. Çok disiplinli takım çalışmasının başarısı için gerekli olan, üyelerin hepsinin bireysel gündemlerine öncelik veren ortak bir amacı paylaşmasıdır (Bailey ve diğ., 2016). Ayrıca verimli bir eleştiri süreci geçirebilmek için, çiftlerin birbirlerinin hipotezlerini, düşünce yapılarına ayırarak sorgulamalıdır. Önceki aşamada yapılan bireysel sorgulamanın, bu aşamada çiftlerin birbirlerine yapması, bireysel hipotezlerdeki zayıf yönlerin keşfedilmesinde etkili olacaktır.

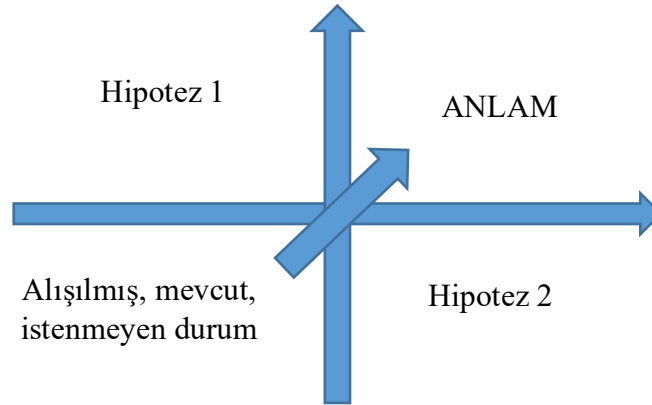
Paul ve Eder (2016) tarafından önerilen, düşünce yapısına göre sorgulama, çiftler tarafından ortak hipotez oluşturmak için de yapılmalıdır. Kendi hipotezini savunan tasarımcı, bakış açısını açıklar. Sorgulayıcı olan tasarımcı ise, savunucunun hipotezinin ortak amaca, ne kadar uygun olduğunu sorgulamalıdır. Savunucunun vereceği cevaplara göre, sorgulayıcı sorularını arttırmalıdır. Tasarım sürecinde çözülmesi istenen problemin çözümü için birçok farklı yön mevcuttur. İçten dışa yaklaşım aşmasında bu yönler keşfedilir. Eleştiri aşamasında ise sorgulayıcı, savunucuya hipotezinin problemi çözmede ne kadar yeterli olduğunu sorgulayabilir. Savunucu ve sorgulayıcıdan oluşan çiftlerin ortak noktası benzer hipotezlere sahip olmalarıdır. Çiftler birbirlerinin hipotezlerini sorgulayarak, bu hipotezler üzerinde derinleşirler. Yorumlama yapmak ve sonuç çıkarmak için çiftlerin birbirlerine, eleştiri standartlarına uygun sorular sorması önerilmektedir. Bu standartlar; netlik, doğruluk, kesinlik, ilgililik, derinlik, düşünce özgürlüğü, mantık, önem ve adilliktir (Paul ve diğ. 2016). Kavramlar ise çiftlerin birbirlerini sorgulamada ortak olarak değindiği önemli noktalar olarak tanımlayabiliriz. Varsayımlar, çiftlerin ortak oluşturacakları yeni bir hipotezdir. Belirtecekleri, biz ne seversek insanlar sever sorusuna cevap olacaktır (Verganti 2016). Çiftler, tek bir hipoteze ulaşırken bazı kararsızlıklar yaşayabilir. Bu durumda önerecekleri ortak hipotezin etkileri ve sonuçları hakkında değerlendirme yapmalıdırlar. Çiftlerin, ortak bir bakış açısıyla yeni hipotez önermesi gerekir. Bu düşünce

yapılarına ve standartlarına uygun sorular Paul ve Eder (2016) geliştirilmiştir ve Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3: Eleştiri standartlarına göre önerilen sorular

| Eleştiri Standartları | Sorgulama için önerilen sorular |
|-----------------------|---|
| Netlik | Fikrinizi başka bir şekilde ifade edebilir misiniz? Söylemiş olduklarınızı kendi kelimelerimle ifade etmeme izin verin fikirlerinizi net bir şekilde anlayıp anlamadığımı bana söyleyin. Fikrinizi ayrıntılı açıklayabilir misiniz? |
| Doğruluk | Öneri gerçeğe uygun olarak ifade edilebiliyor mu? Önerinin gerçekten doğru olup olmadığı nasıl test edebiliriz? |
| Kesinlik | Daha fazla bilgi verebilir misiniz? Daha fazla ayrıntı verebilir misiniz? |
| İlgililik | Bu fikrin sorunla nasıl bir bağlantısı vardır? Üstesinden gelmeye çalıştığımız problemle nasıl bir ilişkisi vardır? Sorunun çözümü açısından öneriniz bize nasıl yardımcı olacaktır. |
| Derinlik | Öneriniz, problemdeki karmaşıklığı nasıl irdeliyor? Öneriniz, belirlenen temaları ne derece içeriyor? |
| Düşünce Özgürlüğü | Önerilen hipotezlere farklı bakış açılarından bakabilir miyiz? |
| Önem | Hipotezleri irdelemek için ihtiyacımız olan en dikkate değer bilgi nedir? Bu bilginin içerik açısından önemi nedir? Önerilen hipotezlerden içerik olarak belirlenen ortak nedene göre en önemlisi hangisidir? |
| Adillik | Sunulan önerinin temayı tamamen karşıladığını göz önünde bulunduruyor muyuz? Sunulan öneri yeterince kuvvetli midir? Problemi haklı şekilde ele alıyor muyum yoksa menfaatim probleme ait alternatif bakış açılarını görmemizi engelliyor mu? Önyargısız ve tek taraflı olmayan bir öneri de bulunabiliyor muyuz? Fikirlerimizi amacına uygun bir şekilde kullanabiliyor muyuz, yoksa onları istediğimize uydurabilmek için çarpıtıyor muyuz? |
| Mantık | Tüm içerik birbirine uygun mudur? Çelişen durumlar var mıdır? Düşünülen ve önerilen hipotez çözüm için geçerli midir? Bireysel hipotezler ile önerilen ortak hipotez arasında çelişki var mı? |

Çiftlerin kendi hipotezlerini oluşturmasıyla tasarım ekibini oluşturan kişi sayısının yarısı kadar yeni hipotez hazırlanmıştır. Çiftler hazırladıkları hipotezleri ekiple paylaşır. Kendi yaklaşımlarını ve yorumlarını açıklarlar. Sonrasında çiftler tarafından önerilen hipotezler arasında birbirine zıt olan hipotezler eşleştirilir. Bu eşleştirmenin amacı hipotezlerdeki farklılıkları ortaya çıkararak ortak bir yönde birleştirmeyi sağlayabilmektir. Hipotezlerin değerlendirmeleri temanın nasıl yorumlandığı, insan psikolojisini ne kadar dikkate aldığı, amaca uygunluk üzerine yapılabilir. Çiftler tarafından önerilen hipotezler, tasarlanan anlam taslaklarıdır. Bu önerilerden anlama geçiş ise Verganti (2016) tarafından önerilen bir yöntemden ilham alınarak önerilmektedir. Şekil 4.19 belirtildiği gibi, alışılmış veya istenmeyen durum ile ilgili bir senaryo oluşturularak anlam tasarlanır. Hipotez 1 ve 2 olarak belirtilen hipotezler ise, çiftler tarafından önerilen anlam taslaklarıdır. Birbirine zıt yönde olan iki hipotezin birleşiminden yeni anlam tasarlanabilir.



Şekil 4.19: Anlam tasarım grafiği

4.2.7 Ürün Kimliği

Bu aşamaya kadar yapılan çalışmalar ile ürünü oluşturacak özellikleri belirlemede eleyici ve yönlendirici olabilecek kısıtlamalar oluşturulur. Bu aşamada ise anlamı ürüne doğru yansıtılabilmek en etkili ve öncelikli kısıtlayıcıdır. Metot mevcut bir ürünün inovasyonu veya yeni bir ürün tasarımı için uygulanıyorsa bu aşamada uygulanacaklar farklılık göstermeyecektir. Tasarlanan anlamı ürüne yorumlayabilmek için bu aşamada farklı kombinasyonlar

oluşturulabilir. Anlamı doğru yansıtacak ürün özellikleri bu bölümde üç farklı grupta açıklanacaktır. Gotzsch (2002), tarafından önerilen ürün anlamını oluşturan özelliklerden esinlenilmiştir. Bunlar tarih, kültür, duygusal işaretler ve ürün bilgisidir.

Mühendislik tasarımlarında tarih ve kültürden ilham almak, yeni bir akım oluşturmak genellikle öncelikli olarak düşünülmez veya direkt göz ardı edilir. Bu duruma neden olan birçok sebep olabilir. Fakat temel neden rekabet edilen ürünlerin, tarih ve kültürden ilham alınarak tasarlanmamış olması olabilir. Tarihsel özellikler genellikle geçmişi hatırlatır, fakat metot kapsamında ürün özelliği olarak geçmişin sanatsal eserlerinin günümüz teknolojisine uyarlanması olarak tanımlanmaktadır. Ürün eğer tasarımcı kültüründen farklı bir bölgede satılacaksa, iki farklı kültürün birleşimini oluşturacak bir kombinasyon yapılabilir. Bunu bir mühendislik tasarımına aktarmak, yaratıcılık sınırlarını zorlayıcı olabilir. Fakat, bu metodun diğer bir güzelliği ise önyargılardan uzaklaşmaya zorlamasıdır. Şöyle ki, moda da ve mimari de farklı kültürlerden esinlenen tasarımlar mevcuttur. Bunu mühendislik tasarımına aktararak, sağlıklı bir büyümenin anahtarı olan dikkat çekici ve farklı bir ürün yaratılabilir (Godin 2002).

Duyguların yansıtılması aslında birçok farklı seçenek ile gerçekleştirilebilir. Doğal nesnelere, sanatsal duygular, insan özellikleri duygularının yansıtılması için etkili olabilir. Doğal işaretler, her zaman tasarımcılar için ilham kaynağı olmuştur. Örneğin, Yaprak Modeli. Sanatsal duygular, maalesef ki mühendislik ürünlerinde nadiren hissedilmektedir. Halbuki, Art Nouveau ve Art Deco gibi tasarım hareketleri mühendislik tasarımlarında da gerçekleştirilebilir. Önemli olan daha yaratıcı olmak istenildiğine karar verilmesidir. İnsan özelliklerinin ve duyguların, kullanıcı kimliği aşamasından farklı olarak bu aşamada ürüne nasıl aktarılacağı üstünde durulur. Gotzsch (2002), insan özelliklerini duygular ve insan şekli olarak iki aşamada incelemiştir. Duyguların aktarımın sayısız yolu vardır. Bunlardan biri, sokak duvar sanatını, mühendislik tasarımları için bir ilham kaynağı olarak düşünmek olabilir. Antropomorfik form kullanıcıyla dost ilişkiler kurulmasında etkili olabilir (Marzano 2000; Gotzsch 2000). Metot için spesifik bir ürün belirtilmemiş olması, ürünlerdeki fonksiyonel farklılıklardan dolayı uygulamada tasarımcıları şüpheye

düşürebilir. Fakat, fonksiyon yapısının oluşturulması belirlenen anlam üzerine geliştirilecektir. Anlam odaklı bir yaklaşımda ürün fonksiyon yapısını oluşturmak veya mevcut fonksiyonunda gelişme sağlamak ürün kimliğini oluşturan değerlerden sadece biridir. Ürün kimliğini oluşturacak diğer bir özellik tanımlama aşaması ise ürün bilgisidir. Ürünün çalışma prensibinde yapılacak değişikliklerin gerçekleştirileceği aşamadır. Müşteri için sürpriz olarak düşünebileceğimiz ürüne piyasada fonksiyonel yönden de üstünlük kazandıracak çalışmalar yapılır. Fonksiyon analizi için birçok öneri mevcuttur. Anlam inovasyonu için uygulanan çalışmalarda, yöntemin eleştirel düşünme mantığına uygunluğundan dolayı tersine mühendislik yöntemi uygulanabilir. Tersine mühendislik ile sorgulama ve değerlendirme daha verimli şekilde gerçekleştirilebilir.

4.2.8 Değerlendirme

Anlamı, farklı kombinasyonlar ile yansıtmak mümkündür. Önceki bölümde oluşturulan seçenekler, anlamı doğru yansıtabilmek için ürün özelliklerine göre kombinasyonlar oluşturmak üzerinedir. Kombinasyonları oluşturan seçeneklerin birbiri ile uyumunun değerlendirilmesi prototip oluşturarak bu aşamada yapılır. Prototip oluşturulmasının sebebi, yaratma eyleminin, soru sormaya ve seçim yapmaya zorlamasıdır (Kelley ve diğ. 2014). Tablo 4.4’de gösterilen prototip değerlendirme formunda, kombinasyonu oluşturan ürün özellikleri ilgili bölümlerde resim veya yazı ile açıklanır. Belirlenen ürün seçeneklerini denemek için oluşturulan kombinasyon sayısı kadar prototip ve form hazırlanmalıdır.

Hem ürün kimliğini oluşturan seçenekleri değerlendirmek hem de ürüne yeni nitelikler kazandırmak için kısıtlamalara ihtiyaç vardır. Bu amaçla, Entegre Tasarım Mühendisliği tarafından ürün yaratmak ve geliştirmek ile ilgili tanımlanan özellikler; algı, işlevsellik, kullanılabilirlik, üretebilirlik, temin edilebilirlik, bakım kolaylığı, sürdürülebilirlik, güvenlik, güvenilirlik, kalite, katma değer ve yatırım getirisi; prototipi sorgulama da kısıtlayıcı olacaktır (Urakami ve diğ. 2018). Kısıtlamaların ve ürün özelliklerinin uyumunu değerlendirmek için form üzerinde bazı sorular önerilmiştir. Form üzerinde belirtilen sorular, daha

detaylandırılabilir ve değiştirilebilir. Kısıtlayıcı olarak belirtilen, her üründe olması gereken özelliklerin ürüne kazandırılmasını sağlamak amacıyla bu sorular önerilmiştir. Sorulara verilen cevaplara göre prototipler üzerinde değişikler yapılabilir. Hızlı prototipler yapılması, sorgulama amacına yönelik hareket edilmesini sağlayacaktır. Düşük maliyetli malzemelerle prototipler hazırlamak, yanlış yapıldığı zaman veya değişiklik gerektiği zaman yenisine başlamak için bir engel oluşturmayacaktır. Kısıtlayıcı olarak belirtilen özellikleri taşıyan ve anlamı yansıtabilen prototipler üzerinde geliştirme çalışmaları yapılmalıdır. Geliştirilen prototipler, müşteri ve kullanıcılara sunulabilecek şekilde hazırlanmalıdır.

4.2.9 Karar Verme

Şekillendirme tasarımı için hangi prototipin seçileceğine, paydaşlar ile karar verilecektir. Karar verme sürecinde genellikle hesaplamalara dayanan seçim yöntemleri tercih edilir. Bu aşamaya kadar hazırlanan prototipler birçok karar aşamasından geçmiştir. Burada karar verilen mevcut güçlü prototip seçenekleri arasından hangisinin üretileceğidir.

4.2.10 Sunum

Karar verme aşamasında, en çok beğenilen prototipin duyurulacağı aşamadır. Firma kendi tercihleri doğrultusunda ilan yöntemini belirleyecektir. Bu aşamada, karar verme aşamasında olduğu gibi müşteri ilişkileri biraz daha gelişecektir. Anketler sonucunda seçilen prototipi müşterilere bildirmek için farklı çalışmalar yapılabilir. Müşterilerine mail yoluyla ulaşabilir veya seçilen prototipi açıklamak için bir toplantı düzenleyebilir. Hatta üretim planlamasını yapan firmalar bu toplantıda ürün ön siparişlerini de alabilirler.

Tablo 4.4: Prototip değerlendirme formu

| ANLAM | KISITLAMALAR | | | | Algı | İşlevsellik | Kullanılabilirlik | Üretilebilirlik | Temin Edilebilirlik | Bakım Kolaylığı | Sürdürülebilirlik | Güvenlik | Güvenilirlik | Kalite | Katma Değer | Yatırım Değeri |
|----------------------|------------------------|---------------------------|--|--|--|---|--|--|---|--|--|---|---|---|---|---------------------------------------|
| | KİMLİK | | | | | | | | | | | | | | | |
| KOMBİNASYON | 1. Kültür ve Zaman/Yer | Kültür | | PROTOTİP YAPIMI | Seçilen ürün özellikleri ile anlam yansıtıyor mu? | Ürün, işlevini gerçekleştirirken, görsel değerler ve anlam bütünlüğünü sağlıyor mu? | Ürün Algısı ve İşlevsellik kısıtlamalarıyla elde edilen ürün değerleri, tanımlanan kullanıcı kimliğine hitap ediyor mu? | Belirlenen görsel değerler, mevcut imkanlar ile üretilebilir mi? | Ürün nerede müşteriye tanıtılacak? Müşteri ürünü nereden satın alabilecek? | Kullanıcı, ürün bakımını kendisi yapabilir mi? Bakım hizmeti veya eğitimi verilmeli midir? | Ürün, geri dönüştürülebilir malzemeden üretilebilir mi? | Kullanıcıyı tehlikeye karşı korumak için alınan önlemler nelerdir? | Ürün, kullanımda güven oluşturabilecek mi? Yapılan kombinasyon kullanıcıya hitap ediyor mu? | Seçilen, malzeme ürün ömrü süresince, bütünlüğü korumada yeterli olabilecek mi? | Belirtilen bölgede satış yapılacak tahmini satış fiyatı nedir? | Hedeflenen kar nedir? |
| | | Tarih | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Şekillendirme Hareketleri | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2. Duygusal İşaretler | İnsan | Duygu | | Ürün özelliklerini oluşturan seçeneklerin nedeni açıklanabiliyor mu? | Seçilen malzeme görsel değerleri yansıtmada etkili mi? | Yapılan fonksiyonel yenilikler müşterilere sürpriz olabilecek nitelikte mi? Mevcut ürünlerden üstünlüğü nedir? Anlam ve fonksiyon bütünlüğü sağlandı mı? | Kullanıcı, ürünü kolaylıkla kullanabilecek mi? | İşlevi yerine getirebilmek için, hangi makine elemanları kullanılmalıdır? Bağlantılar nasıl yapılmalıdır? Tasarımda basitlik sağlanabilir mi? | Kullanıcı için tehlikeli olabilecek durumlar var mı? | Malzemeler, boyalar vb. Seçenekler sağlık için uygun mu? | Ürün kullanıcıya güven oluşturabilir mi? | Kombinasyon kullanıcıya hitap ediyor mu? | Ürün anlamı anlamlı bir şekilde yansıtıyor mu? | Kalite; ürün kalitesi müşteriden gelen şikayet varsa; iyileştirme çalışması yapıldı mı? | Müşterinin satın alma gücünü aşar mı? |
| | | | Doğa Sembolleri | | | | | | | | | | | | | |
| | | Sanatsal Duygu | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. Ürün Bilgisi | Çalışma Prensipleri | | Seçilen malzeme görsel değerleri yansıtmada etkili mi? | Yapılan fonksiyonel yenilikler müşterilere sürpriz olabilecek nitelikte mi? Mevcut ürünlerden üstünlüğü nedir? Anlam ve fonksiyon bütünlüğü sağlandı mı? | Kullanıcı, ürünü kolaylıkla kullanabilecek mi? | İşlevi yerine getirebilmek için, hangi makine elemanları kullanılmalıdır? Bağlantılar nasıl yapılmalıdır? Tasarımda basitlik sağlanabilir mi? | Kullanıcı için tehlikeli olabilecek durumlar var mı? | Malzemeler, boyalar vb. Seçenekler sağlık için uygun mu? | Ürün kullanıcıya güven oluşturabilir mi? | Kombinasyon kullanıcıya hitap ediyor mu? | Ürün anlamı anlamlı bir şekilde yansıtıyor mu? | Kalite; ürün kalitesi müşteriden gelen şikayet varsa; iyileştirme çalışması yapıldı mı? | Müşterinin satın alma gücünü aşar mı? | | | |
| | Yenilik | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEĞERLENDİRME | | | | | | | | | | | | | | | | |

4.3 Yaprak Model'inin Bir Ürüne Uygulanması

Yaprak Modeli uygulaması, eğitim seti olarak tasarlanan redüktör tasarımı ile açıklanacaktır. Bölüm içerisinde açıklanan uygulama, bir tasarım ekibi ile yapılan uygulamanın sonucu değildir. Bu uygulamanın amacı ürün, tasarım modeli uygunluğunu göstermek ve modelin uygulanabilirliğini kolaylaştırmaktır. Model uygulamaları için bir plan veya örnek olabileceği düşünülerek hazırlanmıştır.

4.3.1 Amaç

Sosyal ve çevresel sorunlara mühendislik tasarımları ile çözüm üreten Anlam Tasarım Atölyesi, redüktör eğitim seti tasarımı ile makine mühendisliği öğrencileri arasındaki iletişimi kuvvetlendirmek ve Yaprak Model'ini tanıtmak istemektedir. Bu isteği önceki bölümde belirtilen ve amaç belirleme kalıbına göre düzenlersek, “Redüktör tasarımıyla, Yaprak Model'inin lisans öğrencileri arasında bilinmesini istiyoruz, böylece tasarım sürecinde işbirlikçi çalışmaları ve modelin farklı ürünler üzerinde farklı ekipler tarafından uygulanmasını arttırmayı hedefliyoruz.”. Belirtilen bu amaç, tasarım başlangıcında ilk kısıtlamayı belirtmektedir. Tasarlanacak ürün ile öğrenciler Yaprak Modeli aşamalarını öğrenmeli, iş birliği içerisinde süreci tamamlayabileceğini anlayarak arkadaşları ile iletişimini kuvvetlendirmelidir.

4.3.2 Araştırma

Belirlenen amaç, bu aşama için araştırma alanını kısıtlamaktadır. Genel olarak bu aşamayı, kültür, Yaprak Modeli ve redüktör olarak 3 farklı başlık altında inceleyebiliriz. Kültürde alt başlık olarak, iletişim incelenebilir. Kültür üzerine farklı tanımlamalar yapılmaktadır. Bu aşamada kültürün insanların uyum sağlama organı ve hayatta kalabilme mekanizması olduğu gerçeği kabul edilmektedir (Ratner, 2008). Bu kabul doğrultusunda belirli bir yıldan itibaren öğrenciler arasındaki iletişim üzerine yapılan değerlendirmeleri ve incelemeleri içeren makaleler araştırılabilir. İletişim eksikliğine veya yetersizliğine neden olan

durumun daha kısa sürede ve etkili bir şekilde irdelenebilmesi için farklı öğrenci grupları ile atölye çalışmaları yapılabilir. Öğrencilerin kendi arkadaş grupları olabilir fakat burada iletişimi kuvvetlendirmek ile belirtilmek istenen birbirini tanımayan öğrenciler arasında iş birliği sağlamaktır.

Ürün ile Yaprak Model aşamalarının öğrenciler tarafından öğrenilmesini sağlamak, öncelikle modelin iyi bilinmesini gerektirir. Model aşamalarının ürün üzerinden öğrenilmesi ürünün eğitici bir oyun yanı olması gerektiğini de göstermektedir. Dolayısıyla ürün üzerinde, aşamaları tamamlayarak sonuca ulaşabilmek için kullanıcının vermesi gereken kararlar olmalıdır. Bu aşama için önemle vurgulanması gereken nokta, modelin mühendislik tasarım ekibi ile uygulanmasında, mühendislik tasarımcılarının aklına gelen çözüm ve ürün önerilerini paylaşmamaları gerekmektedir. Hipotez oluştururken bu fikirler yönlendirici ve yanıtıcı olabilir.

Bu aşamada, ürün üzerine araştırma yapılmalıdır. Fakat, sektördeki ürünleri inceleme kapsamında bir araştırma olmamalıdır. Ürünün çalışma prensibi veya iyileştirilmesi gereken özellikler belirlenebilir. Dişli çark mekanizmaları, iki mil arasında şekil bağı ile döndürme momenti iletir. Millerin birbirlerine göre çalışma eksenleri farklılık gösterebilir. Örneğin, paralel, kesişen veya aykırı olabilir. Millerin çalışma eksenine göre farklı dişli çark mekanizmaları kullanılır. Paralel eksenli millerde, düz, kremayer ve ok dişli gibi dişli çarklar kullanılırken, kesişen çalışma eksenli millerde helisel konik veya spiral konik dişli çarklar kullanılır (Şekercioğlu, 2018).


4.3.3 Kullanıcı Kimliği

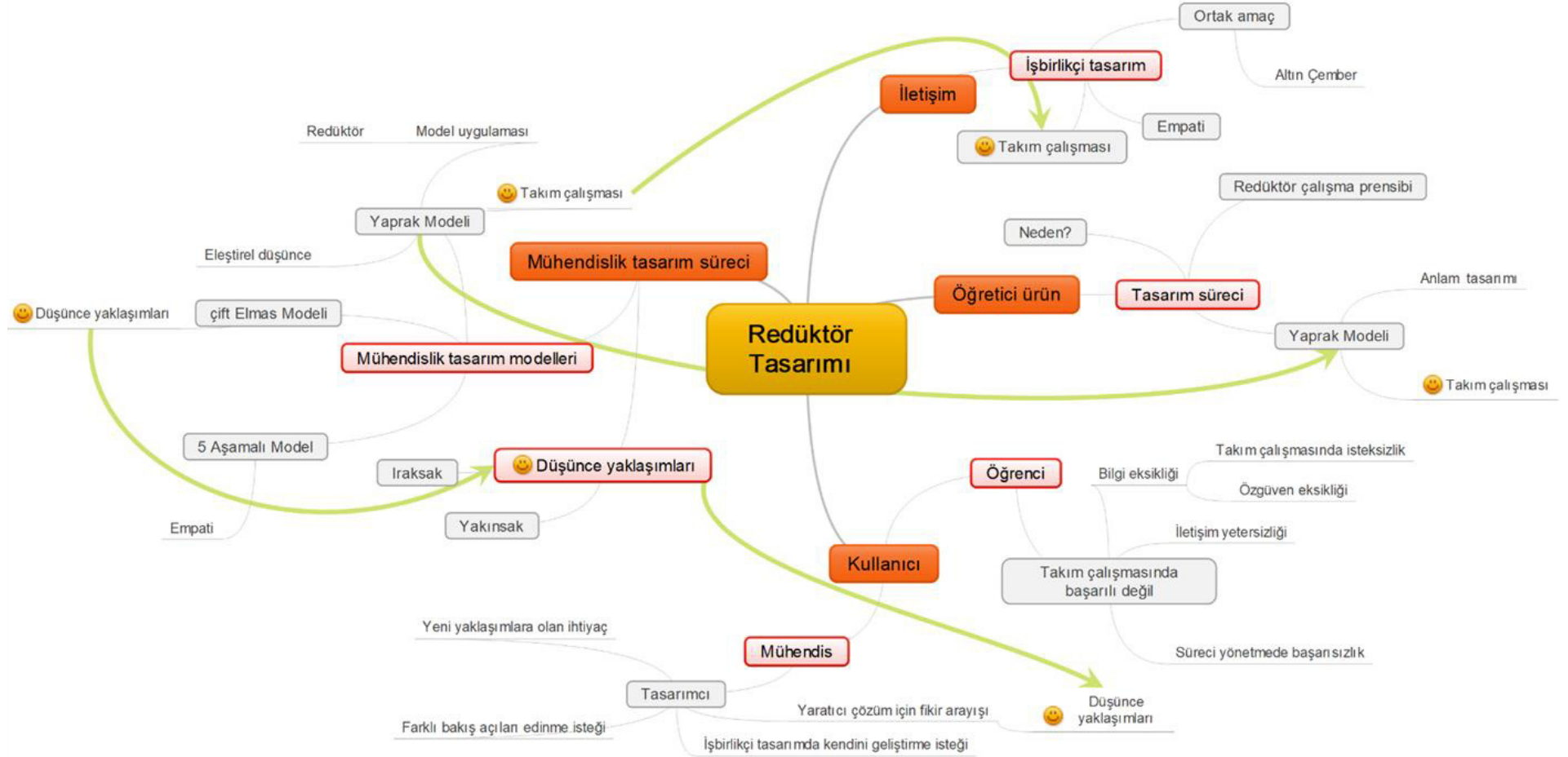
Ürün öğrenciler arasında iletişimi kuvvetlendirerek işbirlikçi tasarım yaklaşımını benimsetmek istemektedir. Kullanıcı, makine mühendisliği bölümü öğrencileridir. 20 – 25 yaş grubundaki öğrenciler için tasarlanacak bir üründür. Fakat tasarım ve Ar-Ge mühendisleri için de tasarım sürecinde farklı bakış açıları kazanmaları açısından faydalı bir ürün olacaktır. Önceki aşamada iletişim yetersizliğini gidermek için kültüre dayalı araştırma yapılması önerilmiştir. Bu aşamada ise iletişim yetersizliğine neden olan biraz daha spesifik durumlar

belirlenebilir. Belirlenen yaş grubu arasındaki öğrenciler ile çalışmalar düzenlemek veya gözlem yaparak değerlendirmeye çalışmak bu aşamada daha bireysel ve net bilgiler toplama açısından faydalı olacaktır.

4.3.4 Tema

Teknik alan ile sosyal alan arasında köprü görevi görecek temayı belirlemek için bu aşamada zihin haritası oluşturulmalıdır. Redüktör tasarımı, teknik alan olarak belirtilen redüktör ve Yaprak Modeli, sosyal alan olarak belirtilen ise iletişim olabilir. Zihin haritası oluştururken büyük bir kâğıdın ortasına “redüktör tasarımı” yazılabilir. Ana başlıklar en çok üzerinde durulan konular arasından belirlenebilir veya hepsi de dahil edilebilir. Öncelikli olarak akılda kalan bilgilerin zihin haritasına aktarılması tavsiye edilir. Üzerinde en fazla durulan alt başlıklar arasından tema belirlenebilir. Temayı belirlerken sosyal ve teknik alan arasında birleştirici olduğuna dikkat etmek önemlidir.

Şekil 4.20’de redüktör tasarımı ile ilgili zihin haritası gösterilmiştir. Haritada yeşil ok ile gösterilen, farklı dallarda kullanılan aşamalardır. Tema oluşturulana kadar, farklı zamanlarda birkaç kez zihin haritası oluşturulabilir. Verilen örnekte,  simgesi ile belirtilen maddeler, zihin haritasında farklı başlıklar altında birçok kez yazılmıştır. Bunlar, düşünce yaklaşımları ve takım çalışmasıdır. Bu iki maddeden yola çıkarak tema aktarım olarak belirlenebilir. Redüktörün döndürme momenti iletmesi, aktarım ile benzerlik göstermektedir. Ayrıca model aşamalarını öğreten bir ürün, bilginin aktarımını sağlayacaktır. Düşünce yaklaşımları ve takım çalışması ise fikirlerin üretilmesine ve paylaşılmasına dayanmaktadır. Bir aktarım aktivitesi olarak değerlendirilebilir. Böylece, belirlenen temanın teknik alan ile sosyal alan arasında birleştirici olabileceği anlaşılmaktadır.



Şekil 4.20: Zihin haritası

4.3.5 İçten Dışa Yaklaşım

Bu aşamada tasarım ekibi ‘‘Ben ne seversem, insanlar sever?’’ sorusuna verecekleri cevap ile hipotez oluşturmaları gerekmektedir. nceki aşamalarda sorun erevelendirilmiştir. Bu aşamada, çözüm önerileri hazırlanır. Belirtilen sorunun cevabı, çözüm, tecrübe ve neden olarak üç bölümde cevaplanmalıdır. özüm olarak verilecek cevap, erevelendiren sorunu çözmek için yeterli olmalıdır ve aynı zamanda belirlenen amaç ve temayı karşılaması gerekmektedir. Tecrübe ise bu çözümün önerilmesindeki dayanaktır. Neden sorusuna vereceğimiz cevap ise anlam taslaklarını belirtmektedir. Önerdiğimiz özümü neden sevdiğimizi bu soruya cevap olarak açıklayabiliriz. İki farklı hipotez, çözüm – tecrübe – neden açıklamaları ile verilmiştir.

Hipotez 1

- özüm: Yatak kuvvetlerini mil üzerinde gösteren bir ürün olabilir.
- Tecrübe: Deneyerek öğrenmek kalıcı olur.
- Neden (Anlam): Farklı görsel kaynaklardan öğrenmek.

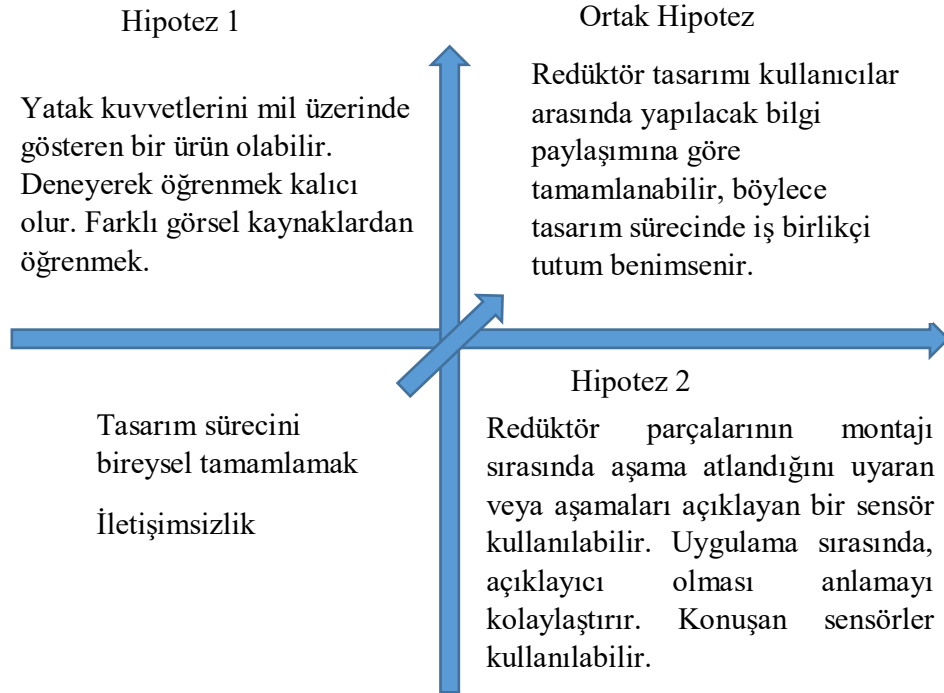
Hipotez 2

- özüm: Yaprak Modeli aşamalarının öğrenilmesi için redüktör parçalarının montajı sırasında aşama atlandığını uyarın veya aşamaları açıklayan bir sensör kullanılabilir.
- Tecrübe: Uygulama sırasında, açıklayıcı olması anlamayı kolaylaştırır.
- Neden (Anlam): Konuşan sensörler kullanılabilir.

4.3.6 Eleştiri

Benzer hipotezleri öneren tasarımcılar kendi hipotezleri üzerine tartışarak yeni ortak bir hipotez oluşturmalıdır. Savunucu ve meydan okuyucu olarak eşleşen çiftler önceki bölümde belirtilen eleştiri standartlarına uygun sorular sormalıdır. Çiftler birbirlerinin hipotezlerindeki benzerlikleri ve farklılıkları ortaya çıkarak anahtar kelimeler belirlemelidir. Meydan okuyucu, savunucunun

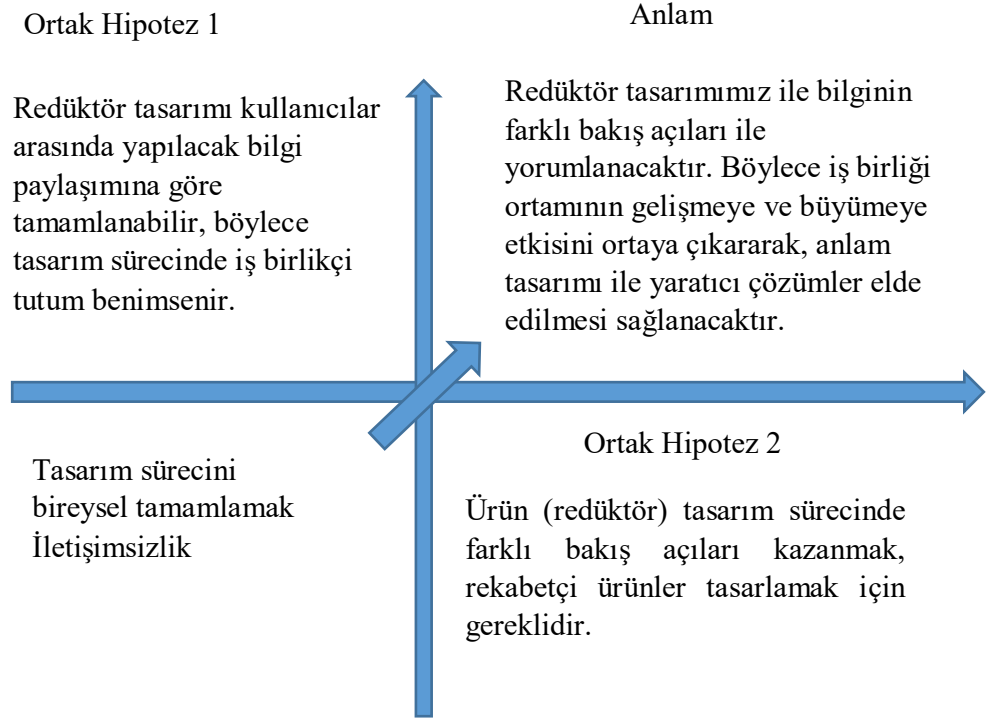
cevaplarında bulduğu farklılıklara yönelmeli ve sorduğu sorular ile derinleşmeyi sağlamalıdır. Çiftler tarafından belirlenen anahtar kelimelerden yola çıkılarak ortak bir hipotez tanımlanmalıdır. Belirtilen hipotez 1 ve 2 üzerine, bölüm 4.2.6’da açıklanan değerlendirme soruları ile yapılan sorgulama sonucunda anahtar kelimeler; konuşmak ve paylaşımıdır. Bu ortak hipotez “Biz ne seversek insanlar sever?” sorusuna cevap olacaktır. Şekil 4.19’da önerilen anlam tasarım grafiği, ortak hipotezleri belirlemek için de kullanılabilir. Şekil 4.21’de gösterildiği gibi oluşturulan ortak hipotez; ürün (redüktör) tasarımı kullanıcılar arasında yapılacak bilgi paylaşımına göre tamamlanabilir, böylece tasarım sürecinde iş birlikçi tutum benimsenir.



Şekil 4.21: Ortak hipotez tasarımı

Model uygulamasını göstermek amacıyla hazırlanan ikinci ortak hipotez; ürün (redüktör) tasarım sürecinde farklı bakış açıları kazanmak, rekabetçi ürünler tasarlamak için gereklidir. Yeni fikirlerin uygulanabilirliğini sağlayan bir ürün olmalıdır. Ortak hipotezler üzerine tartışılarak belirlenen anahtar kelimeler, bilgi paylaşımı, bakış açısı ve fikirlerin uygulanabilirliğidir. Şekil 4.22’de gösterildiği

gibi tasarlanan anlam; “Redüktör tasarımı ile bilginin farklı bakış açıları ile yorumlanacaktır. Böylece iş birliği ortamının gelişmeye ve büyümeye etkisini ortaya çıkararak, anlam tasarımı ile yaratıcı çözümler elde edilmesini sağlanacaktır.”.



Şekil 4.22: Anlam tasarımı

4.3.7 Ürün Kimliği

Tasarımcının yorumuna göre tasarlanan anlam ürüne aktarılır. Tasarım ekibindeki tasarımcılar arasında farklı öneriler geliştirilebilir. Anlamı gösteren ürün önerileri oluşturulmalıdır. Ürün önerisi, farklı senaryolara uygun redüktörü yapabilmek için birçok farklı parçalar tasarlanabilir. Bu parçalar farklı senaryolara uygun redüktörlerin tasarlanması içindir. Parçalar termoplastik malzemeden üretilebilir. Her kutuda, farklı ölçülerde ve boyutlarda parçalar olabilir, kullanıcılar arasında parça paylaşımı yapılabilir. Böylece farklı ölçülerde redüktör kutuları tasarlanabilir. Senaryolar ise hazırlanan bir kitapçıkta açıklanacaktır. Farklı güç, devir ve montaj pozisyonları için ürün tasarımı yapılabilir. Model aşamaları ise hazırlanacak kitapçıkta çözüm aşamaları olarak belirtilebilir.

4.3.8 Değerlendirme

Prototip değerlendirme formunda verilen sorular önceki bölümde önerilen ürün önerisi dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Kısıtlamalara göre sorulara verilen cevaplar aşağıda belirtildiği gibidir.

Algı

- Soru: Seçilen ürün özellikleri ile anlam yansıtıyor mu?

Cevap: Senaryo ve farklı ölçülerde parça tasarımları ile hem model aşamaları açıklanabilir hem de süreçte farklı bakış açıları kazanılabilir. Fakat işbirlikçi yaklaşımın uygulanabilmesi için farklı ölçülerde kutu içeriği fikri geliştirilmelidir.

- Soru: Seçilen malzeme görsel değerleri yansıtmada etkili mi?

Cevap: Redüktör eğitim seti, ABS (akrilonitril bütadien stiren) malzeme kullanılarak farklı renklerde ve dayanıklı olarak üretilebilir. Parça renkleri, montaj pozisyonu veya motor gücüne göre farklılık gösterebilir. Malzemenin çeşitli kullanım alanları vardır. Otomotiv parçaları, borular, koruyucu kasklar ve oyuncaklar bunlardan bazılarıdır.

İşlevsellik

- Soru: Ürün, işlevini gerçekleştirirken, anlam bütünlüğü korunuyor mu?

Cevap: Evet

- Soru: Ürünün çalışma prensibi nedir? Fonksiyonel özelliklerinde hangi yenilikler yapılacak?

Cevap: İş makinası ile güç makinası arasında, motorun gücünü iletecek, değerini ve yönünü değiştirecek dişli çark mekanizması tasarlanacaktır. Bu tasarımda, kullanıcının satın alacağı kutu içeriğini oluşturan parçalar (rulmanlar, dişliler, miller) gerekli kısıtlamaları oluşturmaktadır. Bu parçalar ile kullanıcı mil eksenlerinin konumunu, toplam çevrim oranını,

kademe sayısını, bağlantı, transport ve yağlama şeklini belirleyecektir. Redüktör gövde tasarımı da yapılacaktır. Ayrıca redüktörün delik, dolu mil ve delik mil çıkışlı tasarımları yapılabilecektir. Redüktörün çalışacağı çevre şartları kitapçık senaryolarında belirtilecektir. Boya tipi, kalınlığı ve rengi de belirlenecektir. Kitapçıklarda belirtilecek senaryolar aşağıdakilere benzer şekilde olacaktır;

1. Nem ve kirlilik oranı düşük bir çalışma ortamında kullanılacak redüktör için motor bağlantısı standart akuple olacak şekilde istenmiştir. Şeffaf yağ göstergesi kullanarak dik ayaklı tip redüktör tasarımını yapınız.
2. Yüksek nem ve kimyasal madde olan çalışma ortamında kullanılacak iki kademeli bir redüktörün çıkış mili saat yönünde dönecektir. Motor bağlantı şeklinin flanşlı olmasına dikkat ederek redüktör tasarımını yapınız.

Tasarım sürecine, Yaprak Model’inde olduğu gibi amaç aşamasından başlanacaktır. Araştırma aşamasında tasarımı yapan ekip, senaryoda belirtilen özelliklerde redüktörün kullanıldığı iş makinelerini araştırabilir. Bu araştırma farklı gövde tasarımlarının yapılmasında etkili olabilir. Kullanıcı kimliği aşamasında, redüktörün iş makinasına montajı için kolaylık sağlayacak çözümler üretilebilir. Tema belirlenerek, ekip kendi hipotezlerini üretir. Anlam taslakları olan hipotezler üzerine tartışılarak anlam tasarlanır. Sonrasında ise ekip üyeleri, senaryoda isteneni tasarlanan anlama uygun ürün modelleri oluşturur. Ayrıca bu ürün ile tasarımcıların veya mühendislik öğrencilerinin, kendi belirleyecekleri problem üzerine çözüm tasarımları mümkün olacaktır.

- Kullanılabilirlik

Soru: Kullanıcı, ürünü kolaylıkla kullanabilecek mi?

Cevap: Parçalarına ayrılabilir ve ABS malzemesinden üretilen bir ürün olacağı için hem taşınması hem de kullanımı kolay olacaktır. Üç boyutlu yazıcılarda, ABS filamentleri kullanılarak, kullanıcı redüktör tasarımı için

yeni parçalar tasarlayabilir. Ürün kullanımını daha zevkli bir hale gelebilir. Farklı montaj pozisyonlarına göre yeni ve yaratıcı redüktör tasarımları yapılabilir.

- Üretilebilirlik

Soru: İşlevi yerine getirebilmek için, hangi makine elemanları kullanılmalıdır? Bağlantılar nasıl yapılmalıdır?

Cevap: Eğitim seti kutu içeriğinde, cıvatalar, rulmanlar, mil ve delik segmanları, dişliler, miller ve redüktör gövde tasarımı için sökölüp takılabilen parçalar olacaktır. Bağlantıları kullanıcı yapılmalıdır.

- Temin Edilebilirlik

Soru: Ürün nerede müşteriye tanıtılacak? Müşteri ürünü nereden satın alabilecek?

Cevap: Ürün tanıtımı ve satışı internet üzerinden yapılabilir.

- Bakım Kolaylığı

Soru: Kullanıcı, ürün bakımını kendisi yapabilir mi? Bakım hizmeti veya eğitimi verilmeli midir?

Cevap: Ürünün yanlış kullanılması, cıvata bağlantılarının hatalı olması ve ürünün hasar görmesi durumunda yedek parça temini yapılmalıdır.

- Sürdürülebilirlik

Soru: Ürün, geri dönüştürülebilir malzemeden üretilebilir mi?

Cevap: ABS geri dönüştürülebilir malzemedir.

- Güvenlik

Soru: Kullanıcı için tehlikeli olabilecek durumlar var mı? Malzemeler, boyalar vb. seçenekler sağlık için uygun mu?

Cevap: Kullanıcı için tehlikeli olabilecek bir ürün değildir. Malzeme sağlık için zararlı değildir.

- Güvenilirlik

Soru: Ürün kullanıcıda güven oluşturabilir mi? Ürün, tasarlanan anlamı doğru bir şekilde yansıtıyor mu?

Cevap: Kullanıcı ürün ile birçok tasarım uygulamasını tamamladığında güven oluşacaktır. Tasarım sürecine farklı bakış açılarını uygulama ile kazanarak, süreçteki karmaşıklığı çözmedeki hevesi artacaktır. Ürün anlamı etkili bir şekilde yansıtmaktadır.

- Kalite

Soru: Seçilen, malzeme ürün ömrü süresince, bütünlüğü korumada yeterli olabilecek mi?

Cevap: Kullanım alanına göre seçilen malzeme gerekli mekanik özelliklere sahiptir. Prototip yapımında 3 boyutlu yazıcıda da kullanılabilir bir malzemedir.

- Katma Değer

Soru: Belirlenen bölgede satış yapılacak tahmini satış fiyatı nedir? Müşterinin satın alma gücünü aşar mı?

Cevap: Üretici firmanın üretim kapasitesi ve firmayı ilgili bölümleri ile yapılacak planlamalar doğrultusunda belirlenmelidir.

- Yatırım Değeri

Soru: Hedeflenen kar nedir?

Cevap: Önceki kısıtlama sorularına verilecek cevaplar ile hedeflenen kar belirlenebilir.

4.3.9 Karar Verme

Önceki bölümde, değerlendirme soruları ile yapılan açıklamalar, sadece bir redüktör eğitim seti ile ilgilidir. Tasarım ekibi tarafından önerilen her ürün önerisi veya prototip için bu sorgulamalar yapılmalıdır. Bu sorulara verilen olumlu cevaplar ile üretim için prototip üzerinden iyileştirmeler yapılmalıdır. Birkaç prototip arasında kararsız kalınması durumunda paydaşlar veya odak grupları ile üretim için seçim yapılabilir.

4.3.10 Sunum

Seçilen prototip, odak grubu üyelerine ve paydaşlara duyurulur. Üretim için gerekli planlamalar ve hazırlıklar yapılır.

Önerilen Yaprak Modeli ile tasarım ekibi veya farklı meslek ve yaş gruplarından kişiler ile oluşturulan bir takım ile uygulandığında başarılı ve yaratıcı sonuçlar elde edilecektir. Tasarım sürecinde, iş birlikçi yaklaşımın önemi ve gerekliliği Yaprak Modeli uygulamaları ile kolayca anlaşılabilir. Dişli mekanizmalarının çalışma prensiplerinin kolay anlaşılabilmesi ve dişli kutusu iç tasarımının görülebilmesi için eğitim amaçlı hazırlanan redüktörler mevcuttur. Yaprak Modeli ile tasarlanan redüktör eğitim seti, redüktör tasarımının kavramsal tasarım aşamasının, mühendislik öğrencileri tarafından uygulamalı olarak anlaşılmasını sağlayacaktır. Senaryolar ve eğitim seti içeriğini oluşturan parçalar tasarım kısıtlamalarından bazılarını oluşturacaktır. Kullanıcı araştırma alanını verilen kısıtlamalara göre belirleyerek, gerçeğe uygun tasarımlar yapabilecektir. Mühendislik öğrencilerine ve tasarımcılara Yaprak Modeli aşamalarını uygulayabilecekleri bir redüktör prototipi sunmak, hayal gücünün geliştirilerek birçok farklı yaratıcı çözüm elde edilmesini sağlayacaktır. Ayrıca Yaprak Modeli aşamalarını öğrenmek, kullanıcılarda tasarım girişimciliğini arttırmakta etkili olacaktır.

Yaprak modeli uygulamasında öncelikli olarak bir sorun ve istek belirlenmiştir. Sorun, öğrenciler arasındaki iletişim eksikliği, meslek hayatına geçildiğinde iş birlikçi tasarım sürecinde zorluk yaşanmasına ve istenen verimin

alınamamasına neden olmaktadır. İstek ise Yaprak Model'inin aşamalarının ve uygulamasının öğrenilmesidir. Çünkü model, bir sorunun çözümünün farklı yollardan bulunabileceği aşamaları içerir. Farklı bakış açılarından ortak bir çözüme ulaşılmasını sağlar. Yaprak Modeli ile farklı senaryolar için kavramsal tasarımı yapılacak redüktörler ile tasarım sürecinin zor ve karmaşık olduğu endişesi azaltılabilir. Çünkü bu uygulamalar ile kapsamlı düşünme becerileri geliştirilerek öngörü arttırılabilir. Ayrıca redüktör eğitim seti kullanımı ile, bir redüktörün fonksiyonunu geliştirmede ve çalışma prensibinde yenilikler yapmada birçok yeni fikir geliştirilebilecektir. Sosyal bir sorunun, tez kapsamında açıklanan tasarım teorileri ile çözülebilmesi mümkün değildir. Çünkü bir mühendislik ürününün fonksiyon harici özelliklerinin olabileceği fikrini ve dolayısıyla bunu karşılayacak aşama, incelenen metotlarda mevcut değildir. Anlam tasarımına öncelik verilerek mevcut mühendislik ürünlerine yeni özellikler kazandırılabilir. Yaprak Modeli ile sosyal ve çevresel sorunlara çözümler tasarlanabilir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Mühendislik ürünlerinin hayatımız, yaşadığımız çevre ve diğer insanlarla olan ilişkilerimiz üzerinde birçok olumlu ve olumsuz etkisi vardır. İnsanlar için faydalı ve verimli bir ürün olması amaçlanarak tasarlanan ürünlerden olumsuz sonuçlar alınması, tasarım sürecinde sistematik bir uygulamanın, kapsamlı düşünmenin eksikliğinden kaynaklanmaktadır. Kullanıcılar ve ürün arasındaki yetersiz iletişim, ürünü uygun olmayan koşullarda kullanmak, çevre dostu olan bir mühendislik ürününün birçok çevre sorunu oluşturmasına neden olmaktadır.

Günümüzde tasarım sürecinde sistematik uygulamaların yetersizliğinin diğer bir göstergesi de ürünlerin performansları üzerine olan rekabet yarışıdır. Müşteriler ürün performansından etkilenebilir, fakat satın almak isteyecekleri ürün sevdikleri ürün olacaktır. Tez kapsamında incelenen mühendislik tasarım süreci metotlarında tasarımcılara önerilen, geribildirimleri değerlendirmek, gözlem yapmak, müşteri talep ve isteklerini karşılamaktır. Müşterinin mühendislik ürününden beklentisini karşılamayı amaç edinmek geçici başarılar ve kısa süreli ticari tatminler sağlamak için yeterli olacaktır. Mühendislik tasarımlarında müşteri beklentisinden daha fazlasını sunabilmek için, müşteri davranışlarında daha derine inebilmek, kullanıcıyı anlayabilmek gerekmektedir. Bunun başarılması ise iyi yapılandırılmış bir metodun süreçte uygulanması ile sağlanabilecektir.

Kullanılan birçok mühendislik ürünü, hayatımıza yön vermekte ve geleceğimizi şekillendirmektedir. Tasarım sürecinde de insan, kültür ve doğaya verilen önem artırılarak, ürün tasarımı yapılmalıdır. Ürünün çalışacağı çevre koşulları araştırılırken, çevrenin üründen zarar görmemesi üzerine de çalışmalar yapılmalıdır. Kullanıcı ve ürün arasındaki iletişim artırılarak bunun sağlanması mümkündür. Rekabette kalma endişesi ile ürünlerde tasarım adı altında yapılan yenilikler, birbirine benzerlikleri ile yarışan birçok ürünün piyasada müşteriye sunulmasıdır. Bu ise müşteriye bütçesine uygun olanı seçmeye yönlendirmektir. Ayrıca benzer işlevsel özelliklere sahip birçok ürünün üretilmesi, çevre dostu ürün üretiminde de çelişki yaratmaktadır. Mühendislik ürünlerindeki rekabet hızı ve firmaların ticari üstünlük elde etme isteği endişe yaratmakta ve gelecekte birçok çevre sorunu ile karşılaşma ihtimalini arttırmaktadır. Tasarımcıların ürünleri ile

geleceğe yön verdikleri konusunda farkında olmaları ve sürece daha kapsamlı ve bütüncül düşünerek yaklaşabilmeleri gerekmektedir. Zor ve karmaşık olan tasarım sürecinde daha detaylı düşünmek ve tasarım araştırmalarını insan ve kültür üzerine geliştirmek, tasarım sürecinde öngörüü arttıracaktır.

Tez kapsamında önerilen Yaprak Modeli ile mühendislik tasarım sürecinde anlam tasarımına öncelik verilerek, müşteri ve kullanıcı ile ürün arasında sadakat bağı oluşturmak istenmektedir. Böylece, rekabette önde olma endişesi azaltılabilir. Anlam tasarımı, kullanıcıya yeni bir neden sunmaktadır. Bir ürünün neden tasarlandığının bilinmesi ise ürün ve düşünce bakımından farklı olduğunu ve yeni bir yönde ilerlendiğinin göstergesidir. Ayrıca Yaprak Model'inin uygulanması ile uzun süreli ticari üstünlükler elde edileceği düşünülmektedir. Rekabette farklı yönlerin keşfedilmesini sağlayacak olan model, çevre dostu bir tutum kazanılmasını da sağlayacaktır. Yaprak Modeli uygulamalarının yaygınlaştırılması için model uygulamalarının farklı mühendislik ürünleri üzerinde yapılması sonraki çalışmalar için hedeflenmektedir.

6. KAYNAKLAR

Andreasen, M., M., “Synthesis Methods Based Upon System Theory”, Ph.D. Dissertation, Lund University, Sweden, (1980).

Andreasen, M., M., Hansen, C., T., Cash, P., *Conceptual Design Interpretations, Mindset and Models*, Switzerland: Springer (2015).

Bailey, M., Spencer, N., Bentham, A., Baylis, B., Sams, P., “What on Earth is Responsible Innovation anyway? (And how to make it happen)”, *International Conference on Engineering Product and Design Education, E&PDE16*, Aalborg, Denmark, (2016).

Brown, T., *Change by Design*, New York: Harper Collins, (2009).

Brown, T., “Design Thinking [online]”, (22 May 2018), <https://hbr.org/2008/06/design-thinking>, (2008).

Brun, J., Masson, P.L, Weil, B., “Getting Inspiration or Creating Inspiration? The Role of Knowledge Structures In Idea Generation”, *International Design Conference*, Dubrovnik, (2018).

Chakrabarti, A., Blessing, L., “A Review of Theories and Models of Design”, *Journal of the Indian Institute of Science*, 95 (4), 325 – 326, (2015).

Cross, N., *Designerly Ways of Knowing*, London UK: Springer - Verlag, (2006).

Cross, N., *Engineering Design Methods Strategies for Product Design*, UK: John Wiley & Sons Ltd, (2000).

Cross, N., *Design Thinking: Understanding How Designers Think and Work*, London: Bloomsbury Academic, (2011).

Choulier, D., Coatanea, E., Forest, J., “CK, An Engineering Design Theory? – Contributions, Limits and Proposals, *International Conference on Engineering Design ICED’09*, Denmark, (2011).

Dietz D., “Transforming healthcare for children and their families [online]”, (15 August 2018), <https://www.youtube.com/watch?v=jajduxPD6H4>, (2012).

Dorst, K., “The design analogy: a model for moral problem solving”, *Design Studies*, 27, 633 – 656, (2006).

Dorst, K., *Frame Innovation: Create New Thinking by Design*, USA: MIT Press, (2015).

Dunne, D., Martin, R., “Design thinking and How it Will Change Management Education: An Interview and Discussion”, *Academy of management Learning and Education*, 5 (4), 512 – 523 (2006).

Eder, E., W., “Theory of Technical Systems – Learning Tool For Engineering Education”, *Canadian Engineering Education Association (CEEA14) Conf.*, Canmore, (2014).

Eder, E., W., “Theory of Technical Systems – Educational Tool for Engineering”, *Universal Journal of Educational Research*, 4 (6), 1395-1405, (2016).

Fan, Z., Andreasen, M., M., Wang, J., Goodman, E., J., Hein, L., “Towards an Evolvable Chromosome Model for Interactive Computer Design Support”, *International Conference on Engineering Design ICED'05*, Melbourne – Australia (2005).

Forsteneichner, C., Paetzold, K., Metschkoll, M., “Continuous Integration of Model Validation into Product Development”, *International Design Conference – Design 2018*, Dubrovnik, (2018).

Geis, C., Birkhofer, H., “Classification and Synthesis of Design Theories”, *International Design Conference – Design 2018*, Dubrovnik - Croatia, (2010).

Godin, S., *Purple cow: transform your business by being remarkable*, New York: Penguin Publishing Group (2002).

Hansen, C., T., Andreasen, M., M., “Two Approaches to Synthesis Based on The Domain Theory”, (ed: A. Chakrabarti), *Engineering Design Synthesis—Understanding, Approaches And Tools*, London: Springer-Verlag, 93–108 (2002).

Hatchuel A., Weil, B., “C – K Theory: Notions and Applications of a Unified Design Theory”, *Proceedings of the Herbert Simon International Conference on Design Sciences*, Lyon, (2002).

Hatchuel, A., Weil, B., “A New Approach of Innovative Design: An Introduction to C-K Theory”, *International Conference on Engineering Design ICED'03*, Stockholm, (2003).

Hatchuel, A., Le Masson, P., Weil, B., “Teaching Innovative Design Reasoning: How Could C-K Theory Help?”, *International Conference on Engineering and Product Design Education E&PDE'08*, Spain, (2008).

Hubka, V., *Theorie der Maschinensysteme*, Berlin: Springer-Verlag, (1974).

Hubka, V., Eder, E., *Theory of Technical Systems: a Total Concept Theory for Engineering Design*, Berlin: Springer-Verlag, (1988).

Hubka, V., W., Eder, *Design Science: Introduction to the Needs, Scope and Organization of Engineering Design Knowledge*, London: Springer-Verlag, (1996).

Isaksen, S., G., Dorval, K., B., Treffinger, D., J., *Creative Approaches to Problem Solving*, Thousand Oaks: SAGE Publications Inc., (2010).

Jansch, J., Birkhofer, H., “The Development of the Guideline VDI 2221 - The Change of Direction” *International Design Conference – Design 2006*, Dubrovnik - Croatia, (2006).

Jensen, T., “Functional Modelling in a Design Support System—Contribution to a Designer’s Workbench”, Ph.D. Dissertation, *Technical University of Denmark*, Copenhagen, (1999).

Jones, J., C., “A Method of Systematic Design”, *Conference on Design Methods*, (1963).

Kelley, T., Kelley, D., *Creative Confidence: Unleashing the Creative Potential Within Us All*, USA: Crown Business, (2013).

Kimbell, L., “Rethinking Design Thinking: Part 1”, *Design and Culture*, 3 (3), 285 – 306, (2011).

Kloeckner, A., P., Libanio, C., S., Ribeiro, J., L., D., “Design Thinking Methods and Techniques in Design Education”, *International Conference on Engineering and Product Design Education E&PDE17*, Norway, (2017).

Köhler, C., Conrad, J., Wanke, S., Weber, C., “A Matrix Representation of the CPM/PDD Approach as a Means for Change Impact Analysis”, *International Design Conference - DESIGN 2008*, Dubrovnik - Croatia, (2008).

Krippendorff, K., *The Semantic Turn A New Foundation For Design*, USA: CRC Press, (2006).

Kroll, E., “Design Theory and Conceptual Design: Contrasting Functional Decomposition and Morphology with Parameter Analysis”, *Research in Engineering Design*, 24 (2), 165–183, (2013).

Kruger, C., Cross, N., “Solution Driven Versus Problem Driven Design: Strategies and Outcomes”, *Design Studies*, 27 (5), 527-548, (2006).

Luedeke, T., F., Köhler, C., Conrad, J., Grashiller, M., Sailer, A., Vielhaber, M., “CPM/PDD in The Context of Design Thinking and Agile Development of Cyber-Physical Systems: Use Cases and Methodology”, *NordDesign 2018* Linköping, (2018).

Le Masson, P., Hatchuel, A., Wei, B., “How Design Theories Support Creativity – An Historical Perspective”, *The 2nd International Conference on Design Creativity (ICDC2012)*, Glasgow, (2012).

Lester, R., K., Piore, M., J., Malek K., M., “Interpretive Management: What General Managers Can Learn From Design [online]”, (12 October 2018), <https://hbr.org/1998/03/interpretive-management-what-general-managers-can-learn-from-design> (1998).

March, L., “The logic of design”, (ed: N. Cross), *Developments in design methodology*, Chichester: John Wiley & Sons Ltd., (1984).

Martin, R., *The Design of Business, Why Design Thinking In The Next Competitive Advantage*, USA: Harvard Business Review, (2009).

Norman, D., *The Design of Everyday Things*, USA: Basic Books, (2013).

Norman, D. A., Verganti, R., “Incremental and radical innovation: Design research versus technology and meaning change”, *Design Issues*, 30 (1), (2014).

Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K.H., *Engineering Design A Systematic Approach*, Berlin: Springer - Verlag, (2007).

Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., Grote, K.H., *Engineering Design A Systematic Approach*, Berlin: Springer - Verlag, (1996).

Ratner, C., *Cultural Psychology, Cross-Cultural Psychology and Indigenous Psychology*, New York: Nova Science Publishers, (2008).

Sinek, S., *Start with Why? How great leaders inspire everyone to take action*, USA: Portfolio Penguin Group, (2009).

Sinek, S., Mead, D., Docker, P., *Find your why?* New York: Portfolio Penguin Group, (2017).

Sinek, S., Mead, D., Docker, P., *Kendi Nedenini Bul!*, (Çev: A. Arıtan ve A. Arıtan), Arıtan Yayıncılık, (2018).

Shai, O., Reich, Y., Hatchuel, A., Subrahmanian, E., “Creativity Theories and Scientific Discovery: A Study of C – K Theory and Infused Design”, *International Conference on Engineering Design ICED’09*, Stanford, (2009).

Şekercioglu, T., *Makine Elemanları Hesap-Şekillendirme*, İstanbul: Birsen Yayınevi, (2018).

Urakami, J., Vajna, S., “Human Centricity in Integrated Design Engineering”, *International Design Conference DESIGN 2018*, Dubrovnik, 679-690, (2018).

Ullman, D., G., *The Mechanical Design Processes*, USA: McGraw Hill, (2010).

Verganti, R., *Overcrowded Designing Meaningful Products in a World Awash with Ideas*, USA: The MIT Press (2016).

URL 1, “*The Design Process: What is the Double Diamond?* [online]”, (21 November 2018), <https://www.designcouncil.org.uk/news-opinion/design-process-what-double-diamond>, (2015).

URL 2, “*The Field Guide to Human-Centered Design* [online]”, (23 November 2018), http://bestgraz.org/wp-content/uploads/2015/09/Field-Guide-to-Human-Centered-Design_IDEOorg.pdf, (2015).

VDI (1987) VDI Guidelines 2221:1987: Systematic Approach to the Design of Technical Systems and Products, Düsseldorf: VDI-Verlag.

Weber, C., “Modelling Products and Product Development Based on Characteristics and Properties”, (eds: Chakrabarti, A., Blessing, L., T., M.), *An Anthology of Theories and Models of Design: Philosophy, Approaches and Empirical Explorations*, Switzerland: Springer-Verlag, 325–350, (2014).

Weber, C., Werner, H., Deubel, T., “A Different View On PDM and Its Future Potentials”, *International Design Conference*, Dubrovnik, (2002).

Weber, C., “How to Derive Application-Specific Design Methodologies”, *International Design Conference*, Dubrovnik, (2008).

Wynn, D., Clarkson, J., “Models of Designing”, (eds: Clarkson, J., Eckert, C.), *Design Process Improvement: A Review of Current Practice*, USA: Springer-Verlag London Limited, 35-59, (2005).