
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

ENDÜSTRİYEL TASARIM EĞİTİMİNDE ELEKTRONİK BİLGİSİNİN YERİ VE ÖĞRENİLMESİNE İLİŞKİN BİR YÖNTEM

Barış GÜR

DOKTORA TEZİ
ENDÜSTRİYEL TASARIM ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAZİRAN 2023

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Barış GÜR
19/06/2023

ENDÜSTRİYEL TASARIM EĞİTİMİNDE ELEKTRONİK BİLGİSİNİN YERİ VE ÖĞRENİLMESİNE İLİŞKİN BİR YÖNTEM

(Doktora Tezi)

Barış GÜR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2023

ÖZET

Elektronik, günümüzün ekonomik trendidir. Geçmişte hiçbir şekilde elektronik bileşenler içermeyen birçok nesne artık dijital hale gelmiş, elektronik bilgisinin endüstriyel tasarım içerisindeki önemi de artmıştır. Bu araştırmanın elektroniğe yaklaşımına göre, elektronik bileşenlerin gündelik estetik üzerindeki etkisi öyle fazladır ki, elektronik bilgisi, günümüz endüstriyel tasarım müfredatlarında yer verilene oranla daha öncelikli bir endüstriyel tasarımcı yetkinliği haline gelmiştir. Elektronik bileşenleri olan bir nesnenin üretilişini ve çalışmasını anlamayan, bu bileşenlerin türlerine göre değişen bazı özelliklerinin kullanıcı deneyiminin kalitesini nasıl etkilediğini bilmeyen bir endüstriyel tasarımcı, elektronik nesnenin insana yabancılaşmasına sebep olabilir ve sessiz tasarıma yol açabilir. Sessiz tasarım, bir endüstriyel tasarımcı tarafından tasarlanması beklenen unsurların bir başkası tarafından tasarlanmasıdır. Yabancılaşma ise, deneyimlerin ve gündelik estetiğin kalitesini azaltmaktadır. Bu araştırmanın birinci amacı, estetik ile elektronik arasındaki artan ilişkiyi sergilemektir. İkincisi ise, endüstriyel tasarımcıya gerekli olabilecek elektronik bilgisinin kapsamını tanımlayıp, sınıflandırmaktır. Söz konusu iki amaç doğrultusunda, endüstriyel tasarımcı ve elektronik mühendislerinden oluşan 10 katılımcılı bir örneklem ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yürütülmüş, bulgular tematik analiz ile incelenmiştir. Üçüncü amaç, sınıflandırılan konuların son sınıf öğrencileri ve yeni mezunlar tarafından ne kadar bilindiğinin ölçülmesi aracılığıyla güncel eğitim yaklaşımlarının elektronik bilgisi öğretme yeterliliğinin değerlendirilmesidir. 11'i Türkiye'de bulunan 16 üniversiteden katılan 74 kişilik örnekleme 13 sorulu bir muhakeme testi uygulanmış ve bazı en temel elektronik konularına ilişkin yetersiz bilgiye sahip oldukları tespit edilmiştir. Araştırmanın dördüncü amacı, endüstriyel tasarım öğrencilerinin stüdyo dersleri içerisinde elektronik bilgisinin öğrenimini destekleyen bir araç geliştirmek ve bu aracın yaratıcılık ölçütleri bakımından öğrencilere ve öğrencilerin tasarımlarına yönelik fayda ve zararlarını incelemektir. Araç, Gazi Üniversitesi'nde elektrikli su ısıtıcısı tasarlama ödevi verilen 40 ikinci sınıf, Atılım Üniversitesi'nde diyafon tasarlama ödevi verilen 14 üçüncü sınıf, Atılım Üniversitesi'nde bitirme projesinde aracı kullanan 6 son sınıf endüstriyel tasarım öğrencisi ile denenmiştir. Aracın, öğrencilerin tasarladıkları formların birbirilerine benzeşmesine ve basitleşmesine yol açabileceği ancak diğer ölçütler bakımından fayda sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bilim Kodu : 80308

Anahtar Kelimeler : Endüstriyel tasarımda elektronik, elektronik ürünlerin tasarımı, tasarım eğitiminde elektronik, tasarım eğitiminde dijitalleşme

Sayfa Adedi : 268

Danışman : Prof. Dr. H. Güçlü YAVUZCAN

ELECTRONICS KNOWLEDGE IN INDUSTRIAL DESIGN EDUCATION AND A METHOD FOR LEARNING

(Ph. D. Thesis)

Barış GÜR

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2023

ABSTRACT

Electronics is the economics trend of today. Many objects that did not contain electronics previously have today become digitalized, and the importance of electronics knowledge in industrial design has increased. According to the approach of this research to electronics, the impact of electronic components on everyday aesthetics is so great that electronics knowledge may have become a priority industrial designer competency compared to the current industrial design curriculum. An industrial designer who does not understand how the electronic components of objects work and are produced, and does not know how some of the properties of these components affect the quality of the user experience, may cause alienation of the object from humans and lead to silent design. Silent design is when aesthetic experiences of an object are designed by someone who is not an industrial designer. Alienation reduces the quality of experiences and everyday aesthetics. First purpose of this research is to describe the increasing relationship of aesthetics with electronics. The second are to define and classify the scope of electronics knowledge that may be required for an industrial designer. Based on these two purposes, semi-structured interviews are conducted with a sample size of 10, consisting of industrial designers and electronics engineers and the findings are examined through thematic analysis. The third purpose of this research is to evaluate the efficiency of current educational approaches to teach electronics knowledge through measuring how well the classified topics are known by senior students and fresh graduates. Total of 74 participants from 16 universities, 11 of which are located in Turkey attended a test consisting of 13 reasoning questions and it is determined that they have insufficient knowledge based on some of the essential topics of electronics. The fourth purpose of the research is to develop a tool for industrial design students to support the learning of electronics knowledge during the studio courses and to examine the benefits and harms of the tool for students and their designs in terms of creativity criteria. The tool is tested with 40 industrial design sophomores at Gazi University assigned to design electric water heaters, 14 juniors at Atılım University assigned to design doorphones, and 6 seniors at Atılım University who used the tool during the graduation project. It is concluded that the tool may lead the forms of the designed objects to oversimplify and become similar, yet it is beneficial in terms of other criteria.

Science Code : 80308

Key Words : Electronics in industrial design, electronic product design, electronics in design education, digitalization in design education

Page Number : 268

Supervisor : Prof. Dr. H. Güçlü YAVUZCAN

TEŞEKKÜR

Akademik kariyerimin tamamında ve bu araştırma sürecinde desteğini asla esirgememiş olan yol göstericim, danışmanım Prof. Dr. H. Güçlü YAVUZCAN'a, komite üyeleri olan ve çok yönlü katkılarıyla bu araştırmaya değer katan Prof. Dr. Fırat HARDALAÇ ve Doç. Dr. Seçil TOROS'a, kıymetli yorumlarından ötürü jüri üyeleri Prof. Dr. Aydın ŞIK ve Doç. Dr. Bülent ÜNAL'a, süreçte yaşadığım zorluk ve yorgunlukların üstesinden gelmemi sağlayan biricik eşime ve her şeyimi borçlu olduğum anneme ve babama başta olmak üzere çalışmaya gönüllü katılım göstermiş olan öğretim görevlilerine, elektronik mühendislerine, endüstriyel tasarımcılara, Gazi Üniversitesi'nin ve Atılım Üniversitesi'nin öğrencileri başta olmak üzere katılım gösteren bütün öğrencilere, kurucu ortağı olduğum Venn Endüstriyel Tasarım Danışmanlığı Ltd. Şti'nin paydaşlarına ve yarı zamanlı öğretim görevlisi olduğum Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Bölümü'ndeki öğretim görevlilerinin tamamına bana öğrettiklerinden ve gösterdikleri desteklerden ötürü teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ x

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xi

RESİMLERİN LİSTESİ xiii

SİMGELER VE KISALTMALAR xv

1. GİRİŞ 1

2. ENDÜSTRİYEL TASARIM VE ELEKTRONİK 13

2.1. Tasarım ve Tasarımcı 13

2.2. Endüstriyel Tasarım 16

2.2.1. Endüstriyel tasarım ve zanaat 19

2.2.2. Endüstriyel tasarım ve modernizm 29

2.2.3. Endüstriyel tasarım ve teknoloji 41

2.2.4. Endüstriyel tasarım ve elektronik bilgisi 52

2.3. Elektronik 63

3. YÖNTEM 73

3.1. Gerekçeler 73

3.2. Amaçlar ve Sorular 75

3.3. Veri Toplama ve Analiz Yöntemleri 77

3.3.1. Yarı-yapılandırılmış görüşmeler 77

3.3.2. Elektronik bilgisi ölçme testi 85

Sayfa

3.3.3. Destekleyici aracın tasarımı ve denenmesi 91

4. BULGULAR 125

4.1. Yarı-yapılandırılmış Görüşmeler 125

4.1.1. Elektronik bilgisine ihtiyacın sıklığı 127

4.1.2. Elektronik bilgisine ihtiyacın gerekçesi 128

4.1.3. Elektronik bilgisinin yaratıcılığa etkisi 129

4.1.4. Elektronik bilgisinin yetkinliklere etkisi 130

4.1.5. Elektronik bilgisinin kaynağı 132

4.1.6. Elektronik bilgisinin düzeyi 133

4.1.7. Elektronik bilgisinin ölçümü 134

4.1.8. Elektronik bilgisinin kapsamı 135

4.1.9. Görüşlerdeki benzerlikler ve farklılıklar 137

4.2. Elektronik bilgisi ölçme testi 140

4.2.1. Soru 1: Malzemelerin elektriksel iletkenliği 144

4.2.2. Soru 2: Malzemelerin elektriksel direnci 146

4.2.3. Soru 3: Alternatif akım ile kullanıcı güvenliğinin ilişkisi 147

4.2.4. Soru 4: Yüksek gerilim ile güç arasındaki ilişki 149

4.2.5. Soru 5: Güç kaynağı isimli bileşenin görevi 151

4.2.6. Soru 6: Engel algılamaya yönelik sensörler 152

4.2.7. Soru 7: Sıcaklık ölçmeye yönelik sensörler 154

4.2.8. Soru 8: Motorların hassasiyeti 156

4.2.9. Soru 9: Ekran çeşitleri 158

4.2.10. Soru 10: Ayar verme amaçlı düğmeler 159

4.2.11. Soru 11: Anten sinyallerine engel olan malzemeler 161

Sayfa

4.2.12. Soru 12: Uzak mesafeli haberleşme yöntemleri 163
4.2.13. Soru 13: Mantıksal işlemlere yönelik bileşenler 165
4.2.14. Soru 14: Sorulara cevap verilmesinin zorluğu 167
4.2.15. Soru 15: Soruların mesleki bilgi ile ilişkili görülmesi 168
4.3. Elektronik bilgisi öğrenmeyi destekleyen aracın denenmesi 169
4.3.1. Destekleyici aracın kişisel yaratıcılık ölçütlerine faydası ve zararı 170
4.3.2. Destekleyici aracın tasarlananların niteliğine yönelik faydası ve zararı 174
4.3.3. Destekleyici aracın terminoloji öğrenimine yönelik faydası 176
4.3.4. Destekleyici aracın içeriğinin yeterliliği 177
4.3.5. Destekleyici araçtan faydalanılmasına ilişkin genel memnuniyet 180
4.3.6. Gözlem bulguları 181
5. TARTIŞMA 183
5.1. Endüstriyel Tasarımda Elektronik Bilgisinin Yeri 183
5.1.1. Endüstriyel Tasarımda Elektronik Bilgisinin Kapsamı 187
5.2. Endüstriyel Tasarım Eğitiminde Elektronik Bilgisinin Yeri 190
5.3. Elektronik Bilgisinin Fayda ve Zararları 193
5.4. Destekleyici Aracın Elektronik Bilgisinin Öğrenilmesine Katkısı 196
6. SONUÇ VE ÖNERİLER 199
KAYNAKLAR 207
EKLER 237
EK-1. Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri. 238
ÖZGEÇMİŞ 268

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 3.1. Digikey, Farnell ve Mouser veritabanlarındaki üst kategoriler 103

Çizelge 3.2. Destekleyici araçta sunulmasına karar verilen üst kategoriler 104

Çizelge 3.3. Destekleyici aracın değerlendirilmesine yönelik anket soruları 122

Çizelge 4.1. Görüşmeler içerisinden elde edilen tematik kodlar ve temalar 126

Çizelge 4.2. Elektronik konularının gerekliliğine ve seviyesine göre sınıflandırması 136

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 1.1. Araştırmanın aşamalarının akışı 11

Şekil 3.1. Türkiye'deki katılımcı sayılarının üniversitelere göre dağılımı 88

Şekil 3.2. Diğer ülkelerdeki katılımcı sayılarının üniversitelere göre dağılımı..... 89

Şekil 4.1. Doğru ve yanlış cevap sayılarının sorulara ve konulara göre dağılımı..... 143

Şekil 4.2. Soru 1 (Türkiye): Malzemelerin elektriksel iletkenliği 145

Şekil 4.3. Soru 1 (diğer ülkeler): Malzemelerin elektriksel iletkenliği 145

Şekil 4.4. Soru 2 (Türkiye): Malzemelerin elektriksel direnci 146

Şekil 4.5. Soru 2 (diğer ülkeler): Malzemelerin elektriksel direnci 147

Şekil 4.6. Soru 3 (Türkiye): Alternatif akım ile kullanıcı güvenliğinin ilişkisi..... 148

Şekil 4.7. Soru 3 (diğer ülkeler): Alternatif akım ile kullanıcı güvenliğinin ilişkisi..... 148

Şekil 4.8. Soru 4 (Türkiye): Yüksek gerilim ile güç arasındaki ilişki..... 150

Şekil 4.9. Soru 4 (diğer ülkeler): Yüksek gerilim ile güç arasındaki ilişki 150

Şekil 4.10. Soru 5 (Türkiye): Güç kaynağı isimli bileşenin görevi 151

Şekil 4.11. Soru 5 (diğer ülkeler): Güç kaynağı isimli bileşenin görevi 152

Şekil 4.12. Soru 6 (Türkiye): Engel algılamaya yönelik sensörler..... 153

Şekil 4.13. Soru 6 (diğer ülkeler): Engel algılamaya yönelik sensörler..... 154

Şekil 4.14. Soru 7 (Türkiye): Sıcaklık ölçmeye yönelik sensörler 155

Şekil 4.15. Soru 7 (diğer ülkeler): Sıcaklık ölçmeye yönelik sensörler 155

Şekil 4.16. Soru 8 (Türkiye): Motorların hassasiyeti 157

Şekil 4.17. Soru 8 (diğer ülkeler): Motorların hassasiyeti 157

Şekil 4.18. Soru 9 (Türkiye): Ekran çeşitleri 158

Şekil 4.19. Soru 9 (diğer ülkeler): Ekran çeşitleri 159

Şekil 4.20. Soru 10 (Türkiye): Ayar verme amaçlı düğmeler 160

Şekil **Sayfa**

Şekil 4.21. Soru 10 (diğer ülkeler): Ayar verme amaçlı düğmeler 161

Şekil 4.22. Soru 11 (Türkiye): Anten sinyallerine engel olan malzemeler 162

Şekil 4.23. Soru 11 (diğer ülkeler): Anten sinyallerine engel olan malzemeler 162

Şekil 4.24. Soru 12 (Türkiye): Uzak mesafeli haberleşme yöntemleri 164

Şekil 4.25. Soru 12 (diğer ülkeler): Uzak mesafeli haberleşme yöntemleri 164

Şekil 4.26. Soru 13 (Türkiye): Mantıksal işlemlere yönelik bileşenler 166

Şekil 4.27. Soru 13 (diğer ülkeler): Mantıksal işlemlere yönelik bileşenler 166

Şekil 4.28. Soru 14 (Türkiye): Sorulara cevap verilmesinin zorluğu 167

Şekil 4.29. Soru 14 (diğer ülkeler): Sorulara cevap verilmesinin zorluğu 167

Şekil 4.30. Soru 15 (Türkiye): Soruların mesleki bilgi ile ilişkili görülmesi 168

Şekil 4.31. Soru 15 (diğer ülkeler): Soruların mesleki bilgi ile ilişkili görülmesi 168

Şekil 4.32. Destekleyici araçtan faydalanma sıklığı 170

Şekil 4.33. Destekleyici aracın kişisel yaratıcılık ölçütlerine faydası ve zararı 171

Şekil 4.34. Destekleyici aracın tasarlananların niteliğine yönelik faydası ve zararı 175

Şekil 4.35. Destekleyici aracın terminoloji öğrenimine yönelik faydası 177

Şekil 4.36. Destekleyici aracın içeriğinin yeterliliği 178

Şekil 4.37. Destekleyici araçtan faydalanılmasına ilişkin genel memnuniyet 180

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim **Sayfa**

Resim 2.1. Hıza göre açılıp kapanan kanatlara sahip bir kask ve Arduino 58

Resim 2.2. Ardunio ile prototiplenmiş bir akıllı bileklik 58

Resim 2.3. Henüz bileşenleri dizilmemiş bir PCB üzerindeki yollar 65

Resim 2.4. Bir PCB üzerindeki bileşenler ve aralarındaki yollar 65

Resim 2.5. Su akışı analojisinde kapasitans 67

Resim 3.1. Digikey'de yürütülmüş örnek bir arama ve elde edilen sonuçlar 95

Resim 3.2. Digikey'de bir alt kategori içerisinde bileşenlerin listelenişi 96

Resim 3.3. Digikey'in üst kategoriler sayfasının bir bölümü 97

Resim 3.4. Digikey'de örnek bir bileşenin detaylarının sunulduğu sayfa 97

Resim 3.5. Farnell'de yürütülmüş örnek bir arama ve elde edilen sonuçlar 98

Resim 3.6. Farnell'de bir alt kategori içerisinde bileşenlerin listelenişi 99

Resim 3.7. Farnell'in üst kategoriler sayfasının bir bölümü 99

Resim 3.8. Farnell'de örnek bir bileşenin detaylarının sunulduğu sayfa 100

Resim 3.9. Mouser'da bir alt kategori içerisinde bileşenlerin listelenişi 101

Resim 3.10. Mouser'da üst kategoriler sayfasının bir bölümü 102

Resim 3.11. Mouser'da örnek bir bileşenin detaylarının sunulduğu sayfa 102

Resim 3.12. iFixit'te oyun konsol kumandalarının tamirlerine yer veren bir kategori ... 105

Resim 3.13. iFixit'te bir dizüstü bilgisayarın sökülüşünün anlatımının bir bölümü 106

Resim 3.14. Fictiv'de sökerek inceleme içeriklerine yer verilen blog sayfası 107

Resim 3.15. Fictiv'de incelenen bir evcil hayvan kamerası ve detayların gösterimi 107

Resim 3.16. Adafruit'te bir ultrasonik sensöre ilişkin açıklama sayfası 108

Resim 3.17. Destekleyici araçta anasayfa 116

Resim 3.18. Destekleyici araçta üst bölümden erişilen açılır kategori listesi 116

Resim **Sayfa**

Resim 3.19. Destekleyici araçta birinci düzey bir alt kategori 117

Resim 3.20. Destekleyici araçta ikinci düzey bir alt kategori 117

Resim 3.21. Destekleyici araçta bir bilgi sayfasının üst bölümü 118

Resim 3.22. Destekleyici araçta bir bileşenin montaj aparatını gösteren örnekler 120

Resim 3.23. Destekleyici araçta bir bileşene ilişkin videolar 120

Resim 3.24. Destekleyici araçta açık kaynaklı bağlantılar 121

Resim 4.1. Deniz Ada Akın tarafından tasarlanmış olan bir diyafon ve bileşenleri 181

Resim 4.2. Canses Demirsoy tarafından tasarlanmış olan bir diyafon ve bileşenleri 182

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
p	Anlamlılık katsayısı
$\bar{x}$	Aritmetik ortalama
$\Delta\bar{x}$	Aritmetik ortalamaların farkı
n	Örnek sayısı
%	Yüzde
Δ%	Yüzdesel fark

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
AC	Alternatif akım
AS	Araştırma sorusu
CDIO	Concieve Design Implement Operate
CPAM	Yaratıcı Ürün Analiz Matrisi Modeli
DC	Doğrusal akım
DIY	Do it yourself
PCB	Basılı devre kartı
IOT	Nesnelerin interneti
TTCT	Torrance Yaratıcı Düşünce Testi

1. GİRİŞ

Dijitalleşme ve elektronik nesneler günümüzün *megatrendidir* (Stein, 2015). Yenilikçi elektronik teknolojilerinden faydalanan nesnelerin, sistemlerin ve hizmetlerin toplam ekonomi içerisindeki payı gün geçtikçe artmakta ve gelişmiş ülke şirketleri, yatırımlarının önemli bir bölümünü ileri teknolojilere yapmaktadır (Shvydanenko, 2015). Son dönemdeki teknolojik gelişmeler de çoğunlukla elektronik mühendisliğindeki ilerlemeler ile ilişkilidir (Fomunyam, 2019; Prisecaru, 2016). Teknolojik kabul edilen birçok nesne, bilgisayar niteliğindeki elektroniklerle, internetle veya bir kablosuz iletişim yöntemiyle donatılmış durumdadır. Toplum, söz konusu kavramlar ile o kadar iç içedir ki, aslında çok daha kapsamlı bir kavram olan teknolojiyi, bilgisayar, internet ve elektronik bileşenleri olan nesneler ile eş anlamlı görmektedir (Lachapelle, ve diğ., 2018). Anthony Dunne (2006), yaşanmakta olan bu dönemi *elektrosfer,* yani dünyanın elektronikleşmiş bir katmanı olarak tanımlamaktadır. Dunne, endüstriyel tasarımı da, söz konusu katmana şekil vererek yaşamın kalitesini arttıran bir meslek olarak ifade etmiştir. Elektronik, gün geçtikçe endüstriyel tasarımın daha belirgin bir parçası haline gelmektedir (Barricelli ve Valtolina, 2015; Seetsen, ve diğ., 2019). Hyunjune Kim ve diğerlerine (2011) göre rekabet gücü yüksek nesneler geliştirebilmesi adına elektronik gibi mühendislik branşları ve endüstriyel tasarım arasındaki iş birliğinin önemi de gün geçtikçe artmaktadır. KwanMyung Kim ve Kun-pyo Lee (2016), elektronik bir nesnenin, sistemin veya hizmetin geliştirilmesinde mühendislerin ve endüstriyel tasarımcıların eşit derecede önemli sorumlulukları olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, mühendisler ve endüstriyel tasarımcıların sorumluluğuna giren konular da kesişmekte, düğmeler, ekranlar, hoparlörler gibi bazı elektronik bileşenler artık yalnızca bir elektronik mühendisinin değil, Don Norman'ın (2013) değindiği kullanıcı deneyimi ve kullanılabilirlik gerekçeleriyle bir endüstriyel tasarımcının da çalışma hayatının önemli bir parçası haline gelmektedir (Frens, 2018).

Elektroniğin endüstriyel tasarım içerisindeki artan önemine karşın, endüstriyel tasarımcılar için elektroniğin bir *dar boğaz* olduğu tartışılmaktadır (Seetsen, ve diğ., 2019). Endüstriyel tasarımcıların, ortak teknik terminolojiden faydalanamadığı anlaşılmaktadır (Persson ve Warell, 2003). KwanMyung Kim ve Kun-pyo Lee'ye (2016) göre şirketler rekabetçi piyasa koşulları sebebiyle sık aralıklarla yeni ürün ve hizmetler sunmak zorunda kalmakta ve sıkışık zaman dilimlerinde yürütülen ürün geliştirme projelerinde mühendisler, endüstriyel

tasarımcıların yaklaşımlarını teknik kriterleri sağlayabilme bakımından riskli bulmaktadır. Endüstriyel tasarımcılar, yalnızca elektroniğe ilişkin teknik bilgi bakımından değil, dijital nesneler akımına ilişkin genel ekonomik kavramlar bakımından da eksik bilgiye sahiptir (Kelceoğlu ve Kütük, 2020). Elektronik bileşenlerin, endüstriyel tasarımcıları ilgilendirir hale geldiği kabul edilmiş olsa da (Frens, 2018), elektronik öğretimine ilişkin henüz ortak bir yaklaşım oluşmadığı görülmektedir: 2010'lara kadar endüstriyel tasarım müfredatlarında elektronik veya robotik gibi dersler nadiren yer almıştır (de Vere, ve diğ., 2010; Pedgley, 2010; Moalosi ve Molokwane, 2008; Varekamp, ve diğ., 2014). Bu dersler ise yenilikçi bir yaklaşım olarak nitelendirilmiştir (Romero, ve diğ., 2012). 2010'lardan sonra ise, elektroniğe ilişkin derslerin, daha yaygın hale geldiği görülmektedir: İngiltere'de tasarım bölümlerinin müfredatları içerisinde sunulan elektronik veya teknoloji bilgisi ile ilişkilendirilebilecek derslerin sayısının 100'ü aşmış olduğu görülmektedir (Page, 2016). Türkiye'deki bazı endüstriyel tasarım bölümlerinde seçmeli dersler yer almaya başlamıştır. Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde (2022) *Tasarımcılar için Etkileşimli Prototipleme* ve Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi'nde (2022) *Ürün Elektromekaniği* isimli, içeriği büyük oranda elektronik bilgisine veya dijital etkileşimlerin prototiplenmesine dayanan dersler verildiği görülebilir. Ancak, elektronik bilgisi ölçme testi örnekleminin sunulduğu Bölüm 3.3.2'de incelenebileceği üzere, teste Türkiye'den katılım gösteren öğrencilerin ve yeni mezunlarının çoğunluğu, diğer ülkelerdekilerin ise yarısına yakını elektronik bilgisine ilişkin hiçbir ders almamıştır.

Araştırmanın amaçları

Endüstriyel tasarımcılara elektronik öğretmenin etkisini işleyen az sayıdaki çalışmalardan biri, elektronik bilgisinin çalışma hayatında fayda sağlayacağını öne sürmektedir (Romero, ve diğ., 2012). Bölüm 3.3.1'de incelenebileceği üzere, bu araştırma kapsamında yürütülen görüşmelere katılım göstermiş olan bir katılımcı, endüstriyel tasarımda elektronik bilgisine duyulan ihtiyacın gerekçesini, *piyasanın bir gerçeği* olarak ifade etmiştir. KwanMyung Kim ve Kun-pyo Lee'ye (2016) göre endüstriyel tasarımcıların yaklaşımlarının riskli bulunması, *piyasanın gerçeğinin* karşılanmaması, projelerde verimsizliğe yol açmaktadır. Literatürde, nesnelerin elektronikleşmesine veya dijitalleşmesine odaklanan çok sayıda yayına ulaşılabildiği halde, endüstriyel tasarım eğitiminde ve uygulamalarında elektronik bileşenlerin ve elektronik bilgisinin yerini ve kapsamını ele alan çalışmalar sınırlıdır. Bazı müfredatlarda elektronik bilgisi ile ilişki zorunlu dersler, bazılarında ise seçmeli dersler yer

alırken, bazı diğerlerinde seçmeli veya zorunlu hiçbir derse yer verilmemesine dayanarak endüstriyel tasarım bölümlerinin elektronik bilgisine yönelik ortak bir yaklaşımı olmadığı anlaşılmaktadır. Bu araştırmanın asıl amacı, ortak olabilecek bir yaklaşım geliştirebilmek adına elektronik bilgisinin endüstriyel tasarım ile ilişkisini ve kapsamını açıklamaktır. Söz konusu asıl amaç doğrultusunda araştırmanın 4 alt amacı vardır.

Amaç 1: Elektronik bilgisinin estetik ile ilişkisinin tanımlanması

Elektronik bilgisine duyulan ihtiyacın arttığını sergileyen bazı çalışmalara rağmen niçin endüstriyel tasarımda elektronik bilgisinin öğretilmesine ilişkin ortak bir yaklaşımın henüz oluşmadığı bir tartışma konusudur. Elektronik bilgisi, çalışma hayatında bir ihtiyaç haline geldiyse bile (Romero, ve diğ., 2012), yine de elektronik bilgisinin endüstriyel tasarımcının uzmanlığı dışına çıkıp çıkmadığı bir tartışma konusudur. Ortaklaşabilecek bir yaklaşım geliştirilebilmesi adına, bu araştırmanın kavramsal çerçeve bölümü endüstriyel tasarımın tanımının, endüstriyel tasarım işinin hangi bilgiyi kapsadığının ve endüstriyel tasarımcının hangi görevleri yerine getirebileceğinin incelenmesi ile başlamaktadır.

Bu araştırma aracılığıyla geliştirilecek olan yaklaşımın, ikinci sanayi devrimi sonrasında geliştirilen tasarım eğitimi yaklaşımı ile benzerlik göstermesi muhtemeldir. Makineli seri imalat teknolojileri ve endüstriyel malzemeler yaygınlaşırken, sanatçılar ve zanaatkarlar, otomasyonlu imalat yöntemlerini özümsemek yönünde çekimser davranmış, malzemeleri ve makineleri estetiğin kalitesini düşürmek ile ve insanı ürüne yabancılaşmak ile eleştirmiş ve reddetmiş, ancak sonra ise makineli imalat bilgisinin, sanat ve estetik odaklı yaklaşımlar aracılığıyla öğretilmesine ilişkin, prototiplemeye dayanan yeni bir yaklaşım geliştirmiştir (Gropius, 1923; Moholy-Nagy, 1939; Weingarden, 1985; Beardon, 2002; Birringer, 2013; Düzenli, ve diğ., 2018). Endüstriyel tasarımı mühendislik tasarımından ayrıştıran da estetik ve sanat ile olan ilişkisidir (Findeli ve Benton, 1991). Önceleri imalatı üretimin sanatından (Platon, 2017) uzaklaştırmak ve tasarımda ve üretimde estetiğin kalitesini düşürmek ile eleştirilen makineli imalat (Mascia-Lees, 2011; Miller, 2017), yeni yaklaşım aracılığıyla estetiğin bir aracı haline dönüşmüştür. Günümüzde, estetik ile elektronik arasındaki ilişkinin benzer bir süreçte olduğu iddia edilebilir. Tıpkı makineli imalat teknolojileri gibi, elektronik bileşenlerin de gündelik estetiğe etkisi artmış, elektronik bilgisinin öğrenilmesi ihtiyacı artmış ve öğrenilebilmesi için eğitim yaklaşımlarına ihtiyaç duyulur hale gelmiş olabilir. Öte yandan, elektronik bilgisinin, estetik ile ilintili bir kavram olan yaratıcılığa

(Thyrén ve Horwitz, 2022) engel olabileceği tartışılması gereken bir konudur. Çünkü Bölüm 4.1.3'te sunulduğu üzere, bu araştırmanın ilk aşamasındaki görüşmelere katılım gösteren endüstriyel tasarımcılar, elektronik bilgisinin yaratıcılığı azaltabileceğine ilişkin kaygılarını ifade etmişlerdir.

Literatürde ve müfredatlarda, elektronik bilgisinin nasıl öğrenileceğine ilişkin ortak bir yaklaşıma ulaşılamamasının diğer bir gerekçesi de endüstriyel tasarım bölümlerinin farklı branşlara ayrılmış olması olabilir. Günümüze doğru endüstriyel tasarımcıların görevleri ve onlara verilen eğitimler çeşitlenmiştir (Friedman, 2002). Elektronik ile doğrudan veya dolaylı şekilde ilişkili olan derslerin ise daha sık olarak politeknik üniversitelerin veya mühendislik ile endüstriyel tasarım arasındaki ara kesit bölümler olarak nitelendirilen endüstriyel tasarım mühendisliği bölümlerinin (Akbulut, 2015) müfredatlarında yer aldığı görülebilir. İmalat teknolojileri bilgisi, çoğu endüstriyel tasarım bölümünde zorunlu dersler aracılığıyla öğretilmekteyken, elektronik bilgisine ilişkin derslerin bazı bölümlerde seçmeli olması, bazılarında ise hiç verilmiyor olması tartışılması gereken bir konudur. Makineli imalata ve endüstriyel malzemelere ilişkin bilginin aksine elektronik bilgisinin endüstriyel tasarımcı için öncelikli bilgi olarak görülmediği sonucuna varılabilir. Öte yandan Don Norman'a (2013) göre elektronik bileşenler ile kullanıcıların deneyimleri arasında yoğun ilişki vardır. İmalata yönelik detayları tasarlanmamış, yalnızca formların ve etkileşimlerin tasvir edildiği tasarımlarda bile elektronik arayüz bileşenlerinin seçilip yerleştirilmesi gerekebilir. Kullanışlılığa ve deneyimlere ilişkin kararların, tasarımın erken aşamalarında verilmesi istenebilir. Estetik, sıkça yanlış anlaşıldığının aksine, görsel kalitenin yanı sıra, diğer bütün deneyimlerin de kalitesini ifade eder (Filonik ve Dominikus, 2009; Photiadis ve Souleles, 2015; Shusterman, 2011). Dolayısıyla, tasarımın ilk aşamaları yalnızca görsel deneyimler ile ilişkili değildir. Her ne kadar teknik eğitime daha fazla ağırlık vermek üzere branşlaşan bölümlerde elektroniğin daha sık yer bulması akla yatkın olsa da, endüstriyel tasarım bölümlerinde elektroniğe ilişkin hiçbir derse yer verilmiyor olması tasarımların erken aşamalarında elektronik bilgisine ihtiyaç duyulabileceği gerekçesiyle eleştirilebilir.

Amaç 2: Elektronik bilgisinin sınıflandırılması

Elektronik bileşenlere ilişkin bütün konular endüstriyel tasarımcıya fayda sağlamayacaktır. Bazı konuların diğerlerine oranla daha öncelikli şekilde bilinmesine ihtiyaç duyulacak ve bazılarının ise hiç öğrenilmemesi daha faydalı olacaktır. Endüstriyel tasarımcının ihtiyaç

duyabileceği elektronik bilgisinin kapsamlı olması gerekli değildir (Seetsen, ve diğ., 2019). Fakat, Seetsen ve diğerlerinin bu yayınında, kapsamlı olmayan bilgi ve kapsam dışına çıkan bilgi açık şekilde tanımlanmamakta, dijital etkileşimlerin prototiplerinin üretilmesine daha fazla odaklanılmaktadır. Endüstriyel tasarımcıların sık muhatap olduğu elektronik bileşenlerin isimlerine değinildiği görülebilir (Frens, 2018). Ancak, genellikle yayınlarda en kolay akla gelen bileşenlerin isimleri ver*i*lirken, diğerlerinden *ve benzerleri* olarak bahsedilmektedir. Literatürde, tam olarak hangi bileşen veya prensiplere ilişkin bilginin gerekli olduğunu açık şekilde sunan bir yayına da ulaşılamamaktadır ve böyle bir yayına ihtiyaç vardır, çünkü elektronik bilgisinin öğrenilmesine odaklanacak öğretim görevlileri ve öğrencilerin, hangi bileşene ilişkin hangi bilginin öğrenilmesi gerektiğini tespit etmesi güçtür. Söz konusu ihtiyaç doğrultusunda, bu araştırmanın ikinci amacı, hangi elektronik bilgisinin niçin faydalı olacağını ve hangi bilginin ise endüstriyel tasarımcının uzmanlık alanı dışına çıktığını belirlemektir. Söz konusu amaç doğrultusunda, hem endüstriyel tasarımcılardan hem de endüstriyel tasarımcılar ile çalışma deneyimi olan elektronik mühendislerinden meydana gelen 10 katılımcılı bir örneklem ile görüşülmüştür. Öncelikli olan elektronik bileşenlerin ve elektronik bilgisi konularının tespit edilebilmesi amacıyla katılımcılara Bölüm 3.3.1'de sunulan sorular yöneltilmiş, sorulara karşı yaptıkları açıklamaların tematik analizleri doğrultusunda ise bileşenlere ve konulara ilişkin başlıklar sınıflandırılmıştır.

Amaç 3: Elektronik bilgisine hakimiyetin ölçülmesi

Elektronik bilgisini öğrenmenin tek yöntemi, elektroniğe odaklı derslere katılmak değildir. Müfredatlar ve ders bilgi paketleri yalnız başına, endüstriyel tasarım bölümlerinin ve öğretim görevlilerin elektronik bilgisine yaklaşımına ilişkin kısıtlı bilgi vermektedir. Elektroniği doğrudan konu edinmeyen birçok ders, özellikle stüdyo olarak adlandırılan uygulamalı dersler, öğrenciye elektronik bilgisi öğretme potansiyeline sahiptir. Uygulamalı dersler endüstriyel tasarım eğitiminde yüksek öneme sahiptir. Çünkü, endüstriyel tasarım eğitiminde etkileri devam eden zanaat odaklı yaklaşımlara göre estetik, deneyimleyerek tasarlanır, üretilir ve öğrenilir (Freeman-Moir, 2011). Birringer (2013) ve Nicolette Lee (2006) endüstriyel tasarım eğitiminde, hem geçmişte, hem de azalarak da olsa günümüzde malzemelerin öğrenci tarafından bizzat işlenerek öğrenildiği atölyelerin etkin olduğuna değinmektedir. Endüstriyel tasarımcı için gerekli olan bilgi ve terminolojinin bir bölümü teorik derslerde değil, stüdyo dersleri sırasında öğrenilmektedir. Bölüm 3.3.1.'de görüşme

katılımcılarının ifadeleri aracılığıyla sunulduğu üzere, elektroniğe ilişkin hiçbir ders almamış olsalar bile öğrenciler, stüdyo derslerinde sıkça elektronik nesneler tasarlamakta, elektronik bileşenleri araştırmakta ve bazen ise çalışır halde elektronik prototipler üretmektedirler. Dolayısıyla, yalnızca literatür ve müfredatlarda elektroniğin sınırlı ilgi görmesine dayanarak endüstriyel tasarımcıların yeterli elektronik bilgisine sahip olmadığı iddia edilemez. Ancak, niçin elektroniğin bir *dar boğaz* olarak görüldüğünün (Seetsen, ve diğ., 2019) ve KwanMyung Kim ve Kun-pyo Lee'nin (2016) görüşlerine dayanarak niçin endüstriyel tasarımcı yaklaşımlarına kaygı ile yaklaşıldığının tartışılabilmesi amacıyla, endüstriyel tasarımcıların ne kadar elektronik öğrenerek mezun olduğunun araştırılmasına ihtiyaç vardır. Söz konusu ihtiyaç doğrultusunda, araştırmanın üçüncü amacı da, en güncel endüstriyel tasarım eğitiminin elektronik bilgisini öğretmekteki etkinliğini ölçmektir.

Amaç 4: Elektroniğin öğrenilmesine ilişkin yeni bir yöntemin denenmesi

Elektronik bilgisinin kapsamının belirlendiği ilk aşamadaki görüşmelere katılım gösteren endüstriyel tasarımcıların elektronik bilgisine ilişkin en sık ifade ettikleri kaygı, elektronik bilgisinden faydalanarak fikir geliştirdikleri süreçlerde yaratıcılıklarının kısıtlanabilecek olmasıdır. Literatürde, kaygıyı destekleyen herhangi bir yayına rastlanılmamış olsa da, bu araştırmanın erken aşamalarında elde edilen söz konusu bulgu, elektronik öğrenmenin yaratıcılık üzerinde olumsuz bir etkisi olup olmadığını ölçmeyi gerekli hale getirmiştir. Bir endüstriyel tasarımcı için elektronik bilgisinin faydalı olabilmesi, bu bilginin endüstriyel tasarımcıların daha yatkın oldukları öğrenme biçimlerine uygun şekilde öğretilmesine de bağlıdır (Celaschi, ve diğ., 2013; Moalosi ve Molokwane, 2008). Geçmişte, teorik öğrenmeye fazlaca ağırlık veren elektronik derslerinin denendiği ve söz konusu derslerde endüstriyel tasarım öğrencilerinin başarılarının düştüğü bilinmektedir (Molwane, ve diğ., 2017). Öte yandan, yalnızca teorik derslerde değil, stüdyo dersleri sırasında da öğrencilerin yürüttüğü araştırmaların internet sayfalarını okumak gibi ağırlıkla teorik olan yöntemlere dayanabildiği bilinmektedir.

Geçmiş çalışmalar, birçok endüstriyel tasarım bölümünde elektroniğin uygulamalı şekilde öğretilmesi amacıyla Arduino'dan faydalanıldığını göstermektedir (Romero, ve diğ., 2012; Page, 2016; Erkarslan ve Aykul, 2019). Arduino ve benzer amaçtaki bazı diğer elektronik kitler öğrenmenin fiziksel bir aracı halindedir (Kamaruzaman, ve diğ., 2020). Öğrenciler, fazlaca elektronik bilgisine hakim olmak zorunda kalmadan (Seetsen, ve diğ., 2019; Page,

2016), söz konusu kitlerin parçalarını tıpkı bir yapboz oluşturur gibi bir araya getirerek çeşitli prototipler kurgulayabilmektedir. Arduino, kablolu ve kablosuz bağlantı imkanlarını hazır olarak sunan, içerisine açık kaynak kodlama yüklenebilen, mikroişlemcili bir devre kartı, başka bir deyişle bir çeşit bilgisayardır (Page, 2016). Çeşitli sensörler, motorlar, ekranlar gibi birçok bileşen Arduino'ya sonradan birer aksesuar gibi takılabilir. Açık kaynak kodlama ise söz konusu bileşenleri çalıştırmaya yarayan kod öbeklerinin internet ortamında ücretsiz şekilde paylaşılmış olmasıdır (Sözüdoğru ve Tuncay, 2022). Manpreet Singh ve Sukhwinder Singh'e göre (2014) yalnızca bir bileşene ilişkin kodların değil, birçok bileşene sahip bir projenin bütün halinde indirilip Arduino'ya entegre edilmesi bile mümkündür. Bir öğrenci, aslında bir yazılım tasarlamaksızın, hazır kodlar kullanarak, bir Arduino prototipinin çevreyi algılamasını, çevreyi değiştirmesini, çevreye geri bildirimler vermesini ve tamamen veya kısmen hareket etmesini sağlayabilir.

Arduino gibi hazır kitler aracılığıyla prototipler yapmanın, hatta bazen prototip yaparken tasarlamanın, endüstriyel tasarım öğrencilerine elektroniği tanıtma bakımından faydalı olduğu geçmiş çalışmalarda zaten tartışılmıştır (Romero, ve diğ., 2012; Seetsen, ve diğ., 2019). Öte yandan, Manpreet Singh ve Sukhwinder Singh (2014), Arduino gibi hazır kitlerin ve açık kaynak kodlu yazılımların, satılmak üzere tasarlanan nesnelerde nadiren tercih edileceğini ön görmüştür. Çünkü, etkileşimin önemli bir ögesi olan kod, başkası tarafından önceden tasarlanmıştır, hatta belki de kötü tasarlanmıştır ve tasarımcının tasvir ettiği bazı özellikleri kapsamıyor ya da kalitesiz bir deneyim sunuyor olabilir. Manpreet Singh ve Sukhwinder Singh'in atıfta bulunduğu Isao Hosoe'ya göre, açık kaynak felsefesi, yaratıcı düşünme pratiğini de olumsuz etkileme eğilimindedir. Çünkü, yeni bir kod geliştirme becerisinden yoksun olan endüstriyel tasarımcı böyle bir durumda kusurlu olan koda sadık kalma eğiliminde olabilir. Ayrıca, Arduino aracılığıyla tasarım yapan bir endüstriyel tasarım öğrencisinin, yalnızca açık kaynak kodu bulunabilir olan bileşenler ile tasarım yapması da onu çok daha çeşitli olan diğer elektronik bileşenleri öğrenmekten alıkoyuyor olabilir. Arduino aracılığıyla tasarım veya prototip yapmanın etkilerini araştırmak veya eleştirmek bu tezin amacının dışındadır. Ancak, teorik eğitime veya Arduino'ya fazlaca odaklanan yaklaşımların her ikisi de endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bilgisi öğrenmesinin en etkin yolları olmayabilir. Bu araştırmanın konusu, elektronik bilgisinin öğrenilmesine yönelik, yalnızca okumaya veya dinlemeye dayanan teorik yöntemlerden ve açık kaynak kodlamalı hazır prototip kitlerinden ayrışan yeni bir yöntem ve bu yöntemin faydalandığı elektronik bilgisinin öğrenilmesini destekleyen bir

araç geliştirmektir. Araştırmanın dördüncü amacı söz konusu aracı test etmek, öğrencilerin memnuniyetleri ve yaratıcılıkları üzerindeki fayda ve zararlarını incelemektir.

Araştırmanın önemi

Endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisinin yerini ve öğrenilmesini inceleyen az sayıdaki çalışmalardan biri olarak bu araştırmanın bilime 3 katkısı vardır: Bu araştırma süresince ulaşılabildiği kadarıyla literatürde endüstriyel tasarımcılar için gerekli olabilecek elektronik bilgisinin kapsamını detaylı şekilde tanımlayan diğer bir yayın mevcut değildir. Söz konusu bilginin güncel endüstriyel tasarım eğitimi aracılığıyla ne kadar öğrenildiğine ilişkin ölçüm yapan bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Bu araştırma, elektronik bilgisinin kapsamına ve güncel eğitim yaklaşımları ile ne kadar öğrenilebildiğine ilişkin sağladığı yeni bulgular ile bilime katkı sağlarken, elektronik bilgisinin öğrenilmesini destekleyen yeni bir yöntem sunması sebebiyle endüstriyel tasarım eğitimine yenilik getirmektedir.

Endüstriyel tasarım bölümlerindeki stüdyo projelerinde öğrencilerin elektronik bilgisini öğrenmesini desteklemesi amacıyla tasarlanan araç buradan itibaren kısaca destekleyici araç olarak anılmaktadır. Destekleyici aracın, yeni bir yöntem olarak endüstriyel tasarım eğitimine katkısı üç konu ile ilişkili şekilde açıklanabilir. Birincisi, endüstriyel tasarım müfredatlarının, özellikle Türkiye'de, imalat ekonomisinin gereksinimlerine ve makine mühendisliğine ilişkin bilgiye fazla odaklı olmasıdır (Yenilmez ve Bağlı, 2020; Varekamp, ve diğ., 2014). Türkiye'deki endüstriyel tasarım bölümlerinin müfredatlarında malzeme ve üretim teknikleri, strüktür, statik ve mukavemet, mekanizmalar gibi makine mühendisliği alanına ilişkin dersler birden fazladır ve genellikle zorunlu derslerdir. Söz konusu dersler müfredatların kayda değer bölümünü oluşturmaktadır. Diğer mühendislik branşları ile ilişkilendirilebilecek dersler ise daha az sayıdadır ve genellikle seçmelidir. Söz konusu durum, elektronik teknolojilerinin mekanik teknolojilerinin yerini aldığı görüşü ile (Evans ve Thomas, 2011) tezattır. Söz konusu tezatlık, müfredatlarda değişiklik ihtiyacına işaret ediyor olsa da, müfredatların değişiminin hızı, elektronik bilgisinin öğrenilmesine yönelik ihtiyacı karşılamakta yetersiz kalabilir. Bu araştırma kapsamında geliştirilen araç, müfredata eklenmesi gereken bir ders değildir. Araç, herhangi mevcut bir dersin işleyişinin değişmesini de gerektirmemektedir. Araç, doğrudan stüdyo dersinde adapte edilebilir bir yöntem olması sebebiyle elektronik bilgisinin endüstriyel tasarım eğitimine dahil edilişini hızlandırabilecektir.

Aracın bilime sağladığı katkının ilişkilendiği ikinci konu, endüstriyel tasarım eğitiminde dijitalleşmeye ve fiziksel kısıtların azalmasına duyulan ihtiyaçtır (Ehn, 1998). 2020'lerin başlarındaki Pandemi koşulları sebebiyle birçok endüstriyel tasarım bölümü uygulamalı derslerde uzaktan eğitimi ilk defa deneyimlemek zorunda kalmıştır (Altın ve Ülker, 2021). Pandemi'den daha önce bazı endüstriyel tasarım bölümlerinin uzaktan eğitim yöntemlerini kullandığı veya denediği bilinmektedir ve Türkiye'de de örneği mevcuttur (Öztürk ve Ünlü, 2011). Türkiye'de denendiği dönemde, uzaktan eğitim ile yürütülen stüdyo dersleri, yenilikçi bir uygulama olmayı başaramamış, geleneksel eğitimin daha teknolojik araçlarla yürütülmesi çabasından öteye gidememiştir (Öztürk, 2014). Endüstriyel tasarım eğitiminde dijitalleşme, Pelle Ehn'in (1998) *Dijital Bauhaus* manifestosunda önermiş olduğu üzere kapsamlı bir yaklaşım ile ele alınmalıdır. Manifestoya göre, dijitalleşme, yalnızca eğitimin mekana veya zamana ilişkin sınırlılıklarının azalması değildir. Ehn, endüstriyel tasarım eğitiminin konu edindiği *ürün* kavramının ve *ürünü* tasarlamaya yarayan araçların da dijitalleşmesi gerektiğine değinmekte, hem fiziksel hem de sanal özellikleri olan dijital nesnelere özel olarak odaklanılacak yeni müfredatlar geliştirilmesini ve dijital nesnelerin kullanıcı ile etkileşimlerinin; kaliteli, anlaşılır ve kullanışlı olacak şekilde tasarlanmasına odaklanılmasını önermektedir. Bu araştırma kapsamında geliştirilen yöntem, hem dijital bir araç olması, hem de dijital ürünün fiziksel ve sanal özelliklerine odaklanması bakımından endüstriyel tasarım eğitiminde dijitalleşmeye katkı sağlamaktadır.

Aracın bilime sağladığı katkının ilişkilendiği üçüncü konu ise, DIY olarak kısaltılan Do-it-Yourself (Kendin Yap) akımının tasarımcılığı demokratikleştirmesidir (Atkinson, 2006). Demokratikleşme ile ifade edilen, eğitimi bakımından tasarımcı olmayan herhangi bir kişinin, hammaddeler, yarı-mamuller ve hazır bileşenler kullanarak yeni nesneler tasarlar, üretir veya var olan nesneleri modifiye ve tamir eder hale gelmesidir (Wolf ve McQuitty, 2011). DIY, başlangıcı 1900'lerin ortasına kadar uzanan bir akımdır (Fox, 2013) ancak internet aracılığıyla DIY, açık kaynak tasarımı olarak da bilinen yeni bir tasarım yöntemi haline gelmiştir (Bakırlıoğlu ve Kohtala, 2019). İnternet; tasarım, tamir, inceleme ve modifikasyon amaçlı doküman, video, fotoğraf ve açıklamaların yer aldığı forumları herkes için erişilebilir hale getirmiştir. Söz konusu internet sayfalarından bazıları ise açık kaynaklı içeriklerin DIY topluluğunun kendisi tarafından üretildiği mecralardır. Tamir ve inceleme içeriklerine yer veren sayfalardan birisi olan iFixit (Marchesi ve Tweed, 2021), DIY topluluğunun kendi içeriğini ürettiği mecraların en önemli örneklerindendir. DIY topluluğunun kalabalık olması ise, içerik sayısını kayda değer şekilde çoğaltmaktadır.

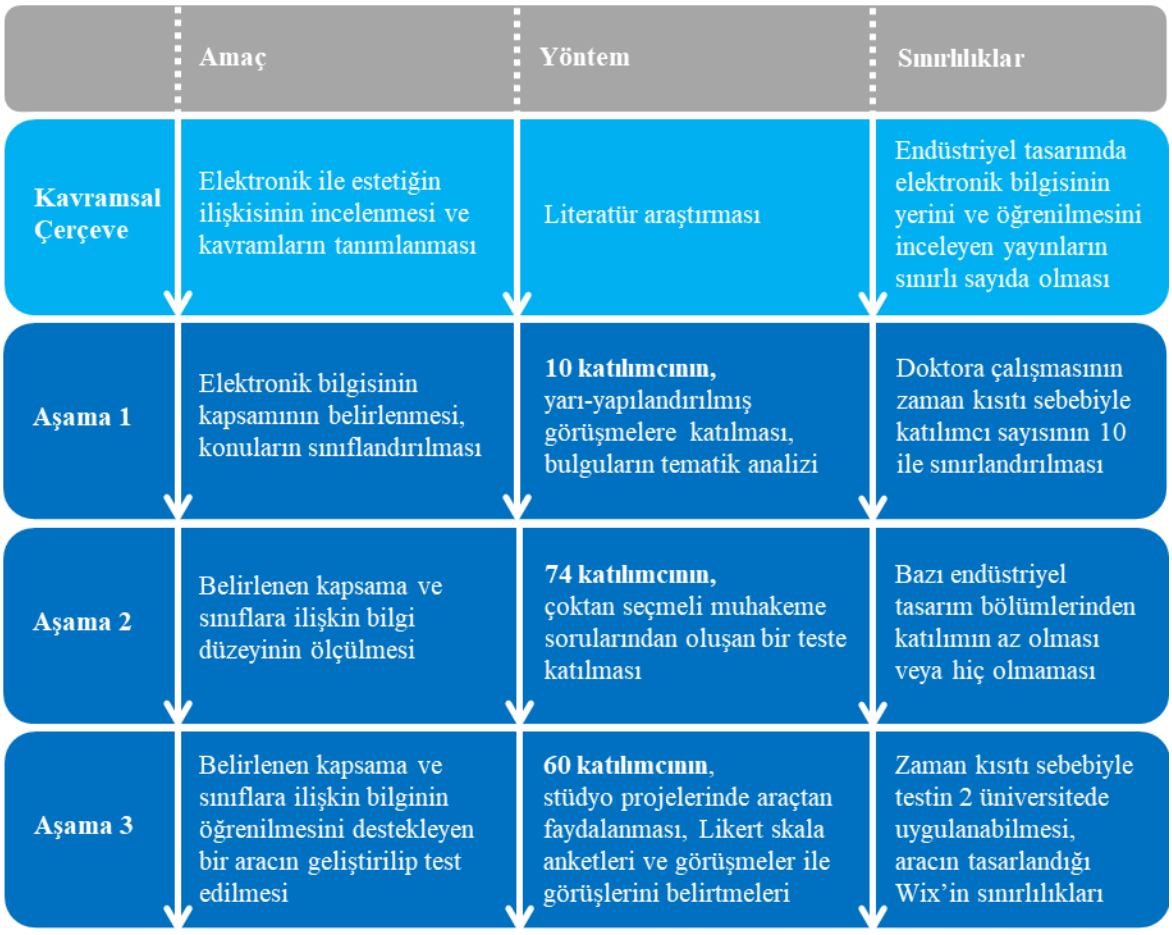
Günümüzde, iFixit içerisinde 43 000'den fazla nesneye ilişkin sökerek inceleme ve tamir içeriği ücretsiz olarak incelenebilir durumdadır. Sökerek incelemek veya internette yaygın kullanılan İngilizce ismiyle *teardown,* endüstriyel tasarım öğrencisinin elektronik bileşen türlerini tanımasını sağlayabilecek bir yöntemdir (Romero, ve diğ., 2012). Diz üstü bilgisayarlar veya cep telefonları gibi teknolojik elektronik nesnelerin bizzat sökülmesi yüksek bütçe ve vakit gerektirirken, açık kaynaklar maliyetli nesnelere ilişkin tamir ve inceleme içeriklerini halka ücretsiz olarak açmaktadır. Öğrencilerin, açık kaynaklarda erişilebilen sayı ve nitelikteki nesneleri temin etmesi ve bizzat sökmesi olasılıksızdır. Bir öğrencinin, diğer bir kişinin söktüğü nesnenin sökülüşünü izlemesi, nesneyi bizzat sökmesi kadar deneyimsel öğrenme sağlayamayabilir. Ancak, daha ileri teknolojili, estetik kalitesi daha yüksek, daha çok sayıdaki nesnenin sökülüşünü izleyebilmek, daha yeni ve daha çeşitli elektronik bileşenlerin öğrenilmesini sağlayabilmek bakımından bizzat sökmeye oranla avantajlıdır. Öğrencilerin açık kaynaklı içerik arasından faydalı olanları kendiliğinden bulması mümkün olamayabilir. Açık kaynaklar çok çeşitlidir ve teknik terminolojiye hakim olmayan bir kişi kaynaklardan etkin şekilde faydalanamayabilir. Öğrencileri, doğru kaynaklara yönlendiren bir araç olması durumunda ve aracın terminolojiyi açıklayarak sunması halinde ise açık kaynakların elektronik bilgisini öğrenme amacıyla etkin şekilde kullanılması mümkün hale gelecektir. Söz konusu araç; dersliklere, derslerin sürelerine, sökülecek nesneleri temin etmenin bütçesine, sökmek için gerekli ekipmana ve doğru şekilde sökmek için gerekli uzmanlığa bağlı kalmayarak, elektronik bileşenlerin ve elektronik bilgisinin herhangi bir internet araştırmasına oranla daha hızlı ve doğru şekilde öğrenilmesini destekleyebilir. Destekleyici aracın tasarlanması ve denenmesi ile tamamlanan bu araştırma, endüstriyel tasarım eğitiminde dijitalleşmeye odaklanarak ve dijitalleşmenin sağladığı açık kaynaklardan faydalanarak, müfredatların değiştirilmesini gerektirmeyen yeni bir elektronik bilgisi öğrenme yöntemini bilime kazandırmaktadır. Araştırmaya katılım gösteren 2 endüstriyel tasarımcı tarafından ifade edildiği üzere, araç, elektronik bilgisinin yanı sıra, malzeme ve üretim yöntemleri gibi alanlara ilişkin bilginin de öğrenilmesine yardımcı olacak şekilde adapte edilebilir.

.

Araştırmanın akışı ve sınırlılıkları

Araştırmanın kavramsal çerçeve bölümünde, endüstriyel tasarım, modernizm, teknoloji ve elektronik ile ilişkili kavramların tanım ve kapsamları sunulmakta, kavramların ilişkileri incelenmektedir. Kavramsal çerçeve bölümü, endüstriyel tasarımcının kim olduğuna ve ne

yaptığına yönelik bir birey tanımı geliştirme amacındadır. Söz konusu bölümde, estetik ile elektroniğin niçin ilişkili olduğu ve bir endüstriyel tasarımcının niçin elektronik bilgisi öğrenmesi gerekebileceğinin gerekçeleri sunulmaktadır. Araştırma toplamda üç aşamada tamamlanmaktadır. Birinci aşamada elde edilen bulgular, araştırmanın ikinci ve üçüncü aşamalarının geliştirilmesi amacıyla da kullanılmaktadır. Araştırmanın akışı, aşamaların amaçları, yöntem ve sınırlılıkları Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Araştırmanın aşamalarının akışı

Birinci aşamada yürütülen yarı-yapılandırılmış mülakatlar, zaman sınırlılığı sebebiyle vaka çalışması niteliğindedir. Söz konusu aşamanın bulguları, sonraki aşamaların tasarlanmasını sağlama ve bulgularını destekleme amacındadır. İkinci aşama ise bir saha çalışmasıdır. Örneklem, testin katılımcı adaylarına ulaştırılmasındaki sınırlılıklar sebebiyle Türkiye'nin İç Anadolu bölgesindeki endüstriyel tasarım bölümleri ile sınırlıdır. Katılımcıların son sınıf öğrencileri ve en çok 1 yıl içerisinde mezun olan endüstriyel tasarımcılarla sınırlı tutulması aracılığıyla bulguların en güncel eğitim yaklaşımlarını temsil etmesi hedeflenmiştir. İç Anadolu bölgesindeki bölümlerin elektronik bilgisine yaklaşımlarının Türkiye'deki diğer

endüstriyel tasarım bölümlerine oranla bilinen herhangi bir farklılığı olmadığından ötürü, araştırma evreni Türkiye'deki dördüncü sınıfta okuyan endüstriyel tasarım öğrencileri ve yeni mezunlardır.

Destekleyici aracın hazırlanıp denendiği son aşamada ise en önemli sınırlılık, zaman kısıtı sebebiyle aracın denemesinin Atılım Üniversitesi'nde çoğunluğu üçüncü sınıfta ve Gazi Üniversitesi'nde tamamı ikinci sınıfta öğrenim gören endüstriyel tasarım öğrencileri ile gerçekleştirilmiş olmasıdır. Bulgular, Türkiye'deki endüstriyel tasarım bölümlerinin ve öğrencilerinin tümünü temsil edecek şekilde genellenmemelidir. Öte yandan, uygulamaya toplam 60 öğrencinin katılım göstermiş olması ve örneklemin 2 üniversitenin endüstriyel tasarım bölümlerinde öğrenim gören öğrencilerin toplamının en az %12'sini temsil etmesi bakımından araştırmanın bu aşaması bir saha çalışmasıdır. Katılımcı sayısı, destekleyici aracın *Beta* olarak isimlendirilebilecek olan bu ilk sürümünün istatistiksel yöntemler ile incelenmesini sağlama bakımından yeterlidir.

Bu araştırma kapsamında geliştirilen araç, doğrudan seçmeli veya zorunlu bir ders içeriği haline getirilmemiştir. Araç, öğrenim çıktılarına, dersin işleyişine ve diğer materyallerine etkisi olmayan destekleyici bir araç olarak tasarlanmıştır. Aracın denenmiş olduğu stüdyo derslerinden sorumlu öğretim görevlileri aracı incelemiş ve denenmesine onay vermiştir. Ancak aracın gelecekte stüdyo derslerinin veya diğer bir dersin materyaline dönüşmesi ve bu araştırma bulgularının bir dersin öğrenim çıktıları haline getirilebilmesi için eğitim bilimleri uzmanlarından görüş alınmalıdır. Araç, bu gerekçeyle öğrencilerin sınavlarına dahil edilmemiş ve öğrenciler aracı kullanmak zorunda bırakılmamıştır. Eğitim bilimleri uzmanlarının görüşü olmadan aracın ancak destekleyici nitelikte denenebilmiş olması bu araştırmanın sınırlılıkları arasında kabul edilebilir.

Aracın testine katılım gösteren öğrencilerin 40'ına elektrikli su ısıtıcısı ve 14'üne diyafon tasarlama ödevi verilirken, 6'sı bitirme projesi kapsamında uygulamaya katılmıştır. Söz konusu proje konularının, endüstriyel tasarım bölümlerinde verilen diğer proje konuları ile benzer olduğu kabul edilebilir. Ancak, Atılım Üniversitesi'ndeki üçüncü sınıf düzeyindeki öğrencilerden sorumlu öğretim görevlisinin ifade ettiği üzere, araç, farklı stüdyo projeleri içerisinde test edilmeye devam etmelidir çünkü proje konularındaki farklılıklar ve öğretim görevlilerinin öğrencilerden beklentileri doğrultusunda aracın etkileri değişebilir.

2. ENDÜSTRİYEL TASARIM VE ELEKTRONİK

Araştırmanın kavramsal çerçevesini oluşturan ilk bölümde, teknolojinin, elektroniğin ve dijitalleşmenin gündelik yaşantıya nasıl etki ettiği ve endüstriyel tasarımın teknoloji ve elektronik kavramları ile nasıl bir ilişki içerisinde olduğu incelenmektedir. Söz konusu doğrultuda, öncelikle, tasarımın ve tasarımcılığın kapsamı araştırılmakta ve endüstriyel tasarım ile diğer tasarım işleri arasındaki farklılık ve benzerlikler tartışılmaktadır. Estetik ve zanaatin mesleğin felsefesine, öğretilişine ve icra edilişine nasıl etki ettiği incelenmekte ve söz konusu kavramların ise elektronik ile nasıl ilişkili olabileceği araştırılmaktadır.

2.1. Tasarım ve Tasarımcı

Tasarlamak, herhangi bir nesneyi, yapıyı veya deneyimi planlama eylemidir ve insan ürettiği en ilkel aletten başlayarak günümüze kadar tasarlama eylemini gerçekleştirmeye devam etmektedir (Heskett, 2005). Bilinçli bir planlama ile ortaya çıkmış olsun veya olmasın, insan tarafından oluşturulmuş olan her şey birer tasarımdır (Walsh, 1996). Ancak, bazı araştırmacılara göre tasarım kelimesi, insan yapımı olan her şeyi anlatmak için kullanılmamalı, yalnızca o şeyin nitelikli olarak tasarlanmış olma durumunu anlatmalıdır (Vial, 2015). Literatürde, insan tarafından yapılmış olan her şeyin bir tasarım olduğu görüşü ile birlikte, söz konusu görüşe karşıt yaklaşımların da bulunduğu anlaşılmaktadır.

Tasarlamak işi; mimari, moda, sanat, makine ve elektronik mühendisliği gibi birçok disiplin içerisinde kullanılan bir tanımdır ve hatta ticari olmayan amaçlarla veya mesleki eğitimi olmayan kişilerce de icra edilebilir (Atkinson, 2006). Mimaride yapılar, müzikte şarkılar, edebiyatta kitaplar birer tasarımdır (Coad, 1992). Atkinson'un (2006) yaklaşımına göre tahsili tasarım olmayan herhangi bir kişi, hobileri doğrultusunda veya tasarruf etmek amacıyla bir nesneyi kendisi üreterek veya tadil ederek bir tasarım yapabilir. Ancak, literatürde bir nesnenin onu tasarlamaya yetkin olmayan, tasarım alanında örgün bir eğitim almamış bir kişi tarafından yapılmış olması halinde söz konusu tasarımın kusurlu olabileceğine ilişkin bir eleştiriye de rastlanılmaktadır (Gorb ve Dumas, 1987). Tasarlama işinin bütün insanların yürütebileceği bir eylem olduğunu öne süren yaklaşımların yanı sıra hem tasarımın hem de tasarımcılığın bazı asgari niteliksel şartları olduğunu savunan karşıt görüşler de olduğu anlaşılmaktadır.

Tasarım tarihinde sıkça atıfta bulunulan ve günümüzdeki birçok üniversitenin endüstriyel tasarım bölümlerindeki eğitim sisteminin öncüleri olan tasarımcılara ve eğitmenlere göre tasarım mühendislikten ve bilimden ayrışmaktadır (Findeli ve Benton, 1991). Bazı diğer araştırmacılar ise tasarımı, mühendisliği ve bilimi bir araya getirmekte, tasarım biliminden (Cross, 2001), mühendislik tasarımından (McCardle, 2002) ve tasarım mühendisliğinden (Chapman ve Pinfold, 1999) söz etmektedir. Önceden tasarımcı ve araştırmacılar arasında tasarımın bilimsel bir eylem olamayacağı görüşü yaygınken (Grant, 1979), daha sonraları bazı mühendislik temelli tasarım yöntemlerinin kullanıldığı (Cross, 1993) görülmekte, tasarımın bir bilim olarak incelenebileceği ve tasarımın içerisinde de bilimin var olduğu savunulmaktadır (Andreasen, 1991). Tasarıma ve tasarımcıya ilişkin görüşlere dayanarak, ortak olan tek bir *tasarım* tanımına ulaşılamamıştır. Tasarımın ve tasarımcılığın kapsamını somut olarak tariflemek zordur (Svengren, 1997). Cümle içerisinde nasıl kullanıldığına göre tasarım kelimesinin anlamı değişmektedir. Söz konusu görüş çeşitliliğinin bir sonucu olarak, hem araştırmacılar, çalışmalarında, hem de toplum, gündelik hayatta, *tasarımı* açıklamaları gerektiğinde farklılaşan tanımlar kullanmaktadır (Clarke, 2020).

Tasarımın kapsamını tanımlamayı zorlaştıran unsurlardan biri ise bazı tasarım işlerinin sanat ile olan ilişkisidir. László Moholy-Nagy'ye göre tasarımı mühendislikten farklı bir branş yapan şey sanattır (Findeli ve Benton, 1991). Bazı tasarım işleri, sanat ile doğrudan veya dolaylı olarak alakalıdır. Sanat ve insan arasındaki ilişki ise estetikseldir. Estetik, kişinin duygu ve düşüncelerine dayalı olduğu için mühendisliğin ve bilimin aksine öznel bir deneyimi temel almaktadır (Sliogeris, 2009). Estetik, aslen felsefenin konusu olmakla birlikte birçok diğer disiplin ile de ilişkilidir. Estetik, *nasıl yaşanmalı* veya *neyi sevmeli* sorularına yanıt aramakta (Walton, 2007), tüm duyu organları ile algılananların güzelliğini ele almakta (Filonik ve Dominikus, 2009; Photiadis ve Souleles, 2015), görsel güzelliğin yanı sıra işitilerek, dokunularak, koklayarak veya tadarak hissedilenlerin de güzelliğini incelemektedir. Estetik, kısaca güzellik ve sanatın felsefesidir (Walton, 2007). Felsefenin ve güzel sanatlara ek olarak, zanaat ve tasarım alanlarında da estetiğin teorisine ilişkin araştırmalara rastlanılmaktadır (Forsey, 2012; Fiore, ve diğ., 2005). Çünkü tasarım insan hayatının kalitesinin belirleyicisi olarak estetik ile doğrudan ilişkilidir (Heskett, 2002).

Gündelik dilde, eğer bir nesneden veya mekandan söz ediliyorsa, *tasarlanmış olmak*, sıkça olumlama amacıyla bir sıfat olarak, o ürünün estetiksel olarak nitelikli olduğunu anlatmak için kullanılmaktadır (Vial, 2015). Tasarımın, estetiğin yanı sıra, mühendislik dalları gibi

bazı diğer disiplinler ile bağlantılı olduğu literatürde açıkça yer alsa bile, hem toplum hem de sanayi, *tasarımı* çoğunlukla görsel beğeniyle ve görsel olarak beğenilecek olanın tasarlanmasıyla ilişkilendirmektedir (Borja de Mozota, 2006; Faste, 1995).

Tasarım ve estetik arasındaki ilişki tasarımcılığın tarihsel gelişimi ile ilişkilendirilebilir. Rönesans döneminde, henüz mimarlığa ilişkin bir lonca olmadığı için, mimarların ancak ressam veya heykeltıraş olarak güzel sanatlar üzerine çalışıp ustalaştıktan sonra mimar olabildiği bilinmektedir (Ackerman, 1954). Sonraki yüz yıllarda mimarlar loncalaştığı halde mimarlığın icra edilişinin ve eğitiminin, görsel sanatlar ile ilişkili olmaya devam ettiği görülmektedir (Petts, 2008). Günümüzde toplum, mimarlığı, hala görsel bir sanat olarak görmektedir (Pallasmaa, 2018). Her ne kadar Pallasmaa, mimarlığın bütün estetiği, yani diğer duyuları, hisleri ve hatta anıları da konu edindiğini ifade etse de, mimarların önceleri görsel sanatçılıktan yetişmiş olması, mimarlığın algılanışına etki etmeye devam etmektedir. Gündelik hayatta kullanılan nesnelerin bazılarının tasarlanması işi de önceleri dekoratif sanatlar olarak isimlendirilmektedir (Harvey, ve diğ., 2011). Dekoratif sanatlar, sanayi devriminin etkisiyle önce endüstriyel sanatlara ve sonra ise endüstriyel tasarıma dönüşmüştür (Shubert, 1993). Mimarlık ve endüstriyel tasarım arasında da geçmişten günümüze süregelen bir ilişki vardır. Örneğin, Marcel Breuer, Ludwig Mies Van der Rohe, Le Corbussier, Walter Gropius gibi birçok mimarın mobilya tasarımları yaptığı bilinmekte, bazılarının görsel sanatlar ile ilgilendiği görülmektedir (Máčel, ve diğ., 2008; Fu, 2019). Endüstriyel tasarım eğitimi tarihinde önemli yeri olan zanaat ve tasarım okulu Bauhaus'ta, mimarlığın, zanaatin, endüstriyel tasarımın ve güzel sanatlara ilişkin bazı derslerin tek bir müfredata dahil edildiği görülmektedir (Birringer, 2013).

Her tasarım estetiği gözeterek yapılmış olmak zorunda değildir (Moody, 1980). Moody'ye göre, nasıl günümüzde mimarlar olmaksızın birçok bina inşa ediliyorsa, bazı tasarımlar, örneğin jet motorunun aksamları, estetik disiplininden faydalanılmaksızın tasarlanılabilir. Öte yandan, Moody'ye göre, nesne ile kullanıcı arasında etkileşim varsa ve o etkileşimden bir tatmin bekleniyorsa, tasarım işi estetik ile ilişkilenerek endüstriyel tasarımı ilgilendirir hale gelmektedir. Gorb ve Dumas'a göre her tasarımcı (1987), estetik deneyimi iyi şekilde tasarlamakta yetkin değildir ve tasarlanan nesne ile kullanıcı arasında tatmin edici olması beklenen bir etkileşim olmasına rağmen tasarım sürecinde endüstriyel tasarımcı görev almadıysa, yapılan tasarım, *sessiz tasarımdır*.

2.2. Endüstriyel Tasarım

Nazarenko ve Kazachkova (2019), endüstriyel tasarımı, imal edilecek olan bir ürünün detaylıca tasarlanması işi olarak tanımlanmaktadır. Literatürde hem *ürün* tasarımından hem de endüstriyel tasarımdan söz edilmekte (Vial, 2015), KwanMyung Kim ve Kun-pyoher Lee'ye (2016) göre ikisi de imal edilecek olan bir nesneyi ilgilendirebileceği için kavram karmaşası yaşanmaktadır. Türkiye'deki birçok endüstriyel tasarım bölümünün, yakın bir dönemde isimleri tek tip olacak şekilde değiştirilene kadar endüstri ürünleri tasarımı olarak isimlendirilmiş olduğu görülebilir. Endüstriyel tasarımın ismini endüstriden alması sanayi devriminin çarpıcı etkisinin sonucudur (Vial, 2015). Vial'in ifade ettiği üzere, endüstriyel tasarım, aşırı sanayileşmeye tepki olarak ortaya çıkmış olan ve sanayi tarafından yaratılan *teknik* ürünleri cezbedici hale getirmeyi amaçlayan bir meslektir. Vial, endüstriyel tasarımı, formlar aracılığı ile gündelik hayatı güzelleştiren bir iş olarak açıklamakta, fakat formun, bir nesnenin yanı sıra bir mekana veya dijital hizmete de ait olabileceğini belirtmektedir.

KwanMyung Kim ve Kun-pyoher Lee'ye (2016) göre *ürün tasarımı*, bazen endüstriyel tasarımın eş anlamlısı olarak kullanılmaktadır. Öte yandan, mühendislik tasarımı yapan kişiler de kendilerini ürün tasarımcısı olarak açıklayabilmektedir. Horváth'a (2004) ve KwanMyung Kim ve Kun-pyoher Lee'ye (2016) göre *ürün tasarımı*, endüstriyel tasarım ve mühendislik tasarımının arasında kalan veya birleşimlerinden oluşan, ikisinin iş birliği ile hazırlanması gereken ve üretilebilir olan tasarımdır. Patrick Thornton'a göre, eğer bir endüstriyel tasarımcı, imal edilecek bir nesnenin tasarımı ile ilgili bir görev alıyorsa, tıpkı benzer bir görevi üstlenen bir mühendisin de olacağı gibi, o endüstriyel tasarımcı, aynı zamanda bir ürün tasarımcısıdır (Ibrahim, 1999). KwanMyung Kim ve Kun-pyoher Lee'ye (2016) göre *ürün tasarımı*, bazen, daha kapsamlı bir kavram olan ürün geliştirme işinin eş anlamlısı olarak kullanılmaktadır. Endüstriyel tasarım, endüstri ürünleri tasarımı ve ürün tasarımı kavramların benzerliğinin gerekçesi, tasarım araçlarının benzerliği ile ilişkilidir. Endüstriyel tasarımcılar günümüzde dijitalleşmiş tasarım araçlarından faydalanmaktadır (Redström, 2020). Endüstriyel tasarım işi yapanların kullandığı bilgisayar destekli tasarım programları, mühendislik tasarımı yapan kişilerin kullandıkları ile ya çok benzerdir, ya da aynıdır (Thilmany, 2003). Endüstriyel tasarımcıların ve mühendislik tasarımcılarının becerileri de benzeşmeye başlamaktadır. Endüstriyel tasarım, bazen, bir çeşit mühendislik olarak da ele alınmaktadır (Kroes, 2009). Bazı bölümler, endüstriyel tasarım mühendisliği olarak adlandırılmaktadır (Pedgley, 2010).

Toplumun endüstriyel tasarımı algılayışı, endüstri, ürün ve üretim kelimeleri ile ilişkilidir. Endüstriyel tasarımın ismi endüstriyelleşmeden geliyor olsa bile, endüstriyel tasarımın kapsamının sanayinin imal ettiklerinin ötesine geçtiği düşünülmektedir (Vial, 2015). Öte yandan, zaten endüstri kelimesi, özellikle de İngilizce'de, *sektör* ile eş anlamlı olarak da kullanılmakta ve sanayiden fazlasını kapsamaktadır: Bankacılık, sigortacılık, emlakçılık ve perakendecilik gibi çok sayıda hizmet alanının da *endüstri* sınıflandırmalarında yer aldığı görülmektedir (Krishnan ve Press, 2003). Endüstri kelimesi, hem gündelik dilde, hem de literatürde sanayi ile eş anlamlı şekilde kullanılabilmektedir. Örneğin, Kemp (2013), endüstriyelleşmeyi incelediği çalışmasında, endüstri kelimesini sıkça hafif ve ağır imalat sanayileri ile ilişkilendirerek kullanmaktadır.

Ürün ve *üretim* kelimeleri de tıpkı endüstri kelimesi gibi endüstriyel tasarımın algılanışı ile doğrudan alakalıdır. *Ürün*, gündelik dilde madden var olan bir obje olarak algılanmaktadır. Ancak, aslen *ürün,* gelir elde etmek, ilgi toplamak, pazar ihtiyacını veya isteğini tatmin etmek amacı ile pazara sunulabilecek herhangi bir şeydir (Kotler ve Armstrong, 2003). *Ürün*, genellikle kısaca fiziksel bir obje olarak açıklanıyor olsa da, Margolin (1995) ve Junginger (2008) *ürünü,* kullanıcılara satılan herhangi bir şey, kütlesi olan veya olmayan insan yapımı herhangi bir obje, aktivite, hizmet, sistem veya çevre olarak tanımlamaktadır. Hem *ürün*, hem de ürünün İngilizce'si olan *product*, imalat endüstrisinde ve ekonomi literatüründe mamul anlamında kullanılmaktadır (Durmaz, 2009). Üretimi ve üretimin bileşenlerini inceleyen Fandel ve Blaga'nın (2004) çalışmasında ve aynı alandaki diğer bir çok yayında fiziksel mamullerin üretilişine odaklanıldığı görülebilir. Bazen *product*, mal veya mamul olarak Türkçe'ye çevrilebilecek olan *goods* kelimesini anlatmak üzere veya bazen ise örneğin çelik gibi bir hammaddeyi ifade etmek üzere de kullanılmaktadır (Lager, 2000). Günümüzde ürün-hizmet sistemi olarak bilinen, hem fiziksel bir objenin, hem de o obje ile ilişkili fiziksel olmayan hizmetlerin kiralandığı gelir modellerinin yaygınlaşması (Mont, 2002), söz konusu hizmete konu olan bir *ürün* geliştirilirken, o *ürünün* kütlesine ek olarak sanal ögelerinin de tasarlanmasını gerekli hale getirmektedir. Kullanıcılar, herhangi bir nesne satın alırken, aslında yalnızca o nesnenin maddi kütlesini değil, o nesneye sahip olmanın sağlayacağı faydaları da satın almaktadır (Durmaz, 2009). Söz konusu fayda, temel ihtiyaçlar olabileceği gibi, o nesne ile yaşanacak estetik deneyimler de olabileceği için *ürün*, artık fiziksel bir mamul olmanın ötesine geçmektedir.

Türkçe'de ürün kelimesinin, geçmişte, ot veya mahsul anlamında kullanıldığı ve çoğalma anlamındaki üremek eyleminden türemiş olabileceği düşünülmekte, ancak kökeni kesin olarak bilinememektedir (Nişanyan Sözlük, 2021). *Üremek*, çoğalmak ve meydana gelmek anlamlarına geldiği için, *üretmek* fiilinin de, bir şeyi çoğaltmak veya meydana gelmesini sağlamak anlamlarına geldiği sonucuna varılabilir. *Üretim*, bir veya bir grup insanın yönettiği, talep edilebilir bir *ürün* oluşturmak için mamullerin veya hizmetlerin tüketilip yok edilerek veya dönüştürülerek bir çıktı üretmesi işidir (Frisch, 1965). Frisch'in *üretimi*, fiziksel bir şeyin imal edilmesi ile sınırlandıracak şekilde tanımlamadığı görülmektedir. İnsanın yaşamak için sürdürdüğü herhangi bir faaliyet, üretken bir iş olabilir ve o iş de üretim olarak nitelendirilebilir (Reddy, 1989). Örneğin, Payne (2020) ve Nayantara'nın (2018) bir tiyatro eserinin sahnelenmesi, bir filmin veya bir şarkının kayda alınması süreçlerini anlatmak için üretim kelimesinin İngilizce'si olan *production* tercih ettiği görülebilir. Herhangi bir hizmetin var edilmesinden de söz konusu hizmetin üretilmesi olarak söz edilir.

Her ne kadar endüstriyel tasarımın kapsamının genişlediğinden, artık sınai ürünlerin yanı sıra dijital ürünleri, etkileşimleri ve hizmetleri de kapsadığından sıkça söz edilse bile (Gill, 2003; Vial, 2015; Howell, ve diğ., 2016; World Design Organization, 2020), ürün ve endüstri kelimelerinin gündelik hayattaki kullanılışına dayanarak endüstriyel tasarım ve makineli imalat arasında semantik bir ilişki olduğu görülmektedir. Endüstri, ürün ve üretim kelimelerinin üçünün de, endüstriyel tasarımın genişlemekte olan kapsamını sınırlandırdığı sonucuna varılabilir. Endüstriyel tasarım literatüründeki bazı İngilizce yayınlarda *product* kelimesi yerine geçebilecek şekilde *thing* kullanılmaya başlamıştır (Norman, 2013; Filho, 2016; Fallan, 2011; Boradkar, 2010). *Thing*, hem cismani, hem de tinsel bir şey olabilir (Pollock, 1894). Filozof Martin Heidegger'ın, *thing* kavramını objeler ve yapılardansa deneyimlere odaklayan yaklaşımı (Madison, 2005), endüstriyel tasarım mesleğinin ürün kavramına olan güncel yaklaşımı ile benzerlik göstermektedir. *Thing*, Türkçe'ye bazen *nesne*, bazen ise *şey* olarak çevrilmektedir. Türk Dil Kurumu sözlüğüne göre (2019) *nesne*, kütlesi, hacmi ve rengi olan cansız obje anlamına gelen bir isim, *şey* ise belirsizliği anlatan bir zamirdir. Dolayısıyla, *şey,* Türkçe'de zamir olduğu için, cümle içerisinde İngilizce'deki *thing* kadar anlaşılır şekilde kullanılamamaktadır. *Nesne* ise, aslında cismani kısıtları olmayan *ürüne* oranla daha dar kapsamlı bir sözlük anlamına sahiptir. Ancak, kısıtlı sözlük anlamına karşın, semantik olarak daha geniş kapsamlı bir anlam ile kullanılmaktadır.

Endüstriyel tasarımın, imalat ile olan ilişkisi, mesleğin geçmişte ürün kavramına nasıl yaklaştığı ile de ilişkilidir. Ibrahim (1999), endüstriyel tasarımcıyı, malzemelere, üretim yöntemlerine ve mekanik sistemlere hakim olması gereken kişi olarak açıklamaktadır. Günümüze daha yakın tarihli çalışmalarda (Yang, ve diğ., 2012; Erkarslan, ve diğ., 2011), şirketlerin, endüstriyel tasarımcıya ilişkin beklentilerinin, üretilebilir tasarım yapabilme üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Öte yandan, günümüzde, örneğin Avustralya'da, imalata yönelik tasarım pozisyonlarına geçmiştekine oranla daha az endüstriyel tasarımcı istihdam edilmekte ve diğer endüstriyel tasarımcılar ise kullanıcı deneyimi tasarımı gibi soyut ögelerin tasarımına ilişkin yeni uzmanlıklara yönelmektedir (Trathen ve Varadarjan, 2017). Görevleri hiçbir fiziksel nesneyi tasarlamak olmayan, yalnızca etkileşimleri, kullanıcı deneyimlerini ve hizmetleri tasarlamak ile ilgilenen yeni endüstriyel tasarımcı pozisyonları oluşmaktadır (Buchanan, 2019). Endüstriyel tasarımcılar nesnenin tasarımının hangi aşamasında görev aldığına göre branşlaşabilmekte (Domermuth, 2009) ve cismani olmayan şeylerin tasarımı ile ilgilenen endüstriyel tasarımcılar ötekilerden ayrışmaktadır. Kullanıcı etkileşimi ve kullanıcı deneyimi tasarımına yönelik branşlaşma Türkiye'de de görülmektedir (Yıldırım, 2019). Fiziksel nesneler dijitalleştikçe, insanların makineler ile kurduğu etkileşimler ve söz konusu etkileşimlere aracı olan fiziksel ve sanal arayüzler de karmaşıklaşmış, arayüzlerin tasarımı da bir uzmanlığa dönüşmüştür (Buchanan, 2019). Findeli ve Benton'un (1991), Moody'nin (1980), Vial'in (2015) ve Buchanan'ın (2019) yaklaşımları bir arada değerlendirildiğinde, endüstriyel tasarımcının görevinin, nesnelere veya sanal ürünlere ve hizmetlere ilişkin deneyimleri tasarlamak olduğu anlaşılmakta ve hangi tasarım işinde uzmanlaşmış olursa olsun, endüstriyel tasarımcıları mühendislerden farklılaştıranın, deneyimlerin estetik kalitesine odaklanmaları olduğu anlaşılmaktadır. Endüstriyel tasarımın niçin deneyimlerin kalitesini tasarlamak ile ilişkili olduğu ise, Bölüm 2.2.1'de sunulmuş olan mesleğin zanaat ve estetik ile olan tarihsel ilişkisinin incelenmesi aracılığıyla anlaşılabilir.

2.2.1. Endüstriyel tasarım ve zanaat

Endüstriyel tasarım, zanaat yoluyla icra edilen bir iş olarak başlamış, daha sonra çizimler yapmaya ve teknoloji geliştikçe ise dijital araçlar aracılığıyla tasarlamaya dönüşmüştür (Redström, 2020). Sanayileşmeden önce objeler tasarlama ve üretme işi, dekoratif sanatlar ismiyle anılmaktadır (Shubert, 1993). Dekoratif sanatların, endüstriyel tasarıma dönüşmesi sürecinde Arts and Crafts olarak isimlendirilen bir sanat ve zanaat akımı etkili olmuştur

(Weingarden, 1985). Endüstriyel tasarım mesleğinin temellerinin de Arts and Crafts'ın çıktığı İngiltere'de atıldığı kabul edilebilir (Gao, ve diğ., 2019). 1850'lerden itibaren, İngiltere'de ve diğer gelişmiş ülkelerde, ikinci sanayi devriminin ekonomi üzerindeki sonuçları belirgin hale gelmekte, üretim hızla makineleşmektedir (Heskett, 2005). İşçiliğe dayalı ekonomi, yerini sermaye ekonomisine bırakmaktadır (Kapur, 2018). Arts and Crafts ise, söz konusu dönem içerisinde güçlenen ve Arts and Crafts'ın öncülerinden biri kabul edilen William Morris'in, makineleşen üretime karşıt görüşlü söylemleri ile bilinen felsefi ve siyasi bir tasarım akımıdır (Weingarden, 1985). Arts and Crafts, makineleşmekte olan üretimin estetik ile olan ilişkisinin azalmasını eleştirmektedir. Dönemin görüşüne göre makine ve ürettikleri ruhsuzdur (Kapur, 2018). Makine, zanaatkar gibi süsleme ve bezeme yapmaktan acizdir (Whitford, 1936). Üreticiler ise estetiği geri plana atmakta, yalnızca satış rakamlarına odaklanmakta, çoğunlukla insan gücünden tasarruf eden makinelere ve mekanik icatlara öncelik vermektedir (Pulos, 1986). Morris ise makineleşen üretime karşıt olarak zanaati öne çıkarmakta, zanaatkarlığı sanatsal bir eğitim ile öğretmeyi hedeflemekte ve estetik aracılığı ile *iyi iş* üretmeyi amaçlamaktadır (Petts, 2008).

Arts and Crafts döneminin düşünürü olan Vilém Flusser'a göre, eğer tasarımcı makineyi bizzat kullanamıyorsa, makine de tasarımcının bir aracı değildir (Loureiro, 2014). Flusser, makinenin insanı üründen uzaklaştırdığına değinmiştir: Önceden değerli olan kunduracıdır. Kunduracı, iğnesi kırıldığında, yeni bir iğne alır ve onu kullanır. Ancak söz konusu yeni dönemde artık değerli olan makinedir. Operatörü hastalanırsa, yerine yeni bir operatör gelir. Kunduracı olmanın zanaatkar için bir anlamı vardır. Kunduracılık onun kimliğidir. Ancak, bir montaj hattındaki herhangi bir işçi olmanın, operatör için bir anlamı olduğu şüphelidir. Makineleşme yüzünden üretici ve tasarımcı birbirlerinden uzaklaşmakta, objelerin önceden bir bütün olan estetiği ve teknik özellikleri birbirlerinden ayrışmaktadır (Chaput, 1988). Chaput'a göre makine yüzünden objeler bütün bir kompozisyon olarak tasarlanamaz hale gelmektedir. Birçok edebiyat ve sinema eseri, insan ve makine arasındaki söz konusu ilişkiyi ironik bir şekilde sergilemektedir: İnsan, hem asla hata yapmayan ve yıpranmayan mükemmel bir makinenin hayalini kurmakta, hem de hayalini kurduğu makine kendisine ihanet edip dünyayı ele geçirmeye çalıştığında, makinelere karşı savaşmakta, ahlakları olması sayesinde ise insanlar galip gelmektedir (Sachiko, 2007). Çünkü, Sachiko'ya göre makinelerin her zaman onları bir insan olabilmekten alıkoyan noksanları vardır: Kalpleri, hisleri veya ahlakları eksiktir. Popüler sinema eserlerinden biri olan Matrix, Sachiko'nun açıkladığı sinema kurgusunun örneklerindendir.

Arts and Crafts da ahlaki değerlere ve dürüstlüğe odaklanmakta (Coetzer, 2017), onları sanat ve zanaat ile yücelterek makinelerin ruhsuzluğuna karşı mücadele etmektedir. Arts and Crafts, modernizmin anti-estetikliğini ve işlevselciliğini eleştirmekte, gündelik estetiğe odaklanmaktadır (Petts, 2008). Çünkü, Ruskin'e göre toplumun ahlaki değerlerinin korunmasını ve artmasını ancak estetiğe odaklı bir yaşantı sağlayabilecektir (Payne, 1991). Arts and Crafts akımının amacı dekoratif sanatlar aracılığıyla, sanatı ve *gustoyu*, yani hayattan alınan zevki yeniden canlandırmak için önceleri yalnızca resme ve heykele ait olduğu düşünülen estetik ve ahlaki değerleri zanaati ile bütünleştirmektir (Dunn, 1984) Arts and Crafts dönemindeki yaklaşıma göre, zanaatkarın el işçiliğini ahlaklı ve dürüst yapan şey de estetiktir ve makineli üretim estetikten yoksundur.

Estetik ve ahlak

Estetik, güzelliği ele alan bir felsefe dalıdır (Walton, 2007). Estetik, materyal olan ve insan duyuları arasındaki ilişki hakkındadır (Meyer ve Ross, 2004). Tüm duyu organları ile algılanabilenlerin güzelliği estetiktir (Filonik ve Dominikus, 2009; Photiadis ve Souleles, 2015). Estetik, aklın ölçüye veya bilime dayanmayan yanı ile ilişkilidir (Platon, 2017; Sliogeris, 2009). Estetik, sanat ile alakalıdır (Walton, 2007). Estetiğin felsefesi ile ilgili literatürü derleyen araştırmalarda ilk olarak Platon'a değinilir (Hofstadter ve Kuhns, 1976). Platon'un Devlet'inde (2017) yazdığı üzere, Sokrates'e göre yaşamda 3 çeşit sanat vardır: Bunlar; kullanma, yapma, benzetme sanatlarıdır. Seyis dizgini kullanmasını bilir. Dizgini üretmeyi bilen demirci, resmetmeyi bilen ise ressamdır. Platon'dan sonraki yaklaşımlar incelenirken, Aristo, Kant, Hegel, Nietszche ve Dewey gibi birçok düşünüre değinilmekte (Hofstadter ve Kuhns, 1976), Karl Marx'a da yer verilmektedir. Marx'tan sonra ise, Arts and Crafts döneminde olduğu gibi Marksizme dayanan estetik yaklaşımlarının tasarım tarihini önemli şekilde etkilediği anlaşılmaktadır (Petts, 2008).

Ahlak ise, Sokrates'e göre, insanın ruhunun sağlığı ile alakalıdır: Ahlaklı insan, haksızlık içinde bırakıldığı bir durumda bile uygunsuz bir eylemde bulunmaktansa, acı çekmeyi tercih edecektir ve yalnızca ruhu sağlıksız bir kişi aksine karar verebilir (Scanlon, 2011). Ahlak, insanın belirli durumlarda, herhangi bir zorlama veya baskı altında olmaksızın, nasıl davranacağı ile alakalıdır (Warnock, 1993). Zanaatin yaklaşımına göre ise şekillerin ve malzemelerin de ahlakı vardır (Betts, 2004). Teknolojinin felsefesine odaklanan Wei Zhang (2018) ahlakın cisimleşebileceğini ve insan yapımı nesnelerin de ahlaklarının

olabileceğini tartışmaktadır. Morris'in ilham aldığı, Arts and Crafts'ın diğer bir öncüsü John Ruskin ise, bir ahlak kuramcısı olarak bilinmektedir (Patokorpi, 2014). Oscar Lovell Triggs'e göre (1902), Ruskin sanata bir davranış şekli olarak yaklaşmakta, dolayısıyla, sanatı ahlak ile ilişkilendirmektedir (Patokorpi, 2014).

Morris ve Ruskin, Marksist estetikçiler olarak tanınmaktadır. Onların ve Arts and Crafts'ın estetiğe olan yaklaşımları İngiltere'nin Viktorya dönemi estetik anlayışına önemli şekilde etki etmektedir (Miller, 2017). Morris'e ilham veren, Ruskin'in sanat ve toplum ile ilgili çalışmalarıdır (Petts, 2008). Ruskin'in sanatçı-vatandaş idealine göre, kişi sanat ve güzellik için yaşamalıdır (Blanchard, 1993). Morris ise, sanatın yanı sıra zanaat işçiliği ve estetik arasında sosyalist bir ilişki kurarak (Miller, 2017) Ruskin'in ideallerine odaklanmaktadır (King, 2008). Ruskin'in ve Morris'in yaklaşımlarının, Marx ile benzerlik göstermesinin sebebi de, ahlakı, sanat ve estetik ile ilişkilendirmeleridir: Marx'a göre, üretim önceleri insan için çalışmıştır, ancak, artık insan üretim için, üretim ise zenginlik için çalışmaktadır (Miller, 2017). Hem Marx'a, hem de Ruskin ve Morris'e göre, zenginlik, üretimi insana yabancılaştırmakta, yabancılaşan üretim ise estetikten ve yaratıcılıktan uzaklaşmaktadır (Petts, 2008). Marksist estetiğe göre yaratıcı ve estetik olan üretim, makine ile değil el işçiliği ile yapılandır. Makine, zanaatin kendisini tekrarlayıp monotonlaşmasına sebep olmaktadır (Mascia-Lees, 2011). Zanaat, monotonlaştıkça, estetiği, sanatçının orijinallik üreten yaratıcılığından uzaklaştırmakta, kopyalayarak tekrar eden, aranjman ağırlıklı bir üretime yöneltmektedir (Miller, 2017).

Makineleşmeyi, üretimi insana yabancılaşması gerekçesiyle eleştiren Markist estetik, Marx'tan sonraki dönemlerde estetik üzerine çalışan filozofların sıkça atıfta bulunduğu bir yaklaşım olsa da (Baldacchino, 2018), Marx'ın görsel sanatlara veya mimariye ilişkin herhangi bir yazını varsa bile bulunamamaktadır (Russell, 2008). Russel'a göre Marksist estetiğe ilişkin literatürün önemli bir kısmı Bolşevik hükümeti tarafından siyasi amaçlarla derlenmiştir. Marksizm, estetiğin felsefesinin de ötesinde, sınıflaşmaya ilişkin politik bir teoridir (Khan, ve diğ., 2016). Marksist estetiğin politikaya konu olması ise estetiği kendi özüyle zıtlaşmaya zorlamış, onu duyu organlarıyla algılanan güzelliğin ötesinde farklı bir anlama sahip olmaya itmiştir (Carroll, 1989). Platon'un Devlet'inde (2017) Sokrates'in değindiği üzere üretmek bir sanat olsa da ve üretmenin sanatı ise zanaat olsa bile (Petts, 2008), zanaat, yine de öncelikle kar amacıyla yapılan ve tekrar eden bir iştir (Miller, 2017), Zanaat, önceleri kütüphanelerde *non-arts* yani *sanat olmayan* olarak sınıflandırılmıştır

(Shubert, 1993). Zanaat, ideal olarak estetik ile ilişkili olsa da, her zanaatkarın işine sanat gibi yaklaştığı, ya da işindeki tek kaygısının sanat olduğu da söylenememektedir. Zanaat ile estetik ve ahlak arasındaki ilişkinin kurulması, üretme işinin, tasarlayan tarafından bir sanat olarak kabul edilmesine bağlıdır.

Anti-estetik

Estetik, güzelliğin felsefesi olduğu için, anti-estetik, sözlük anlamına dayanarak, estetiğin karşıtı olarak açıklanabilir. Anti-estetik ile en sık ilişkilendirilen yaklaşımlardan biri ise, günümüzdeki tasarım usullerinde de karşılaşılmakta olan minimalizmdir (Best, 2006). Best'e göre, bazı araştırmacılar, minimalizmi öznel olmamak ve dışavurumculuğa karşıt olmak ile eleştirmektedir. Wei Sun ve Ping Sun'a göre (2008) dışavurumculuk; sanatçının, zanaatkarın veya tasarımcının, kişisel duygularını, renk, form ve süslemeler aracılığıyla esere veya tasarıma yansıtmasıdır. Dışavurum, avangart olandır. *Avangart*, öncü birlik anlamına gelen askeri bir terimdir ve insanlığın nihai amacının sanat olduğunu ve aynı zamanda ona ulaşma aracının da yine sanat olduğunu savunan sosyalist ütopyanın ürettiği ahlaki bir yaklaşımdır (Bürger, 2003). Minimalizm ise, dışavurumcu, öznel ve avangart olanın tam aksine, nesnellik ve gerçeklik ile ilişkilidir (Wright, 1998). Xuyang Zhang'a ve Yanmin (2019), minimalizmi, Bauhaus ekolüne ait olan mimar ve tasarımcı Mies van der Rohe'nin *less is more*, yani Türkçe'si, *az çoktur* ve *function first*, yani Türkçe'si *önce fonksiyon* sözleri ile açıklamaktadır. Arts and Crafts'tan sonra Bauhaus'un yaklaşımlarının yaygınlaştığı kabul edilebilir. Bauhaus ise modernist estetik ile ilişkilidir (Galison, 1990).

Bauhaus, form ve şekillerin basitliğini ve nesnelliğini yüceltmektedir. Modernist estetik, minimalist ve yapısalcı, yani bilim, teknoloji ve mühendisliğe dayanan bir yaklaşımdır (Chou, 2011). Arts and Crafts'ın güzellik anlayışı ise Bauhaus'un tam aksine, formun öznelliğine, zenginliğine, süsleme ve bezemeye odaklıdır (Michalle, 2020; Chou, 2011). Arts and Crafts ve Bauhaus aslında bazı benzer idealler ile başlamış olsalar bile (Findeli ve Benton, 1991) sonraları, Bauhaus'un estetiğe olan yaklaşımları modernize olarak Morris'in görüşleri ile tezatlaşmaktadır (Michalle, 2020).

Anti-estetik kavramı, bazı kaynaklarda, popüler kültüre ait eserlerin, ürünlerin ve kitle iletişim araçlarının endüstrileşmesi ve politikleşmesi ile ilişkilendirilmektedir (Joughin ve Malpas, 2003). Anti-estetik, işlevselci bir estetik anlayışına ilişkin bir eleştiri tanımıdır ve

söz konusu tanıma özellikle postmodernistlerin, yani Bauhaus'tan sonraki dönemlerde modernizmi eleştirmiş olan araştırmacıların çalışmalarında rastlanılmaktadır. Örneğin, Hal Foster'ın anti-estetiği ele alan kitabının bir bölümünde Jean Baudrillard (1983), otomobili örnek göstermiş, dönemin yeni otomobilleri keyif ve hobi unsuru olmaktan çıkıp, dijital direksiyonlara dönüşmüş olmak ile eleştirmiştir. Bauhaus sonrası dönemlerde, bir kısmı da Bauhaus ekolünün devamını temsil eden tasarımcılar tarafından tasarlanmış olan Braun'un ev aletleri de minimalizme örnek olarak gösterilebilir. Xuyang Zhang ve Yanmin Xue'ya göre günümüzün popüler markaları olan Apple'ın ve Dyson'ın minimalist tasarımları da modernist estetik döneminin sürdüğünü göstermektedir. Minimalist ürünler, modernist yaklaşıma göre sade, fonksiyonel, rasyonel (Geng, ve diğ., 2018), postmodernist yaklaşıma göre ise anti-estetiktir. Anti-estetik olmak, tasarlanmamışlık, kötü tasarlanmışlık, estetik olmamak gibi anlamlara gelmemektedir. Anti-estetik; işlevselci, genellemeci ve nesnel, yani, modernist tasarım yaklaşımına yönelik bir eleştiridir. Arts and Crafts'tan Bauhaus'a geçilirken, tasarım yaklaşımları minimalizme yönelerek modernistleşmektedir. Örneğin, dönemin mimar ve tasarımcılarından Frank Lloyd Wright, makineyi modernist ekonominin vazgeçilmez bir unsuru olarak tanımlamakta (Pulos, 1986), estetiğe yaklaşımlar makineli üretime adapte olmaya başlamaktadır.

Modernizm ve modernist estetik

Modernizm, 1700'lerde başlayan, rasyonelliğe, mantığa ve evrensel doğruluğa odaklı bir sistematik düşünme, tasarlama ve üretme anlayışıdır (Güntay, 2020). Watson (2012) ise, modernist dönemin başlangıcının 1500'lere dayandığını ifade etmektedir. Modernizm, işlevselciliktir (Felski, 2002). Nesnelerin ve yapıların tasarımlarında modernistleşme, endüstriyelleşmenin sonucudur. Modernizm, çeliğin imalatta kullanımının yaygınlaşması ile doğrudan ilişkilidir (Mowl, 2006). Çeliğin hızla yaygınlaşmasının ise, ekonomideki ve üretimdeki işlevselciliğin bir sembolü olduğu kabul edilebilir. *Modern*, yeni ve şimdi olandır (Winkiel, 2017). Modernizm, pozitivizme ve pozitif bilimciliğe dayanan seküler bir akımdır ve Avrupa'nın reform hareketi ile ilişkilidir (Watson, 2012). Modern veya modernist olan geleceğe yönelik olandır (Celaschi, ve diğ., 2018).

Modern kelimesinin Latince'deki kökeni olan *modernus*, moda olan yenilik ve geleneğin bozulması anlamlarına gelmektedir (Winkiel, 2017). Modernus, *modo* kökünden türemekte ve modo ise *yeni, şimdi, şu anda, olmakta olan* anlamlarına gelmektedir (Kovács, 2007).

Hem *modern*, hem de modernin karşıtı olarak tanımlanabilecek olan *antika*, estetik ile ilişkili tanımlardır: Kovács'a göre önceleri antika, ideal güzelliğin estetiği iken, modern ise ona rasyonalist bir alternatif olmuştur. Modern ve antika karşıtlaştıkça, ikisinden de farklı olarak *klasik* kavramı oluşmuştur. Kovács'a göre *modern*, zamanla ideal estetik anlayışına dönüşürken, *klasik*, modası geçmişliği, *antika* ise çağ dışılığı anlatmaya başlamıştır. Bir diğer yaklaşıma göre ise modern, insani olmayan bir toplumu ve çevreyi anlatmak için kullanılan bir mittir (Beardon, 2002). Modernist ekonomiyi ve toplumu, insani olmamak ile eleştirmek, Marx'ın görüşleriyle ve Marksist estetik ile de ilişkilendirilebilir. Çünkü, makine, insanın esere katabileceği öznel değerin orijinalliğini hayata geçirmekten acizdir (Michalle, 2020). Makinelerin üreteceği ürünleri sanatçıların tasarlaması istendiğinde elde edilen sonucun tutarsız olduğu, yeni bir yaklaşıma ihtiyaç duyulmuş olduğu görülmektedir (Findeli ve Benton, 1991). Söz konusu yaklaşım, sanattan ve zanaattan farklı bir iş olan endüstriyel tasarımdır.

Günümüzde, yalnızca makineler değil, makinelerin üreteceği teknolojik nesneler de tıpkı makineler gibi tamamen yapaydır (Xie, 2019). Morris'e göre ürünlerin ve üretimin yapay ve yabancı hale gelmesi, yani modernizm, bir yozlaşmadır (Weingarden, 1985). Morris, zanaati ve Barok tarzı tasarımı, yozlaşmışlığa karşı bir çözüm olarak önermektedir. Morris, ayrıca, Katolik mimarisinin bir temsilcisi olan Augustus Pugin ve Hristiyan Sosyalizmi akımının savunucusu Charles Kingsley'den de ilham almıştır (Faulkner, 2011). Dolayısıyla Morris'in, modernizmi, dini değerleri yozlaştırmak ile eleştirdiği sonucuna da varılabilir.

Pragmatist estetik

Morris'in, zanaat aracılığıyla geleneksel üretimi teşvik eden yaklaşımı, bir düşünür ve eğitim kuramcısı olan John Dewey'nin estetiğe ilişkin çalışmaları ile bazı benzerlikler göstermektedir (Freeman-Moir, 2011). Her ikisine göre de zanaatteki dürüstlük, insanlık için doğru olandır. İkisine göre de yaşamak deneyimlemektir ve deneyimin kendisi, deneyime sebep olan meraktan ve deneyimin sonunda elde edilen sonuçtan daha değerlidir. Dewey, Morrosi gibi bir Marksist estetikçi değildir, ancak hem estetik, hem de pragmatizm üzerine çalışmaları olduğu (Dewey, 1916) görülebilir. Pragmatizm ile Arts and Crafts'ın estetiğe yönelik yaklaşımları; deneyime, deneyimsel öğrenmeye ve deneyimleyerek üretmeye odaklanmış olmaları bakımından benzerdir (Freeman-Moir, 2011). Arts and Crafts, pragmatizmi yücelten bir akımdır (Petts, 2008).

Pragmatizm, doğrulamacılık ve uygulayıcılık olarak tanımlanabilir (Putnam, 1995). Öte yandan, günümüzde, gündelik dilde, pragmatizm, işlevselcilik ve faydacılık anlamına gelmek üzere de kullanılmaktadır. Ancak, modernist olan işlevselcilik ile (Felski, 2002), pragmatizm aslında eş anlamlı değillerdir. Peirce (1905), pragmatizmi deneyler aracılığıyla ve deneyimleyerek anlama ihtiyacı olarak tanımlamaktadır. Peirce'a göre gözlemci bilim, pragmatist bir kişinin anlama ve öğrenme biçimine zıttır. Böyle bir kişi yalnızca deney ve deneyim ile algılayabilir. Dewey'e göre sanat da bir deneyimdir (Shusterman, 2011). Günümüzde, endüstriyel tasarımcıların yaptığı işler de pragmatizm ile ilişkilendirilebilir (Fiore, ve diğ., 2005), çünkü endüstriyel tasarımcıların deneyimleri tasarlarken başvurduğu araçlardan biri de *role playing*, yani kendilerini, tasarladıkları şey ile etkileşime giren kullanıcıların yerine koydukları bir rol yapma oyunudur (Boess, 2008). Ayrıca, Birringer (2013) ve Nicolette Lee'te (2006) göre, endüstriyel tasarım eğitiminde, hem geçmişte hem de günümüzde atölye çalışmasına önem verilmektedir ve özellikle Bauhaus döneminde, öğrenciler, çoğunlukla atölyelerde malzemelerin işlenmesini deneyimleyerek eğitilmiştir.

Immanuel Kant'a ve onu destekleyen William James'e göre deneyim, algılamaya dayalıdır ve Peirce'a göre deneyimin algılanabilen kalitesi estetiğin de belirleyicisidir (Shusterman, 2011). Ayrıca, James'e göre estetiğin algılanan deneyimi o kadar güçlüdür ki kelimeler ile açıklanamaz. Peirce (1905), pragmatizmi, laboratuvar deneylerinin kendisinde yarattığı bir alışkanlık olarak açıklamıştır. Pragmatizm yalnızca pozitif bilim ile değil aynı zaman da estetiğin algılanması ile de ilişkilidir. James'e göre zihin, duyu organlarının algıladıklarını şekillendirerek estetik deneyimi yaratmaktadır: Bir renk, yakınındaki diğer bir renk ona kontrast ise veya bir ses uzun bir sessizlikten sonra duyuluyorsa, söz konusu rengi veya sesi algılamanın deneyimi farklılaşmaktadır (Shusterman, 2011). Estetiğin, pragmatizmden farklı olarak analitik şekilde de incelenebildiği görülmektedir (Åsa, 2002). Analitik estetik, estetiğin teorisine odaklanmakta, estetiği, yalnızca güzel sanatların bir konusu olarak ele almakta, pragmatist estetik ise, estetiğin uygulamasını incelemekte ve estetiği, gündelik hayatta algılanabilen bütün etkileşimlerin deneyimleri ile ilişkilendirmektedir (Akner-Koler, 2007). Yeni bir bilim dalı olarak estetiği ilk öneren ve söz konusu bilim dalına estetik ismini veren Alexander Baumgartner'a göre ise estetik, duyular aracılığı ile yaşanan tüm algılamalardır (Mascia-Lees, 2011). Endüstriyel tasarım, gündelik estetiğe odaklandığı için pragmatist bir yaklaşım ile ele alınmak durumundadır.

Gündelik estetik

Gregor Paulsson ve Nils Paulsson'a göre bir tasarımcının görevi gündelik şeyleri daha *güzel* hale getirmektir (Akner-Koler, 2007). *Güzellik,* deneyimin kalitesidir. Don Norman'a (1988) göre tasarım ise, nesneler ve insan arasındaki etkileşimlerin deneyimlerinin tatmin edici hale getirilmesidir. Gündelik estetik, insanın, doğaya veya sanata ait olmayan diğer tüm nesneler ile kurduğu deneyimsel ilişkiyi incelemektedir (Leddy, 2012). Gündelik estetiğe konu olan nesneler aslen özel objeler değillerdir. Kişi, onları algılayışı ve deneyimleyişi aracılığıyla özelleştirmektedir (Yuriko, 2001). Melchionne'ye (2013) göre süregelen, daha önce sıkça deneyimlenmiş ve alışkanlık haline gelmiş olan nesne veya mekan etkileşimleri, gündelik estetiğin konusu olmamalıdır. Ancak, Melchionne'nin yaklaşımı, analitik estetiğe dayanmaktadır. Analitik yaklaşımlar, gündelik estetiğin felsefesi ile tutarsızdır (Piekarski, 2015).

Gündelik estetik, felsefe ile olduğu kadar psikoloji ile de ilişkilidir (Mascia-Lees, 2011). Günümüzde, felsefe ve psikoloji haricindeki diğer disiplinler, estetik ile ilgili teorilerden faydalanacaklarında, genellikle psikoloji literatürüne başvurmaktadır (Charters ve Steve, 2006). Örneğin, insanın karar alma yönelimlerinin işleyişini inceleyen bir ekonomi branşı olan nöroekonomi (Camerer, 2008), bilişsel psikoloji teorilerinden faydalanmaktadır (Schwarzfischer, 2010). Bilişsel psikoloji teorilerinin en önemlilerinden biri ise Kurt Koffka, Max Wertheimer ve Wolfgang Köhler'in 1920'lerde geliştirdiği Gestalt kuramıdır (Graham, 2008). Gestalt, estetik teorileri ile doğrudan ilişkilidir (Behrens, 1998). *Gestált* veya *gestalten*, Almanca'dan Türkçe'ye *form* veya *şekil* olarak çevrilebilir. Gestalt kuramına göre, bir bütünü oluşturan parçaların özerk anlamları olabilir, ancak, bütünün, söz konusu özerk anlamların ötesinde başka bir anlamı daha vardır (Graham, 2008). Kurama göre, bütün, parçalanamazdır ve önemli olan, bütüne yapılacak analitik eklentiler değil, bütünün strüktürünün tasarımıdır (Pariser, 1984). Kuramı geliştirenlerden biri olan Wertheimer'ın, zoetrop ismi verilen ve içerisine fotoğraflar yerleştirilerek kendi etrafında döndürüldüğünde görüntünün hareket ettiği algısını oluşturan bir oyuncaktan esinlendiği bilinmektedir (Behrens, 1998). Zoetropa yerleştirilen her bir fotoğraf, hem birbirlerinden hem de algılanan nihai görüntüden farklıdır. Zeotrop analojisi, estetiğin bir kompozisyon olduğunu açıklamaktadır. Herhangi bir nesne ile yaşanan bir etkileşim, bütün olan tek bir deneyim olarak incelenebileceği gibi, söz konusu deneyim aslen farklı deneyimlerden meydana gelen bir bütündür (Fokkinga ve Desmet, 2013).

Gestalt, bilimi ve insanlığın estetiğe ilişkin ihtiyaçlarını bir araya getiren modernist bir girişimdir (Ash, 1998). Ortaya çıkmasından sonra kısa süre içerisinde modernist estetik ile ilişkili hale gelmiştir (Behrens, 1998). Gestalt, estetik deneyimin merkezindedir ve her bir bireyin öznel deneyimlerine dayanmaktadır (Schwarzfischer, 2010). Schwarzfischer'a göre Gestalt'ın, gündelik estetik ile ilişkisi onu insan merkezli bir estetik anlayışı haline getirmektedir. Marksist estetikçi yaklaşımlar ile Gestalt arasında ilişki kurulabilmektedir (Scheerer, 1980). Çünkü, Gestalt da, gündelik estetiğin kalitesini artırmaya yönelik bir yaklaşımdır. Tıpkı gündelik estetik gibi, Gestalt da yalnızca görsel olan kompozisyon ile ilişkili değildir. Örneğin, müzik eserleri içerisinde de Gestalt kurallarına uygunluk bulunur (Schwarzfischer, 2010). Gestalt; simetri, düzenlilik ve uyumluluk üzerine rasyonalist geometrik prensipleri olan bir estetik kuramı, pozitivist bir teoridir (Bonnemaire ve Liem, 2011). Duyu organları aracılığıyla hissedilenleri tatmin edici yapan algısal organizasyonun tamamı Gestalt psikolojisinin konusudur (Hekkert, 2014). Gestalt, nesneyle etkileşildiği sırada yaşanan ve herhangi bir duyu organı ile algılanabilen deneyimlerin tamamının *bütün deneyimi* oluşturmasıdır. Gestalt psikolojisine dayanan organizasyonlarla gündelik hayatta o kadar sık karşılaşılır ki, genellikle söz konusu organizasyonların özel olarak tasarlanmış olduğunun farkına bile varılamaz (Schwarzfischer, 2010).

Endüstriyel tasarım eğitiminin tarihinde de Gestalt ile karşılaşılmaktadır. Gestaltı kuramını geliştirenlerden biri olan Wertheimer, Bauhaus mimarlarından birisi olan Le Corbussier'in modüler mimari çalışmalarından etkilenmiştir (Pariser, 1984). Wertheimer'ın bir öğrencisi olan Rudolf Arnheim ise, Dessau'daki Bauhaus'u ziyaret etmiştir (Behrens, 1998). Ayrıca, Pariser (1984), Bauhaus sanatçıları olan Wassily Kandinsky'nin ve Josef Albers'in Gestalt kuramına ilişkin derslere katıldığına da değinmektedir. Dolayısıyla, Bauhaus ve Gestalt kuramcıları arasında etkileşimler yaşanmış, Gestalt, Bauhaus'un estetiğe yaklaşımına yön vermiş, modernistleştirmiştir. Söz konusu etkileşimlerin sonucunda, Bauhaus eğitiminin ilk yılı, Gestalt kuramının görsel algılama prensiplerine dayanır hale gelmiştir (Bayırlı, 2015). Bauhaus döneminden sonra ise, 1944'te, Şikago'daki *Yeni Bauhaus* olarak bilinen diğer bir tasarım okulunda ders vermiş olan tasarımcı ve eğitmen Gyorgy Kepes'in, Language of Vision kitabında, Koffka, Wertheimer ve Köhler'in bazı illüstrasyonlarından faydalandığı görülmektedir (Graham, 2008). Günümüzde, çoğu endüstriyel tasarım bölümünde, Gestalt kuramına değinilmiyor veya önceye oranla daha az yer veriliyor olsa bile, özellikle temel tasarım derslerinde yürütülen çalışmalar, Gestalt'ın görsel algılamaya ilişkin kurallarına dayandırılmaya devam etmektedir (Bayırlı, 2015).

Don Norman'a (2013) göre gündelik nesneler, insanların ihtiyaçlarını karşılayabilmeli, kullanışlı olabilmeli, kullanışı kolayca anlaşılabilmeli, ergonomik olmalı, mühendislik gereksinimlerini karşılayabilmeli, imalata elverişli olmalı, ancak aynı zamanda görünüşleri ve dokunma hissiyatları gibi duyusal özellikleriyle keyif veren kaliteli bir etkileşim sunmalıdır. Norman, söz konusu özelliklerinin hepsinin birlikteliğini *bütün deneyim* olarak ifade etmiştir. Deschamps'a (2020) göre de deneyimlerin tasarlanması bütünsel bir iştir. Deneyim, örneğin bir trafik kazası esnasında yaşanan korku gibi kişinin hafızasında kayda değer bir etki bırakabilir, ancak, bazen de örneğin çamaşır asarken hissedilen sıkılmışlık gibi sıradandır (Fokkinga ve Desmet, 2013). Örneğin, su pompasının çalışırken çıkardığı ses, bir ekrandaki renklerin canlılığı veya parlaklığı gibi basit ve sıradan şeyler de gündelik estetiğin bir parçası olabilir (Vihalem, 2018). Endüstriyel tasarımcılar, Don Norman'ın (2013) ifade ettiği *bütün deneyimi* tasarlayabilmek adına, Vilhalem'in örneklerindeki gibi elektronik olan veya olmayan her bir bileşenin sebep olduğu bütün duyusal deneyimleri de tasarlamak ihtiyacındadır.

2.2.2. Endüstriyel tasarım ve modernizm

1850'lerden 1920'lere kadar, İngiltere'de, Ruskin'in ve Morris'in öncülüğünde Arts and Crafts yaklaşımları etkili olurken, aynı zaman diliminde, endüstri devriminin etkileri de gün geçtikçe artmıştır. Arts and Crafts, imalat ve ekonominin modernize olduğu dönem içerisinde yaşanan modernizme karşıt bir akımdır (Schmiechen, 1990). 1920'lerden sonra ise modernist estetiğin, Arts and Crafts'a oranla daha yaygın hale geldiği görülmektedir (Xiaocheng, ve diğ., 2018). 1920'lere gelindiğinde ise, sanayi devrimi ve modernizmin etkisiyle, toplum ve meslekler köklü değişikliklere uğramış durumdadır (Blinder, 2006). Makineler, zanaatkarları proleteryanlaştırmış, yani onları işçi sınıfına iterek birer operatör haline getirmiş ve makinelerin üretmesi amacıyla tasarım yapmaya yetkin bir uzmanlık henüz oluşmamıştır (Schmiechen, 1990). Söz konusu dönem, yaklaşık olarak, Bauhaus'un kurulduğu yıllara kadar devam etmiştir.

<u>Bauhaus dönemi</u>

Modernist estetik yaklaşımını yayan, 1920'lerin başlarından 1930'ların sonlarına kadar Almanya'da faaliyet gösteren sanat, zanaat ve tasarım okulu Bauhaus'tur (Galison, 1990). Bauhaus'un açılmasında etkili olan ise, 1907'de kurulmuş bir sanatçılar, tasarımcılar ve

sanayiciler derneği, Deutscher Werkbund'dur (Schmiechen, 1990). Her ne kadar Bauhaus, modernist estetik ile doğrudan ilişkilendiriliyor olsa da, Bauhaus'un kurucusu olan Walter Gropius'un, aslında Arts and Crafts'ın makine karşıtı estetik yaklaşımının ve Morris'in siyasi görüşlerinin bir takipçisi olduğu da bilinmektedir (Weingarden, 1985). Kurulduktan yalnızca bir kaç yıl sonra ise Bauhaus siyasi baskılar ve ekonomik sorunlar yaşamış ve Arts and Crafts'tan esinlendiği el işçiliğine odaklı estetik anlayışını değiştirmek zorunda kalmıştır (Findeli ve Benton, 1991).

Hem Arts and Crafts'ın, hem de Bauhaus'un, tasarım ile ilgili akımlar olmanın ötesinde siyaset ile de ilişkili olduğu görülmektedir: Morris, İngiltere'nin ilk sosyalist siyasi partisi olan Sosyal Demokratik Federasyonu'nun kurucusudur (Weingarden, 1985). Gropius'un da siyasi aktiviteler içinde bulunduğu ve kurulduğu yıllarda Bauhaus'u bir sosyalizm katedrali olarak nitelendirildiği görülmektedir. Okulun sonraki yöneticilerinden biri olan Hannes Meyer'in de bir sosyalist olduğu bilinmektedir (Rhi, 2019). Bauhaus da, tıpkı Arts and Crafts gibi sosyalist görüşlü bir yapılanma olarak hayata geçmiş olsa da, 1920'de, Bauhaus'tan 1 yıl sonra, Nasyonal Sosyalist Parti'nin kurulması ve güçlenmeye başlaması sonucunda Nazizm, Bauhaus'un sosyalist yaklaşımları ile çatışmaya başlamış, Bauhaus'un açıldıktan yalnızca bir kaç yıl sonra yaşadığı siyasi krizin sebeplerinden olmuştur (Caldas, 2019).

Bauhaus'un, alışılmış bir enstitü yapılanmasına uymayan, neredeyse yalnızca uygulamalı eğitime dayanan bir ders programı vardır (Gropius, 1923). Bauhaus, bir üniversite veya enstitü müfredatı kullanmamakta, amfiler yerine çok sayıda farklı sanat ve zanaat atölyesi barındırmaktadır (Birringer, 2013). Profesörlerin yerine zanaatkarlar ve ustalar öğreticilik yaparken, öğrenciler ise çırak olarak eğitim almaktadır (Düzenli, ve diğ., 2018). Yalnızca malzemelerin işlenmesi değil, aynı zamanda form ve tasarım bilgisi de ustalık aracılığı ile öğretilmektedir (Beardon, 2002). Bauhaus'un söz konusu yapılanması Morris'in idealleri ile örtüşmekte, hatta onları, Morris'in hayal ettiğinden öteye de taşımaktadır (Weingarden, 1985). Bauhaus, başlangıcında, tıpkı Arts and Crafts gibi modernizm karşıtı bir tasarım ve eğitimi yaklaşımına dayanmaktadır. Fakat, alışılmış üniversitelere benzemeyen eğitim yaklaşımı ve sosyalist görüşleri yüzünden Bauhaus'un, hem Nazi hem de dönemin yerel halkı tarafından, bohemlik ile eleştirildiği anlaşılmaktadır (Weingarden, 1985).

Gropius (1923), Bauhaus kurulduktan kısa süre makineleşmeyi ve modernizmi yücelten yeni bir manifesto yayınlayarak yaklaşım değiştirmiştir (Weingarden, 1985). Söz konusu manifestodan sonraki yıllarda ise, Bauhaus'taki atölyelerin sayısının kayda değer şekilde azaldığı, kalan atölyelerin ise makineleştiği (Weingarden, 1985) ve modernistleştiği görülmektedir (James-Chakraborty, 2012). Lerner (2005), yeni atölyelerin, eğitimin yanı sıra endüstri için işler üretmek amacıyla da kullanılmaya başladığına, 1927'de söz konusu işleri ticarileştirmek üzere bir Bauhaus şirketinin kurulduğuna değinmektedir. Bauhaus'un sonraki dönemleri, bazı kaynaklarda estetiğe ilişkin pedagojik hassasiyetin azalması ile eleştirilmektedir (Findeli ve Benton, 1991; Weingarden, 1985; Betts, 1998). Öte yandan, nasyonal sosyalist ideoloji ile ilişkili olan literatürde de, 1920'ler, Almanya mimarisinin en kötü dönemi olarak nitelendirilmektedir (Taylor, 1974). Bauhaus'tan ve Bauhaus'un işlerinden *teknoloji modernizmi* ve *mühendis sanatı* olarak eleştiri ile söz edilmektedir.

Bauhaus'un tasarımlarında, süsleme ve bezemelerin aksine temel geometrik şekillerin öne çıktığı görülmektedir (Weber, 2019). Düzenli ve tekrarlı formlar tercih edilmekte, yeni malzemelerden faydalanılmaktadır (Cvetkovski ve Sidorenko, 2019). Bauhaus'a kadar sanayileşme, çeliğin kullanımını çoktan yaygınlaştırmış olmasına rağmen Arts and Crafts döneminde, çeliğin reddedildiği, ahşaplar ve doğal kumaşlar gibi geleneksel malzemelere yönelindiği bilinmektedir (Ashby ve Johnson, 2003). Arts and Crafts'ın etkileri azalana dek, zanaatkarlar, nadiren yenilikçi malzemeler ile çalışmaktadır (Deweese-Wehen, 1979). Arts and Crafts'ın sonlarından Bauhaus'a kadar ise, yani 1890-1918 arasında, çeliğin ve bronzun işlenmesi veya dökümü ile elde edilen akışkan formların öne çıktığı Art Nouveau döneminin yaşandığı bilinmektedir. Bauhaus'un yaklaşım değiştirmesini izleyen dönemde ise çelik boruların, camın ve kontrplağın kullanımının öne çıktığı görülmekte, plastikler ile ilgili çalışmalar da yapıldığı ve ilk defa seri üretilir objelerin tasarımı ile ilgilenilmeye başlandığı anlaşılmaktadır (Ashby ve Johnson, 2003).

Art Nouveau, Türkçe'ye *yeni sanat* olarak çevrilebilir. Art Nouveau, Arts and Crafts'ın aşırı gelenekselci tutumunu eleştiren bir karşıt akımdır (Craig, 1994). Yeni malzeme türlerine ve malzemelerin işlenişine yaklaşımları ele alındığında Bauhaus'un ve Bauhaus döneminde yaşanmış olan Art Deco'nun, Art Nouveau'nun uzantıları olduğu düşünülebilir (Polatkan ve Özker, 2006). Arts and Crafts'ın ardından, hem Art Nouveau, hem de Art Deco dönemlerinde endüstriyelleşmenin sanatçılar ve zanaatkarlar arasında kabul görmeye başladığı anlaşılmaktadır.

Bazı araştırmacılar, Bauhaus ekolünün Nazizm ile yaşadığı mücadelenin yıpratıcılığına dayanarak, okulun şanssız bir zamanda kurulduğuna değinmektedir (Caldas, 2019; James-Chakraborty, 2012). Nazizm, henüz sonradan olduğu kadar güçlenmemişken, Bauhaus, sol görüşlü Weimar koalisyonu tarafından finanse edilmiş ancak, 1925'te, artan politik baskı sonucunda Bauhaus Dessau'ya taşınmıştır (Caldas, 2019). Hem Gropius'un hem de daha sonraki bir Bauhaus yöneticisi olan Mies van der Rohe'nin, Nazizme muhalif olmalarına rağmen, Nazi hükümeti tarafından finanse edilen işler için çalışarak Bauhaus'u korumaya çalıştığı görülmektedir (James-Chakraborty, 2012). Ancak, Adolf Hitler'in, Bauhaus'un modernist estetik anlayışından ve Bolşevik benzeri ideolojisinden rahatsızlık duyduğunu dile getirmiş olduğu görülmekte, Hitler'in 1933'te Almanya şansölyesi olmasından sonra ise, Bauhaus'un önce Dessau'dan Berlin'e taşındığı ve aynı yıl içerisinde de tamamen kapatıldığı bilinmektedir (Caldas, 2019; Taylor, 1974). Nazi etkisi, Bauhaus'tan sonraki dönemlerin incelenmesi bakımından önemlidir. Caldas (2019) ve James-Chakraborty'nin (2012) görüşleri dikkate alındığına Bauhaus'un yaklaşımlarındaki değişimlerin eğitim bilimine dayalı sebeplerdense, siyasi ve ekonomik baskılara dayandığı anlaşılmaktadır.

The New Bauhaus dönemi

Bauhaus ve Nazizm arasında yaşanan siyasi çatışmalara rağmen, Bauhaus kapatıldıktan sonra Almanya'da kalan Bauhaus mezunları başarılı kariyerlere sahip olmuştur (James-Chakraborty, 2012). Ancak, Gropius ve Mies van der Rohe de dahil olmak üzere bir çok Bauhaus tasarımcısı ve eğitmeni, çoğunlukla İngiltere'ye ve Amerika'ya olmak üzere, Almanya'nın dışına taşınmış ve söz konusu tasarımcı ve eğitmenlerden biri olan Moholy-Nagy, 1937'de, İllinois'de, sonradan Şikago Bauhaus olarak isimlendirilecek olan *The New Bauhaus*'u kurmuştur (Findeli ve Benton, 1991; James-Chakraborty, 2012). Okul, tıpkı Bauhaus gibi, standart üniversite müfredatlarına ve alışılmış teorik ders düzenine uymayan bir yaklaşıma sahiptir (Findeli ve Benton, 1991). Weimar'da kurulan ilk Bauhaus'un erken dönemindeki yaklaşıma yakınlaşan, pragmatist estetiğe öncelik veren bir eğitim anlayışı izlemektedir. The New Bauhaus, Amerikan ekonomisinin *parlak bir fikri* olup, tıpkı Deutscher Werkbund gibi (Schmiechen, 1990), sanatçıları ve tasarımcıları endüstri ile bir araya getirmeye yönelik bir girişimdir (Volkmann ve de Cock, 2006; Betts, 2000). Tıpkı ilk Bauhaus gibi, Moholy-Nagy'ye göre (1939) The New Bauhaus da ekonomi ve kültür arasındaki boşluğu doldurma amacı üstüne kurulmuştur.

Moholy-Nagy'nin, 1923'te, Weimar'daki Bauhaus'ta, günümüzde temel tasarım olarak bilinen mesleğe giriş dönemi eğitiminde ve sonrasında ise metal işleme atölyelerinde usta öğretici olarak görev almaya başladığı bilinmektedir (Malherek, 2018). Tıpkı Bauhaus'ta olduğu gibi, The New Bauhaus'ta da ahşaplar, kağıt türevleri ve kumaşlar gibi doğal malzemelerin ve kauçuklar, metaller, camlar ve plastikler gibi yeni yaygınlaşan endüstriyel malzemelerin işlenebileceği atölyeler bulunmakta, öğrenciler, söz konusu malzemeler ile bizzat çalışarak, onların görünüşlerini, yapılarını, dokularını ve yüzeylerini öğrenmektedir (Moholy-Nagy, 1939).

Ancak, The New Bauhaus kurulduktan yalnızca 2 yıl sonra II.Dünya Savaşı'nın başlaması, okulun ekonomik sıkıntılar yaşamasına ve kapatılma aşamasına gelmesine sebep olmuştur (Findeli ve Benton, 1991). Ekonomik sıkıntıların sonucunda okulun, nakdi destek almak zorunda kaldığı ve yatırımcıların beklentilerine uyarak önce standartlaştığı ve modernize olduğu, sonra ise sanayinin ihtiyaç duyduklarını karşılamayan *elitist* bir okul haline geldiği gerekçesiyle finansal desteğinin kesildiği ifade edilmektedir (Volkmann ve de Cock, 2006; Findeli ve Benton, 1991). Okul, yatırımcılar ve Moholy-Nagy arasında uzlaşmazlıklara rağmen 1949'a kadar açık kalmış, sonra ise Illinois Teknoloji Enstitüsü'ne dahil edilmiştir (Findeli ve Benton, 1991; Volkmann ve de Cock, 2006).

Ulm Tasarım Enstitüsü dönemi

II.Dünya Savaşı'nın sonlanmasından ve Nazi hükümeti döneminin sona ermesinden sonra, 1953'te Almanya'nın bir şehri olan Ulm'de, die Hochschule für Gestaltung (HfG Ulm) ismi ile yeni bir tasarım enstitüsünün kurulmuş ve ismi aslen Bauhaus olmamasına rağmen *yeni Bauhaus* olarak kabul edilmiştir (Betts, 1998). HfG Ulm'ün, Freie Universität Berlin (Berlin Özgür Üniversitesi) tarafından finanse edildiği, ancak, aynı zamanda, Almanya'nın Nazizm'den arındırılmasına katkı sağlayacağı gerekçesiyle Amerika Birleşik Devletleri tarafından da desteklendiği bilinmektedir (Moyano ve Zuaznabar, 2018). HfG Ulm, soğuk savaş döneminin bir sembolü olarak bile görülmektedir (Betts, 1998). Betts'e göre HfG Ulm, modernizmin, endüstriyel tasarım ile sosyal reformları birleştirme girişiminin son denemesidir. Önceki Bauhaus okulları gibi HfG Ulm de öncelikle siyasi ve sosyolojik bir ideoloji üzerine kurulmuştur (Moyano ve Zuaznabar, 2018). HfG Ulm, *Beyaz Gül* olarak anılan Nazi karşıtı bir direniş grubu ile ilişkilidir. HfG Ulm'ün kurucularından ikisi olan Inge Scholl ve Otl Aicher, Beyaz Gül direnişçileridir. Scholl ve Aicher, HfG Ulm'ü,

Scholl'ün direnişte kaybettiği kardeşlerinin anısına açmak istemişler ve açıldığında okulu, *gerçek bir demokrasi* okulu olarak duyurmuşlardır (Betts, 1998; Rhi, 2019). Krippendorff (2008), Doğu Almanya'dan kaçan tasarımcıların, araştırmacıların ve öğrencilerin HfG Ulm'e yönelmesinde, HfG Ulm'ün kurucularının Beyaz Gül ile olan ilişkisinin teşvik edici olduğuna değinmiştir. HfG Ulm, Avrupa'nın, Nazizm sonrası kültürel ve politik reform vizyonunun bir simgesi olmaya başlamıştır (Betts, 1998).

HfG Ulm'ün kurucularının üçüncüsü olan, ilk Bauhaus'un öğrencilerinden olan, sanatçı ve tasarımcı Max Bill'in yöneticiliğinde, HfG Ulm'ün eğitim yaklaşımları, Bauhaus'unkinden farklılaşmaya başlamıştır (Betts, 1998). Kökeni Arts and Crafts'a kadar dayanan ve hem Almanya'daki hem de Şikago'daki Bauhaus okullarında baskın olduğu görülen deneyimsel öğrenmeye odaklanan yaklaşımın önemi HfG Ulm'de azalmaya başlamıştır (Holt, 2020). Aslen, Marksist estetikçilere ve önceki Bauhaus'lara benzer şekilde, Bill de eğitimde gündelik estetik kavramını önceliğe almaktadır (Betts, 1998). Betts'in değindiği üzere Bill'e göre de sanat, ahlaklı nesneler ve mekanlar tasarlayabilmenin kılavuzudur. Ancak, Bill'in bizzat ifade ettiği üzere, Bill, estetiği ve güzelliği, gündelik nesnelere ilişkin fonksiyonlardan *sadece birisi* olarak görmektedir (Moyano ve Zuaznabar, 2018). Bill (1949), HfG Ulm kurulmadan önce de sanatın matematikselliğini araştırmaktadır. Özellikle Gestalt kuramı, Bill'in eğitim anlayışında önemli bir yere sahiptir (Moyano ve Zuaznabar, 2018). Bill öncülüğündeki HfG Ulm'ün yaklaşımlarına göre estetik, insan yapımı olan her nesnenin ve alanın ölçülebilir ve hesaplanabilir bir özelliğidir ve mantıksal bir sistemdir (Holt, 2020). Ayrıca, HfG Ulm'de insan-makine arayüzlerine odaklanılan ve iletişim teknolojileri ile ilgilenilen dersler verilmiş ve araştırmalar yapılmıştır (Glanville, 2009; Moyano ve Zuaznabar, 2018; Holt, 2020).

HfG Ulm'ün Bill'den sonra göreve gelen yöneticisi Tomás Maldonado ise, müfredata mühendislik bilimleri ile ilişkili olan, ergonomi ve yapay zeka gibi derslerin eklenmesine öncü olmuştur (Rhi, 2019). Maldonado döneminde yeni ders programları oluşturulurken, Scholl ve Aicher'in, resim ve heykel ile ilişkili derslerin programa dahil edilmemesini özellikle talep ettiği görülmekte, sosyoloji, politika, psikoloji, felsefe ve tarih ile ilişkili olan derslerin ise yalnızca sosyal ve siyasi farkındalık gerekçesiyle programda olmasını kabul ettikleri bilinmektedir (Betts, 1998). Betts'in, Bill'den alıntıladığı üzere, HfG Ulm'e göre form, gündelik objelerde, *yüksek sanatı* değil, işlevi ve amacı ifade etmelidir. HfG Ulm'ün bütün yöneticileri, daha önceki Bauhaus okullarına oranla, bilimi, mühendisliği ve

teknolojiyi daha fazla önemsemekte, hem Arts and Crafts'ın, hem de daha önceki Bauhaus okullarının siyasi ideolojilerinden, estetik anlayışlarından ve eğitim yaklaşımlarından uzaklaşmaktadır. Özellikle de HfG Ulm, atölye odaklı eğitim yaklaşımını tercih etmediği için (Rhi, 2019) malzemeleri işleme bilgisi teorikleşmiştir.

Maldonado, temel tasarım dönemini daraltma önerisinde bulunduğunda ise, Bill'in, sanatın tasarım eğitimi içerisindeki payının gün geçtikçe azalmasına itiraz ettiği ve Maldonado'yu okulu *tekniksellestirerek dejenere etmek* ile eleştirdiği bilinmektedir (Holt, 2020). Aslen, Maldonado'dan önce estetiği matematiksel bir konu olarak tasvir eden Bill'in kendisidir (Krippendorff, 2005). Önceki Bauhaus'lara oranla daha modernist yaklaşımlara sahip olan Bill'in bile, HfG Ulm'ün tasarım ve eğitime yaklaşımlarında sanatın etkilerinin azalmasına tepki göstermesi HfG Ulm'de modernistleşmenin aşırılaştığına işaret etmektedir. Bill'in, istifa etmesinin ardından Maldonado bilimsel yaklaşımlara daha fazla ağırlık vermiştir: Örneğin, 1958'deki ders programında renkler ile ilişkili dersler kaldırılmış, bilimsel teoriye ve mühendislik bilimlerine ilişkin derslerin sayısı artmıştır (Betts, 1998).

HfG Ulm, doğrudan endüstriyel tasarıma odaklı derslere yer veren, hatta asıl odağı sanat değil endüstriyel tasarım olan ve sanayi ile endüstriyel tasarım eğitimi arasında önemli bağlantılar kurmuş bir enstitüdür (Rhi, 2019). Söz konusu bağlantılar arasında en bilinen örnek, HfG Ulm'ün 1961'e kadar Braun firmasının tasarım süreçlerine verdiği hizmetler (Oswald, 2012) ve 1961'den sonrasında ise şirketin yeni kurulan tasarım departmanına ve departmanın başındaki Dieter Rams'a verdiği desteklerdir (Rhi, 2019). Okulun katkı sağladığı şirketlere verilebilecek diğer önemli örnekler ise Kodak (Rodgers ve Milton, 2011) ve Olivetti'dir (Holt, 2020). HfG Ulm hem endüstriyel tasarıma yaklaşımı, hem de şirketler ile kurduğu yakın ilişki bakımından Batı Almanya modernizminin temsilcisidir (Betts, 1998). HfG Ulm, endüstriyel tasarımda estetiği spiritüellikten, sanatçı-tasarımcı anlayışından, yüksek sanat odaklı eğitimden neredeyse tamamen uzaklaştırmış, bilim ile endüstriyel tasarım arasındaki ilişkiyi güçlendirmiş ve teknolojiye endüstrinin ihtiyaçlarını gözeterek yaklaşan pozitivist bir anlayışı izlemiştir (Holt, 2020; Groll ve Hunter, 2015).

Postmodernizm dönemi

HfG Ulm, endüstriyel tasarım eğitimi tarihinin 1970'lere kadarki en modernist dönemidir. HfG Ulm'de *teknik uygarlık* teorileri, *estetiğin endüstriyelleşmesine* ilişkin görüşler ve

matematiksel estetik yaklaşımları artarken, hem akademik personelin, hem de öğrencilerin, söz konusu anlayışlara ilişkin itirazları olmaya başladığı anlaşılmaktadır (Betts, 1998). Weimar'daki ve Şikago'daki Bauhaus'ların ardından, bilim, teknoloji ve sanatın birlikte icra edilmesine ilişkin eğitimsel girişim, HfG Ulm'de yaşanan krizlerin etkisiyle üçüncü kez uzlaşmazlıklar ile sonuçlanmıştır (Findeli ve Benton, 1991; Howard, 1997; Wölfel ve Krzywinski, 2019). 1960'ların sonuna gelinirken, Weimar Bauhaus'a finansman sağlamış olan Weimar koalisyonu destekçiler bilimsel işlevselciliği ve modernizmi kimliksizleşmek ile yoğun şekilde eleştirmeye başlamıştır (Betts, 1998). 1965'e gelindiğinde ise, Almanya Ulusal Demokrat Partisi'nin kurulması aracılığıyla Almanya'da sağ görüşlü siyaset tekrar güçlenmeye başlamıştır ve Amerika Birleşik Devletleri Vietnam'da savaşmaya devam etmektedir. Her ikisinin de etkisiyle, '68 kuşağı olarak tanınan, sol görüşlü Alman öğrenci grupları protestolar yapmaya başlamıştır (Niethammer, 2001). Protestocuların bilimsel işlevselciliğe tepki gösteren tutumu ile zıtlık gösteren HfG Ulm'ün yaklaşımları (Betts, 1998), öğrenci ve öğretmenlerin enstitüyü terk etmesiyle ve 1968 protestolarının etkisiyle enstitünün kapanmasıyla sonuçlanmıştır (Findeli ve Benton, 1991).

'68 kuşağı, tıpkı Morris gibi politik sanatı yücelten pragmatizme ve Marksist estetikçiliğe yönelmiştir (Leslie, 1997). *Postmodernizm*, literatürde ilk olarak 1930'larda kullanılmış bir tanım olsa bile, etkileri '68 kuşağı döneminde, 1960'lar ve 1970'lerde görülmektedir (Cerullo, 1994). Cerullo'ya göre postmodernizme ilişkin iki karşıt kavram mevcuttur: İlki, '68 kuşağı postmodernistlerinin, sanata ve tasarıma Marksist estetik üzerinden yaklaşması ve modernizmi eleştirmesidir. İkincisi ise, günümüze doğru *gülünç* olmak ile eleştirilmiş, abartılı bir tüketim kültürüdür. Postmodernist tüketim kültürünü *Flâneur* simgelemektedir (Leslie, 1997). *Flâneur*, mağaza vitrinlerinin önünde avare şekilde gezen, çevresine kendi yaşam tarzının gösterişçiliğini yapan temsili bir kişidir (Simmel, 1978). Postmodernistlere göre ise postmodernizm, *Flâneur* personasının tam aksine, bilimsel işlevselciliğin yarattığı aşırılaşan tüketimi eleştiren bir yaklaşımdır (Cerullo, 1994). Postmodernist estetiğin söz konusu çelişkisinin dönemin objelerine de yansıdığı görülebilir: Örneğin, Apple Macintosh G3, sözde sanatı yücelten (Brown, 2003) soyut dışavurumcu bir yaklaşımla, çocuksu ve *şirin* olması amacıyla tasarlanmış olsa bile (Legge, 2016), yine de Macintosh, modernist teknolojiye ait kitlesel bir tüketim ürünüdür: Çünkü, postmodernist eleştiriye göre bilgisayar, *beyaz-yakalıları* işe yabancılaştırmıştır (Ali, 2009). Postmodern tüketim kültürünün sembollerinden olan Sony Walkman (Hodder, 1990) aslen yenilikçi teknolojiler sayesinde radikal şekilde küçültülebilmiş, işlevselci, *pürüzsüz*, minimalist ve modernist

estetiğe ilişkin bir ürünüdür (du Gay, ve diğ., 1997). Macintosh ve Walkman örnekleri, Weimar Bauhaus döneminde başlayan ve HfG Ulm döneminde güçlenen minimalist estetik yaklaşımlarının 1980'lerdeki postmodernist dönemde de devam ettiğini göstermektedir.

Kennedy (2015), sanat ve tasarım akımlarını kronolojik sıra halinde sunduğu çalışmasında, postmodernizmden sonra, diğer başka bir ana akıma daha yer vermemektedir. Gibbons'a (2017) göre ise postmodernizm sonlanmaktadır. Estetik anlayışını postmodernizmden alan, söz konusu anlayışı küreselleşmenin etkileri ile birleştiren *altmodernizm* isimli yeni bir modernizm dönemi başlamaktadır (Bourriaud, 2015). Bourriaud, altmodernizmi artmakta olan iletişim araçlarına, küreselleşmenin ürettiği karma-kültürlülüğe ve karma-kültürün melezleştirdiği kimliklere bağlamıştır. Postmodernizm sürecinde bazı alt akımlar yaşanmış ve özellikle 1990'larda başlayan ve günümüzde devam eden *kullanıcı deneyimi* (Kennedy, 2015) söz konusu akımların en önemlilerinden biri olmuştur.

Matheson'a (2006) göre, gündelik estetiği tasarlayan *yaratıcılar sınıfı,* popüler kültürün üreticileridir. Kültür vücut dışı bir kavram olduğu için sosyal olmak zorundadır (Pieterse, 2003). Kültür, kolektiftir, süregelmektedir, nicel ve somut olan değerlerden beslenir, çevre ve objelerin kullanılışına, sembollere, seremonilere ve ritüellere önem vermektedir ve bazen de kuralcıdır (Chaney, 1996; Timur, 2001; Sparke, 2004; Srnka, 2004; Deneçli, 2013). Nesneler ise, maddi kültür olarak bilinen bir beceriye sahiptir: Tasarlandıkları yöreye, zamana ve onları tasarlayan bireylere ilişkin değerleri taşıyabilirler (Simmel, 1978; Prown, 1996). Öte yandan, küreselleşen dünyada ticaret; örneğin bir Osmanlı halısının motifindeki Müslüman kültürünü, Güney Amerika'ya And Dağları'ndaki bir valiliğe kadar götürebilmektedir (Gutiérrez, 2017). Ticaret aracılığıyla nesneler farklı kültürleri birbirleri ile etkileşime sokmaktadır. Uluslararası ticaretin yarattığı küreselleşme sebebiyle kültür artık bir kompozittir (Pieterse, 2003). Çünkü, küreselleşme *monoisttir* (Roudometof, 2015): *Monoistlik,* küreselleşmenin kompozit olan tek bir melez kültür üretmeye odaklı olduğu anlamına gelmektedir. 1930'larda Hitler ve Nazizm de, Bauhaus modernizmini, melez olan bir kültürü temsil etmek ile eleştirmektedir (Taylor, 1974). Modernist estetiğin, melez bir kültüre zemin hazırladığı kabul edilebilir. Küreselleşme, kültürü melezleştirmek aracılığı ile tüketicilerin talebini de homojenleştirmektedir (de Mooij, 2015). Söz konusu homojenleşme, endüstrinin ütopyasıdır (Evans, ve diğ., 2009). Toplum homojenleştiğinde bir mal, çok daha büyük bir kitleye satılabilir hale gelmektedir. Küresel tüketici kültürü, farklı zevk ve alışkanlıkları olan, hatta bazen çatışan bakış açılarına sahip bireylerin ve

toplulukların ortak simge ve lisanlar aracılığı ile iletişim kurmasıdır (Holt, ve diğ., 2004). Günümüzde, Apple, yukarıdaki monoist yaklaşımın bir örneği olarak gösterilebilir.

Gelişmekte olan ülkelerde ve Türkiye'de endüstriyel tasarım

HfG Ulm'ün de kapatılmasıyla, öğretim görevlilerinin ve öğrencilerin bazıları Amerika Birleşik Devletleri'ne, bazıları Brezilya'ya, Arjantin'e, Şili'ye ve Meksika'ya yerleşmiş, gelişmekte olan bu ülkelerde dernekler veya endüstriyel tasarım bölümleri kurmuş ve öğretim görevlisi olarak çalışmaya ve tasarımın ve estetiğin bilimine ilişkin araştırmalar yapmaya devam etmişlerdir (Moyano ve Zuaznabar, 2018). Latin Amerika ülkelerinin yanı sıra, aralarında Türkiye'nin de bulunduğu (Şatır, 2006; Özcan, 2009) gelişmekte olan diğer ülkelerde de endüstriyel tasarım bölümleri açılmaya başlamıştır (Reid, 1978; Moyano ve Zuaznabar, 2018). 1970'lerin başında, Asya'daki, Latin Amerika'daki ve Orta Doğu'daki gelişmekte olan ülkelerde endüstriyel tasarım bölümleri yeni kurulmakta olduğu için, söz konusu ülkelerin endüstriyel tasarım yaklaşımları henüz *embriyonik aşamadır* (Er, 1993). Yani, henüz gelişmeye yeni başlamaktadır.

1970'lerden sonra ise gelişmekte olan ülkelerde endüstriyel tasarım önem kazanmaya başlamış ve hükümetler tarafından da desteklenmiştir (Bonsiepe, 1977). Ancak, endüstriyel tasarım çalışmaları değerlendirebilecek yaklaşımların eksikliği yaşanmaktadır (Er, 1993). Kitlesel yaygınlığa ulaşan nesneler tasarlayan bazı tasarımcıların, tasarladıkları nesnelerin toplumsal etkileri olabileceğine ilişkin hassasiyetleri kaybolmaktadır (Bonsiepe, 1977). Er, (1993) 1990'lara kadar söz konusu problemin sürdüğüne dikkat çekmiştir. Er, 1990'ların başında, gelişmekte olan ülkelerde, güncel tasarım yaklaşımlarına ilişkin tartışılmaların az olduğuna değinmektedir. Mesleki yazını oluşturacak olan araştırmalar nadirdir (Margolin, 1989). 1966'da İstanbul Devlet Tatbiki Güzel Sanatlar Yüksek Okulu'nun bir öğrencisi olan İlhan Erhan HfG Ulm'e gönderilmiştir (Şatır, 2006). Günümüzde Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi ismiyle bilinen okulun söz konusu dönemdeki yöneticisi Mustafa Aslıer'in, İlhan Erhan'ın Almanya'ya gönderilmesinden sonra, 1967'de, bir endüstriyel tasarım bölümü kurulacağını duyurduğu ve 1971'de ise bölümün resmi olarak açıldığı görülmektedir (Özcan, 2009). Erhan, Türkiye'ye döndüğünde söz konusu bölümde doktora çalışmasını tamamlamış ve öğretim görevliliğine başlamıştır. Endüstriyel tasarım bölümü kurulmadan önce, uygulamalı sanatlara ilişkin eğitim zaten verilmektedir, ancak sanayi ürünlerinin tasarımına odaklı bir eğitim programı yoktur ve ihtiyaç duyulur durumdadır

(Şatır, 2006). Aslen, İstanbul Devlet Tatbiki Güzel Sanatlar Yüksek Okulu'ndan daha önce, 1960'larda, Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde de bir endüstriyel tasarım bölümü kurma girişiminin olduğu bilinmektedir (Reid, 1978). Ancak '68 kuşağının siyasi krizinin Türkiye'de de etkili olmasından ötürü, bölüm, yeterli ekonomik desteği bulamamış ve faaliyete geçememiştir (Şatır, 2006; Reid, 1978). Reid'e göre, söz konusu dönemde, diğer bazı gelişmekte olan Orta Doğu ülkelerine oranla Türkiye'nin tasarım ve sanat tarihine ve estetik yaklaşımlarına ilişkin kütüphanesi daha donanımlıdır. Ayrıca Türkiye, diğer bazı ülkelere oranla endüstriyel tasarımcılığı daha iyi özümser durumdadır. Öte yandan, Reid'e göre, tıpkı ziyaret ettiği diğer gelişmekte olan ülkelerde de olduğu gibi, Türkiye'nin en büyük eksiği, özgün sınai ürünlerin tasarımına ilişkin deneyimin yetersizliğidir. Söz konusu dönemde Türkiye, gelişmekte olan Latin Amerika ülkelerine benzer bir ekonomi politikası izlemekte, özgün ürünler geliştirmektense, ithal ürünlerin kopyalanmasına ilişkin bir tasarım anlayışını tercih etmektedir (Er, 1993). Er'e göre gelişmekte olan ülkelerin endüstriyel tasarım literatürlerinin eksik olmasının asıl sebebi de henüz özgün tasarımlar yapılmıyor olmasıdır. 1980 öncesinde, Türkiye'deki birkaç şirkette tasarım departmanları kurulmuş olduğu, ancak bu departmanlarda hiçbir endüstriyel tasarımcının çalışmadığı görülmektedir (Reid, 1978). 1980'den sonra ise, Türkiye'nin ithalat politikaları değişmiş ve Türk sanayisi, iç pazarda ithal ürünler ile rekabet etmek zorunda kalınan yeni bir sürece girmiştir (Irkdaş Doğu, ve diğ., 2015). Türkiye sanayisi, ancak 1990'lardan itibaren özgün ürünler geliştirme amacı ile endüstriyel tasarım faaliyetleri yürütmeye başlamıştır.

Batı Avrupa ülkeleri ve Amerika Birleşik Devletleri, zanaat odaklı yaklaşımlar ile başlayan ve postmodernizme kadar süren bir dönemde, estetiğin felsefine ilişkin farklı yaklaşımları deneyimlemiş ve tasarım aracılığıyla estetiği gündelik yaşamın sıradan bir parçası olarak içselleştirir hale gelmiştir (Begum, 2015). Gelişmekte olan ülkelerde ise endüstriyel tasarım ancak 1970'lerden sonra yaygınlaşmaya başlamıştır. Reid (1978) incelemek amacı ile ziyaret ettiği Orta Doğu ülkelerinin bazılarında, endüstriyel tasarım bölümlerinin sanat veya mimarlık yerine mühendislik kökeninden geliştiğini belirtmekte ve eleştirmektedir. Türkiye'de ve çoğu diğer gelişmekte olan ülkede, endüstriyel tasarım, zanaatten dönüşerek oluşan bir meslek değildir. Türkiye'nin zanaate ve dekoratif sanat ürünlerine ilişkin zengin bir tarihçesi olmasına (Talas, 1959) ve Türkiye'de ilk faaliyete geçen endüstriyel tasarım bölümünde tıpkı Bauhaus'taki gibi atölye odaklı bir eğitim planlanmasına rağmen (Şatır, 2006) makineli imalata yönelik tasarımlar yapmaya ilişkin bu meslek zanaatten dönüşerek oluşmayıp ithal edilerek getirildiği için zanaat kökenli yaklaşımların özümsenmesi vakit

almıştır. Türkiye'de önceleri verilmiş olan endüstriyel tasarım eğitiminin, Türkiye gibi gelişmekte olan bir ülkeye uygun olmadığı, aksine gelişmiş bir ülke ihtiyaçlarına hizmet edebileceği de iddia edilmiştir (Irkdaş Doğu, ve diğ., 2015). Gelişmekte olan ülkelerde, ithal edilerek ekonomiye katılan nesneler, kökeninde farklı bir ülkenin kültürünü taşıdıkları için, sonradan teknolojileri ve formları kopyalanarak yerlileştirildiklerinde, söz konusu nesneler yalnızca becerileri ve biçimleri bakımından değil, farklı bir kültür için tasarlanmış olan deneyimleri bakımından da kopyalanmış olmaktadır.

Günümüzde endüstriyel tasarımda estetiğe yaklaşım

Endüstriyel tasarımın estetiğe yaklaşımı günümüze doğru modernistleşirken, tasarım akımları ve tasarım eğitimine ilişkin yaklaşımlar hem siyasetten etkilenmiş, hem de Amerika'nın Marshall planının bir parçası olarak değerlendirilecek kadar (Şatır, 2006) siyasete etki etmiştir. Kökeninde, siyasi gerekçelerle ortaya çıkmış olsa bile, gündelik ve pragmatist estetiğe odaklı felsefesi devam etmektedir. Arts and Crafts, Bauhaus, The New Bauhaus ve HfG Ulm dönemlerinin hepsinde endüstriyel tasarımın odağı gündelik nesne, çevre ve hizmetler ile yaşanan etkileşimlerin deneyimlerinin kalitesini arttırmak olmuştur. Nicolette Lee'ye (2006) göre, günümüzde, hala birçok mimarlık ve endüstriyel tasarım bölümünün, usta-çırak ilişkisi benzeri bir öğrenci-öğretmen ilişkisi aracılığıyla, öğrenciye deneyimleterek ve deneyler yaptırarak tasarım eğitimi vermektedir. Deneyimsel öğrenme odaklı pragmatist eğitim yaklaşımı sürmektedir. Öte yandan, Zeng (2017), günümüzdeki endüstriyel tasarım eğitiminin estetiğe olan yaklaşımını, deneyimsel öğrenmeye daha az odaklanmak ile ve *Bauhaus ruhunu taşımamak* ile eleştirmektedir. İlk Bauhaus'tan günümüze doğru, atölyelerin endüstriyel tasarım eğitimi içerisindeki önemi azalmış ve öğrencilerin deney yapma ve deneyimleme olanakları kıtlaşmış (Findeli ve Benton, 1991), tasarım eğitiminde pragmatist estetik anlayışından uzaklaşılmıştır (Petrina ve Dalley, 2003). Söz konusu kıtlaşma, HfG Ulm döneminde güçlenen ve modernizm aracılığıyla etkileri devam eden bilimsel işlevciliğe (Betts, 1998) ve uygulamalı atölye eğitiminin yerini araştırma odaklı eğitimin almasına (Findeli ve Benton, 1991) dayandırılabilir. Ancak, 2000'ler ile birlikte, endüstriyel tasarım eğitiminde yeni bir döneme girilmiş olabilir. Günümüze doğru, hem üretimin hem de tasarımın araçları dijitalleşmiş, tasarım eğitiminin dijitalleşmeye uygun hale getirilmesi gerekmeye başlamıştır (Beardon, 2002; Ehn, 1998; Findeli, 2001). Doyle (2016), dijitalleşme aracılığıyla tasarımcıların modern imalat yöntemlerine ilişkin hakimiyetinin arttığını ve pragmatist estetik ile tasarımcılık

arasındaki ilişkinin yeniden güçlenebileceğini öne sürmektedir. McCullough (1996) zanaatin yok olmadığı, ancak yeni dijital araçlara uyum sağlamak üzere evrim geçirdiğini iddia etmektedir. Tasarımda dijital araçların kullanılması ile pragmatist estetik arasındaki ilişki, bu araştırmanın kapsamını aşan farklı bir tartışma konusu olsa da, teknolojik gelişmeler sonucunda gündelik estetiğin dijitalleştiği açıktır. Artık, dijital olan şeyler, pragmatist estetiğin konusu haline gelmiştir (Fiore, ve diğ., 2005).

2.2.3. Endüstriyel tasarım ve teknoloji

Endüstriyel tasarımın kapsamının gün geçtikçe genişlemekte olduğu, literatürde sıkça yer bulmaktadır (Gill, 2003; Howell, ve diğ., 2016). Bu genişleme doğrudan teknolojik gelişmeler ve dijitalleşme ile ilişkilidir (Funk, 2007). Hem, bilgisayar teknolojilerinin ve yazılımlarının gösterdiği gelişmeler sayesinde tasarımcılar yeni kabiliyetler kazanmakta (Coşkun, ve diğ., 2018), hem de dijital arayüzler ile yaşanan etkileşimlerin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Benyon'un (2019) çalışması örnek gösterilebileceği üzere, kullanıcı arayüzü tasarımı veya kullanıcı etkileşimi tasarımından söz edilirken çoğunlukla sanal arayüzlerinin tasarımına odaklanıldığı görülebilir. Geçtiğimiz yıllar içerisinde, özellikle tamamen sanal olan ürünlerin ve hizmetlerin tasarımının hızla popülerleştiği görülmektedir (Funk, 2007). Funk'ın alıntıladığı Marc Andreessen'e göre, *yazılım dünyayı yutmaktadır*. Yazılımın popülerliğinin gün geçtikçe artması donanım tasarımına olan ilgiyi etkilemişse bile, aslen dijitalleşen donanımlardır (Page, 2016). Donanımlar ile yaşanan etkileşimlerin tasarlanmasına ihtiyaç duyulmaya devam etmektedir (King ve Chang, 2016). Öte yandan, donanımı, materyal ve fiziksel olarak, yazılımı ve dijital olanı ise sanal olarak ayrıştırıp, birbirine karşıt hale getirmek hatalıdır (Lévy, 1998). Çünkü aslen donanım, materyal ve sanal olanı birleştiren bir köprüdür (Beardon, 2002).

Teknoloji

Salguerio'ya (2020) göre insan, teknolojiyi, kendi vücudunun sınırları ile sürekli artmakta olan bilgisi arasında oluşan boşluğu doldurmak için kullanma çabasındadır. Salguerio'ya göre teknolojik bir varlık olmak artık insanın karakteristiğidir. Salguerio'nun sözleriyle, *insan teknolojik bir hayvandır* ve teknoloji, doğanın sunduklarını insanlığın amaçlarına uygun hale dönüştürme amacındadır. Teknoloji, inovasyonun bir ürünüdür ve mühendislik dalları ile ilişki içerisindedir (Lachapelle, ve diğ., 2018). İnovasyon, rekabetin yarattığı bir

zorunluluktur (Schumpeter, 1943). Rekabet ise şirketlerin ve devletlerin kalkınma araçları arasındadır (Carlin, ve diğ., 2004; Steffens, ve diğ., 2009). Teknoloji, yeni araçlar ve malzemeler tasarlamak ve tasarlanmış olanları üretmek için kullanılan bilginin bütünüdür (Fomunyam, 2019). Teknoloji, teknolojik bilginin uygulamaya geçmesidir (Heilbroner, 1994). Teknolojik bir *ürün*, aslen insan tarafından üretilmiş herhangi bir *ürün*, herhangi bir alettir (Fossa, 2018). Ancak, nesneler, farklı düzeyde teknolojik olabilir (Soltanzadeh, 2015). Fossa'nın görüşünün aksine Soltanzadeh'e göre her ürün teknolojik değildir ve teknolojik bir ürüne ait her fonksiyon teknolojik olmayabilir. Soltanzadeh'e göre, bir şeyin ne kadar teknolojik olduğu, o şeyin ne kadar yeni bir problemi çözdüğüne, problemin çözümünün gereksinimlerinin ne kadar karmaşık olduğuna ve çözümün beraber kullanıldığı diğer teknolojilerin seviyelerinin de yüksek olup olmadığına bağlıdır. Örneğin, bir cep telefonu ile mesajlaşmak, onun fener ışığını kullanmaya oranla daha teknolojiktir, ancak, çözdükleri problem aynı bile olsa, bir cep telefonunun feneri, bir el fenerine oranla daha teknolojiktir. Öte yandan, teknoloji, tasarlamanın ve üretmenin bilgisi olduğundan ötürü en ilkel tasarım bile teknolojik bir bilgi ile ilişkilidir (Fomunyam, 2019). İnsanlığın ürettiği ilk nesne, insanlığın ilk tasarımı ise (Heskett, 2002), insanlığın o nesneyi üretebilmek için geliştirdiği ilk yöntem de insanlığın ilk teknolojisidir. Teknoloji, herhangi bir şeyin nasıl üretileceğinin bilgisi iken, teknolojiklik ise bilinen çözümlerden farklılaşmak, bilinen çözümlere oranla daha karmaşık olmak veya öyle algılanmaktır.

Teknoloji ve insan arasındaki ilişki döngüseldir, yani, ikisi bir çevrim içerisinde birbirini etkilemektedir (Prisecaru, 2016). Teknolojiyi şekillendiren insan olsa bile modern toplumu şekillendiren teknolojidir (Fomunyam, 2019). Teknolojik gelişmelerin gündelik estetiğin büyük bir kısmı haline gelmesi ise elektrik ve elektronik teknolojilerinin bir sonucudur (Fomunyam, 2019; Prisecaru, 2016). Elektronik aracılığı ile teknoloji; fiziksel, dijital ve biyolojik olanlar arasındaki boşluğu kapatmaktadır (Fomunyam, 2019; Ferrari, 2017). Günümüzde, toplum, özellikle de gençler ve çocuklar, teknolojiyi, yalnızca internet, bilgisayar veya elektronik olan aletler olarak algılamaktadır (Lachapelle, ve diğ., 2018). Üçüncü sanayi devriminin, elektronik ve bilgi teknolojilerinin baskın olduğu bir dönem olması ve dördüncüsünün de onun üzerine kurulmaya başlaması (Ferrari, 2017), toplumun söz konusu algılayışının gerekçesi olabilir.

Endüstriyel tasarımcı, hem tasarlayabilmek için teknolojik araçlara ihtiyaç duyar hale gelmiştir (Coşkun, ve diğ., 2018), hem de tasarladıkları aracılığıyla teknolojik bilgiye katkı

sağlayabilir (Yoshioka-Kobayashi ve Watanabe, 2016). Endüstriyel tasarımcılar, insanların ve toplumun istek ve ihtiyaçlarını tespit edebilir, söz konusu örtük beklentiyi tatmin eden yeni konseptler geliştirebilir, konseptler aracılığıyla yeni teknolojilere ilişkin gereksinimler oluşturabilir veya geliştirilmiş olan teknolojiler arasından istek ve ihtiyaçlara doğru şekilde hizmet edecek olanları seçebilir (Sundberg, 2019). Teknoloji, tasarımcının, eskiden değerli olan bazı vasıflarını elinden almakta, tasarımcılar teknoloji ile ilgili beceriler geliştirmek zorunda kalmaktadır (Krippendorff, 2005). Söz konusu tasarımcılar, yalnızca endüstriyel tasarımcılar değildir. Aynı zorundalık mimarlar, iç mimarlar, grafik tasarımcıları gibi diğer tasarımcılar için de geçerli durumdadır. Günümüzde, birçok endüstriyel tasarım bölümü, zanaat ile ilişkili olan derslerin yerine teknoloji tabanlı derslere daha çok yer vermektedir (MacEachren, 2004). Ders programlarındaki modernist değişimin başlangıcı Bauhaus'a kadar dayanmaktadır. Başta amacı zanaati yüceltmek olan Bauhaus'taki tasarım eğitiminin, sonradan sanat ile teknolojiyi ve sanatçılık ile mühendisliği birleştirmek haline evrimleştiği anlaşılmaktadır (Cimino, 2003). Öte yandan, teknoloji, zanaatin yeni aracı (McCullough, 1996) ya da zanaatkarın bir yardımcısı (Molloy, 2017) olarak da değerlendirilmektedir.

Endüstriyel tasarım, teknolojiyle ve bilimle ilişkili olan *multidisipliner* bir meslek, yani çok disiplinli bir iş olarak tanıtılmaktadır (Mubin, ve diğ., 2017; Howard, 1997; Wölfel ve Krzywinski, 2019). Ancak, diğer bir görüşe göre ise endüstriyel tasarım *interdisipliner*, yani disiplinler arası bir branştır (Li-Jun, ve diğ., 2016). Bazı endüstriyel tasarım bölümleri mühendislik bilimlerine ilişkin derslere daha çok yer vermektedir (Pedgley, 2010). Bazı bölümlerin ise endüstriyel tasarım mühendisliği veya endüstriyel tasarım ve teknoloji gibi isimlere sahiptir (McCardle, 2002; de Vere, ve diğ., 2010). Ancak 2010'lara kadar, söz konusu bölümlerin, sınai ürünlerin teknolojileri ile ilişkili olabilecek bütün mühendislik bilimlerini değil, çoğunlukla yalnızca makine ve imalat mühendisliğini ön planda tuttuğu (de Vere, ve diğ., 2010) ve Pedgley'nin (2010) çalışması incelendiğinde, söz konusu bölümlerin küçük bir bölümünün elektronik ya da bilgisayar mühendisliği gibi diğer mühendislik branşlarına ilişkin derslere yer verdiği görülmektedir. Günümüzdeki müfredatlarda, elektroniğe ilginin arttığı görülebilir. Türkiye'de ise elektronik teknolojileri ile ilişkili dersler hala nadirdir.

Mühendislik kökenli ve teorik öğrenmeye dayanan dersler, endüstriyel tasarım eğitiminin deneyimsel öğrenme alışkanlıklarına uygun değildir (Molwane, ve diğ., 2017). Akbulut'a göre (2015) endüstriyel tasarım mühendisliği bölümleri, endüstriyel tasarım bölümlerine

denk kabul edilmemelidir: Söz konusu bölümler, endüstriyel tasarım ile endüstriyel tasarım çalışmalarının tamamlayıcısı olan mühendislik branşları arasındaki ara bölüm niteliğinde kurgulanmaktadır. Akbulut'un araştırma yaptığı tarihte, Türkiye'de henüz üç üniversitede endüstriyel tasarım mühendisliği bölümü bulunduğu görülmekte ve üçünün de 2012'den sonra öğrenci almaya başladığı anlaşılmaktadır. Ancak, endüstriyel tasarım bölümlerinde verilen malzeme ve üretim teknikleri, strüktür, statik ve mukavemet, mekanizmalar gibi zorunlu derslerin mühendislik bilimlerine dayanması sebebiyle mühendisliğin kapsamının da anlaşılması gereklidir.

Mühendislik

Mühendislik, bilimsel prensiplerin, pratik uygulamayla, yaratıcı şekilde, tasarıma, üretime ve üretilmiş olanların yürütülmesi amacıyla kullanılmasıdır (Günay, 2018). Teknoloji ve mühendislik bilimleri sıkça bir arada anılmakta, bazen ise teknolojik bilimler ismi verilen tek bir kavramda birleştirilmektedir (Mitcham ve Schatzberg, 2009). 1700'lerden itibaren, bilimin ürettikleri ile ekonomik kalkınma arasındaki ilişkinin güçlenmesi teknoloji ve mühendislik arasındaki bu ilişkinin sebebidir. Mühendisin görevi, bilimin ürettiği genel teorileri, tasarımda ve üretimde uygulanabilir hale getirmek (Capecchi, 2020), tasarlanmış olanın üretiminde teknolojiden faydalanmaktır (Günay, 2018). Mühendisin yaptığı iş bazen *mühendislik bilimi* olarak da tanımlanmakta ve tanımın ilk kullanımlarından birinin 1729'da Bernard Forest de Bélidor olduğu görülmektedir (Channell, 2019). Modernizmin 1700'lerde başlamış olduğu (Güntay, 2020) dikkate alınırsa, mühendisliğin bilime dayalı bir iş haline gelmesinde modernizmin etkili olduğu anlaşılmaktadır. Mühendis, söz konusu dönemden itibaren bilim insanı ile son kullanıcı arasındaki bağlayıcıdır (Capecchi, 2020).

Mühendisliğin *tasarım* kavramına yönelik yaklaşımı, endüstriyel tasarımın yaklaşımından çok farklı değildir: *Mühendis*, insanlığın ihtiyaçlarını karşılamak için, bilim, matematik ve ekonomiden faydalanan kişidir ve *mühendislik* ise doğanın kaynaklarını insanın faydasına kullanmanın sanatıdır (Frezza, 2009). Frezza'nın tanımı, Sokrates'in (Platon, 2017) üretme işinden bir sanat olarak bahsetmesiyle örtüşmektedir. Mühendisliği, sanattan, zanaatten ve endüstriyel tasarımdan ayırt eden, tasarıma, estetik odağında yaklaşmamasıdır (Findeli ve Benton, 1991). Ancak, Frezza'nın yaklaşımına göre, mühendisliğin felsefesi ile estetiğin felsefesi birbirlerine karşıt değildir.

Mühendis ile makine arasında da bir ilişki vardır: Klasik Latince'de *machina,* bir makine veya bir makinenin tasarımı ve taslağı, *machinator* ise mühendis, makinelerin tasarımcısı, operatörü anlamına gelmektedir (Cranston, 2002). Cranston'ın açıkladığı üzere *engineer,* yani mühendis kelimesinin İngilizcesi, ya *engine* kökünden ya da Fransızca'daki *ingénieur* kelimesinden türemekte, ingénieur ise Klasik Latince'deki, beceri veya dahilik anlamlarına gelen *ingenium* kelimesinden gelmektedir. Mühendisliğin günümüzde bilinen anlamının, milattan önceye kadar dayanan bir geçmişi olduğunun kanıtı Arşimed'in bir mektubunda *matematiksel soruların mekanik anlamlarda düşünülmesi* ifadesine yer vermiş olmasıdır (Bragastini, 2010). Günümüzden 400 000 yıl önce üretildiği düşünülen mızrakların ağırlık merkezlerinin, günümüz teknolojileri ile üretilen olimpik ciritlerinki ile benzer olmasına dayanarak, tarih öncesi dönemlerde mühendisliğin deneme-yanılmaya dayandırıldığı, yani deneysel bilim aracılığıyla mühendislik tasarımları yapıldığı görülebilir (Cranston, 2002). Dolayısıyla, tıpkı endüstriyel tasarım gibi mühendislik bilimi de pragmatist olabilmektedir. Cranston, söz konusu ciritlerde bazı çapraz desenler halindeki süslemeler bulunduğundan da söz etmektedir. Dolayısıyla, anlaşılmaktadır ki, mühendislik tasarımının ve estetiğin kurduğu işbirliği, neredeyse bilinen en eski eşyalara kadar dayanmaktadır.

Günümüzde, insanın nasıl bir yaşantısı olduğunu çoğunlukla makineler belirlemektedir (Heilbroner, 1994). Makine, mekanik enerjiyi daha verimli kullanmaya çalışan ve insan gücünden tasarruf eden bir ekipmandır (Yan, 2007; Heskett, 2005). Yan'a göre makine, bir veya birden fazla mekanizmadan oluşabilir ve mekanizma ise birbirleri ile ilişkili olarak hareket eden mekanik elemanların birleştirilmesinden meydana gelen bir montajdır. Öte yandan, Sir Herbert Read'in yaklaşımına göre, her alet bir makinedir ve her makine de bir alettir (Stieber, ve diğ., 2003). Read'e göre, bir aletin davranışı insanın aldığı kararlar ve yansıtmak istedikleri ile şekillenir, fakat makine ise tam aksine insanın müdahalelerinden arınmaya odaklıdır. Makinelerin, insandan daha hızlı ve daha verimli olmak için üretildiği düşünülürse, insan da gereksizleşmektedir (Fomunyam, 2019). Hatta insanın, makinelerin verimliliğine zarar vereceği düşünülebilir. Otomasyonun yükseldiği son endüstri devrimi sürecinde istihdamın imalat sektöründen hizmet sektörlerine doğru kaymış olması da (Blinder, 2006), insanlığın nasıl kendini makineler etrafında organize ettiğinin (Molloy, 2017) bir göstergesidir. Yan (2007), makine kavramını mekanizma elemanları ile daha çok ilişkilendirmiş olsa bile, Rapaport'a (2018) göre örneğin bilgisayar da, belirli formatlardaki veriyi ve bilgiyi toplayan, söz konusu girdileri işleyen ve işlemin sonucunu istenilen formatta geri sunan bir makinedir. Bilgisayar, henüz yeni geliştirilmekte olduğu zamanki

görüşlere göre dijital bir alet (von Neumann, 1945), düz mantığa dönüştürülebilen her problemi işleyebilecek dijital bir makine, mekanik bir beyindir (Samuel, 1953). Hareketli aksamları olsun veya olmasın, insan gücünden, zamandan ve doğal kaynaklardan tasarruf etmeyi amaçlayan ve insan müdahalesini mümkün olduğunda kısıtlayan herhangi bir alet bir makinedir. O makineyi doğru bilimsel prensipler ve teknolojiler ile tasarlayan, üreten ve yürüten mühendis ise (Güntay, 2020; Cranston, 2002) makinenin insansızlaşma amacını (Rapaport, 2018) destekleyerek pozitivizmin faydalanıcısı ve modernizmin üreticisi haline gelmektedir. Endüstriyel tasarım ve mühendisliği yakınlaştıranların da Gestalt pozitivizmi (Bonnemaire ve Liem, 2011) ve tasarım bilimi yaklaşımları (Cross, 2001), yani modernist estetik olduğu iddia edilebilir.

Günümüzde, ortak veya benzeyen bilgisayar destekli tasarım araçlarından faydalandıkları için mühendisler ile endüstriyel tasarımcıların yetkinlikleri arasında yakınlaşma olmuştur (Thilmany, 2003). Hatta, söz konusu araçlar endüstriyel tasarımcılar ve mühendislerin yanı sıra zanaatkarların, sanatçıların ve profesyonel olmayanların da katıldığı tasarıma odaklı tek bir topluluk oluşmasını sağlamıştır (Celaschi, ve diğ., 2013). Endüstriyel tasarımın ve mühendislik tasarımının kapsamlarının yakınlaşması yeni bir tartışma konusu değildir. Hala az sayıda olsalar da endüstriyel tasarım mühendisliği bölümleri mevcuttur (McCardle, 2002) ve Eddie Norman'ın belgelediği üzere bölümlerden bazıları 1980'lerden günümüze kadar faaldir. Öte yandan, endüstriyel tasarım ve endüstriyel tasarım eğitimi literatüründe, mühendislikten söz edilirken (Tavrou, ve diğ., 2011), doğrudan makine mühendisliğinin ve imalatın ima edildiği görülebilir. Endüstriyel tasarım işinin tamamlayıcısı olarak öncelikle makine mühendisliği branşına değinildiği (Akbulut, 2015) görülebilir. *Politeknik* olarak isimlendirilen, disiplinler arası eğitim veren bölümlerden bazılarının, yalnızca makine mühendisliğine ilişkin derslere değil, ayrıca dijital elektroniğe ilişkin derslere yer verdiği görülebilir (Mockford, 1995; Pedgley, 2010; Molwane, ve diğ., 2017). Ancak, dersler kapsamları ve uygulanış şekilleri bakımından eleştirilmektedir (Molwane, ve diğ., 2017). Molwane ve diğerlerinin dikkat çektiği üzere, mühendislik kökenli elektronik dersleri aşırı teorikleştirdiğinde tasarım öğrencileri söz konusu derslerde başarısızlaşmaktadır. Günümüzde, mühendislik eğitiminin kendisi de, *Concieve, Design, Implement and Operate* olarak bilinen ve CDIO olarak kısaltılan, deneyleri, deneyimlemeyi ve aktif öğrenmeyi yücelten bir akıma yönelmiştir (Mauryo ve Ammoun, 2018). Endüstriyel tasarım bölümleri arasında da elektroniğe yönelik benzer yaklaşımlar görülebilir (Erkarslan ve Aykul, 2019),

ancak teorik olmayan yaklaşımlarla yürütülen derslerde bile endüstriyel tasarım öğrencileri elektroniği faydalı görmemekte, elektroniğe ilgi duymamaktadır (Page, 2016; 2018).

Endüstriyel tasarım müfredatlarının imalat endüstrisine ve makine mühendisliğine odaklı oluşu bir tartışma konusudur ve eleştirilmektedir (Yenilmez ve Bağlı, 2020; Varekamp, ve diğ., 2014). Öte yandan, HfG Ulm döneminde elektroniğin endüstriyel tasarım eğitimine yaklaşmaya başladığı kabul edilebilir. Diğer Bauhaus okullarının müfredatlarında olduğu gibi (Gropius, 1923; Findeli, 1990), HfG Ulm'de de, doğrudan elektroniğe ilişkin bir ders görülemiyor olsa da (Oswald, 2012), dijital teknolojiler ve iletişim teknolojileri ile ilgili araştırmalar yapıldığı bilinmektedir (Glanville, 2009). Bazı ülkelerde ise elektronik, lisans öncesi eğitimde de yer bulmakta ve elektroniğe ilişkin orta öğretim düzeyindeki derslerden bazıları 1900'lerin ikinci yarısının başına kadar dayanmaktadır (Schmitt ve Pelley, 1966; Petrina ve Dalley, 2003). Türkiye'de de *teknoloji tasarım* dersleri lisans öncesi eğitimdeki zorunlu derslerin konusu haline gelmiştir (Kılıçkaya Boğ, 2019). Söz konusu derslerde çoğunlukla deneyimsel öğrenme yöntemlerinden, hatta Arduino'dan, sensörler ve motorlar gibi elektronik bileşenlerden faydalanılmaktadır. Öte yandan, Türkiye'de, *teknoloji tasarım* dersi öğretmenlerinin çoğu, Arduino'ya veya elektroniğe ilişkin eğitimleri ve deneyimleri olmadıkları halde teknoloji tasarım derslerini vermeye başlamışlardır (Akbaşlı ve Akyüz, 2021).

Teknolojik nesnelerin tasarımı, 1990'lardan itibaren, endüstriyel tasarımcıların bazı yeni yetkinlik ve becerilere sahip olmasını gerektirir hale gelmiştir (Mockford, 1995). Robotik kodlama ve açık kaynaklı prototipleme aracılığıyla deneyimsel elektronik bilgisinin orta öğretim müfredatlarına girmiş olması, yönleneceği meslekten bağımsız olarak herhangi bir öğrencinin elektroniklerin işleyişini anlamaya ihtiyaç duyacağına işaret etmektedir. Orta öğretim müfredatlarındaki bu değişime rağmen, özellikle Türkiye'deki endüstriyel tasarım müfredatlarının elektronik teknolojilerini dahil etmeye yönelik çok daha sınırlı bir değişim geçirdiği iddia edilebilir. Günümüzde, Internet of Things (IoT), yani Nesnelerin İnterneti olarak bilinen, yoğun dijital bileşenleri olan teknolojik nesnelerin tasarımına ilişkin bir akım yaşanmakta (Page, 2016), IoT'nin etkisiyle ise, Buurmana'a (1997) ve Serkan Güneş ve Çiğdem Güneş'e (2017) göre, endüstriyel tasarım ile birden fazla diğer disiplinin yakın çalışmasını ve özellikle de elektroniğin endüstriyel tasarım eğitimine entegre edilmesini ihtiyaç haline getiren yeni iş alanları oluşmaktadır.

Dijitalleşme

Teknolojik gelişmelere değinilirken sıkça dijitalleşme kelimesinin kullanıldığı görülebilir. *Dijitalleşme*, Sundberg'in (2019) yaklaşımına göre bir nesnenin dijital olmasını değil, toplumda dijital nesnelerin kullanımının yaygınlaşmasını ele alan sosyolojik bir olgudur. Sundberg'e göre, nesnelerin dijital olması ise, *digitization*, yani analog elektroniğin ikili sayı sistemine (İngilizce'de *binary* veya kısaca ikili sistem) dönüştürülmesidir. Ancak, bazı kaynaklarda (Ligthart, ve diğ., 2016; Stein, 2015), *digitization* yerine *dijitalleşme* de, bir nesnenin ikili sayı sisteminden ve yazılımlardan faydalanmaya başladığını anlatmak için kullanılabilmektedir. Söz konusu iki kavramın birbirleri yerine kullanılması, birbirleri ile hem yazılış, hem de anlam olarak benzer olmalarından kaynaklıdır (Brennen ve Kreiss, 2016). Dijitalleşme, sosyoloji veya elektronik ile ilgili bir terim olmanın yanı sıra, bir nesnenin çevre ile iletişiminin kapsamının değiştiğini anlatmak amacıyla da kullanılan bir kavramdır (Ligthart, ve diğ., 2016). Sundberg'in (2019), Stein'in (2015) ve Lightart ve diğerlerinin (2016) yaklaşımları bir arada değerlendirildiğinde, *dijitalleşme*, bir nesnenin teknoloji düzeyinin arttığını (1), bir nesne ile yaşanan etkileşimin kaynağının mekanikten veya analog elektronikten dijital elektroniğe veya yazılımlara dönüştüğünü (2) ve bir topluluğun eskiye oranla daha fazla dijital ürünler kullanmaya başladığını (3) belirtmek üzere üç farklı anlama gelmektedir.

Dijital teknolojilerin hızla yaygınlaşması, insanların makineler ile ve her ikisinin de veri öbekleri ile arasındaki ilişkilerin artması ile ilişkilidir (Prisecaru, 2016). Dijitalleşme, bilgi ve iletişim teknolojilerindeki kalkınmanın bir sonucudur ve toplumun, büyük ve küçük, her ölçeğinde görülebilir (Ligthart, ve diğ., 2016). Örneğin, eğitimin genelinde, öğrencilere bazı dijital yetkinlikler kazandırılmasına ihtiyaç duyulduğundan (Seufert, 2017) veya örneğin, zanaatin dijitalleştiğinden (Molloy, 2017) söz edilebilmektedir. Öte yandan, yukarıdaki her iki örnekte de dijital yetkinlikler veya dijitalleşme ile anlatılmak istenen yazılım kullanma becerileridir. Bazı yayınlarda (Hui ve Chau, 2002; Rask, 2005) *dijital ürünler*, işletim sistemleri üzerinde çalışan programları, internetin kendisini ve internetten elde edilebilen hizmetleri anlatmak üzere kullanılmaktadır.

Dijital, endüstriyel tasarım literatüründe de bir çok farklı anlamda yer bulmaktadır: *Dijital ürün tasarımı*, el ile çizilmemiş, dijital teknolojilerin bir ürünü olan, üç boyutlu modelleme yazılımları ile tasarlanmış (Yan, ve diğ., 2006) anlamında kullanılabilmektedir. Ancak aynı

zamanda, *dijital ürün tasarımı*, dijitalleşmiş bir nesnenin tasarlanması işini anlatmakta, çoğunlukla da o nesneyi form ve arayüz olarak ikiye ayırarak, nesnenin fiziksel gövdesi ile birlikte yazılım ara yüzünün de tasarlanmasını ifade etmektedir (Oygür İlhan ve Karapars, 2019). Endüstriyel tasarım, dijital şeylerin tasarımında genelde semantiğe odaklanmaktadır (Evans ve Thomas, 2011). Semantik, yani anlambilim, kökeni Şikago'daki Bauhaus'tan ve HfG Ulm'den gelen, işaretlerin teorilerine ve sembollerin kullanımına yönelik çalışmalara dayanan, nesneler ve çevrenin sembolik anlamlarına ve söz konusu anlamların kalitelerine odaklanan bir disiplindir (Ran, 2019). Semantiğe ilişkin çalışmalar söz konusu okullar dönemine dayanıyor olsa da, semantiğin günümüzde bilinen ismi ile bilime kazandırılması, Klaus Krippendorf ve Reinhardt Butter tarafından, HfG Ulm kapandıktan daha sonra, 1983'te gerçekleşmiştir (Hjelm, 2002). Semantiğe yönelik çeşitli yaklaşımlar olmak ile birlikte, semantik, en yaygın olan açıklamasıyla, nesnelerin ve çevrelerin anlamlarını yazılı hale getirerek, söz konusu anlamları dilbilim ve felsefe aracılığıyla analiz eden bir disiplin (Føllesdal, 1997) ve bir tasarım yöntemidir. Føllesdal'a göre, semantik, anlamları inceleme amacıyla çeşitli yöntemlerden faydalanan semiyotiğin, yani göstergebilimin bir parçasıdır. Semantik, kullanıcıların nesneler ile yaşadığı duygusal etkileşimlerin daha iyi analiz edilebilmesini sağlamaktadır (Lin, 2011). Dolayısıyla, endüstriyel tasarım literatüründe, arayüzler ile yaşanan etkileşimleri tanımlamak üzere kullanılan *dijital etkileşim* kavramının da (Oygür İlhan ve Karapars, 2019) semantik ile ilişkili olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, semantik, yalnızca dijitalleşme ile ilişkili olmayan bir kavramdır. Semantik, 1980'lerden itibaren faydalanılan görece eski bir tasarım yöntemidir. Serkan Güneş ve Çiğdem Güneş (2017), dijital nesnelerin tasarımında, yalnızca semantiğe dayanmayan yeni yaklaşımlara ihtiyaç olduğuna değinmektedir.

Nesnelerin İnterneti (IoT) akımı

IoT ise tıpkı bir süredir elektriğin, neredeyse tüm çevrede gömülü olarak bulunması gibi, internetin ve bilgisayar teknolojilerinin de nesnelerin temel bileşenleri olmaya başlamasıdır (Ferrari, 2017). IoT, artan dijitalleşmenin bir sonucu olarak 2010'larda ortaya çıkan bir kavramdır (Page, 2016). IoT, nesnelerin birbirleri ile ve internet ağı ile bağlı olmaları, çok sayıda sensörler ve geri bildirimlerden faydalanarak birbirleri ile ve insanlar veya diğer canlılar ile iletişim kurabilmeleri ve söz konusu işlevleri yerine getirmek için insan-insan veya insan-bilgisayar etkileşimine ihtiyaç duymamaları veya çok az ihtiyaç duymalarıdır (Pujar ve Satyanarayana, 2015). Sachchidanand Singh ve Nirmala Singh (2015), birbirine

bağlı olan cihaz sayısının 2020'de 26 milyar adede ulaşmış olduğunun tahmin edildiğini ifade etmiştir. IoT, iletişim endüstrisinin; bilgisayardan, İnternet'ten ve mobil cihazlardan sonraki yeni dalgasıdır (Mingjun, ve diğ., 2012). Sachchidanand Singh ve Nirmala Singh (2015), birbirlerine bağlı olan söz konusu IoT cihazlarının ürettiği verinin aşırı artışına dikkat çekmiş, söz konusu verinin yaklaşık %90'ının hiç bir zaman analiz edilmediğine, %60'ının ise birkaç saniye içerisinde değerini yitirdiğinin tahmin edildiğine değinmiştir. IoT kavramının bilinen en eski kullanımı, Kavin Ashton'un kimyevi tüketici ürünleri üreticisi Procter and Gamble'a 1999'da sunduğu, tedarik ağlarının yönetiminde kablosuz iletişimden ve sensörlerden faydalanmayı öneren bir stok yönetimi projesinin içerisindedir (Mingjun, ve diğ., 2012; Pujar ve Satyanarayana, 2015). Ancak daha önce, ilk bağlı cihaz kavramı, 1982'de, ARPANET'te geliştirilmiştir (Kelceoğlu ve Kütük, 2020).

IoT'nin, bazı mühendislik bölümlerinin ders programında doğrudan yer almaya başladığı görülebilir (Koo ve Kong, 2015). IoT olarak tasvir edilebilecek objelerin tasarlanmasına yardımcı olması amacıyla mühendisliğe ve endüstriyel tasarıma odaklı bazı kılavuzlar da önerilmiştir (De Roeck, ve diğ., 2019; Jung, ve diğ., 2017). IoT, tasarım literatürlerine yabancı bir kavram değildir, ancak güncel olarak popülerleşmiştir. Fakat De Roeck ve diğerlerinin ve Jung ve diğerlerinin çalışmalarında yer alan söz konusu kılavuzların, tasarlanacak olan nesnelere ilişkin, paydaş analizi, yaşam döngüsü analizi, yaratıcı fikir geliştirme, tasarım doğrulama gibi tasarım yönetimi yöntemlerini baz aldığı görülmektedir. King ve Chang (2016), tıpkı *dijital ürüne* olduğu gibi *IoT ürününe* de fiziksel ve sanal kullanıcı deneyimlerinin bir arada tasarlanacağı bir ürün olarak yaklaşmaktadır.

Gelişmekte olan ülkelerin, endüstri 4.0 veya IoT aracılığı ile, imalat ekonomisinden, katma değer üreten yaratıcı bir ekonomiye dönüşme sürecinde, endüstriyel tasarımın kritik bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir (Krasae-in, 2020). Ancak, güncel olan bir araştırma göstermektedir ki, New York'taki Syracuse üniversitesi endüstriyel tasarım öğrencilerinin %90'ından fazlası, endüstri 4.0'dan haberdar değildir (Kelceoğlu ve Kütük, 2020). Aynı araştırmaya göre, öğrenciler, IoT'ye, Endüstri 4.0'a oranla daha fazla aşinadır, ancak, bazı öğrencilerin, kavramı ya açıklayamadığı, ya da yanlış veya eksik açıkladığı görülmektedir. Öte yandan, endüstriyel tasarımcıların, bir IoT sisteminin tasarımını yaparken, sensörler, ekranlar, hoparlörler, mikrofonlar, düğmeler gibi insan-makine etkileşimini ilgilendiren bazı bileşenlere önem vermesinin gerektiğine (Frens, 2018) de değinilmektedir. Ancak, söz konusu bileşenlere önem verilmesinin tanımı açık değildir. Don Norman'a (2013) göre

insanlar, asansör çağırma butonlarına, aslında asansör daha hızlı gelmeyeceği halde tekrarlı şekilde basıyorsa veya elektronik kitap ile okuma yapan bir kişi, kitabın bitmesine kaç sayfa kalmış olduğunu hissedemiyorsa, söz konusu arayüzlerin göstergelerinin ve sağladığı geri bildirimlerin doğru tasarlanmadığı anlaşılmaktadır. Don Norman'ın yaklaşımına dayanarak, Frens'in *elektronik bileşenlere önem verilmesi* ifadesi, yalnızca o bileşenlere ilişkin teknik bilgiye hakim olmak değil, ayrıca insanların bileşenlerle olan deneyimlerinin doğru tasarlanması anlamına gelmektedir.

Endüstri 4.0

Dijitalleşme, içinde bulunulan yüzyılın *megatrendidir* ve insan yaşamının her bölümüne nüfuz etmiştir (Stein, 2015). Elektronik, mekaniğin yerini almakta, artık insanlar teknoloji odaklı bir tüketim ortamı içinde yaşamaktadır (Evans ve Thomas, 2011). Dijitalleşmeyi bir megatrend yapan, IoT'nin yanı sıra endüstri 4.0 akımıdır (Stein, 2015). Günümüze kadar yaşanmış olan 3 sanayi devrimi, kronolojik sırasıyla, makineleşmenin, elektrik enerjisinin ve dijitalleşmenin üretimde yaygınlaşması iken, Endüstri 4.0, ileri dijitalleşme sonucunda üretimde İnternet'in yaygınlaşması ve üretimin kendisinin de akıllı hale gelmesidir (Lasi, ve diğ., 2014). Endüstri 4.0 döneminde, veri, artık *uç birim* olarak adlandırılan fiziksel depolarda değil, *bulut* olarak bilinen sanal depo alanlarında saklanmaktadır (Mendes, ve diğ., 2018). Mendes ve diğerlerine göre sensörler aracılığıyla elde edilen veriler o kadar fazladır ki, ancak bilgisayar işlemleriyle hesaplanabilir. Dolayısıyla, *big data*, yani *büyük veri* kavramı oluşmaktadır. Mendes ve diğerlerine göre otonom, yani insansızlaşmış robotik üretim, eklemeli üretim yöntemleri ve simülasyonlar gibi daha da modernistleşen imalat ve tasarım yöntemleri yaygınlaşmaktadır. Endüstri 4.0, dijital sanayinin yükselişidir (Ferreira, ve diğ., 2016). Yaklaşımlardan birine göre, endüstri 4.0, yalnızca sanayi ile ilişkili olduğu için, tüm nesneleri ve çevreyi de ilgilendiren IoT kavramının bir alt kümesidir (Mendes, ve diğ., 2018). Ancak aynı zamanda endüstri 4.0, IoT'nin üreticisidir. Endüstri 4.0 bu araştırma ile doğrudan ilişkili bir kavram olmasa da, operatörün bile gereksiz hale gelebileceği yeni imalat makineleri ve sistemleri, gelecekte üretme sanatına nasıl yaklaşılabileceğini önemli bir tartışma konusu haline getirmektedir.

2.2.4. Endüstriyel tasarım ve elektronik bilgisi

Fiziksel veya sanal etkileşimleri olan elektronik arayüz bileşenleri, elektronik bir nesne ile yaşanan deneyimin kalitesini belirleyen önemli ögeleri olarak kabul edilebilir. Fiziksel ve sanal olan etkileşimlerin arasındaki köprü olan donanımlar (Beardon, 2002) elektronik bileşenler ile ilişkilidir. IoT akımının yaygınlaşmasıyla, elektronik bileşen etkileşimleri artmış, elektronik bileşenler, endüstriyel tasarım içerisinde belirgin bir yere sahip olmaya ve önem teşkil etmeye başlamıştır (Barricelli ve Valtolina, 2015; Seetsen, ve diğ., 2019; Frens, 2018). Mikroişlemci ismi verilen ve herhangi bir elektronik nesnelere bilgisayar olma becerisi kazandıran küçük ve görece ucuz bileşenlerin yaygınlaşmasıyla nesnelerin tasarımında yeni bir döneme girilmiştir: Manpreet Singh ve Sukhwinder Singh'in (2014) ifade ettiği üzere, Moore yasası olarak bilinen kuram, mikroişlemci becerilerinin her 18 ayda bir ikiye katlanacak şekilde teknolojinin sürekli geliştiğine ve gelişeceğine işaret etmektedir. Manpreet Singh ve Sukhwinder Singh'e göre, Moore yasası sebebiyle, henüz birkaç yıllık elektronik nesneler bile güncel olanlara oranla daha yavaş ve daha az beceriye sahip hissettirmekte, elektronik nesneler *zamansız* olma idealine ulaşamamaktadır. Ayrıca, artık bir nesnenin dış görünüşü çok az değişerek veya hiç değişmeden, o nesne yeni beceriler kazanmakta, yeni bir ürün haline gelebilmektedir (Page, 2016). Günümüzde, yenilikçi *ürün*, muadillerinden farklı gözüken *ürün* olmak zorunda değildir. Sıkça yeni cep telefonu modelleri çıkıyor olmasına rağmen görünüş bakımından örneğin otomobillere oranla daha az farklılaşıyor olmaları da Page'in iddiasının önemli bir kanıtıdır. Page'e göre söz konusu yeni dönem, endüstriyel tasarımcı için, yenilikçi konseptler ve fonksiyonlar geliştirmesini sağlayacak bir fırsattır. Çünkü, teoride, hem kullanıcı odaklı düşünmek üzere, hem de teknik bilgiye hakim olacak şekilde eğitilen endüstriyel tasarımcı, yeni geliştirilen bir nesnedeki elektronik teknolojilerinin o nesneye sağlayacağı katma değerin fizibilitesini ölçecek ideal kişidir (Varekamp, ve diğ., 2014). Elektronik bileşenlere ilişkin kullanıcı deneyimlerini tasarlayabilmek ve elektronik teknolojilerinin nesneye sağlayacağı katma değerin fizibiltesini ölçebilmek için endüstriyel tasarımcının spesifik bilgi ve deneyime ihtiyacı vardır. Bir endüstriyel tasarımcının elektroniğe, robotiğe ve bilgisayar bilimine ilişkin yeterli algılayışı ve yetkinlikleri olmalıdır (Kamaruzaman, ve diğ., 2020). Serkan Güneş ve Çiğdem Güneş'e (2017) ve Kamaruzaman'a (2020) göre müfredatlar ve dersler söz konusu doğrultuda dönüşüme ihtiyaç duymaktadır.

Günümüzden 10 sene öncesinde, bazı endüstriyel tasarımcılar, örneğin ambalaj tasarımı yaparlarken, son kullanıcı elektroniği ürünlerini tasarlamaya oranla daha etkin olacakları düşüncesindedir (Stevenson, 2013). Stevenson'a göre yaygın elektronik teknolojilerinden faydalanabilmek ve söz konusu teknolojilerin maliyetlerini anlayabilmek bakımından endüstriyel tasarımcılar, kendilerini, üreticilere oranla daha az yetkin görmektedir. Aynı yıllarda yayınlanan bir çalışmaya göre (Abdullah, 2015), çoğu endüstriyel tasarımcının elektronik bir nesnenin tasarımı sürecindeki katkısı, dış kabukların, ambalajların ve sanal arayüzlerin tasarımı ile kısıtlıdır. Söz konusu dönemlerde endüstriyel tasarım eğitimi, elektronik bilgisine az ilgi göstermektedir (Varekamp, ve diğ., 2014). Günümüze doğru, elektroniğe ilişkin derslerin sayısı artmış olsa da, güncel bir çalışma göstermektedir ki elektronik, endüstriyel tasarımcılar için hala bir *dar boğazdır* (Seetsen, ve diğ., 2019).

Page'in (2016; 2018) bulguları ise tartışmaya değer diğer bir konuya işaret etmektedir: Lougborough Üniversitesi'nideki Endüstriyel Tasarım ve Ürün Tasarımı ve Teknoloji bölümlerinin öğrencileri, elektronik, mekanik, prototipleme, bilgisayar destekli tasarım, üretime yönelik tasarım, sunum teknikleri, el çizimi, pazarlama ve sürüdürülebilir tasarım yetkinlikleri arasından en az faydalanabilecekleri ve faydalanmaya en az gönüllü oldukları konu olarak elektroniği görmektedir. Ancak, eğitimde iyileştirilmesi gereken en öncelikli üçüncü konunun da elektronik olduğuna işaret etmektedirler. Page'in diğer bir bulgusu ise, araştırmaya katılım gösteren şirketlerin hiçbirinin elektroniği öncelikli bir endüstriyel tasarımcı yetkinliği olarak değerlendirmemiş olmasıdır. Öğrencilerin tam aksine, şirketler, eğitimde iyileştirilmesine en az ihtiyaç olan konunun da elektronik olduğu görüşündedir. *Üretime yönelik tasarım* ise hem öğrencilerin, hem de şirketlerin en önem verdikleri ikinci, eğitimde ise geliştirilmesi gerektiğini düşündükleri birinci yetkinliktir. Page, öğrencilerin, ilgilerini çeken alanları incelemiş ve öğrencilerin teknolojiyi, *estetiğin* ardından ikinci sırada ve elektroniği ise sonuncu sırada seçtiklerini tespit etmiştir.

Loughborough Üniversitesi, endüstriyel tasarım eğitiminde hem teknolojiye, hem de elektroniğe yaklaşım bakımından öncüler arasındadır. Eddie Norman'ın (2012) değindiği üzere Loughborough'da uzun bir zamandır elektroniğe ilişkin dersler veriliyor olmasına rağmen, Page'in (2016; 2018) çalışmalarına katılım gösteren Loughborough Üniversitesi öğrencilerinin elektroniğe ilişkin derslerde iyileşme beklentisinde olması dikkat çekicidir. Ayrıca öğrencilerin, teknolojiyi ilgi çekici bulurken, elektroniği teknolojiden ayrıştırarak ilgi çekici bulmamış olmaları da tartışmaya değerdir. Günümüz teknolojilerinin çoğunluğu

elektronik ile ilişkili olduğu (Fomunyam, 2019; Prisecaru, 2016) halde, öğrencilerin iki kavramı ilişkilendirmemesi bir sorun olarak görülmelidir. Şirketlerin, elektroniği, önemli bir endüstriyel tasarımcı yetkinliği olarak seçmemesi ise, *piyasada* elektroniğin, kullanıcı veya üretilebilir fikirler geliştirmek ile ilişkili görülmediğini, yalnızca bir mühendislik işi olarak algılandığını göstermektedir. Şirketlerin yaklaşımı, elektronik bilgisinin endüstriyel tasarımcılara profesyonel hayatlarına fayda sağlayacağını öne süren görüş (Romero, ve diğ., 2012) ile ve elektronik teknolojilerinin katma değerinin fizibilitesini ölçmek amacıyla endüstriyel tasarımcıyı ideal kişi olarak öneren (Varekamp, ve diğ., 2014) ile tezattır. Page'in (2016; 2018) güncel sayılabilecek bulguları, endüstriyel tasarım bölümlerinin, öğrencilerin ve şirketlerin elektronik bilgisine yaklaşımlarında henüz ortak bir anlayış oluşmadığının kanıtlarındandır.

Endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisinin tarihçesi

Eddie Norman'ın (2012) ifade ettiği üzere endüstriyel tasarım ile mühendislik disiplinleri arasındaki kaynaşması ve tasarım mühendisliği isimli ilk bölümlerin kurulması 1980'lerde başlamıştır. Eddie Norman'ın alıntıladığı, İngiltere Tasarım Konseyi Endüstriyel Tasarım Eğitimi Komisyonu'nun başkanlığını yapmış olan Paul Ewing, mühendislik branşlarının endüstriyel tasarım ile ilişkisine şöyle yaklaşmıştır: Ewing'in 1970'lerin sonlarına kadarki görüşü, makine ve elektronik mühendisliklerinin tasarım ile kaynaşmaması gerektiğidir. Eddie Norman'a göre 1980'lerde Ewing'in görüşü değişmiştir. Tam aksine, Ewing, kendi şirketine tasarımcılar istihdam edeceğinde, endüstriyel tasarımı, makine ve elektronik ile kaynaştırabilecek kişilerin arayışına girdiğini belirtmiş, söz konusu kaynaşmayı yaptığı konuşmalar aracılığıyla teşvik etmeye başlamıştır.

Ewing'in çalışmalarını inceleyen aynı araştırmada Eddie Norman, İngiltere'de ilk olarak 1985'te Brunel Üniversitesi'nin ve aynı yıl Hollanda'da Delft Teknoloji Üniversitesi'nin tasarım mühendisliği lisans programları sunmaya başladığını sergilemektedir. Sonraki yıllarda ise İngiltere'de Loughborough, Imperial Koleji, Teeside, South Bank, De Mont, Swansea, Coventry, Bath, Huddersfield ve Manchester, İskoçya'da ise Napier ve Glasgow isimli enstitü veya üniversitelerin lisans veya lisansüstü tasarım mühendisliği programları kurduğu veya geleneksel tasarım bölümleri içerisinde teknoloji derslerine yer vermeye başladığı görülmektedir. Ewing'in ve ona atıfta bulunan Eddie Norman'ın çalışmalarının kapsamı Delft Teknoloji Üniversitesi'ne değinmeleri haricinde Büyük Britanya bölgesi ile

sınırlıdır. İngiltere'nin tasarım ve teknolojinin kaynaşması sürecinde öncü olduğu kabul edilebilir. Çünkü, Ewing'in diğer bir çalışmasına atıfta bulunan Bhamra, Lofthouse ve Eddie Norman'a (2006) göre 1987'de İngiltere'de 12 program endüstriyel tasarım ile mühendislik bilimlerini birleştirmekteyken, Amerika Birleşik Devletlerinde 4, Hollanda'da 1 ve Japonya'da 1 bölüm görülmektedir. Ewing'in 1987 ve 1993'te yayınlamış olduğu söz konusu raporların asıllarına bu araştırma sürecinde ulaşılamamıştır. Eddie Norman'a (2012) Ewing, söz konusu lisans ve lisansüstü programlarından bazılarının müfredatlarında elektroniğin de yer aldığında değinmektedir. Ancak, tam olarak kaçında ve hangilerinde olduğu açık değildir. Eddie Norman'a göre Ewing, söz konusu programların birbirlerinden farklı yaklaşımlar ile teknolojiyi ele aldığına değinmiştir. Örneğin, Lougborough'nun ve Brunel'in, mühendislik tasarımcılarına endüstriyel tasarım hassasiyeti edindirme misyonu ile eğitim verdiğine, ancak, Manchester ve Teeside Üniversiteleri'ndeki ders programları ve ders içeriklerinin geleneksel endüstriyel tasarım eğitimi yaklaşımlarına dayandığına dikkat çekilmiştir. Güzel sanatlar kökenli bölümlerde, mühendislik derslerinin uygulama odaklı eğitime kolayca adapte olması, serbest el çizimleri, skeç defterleri, köpük ve ahşap malzemeler ile üretilen maketler gibi yöntemlerden faydalanılmaya devam edilmesi Eddie Norman'a göre Ewing'in dikkat çeken bulgularındandır.

Eddie Norman'a (2001) göre, 1990'lara doğru ve 1990'ların başlarında endüstriyel tasarım eğitiminde, hem öğrenciler hem de öğretmenler, malzemelerin ve üretim teknolojilerinin öğretilişini problemsiz ve normalleşmiş bir konu olarak görmektedir. Söz konusu dönemde asıl problemli olan mekanizmaların ve elektroniğin öğretilişidir. Eddie Norman'ın (2000) incelediği 25 endüstriyel tasarım eğitimi veren kurumun neredeyse hepsinde, teknolojiye; malzemeler, ergonomi, bilgisayar, atölye uygulamaları ve imalat odağında yaklaşıldığı görülmektedir. Eddie Norman, elektroniğe ilişkin derslerde ise; bileşenlere, terminolojiye, tanımlara, elektrik akımı türlerine, devrelere, elektromanyetizmaya, elektrik motorlarına, dijital elektroniğe, mikroişlemcilere, sensörlere ve sinyallere yer verildiğini ifade etmiş, ancak öğretmenlerin yukarıdaki içeriğin meslek ile ilişkili olduğundan şüphe ettiğine dikkat çekmiştir. Eddie Norman'a göre söz konusu dönemde elektroniğe ve mekanizmalara yaklaşım oldukça tanımsızdır. Endüstriyel tasarımcıların söz konusu iki disipline de ilişkin *bir şeyler* bilmesi, konulara yabancı olmaması, sınırlılıkları ve imkanları anlayabilmesi ve doğru terminolojiyi kullanarak diğer uzmanlar ile anlaşabilmesi gerektiğini savunan bir inanç yaygındır. Ancak, tam olarak neyin bilinmesi gerektiğine ilişkin net bir görüş oluşmamıştır. Eddie Norman, 1990'ların başlarında, hem teknolojiye ilişkin becerilere,

hem de endüstriyel tasarımcı vasıflarına sahip mezunların nadir bulunduğunu ifade etmiş, ancak söz konusu yetkinliklere sahip olan tasarımcıların ise en başarılı öğrencilerden çıktığını ve işverenler tarafından yoğun talep gördüklerini belirtmiştir.

Eddie Norman'ın (2012) değindiği üzere, 2000'lerin ortasında Loughborough'nun lisans öğrencileri; elektroniğe, mekanizmalara, imalat yöntemlerine ve malzemelere yönelik derslerin analitik ve teorik yaklaşımlardan türetilmiş olmasını eleştirmeye başlamış ve deneyimleyerek öğrenme yöntemlerine geçilmesinin gerekliliği anlaşılmıştır. 2000'lerin sonlarına doğru ise, bazı tasarım veya sanat bölümleri, hem bilgisayar teknolojilerine ilişkin donanımlardan, hem de yazılımlardan yaratıcı ve yenilikçi şekillerde faydalanır hale gelmiştir (Knörig, ve diğ., 2009). Hem teknoloji eğitimine öncülük eden köklü bölümler, hem de bazı diğerleri, elektroniğe veya robotiğe ilişkin spesifik derslere yer vermektedir (de Vere, ve diğ., 2010; Pedgley, 2010; Varekamp, ve diğ., 2014). 2010'ların ortalarına gelindiğinde ise, İngiltere'nin teknoloji ve mühendislik ile tasarımı entegre etmekteki öncü yaklaşımlarına ve İngiltere'deki tasarım bölümlerindeki teknoloji derslerinin sayısının 100'ü aşmış olmasına rağmen, hiçbiri IoT akımının gereksinimlerini karşılayamamaktadır (Page, 2016). Page'e göre söz konusu derslerin içeriği, IoT olarak sınıflandırılamayacak, sıradan ve basit elektronik nesnelerin tasarımına yöneliktir. Page'in eleştirisi üzerinden 7 yıl geçmiş olması sebebiyle günümüzde söz konusu eleştiri artık güncel olmayabilir. Ancak, önemli olan Page'in eleştirisinin gerekçesidir: Elektroniğe ve IoT'ye ilişkin dersler ile ilişkili asıl sorun, sınırlı ders sürelerinde, yeni donanımların ve yazılımların kullanılışını öğretmek fazlaca vakit alırken, öğrencilerin yaratıcı tasarım yaklaşımları geliştirmesini de sağlayabilmektir (Callaghan, 2012). Söz konusu derslerin öğretim görevlileri, hem diğer öğretim görevlileri ile aynı becerileri edinmek zorunda, hem de elektroniği öğretebilecek kadar teknoloji alanında uzmanlaşmak ihtiyacındadır (Griffiths, 1994).

Günümüzün endüstriyel tasarım eğitiminde Arduino

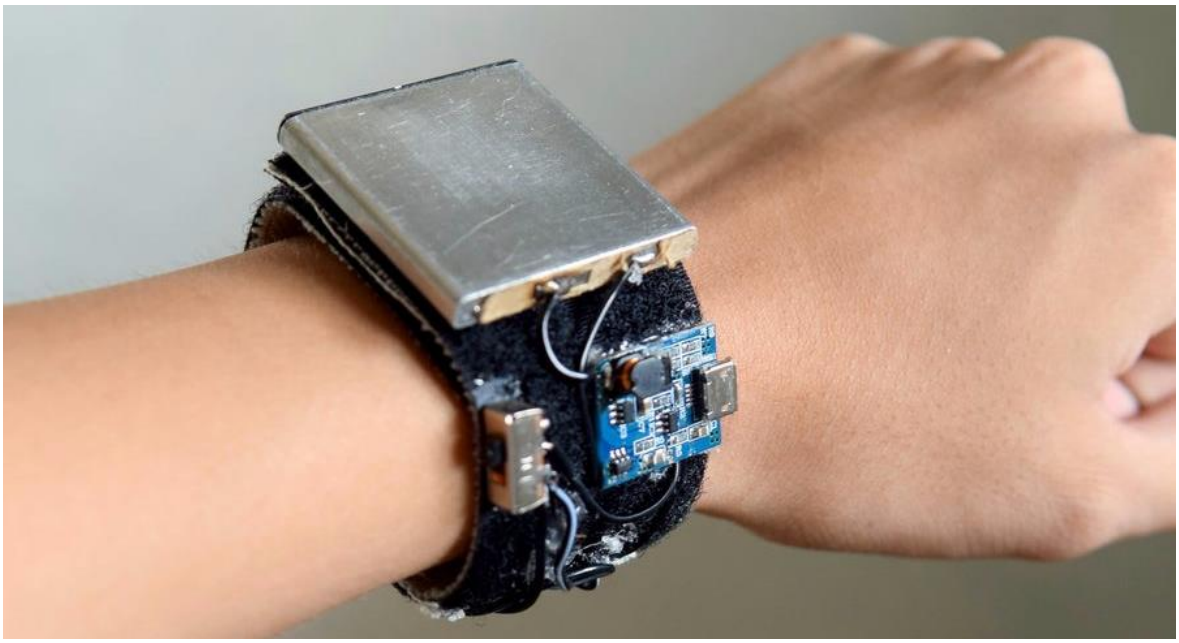
Seetsen ve diğerlerine (2019) göre endüstriyel tasarım bölümlerinde tasarlanan bir nesne, eğer dijital etkileşimler de içerecekse, nesnenin prototipi, dijital etkileşimlerin aracısı olan elektronik bileşenleri de barındırmalıdır. Öte yandan, plastik enjeksiyon kalıplama yöntemi ile üretileceği ön görülen parçalardan oluşan bir nesneyi tasarlayan tasarımcı, nasıl söz konusu parçaları gerçek kalıplar ile prototiplemiyor, kalıpları taklit edebilecek daha ucuz ve daha erişilebilir alternatif üretim yollarının arayışına girebiliyorsa, elektronik de daha

basit, hızlı ve ucuz yöntemlerle taklit edilebilmektedir. Endüstriyel tasarım eğitiminde, elektronik bir nesnenin prototipi yapılacağında, yeni bir devre tasarımı veya üretimi yapılmamakta, Arduino gibi hazır platformlardan faydalanılmaktadır (Sayers, ve diğ., 2015; Page, 2016).

Maker movement olarak bilinen, *yapıcı* veya *üretici* olarak Türkçe'ye çevrilebilen, bir DIY akımı, elektronik prototipleri üretme işini, Arduino gibi kitlerden faydalanarak yalnızca mühendisliğin ötesine, farklı disiplinlere, eğitime ve hobi işlerine taşımıştır (Karvinen, 2019). Karvinen, bizzat bir prototip ürettiği kendi projesinde, Arduino'yu tercih etmekteki sebebini, Arduino'nun diğer yöntemlere oranla daha erişilebilir, daha adapte edilebilir ve eklentiler ile daha fazla uyum sağlayabilir olmasına bağlamaktadır. Karvinen'in belirttiği üzere, çalışabilir düzeyde gömülü sistem devreleri oluşturmak ve yazılımlar tasarlamak, deneyimsiz kişiler ve mühendis olmayanlar için çok daha zordur. Gömülü sistem, popüler bir elektronik mühendisliği tanımıdır. Gömülü sistem, gündelik hayatta kullanılan diz üstü ve masa üstü bilgisayarlara oranla donanımsal ve yazılımsal olarak daha kısıtlı becerileri olan bir çeşit bilgisayar, tasarımda esneklik sağlayan bir çeşit araç, mikroişlemcisi olan ve *obje* olarak isimlendirilen önceden tasarlanmış yazılımların içerisine yüklenebildiği bir basılı devre kartıdır (Liu, 2011). Arduino ile gömülü sistem tasarımı yapılabilmesinin çok az mühendislik bilgisi gerektirmesinin asıl gerekçesi Arduino'nun zaten önceden tasarlanıp üretilmiş hazır bir devre kartı olması ve *objelerin* kolaylıkla bulunup indirilebildiği büyük bir veritabanına ücretsiz şekilde erişilebilmesidir (Karvinen, 2019). Arduino aracılığıyla prototipleme yapan bir endüstriyel tasarımcının kapsamlı elektronik bilgisine ihtiyacı da yoktur (Seetsen, ve diğ., 2019). Öte yandan, Arduino gibi donanımlardan faydalanılırken yalnızca hazır ögeleri bir araya getirerek sistem tasarımı yapılıyor olması ve genellikle tasarlanan sistemin çok basit kalması, öğrencilere gerçek bir nesnenin tasarımını deneyimletme yönünde yetersizdir (Callaghan, 2012). Mavi renkli bir dikdörtgen iz düşümlü bir devre kartı olan Arduino ve Arduino aracılığıyla üretilmiş prototip örneği Resim 2.1'de ve Arduino'ya iliştirilen eklentiler ile üretilen diğer bir prototip örneği ise Resim 2.2.'de gösterilmiştir.



Resim 2.1. Hıza göre açılıp kapanan kanatlara sahip bir kask ve Arduino (Novak, 2018)



Resim 2.2. Ardunio ile prototiplenmiş bir akıllı bileklik (Autodesk Instructables, 2015)

Günümüzün endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisi

Endüstriyel tasarımcılar, elektronik mühendisleri kadar detaylı elektronik devre tasarımları yapmayacak olsalar bile, elektroniğe ilişkin bazı temel bilgi ve terimleri öğrendiklerinde, *teknoloji dünyasındaki* daha etkin bireyler haline gelebilecektir (Romero, ve diğ., 2012).

Endüstriyel tasarımcılar, genellikle elektronik ile ilişkili dersler görmedikleri halde, çalışma hayatları boyunca elektronik bilgisine ihtiyaç duydukları durumlar yaşamakta, elektronik teknolojilerine dayalı fikirler geliştirmekte, pratik yöntemler ile elektronik bilgisine ulaşmaya çalışsalar bile çoğu kez uygulanabilir olmayan sonuçlar üretmektedirler (Varekamp, ve diğ., 2014). Endüstriyel tasarım eğitiminde teknoloji kavramlarına ağırlık verilmediği durumda ulusal ekonomilerin etkilenebileceği bile tartışılmıştır: 2010'ların başlarında İtalya'nın, teknolojik nesnelerin tasarımı konusunda; modaya, iç mimariye ve otomotive oranla geri kalmış olduğu öne sürülmüş ve gerekçesinin ise teknoloji eğitimine yaklaşım ile ilişkili olabileceğine dikkat çekilmiştir (Romero, ve diğ., 2012).

Varekamp ve diğerleri (2014) ile Romero ve diğerlerinin (2012) çalışmalarının üzerinden günümüze kadar geçen yaklaşık 10 yıldan sonra, endüstriyel tasarım eğitiminin elektronik eğitimine ve özellikle Arduino'ya ilgisi artmıştır. Hollanda'da Delft Teknoloji Üniversitesi ve Eindhoven Teknoloji Üniversitesi, Amerika Birleşik Devletleri'nde Virgina Tech Politeknik Enstitüsü, Norveç Bilim Üniversitesi ve Türkiye'de ise Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi'nin tasarım ve tasarım mühendisliği bölümleri öğrencileri Arduino aracılığıyla prototipleme yapmakta (Erkarslan ve Aykul, 2019), Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi'ndeki (2022) seçmeli *Ürün Elektromekaniği* bilgi dersinin bilgi paketinde ise, Arduino'ya yer verilmektedir. Bu araştırmanın ilk aşamasında yürütülen görüşmelere katılım göstermiş olan bir öğretim görevlisi de, Orta Doğu Teknik Üniversitesi'ndeki Arduino'dan faydalanılan bir seçmeli dersin geçmişteki sorumlusudur. Öğrenci olan diğer bir katılımcının ifadelerine dayanarak ise, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği Ekonomi ve Teknoloji Üniversitesi'ndeki (TOBB ETÜ) bazı derslerde de, dersin olağan işleyişine ek olarak Arduino'dan faydalanıldığı anlaşılmaktadır. Örnek verilen uygulamalar Arduino ile prototipleme yapılan tasarım ve tasarım mühendisliği bölümlerine verilebilecek örneklerden yalnızca bazılarıdır.

Delft Teknoloji Üniversitesi

Bazı tasarım bölümleri, doğrudan elektroniğe yönelik zorunlu veya seçmeli derslere yer verdikleri için ötekilerden ayrışmaktadır. Delft Teknoloji Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği bölümü söz konusu bölümlerden birisidir. *Etkileşim ve Elektronik* isimli seçmeli derste, analog ve dijital elektronik kavramları, devreler ve güç kaynakları tasarım ve analiz yaptırılarak öğretilmektedir (Delft Teknoloji Üniversitei [TU Delft], 2022a).

Dersin odağının dijital kullanıcı etkileşimlerinin prototiplenmesi olduğu görülmektedir. Derste Arduino ve Grove isimli diğer bir kitten ve ProtoPie isimli ileri mühendislik bilgisi gerektirmeyen bir yazılım prototipleme aracından faydalanılmaktadır. *Ürün Tasarımcıları İçin Elektronik* isimli diğer bir derste, elektroniğe ilişkin temel kavramlara ve bileşenlere, sensörler, kontrolcüler, ve aktüatör gibi motorların bir devre içerisinde kurgulanışına ve akıllı nesnelerin prototiplenmesine odaklanılmaktadır (TU Delft, 2022b). *Etkileşime ve Katılıma Yönelik Prototipleme* ise uygulamalı seçmeli derslerden bir diğeridir (TU Delft, 2023a). Dersin odağının Arduino'yu veya elektronik teknolojilerini öğretmek olmadığı özellikle uyarılmakta, ancak öğrencilerin, dersin gerekliliklerini sağlayabilmek adına Arduino gibi kitlerden faydalanması gerekeceğine değinilmektedir. Ders, fiziksel ve sanal dünya arasındaki köprüyü kuran dijital nesnelerin semantik özelliklerinin tasarlanmasına yönelmektedir (Boess, ve diğ., 2010). Delft'in müfredatında, *Akıllı Nesnelerde Makine Öğrenmesi* gibi IoT kavramlarına odaklanan ve elektronik nesnelerin işleyişini anlamaya fayda sağlayabilecek diğer seçmeli derslere de rastlanılmaktadır. Python isimli bir yazılım tasarlama programı aracılığıyla kodlamaya odaklanan *Dijital Ürün Tasarımı* da (TU Delft, 2023b) söz konusu derslerden birisidir. Dersin içeriği, Ehn'in (1998) Dijital Bauhaus manifestosunda yer alan kullanıcı odaklı yazılım tasarımcılığı kavramına benzemektedir. Delft Teknoloji Üniversitesi tarafından sunulan derslere ilişkin daha detaylı bilgi edinmek isteyen okuyucular şu bağlantıyı inceleyebilir: https://studiegids.tudelft.nl.

Loughborough Üniversitesi

Bu araştırma içerisinde sıkça değinilen Loughborough Üniversitesi, teknolojiye yaklaşımı ve elektroniğe ilişkin derslere yer vermesi bakımından geleneksel endüstriyel tasarım bölümlerinden ayrışmaktadır. Endüstriyel tasarımda elektroniklerin prototiplenmesini ve elektroniğe ilişkin dersleri konu alan yayınların kayda değer bir bölümü Loughborough araştırmacıları tarafından yürütülmüş veya Lougborough'nun yaklaşımlarını incelemiştir (Mockford, 1995; Norman, 2000; 2001; 2012; Pedgley, 2010; Bingham, ve diğ., 2015; Page, 2016; 2018). Günümüzün alışılagelmiş endüstriyel tasarım müfredatlarından farklı olarak Loughborough'da (2023a), odağı tasarım olan 4 ayrı lisans programı sunulmaktadır. *Tasarım* isimli program, 4 program arasında misyonu en genel olandır (Loughborough Üniversitesi, 2023b). *Tasarım'ın* odağı üretilebilirlik değildir. Programın internet sayfası içerisinde yayınlanmış olan misyona göre, *Tasarım*, öğrencilerin, çeşitli tasarım branşları arasından herhangi birine yönlenmeden önce nesneleri, deneyimleri ve çevreyi konu alan

bütün tasarım uzmanlıklarını anlamasını sağlamayı amaçlamaktadır. *Tasarım'ın* müfredatı üretilebilirlik ile ilişkilendirilebilecek çok az sayıda derse yer vermekte, elektroniğe ilişkin zorunlu bir ders ile karşılaşılmamaktadır.

Endüstriyel Tasarım ise (2023c) *Tasarım'ın* aksine, doğrudan cismani nesnelerin formları, etkileşimleri, deneyimleri, malzemeleri ve imal edilebilirlikleri konularına odaklanan bir misyondadır. *Tasarım* ve *Endüstriyel Tasarım*, benzer bir müfredattan faydalanmaktadır. *Endüstriyel Tasarım'da* da elektroniğe ilişkin zorunlu bir ders sunulmamaktadır. Birinci akademik yılda *Etkileşimler ve Deneyimler* isimli bir ders mevcuttur, ancak ders bilgi paketine göre dersin içeriği elektronikler ile ilişkili değildir (Loughborough Üniversitesi, 2020). Yukarıda misyonları paylaşılan iki bölüm de *BA Hons* olarak sınıflandırılmaktadır. Yani, kapsamı genişletilmiş sanat ve beşeri bilimler lisans programlarıdır.

Disiplinler arası bir program olarak tanıtılan *Ürün Tasarımı ve Teknoloji* ise *BSc*, yani bir fen bilimleri lisans programıdır. Dördüncü program olan *Ürün Tasarımı Mühendisliği* ise *BEng Hons*, yani kapsamı genişletilmiş bir mühendislik lisans programıdır. Programların dördünün de müfredatlarında mühendisliğe doğru artan miktarda teknik içerikli dersler bulunmakta, üretilebilirliğe ve gerçekçi prototiplemeye verdikleri önem de aynı sıra ile artmaktadır. Hem *Ürün Tasarımı ve Teknoloji'de* hem de *Ürün Tasarımı Mühendisliği'nde* aralarında elektronikle ilişkili birden fazla dersin bulunduğu mühendislik branşlarına ilişkin dersler mevcuttur. *Ürün Tasarımı ve Teknoloji* müfredatının ilk yarıyılında *Dijital Üretime Giriş*, ikinci yarıyılında *Ürün Tasarımında Elektronik ve Programlamaya Giriş,* dördüncü yarıyılında *Tasarımda Elektronik Programlama ve Arayüz*, son yarıyılında ise *Tasarımda Mekaniğin ve Elektroniğin Uygulamaları* dersleri (Loughborough Üniversitesi, 2023d), *Ürün Tasarımı Mühendisliği'nin* ise, ikinci yarıyılda *Elektronik ve Elektriksel Teknolojiler* dersleri zorunludur (Loughborough Üniversitesi, 2023e). Yazılımlar ile ilişkili bazı derslere de yer verildiği görülebilir. Loughborough Üniversitesi müfredatlarındaki, derslere ilişkin detaylı bilgi edinmek isteyen okuyucular şu bağlantıdan faydalanabilir: https://learn.lboro.ac.uk/course/index.php?categoryid=74

Politecnico di Milano

İtalyada'ki Politecnico di Milano'da yürütülen çalışmada (Romero, ve diğ., 2012) Arduino ve benzeri hazır platformlardan yararlanılmasına odaklanılmış ancak, önce *Tasarımcılar*

için Elektrik ve *Tasarımcılar için Elektronik* isimli 2 farklı dersin sırasıyla verilmesi tavsiye edilmiştir. Derslerde sadece Arduino'dan faydalanılmayacak, ayrıca bazı elektronik nesnelerin öğrenciler tarafından bizzat parçalanması aracılığıyla elektronik bileşenler öğrenilmiş olacaktır. Sökerek inceleme, zaten tasarım eğitimlerinin yaygın kullanılan bir aracıdır (Mothersill ve Bove Jr., 2017; Wang, ve diğ., 2022; 2023). Romero ve diğerlerinin (2012) elektronik bilgisine odaklı sökerek inceleme yaklaşımıysa bu araştırma kapsamında geliştirilen araç içerisinde faydalanılan bir yöntem olmuştur.

Diğer örnekler

Afrika'daki Botswana ve Swaziland'da yer alan iki üniversitenin de tasarım bölümlerinin müfredatlarında elektronik eğitimine yer verildiği görülmektedir. Botswana'daki bölümün üçüncü akademik yılında öğrenciler, *Tasarımcılar için Elektronik* isimli bir ders almaktadır (Molwane, ve diğ., 2017). Elektrik-elektronik mühendisliği bölümü tarafından sağlanan ders 1 yarıyıl içerisinde tamamlanmaktadır. Molwane ve diğerlerinin (2017) araştırması ise söz konusu derse katılan öğrencilerinin kayda değer şekilde düşük performans gösterdiğini göstermektedir. Öğrencilerin niçin düşük performans sergilediği araştırıldığında ise, dersin, matematiksel ve bilimsel hesaplamalar ile fazlaca ilişkili olmasının etkili olduğu sonucuna varılmış ve teorik öğrenme odaklı yaklaşımların endüstriyel tasarım eğitiminin deneyimsel öğrenmeye odaklı yaklaşımları ile uyumsuz olduğuna dikkat çekilmiştir.

Avustralya'daki Monash Üniversitesi'nde *Elektriksel Sistemler* ve İngiltere'deki Brunel Üniversitesi'nde *Yaratıcı Mühendislik Uygulamaları* isimli dersler olduğu görülmektedir (Moalosi ve Molokwane, 2008). Türkiye'deki örnekler arasında ise, Gazi Üniversitesi'nin (2022) *Endüstriyel Tasarım Mühendisliği* müfredatının birinci yarıyılında *Bilgisayar Programlama*, dördüncü yarıyılında *Elektrik ve Elektronik Bilgisi* ve aynı yarıyılda *Model ve Prototip Geliştirme* isimli dersler zorunlu, beşinci yarıyılında ise *Mekatronik Sistem Tasarımı* isimli ders seçmelidir. Derslerin içerikleri incelendiğinde, dördüncü yarıyıldaki iki derste, hem teorik elektrik-elektronik bilgisine, hem de etkileşimli elektronik nesnelerin prototiplenmesine odaklanıldığı görülmektedir. Ayrıca, diğer bazı derslerin içeriklerinde de elektriğe veya elektronik bileşenlere ilişkin terim ve kavramlara değinilmektedir. Öte yandan, Gazi Üniversitesi'nin (2023), mimarlık fakültesinde bulunan, Endüstriyel Tasarım bölümünün müfredatında elektrik-elektronik ile ilişkili olabilecek zorunlu veya seçmeli düzeyde hiçbir derse yer verilmemektedir. Türkiye'deki endüstriyel tasarım bölümlerinin

birçoğu Fizik dersini zorunlu vermektedir. Fizik derslerinin elektriksel teorileri de içerdiği görülebilir. Ancak elektriksel teoriler, elektronik bilgisinin yalnızca bir bölümüdür ve fizik dersleri elektriğin haricinde birçok diğer konuyu da kapsamaları sebebiyle bu araştırmanın odaklandığı elektronik bilgisi ile ilişkili görülemez. Öte yandan, bazı endüstriyel tasarım bölümlerinin müfredatında elektroniğe ilişkin hiçbir ders yoksa bile, öğrencilerin seçmeli dersleri farklı fakültelerden alabildiği görülmektedir. Örneğin, New York'taki, Syracuse üniversitesinin endüstriyel tasarım bölümü müfredatında, doğrudan elektronik ile ilişkili hiçbir ders bulunmamasına rağmen bazı öğrencilerin elektroniğe ilişkin derslere katılmış olduğu görülmektedir (Kelceoğlu ve Kütük, 2020). Söz konusu dersler, bağlanabilirliğe ve programlamaya, mekatroniğe, prototipleme amacıyla devre tasarımına odaklanmaktadır. Kelceoğlu ve Kütük'e göre, öğrencilerin çoğunluğu, teknoloji odaklı derslerin endüstriyel tasarım bölümü müfredatı içerisinde gerekli olduğu görüşündedir. Elektronik mühendisliği alanında yayınları olan Callen ve diğerleri (1994) de elektroniğe, elektromekaniğe, enerji kavramlarına ve enerji sistemlerine ilişkin en temel derslerin endüstriyel tasarımcılar gibi mühendis olmayan tasarımcılara katkı sağlayabileceğine değinmektedir.

Tasarım eğitimi branşlara ayrılmış durumdadır (Friedman, 2002). Dünya genelinde lisans ve lisansüstü programların isimleri çok çeşitlidir. Aksine, Türkiye'nin Yüksek Öğretim Kurumu (2023) sistemine dayanarak, Türkiye'deki bölümlerin çoğunluğunun endüstriyel tasarım isminde olduğu görülebilir. Bağlı oldukları fakülte çoğunlukla mimarlık veya güzel sanatlardır (Pedgley, 2010). Az sayıdaki tasarım mühendisliği bölümleri ise aralarında elektronik de bulunan çok çeşitli mühendislik dallarına ilişkin derslere yer vermektedir. Örneğin, termodinamik ve akışkanlar dinamiği gibi dersler verildiği görülebilir (Erciyes Üniversitesi, 2021). Türkiye'de, günümüze yakın bir tarihe kadar yetenek sınavlarıyla da öğrenci kabul eden endüstriyel tasarım bölümleri (Ekmekçioğlu ve Er, 2014) Yüksek Öğretim Kurumu (2023) Yökatlas sistemine göre artık yalnızca merkezi seçme-yerleştirme sınavlarında elde edilen sayısal puan türü ile öğrenci kabul etmektedir. İsimleri ve öğrenci kabul yöntemleri bakımından tek tipleşen bölümler, benzer müfredatlardan faydalandıkları için misyonları bakımından da benzeşmektedir.

2.3. Elektronik

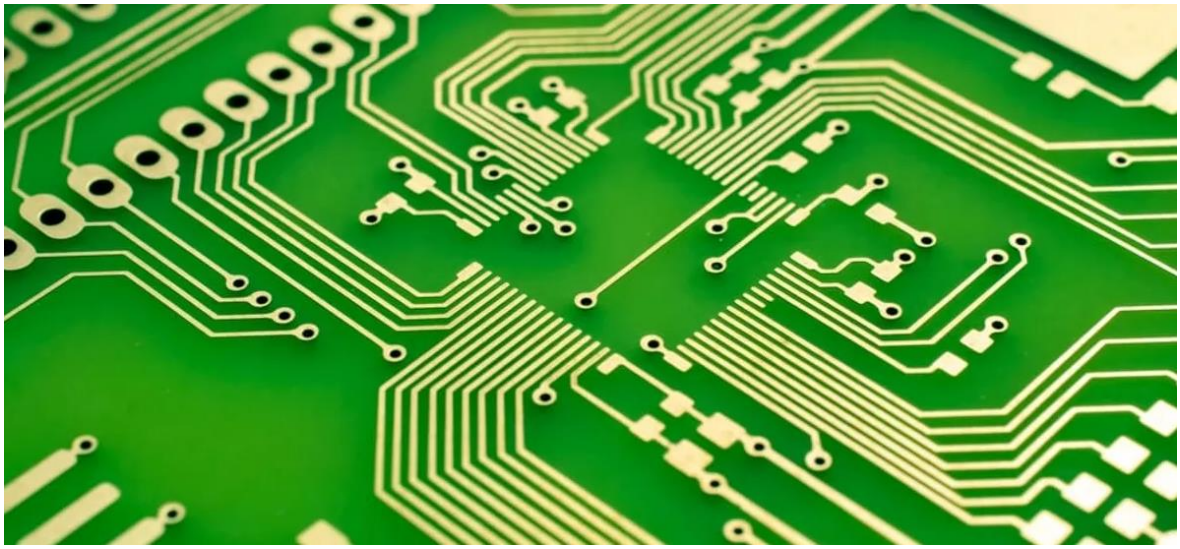
Elektrik akımı veya kısaca elektrik, örneğin bakır gibi, elektriği iletme becerisi olan bir malzemenin üzerinden akmakta olan enerjidir (Nicholson, 2012). Elektronik ise, elektrik

akımının manipülasyonunun ve kontrolünün teknolojisidir (Forret, 1997). Elektroniğin, elektrikten farklı bir mühendislik dalı haline gelmesi ise endüstrileşmenin bir sonucudur (Roberts, ve diğ., 2008). Elektrik devrelerinin teorisi 1780'lerde ve günümüz gündelik hayatına birçok etkileri olan elektromanyetizmanın teorisi ise 1820 ve 1830'larda ortaya çıkmıştır (Tewari, 2003). Elektroniğin elektrikten ayrı bir branş haline dönüşmesi süreci ile modernizmin güçlenmesi arasında tarihsel ilişki olduğu açıktır.

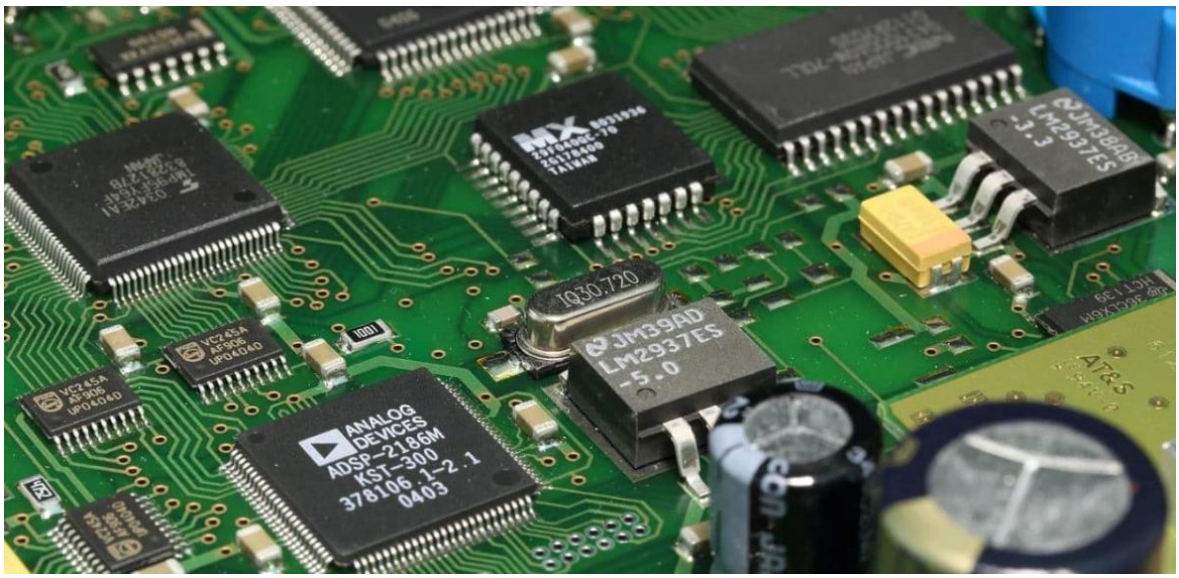
Endüstriyel tasarım literatüründe modernist estetik, genellikle imalatın makineleşmesi ve otomatikleşmesi ile ilişkilendirilir. Ancak, 1900'lere doğru modernleşen yalnızca imalat değildir. Bauhaus döneminin başlamasına yakın, gündelik nesneler elektronikleşmektedir. Modernist estetik, yalnızca önceden el ile imal edilen bir nesnenin, örneğin bir mobilyanın artık makine ile imal edilmeye başlaması veya mobilyanın formlarının, yalnızca makineli imalata adapte olacak şekilde değişmesi değildir. 1900'lerde, modernizmden önce gündelik hayatta var olmayan veya elektrik aracılığıyla reform geçiren objeler üretilmiştir. Örneğin bir Bauhaus yöneticisi olan Peter Behrens'in, Bauhaus kurulmadan önce, 1907'de, AEG şirketinde tasarımcı olarak görev almaya başladığı ve şirket için vantilatör ve elektrikli su ısıtıcısı gibi elektrikli nesneler tasarladığı bilinmektedir (Kaiser, 1964; Schuldenfrei, 2018). AEG'nin açılımı *Allgemeine Elektricitäts Gesellschaft'*tır. Türkçe'ye *Genel Elektrik Şirketi* olarak çevrilebilir. AEG örneği, Bauhaus'un estetik yaklaşımı henüz modernist değilken bile elektronik nesnelerin gündelik hayata etki etmeye başladığını göstermektedir. Buna rağmen, Bauhaus tasarımları, makineleşme çağının modernist elektrikli objeleriyle pek de ilişkili değildir (Schuldenfrei, 2018).

Behrens'in AEG için tasarladığı nesneler, günümüz elektronik nesnelerine oranla çok daha basit, sadece *elektrikli* olarak anılabilecek aletlerdir. Bauhaus döneminin nesnelerinde elektrik genellikle bir enerji kaynağı olmaktan ibarettir. Günümüzün gündelik yaşantısında ise bir çok kompleks elektronik nesne ile etkileşim kurulur (Ullas ve Beeranur, 2022). Günümüzün gündelik elektronik nesnesi, yalnızca bazı görevler yerine getiren herhangi bir cihaz değil, bazen dekoratif bir öge, giyilen bir moda objesi, bir yaşam tarzı simgesidir (Han, ve diğ., 2001). Yaşam tarzının gösterişçiliğini yaparak yaşayan *Flâneur* karakterinin (Simmel, 1978), günümüzdeki araçları akıllı cep telefonları, akıllı saatler gibi teknolojik moda objeleridir. Donetskaya'ya (2021), Han ve diğerlerine (2001) ve Chien-Yi Huang ve Hui-Hua Huang'a göre (2011), günümüzün elektronik nesneleri çok sayıda bileşenden oluşan, genellikle donanım ve yazılımların bir arada bulunduğu hibrit sistemlerdir. Modern

elektronik nesnenin en temel bileşeni basılı devre kartı, daha sık kullanılan ismiyle *printed circuit board* kısaltması PCB'dir (Ullas ve Beeranur, 2022). PCB, karmaşık, çok sayıda bileşenleri olan bir devrenin yekpare tek bir bileşene dönüşmesini sağlar. Joonhyuk Yang ve diğerlerine (2012) göre *devre,* birbirlerine bağlanarak elektrik ağı oluşturan bileşenler ve onları birbirlerine bağlayan iletken yolların meydana getirdiği kapalı bir döngüdür. PCB, önceden kablo ile birbirlerine bağlanan bileşenleri, kablo gerektirmeden bağlayabilen tek bir levhadır (LaDou, 2006). Diğer deyişle, üzerinde bileşenler olan bir PCB, binlerce kablo içermesi gereken bir devrenin yerine geçmiştir. PCB ve kabloları ikame eden yollar Resim 2.3'te ve bileşenler ile söz konusu yolların ilişkisi ise Resim 2.4'te görülebilir.



Resim 2.3. Henüz bileşenleri dizilmemiş bir PCB üzerindeki yollar (Wevolver, 2022)



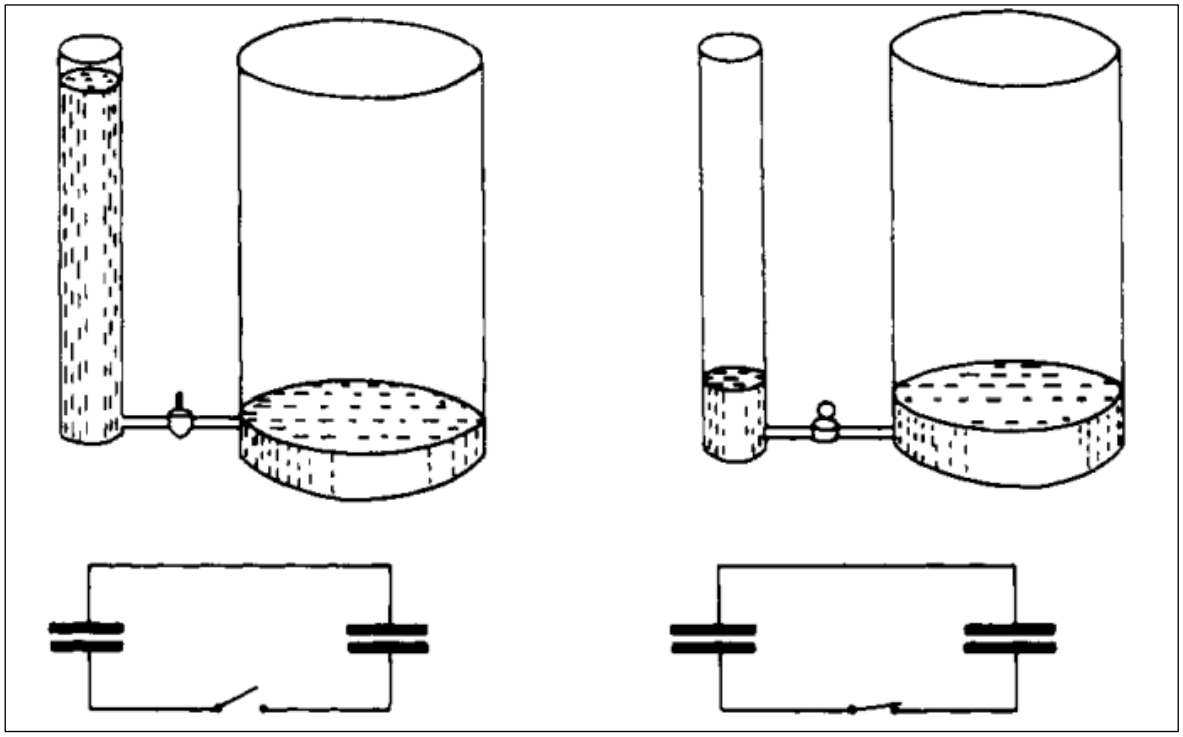
Resim 2.4. Bir PCB üzerindeki bileşenler ve aralarındaki yollar (Antala, 2022)

Elektronik bir devre tasarımı, sırasıyla önce hesaplamalar ve simülasyonlar sonra ise prototipler, testler ve iyileştirilmeler yapılmasını gerektirir (Keseev, 2022). Çünkü, elektrik akımının karakteristik özellikleri incelenmeli ve akımın bileşenlere, nesneye veya çevreye uyumlu olup olmadığı tespit edilebilmelidir. Ölçülen veya hesaplanan en temel değerler elektrik akımının şiddeti olan Amper, gerilimi olan Voltaj ve ikisinin çarpımı ile elde edilen Watt, yani akımın sağlayabileceği toplam güçtür (Nicholson, 2012). Yukarıdaki kavramların tamamı lisans öncesi fizik eğitiminin konusu olduğu için (Yeşilyurt, 2006), endüstriyel tasarım öğrencilerinin söz konusu kavramlara zaten hakim olması beklenebilir. Orta öğretim fizik dersleri, modern teknolojiyi anlamanın temelidir, ancak birçok lise öğrencisi soyut kavramlara değinildiği için fizik konularını öğrenmekte zorlanır ve fizik derslerini sevmez (Hesti, ve diğ., 2017). Fizik konuları arasında elektrik, en soyut olan kavramlardandır. Elektrik akımının karakteristiğine ilişkin en temel kavramlar bile duyu organı aracılığıyla algılanamaz oluşlarından ötürü, anlaşılması zor konulardır (Shipstone, 1985). Çocukların elektriği anlayışını inceleyen Shipstone, onların; enerji, akım, gerilim, güç, elektrik ve şarj gibi kavramlarının hepsini birbirleri ile eş anlamlı olarak kullandığını gözlemlemiştir. Aynı hatalı eş anlamlı kullanımların, bu araştırmanın yürütülmüş olduğu Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım ikinci sınıf öğrencileri tarafından da yapıldığı, bazı öğrencilerin tasarladıkları nesnenin toplam gücünü Voltaj ile ifade ettiği gözlemlenmiştir.

Elektrik akımının karakteristik özelliklerinin duyu organları ile algılanamaz oluşunun öğrenme üzerindeki olumsuz etkisini aşmak adına bir yöntem geliştirilmiştir: Yöntemin adı su akışı analojisidir (Hesti, ve diğ.,, 2017; Nicholson, 2012). Analoji, kişinin, alışılmadık bir sorunu çözmek zorunda kaldığında, çözmeye çalıştığı soruna benzer olarak algıladığı ve önceden tanıdığı başka bir soruna ilişkin mevcut bilgi ve deneyiminden faydalanmasıdır (Stavy ve Tirosh, 1993). Analojinin eğitimde kullanımı ise, iyi bilinen bir konuya ilişkin nedensel ilişkilere atıfta bulunularak, hiç bilinmeyen bir konuya ilişkin daha kolay anlayış geliştirilmesinin amaçlanmasıdır (Paatz, ve diğ., 2004). Su akışı analojisinde, bileşenleri bağlayan yollar su borularına benzetilir. Su akışı analojisi yerine, örneğin kömür treni gibi diğer analojilerden de faydalanıldığı görülebilir (Cosgrove, 2007), ancak en yaygın olan analojinin su akışı ve su boruları olduğu görülmektedir.

Devre bileşenlerinin üç karakteristik özelliği vardır: Direnç, kapasitans ve endüktans. Bir elektronik devrenin davranışlarını belirleyen de söz konusu üç özellik ve onların devre içerisindeki kombinasyonlarıdır (Rajkumar, 2009). Su akışı analojisi ile ele alınırsa, tıpkı

su borularının içerisine yerleştirilecek engellerin suyun akışına direnç gösterecek olması gibi bazı malzemeler de elektrik akımına direnç gösterecektir. Engel yüzünden suyun akış hızının yavaşlaması, direnç yüzünden ampulün parlaklığının azalması ile benzeştirilebilir (Paatz, ve diğ., 2004). Elektrik terminolojisinde direnç veya İngilizce'den uyarlanan ismi ile *rezizstans,* Ohm birimi ile gösterilir ve bir devredeki elektrik akımının şiddetinin ve gücünün sınırının belirleyicisidir (Yang, ve diğ., 2012; Rajkumar, 2009). Su akışının hızı aşırı yükseldiğinde akışın önündeki engeller parçalanacak ve hatta borular patlayacaktır. Suyun akış hızının ve su basıncının sisteme zarar vermeden ulaşabileceği azami bir sınır vardır. Su analojisine dayanarak, niçin direncin, azami akım şiddetinin belirleyicisi olduğu anlaşılabilir. Direnç, bir malzeme özelliğidir. Bir malzeme dersi konusu olarak görülebilir: Malzemenin özgül direncine, kesit hacmine ve malzemenin ne kadar uzun bir hat halinde kullanıldığına bağlı olarak toplam direnç artar veya azalır (Datta, 2004). İletkenlik veya İngilizce'den Türkçe'leşen ismi ile *kondüktans*, direncin zıttı olarak kullanılan bir tanımdır ve iletkenliği yüksek malzemelere kondüktör, direnci yüksek malzemelere ise direnç veya rezistör ismi verilir (Rajkumar, 2009). Daha mukavemetli boruların daha yüksek basınçtaki ve daha yüksek hızdaki su akışına dayanabilecek olması gibi, direnci daha düşük olan bileşenler de daha fazla elektriksel kapasiteye sahip olabilir.



Resim 2.5. Su akışı analojisinde kapasitans (Osmand, 1985)

Kapasitans, elektrik enerjisi yükünün, endüktans ise elektromanyetik enerjinin saklanma kapasitesini ifade etmektedir (Rajkumar, 2009; Yang, ve diğ., 2012). Kapasitans, içi su ile doldurulabilen üstü açık bir su deposuna benzetilebilir (Osmand, 1985). Tıpkı herhangi bir su deposunun alabileceği su miktarının depo iç hacmi ile sınırlı olacağı gibi her bileşenin de elektrik yükü saklama becerisi sınırlıdır. Osmand'a göre birbirlerine bağlı olan iki su deposu, aralarındaki vana açıldığında, bileşik kaplar teorisine uygun hareket edecek ve her iki depodaki su miktarı tam olarak aynı yükseklikte sabitlenene kadar bir taraftan diğerine su akışı olacaktır (Resim 2.5). Vana açılmadan önce depolardaki sıvı basıncı birbirlerinden farklıdır. Çünkü statik sıvı basıncı, sıvı kütlesinin miktarına değil, derinliğine bağlı bir değişkendir. Suyun daha yüksek basınçlı olan depodan daha az basınç olan depoya akma isteği, analojik olarak elektriğin gerilimidir (Paatz, ve diğ., 2004). Fizik terminolojisinde gerilim, *potansiyel farkı* olarak da ifade edilir. Gerilimin, analojik olarak suyun debisi ve akan toplam su miktarı ile aynı anlama gelmediği bağlı depolar analojisi ile anlaşılabilir. Debi, yani sabit bir süre dilimi içerisinde, borunun tanımlı bir bölümünden geçen toplam su miktarı, birimi Amper olan akıma benzetilebilir (Evans, 1982). Basınç farkı ile debinin çarpımı da suyun bir depodan ötekine akarken sağladığı anlık güçtür (Brunvand, 2013). Toplam güç ise depolardaki su seviyesinin eşitlenmesinin süresi ile anlık gücün çarpımıdır. Bu yüzden genellikle güçten ve akımdan söz edilirken zaman birimlerinden de faydalanılır. Brunvand, yüksek gerilimdeki ve yüksek akımdaki elektriği geniş bir ırmağın ucundaki yüksek bir şelaleye benzetmiştir. Gerilim azaldığında, elektriğin karakteristiği şelaledense hafif eğimle akan sakin bir nehre, akım azaldığında ise nehrin genişliği büyük bir ırmaktan çaya doğru değişmektedir.

Bir elektrik devresinin işlev görebilmesi için enerjiye ihtiyacı vardır. Enerji olmadığında, su depoları boştur. Depolardan biri, bir pompa aracılığı ile doldurulmaya başlanmalıdır. Osmand (1985), depoyu doldurmak amacıyla sabit hızda çalışacak bir su pompasının, sabit frekans ile suyun dalgalanmasına sebep olacağına dikkat çekmekte, pompayı, devreye enerji sağlayan alternatif akımdaki (AC) güç kaynağına benzetmektedir. Depo içerisine dalgalı bir akış ile biriken su, depolar arasındaki borudan berrak, düzgün ve sabit bir hız ile akmak durumundadır. Osmand, su akışı analojisi aracılığıyla açıkladığı üzere kapasitör olarak adlandırılan bileşenlerin görevini de tıpkı suyun akışını düzgünleştiren su deposuna benzetmiştir. Kapasitör, AC elektrik akımındaki dalgalılığı gidererek doğrusal elektrik akımının (DC) oluşmasını sağlamaktadır. AC ve DC arasındaki en önemli fark da elektrik akımının dalgalı olup olmamasıdır. Farklı yüksekliklerdeki iki su deposu analojisi, bazen

pil, akü veya batarya olarak bilinen taşınabilir enerji kaynaklarını açıklamak amacıyla da kullanılmaktadır (Evans, 1982; Paatz, ve diğ., 2004). AC, zorla suyu iten bir pompanın yarattığı etkiye, DC ise suyun serbest bırakıldığındaki doğal akışına benzetilmektedir. Su depoları analojisi, kapasitans, seri ve paralel bağlantı kavramını açıklamaya da elverişlidir (Evans, 1982). Aynı hacimli depolar üst üste birleştirildiğinde ve birleşen depolar içerisine su doldurulduğunda, toplam su yüksekliği artmış ve dolayısıyla potansiyel farkı, yani gerilim birleştirilen depo sayısıyla aynı oranda artmış olacaktır. Depolar yan yana birleştirildiklerinde ise suyun yüksekliği her depoda eşit olmak zorundadır. Depolardan su çekileceğinde, su her depodan aynı hızla boşalacak, su yüksekliği her depoda aynı kalmaya devam edecek, depoların boşalma süresi depo sayısıyla aynı oranda artacaktır. Evans'a göre paralel bağlanan pillerde, pillerin ömrünün, seri bağlanan pillerde ise toplam gerilimin artması, basit su deposu deneyi düzenekleri hazırlanarak açıklanabilir.

Endüktans ise genellikle boru hattı üzerindeki bir pervaneye benzetilir (Foster ve Ebrahim, 2019). Foster ve Ebrahim'in açıkladığı üzere pervane, su akışının önündeki bir engeldir ve pervane harekete geçene dek bir miktar vakit geçer. Pervane artık dönmeye başladığında ise, artık sabit bir engel kadar suyun akışını kısıtlamaz. Su akışı aniden kesilirse, pervane eylemsizlik sebebiyle aniden duramaz. Azalan bir hız ile dönmeye devam eder ve sonunda yavaşlayarak durur. Endüktans becerisi yüksek bileşenlere endüktör ismi verilir. Endüktör, kendi üzerindeki elektrik enerjisini pervanenin yavaşlayarak durmasına benzer bir şekilde boşaltır. Öncesinde endüktör bulunan bir ampul, akım geldiğinde yavaşça parlaklaşır ve kesildiğinde ise yavaşça söner. Günlük hayatta kullanılmakta olan birçok elektrik motoru da endüktansın basit deney düzenekleri ile açıklanabilir bir örneğidir. Sabit hızla dönerken elektrik enerjisinden istifade eden motor, elektrik akımı kesildiğinde aniden duramaz, yavaşlayarak durması vakit alır ve durduğu ana kadar ise bir jeneratör gibi çalışıp, elektrik enerjisi üretecek, su pervanesi analojisini doğrulayacaktır (Brunvand, 2013).

Dirençler, kapasitörler ve endüktörler devre tasarımında kullanılan pasif elemanlardır (Yang, ve diğ., 2012). Pasif elemanlar, analojik olarak su akışının basıncı, hızını, aniden ya da ivmeli şekilde hızlanıp yavaşlaması veya dalgalanmasını ya da sabit bir hızla akması gibi özelliklerini düzenlemeye yarayan bileşenlerdir. Aktif elemanlar ise suyun aktığı yön ile ilişkilidir. Aktif elemanların en yaygın bilinen türleri diyotlar ve transistörler olarak isimlendirilen yarı-iletkenlerdir (Yeo, ve diğ., 2018). Diyotlar, suyun yalnızca tek yönde akmasına izin verme görevindeki bir valfe, yani otomatik olarak açılıp kapanan bir vanaya

benzetilmektedir ve transistörler ise sırt sırta duran iki diyod olarak açıklanabilir (Grazier ve Cass, 2017). Valf analojisine göre diyot, suyun akışı ters yöne dönecek olursa kapanır, ancak akış doğru yöndeyse açık kalmaya devam eder (Nicholson, 2012). Bazı diyot türleri ise daha akıllı valflere benzetilebilir: Suyun yalnızca doğru yönde değil, aynı zamanda doğru basınç aralığında akmasını sağlayabilirler. Basınç istenilenden fazla azalırsa veya artarsa akışı kesebilirler.

Diyotlar ve transistörler yarı-iletkenler olarak ifade edilir. Otomatik bir valf gibi işlev görmesini sağlayan ise aslen malzemenin elektriksel özellikleridir. Diyot ve transistör modern bilgisayarların ve dijitalleşmenin temelini oluşturmakta, günümüzde herhangi bir bilgisayarın devre kartında binlerce transistör görülebilmektedir (Grazier ve Cass, 2017). Transistörlerin ilk defa 1948'de kullanıldığı, halk arasından *çip* olarak isimlendirilen mikroişlemcilerin ise ilk defa 1959'da ortaya çıktığı görülmektedir (Drummer, 1997). Söz konusu bileşenlerin yaygınlaşmasının Şikago'daki Bauhaus ve HfG Ulm dönemlerinde görülmüş olması dikkat çekicidir. Mikroişlemci, bir entegre devre veya kısaca entegredir. Entegre, pasif ve aktif elemanların daha da küçültüldüğü, silikondan imal edilen paket içerisine yerleştirildiği küçük bir bileşendir (Nwosu, 2016). Bir entegre, birkaç milimetre hatta milimetre altı ölçülerde olabilir. Nwosu'nun değindiği üzere herhangi bir bilgisayarın en önemli bileşenlerinden biri, en gelişmişlerinden mikroişlemci türlerinden bir tanesi, Merkezi İşlem Birimi'nin İngilizce kısaltması olan CPU'dur. Her entegre, bir CPU gibi mantıksal işlemler yapma görevinde olmayabilir. Ancak, mikroişlemci entegresi elektriksel girdileri mantıksal işlemlerden geçirip aritmetik ve mantıksal çıktılar üretmeye yarar. Gordon Moore, teknolojinin, bir mikroişlemci içerisine yerleştirilebilecek transistörlerin sayısının her 18 ayda bir ikiye katlanacak şekilde ilerlediğini ortaya koymuştur (Borkar, 2009). Mikroişlemcilerin daha fazla beceriye sahip olurken daha erişilebilir hale gelmesi, dijitalleşme devrimini başlatmıştır. Her canlının genetiği de bir çeşit matematiksel diziye, yani dijital bir veriye benzer (Bowen ve Giannini, 2014). Genetik sarmal dijitaldir, ancak ikili değil dörtlü bir sayı sistemine dayanır (Kumar, ve diğ., 2012). Kumar ve diğerlerine göre genetik sarmaldaki dijital yapı, canlı vücudunun kodlama aracılığıyla bilgiyi saklama ve koruma mantığıdır. Nesnelerin dijitalleşmesi bu bakımdan, nesnenin canlılaşması olarak yorumlanabilir.

Dijital, elektronik terminolojisinde, ikili sisteme uygun olan (Sundberg, 2019), yalnızca iki durumda bulunabilen, 1 veya 0, ya da *açık* veya *kapalı* olmak dışında olasılığı olmayan,

analog ise asgari ve azami değerler arasında sonsuz olasılığa sahip olandır (Kimber, 1997). Diyotlar ve transistörler analog elektrik akımının karakteristik özelliklerinden yararlanarak akımın hangi yöne doğru devam edeceğine veya devam edip etmeyeceğine karar veren ve böylelikle mekanik bir hareket veya insan müdahalesi gerektirmeden dijitalleştiren mikro bileşenlerdir. 1971'de Intel'in ilk ürettiği mikroişlemcinin içerisinde bile toplam 2 300 adet transistör bulunurken (Abdullayevich, 2020), günümüzdeki bilgisayarlarda faydalanılan transistörlerin sayısının milyonlara ulaştığı tahmin edilmektedir (Grazier ve Cass, 2017). Yalnızca bilgisayarlar değil, artık birçok elektronik nesne, mikroişlemciler ile çalışmakta, dolayısıyla gündelik nesneler dijitalleşmekte, birer bilgisayar haline gelmektedir (Kristy, 2014).

Bir IoT cihazının becerilerini yalnızca aktif-pasif elemanlar veya elektriğin karakteristik özellikleri aracılığıyla anlatmak mümkün değildir. Malzemenin elektriksel özellikleri, elektroniğin mantığını öğrenmek bakımından önceliklidir, ancak sonrasında, bir elektronik nesneyi anlayabilmek için bileşenleri tanımlayabilmek gereklidir. Bir IoT cihazındaki kritik bileşenler; sensörler, aktüatörler ve kablosuz iletişim araçları olarak üçe ayrılabilir (Deschamps-Sonsino ve Beart, 2014; Rayes ve Salam, 2017). Sensörlerin hepsi değil ama bazıları *transdüser* veya *dönüştürücü* olarak da adlandırılır. Transdüser; manyetik, optik, kimyasal, ısıl veya mekanik bir enerjiyi elektrik enerjisine veya elektrik enerjisini söz konusu enerji türlerinden birine çeviren bileşenlerin genel ismidir (Bush-Vishniac, 1999). Sensörler ise, yalnızca, çevredeki bir enerji türünü elektrik enerjisine dönüştürerek devreye girdi haline getiren bileşenlerdir (Hauwaert, 2020). Eugene Song ve Kang Lee'ye (2008) göre sensörler; sıcaklığı, nemi, basıncı, gazların veya sıvıların akışını, görüntüyü, sesi, hava kalitesini, uzaklığı veya yakınlığı, teması, hareketi, ivmeyi, açıyı, hızı veya benzeri fiziksel olguların girdilerini (Rayes ve Salam, 2017) elektrik akımına çevirerek devreye dahil eden transdüserlerdir. Sensör, karmaşık veya dijital olmak zorunda değildir. Sensör, malzemelerin veya çevrenin elektriksel özelliklerinden faydalanan çok basit, analog bir bileşen olabileceği gibi çok sayıda kompleks entegreler içerebilir ve dijital çıktılar üretebilir. Sensör, analog çıktılar üretiyorsa, sensörün çıktısı olan elektrik akımının karakteristik özelliklerinin ölçülmesiyle çevredeki olaylar algılanır, ancak sensör dijitalse üretiyorsa bu durumda sensörden gelen elektrik akımının varlık-yokluk durumuna bakılır (Rayes ve Salam, 2017). Aktüatörler ise, Youqian Zhang ve Kasper Rasmussen'e (2022) göre, elektrik enerjisini diğer bir enerji türüne çevirerek herhangi bir görevi yerine getiren, genellikle de mekanik hareket sağlayan bileşenlerdir. Örneğin, motorlar birer aktüatördür.

Ancak, Zhang ve Rasmussen'in belirttiği üzere, örneğin bir sıcaklık üretecinin yaydığı ısı da onun aktüatör olarak sınıflandırılmasını gerektirir. Zhang ve Rasmussen'in yaklaşımları ile sınıflandırılıdığında ekran, motor ve hoparlör gibi bileşenler birer aktüatör; mikrofon, kamera, dokunmatik düğme gibi bileşenler ise birer sensördür. Amacı enerji türleri arasında dönüşüm yaratmak olan her bileşen bir transdüser olduğuna göre örnek verilen bileşenlerin hepsi aynı zamanda birer transdüserdir.

Elektronik, elektronik nesne ve elektronik bilgisi özet olarak şu şekilde tanımlanabilir: Elektronik, belirli amaçlar doğrultusunda elektriğin manipülasyonudur. Elektriği manipüle etmek ise, elektriğin karakteristik özelliklerini düzenlemek, yorumlamak ve varlığına ya da yokluğuna bakmak aracılığıyla tanımlı işlerin yerine getirilmesi ve mantıksal sonuçların üretilmesidir. Elektronik nesne, elektriği sadece enerji kaynağı olarak kullanmayan, aynı zamanda elektriği manipüle ederek mantıksal sonuçlar üreten nesnedir. Masa lambası, elektronik değil, elektrikli bir nesnedir. Sıradan bir televizyon kumandası ve hesap makinesi ise elektronik nesnelerdir, ancak yeni veya karmaşık bir problem ile ilişkili algılanmadıkları için teknolojik bir nesne olarak görülmezler. Teknolojik algılanmamaları ise teknolojilerinin eski veya basit olacağı, elektronik bilgisi edinmeden de kolaylıkla tasarlanabilecekleri anlamına gelmez. Elektronik bilgisi elektriği manipüle etmenin yöntem ve araçlarını anlamaya, elektronik bileşenlerin görevlerini ve sınırlarını tanımaya yarayan terminolojik, bilimsel ve deneyimsel bilginin tamamıdır. Elektronik nesnelerin, özellikle de akıllı cihazların ardındaki teknolojilerin temel ilkelerinin ve işlevlerinin mantığını anlamak, bir endüstriyel tasarımcının yeni konseptler geliştirme kapasitesini artıracaktır (Blanco, ve diğ., 2017). Öte yandan endüstriyel tasarımcı, bir alanda aşırı uzmanlaşmaktan kaçınmalıdır (Celaschi, ve diğ., 2013). Endüstriyel tasarımda yan disiplinler tamamlayıcı nitelikte olmalı ve aşırı derinleşmemelidir (Moalosi ve Molokwane, 2008), ancak aşırı derinleşilmediği halde yeterli olan bilginin kapsamı tanımsızdır.

3. YÖNTEM

Araştırmanın bu bölümünde, niçin bir araştırma yürütülmesinde ihtiyaç duyulduğuna ve araştırma aracılığıyla amaçlananlara değinilmekte, verilerin toplanması ve analiz edilmesi amacıyla kullanılan yöntemler sunulmaktadır. Bu araştırma toplam 3 aşamadan meydana gelmektedir. Aşamalar, uygulandıkları kronolojik sırada sunulmakta, 3 aşamanın da yöntemine ayrı olarak değinilmektedir. İkinci ve üçüncü aşamalardaki veri toplama yöntemleri, ilk aşamanın bulguları aracılığıyla tasarlanmıştır. İlk aşamaya katılım gösteren 2 elektronik mühendisi, sonraki aşamalarda uzman görüşü sağlamıştır. Araştırmanın her aşamasında farklı bir örneklem ile çalışılmıştır. Uzman görüşü sağlayanlar dahil olmak üzere hiçbir aşamadaki hiçbir katılımcı diğer bir aşamanın da katılımcısı değildir.

3.1. Gerekçeler

Bu araştırmanın yürütülmesindeki motivasyon, endüstriyel tasarım uygulamaları sırasında endüstriyel tasarımcıların elektronik bilgisine ihtiyaç duyduğu durumlar yaşandığının ve elektronik teknolojilerine ilişkin bilgi ve kavrayışlarının yetersiz kaldığının gözlemlenmiş olmasıdır. Endüstriyel tasarım literatüründe elektronik bilgisine ve öğrenilişine değinen yayınlar incelendiğinde ise elektronik bilgisinin yerini, önemini ve kapsamını açık şekilde sunan bir yayına ulaşılamamıştır. Bu araştırmanın gerekçesi, elektronik bilgisine duyulan ihtiyacın gerekçesini, bilginin kapsamını, günümüzde ne kadar öğrenildiğini ve nasıl daha doğru öğrenilebileceğini belirlemek adına betimleyici bir çalışmaya ihtiyaç duyulmasıdır.

Eddie Norman'ın (2001) alıntılamış olduğu Paul Ewing'in ifadesiyle, 1990'lara kadar öğretim görevlileri elektronik bilgisini, *hakkında bir şeyler bilinmesi gereken*, ancak tam anlamıyla hangi bilginin bilinmesi gerektiği anlaşılmayan bir konu olarak açıklamaktadır. Günümüzde ise elektronik bilgisi, hakkında kapsamlı bilgiye sahip olunması gerekmeyen (Seetsen, ve diğ., 2019), tercihen fazla derinleşilmemesi istenen (Moalosi ve Molokwane, 2008), ancak bazı temel kavramların bilmesinin fayda sağlayacağı (Romero, ve diğ., 2012) bir konu olarak değerlendirilmektedir. Ancak, elektronik bilgisinin kapsamı hala belirsiz olduğu için, endüstriyel tasarım eğitimi aracılığıyla öğrenilen elektronik bilgisinin ne kadar yeterli olduğu da belirsizdir. Endüstriyel tasarımcıların elektroniği *dar boğaz* olarak görmesi ise (Seetsen, ve diğ., 2019) güncel eğitimin elektroniğe ilişkin yeterli kavrayışı edindiremediğine işaret etmektedir. Endüstriyel tasarımcıların teknik terminolojiye hakim

olmaması disiplinlerarası projelere ilişkin genel bir sorundur (Persson ve Warell, 2003). Endüstriyel tasarımcılar güncel teknolojik kavramlar olan endüstri 4.0 ve IoT'yi de eksik tanımaktadır (Kelceoğlu ve Kütük, 2020). KwanMyung Kim ve Kun-pyo Lee'ye (2016) göre mühendisler ve yöneticiler, endüstriyel tasarımcıların teknik bilgiye yetkin olmayışı sonucunda tasarım projelerinin riskli hale geldiği görüşündedir. Bu görüşe ve elektronik bilgisinin endüstriyel tasarımcının profesyonel yaşantısına fayda sağlayacağı (Romero, ve diğ., 2012) önerisine tezat olarak, şirketlerin ve öğrencilerin elektroniğe ilişkin bilgiyi çalışma hayatı için faydasız görmesi (Page, 2018), elektronik bilgisinin öğretilişinde yeterli verimliliğe ulaşılamadığına işaret eden diğer bir bulgudur ve öğrenmeyi destekleyen yeni bir yöntem arayışına girilmesinin gerekçesidir.

Endüstriyel tasarım bölümleri ve diğer tasarım veya tasarım mühendisliği bölümlerinden bazıları, zorunlu veya seçmeli dersler aracılığıyla teorik elektronik bilgisinin öğrenilmesine veya stüdyo dersleri, diğer zorunlu veya seçmeli dersler aracılığıyla dijital etkileşimlerin prototiplenmesine önem vermeye başlamıştır. Özellikle de açık kaynaklı prototiplemeye ilişkin stüdyo ders içi uygulamalar (Erkarslan ve Aykul, 2019) veya seçmeli dersler daha fazla ilgi görmektedir. Arduino gibi açık kaynaklı sistemler aracılığıyla elektroniklerin prototiplenmesi, eğitimin fiziksel bir aracına dönüşmüştür (Kamaruzaman, ve diğ., 2020). Arduino, endüstriyel tasarım öğrencilerini elektronik bilgisi ile tanıştırma adına faydalıdır (Romero, ve diğ., 2012; Seetsen, ve diğ., 2019). Öte yandan, kısa süreli derslerde hem Arduino gibi donanımların ve açık kaynak kavramının öğrenilmesi hem de yaratıcı tasarımlar yapılmaya çalışılması bir güçlüktür (Callaghan, 2012). Arduino prototipleri aracılığıyla yürütülen bazı derslerde elektronik bilgisi veya prototipleme becerisi yan bir kazanım olarak görülmekte, ders kazanımı olarak elektroniğe ilişkin kapsamlı bir kavrayış oluşması hedeflenmemektedir (Boess, ve diğ., 2010; TU Delft, 2023a). Manpreet Singh ve Sukhwinder Singh'e (2014) göre Arduino ve açık kaynak felsefesi çok sayıda üretilip satılan nesnelerde nadiren kullanıldığı için seri imalatta tercih edilen bileşenleri öğretmekte yetersiz kalabilir. Arduino projelerinde daha sık tercih edilen elektronik bileşenler ve Arduino, gündelik hayatta kullanılan nesnelerin devre kartları ve bileşenlerden farklıdır. Manpreet Singh ve Sukhwinder Singh'in (2014) Arduino'nun seri üretilecek nesnelere ilişkin bileşenleri öğretmekte yetersiz kalabileceğine ilişkin eleştirisi ve Molwane ve diğerlerinin (2017) teorik içeriği yoğun olan derslerin verimsizleştiğine ilişkin tespiti, her iki yöntemden de farklılaşan yeni bir yöntem arayışına girilmesinin gerekçesidir.

Günümüzde geleneksel eğitim yaklaşımlarının çoğu verimliliklerini yitirmektedir (Alvi, 2018). Alvi'nin ifadesine göre Z kuşağı, önceki kuşaklar gibi *dijital mülteciler* değil, *dijital dünyaya doğmuş yerlilerdir*. Alvi, öğrenim araçlarının Z kuşağının öğrenme biçimine uygun olacak şekilde dijitalleşmesinin mecburi hale geldiğine değinmektedir. Endüstriyel tasarım eğitiminde ise derslerin yürütüldüğü ortamın ve öğrenim araçlarının yanı sıra, odaklanılan ürün kavramının da dijitalleşmesine ihtiyaç vardır (Ehn, 1998). Endüstriyel tasarım bölümlerinin misyonları ve müfredatları, imalat ekonomisinin gereksinimlerine ve makine mühendisliği alanına fazla odaklanmak ile eleştirilmektedir (Yenilmez ve Bağlı, 2020; Varekamp, ve diğ., 2014). Endüstriyel tasarım mesleğinin odaklandığı ürün kavramında dijitalleşmeye ihtiyaç olduğu kabul edilse bile, imalat ekonomisine ilişkin gereksinimlerin ve derslerin önemini yitirdiği de iddia edilemez. Bu araştırma aracılığıyla yeni bir ders içeriği geliştirilmesi yerine destekleyici nitelikte dijital bir araç tasarlanmış olmasının gerekçesi, hem eğitimde dijitalleşmeyi teşvik etmek hem de dijitalleşmenin zamana, mekan ve ekipmana bağlı kısıtları azaltması sayesinde diğer derslerin kazanımları ile çelişmeyen bir yöntem geliştirmektir.

3.2. Amaçlar ve Sorular

Araştırmanın amaçlarının ilki, elektronik bilgisinin estetik ile ilişkisinin tanımlanmasıdır. Endüstriyel tasarım, mühendislik temelli derslerden faydalansa bile, endüstriyel tasarımı mühendislik tasarımından ayıran estetik ile olan ilişkisidir (Findeli ve Benton, 1991). Eğer estetik ile elektronik bilgisi arasındaki ilişki zayıfsa, elektronik, endüstriyel tasarımın daha az önemli bir konusu olmalıdır. Araştırmanın ikinci amacı, endüstriyel tasarımcıların meslek hayatlarında niçin ve hangi elektronik bilgisine ihtiyaç duyduğunu tespit etmek ve üçüncü amacı ise gerekli olduğu tespit edilen bilginin güncel endüstriyel tasarım eğitimi tarafından ne ölçüde kazandırıldığını ölçmektir. Tasarım bölümlerinin misyonları ve elektronik bilgisine yaklaşımları çeşitlilik göstermektedir (Friedman, 2002). Tasarım mühendisliği ismine sahip bölümlerde, elektroniğe ilişkin derslerin diğer bölümlere oranla daha sık yer bulduğu görülebilir. Bazı tasarım mühendisliği bölümlerinin müfredatlarında, özellikle de Türkiye'dekilerde (Erciyes Üniversitesi, 2021; Gazi Üniversitesi, 2022), mühendislik kökenli dersler, diğer tasarım mühendisliği bölümlerininkine oranla daha çok sayıda ve daha çeşitlidir. Bu araştırma aracılığıyla elde edilecek bulguların amacı ise söz konusu tasarım branşları arasından, endüstriyel tasarımcıların ihtiyacı olan elektronik bilgisinin kapsamını betimlemek, endüstriyel tasarım bölümlerinin güncel eğitim ile söz

konusu bilgiyi ne kadar edindirdiğini ölçmek ve endüstriyel tasarım bölümlerine odaklı bir yöntem geliştirmektir. Endüstriyel tasarım bölümlerinde yaygın olan eğitim yaklaşımı ise ya elektroniğe ilişkin özelleşmiş herhangi bir uygulama yapılmaması, ya stüdyo dersleri gibi mevcut derslere Arduino'nun entegre edilmesi, ya da genellikle Arduino'ya yönelik olan seçmeli dersler sunulmasıdır. Arduino ile prototipleme yapmaya başlamadan önce en temel elektronik bilgisinin öğrenilmesine ihtiyaç duyulması (Brunvand, 2013), öğrencilerin bazılarının geçmişte Arduino'dan faydalanmış olsalar bile, yeterince etkin bir öğrenme yaşamış olmayabileceklerine işaret etmektedir. Bu araştırma Arduino aracılığıyla yürütülen derslere yönelik bir eleştiri üretme veya Arduino'dan faydalanılan eğitimi diğer bir yöntem ile karşılaştırma amacında değildir ancak araştırmanın ilk aşamasında Arduino odaklı eğitimin faydalarına ve risklerine yönelik bulgular elde edilmiştir.

Deneyimsel öğrenmeye odaklanan güncel eğitim yaklaşımlarından biri olan CDIO'ya göre, öğrenmenin ilk adımı *concieve* veya Türkçe'si *anlamaktır* (Mauryo ve Ammoun, 2018). Mothersill ve Bove Jr. (2017), Ye Wang ve diğerleri (2022) ve Ye Wang ve diğerlerine (2023) göre nesneleri sökerek inceleme işi, hem endüstriyel tasarım, hem de mühendislik uygulamalarında ve eğitiminde tersine mühendislik amacıyla kullanılmaktadır. Örneğin, Gazi Üniversitesi'ndeki Endüstriyel Tasarım bölümünde bir stüdyo dersi ödevi süreci yeni başlarken, öğrencilerden proje konusu ile ilişkili olan nesneleri sökmelerinin ve bileşenleri araştırıp öğrendiklerini sunmalarının istenmesi alışılagelmiş bir uygulamadır. Endüstriyel tasarımcılara elektronik bilgisi öğretmeye yönelik yöntemlerden birisi olarak da nesneleri sökerek inceleme işinden faydalanılması tavsiye edilmektedir (Romero, ve diğ., 2012). Sökmek, tasarlanmış nesneleri incelemenin en pragmatist yolları arasındadır (Dinis ve Veiga, 2022). Öte yandan, öğrenci kendi başına veya öğretim görevlisiyle birlikte sınırlı miktarda nesneyi söküp inceleyebilir. Temin edilebilecek nesnelerin bütçe, zaman ve uzmanlık sınırlılığı vardır. Sökmeye değer olan nesneler pahalı olabilir, sökülmesi uzun süre alabilir, sökülebilmesi için özel ekipman ve bilgi gerekebilir. Gazi Üniversitesi'ndeki Endüstriyel Tasarım Bölümü öğrencilerinin, genellikle ucuz ve kolay sökülen modelleri temin etmeyi tercih ettiği, hatta öğretim görevlilerinin de öğrenciye ucuz nesneler temin edebilme yönünde kolaylık sağlayan proje konuları belirlediği gözlemlenmiştir. İnternet ortamında ise yüksek bütçe gerektiren, yeni teknolojilerden faydalanan, bileşen çeşitliliği bakımından çok daha nitelikli olan nesnelerin parçalanmasına veya tamir edilmesine ilişkin binlerce içeriğe ulaşılabilmektedir. Nesnenin sökülüşünü izlemenin bir kişiye sağlayacağı öğrenmenin niteliği, kişinin nesneyi bizzat sökmesi ile denk olmayabilir, ancak temin

edilip sökülmesine maddi olanak bulunmayan nitelik ve sayıdaki nesnelerin sökülüşlerinin incelenebilmesi, daha güncel teknolojilere ait olan daha çok sayıda bileşene ilişkin bilginin öğrenilebilmesi bakımından kayda değer bir avantaja sahiptir. Bu araştırmanın amaçlarının sonuncusu endüstriyel tasarım öğrencilerine yönelik olarak, elektronik öğrenme süreçlerini destekleyecek bir araç tasarlamak ve aracın fayda ve zararlarını ölçmek ve gözlemlemektir. Araştırmanın, amaçlarına ulaşabilmesi için ise sırasıyla aşağıdaki araştırma sorularına (AS) yanıt aranmalıdır:

AS1. Endüstriyel tasarımcılar hangi elektronik bilgisine niçin ihtiyaç duymaktadır?

AS2. Endüstriyel tasarımcılar hangi elektronik bilgisine yetkin olarak mezun olmaktadır?

AS3. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bilgisi öğrenerek tasarım yapması hangi fayda ve zararlara sebep olur?

AS4. Açık kaynaklardan faydalanarak oluşturulmuş interaktif bir araç endüstriyel tasarım öğrencilerinin stüdyo derslerinde elektronik bilgisi öğrenmesini destekleyebilir mi?

3.3. Veri Toplama ve Analiz Yöntemleri

Bu araştırma, 3 aşamanın tamamı aracılığıyla tek bir betimlemeye ulaşmayı hedeflemesi bakımından karma yöntemli bir araştırmadır. Karma yöntem, tek bir çalışma içerisinde en az bir nitel ve en az bir nicel yöntem aracılığıyla veri toplamak, analiz etmek ve bulgular üretmektir (Creswell, 1999). Nicel bulgu sayısal ve nesnel veriye, nitel bulgu ise genellikle deneyimlere odaklıdır (Halcomb ve Hickman, 2015). Bu araştırmanın her aşamasında farklı olguya odaklanılmış olduğu için aşamalar birbirinden farklı araştırma yöntemlerine sahiptir. Bu araştırma, biri nicel, biri nitel ve biri ise karma yönteme dayanan toplam üç aşamadan oluşmaktadır. İkinci ve üçüncü aşamaların yöntemi, ilk aşamanın bulguları baz alınarak tasarlanmıştır. İkinci ve üçüncü aşamaların yöntemlerinin hazırlanması arasında ise bir ilişki yoktur. 4 araştırma sorusuna odaklanan 3 aşamanın yöntemleri şu şekildedir:

AS1: Yarı-yapılandırılmış görüşmeler (Nitel)

AS2: Elektronik bilgisi ölçme testi (Nicel)

AS3-4: Likert Skalası'nda anket, yarı-yapılandırılmış görüşmeler ve gözlemler (Karma)

3.3.1. Yarı-yapılandırılmış görüşmeler

Endüstriyel tasarımda elektroniğe ilişkin hangi konu veya terimlerin niçin diğerlerine oranla daha fazla öneme sahip olduğunu tespit edebilmek için örtük bilginin araştırılması

gerekmektedir. Örtük bilgi, öznel, her kişinin deneyimine göre değişebilen ve göreceli olan bilgidir (Leonard ve Sensiper, 1998). Endüstriyel tasarımda elektronik bilgisinin yeri örtük haldedir, çünkü, akademik literatür baz alınarak elektronik bilgisine duyulan ihtiyacın ve bilginin kapsamına ilişkin nesnel bir tanımlama yapılamamaktadır. Nesnel bir tanımlama yapılabilmesi için ise gözlemde bulunulması veya kişilerin görüşlerinin toplanılmasına ihtiyaç vardır. Araştırmanın bu ilk aşamasında tercih edilen yöntem yarı-yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla çeşitli uzmanlığa ve deneyime sahip endüstriyel tasarımcıların ve elektronik mühendislerinin görüşlerinin toplanmasıdır. Elde edilen bulgular aracılığıyla birinci araştırma sorusuna yanıt aranması ve sonraki araştırma aşamalarının tasarlanmasını sağlayacak bilgiye ulaşılması hedeflenmiştir.

Yöntem

Katılımcıların bakış açılarına, öznel görüşlerine ve konuların katılımcılar için ifade ettiği anlamlara odaklanmak, tipik bir nitel araştırma özelliğidir (Creswell, 2007). Araştırmanın ilk aşaması tamamen niteldir. Kişilerin öznel görüşleri araştırılırken hem kapalı hem de açık uçlu sorulardan faydalanılması mümkündür. Araştırmanın bu ilk aşamasında olgunun katılımcı görüşleri aracılığıyla betimlenebilir hale getirilmesi planlandığı için sorulara detaylı ve açıklamalı yanıtlar verilmesine ihtiyaç vardır. Söz konusu gerekçeyle Likert Skalası'ndaki sorulardan faydalanılması tercih edilmemiştir. Açık uçlu sorulara yanıt verilmesine yönelik ise ya anketler ya da görüşmeler tercih edilebilir.

Görüşmeler, katılımcıların inançlarını, önemsedikleri değerleri ve davranışlarını ölçmek için verimlidir, yanıtsızlık oranları anketlere oranla çok daha düşüktür, sorunun yanlış anlaşılması yüzünden hatalı yanıtlama eğilimi oluşursa görüşme sırasında tespit edilebilir ve engellenebilir (While ve Barriball, 1994). Görüşmelere oranla, anketler aracılığıyla daha geniş bir örneklem oluşturulabilecek olsa da, bu aşamada elde edilmesi istenen örtük bilginin çok sayıda detay içerebileceği ve anket şeklinde yöneltilen sorulara verilecek yanıtların söz konusu detayların elde edilmesi bakımından yetersiz olacağı ön görülmüştür. Araştırmanın bu aşamasında görüşmelerden faydalanılması tercih edilmiştir.

Görüşme teknikleri ise yapılandırılmış, yarı-yapılandırılmış ve yapılandırılmamış olmak üzere üçe ayrılmaktadır (Carruthers, 1990). Yapılandırılmış görüşmelerde belirli bir soru çizelgesi izlenir. Katılımcılar sorulara oldukça sınırlı yorumlar yapabilir ve sadece çoktan

seçmeli yanıtlar verebilirler (Stuckey, 2013). Yapılandırılmamış görüşmelerde ise röportör, çoğunlukla açık uçlu yanıt verilecek bir soru sorduktan sonra katılımcı yanıtlamaya başlar, röportör çoğunlukla geri planda kalır ve bazen konuyu detaylandırmaya yönelik, önceden planlanmamış ek sorular sorar (Neergaard ve Leitch, 2015). Bu tür görüşmeler ile elde edilen bulguların araştırmaya fayda sağlayabilmesi ve asıl konudan uzaklaşmaması için uzman bir röportöre ihtiyaç duyulur (Carruthers, 1990). Yarı-yapılandırılmış görüşmelerde ise önceden hazırlanmış bir soru çizelgesinden faydalanılır, ancak soruların çoktan seçmeli şekilde yanıtlanması gerekmez. Yanıtlar genellikle açık uçludur ve görüşme araştırmacının önceden belirlenen soruları sorması, katılımcının ise sorulara ilişkin görüşlerini paylaşması aracılığıyla ilerler (Stuckey, 2013). Yarı-yapılandırılmış görüşmelerin, yapılandırılmamış görüşmelere oranla faydası, katılımcılar ile standardize edilmiş görüşmeler yürütülebilmesi ve karşılaştırılabilir veri elde edilebilmesidir. Yapılandırılmış yönteme oranla faydası ise, önceden kurgulanmış bir soru çizelgesi izleniyor olmasına rağmen yine de konuların derinine inilebilmesi ve karmaşık konularda detaylı ve öznel yanıtların elde edilebilmesidir (While ve Barriball, 1994). Araştırmanın bu ilk aşamasında, hem açık uçlu yanıtlara ihtiyaç duyulduğu için hem de karşılaştırılabilirliğe ihtiyaç olması sebebiyle görüşmelerin yarı-yapılandırılmış yöntem ile yürütülmesine karar verilmiştir.

Örnekleme

Her ne kadar bu tez, öncelikli olarak endüstriyel tasarım anabilim dalına fayda sağlayacak bulguların arayışında olsa da, araştırılan konuya ilişkin örtük bilginin yalnızca endüstriyel tasarımcılar ile yürütülecek görüşmeler aracılığıyla elde edilemeyeceği düşünülmektedir. Varekamp ve diğerlerinin (2014) tavsiye ettiği üzere, elektronik mühendislerinin görüşleri, elektronik bilgisiyle ilişkili olguların değerlendirilmesine yönelik daha farklı bulgular elde edilmesini sağlayabilir. Odaklanılan konu, elektronik mühendisliği alanına giren bilgiyi incelediği için uzman görüşüne de ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla görüşmeler, yalnızca endüstriyel tasarımcıların değil, elektronik mühendislerinin de katılımıyla yürütülmüştür. Görüşmelerde her iki meslek grubundan da elektronik nesnelerin tasarlandığı süreçlerde karşılaştıkları olaylara ilişkin detaylar anlatmalarını sağlayacak soruları yanıtlamaları istenmiş, ayrıca elektronik mühendislerinden, hangi elektronik mühendisliği konularının, niçin endüstriyel tasarımcı için gerekli olabileceğine yönelik uzman görüşlerini sunmaları talep edilmiştir. Söz konusu gerekçeyle görüşmelerde endüstriyel tasarımcılara yöneltilen sorular elektronik mühendislerine yöneltilenlerden farklıdır.

Endüstriyel tasarımcı görüşmeleri

Birinci soru çizelgesi ile yürütülen görüşmelere toplamda 6 endüstriyel tasarımcı katılım göstermiştir. Örnek havuzu, araştırmacının kendi çevresine, elektronik nesneler tasarlama deneyimi olan kişiler ile mülakat yapma isteğini iletmesi ile elde edilmiştir. Örneklem, çalışmaya katılmaya gönüllülük gösteren kişilerin tamamından oluşturulmuştur. Söz konusu katılımcılardan 1 kişi özel sektörde işveren ve yönetici, 2 kişi özel sektördeki farklı şirketlerde tasarımcı çalışan ve 2 kişi farklı devlet üniversitelerinde öğretim görevlisi olarak kariyerlerini sürdürmekte, 1 kişi ise bir vakıf üniversitesinde son sınıf öğrencisi olarak eğitimine devam etmektedir. Katılımcıların tamamının elektronik nesneler tasarlamaya ya da bir projeyi veya eğitim sürecini yönetmeye ilişkin deneyimleri olduğu bilinmektedir. Özel sektörde çalışmakta olan 2 katılımcının da 2 yıl iş deneyimleri mevcuttur. İşveren ve yönetici olan katılımcının toplamda 19 yıl iş deneyimi bulunmakta, son 12 yılda ise işveren olarak yöneticilik yapmaktadır. Öğretim görevlisi olan 2 katılımcı da öğretim görevliliğine ilişkin deneyimleri haricinde, geçmişte özel sektörde çalışmıştır. Biri 8, diğeri ise 14 yıldır endüstriyel tasarım bölümlerinde, bitirme projelerinde, diğer stüdyo derslerinde ve seçmeli derslerde görev almaktadır. Söz konusu katılımcılardan biri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümündeki etkileşimli elektronik prototiplemeye ve fiziksel programlamaya yönelik dersin verilmesinde görev almıştır. Katılımcılara aynı sorular yöneltilmiş olmasına rağmen farklı deneyimlere ve görevlere sahip olacak şekilde örneklenmiş olmalarının gerekçesi ise, deneyimlerinin düzeyi ve görevleri ile görüşlerinin farklılığı arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır.

Elektronik mühendisi görüşmeleri

İkinci soru çizelgesi ile yürütülen görüşmelere ise toplamda 4 elektronik mühendisi katılım göstermiştir. Örnek havuzunun ve örneklemin elde edilme yöntemi, endüstriyel tasarımcı görüşmelerine katılım gösterenlerin örneklenmesinde izlenen yöntem ile aynıdır. Bütün katılımcıların endüstriyel tasarımcılar ile birlikte çalışma veya onları yönetme deneyimi vardır. 2 katılımcı, özel sektördeki farklı şirketlerde ürün geliştirme çalışanları olarak, 2 katılımcı ise özel sektördeki farklı şirketlerde işveren ve yönetici olarak görev almaktadır. Yönetici olan 1 katılımcı, eş zamanlı olarak bir devlet üniversitesinin elektrik-elektronik mühendisliği bölümünde öğretim görevlisidir. Katılımcının toplamda 13 yıl özel sektörde çalışma ve 11 yıl öğretim görevliliği deneyimi vardır. Sorumluluğunda olan derslerden biri

ise doğrudan IoT'ye odaklıdır. Diğer işveren ve yönetici olan katılımcının ise toplam iş deneyimi 11 yıldır ve son 7 yıldır ise IoT odaklı çözümler geliştiren bir şirketin sahibi olarak yöneticilik yapmaktadır. Özel sektörde çalışmakta olan 1 katılımcının toplamda 2 yıl, diğerinin ise 5 yıl çalışma deneyimleri vardır.

Koşullar ve araçlar

Görüşmelerden 3 tanesi yüz yüze gerçekleştirilmiştir. Diğer 7 görüşme ise araştırmanın yürütülmüş olduğu zaman dilimindeki Pandemi koşullarından ötürü Zoom platformunda, görüntülü ve sesli sanal görüşmeler şeklinde tamamlanmıştır. Her katılımcı ile ayrı olarak görüşülmüş ve röportör olarak araştırmacının kendisi görev almıştır. Sorular katılımcılara görüşme sırasında önce sözlü ve sonra soruyu tekrar okuyabilmeleri amacıyla yazılı olarak yöneltilmiştir. Soru çizelgeleri araştırmanın bu aşamasında faydalanılan tek ölçüm aracıdır.

Katılımcılar, görüşmelerde ses ve görüntü kaydı alınacağına, görüşmeyi dilediklerinde terk edebileceklerine, yöneltilen sorulara gerekçe göstermek zorunda olmaksızın hiçbir yanıt vermeyebileceklerine, elde edilen bilgilerin akademik amaçlar dışında kullanılmayacağına ve kimliklerini ifşa edebilecek her tür bilginin gizli tutulacağına ilişkin bilgilendirilmiştir. Rızaları alınan katılımcılar ile yürütülen görüşmeler, 20 ila 60 dakika arasında sürmüştür.

Endüstriyel tasarımcı soru çizelgesi

Araştırmanın bu aşamasında 2 farklı soru çizelgesinden faydalanılmıştır. Çizelgelerden biri yalnızca endüstriyel tasarımcılara yöneliktir. Bazı katılımcılar kendileri adına yanıt vermiş, bazıları ise öğrencileri veya çalışanlarına ilişkin görüşlerini paylaşmıştır. Dolayısıyla, sorular, örneğin *tasarladığınız* yerine, *öğrencilerinizin tasarladığı* veya *çalışanlarınızın tasarladığı* şeklinde yöneltilmiştir. 6 katılımcıya da aynı sorular yöneltilmiş olmasına karşın, bazı durumlarda, konuşmanın akışı gereğince, önceden planlanmamış, konuyu detaylandırmaya yönelik ek sorulardan da faydalanılmıştır:

1. Tasarladığınız ürünlerin ne kadarı elektronik bileşenler içeriyor?
– Tasarladığınız ürünlerde daha sık hangi elektronik bileşenler kullanılıyor?
– Tasarladığınız hangi tip ürünlerde daha fazla elektronik bileşenler kullanılıyor?
– Tasarladığınız ürünlerin hangi bölümlerinde elektronik bileşenler daha sık kullanılıyor?

−Söz konusu bileşenler tasarımlarınızda belirleyici niteliğe sahip mi?
−Söz konusu bileşenler yazılım gerektirdiğinde bunu anlayabiliyor musunuz?
2. Elektronik ile ilgili bilgiye bizzat ihtiyaç duyduğunuz durumlar ile karşılaştınız mı?
−Hangi prensip veya bileşenler hakkında bilgi edinmeniz gerekti?
−Bilgi edinebildiniz mi? Nasıl bilgi edindiniz?
−Edindiğiniz bilgiden farklı projelerde de faydalanıyor musunuz?
−Elektronik bir bileşenin seçimi veya tasarımıyla ilgili öneride bulunduğunuz oluyor mu?
−Önerdiğiniz bir çözümün uygulanamaz olduğu durumlar ile karşılaştınız mı?
3. Elektronik bilginiz arttıkça ürün tasarlamakta da daha yetkin hale geliyor musunuz?
−Endüstriyel tasarımcılar elektronik hakkında ne kadar ve hangi bilgiye hakim olmalıdır?
−Tasarım süreçlerinin hangi aşamalarında söz konusu bilgilere ihtiyaç duymaktasınız?
−Sizce diğer endüstriyel tasarımcılar söz konusu bilgilere hakim midir?
−Söz konusu bilgiler üniversitede öğretilmekte midir? Öğretilmeli midir?

Elektronik mühendisi soru çizelgesi

Elektronik mühendislerinin katılım gösterdiği görüşmelerde faydalanılan soru çizelgesi 2 bölümden oluşmaktadır. İlk bölüm, katılımcıların, endüstriyel tasarımcılar ile etkileşim halinde çalıştıkları tasarım projelerine ilişkin deneyim ve gözlemlerine odaklanmaktadır. İlk bölümdeki sorular karşılaştırılabilirlik elde etme gerekçesiyle endüstriyel tasarımcılara yöneltilenler ile benzerlik göstermek üzere planlanmıştır:
1. Endüstriyel tasarımcılar ile birlikte çalıştığınız ürün geliştirme projeleri oldu mu?
−Endüstriyel tasarımcılar elektroniği ilgilendiren kararlar alıyorlar mı?
−Elektronik mühendisliğine ilişkin bilgiye ihtiyaç duyuyorlar mı?
−İhtiyaç duydukları bilgiye sahipler mi veya edinebiliyorlar mı?
−Yeterli bilgiye sahip olmadıklarında nasıl problemler yaşanabilir?

Elektronik mühendisleri ile yürütülen görüşmelerin ikinci bölümünde, araştırmanın ikinci aşamasında kurgulanmış olan elektronik bilgisi ölçme testinin baz aldığı konu başlıklarının belirlenmesi hedeflenmiştir. Katılımcılara, İstanbul Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi'nin elektrik-elektronik mühendisliği müfredatlarındaki ders isimlerinden ve içeriklerinden derlenen bir konu listesi sunulmuştur. Katılımcılardan ise, kendilerine sunulan aşağıdaki konuları, bir endüstriyel tasarımcıyı niçin ve ne kadar

ilgilendireceği bakımından açıklayarak değerlendirmeleri ve varsa ek konulara ilişkin öneri sunmaları istenmiştir:

2. Endüstriyel tasarımcılar elektronik mühendisliğinin aşağıdaki hangi konularına ilişkin, niçin ve ne düzeyde bilgi sahibi olmalıdır?

–Doğru ve alternatif akım sistemleri arasındaki farklar

–İletkenlik, yalıtkanlık ve direnç gibi elektriksel malzeme bilgisi

–Enerji ve güç kavramları, akım-gerilim ilişkisi

–Endüktans ve kapasitans

–Elektromanyetizma, manyetik alan ve elektrostatik

–Frekans, sürekli-kesikli sinyaller, sinyallerin işlenmesi

–Aktif ve pasif komponentler

–Transdüserler ve sensörler

–Analog ve sayısal elektronik sistemlerinin farklılıkları

–Yarı iletkenler, diyotlar ve transistörler

–Mikroişlemciler

–Mantıksal devre tasarımı ve ikili sistem

–Gömülü yazılımlar ve programlama dilleri

–Haberleşme sistemleri ve antenler

–Lehim yapabilme, multimetre kullanabilme ve basit devreler kurabilme

–Endüstriyel tasarımcıların yukarıdaki konulara ilişkin bilgisi nasıl ölçülebilir?

Analiz

Yapılandırılmamış ve yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının analizi tümevarımsal veya tümdengelimli olmak üzere 2 ayrı yöntem ile gerçekleştirilebilir (Marks ve Yardley, 2004; Vaismoradi, ve diğ., 2013). Elde edilen bulgular üzerinde istatistiksel analizler yürüterek detaylı yorumlar yapılması ihtiyacı var ise tümdengelimci bir yaklaşım verimlidir, ancak, elde edilmiş olan ham verinin zengin içeriği tam anlamıyla değerlendirilemez (Braun ve Clarke, 2006). Tümdengelimci yaklaşımda bazı anahtar kelimeler veya temalar önceden belirli haldedir ve görüşme kayıtlarında söz konusu kelimeler veya temalar araştırılır. Öte yandan, eğer araştırılan olguya ilişkin geçmiş çalışmalar sınırlıysa ve bu sebeple anahtar kelimelerin veya temaların doğruluğu ya da yeterliliğinden şüphe ediliyor veya kelimeler ya da temalar henüz bilinmiyorsa, kelimelerin veya temaların, yürütülen görüşmelerin

içerisinden elde edilmesi aracılığıyla tümevarımsal bir analiz yöntemi izlenebilir (Hsieh ve Shannon, 2005).

Metinleri analiz ederken kullanılacak anahtar kelimelerin kapsamını belirlemek için tercih edilen yöntemler arasında, içerik analizi ve tematik analiz, diğer yöntemlere oranla daha yaygın tercih edilir (Vaismoradi, ve diğ., 2013). İçerik analizinde, görüşme metninde geçen içerik kodlarının, yani anahtar kelimelerin tekrar sayısı araştırılır, dolayısıyla nitel verilerin niceliksel olarak analiz edilmesi olarak da görülebilir (Hsieh ve Shannon, 2005). Tematik analiz ise, tıpkı içerik analizinde olduğu gibi metindeki kodları araştırmaktadır, ancak söz konusu kodların metin içerisinde geçiyor olmasına ve tekerrürüne değil, kodların örtük özelliklerini öne çıkarmaya odaklanmaktadır (Marks ve Yardley, 2004). Tematik analizde kodlar karmaşık örtük anlamları ifade edebilir, ancak içerik analizinde tercih edilen kodlar açıkça anlaşılır kavramlar olmalıdır (Hsieh ve Shannon, 2005). İçerik analizi, olguyu nicelendirmekte, tematik analiz nitelendirmektedir (Vaismoradi, ve diğ., 2013). Araştırmanın bu ilk aşamasında kullanılan yöntemin, tümevarımsal tematik analiz olmasına karar verilmiştir. Çünkü, hem incelenecek olan kodlar önceden tam olarak tespit edilememiştir, hem de açıklayıcı nitelikte bilgi araştırıldığından ötürü elde edilecek veri nicelendirilemez yapıdadır. Tematik analiz yapılabilmesi adına önce görüşme kayıtlarının metinleştirilmesi gerekir. Metinleştirmenin veriye aşinalık yaratması aracılığıyla dikkat çeken ifadeler tespit edilir, söz konusu ifadeleri temalaştıracak gruplamalar yapılır ve söz konusu temaları tanımlayabilecek kod isimlerine karar verilir (Vaismoradi, ve diğ., 2013). Nicel bir bulgu arayışında olunmadığı için kodların tekrarlılığı incelenmemektedir.

Görüşmeler sırasında bazen kapalı uçlu yanıtlar da verilmiş, bazen ise tematik kod olarak sunulması uygun olmayan, karmaşık örtük anlamlar taşıyan ve araştırma için önem taşıyan ifadeler kullanılmıştır. Verilen yanıtlar, kapalı uçlu olduğunda, yanıtların frekansı tematik analiz bulgularını destekleyici şekilde paylaşılmıştır. Örtük anlamlar taşıyan bazı önemli ifadeler ise analiz edilmeksizin doğrudan sunulmaktadır. Katılımcıların yanıtları kapalı uçlu sorularda olabileceği kadar düzenli değildir. Bir soruyu yanıtlarken, diğer bir soruyu ilişkilendirebilecek yanıtlar verdikleri veya araştırma konusu dışında kalan kavramlara yöneldikleri olmuştur. Mülakatlar metinleştirilirken, okuma akışını bozan yanıtların sırası düzenlenmiş, konu dışında kalan bölümler çıkarılmış ve gündelik konuşma dilinde verilen yanıtlar, ifade edilen anlamın yitirilmemesi şartıyla dil bilgisine ve akademik dile uygun hale getirilmiştir. Söz konusu ham metinlerin tamamı EK-1'de incelenebilir.

Kapsam ve sınırlılıklar

Yürütülen görüşmelerin organizasyonu fazlaca vakit aldığından ötürü, yarı-yapılandırılmış görüşme yönteminin, bir popülasyonun tamamına veya çoğunluğuna erişmek bakımından dezavantajlı olduğu bilinmektedir (While ve Barriball, 1994). Araştırmanın bu ilk aşaması söz konusu gerekçeyle bir vaka çalışmasıdır. Araştırmanın bütünü değerlendirildiğinde ise karma araştırma yönteminin olguyu açıklaması amacıyla faydalanılan nitel bölümüdür.

3.3.2. Elektronik bilgisi ölçme testi

Elektronik bilgisi ölçme testi, ilk aşama bulguları aracılığıyla tasarlanan, ancak tamamı ilk aşama katılımcılarından farklı olan bir örneklem ile yürütülmüş olan bir saha çalışmasıdır. Elektronik bilgisi ölçme testi, bu araştırmanın ikinci aşaması olarak açıklanmaktadır (Bkz. Şekil 1.1; sayfa:11). Birinci aşamada elde edilen bulgular aracılığıyla, 6 elektronik konusu ile ilişkili bilginin en az deneyime sahip olan endüstriyel tasarımcı tarafından bile temel seviyede ve diğer 6 elektronik konusuna ilişkin bilginin ise artık deneyim kazanmış olan endüstriyel tasarımcı tarafından yüzeysel seviyede bilinmesi gerektiği tespit edilmiştir (Bkz. Çizelge 4.2; sayfa:136). Katılımcıların görüşlerinin çoğunluğuna göre, söz konusu 12 konu dışında kalan diğer konular bir endüstriyel tasarımcı için ancak özel durumlarda gerekli olabilir. Katılımcılar, *en az deneyime sahip olan endüstriyel tasarımcı* tanımı aracılığıyla, bir yeni mezunu ifade etmektedir. Yeni mezun bir endüstriyel tasarımcının ve yeni mezun ile yakın bilgiye sahip olması bekleneceği için son sınıftaki bir endüstriyel tasarım öğrencisinin ilk 6 konuya ilişkin temel seviyede bilgisi olması beklenmektedir. *Temel seviyede bilgi* ise tümevarımsal tematik analizin bir bulgusudur: Temel seviyedeki bilgi; terminolojiyi ve sınırlılıkları anlamaya ve derinlemesine bilgi gerektirmeyen basit formülleri aracılığıyla en sık gereken matematiksel hesaplamaları yapabilmeye yeten bilgidir. Örneğin, sabit gerilim bir devrede akım artarsa akım ile orantılı olarak gücün de artacağı bilinmeli ve gerektiğinde hesaplanabilmelidir. *Yüzeysel bilgi* ise yalnızca bazı terimlerin ve öncelikli sınırlılıkların anlaşılmasına yeten bilgidir. Örneğin, yüzeysel bilgi, antenlerin kapasitelerini hesaplamaya yetmeyen, ancak asansöre binildiğinde cep telefonu görüşmelerinin niçin kesilebildiğini anlamaya yeten bilgidir. Araştırmanın ilk aşamasının katılımcıları, *deneyimli tasarımcı* tanımına yönelik niceliksel bir açıklama yapamamıştır. Bulgulara dayanarak deneyimli olan tasarımcının nesnel şekilde tanımlanması mümkün değildir. Kesin olan ise, deneyimli bir tasarımcının yeni mezun veya son sınıf öğrencisi

olmadığıdır. İkinci aşama örnekleminin, yalnızca yeni mezunlar ve son sınıf öğrencileri arasından seçilmiş olmasının gerekçesi de *en az deneyime sahip endüstriyel tasarımcı* tanımlamasına uyan kişilerin bilgi düzeyine odaklanılmış olmasıdır. Örneklem, en güncel endüstriyel tasarım eğitimi yaklaşımları aracılığıyla yetişen endüstriyel tasarım son sınıf öğrencileri ve yeni mezunlarından oluşmaktadır. Söz konusu popülasyonun temel seviyede bilmesi gerektiği tespit edilen 6 konunun tamamına ilişkin en az bir veya birkaç adet test sorusu ve söz konusu 6 konu dışında kalan diğer konulardan bazılarına ilişkin de test soruları hazırlanmıştır. Temel seviyede bilinmesi gereken 6 konunun çalışma hayatına geçilmeden önce öğrenilmiş olması gerektiği anlaşılmakta, buna karşın yüzeysel olarak bilinmesi veya ancak özel durumlarda öğrenilmiş olması gereken diğer konuların ise daha az bilinir olması beklenmektedir.

Yöntem

Elektronik bilgisi ölçme testi, bir saha çalışması niteliğinde olmasından ötürü, istatistiksel değerlendirmeler yapmaya yetecek büyüklükte bir örnekleme uygulanmalıdır. Bu aşamada açık uçlu soruları olan bir anket veya bir görüşme kurgusu yerine, kapalı uçlu soruları olan bir test uygulanmasının tercih edilmesinin sebebi de örneklem büyüklüğüdür. Öte yandan, akademik yayınlarda kapalı uçlu sorular aracılığıyla endüstriyel tasarımcıların elektronik bilgisinin nasıl ölçülebileceğine ilişkin örnek bir yaklaşım bulunamamıştır. Tıpkı ölçülen elektronik bilgisi konuları gibi, ölçme yöntemi de birinci aşamada görüşülen elektronik mühendislerinin görüşleri doğrultusunda oluşturulmuştur. Katılımcıların ortak görüşüne göre, ölçme yöntemi matematiksel hesaplamalara dayanmamalı, terim veya kavramların sözlük anlamlarını sorgulayan teorik sorulardan kaçınılmalı, elektronik bilgisi gerektiren tasarım vakalarına ilişkin muhakeme becerileri ölçülmelidir.

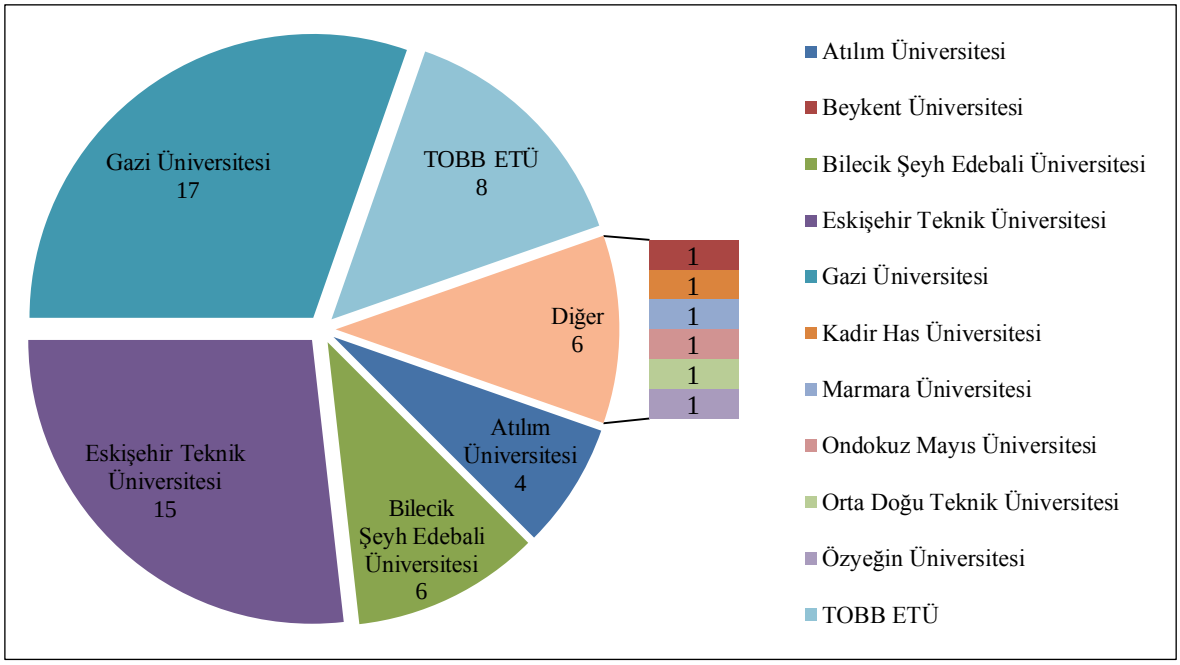
Muhakeme, kişinin problem çözme sürecinde faydalandığı, hali hazırda bildiği olgulardan yola çıkarak sonuçlar ve çıkarımlar üretmeye yöneldiği bir eylemdir (Cantürk Günhan, 2014). Muhakeme, ideal olarak çoktan seçmeli sorular ile ölçülmeye elverişli değildir, çünkü söz konusu sorularda, katılımcı, bir soruya yanlış yanıt verdiğinde, kısmi anlamaya ilişkin bir işaret bırakamaz (Mullen ve Schultz, 2012). Öte yandan, eğer sorular ve *çeldirici* olarak isimlendirilen yanlış veya ideal olmayan yanıtlar doğru seçildiyse, tek bir doğru veya ideal yanıtı olan çoktan seçmeli sorular ile yapılan bir kavrayış ve bilgi ölçümü de güvenilir ve etkindir (Al Muhaissena, ve diğ., 2019; Mullen ve Schultz, 2012). Her ne

kadar muhakeme, açık uçlu sorular ile daha doğru ölçülebilecekse bile, açık uçlu anket sorularına verilen yanıtların, tıpkı mülakat metinlerinde olduğu gibi içerik kodlaması ile incelenmesi gerekmektedir. Reja ve diğerlerine (2003) göre, dijital anketlerde açık uçlu sorular tercih edilirse katılımcıların yanıt verme eğilimi kayda değer şekilde azalmaktadır. Daha yüksek katılım oranı sağlanması adına açık uçlu sorulardan kaçınılması tavsiye edilir (Manfreda, ve diğ., 2002). Araştırmanın bu aşamasında veri toplama yöntemi olarak, tamamı kapalı uçlu, tek doğru veya ideal yanıtı olan çoktan seçmeli sorulardan oluşan bir test uygulanması ve testin Google Forms aracılığıyla gerçekleştirilmesi kararlaştırılmıştır.

Örnekleme

Test katılımcıları iki ayrı evrenden örneklenmiştir: Birinci evren, Türkiye'de endüstriyel tasarım bölümlerinden en fazla 1 yıl içerisinde mezun olmuş olan veya endüstriyel tasarım bölümlerinde son sınıfta öğrenim görmeye devam eden öğrencilerdir. Teste ilişkin bağlantı adresi, çevresindeki akademisyenlere ve özel sektör çalışanlarına iletilmiş ve söz konusu kişiler ise bağlantı adresini, öğrencilerin ve mezunların olduğu mesajlaşma gruplarına ve forumlara yönlendirmiştir. Gönüllülük kriteri haricinde rastgele örnekleme yapıldığı kabul edilebilir. Teste katılmaya rıza göstermemiş olan kaç kişi olduğu, dolayısıyla testin toplam kaç kişiye ulaştığı bilinmemektedir.

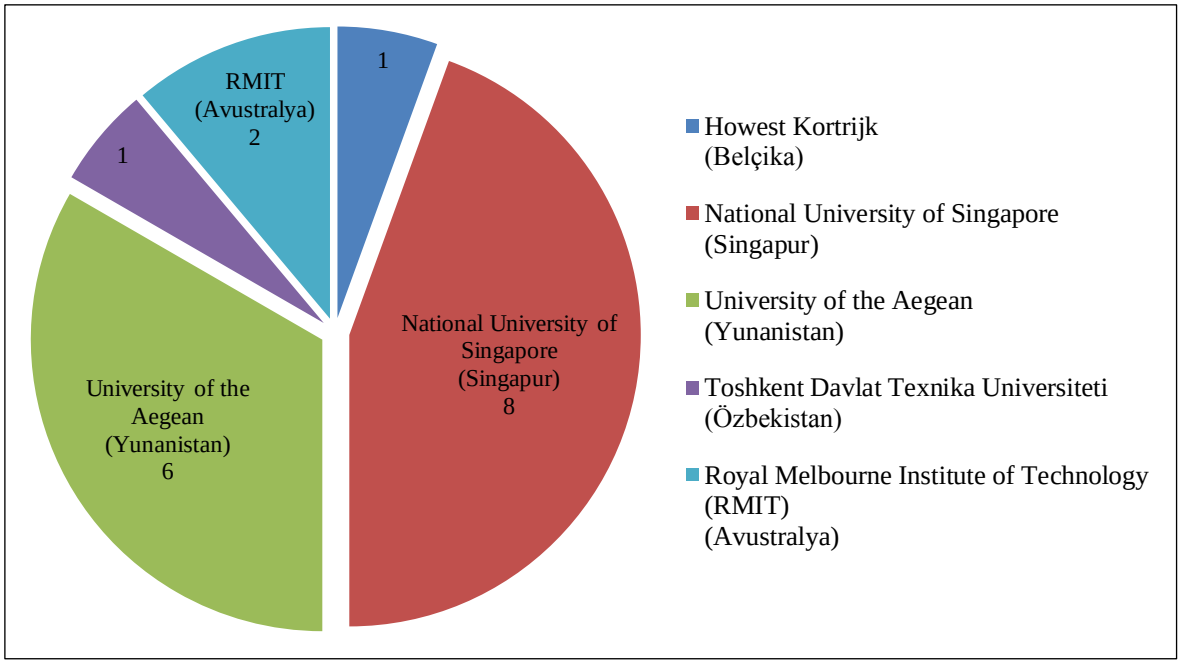
Demografik sorular aracılığıyla katılımcıların mezun olup olmadıkları, kaç yıl önce mezun oldukları veya öğrenimlerine kaçıncı sınıfta devam ettikleri, hangi üniversitenin öğrencisi veya mezunu oldukları ve daha önce elektronik bilgisine odaklı herhangi bir ders alıp almadıkları öğrenilmektedir. Teste katılım gösteren 22 kişi 1 yıldan daha kısa süre önce mezun olmuştur. 34 katılımcı ise dördüncü sınıf öğrencisidir. Katılımcıların üniversitelere göre dağılımı Şekil 3.1'de gösterilmiştir. Teste katılım göstermiş oldukları halde, 4 yıl veya daha fazla süre önce mezun olmuş olan 6 kişinin ve dördüncü sınıfa geçmemiş olan 6 öğrencinin yanıtları değerlendirmelere dahil edilmemiştir. En fazla 1 yıl içerisinde mezun olmuş endüstriyel tasarımcılar ve son sınıfta öğrenim gören endüstriyel tasarım öğrencileri popülasyonu içerisinden örneklenmiş toplam 56 katılımcılı bir örneklem elde edilmiştir. Katılımcılar, 5 ayrı şehirdeki 11 üniversitenin endüstriyel tasarım bölümlerinin öğrencisi veya mezunudur. Katılımın yarısından fazlası Ankara'dan, yaklaşık üçte biri Eskişehir'den olmak üzere katılımın çoğunluğu İç Anadolu bölgesindendir.



Şekil 3.1. Türkiye'deki katılımcı sayılarının üniversitelere göre dağılımı

İkinci araştırma evreninden örnekleme yapılması aracılığı ile hedeflenen ise Türkiye'deki bulguların diğer bazı ülkeler ile benzerlik gösterip göstermediğinin incelenebilmesidir. Söz konusu gerekçeyle, hazırlanan test İngilizce'ye çevrilmiş, 21'i Avrupa'da, 11'i Kuzey Amerika'da, 5'i Asya'da, 3'ü Avustralya'da ve 1'i Afrika'da bulunan toplam 23 farklı ülkedeki 41 farklı üniversite ve enstitünün tasarım bölümlerinin öğretim görevlilerine e-posta yoluyla iletilmiştir. Ancak, 41 bölüm arasından yalnızca Singapur, Yunanistan, Avustralya ve Belçika'daki bölümlerde okuyan 15 öğrenci ve Yunanistan, Avustralya ve Özbekistan'daki bölümlerden en fazla 1 yıl içerisinde mezun olan 3 tasarımcı teste katılım göstermiştir. Yunanistan'daki üniversitede öğrenim süresi 5 yıl iken, Belçika'dakinde 3 yıl, diğerlerinin tamamında ise 4 yıldır. Katılımcıların toplam öğrencilik süreleri birbirlerinden farklı olsa da, tamamı son sınıf öğrencileridir. Üniversitelerin dağılımları Şekil 3.2'de incelenebilir.

Türkiye'den katılan 56 katılımcıdan 53'ünün, önceden elektronik ile ilişkilendirilebilecek hiçbir ders görmediği ve elektroniğe ilişkin bilgilerinin diğer derslerde veya ders dışı vakitlerde öğrendiklerine dayandığı anlaşılmaktadır. Diğer ülkelerdeki 18 katılımcıdan ise, 18'inin daha önce en az 1 ders almış olduğu görülmektedir. Özbekistan'daki üniversiteden mezun olan 1 katılımcı hariç diğer üniversitelerin katılımcılarının bir bölümü veya tamamı elektronik ile ilişkilendirilebilecek en az 1 derse katılım göstermiştir.



Şekil 3.2. Diğer ülkelerdeki katılımcı sayılarının üniversitelere göre dağılımı

Koşullar ve araçlar

Araştırmanın ikinci aşamasında kullanılan veri toplama aracı bir internet anketidir. Anket, Google Forms ile hazırlanmıştır. Anket sayfasında veri gizliliğine ilişkin bir bilgilendirme metni ile rıza alınmasının ardından 17 farklı soruya yer verilmektedir. Sorulardan 4 tanesi demografik verilere ilişkindir. Diğer 13 soru ise elektronik bilgisiyle ilişkili muhakeme becerilerini ölçme amacındadır. Kapalı uçlu, çoktan seçmeli sorulardaki doğru veya ideal yanıt tektir, ancak, çeldirici yanıt şıklarının sayısı değişkendir. Anketin test bölümünün ardından 5'li Likert Skalası'ndaki 2 soruya yer verilmiştir. Söz konusu sorular aracılığıyla, katılımcıların, endüstriyel tasarım müfredatlarında veya derslerinde elektronik bilgisinin gerekliliğine ilişkin yaklaşımlarının ölçülmesi amaçlanmıştır.

Formun giriş bölümünde, katılımcılara, yanıt vermekte oldukları testin bir doktora tezi ile ilişkili olduğu belirtilmekte, kişisel bilgilerine ilişkin gizliliğin koşulları ifade edilmektedir. Katılımcılara, soruların bilgi ölçmekteki amacının, şahsi başarılarını puanlamak olmadığı belirtilmekte, yanıt vermekteki başarıları aracılığıyla herhangi bir başarı veya başarısızlık notu almayacakları açıklanmaktadır. Soruların yanıtlarını bilmedikleri veya yanıt vermek istemedikleri zaman, araştırma yapmamaları, uzman görüşüne başvurmamaları ve rastgele bir seçimde bulunmamaları istenmekte, *bilmiyorum* şıkkını işaretlemeleri belirtilmektedir.

Sorularda *bilmiyorum* seçeneğine yer verilmiş olmasının gerekçesi ise, bilinçsiz olan yanıt vermeme eğilimini engellemektir. Yazılımsal olarak, bütün test sorularının yanıtlanması zorunludur, ancak, kasten boş bırakılması istendiğinde *bilmiyorum* şıkkı işaretlenmiştir. Katılımcı, *bilmiyorum* şıkkı da dahil olmak üzere hiçbir seçim yapmadığı zaman, Google Forms katılımcıya ikaz vermekte ve yanıt vermesini hatırlatmaktadır. Böylelikle hiçbir yanıtsızlık eğilimi oluşmamıştır.

Anketteki test sorularının tamamı 2 elektronik mühendisinin iş birliği ile hazırlanmıştır. 1 elektronik mühendisi, soruların ele aldığı konuların ve yanıtların planlanmasında görev alırken diğer elektronik mühendisi ise hazırlanmış soruların geçerliliğine ve anlaşılırlığına ilişkin değerlendirme yapmıştır. İlk değerlendirmesinde söz konusu elektronik mühendisi bazı sorulardaki vakalara ilişkin koşulların yeterince açık olmadığını belirtmiştir. Vakalar, farklı yorumlamalara açıktır ve birden fazla ideal yanıt oluşabilir. Uzmanın eleştirileri doğrultusunda, vakaların koşulları daha açık ifade edilir hale getirilmiş, sonrasında ise 1 endüstriyel tasarımcı ile geçerlilik-güvenilirlik testi yapılmıştır. Test sırasında katılımcının bazı soruları anlamakta zorlandığı gözlemlenmiştir. Söz konusu cümlelerin daha anlaşılır hale getirilmesi adına test tekrar revize edilmiş ve sonrasında sistem erişime açılmıştır. Verilerin analizinde ise MS Excel ve SPSS programlarından faydalanılmıştır.

Kapsam ve sınırlılıklar

Türkiye'deki endüstriyel tasarım bölümlerinden en fazla 1 yıl içerisinde mezun olmuş olan ve Türkiye'deki endüstriyel tasarım bölümlerinde son sınıfta öğrenim görmeye devam eden öğrenciler evreninden örnekleme yapılması planlanmış olsa da, örneklemin yarısına yakını yalnızca Ankara'daki endüstriyel tasarım bölümlerini temsil etmiştir. Günümüzde, Türkiye'de, kayda değer bir kısmı da İstanbul'da olan çok sayıda üniversitede endüstriyel tasarım bölümleri bulunduğu bilinmektedir. Bazı üniversitelerden hiç katılım olmaması ve bazı üniversitelerden ise diğerlerine oranla daha az katılım gösterilmiş olması araştırmanın bu aşamasının sınırlılığıdır. Öte yandan, Türkiye'deki üniversitelerin bulundukları şehirler bakımından elektronik bilgisine yaklaşımlarının farklılık göstermesi beklenmemektedir. Söz konusu sınırlılığa rağmen elde edilen bulgu Türkiye genelini temsil etmeye yeterlidir.

Türkiye dışındaki katılımcıların oluşturduğu örneklemdeki en önemli sınırlılık, testin geri dönüş oranının düşük olmasıdır. İletişim kurulan ülkelerin sayısına oranla katılım %22,

üniversitelerin sayısına oranla ise %12'dir. Dolayısıyla, ikinci örneklem ile elde edilen bulgular popülasyonu istatistiksel olarak temsil edecek veya Türkiye evreni ile istatistiksel karşılaştırmaları yürütmeye yetecek büyüklükte değildir. Bulguların Türkiye dışındaki üniversiteleri temsil eden bölümü bir vaka çalışması olarak değerlendirilmelidir. Katılım gösterilen ülkelerin bazılarında İngilizce'nin ana dil olmaması, hem söz konusu düşük geri dönüş oranının gerekçesi olabilir, hem de hesaplanamayan bir oranda yanlış yanıtlamaya sebep olmuş olabilir. Öte yandan, katılımın yarısından fazlası Singapur ve Avustralya'dan olduğu için ve her iki ülkede de ya resmi ya da yaygın kullanılan dil İngilizce olduğundan ötürü söz konusu sınırlılığın bulgularının geçerliliğini etkilemediği kabul edilmiştir.

Analiz

Muhakeme ölçme sorularına ve Likert Skalası'ndaki sorulara ilişkin yanıtların frekansları dairesel dilim grafikleriyle sunulmuştur. Her bir soruya verilen yanıtlar, doğru yanıtlar ve doğru olmayan yanıtlar olmak üzere 2'ye ayrılmış, katılımcıların tamamının verdiği doğru ve doğru olmayan yanıtların aritmetik ortalaması hesaplanmış ve sorular doğru yanıtlama oranına göre sıralanarak tablo haline getirilmiştir. Tablo aracılığıyla hangi konulara daha fazla doğru yanıt verildiği ve öncelikli görülen konulara ilişkin doğru yanıtların aritmetik ortalamasının diğerlerinden daha fazla olup olmadığı incelenmiştir. Sorular arasında veya katılımcıların yanıtları arasında çapraz değerlendirmeye ihtiyaç yoktur. Öte yandan, yeni mezun katılımcılar ile öğrenciler arasında başarı farkı olması da beklenilebilir. Fark olması olağandır ancak farkın miktarı önemlidir. Fark kayda değer miktardaysa ve istatistiksel olarak kanıtlanabiliyorsa, bu durum, mezun olur olmaz gerekli olan bilginin Türkiye'deki endüstriyel tasarım bölümlerinin yaklaşımları aracılığıyla yetersiz şekilde öğrenilebildiğine işaret edecektir. Katılımcıların yanıtlarının aritmetik ortalamaları hesaplanmış frekanslar ve t-testi aracılığıyla mezun veya öğrenci olmaları ile doğru yanıtlama oranları arasındaki ilişki analiz edilmiştir.

3.3.3. Destekleyici aracın tasarımı ve denenmesi

Bu araştırmanın üçüncü aşaması, endüstriyel tasarım bölümlerindeki stüdyo projelerinde öğrencilerin elektronik bilgisini öğrenmesini desteklemesi amacıyla tasarlanan, elektronik bilgisini endüstriyel tasarım ihtiyaçlarına göre sınıflandırarak, metinler ve açık kaynaklı dokümanlar, görseller ve videolar aracılığıyla açıklayan yeni aracın fayda ve zararlarının

incelenmesidir. Yeni bir araç geliştirilmesinin gerekçeleri ise şunlardır: Bazı bölümlerde, elektronik bilgisine yönelik teorik veya uygulamalı, seçmeli veya zorunlu dersler zaten denenmekte ve bu derslere ilişkin bulgular yayınlanmaktadır. Ancak, Page'in (2016; 2018) sunduklarına dayanarak, teknolojiyi ve elektroniği tasarıma entegre etmekte öncülük eden Loughborough Üniversitesi'nde bile elektronik bilgisine ilişkin içeriğin veya yaklaşımların iyileştirmesine ihtiyaç duyulmuştur.

Alışılagelmiş stüdyo dersleri içerisinde Arduino gibi hazır donanımlardan faydalanılması yaklaşımının da hem Türkiye'de hem de diğer ülkelerde yaygınlaştığı (Erkarslan ve Aykul, 2019) görülebilir ve Arduino ile dijital etkileşimleri prototiplemenin etkilerini inceleyen yayınlar mevcuttur. Arduino'nun endüstriyel tasarımcılara elektronik bilgisi edindirmeye yönelik faydalarına değinen çalışmalar mevcuttur (Romero, ve diğ., 2012; Seetsen, ve diğ., 2019). Öte yandan, Manpreet Singh ve Sukhwinder Singh'in (2014), Callaghan'ın (2012) ve Brunvand'ın (2013) görüşleri doğrultusunda eş zamanlı olarak hem tasarım yapılırken hem de Arduino'nun prototipleme amacıyla kullanılmasının bir zorluk olduğu, Arduino'ya uyumlu bileşenlere odaklanan öğrencilerin gerçekten üretilecek bir nesneye ilişkin bileşen çeşitlerini ve gereksinimleri eksik öğrenmeye başlayabileceği ve Arduino ile daha verimli çalışabilmek için temel elektronik bilgisine ihtiyaç olduğu anlaşılmaktadır.

Gelecekte, müfredatlarda ve derslerde köklü değişikliklere gidilecekse bile, günümüzde ne eğitimde dijitalleşme ihtiyacı (Alvi, 2018) sebebiyle, ne de elektronik bilgisinin önem kazandığı iddiasına dayanarak mevcut derslerin ve öğrenim çıktılarının faydasını yitirdiği söylenilemez. Endüstriyel tasarım müfredatlarında elektronik bilgisini seçmeli bir dersin konusu olarak görmekten öteye geçen bir yaklaşıma ihtiyaç olduğu bu araştırmanın ilk aşamasında elde edilen bulgular doğrultusunda açıktır (Bkz. Çizelge 4.1; sayfa:126), ancak yeni geliştirilecek bir yöntem, diğer derslerin önemini ve faydasını sorgulama veya ikame etme amacında olmamalıdır. Stüdyo derslerine dahil edilebilir bir araç geliştirilmesindeki sebep dijitalleşmenin avantajları aracılığıyla müfredatlar ve stüdyo dersinin kurgulanışında hiçbir değişim gerektirmeden destekleyici şekilde entegre edilebilir oluşudur.

Elektronik mühendisi olmayan kişilerin elektroniği öğrenebilmesi amacıyla yayınlanmış basılı veya dijital kaynaklar mevcuttur. Ancak söz konusu kaynaklar, çoğu endüstriyel tasarımcının nadiren işine yarayacak elektriksel kanunların derinlemesine özelliklerine, karmaşık hesaplamaların formüllerine, kullanıcı etkileşimi ile ilişkisi olmayan mikro devre

bileşenlerine ve elektriksel analiz programlarına fazlaca odaklanmaktadır (Deliyannis ve Giannakopoulos, 2012; Rauf, 2022). İncelendiğinde görülmektedir ki, kaynaklar bazı diğer kullanıcı grupları için verimli olabilir, ancak endüstriyel tasarımcının esas uzmanlığı olan estetiğe odaklı değildir.

Bu araştırmanın ilk aşamasındaki yarı-yapılandırılmış görüşmelere katılım gösteren ve bir üniversitenin elektronik mühendisliği bölümünde öğretim görevlisi olan Katılımcı 10'un önerisine göre bu araştırma kapsamında yeni geliştirilecek olan araç interaktif olmalıdır. Katılımcı 10'un belirttiği üzere, interaktif ve internet tabanlı dijital bir platform tercih edilirse aracın kapsamı gelecek zamanlarda genişletilebilir, güncel bilgiler eklenebilir, kullanıcı ara yüzü iyileştirilebilir ve araca herhangi bir internet tarayıcısı aracılığıyla erişilebilir. Katılımcı 10'un diğer bir görüşü ise tasarlanacak aracın elektronik bileşenlere ilişkin fizik bilgisine ve teorilere odaklanmamasıdır. Elektronik bilgisi, bileşen odaklı bir yaklaşım ile içerikleştirilmeli ve bileşenler ile endüstriyel tasarımcının tasarlayacağı diğer unsurlar arasındaki ilişkiye ağırlık verilmelidir. Aracın tasarımına yön veren diğer bir yarı-yapılandırılmış görüşme bulgusu ise, Katılımcı 1, Katılımcı 2 ve Katılımcı 3'ün Digikey veya Digikey'e benzer internet sayfalarında yer alan açık kaynaklı veri dokümanlarından faydalandıklarını belirtmiş olmasıdır. Digikey ve aynı sektörde faaliyet gösteren diğer şirketler endüstriyel tasarım ile doğrudan ilişkili bir amaca sahip değildir. Söz konusu şirketler elektronik bileşenlerin toptan veya perakende satışına ve dağıtımına yönelik faaliyet göstermektedir. Şirketlerin dolaylı olarak endüstriyel tasarım uygulamalarına fayda sağlayan bir içeriğe sahip olduğu anlaşılmaktadır. Katılımcı 1, Katılımcı 2 ve Katılımcı 3'ün görüşlerine istinaden elektronik mühendisi olan 4 katılımcıya Digikey veya Digikey'e benzer olan şirketlerin internet veritabanlarından faydalanılarak bir araç geliştirilmesi önerisi sunulmuştur ve 4 katılımcı da söz konusu yaklaşımı desteklemiştir. Katılımcı 9'un görüşü, söz konusu şirketlerin sınıflandırma yaklaşımının kullanılması ancak bileşen türleri bakımından sadeleştirmeye gidilmesidir. Çünkü, Katılımcı 9'a göre söz konusu şirketlerin envanterindeki bileşenler endüstriyel tasarımcının ihtiyaç duymayacağı kadar çeşitlidir. Katılımcıların görüşleri doğrultusunda endüstriyel tasarım bölümlerindeki stüdyo dersleri içerisinde yürütülen projelerde elektronik bilgisinin öğrenilmesini desteklemek amacıyla geliştirilen bu yeni yöntemin faydalanacağı destekleyici araç, teorik fizik bilgisine ve formüllere daha az odaklanan, uygulamaya yönelik bilgiye öncelik veren, Digikey gibi distribütör şirketlerin veritabanı sınıflandırmalarını sadeleştirerek kullanan ve Digikey gibi şirketlerin halka açık olarak sunduğu dokümanlardan iFixit'teki gibi açık kaynaklı sökme

ve tamir incelemelerinden faydalanan interaktif bir veritabanı olarak tasarlanmıştır. Aracın tasarlanmasında özetle şu 7 yönlendiriciye bağlı kalınmıştır:

1. Fazlaca teorik olan öğretim yöntemlerinden kaçınılmalıdır.
2. Uygulamaya dönük bilgiye ağırlık verilmeli, bileşenlere odaklanılmalıdır.
3. Teorik olan kavramlar ise analojiler aracılığıyla açıklanmalıdır.
4. Bileşenlerin sınıflandırılmasında, Digikey gibi veritabanlarından faydalanılmalıdır.
5. Araç daha verimli kullanılabilmesi adına interaktif ve internet tabanlı olmalıdır.
6. Bileşenler, nesnelerin sökülerek incelenmesi aracılığıyla öğrenilmelidir.
7. Daha nitelikli nesnelerin sökülmesine ilişkin daha çok gözlem yapılabilmesi amacıyla nesnelerin sökülmesine ilişkin içerikler sunan açık kaynaklardan faydalanılmalıdır.

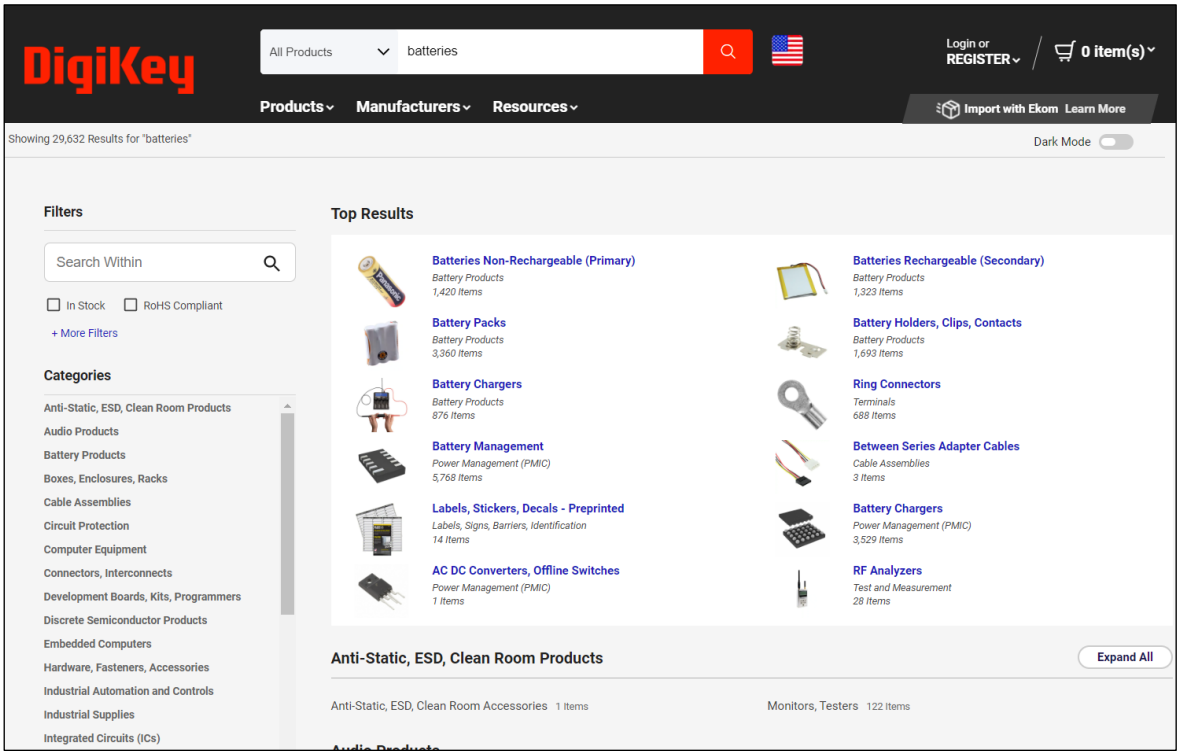
Faydalanılan açık kaynaklar

Araştırmanın birinci aşamasındaki yarı-yapılandırılmış görüşmelerden elde edilen bulgular doğrultusunda elektronik bilgisinin bileşen bazlı bir sınıflandırma haline getirilmesi amacıyla kullanılabilecek 2 çeşit girdi mevcut durumdadır: Birincisi görüşmelerin tematik analizleri aracılığıyla elde edilen bileşen isimleridir (Bkz. Çizelge 4.1, sayfa:126, Tema:7). İkincisi ise Digikey ve diğer distribütör şirketlerin internet veritabanlarında yer alan kategorilerdir. Destekleyici aracın geliştirilmesi sürecinde izlenen yöntem, üç adet distribütör şirket seçilmesi ve şirketlerin veritabanlarından kategorilendirme sisteminin, tematik analiz aracılığıyla belirlenen bileşenler (Bkz. Çizelge 4.1, sayfa:126, Tema: 7) ile karşılaştırılmasıdır. Karşılaştırma sonucunda (Bkz. Çizelge 3.1, sayfa:103), fayda sağlama ihtimali daha düşük olan bileşen sınıfları tespit edilmiş ve kategoriler sadeleştirilmiştir (Bkz. Çizelge 3.2, sayfa:104). Seçilen şirketler, Digikey, Farnell ve Mouser'dir. Digikey, mülakat katılımcıları tarafından ismiyle telaffuz edilmesi gerekçesiyle, Farnell ve Mouser ise, bilinirliği yüksek olan ve sık tercih edilen diğer distribütörler olmaları sebebiyle seçilmiştir. 3 veritabanından da diğer akademik araştırmalarda da faydalanılmış olduğu görülebilir (Zagumennov, ve diğ., 2021; Sineglazov ve Dolgorukov, 2018; Markettos, ve diğ., 2016; Akerlind, 2015).

Digikey

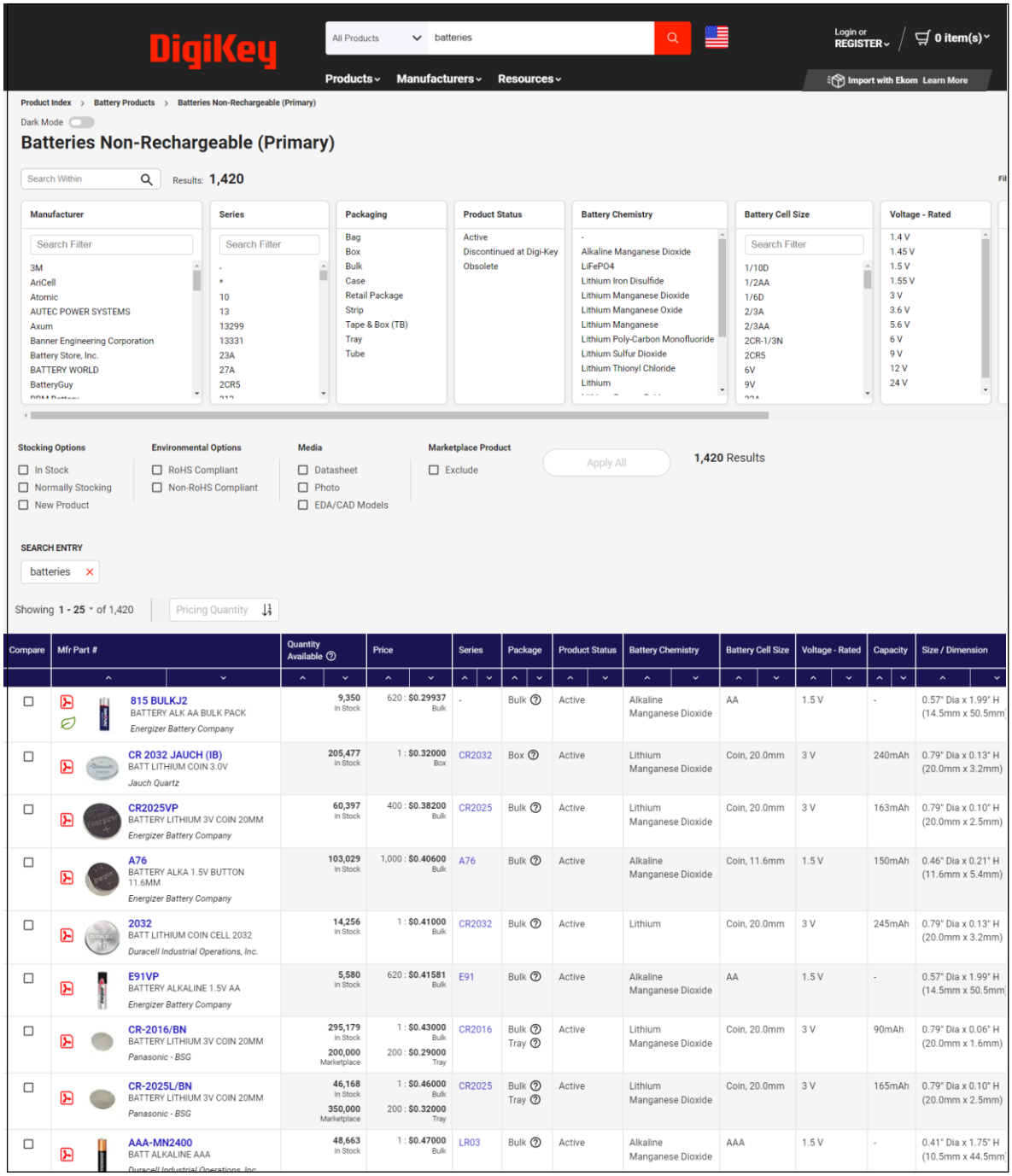
Digikey'in bileşenleri kategorilendirme yaklaşımı, 3 veritabanı arasındaki en kapsamlı olanıdır: Toplam 48 adet üst kategori, 1 adet sınıflandırılmamış bileşenler bölümü ve her

kategorinin altında çok sayıda alt kategori yer almaktadır. Anasayfaya girildiğinde, 2 farklı yöntem ile araştırma yapılabilmektedir. Birinci yöntem anahtar kelime araması yapılması, ikinci yöntem ise kategoriler bölümünde genelden özele bir inceleme ile istenen içeriğe ulaşılmasıdır. Örnek bir anahtar kelime araması sonucunda yönlendirilen sayfanın ekran alıntısı Resim 3.1'de incelenebilir. Araştırılan örnek kelime *bataryalardır* ve sonucunda bataryaların içerisinde geçtiği kategoriler gösterilmekte, sonuçlar küçük görseller ile desteklenmektir. Örneğin, sonuçlardan ilki olan sol üstteki *batteries non-rechargeable* kategorisine girildiğinde , Resim 3.2'de görüleceği üzere bir filtreleme menüsü açılmakta ve altında ise bileşenler liste haline sıralanmaktadır.

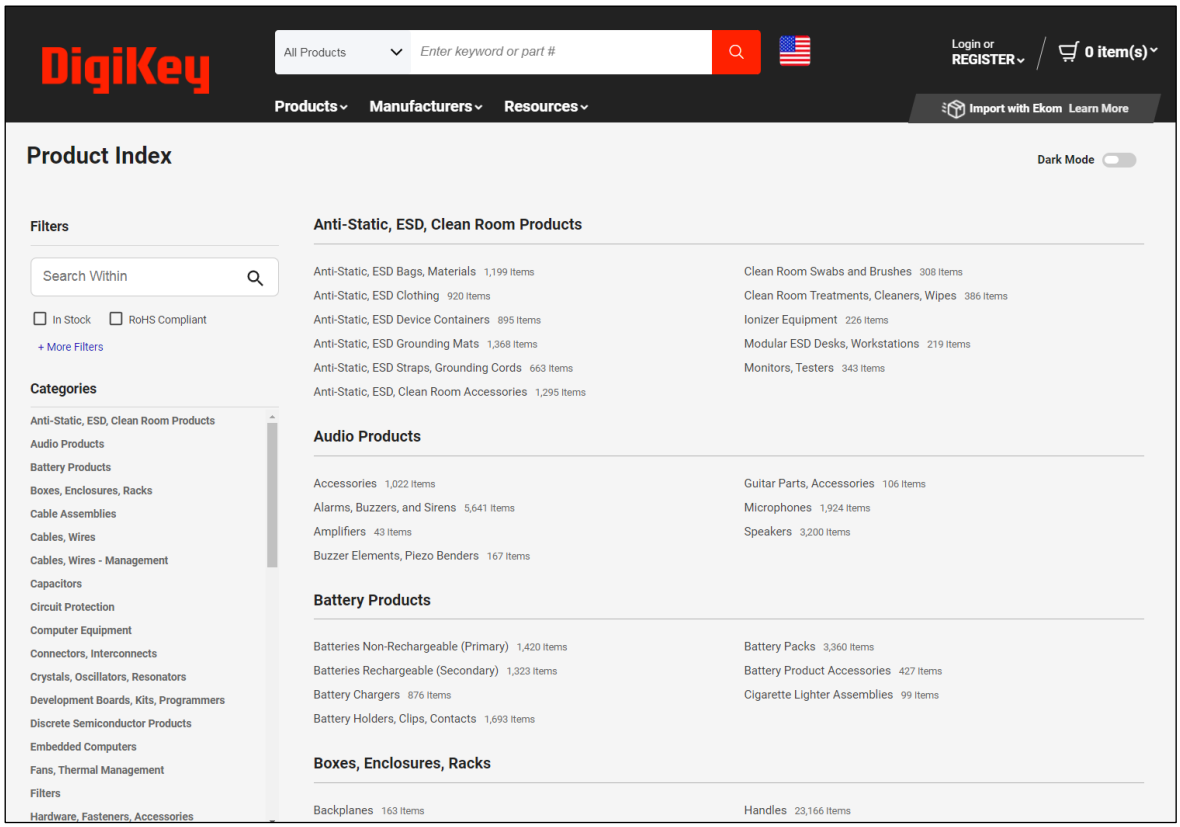


Resim 3.1. Digikey'de yürütülmüş örnek bir arama ve elde edilen sonuçlar

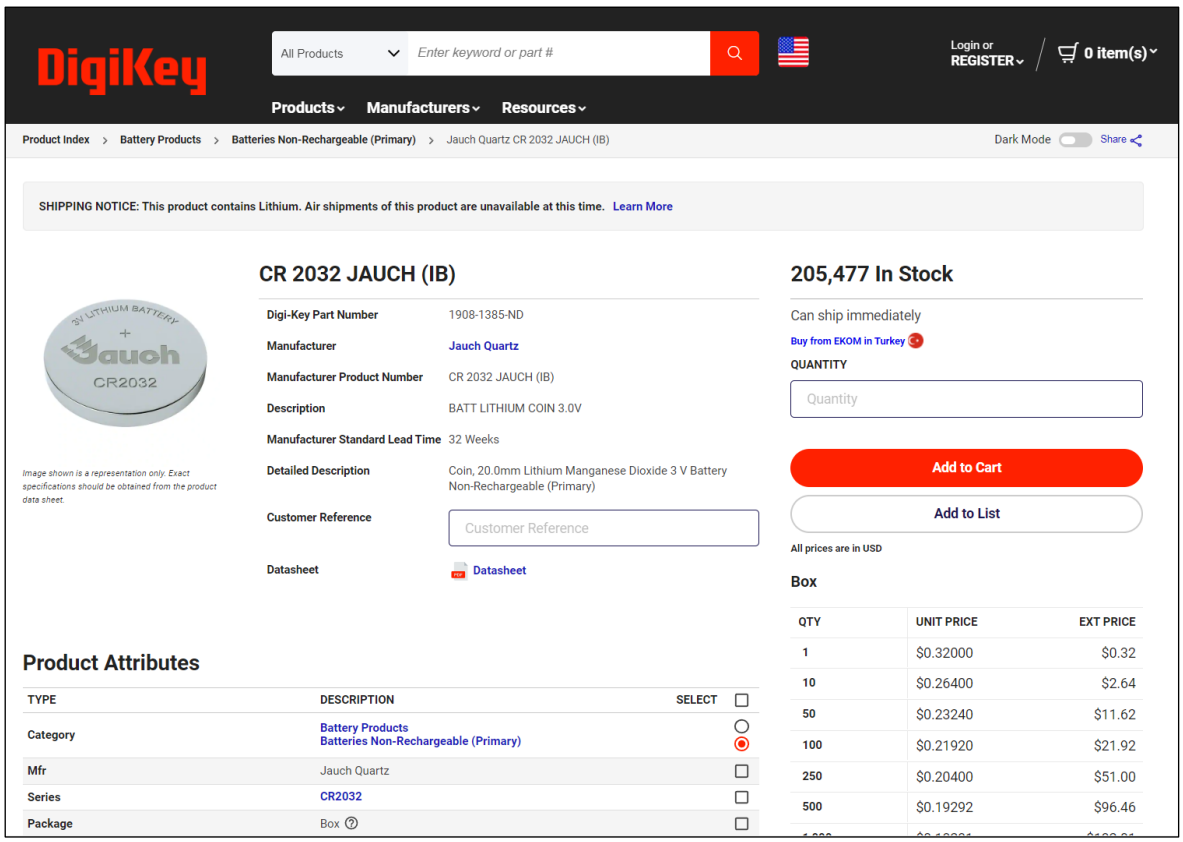
Digikey'de araştırma yürütmenin ikinci yöntemi, üst kategorilerden alt kategorilere doğru inceleme yapmaktır. Ancak, söz konusu yöntem, elektroniğe ilişkin yeterli uzmanlığa sahip olmayan bir kişi için daha zor bir yaklaşım olabilir. Çünkü, Resim 3.3'te görüleceği üzere üst kategoriler görseller ile desteklenmemiştir. Bazı üst kategorilere bağlı çok sayıda alt kategori mevcuttur. Alt kategorilerde bazen kısaltmalara ve uzmanlık gerektiren teknik terimlere yer verilmektedir. Alt kategorilerin bağlı olduğu sayfalara devam edildiğinde ise Resim 3.2'deki aynı listeleme ekranına ulaşılmaktadır. Listeleme ekranındaki bileşenlerin bağlı olduğu sayfaların bir örneği ise Resim 3.4'te görülebilir.



Resim 3.2. Digikey'de bir alt kategori içerisinde bileşenlerin listelenişi



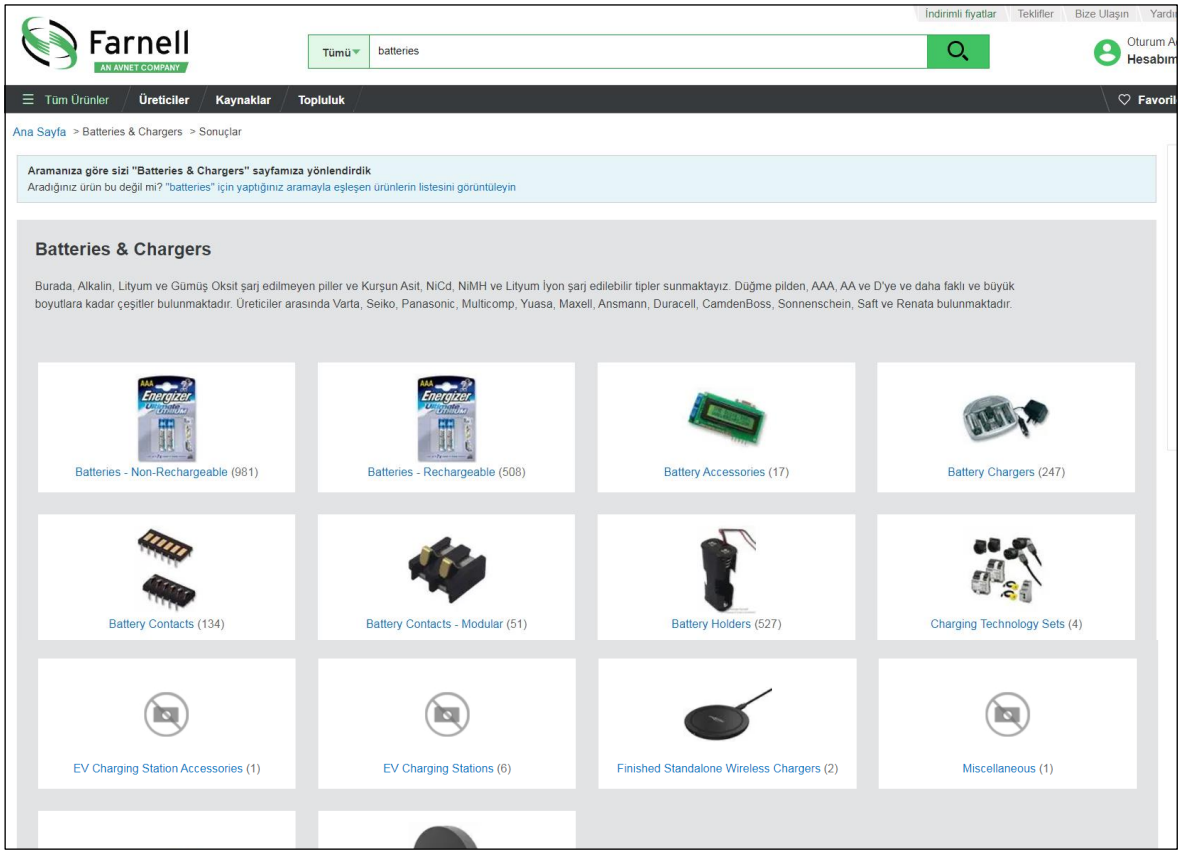
Resim 3.3. Digikey'in üst kategoriler sayfasının bir bölümü



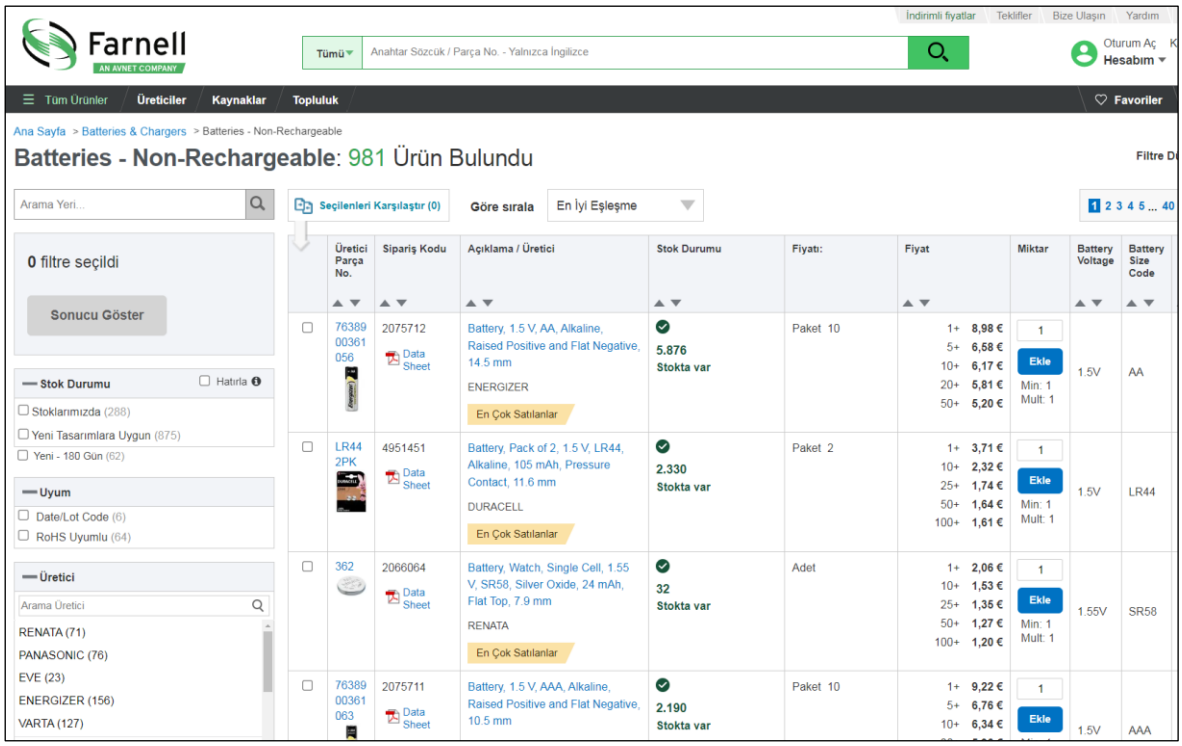
Resim 3.4. Digikey'de örnek bir bileşenin detaylarının sunulduğu sayfa

Farnell

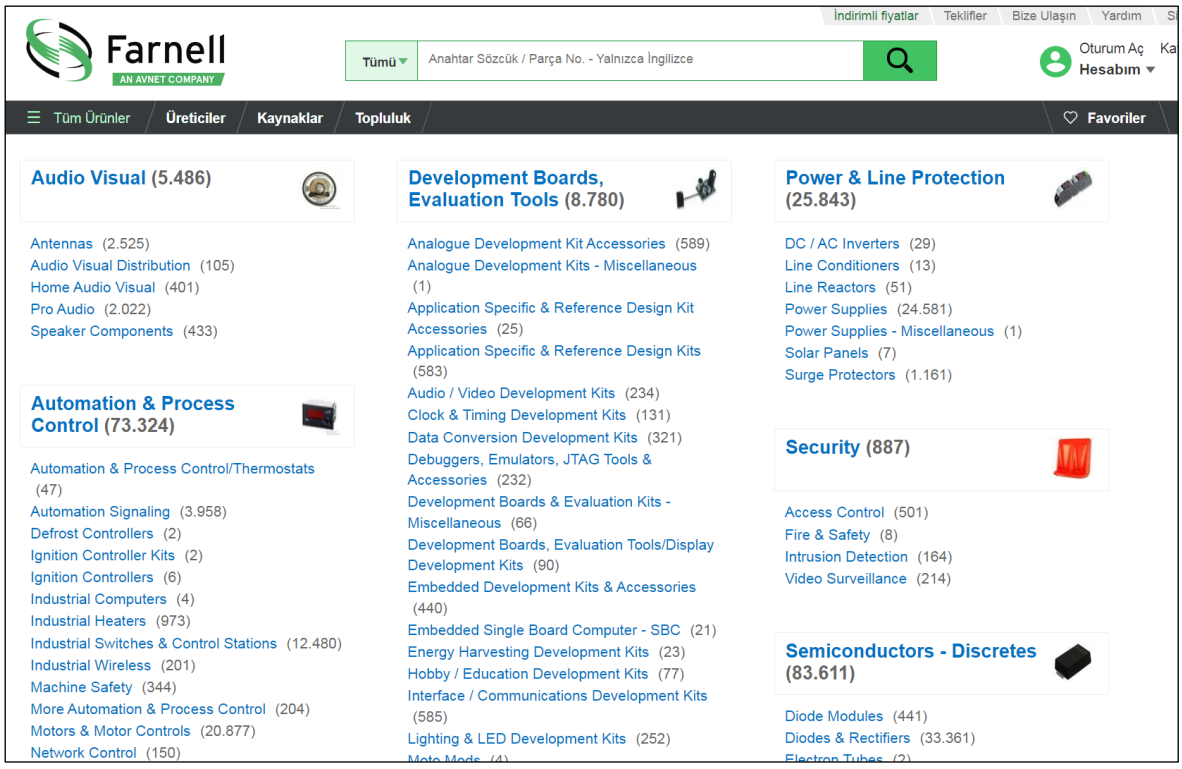
Farnell'in veritabanında Digikey'e oranla daha az sayıda üst kategori yer aldığı görülebilir. Toplamda 31 üst kategori mevcuttur. Kategori başlıkları Digikey'e oranla daha sade bir terminoloji aracılığıyla ifade edilmektedir. Farnell anasayfası içerisinde yürütülebilecek araştırma yöntemleri, Digikey ile eş olacak şekilde 2 çeşittir. *Bataryalar* anahtar kelimesi araştırıldığında elde edilen arama sonuçlarının ekran alıntısı Resim 3.5'te görülebilir. Tıpkı Digikey'de olduğu gibi Farnell'de de sonuçların sunulduğu sayfada alt kategoriler küçük görseller ile desteklenmiştir. Kategorilerden birine devam edildiğinde ise işlev bakımından Digikey'deki ile benzer, ancak yalnızca yerleşim bakımından farklı olan bileşen listeleme sayfasına geçilmektedir. Söz konusu sayfaya ilişkin ekran alıntısı Resim 3.6'da görülebilir. Diğer araştırma yöntemi tercih edilip, üst kategorilerden alt kategorilere doğru inceleme yürütüldüğünde ise Digikey ile benzer şekilde görseller ile desteklenmeyen ve tanımları anlayabilmek adına terminolojik elektronik bilgisine ihtiyaç duyulacak bir sınıflandırma sayfasına ulaşılmaktadır. Üst kategorilerin listesi Resim 3.7'de, listeden seçilen örnek bir bileşenin sunulduğu sayfa ise Resim 3.8'de incelenebilir.



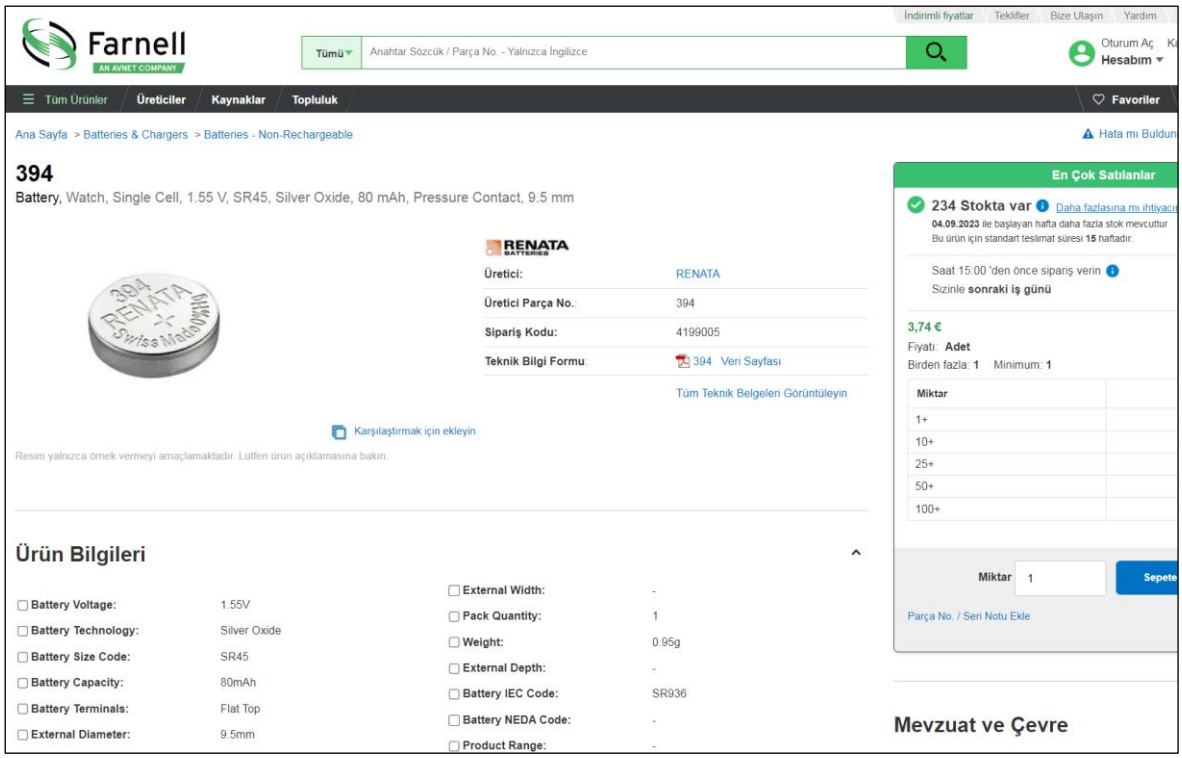
Resim 3.5. Farnell'de yürütülmüş örnek bir arama ve elde edilen sonuçlar



Resim 3.6. Farnell'de bir alt kategori içerisinde bileşenlerin listelenişi



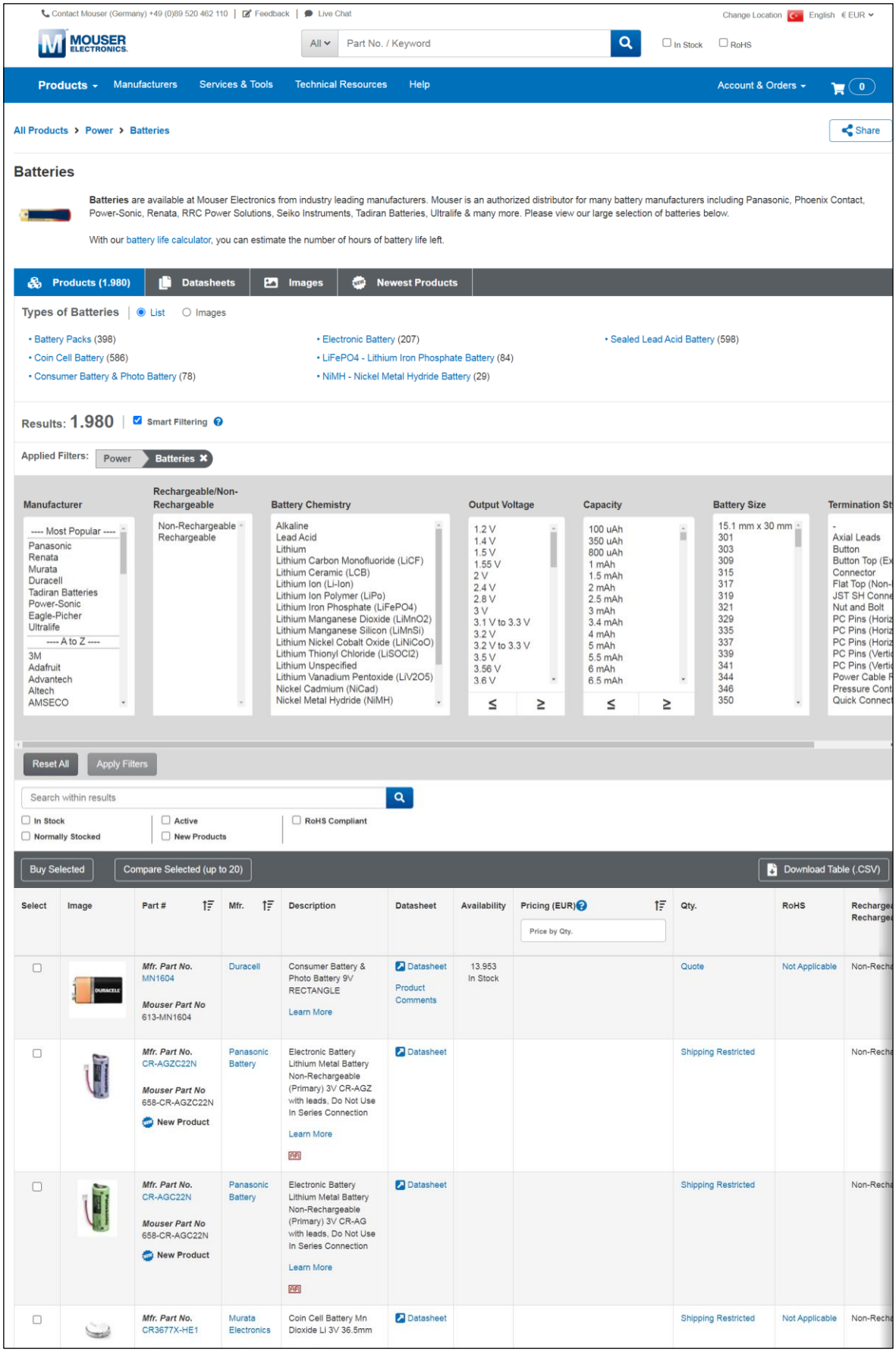
Resim 3.7. Farnell'in üst kategoriler sayfasının bir bölümü



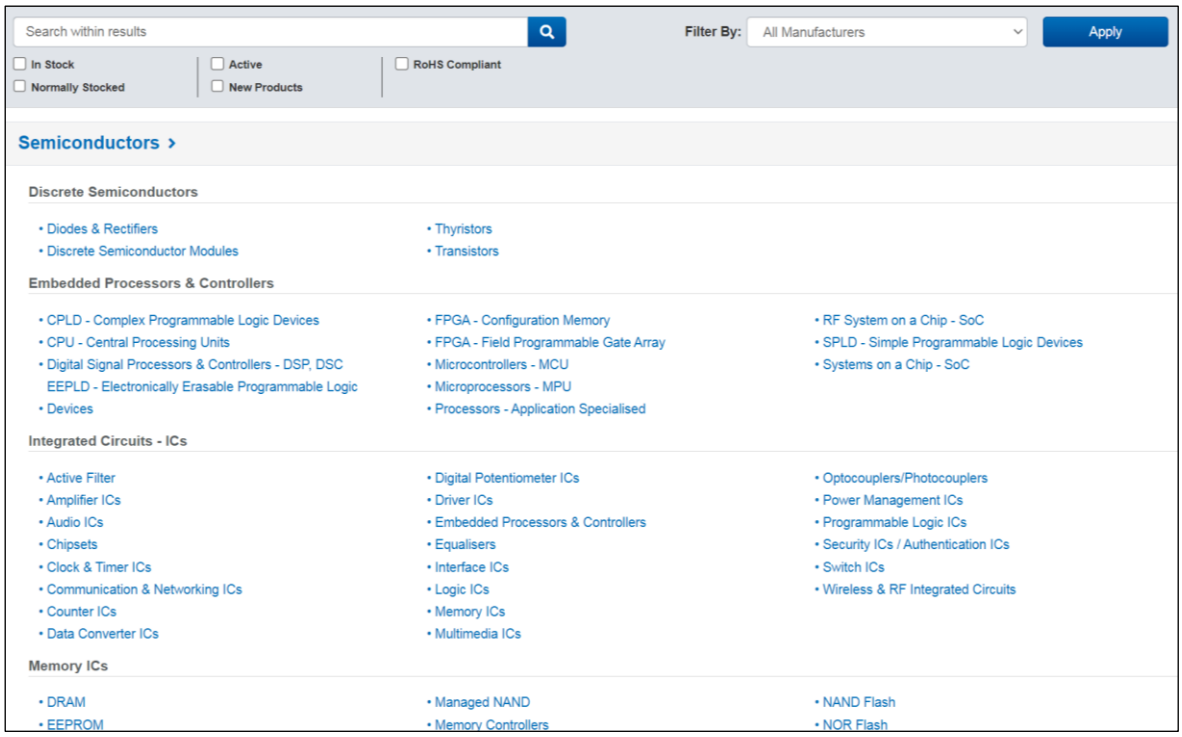
Resim 3.8. Farnell'de örnek bir bileşenin detaylarının sunulduğu sayfa

Mouser

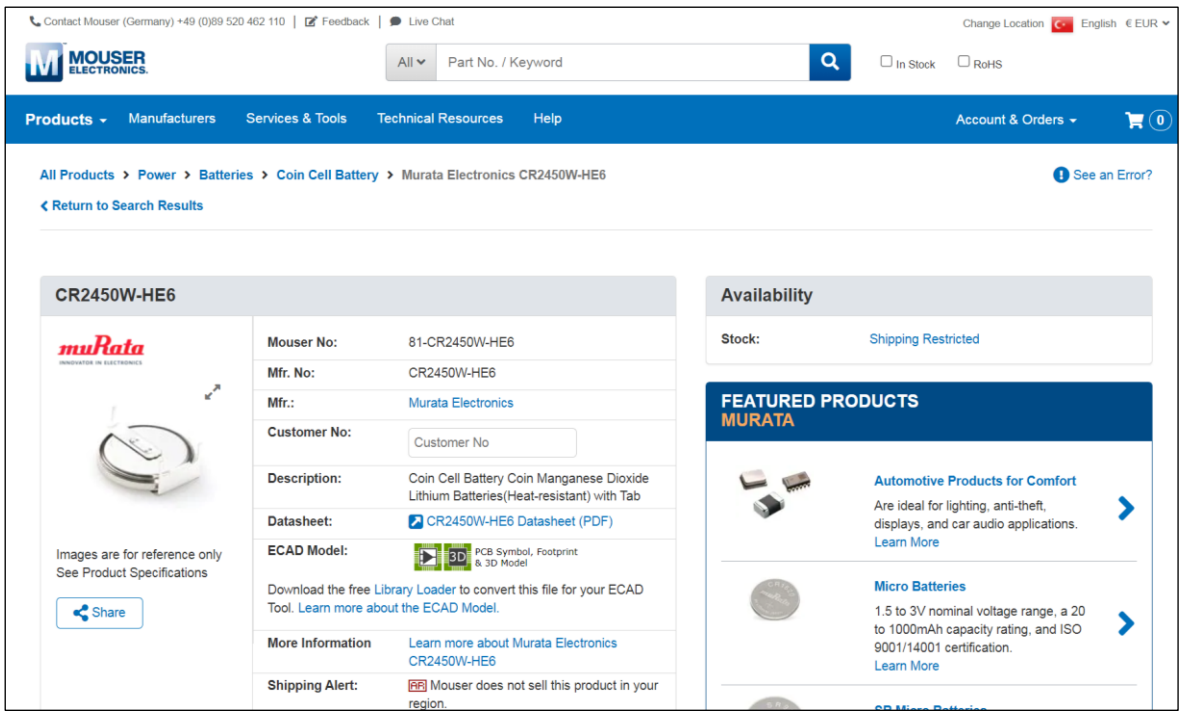
Digikey'de ve Farnell'de olduğu gibi Mouser'da da bir bileşene ilişkin detaylara erişmek için ya anahtar kelime araması yapılması, ya da üst kategorilerden alt kategorilere doğru inceleme yürütülmesi gerekmektedir. Resim 3.9'da görüleceği üzere, Mouser, diğer 2 veritabanından farklı olarak *bataryalar* aramasının sonuçlarını doğrudan bileşen listeleme ekranına yönlendirme, ancak söz konusu ekran içerisinde alt kategorilere ilişkin seçenekler sunmaktadır. Listeden seçilen örnek bir bileşene ilişkin sayfanın ekran görüntüsü Resim 3.12'de incelenebilir. 3 veritabanı arasında, en sadeleştirilmiş sınıflandırma yaklaşımı Mouser'a aittir. Toplamda yalnızca 17 adet üst kategori bulunduğu için bileşen türlerinin tamamını incelemek görece daha kolaydır. Öte yandan, Resim 3.10'da görüleceği üzere, tıpkı diğerlerinde olduğu gibi Mouser veritabanında da üst kategoriler sayfasında hiçbir görsel kullanılmamakta, kısaltmalara ve uzmanlık gerektirecek terimlere yer verilmektedir. 3 veritabanının da incelemesi sonucunda, arayüz yapılarının kayda değer şekilde benzer olduğu, fakat bileşenleri sınıflara ayırma yaklaşımları bakımından farklılık gösterdikleri anlaşılmaktadır.



Resim 3.9. Mouser'da bir alt kategori içerisinde bileşenlerin listelenişi



Resim 3.10. Mouser'da üst kategoriler sayfasının bir bölümü



Resim 3.11. Mouser'da örnek bir bileşenin detaylarının sunulduğu sayfa

Çizelge 3.1. Digikey, Farnell ve Mouser veritabanlarındaki üst kategoriler

Digikey					
D1	Ağ bağlantısı çözümleri	D17	Gömülü bilgisayarlar	D33	Motorlar, solenoidler, sürücü kart ve modülleri
D2	Anahtarlar	D18	Güç kaynakları (harici/dahili)	D34	Münferit yarı iletkenler
D3	Araç ve gereçler	D19	Güç kaynakları (entegre)	D35	Optik inceleme ekipmanı
D4	Bantlar, yapıştırıcılar ve malzemeler	D20	Hafıza kartları ve modülleri	D36	Optikler
D5	Bataryalar	D21	Hat koruma, dağıtma ve yedekleme	D37	Optoelektronikler
D6	Bilgisayar donanımları	D22	İzolatörler	D38	Potansiyometreler ve çeşitli rezistörler
D7	Devre koruma elemanları	D23	Kablo takımları	D39	Prototipleme
D8	DIY ve eğitim araçları	D24	Kablolar ve teller	D40	Rezistörler
D9	Endüktörler, bobinler ve jikleler	D25	Kablolar ve tellerin yönetimi	D41	RF/IF ve RFID
D10	Endüstriyel malzemeler	D26	Kapasitörler	D42	Röleler
D11	Endüstriyel otomasyon ve kontroller	D27	Kitler	D43	Sensörler ve transdüserler
D12	Entegre devreler	D28	Konnektörler ve ara konnektörler	D44	Ses Bileşenleri
D13	Etiketler, simgeler, uyarı levhaları, isimlendirme	D29	Kristaller, osilatörler ve rezonatörler	D45	Statik kontrolü, ESD ve temiz oda ürünleri
14	Fanlar ve ısı yönetimi	D30	Kutular, kapamalar ve raflar	D46	Test ve ölçüm
15	Filtreler	D31	Lehim yapa, lehim sökme ve onarım ürünleri	D47	Trafolar
16	Geliştirici kartları, kitler ve programlayıcılar	D32	Manyetikler, trafolar ve endüktör bileşenler	D48	Yardımcı donanımlar, bağlantı elemanları
Farnell					
F1	Aletler ve imalat malzemeleri	F12	Kablolar, teller ve kablo takımları	F23	Pasif bileşenler
F2	Anahtarlar ve röleler	F13	Kablosuz iletişim modülleri ve adaptörler	F24	Sensörler ve transdüserler
F3	Aydınlatma bileşenleri	F14	Kapamalar raflar ve kabinler	F25	Ses ve görüntü bileşenleri
F4	Bağlantı elemanları ve mekanikler	F15	Kimyasallar ve yapıştırıcılar	F26	Soğutma ve ısı yönetimi
F5	Bataryalar ve şarj cihazları	F16	Konnektörler	F27	Statik kontrolü, alan güvenliği ve temiz oda
F6	Devre koruma elemanları	F17	Kristaller ve osilatörler	F28	Test ve ölçüm
F7	Elektriksel bileşenler	F18	LED aydınlatma bileşenleri	F29	Trafolar
F8	Geliştirici kartları, ölçüm araçları	F19	Mühendislik yazılımları	F30	Yarı iletkenler (entegre devreler)
F9	Gömülü bilgisayarlar, eğitim ve maker kartları	F20	Ofis, bilgisayar ve ağ bağlantısı bileşenleri	F31	Yarı iletkenler (münferit)
F10	Güç ve hat koruması	F21	Optoelektronikler ve ekranlar		
F11	Güvenlik	F22	Otomasyon ve süreç kontrolcüleri		
Mouser					
M1	Araçlar ve malzemeler	M7	Isı yönetimi	M13	Pasif bileşenler
M2	Devre koruması	M8	Kapamalar	M14	Sensörler
M3	Elektromekanik	M9	Konnektörler	M15	Teller ve kablolar
M4	Endüstriyel otomasyon	M10	LED aydınlatma	M16	Test ve ölçüm
M5	Enerji	M11	Mühendislik geliştirici araçları	M17	Yarıiletkenler
M6	Entegre çözümler	M12	Optoelektronik bileşenler		

Sayfaların incelenmesinin ardından bu 3 şirketin veritabanlarındaki üst kategoriler eleme veya düzenleme yapılmaksızın tek bir tabloya aktarılmıştır. Yöntemin geliştirilmesine yönelik destek sağlayan 1 elektronik mühendisinden uzman görüşü alınarak kategoriler karşılaştırılmış ve bu araştırmanın birinci aşamasında endüstriyel tasarımcı katılımcılar ile yürütülen yarı-yapılandırılmış görüşmelerin tematik analizine dayanarak öğrenilmesine ihtiyaç duyulan bileşenler (Bkz. Çizelge 4.1, sayfa:126; Tema:7) belirlenmiştir. Digikey, Farnell ve Mouser veritabanlarındaki bütün üst kategoriler Çizelge 3.1'de gösterilmiş ve Digikey veritabanındaki tematik analiz bulguları ile eşleşen türler kırmızı, Farnell'dekiler yeşil ve Mouser'dekiler ise mavi renkte işaretlenmiştir. Hiçbir renk ile işaretlenmemiş olan üst kategoriler endüstriyel tasarım uygulamalarında nadiren ihtiyaç duyulacağı sebebiyle destekleyici araca dahil edilmemiştir. Kategorilerin işaretlenmesinin ardından ise, benzer anlamlara gelen kategori isimleri birleştirilmiş ve bazı kategori isimlerinde sadeleştirmeye gidilmiştir. Çizelge 3.2'de, birleştirme ve sadeleştirme sonucunda karar verilmiş olan 12 kategori görülebilir.

Çizelge 3.2. Destekleyici araçta sunulmasına karar verilen üst kategoriler

1	Enerji kaynakları	5	Görüntü bileşenleri	9	Isıtma, soğutma ve havalandırma
2	Hareket bileşenleri	6	Ses bileşenleri	10	Kablolar ve soketler
3	Düğmeler ve anahtarlar	7	Işık ve aydınlatma	11	Devre kartı bileşenleri
4	Kablosuz bağlantı	8	Sensörler	12	Prototipleme

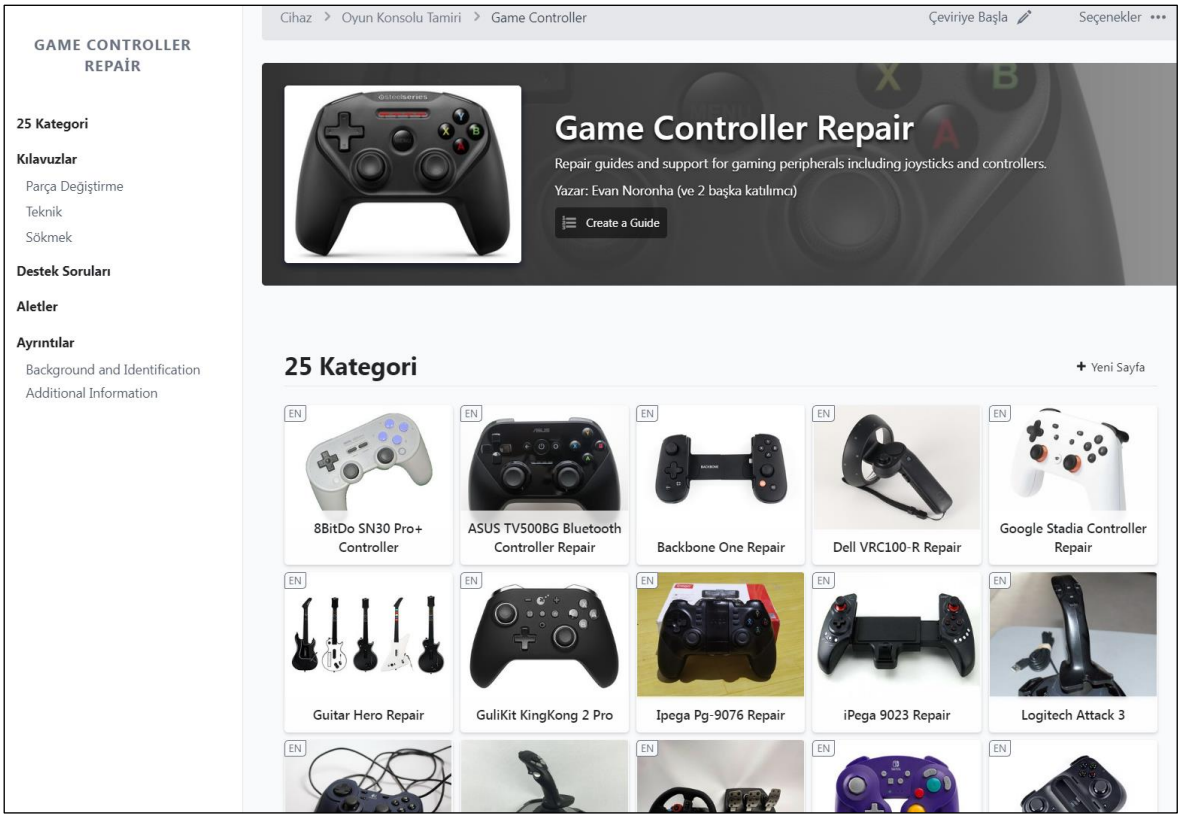
Digikey, Farnell ve Mouser veritabanlarında çok sayıda alt kategori yer aldığı için tez içerisinde basitçe sunulmaları olanaksızdır. Alt kategorilere ilişkin daha detaylı inceleme yapmak isteyen okuyucular şu bağlantılardan faydalanabilir:

1. https://www.digikey.com/en/products
2. https://tr.farnell.com/urunlere-goz-at
3. https://www.mouser.com.tr/electronic-components/

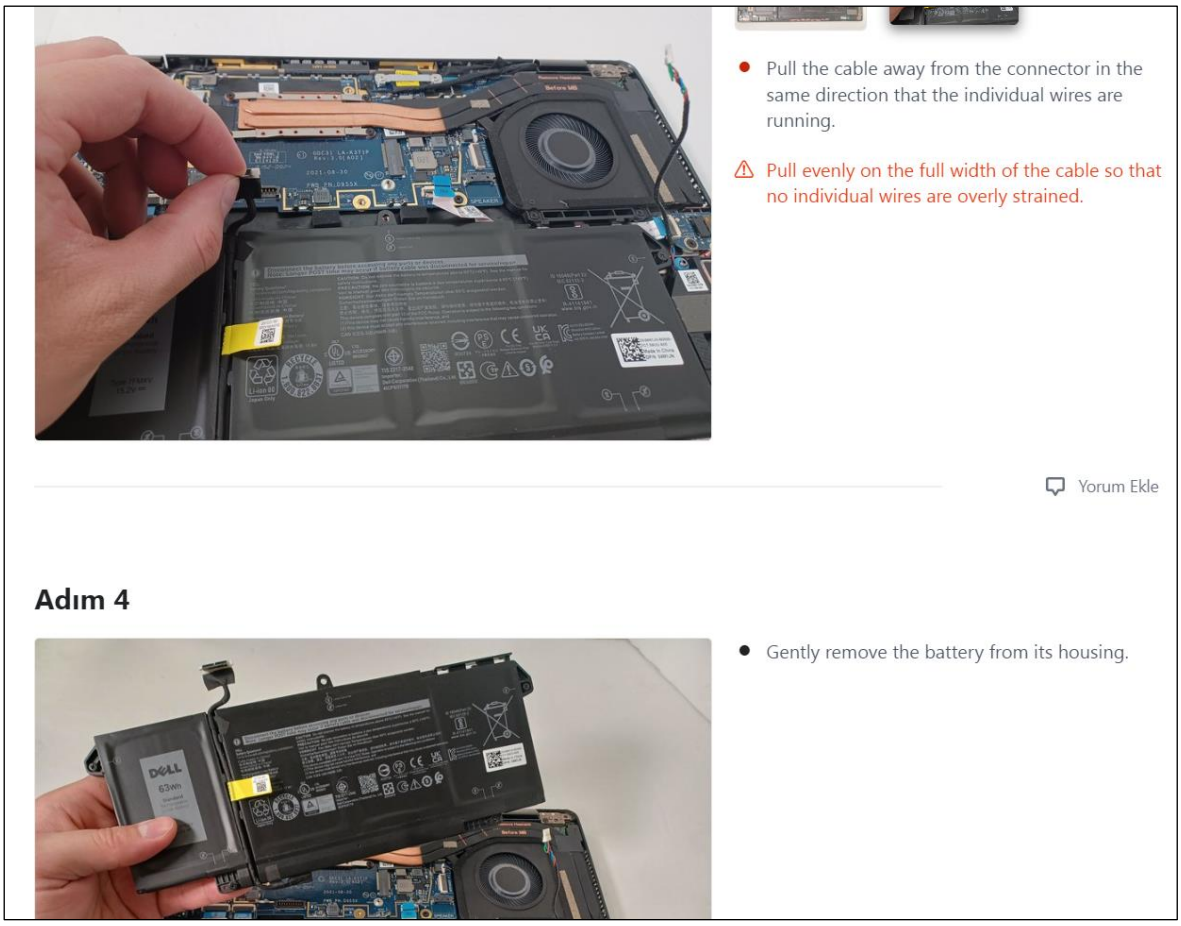
iFixit, Fictiv ve Adafruit

Destekleyici aracın oluşturulması için sadece sınıflandırma yapılması yeterli değildir. Her alt kategori içerisinde bileşenlere ilişkin bilgi edindirici içeriğe ihtiyaç vardır. İdeal olarak bir endüstriyel tasarım öğrencisi, bir elektronik nesneyi bizzat parçalamalı ve elektronik bileşenleri sökme ve inceleme deneyimi aracılığıyla öğrenmelidir (Romero, ve diğ., 2012).

Öte yandan bizzat sökmek üzere temin edilebilecek nesnelere oranla açık kaynaklı sökerek inceleme ve tamir içerikleri, daha yüksek bütçe ile temin edilebilecek, daha çok sayıdaki ve daha nitelikli nesnelere ilişkin gözlem sağlama avantajına sahiptir. Destekleyici aracın internet tabanlı bir platform olması ise söz konusu avantajlardan faydalanılmasına yönelik olanak sağlamaktadır. Açık kaynaklı inceleme içeriklerinin en çeşitli olduğu sayfalardan biri iFixit'tir (Marchesi ve Tweed, 2021). iFixit'teki içeriğin bir bölümü tamir amaçlı olsa da, tamir, sökme ve geri monte etme aşamalarını detaylıca sergilediği için bir çeşit sökerek inceleme içeriğidir. Resim 3.12'de iFixit'te tamir içeriklerinin araştırıldığı bir alt kategori ve Resim 3.13'te iFixit'teki örnek bir içerikten alınan ekran görüntüleri incelenebilir.

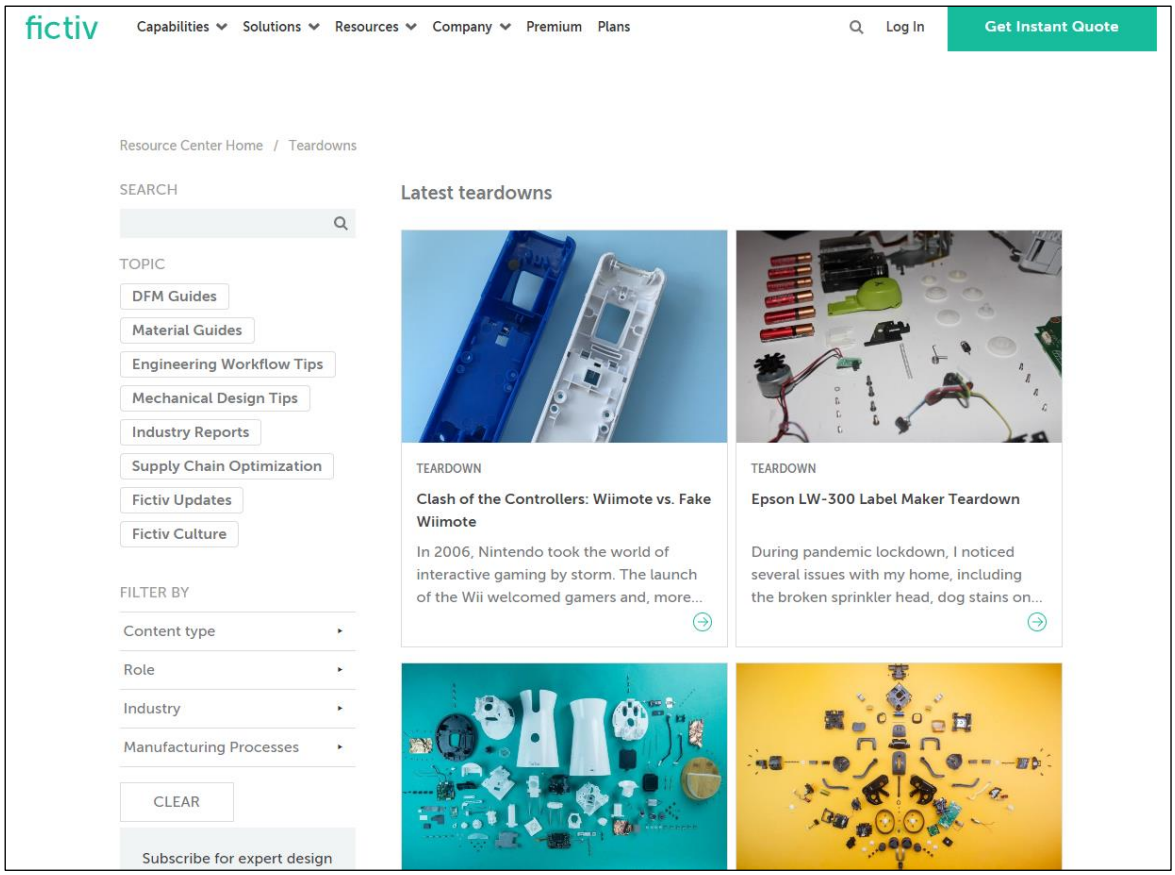


Resim 3.12. iFixit'te oyun konsol kumandalarının tamirlerine yer veren bir kategori

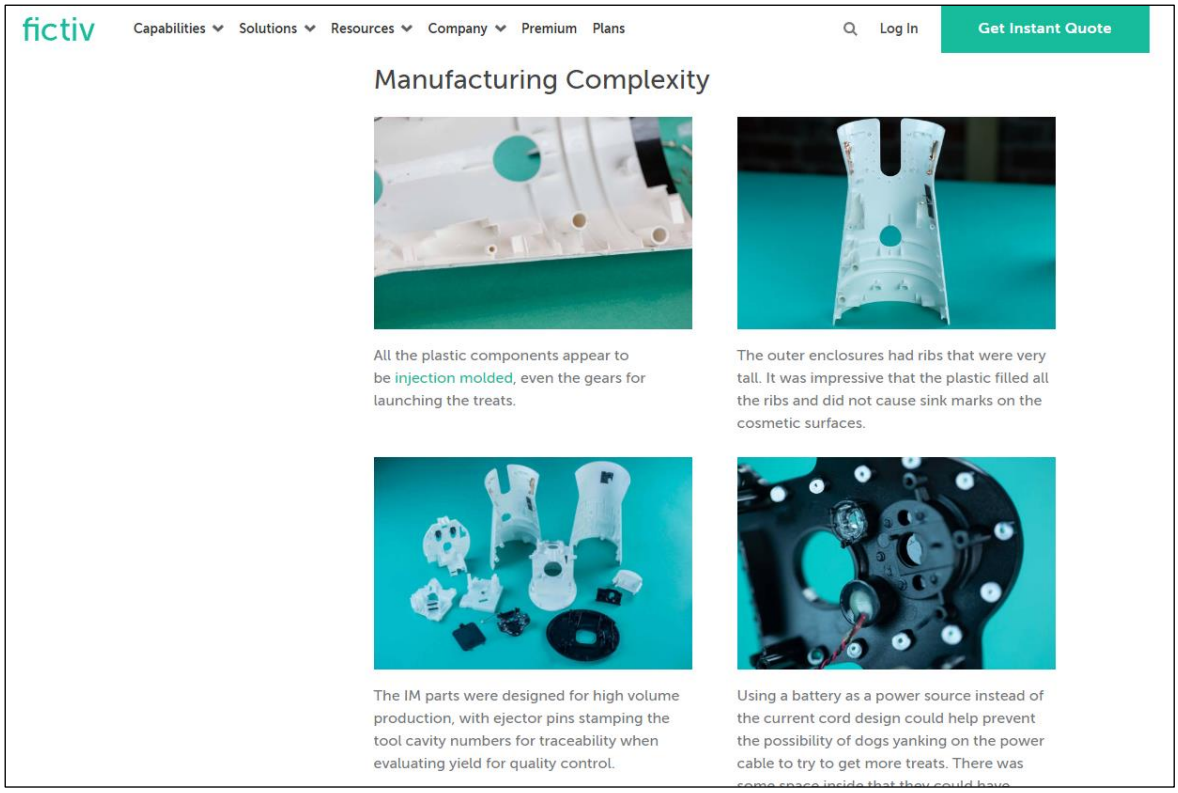


Resim 3.13. iFixit'te bir dizüstü bilgisayarın sökülüşünün anlatımının bir bölümü

Açık kaynaklı içerikler iFixit'te yayınlananlar ile sınırlı değildir. Hem tamir amacıyla hem de sökerek inceleme amacıyla üretilmiş çok sayıda içeriğe yer veren çeşitli sayfalar olduğu görülebilir. Instructables isimli bir forum ve Fictiv isimli bir şirketin internet sayfası söz konusu kaynaklara örnek gösterilebilir. iFixit ve Instructables'dan farklı olarak Fictiv'de yer alan sökerek inceleme içerikleri açık kaynak topluluğunun kendisi tarafından değil, şirket veya şirketin görevlendirdiği kişiler tarafından üretilmektedir. Instructables'a ve iFixit'e oranla Fictiv'de daha az sayıda inceleme mevcuttur, ancak Fictiv'deki içeriğin amacı doğrudan bileşenlerin görevlerine ve nasıl imal edildiğine ilişkin bilgi sağlamaktır. Resim 3.14'te Fictiv'deki farklı inceleme içeriklerinin sergilendiği blog sayfasının ekran alıntısı ve Resim 3.15'te ise Fictiv'deki örnek bir sökerek inceleme içeriğine ilişkin ekran alıntısı gösterilmiştir. Destekleyici araç tasarlanırken sıkça iFixit ve Fictiv'deki sökerek inceleme ve tamir içeriklerinden faydalanılmış, ancak aynı zamanda örneğin Instructables gibi diğer kaynaklardaki inceleme içerikleri ve ambalaj açılışı veya kullanım sırasında bileşenin durumunu veya kullanılışını gösteren videolardan da faydalanılmıştır.

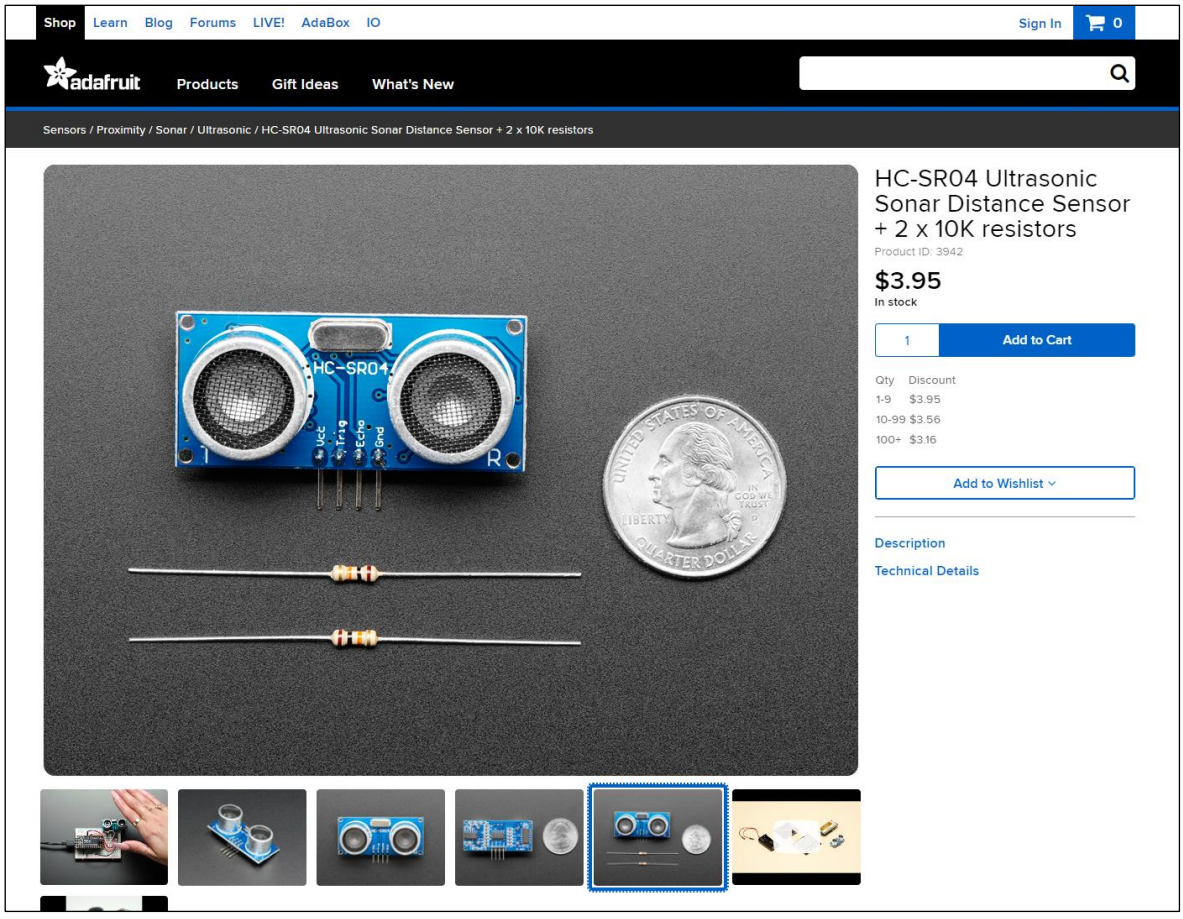


Resim 3.14. Fictiv'de sökerek inceleme içeriklerine yer verilen blog sayfası



Resim 3.15. Fictiv'de incelenen bir evcil hayvan kamerası ve detayların gösterimi

Destekleyici araç kapsamında her bileşen türünün yalnız başına gösterildiği fotoğraflara ve bileşenin ölçülerinin anlaşılabilmesi adına insan eli veya bozuk para gibi referanslar ile birlikte gösterildiği fotoğraf veya videolara ihtiyaç duyulmuştur. Söz konusu amaçla diğer bir elektronik bileşen distribütörü olan Adafruit'in internet sayfasından faydalanılmıştır. Ancak, Adafruit; Digikey, Farnell ve Mouser'ın aksine seri üretilecek nesnelerin üretimi amacıyla faydalanılan elektronik bileşenlerin değil, hobi, eğitim ve prototipleme amacıyla ihtiyaç duyulan bileşenlerin satışına yönelik bir sanal mağazadır. Söz konusu gerekçeyle, Adafruit, veritabanı sınıflandırması bakımından Digikey'den, Farnell'den ve Mouser'dan farklıdır ve veritabanları incelenmesine dahil edilmemiştir. Öte yandan, Adafruit, sıkça mühendis olmayan kişilere satış yapan bir şirket olması sebebiyle bileşene ilişkin ölçülerin, bileşenin amacının ve monte edilişinin kolaylıkla anlaşılabileceği fotoğraf ve videolara özellikle yer vermektedir. Söz konusu gerekçeyle destekleyici araçta faydalanılan birçok fotoğraf ve kısa video Adafruit sayfalarından alınmıştır. Adafruit'teki örnek bir bileşenin sayfa alıntısı Resim 3.16'da görülebilir.



Resim 3.16. Adafruit'te bir ultrasonik sensöre ilişkin açıklama sayfası

Veri dokümanları ve bilgisayar destekli tasarım modelleri

Araştırmanın birinci aşamasında yürütülen yarı-yapılandırılmış görüşmelerde Katılımcı 1 ve Katılımcı 3 tarafından değinildiği üzere, Digikey, Farnell, Mouser gibi veritabanlarının bir endüstriyel tasarımcı tarafından kullanılmasının amacı, veri dökümanlarına, bilgisayar destekli tasarım programlarına yönelik modellere ve teknik çizim benzeri gösterimlere ilişkin açık kaynaklara ulaşılmasıdır. Destekleyici aracın bir amacı da endüstriyel tasarım öğrencilerini, çalışma hayatındaki endüstriyel tasarımcıların alışkanlık edindiği söz konusu bilgi edinme yöntemi ile tanıştırmaktır. Söz konusu gerekçeyle, destekleyici araç içerisinde her bir alt kategoriya ilişkin sayfanın sonunda veritabanlarından filtrelenmiş listelere ve bu listelerden seçilmiş örnek bileşenlere ilişkin açık kaynaklı çizim ve modellere yönlenen bağlantılara yer verilmiştir. Endüstriyel tasarımcının söz konusu bileşenden faydalanmaya ihtiyacı varsa, bu bileşene ilişkin önceden seçilen açık kaynaklardan yaralanması sayesinde tasarım sürecinin kolaylaşacağı, hatalı kaynaklara ulaşma olasılığının ve uygulanabilir bir tasarım yapmasının önündeki teknik engellerin azalacağı var sayılmaktadır.

Uygulamaya yönelik bilgiye yer verilmesi

Adafruit, iFixit, Fictiv gibi kaynaklar sayesinde fotoğraflar ve videolar bakımından çeşitli bir içerik elde edilmiş olsa da, yazılı anlatımların oluşturulması için baz alınabilecek tek bir ideal kaynak mevcut değildir. Çünkü, elektronik bileşenlere ilişkin açık kaynaklar ve akademik yayınlar, daha sık olarak teorilere ve formüllere odaklanmaktadır. Uygulamaya yönelik bilgiye yer veren kaynaklar daha azdır ve genellikle öğrenmeye yönelik bir amaçla hazırlanmamıştır. IoT nesneler geliştiren bir şirketin kurucusu Kadir Köymen (2019), internet ortamında, hangi motorun hangi durumda kullanılabileceği gibi uygulamaya dayalı bilgidense, bir motorun içindeki bakır tellerin sarımına ilişkin detaylı teknik bilginin çok daha yaygın bulunduğuna dikkat çekmekte ve eleştirmektedir. Endüstriyel tasarım eğitimi ve uygulamaları sırasında ihtiyaç duyulan elektronik bilgisi, bir motorun nasıl üretilmiş olduğuna benzer teknik detaylar ile neredeyse hiç ilişkili olmadığı gibi, motorun hangi akım türünde çalıştığı gibi en genel elektriksel bilgiler de yalnız başına yeterli değildir. Araştırmanın birinci aşaması olan yarı-yapılandırılmış görüşmeler sırasında bir elektronik mühendisi olan Katılımcı 8'in değindiği üzere, bileşenleri yüzünden ısınan bir nesnenin nasıl tasarlanabileceği, endüstriyel tasarımcı için gerekli olan bilgi türünün bir örneğidir. Isındığı için bir nesneye hava giriş-çıkışları olması gerekiyorsa, bu durum, motorun iç

yapısının nasıl üretildiğine ilişkin bilgiye oranla daha önceliklidir ve çoğunlukla teorik bir bilgidense deneyime dayalıdır. Söz konusu gerekçeyle yazılı içerik araştırmacı tarafından hazırlanmış ve uzman görüşünü sunan elektronik mühendisi tarafından kontrol edilerek tamamlanmıştır.

Destekleyici araç, elektronik bileşen distribütörlerinin yaklaşımlarını iFixit ve Fictiv gibi açık kaynakların yaklaşımları ile entegre eden ve her iki yaklaşımdan da farklılaşan yeni bir veritabanı haline gelmiştir. Distribütörlerin veritabanlarında araştırma yapacak olan bir endüstriyel tasarımcı araştıracağı bileşene ilişkin terminolojiye hakim olma ihtiyacındadır. Bir endüstriyel tasarım öğrencisinin ise söz konusu terimleri henüz öğrenmemiş olması, distribütör veritabanlarını kullanmasını zorlaştırmaktadır. Araştırma yapan kişi bir bileşene ilişkin detaylara ulaştığında ise karşısına gelen listede fiyatlar, elektriksel özellikler ve ölçüsel bilgi ile karşılaşmaktadır. Uygulamaya yönelik bilgi kısıtlıdır. Bazı distribütörler, bileşenlerin kullanım amaçlarına değinen kısa açıklamalar paylaşsa da, açıklamalar nadiren endüstriyel tasarımcının ihtiyaç duyduğu uygulamaya dönük bilgi ile ilişkilidir. iFixit ve Fictiv üzerinde araştırma yapacak olan bir kişi ise, ya araştıracağı terimi önceden bilmek durumundadır ya da bileşenlere değil, nesne türlerine odaklı bir araştırma yöntemi izlemek zorundadır. Araştırma yapan kişi, hangi nesneyi incelerse araştırdığı bileşene ilişkin bilgi edineceğini tahmin edemiyorsa ve bileşene ilişkin terminolojiye de hakim değilse faydalı sonuçlara ulaşması zorlaşmaktadır. Destekleyici araç ise hem Digikey, Farnell ve Mouser gibi bileşenlerin sınıflandırıldığı bir veritabanıdır, hem de bileşenlere ilişkin kategoriler içerisinde bileşenlerin kullanıldığı nesnelerin sökülmesine, tamirine, kullanılmasına ilişkin açıklamalara, fotoğraflara ve videolara yer veren iFixit veya Fictiv gibi açık kaynaklı bir platformdur.

Araç

İnternet tabanlı ve interaktif olması planlandığından ötürü destekleyici araç bilgisayar ortamında hazırlanmıştır. Destekleyici aracın, kurulum gerektirmeyen, doğrudan İnternet üzerinden erişilebilir bir yapıda olması, öğrencilerin içeriğe erişimini kolaylaştırmış ve içeriğin güncellenmesini mümkün kılmıştır. Öte yandan, interaktif bir aracın kullanıcı deneyimi bakımından iyi tasarlanması uzmanlık gerektirir. Kullanıcı deneyimine yönelik sorunları olan bir tasarım, destekleyici aracın verimliliğini düşürebilir. Araştırmacının kendisi dijital ürünlerin tasarımında uzman olmadığı için Wix isimli bulut tabanlı bir

internet sayfası tasarlama programının hazır bir şablonundan faydalanılmıştır. Hazır şablon kullanıcı deneyimine yönelik hatalar oluşması olasılığını azaltmıştır.

Kapsam ve sınırlılıklar

Destekleyici aracın içeriği geliştirilirken baz alınan şirketlerin veritabanlarının, endüstriyel tasarımcıların ihtiyaç duyabileceği elektronik bileşenlerin çoğunu kapsadığı varsayılabilir, ancak destekleyici araç içerisinde elektronik bileşenlere ve kavramlarına ilişkin elektronik bilgisinin tamamının kapsandığı iddia edilemez. Yeni veya henüz yaygınlaşmamış olan teknolojiler, yeterli kaynak bulunamaması sebebiyle ve ileri düzeyde elektronik bilgisi gerektirebilecek bazı konular ise kasıtlı olarak destekleyici araca dahil edilmemiştir. Yaygın olan teknolojilerin bazılarına ilişkin açık kaynaklı içerik diğerlerine oranla daha kısıtlıdır ve erişilebilen açık kaynaklı içerik doktora çalışmasının süresi ile sınırlıdır. Destekleyici araç içerisinde bir bileşene yönelik paylaşılan açık kaynakların haricinde, faydalı olabilecek diğer bir açık kaynaklı içerikleri mevcut olabilir, ancak sınırlı araştırma süresi içerisinde söz konusu örneğe ulaşılamamış olması mümkündür. Destekleyici araç, Türkçe hazırlanmış olsa da açık kaynakların çoğununun dili İngilizce'dir. Bazı öğrencilerin dil farklılığı sebebiyle aracı daha az etkin kullanmış olması mümkündür. Destekleyici aracın entegre edildiği internet sayfasının tasarlanması amacıyla kullanılmış olan Wix sistemi, sunduğu hazır sayfa şablonu aracılığıyla olası kullanıcı arayüzü hatalarını azaltmış olsa bile kullanıcı etkileşimlerini de şablon ile sınırlandırmıştır. Örneğin, bütün kategoriler arasında anahtar kelime araması yapmaya yönelik bir arama çubuğu yüklenememiştir.

Destekleyici aracın denenmesi

Bu araştırma, 2 farklı üniversitedeki endüstriyel tasarım bölümlerinde yürütülen 3 farklı stüdyo dersindeki tasarım projeleri süresince destekleyici aracın projelere dahil edilmesi ve projelerin tamamlanmasının ardından destekleyici aracın öğrencilere ve tasarladıklarına yönelik fayda ve zararlarının incelenmesiyle tamamlanmıştır. İnceleme, öğrencilerin Likert Skalası'ndaki sorulardan oluşan bir anketi cevaplaması ve ankete katılım gösteren 60 kişi arasından 6'sı ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılması aracılığıyla yürütülmüştür. Ayrıca görüşmelere bu öğrencilerin stüdyo derslerinden sorumlu olan 2 öğretim görevlisi de katılmıştır. Bu aşama aracılığıyla 2 farklı araştırma sorusuna yönelik ölçüm yapılmıştır:

AS3. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bilgisi öğrenerek tasarım yapması hangi fayda ve zararlara sebep olur?
AS4. Açık kaynaklardan faydalanarak oluşturulmuş interaktif bir araç endüstriyel tasarım öğrencilerinin stüdyo derslerinde elektronik bilgisi öğrenmesini destekleyebilir mi?

Yöntem

Elektronik bilgisinin endüstriyel tasarım öğrencilerine ve tasarladıklarına yönelik fayda ve zararlarına, destekleyici araçtan faydalanılmasının yarattığı kolaylık ve zorluklara ve hem elektronik bilgisinin hem de destekleyici aracın öğrencilerin motivasyonu üzerindeki etkilerine ilişkin yanıtların tamamı öznel olan görüş ve fikirlerdir, dolayısıyla bu aşama aracılığıyla elde edilen veri örtük bilgiyi temsil etmektedir (Leonard ve Sensiper, 1998). Araştırmanın ilk aşamasının yöntemi ile benzeşecek şekilde bu aşamada da örtük bilginin ölçümü ya anketler ya da görüşmeler aracılığıyla yapılabilir.

Destekleyici aracın denenmesine yönelik 2 farklı kurgunun avantajları ve dezavantajları değerlendirilmiştir. Birinci kurgu, yalnızca destekleyici aracın denenmesi amacıyla özel olarak planlanmış kısa süreli bir çalıştaydır. İkincisi ise detekleyici aracın endüstriyel tasarım öğrencilerinin rutin öğrenim süreçlerinde zaten katılım gösterecek oldukları stüdyo projelerine entegre edilmesidir. Kısa süreli bir çalıştayın avantajı, deneme ortamının daha kontrollü olmasıdır. Gözlemciler, yorumlarını ve katılımcılar ise görüşlerini hızlıca sunabileceği için bilgi kaybı azalacaktır. Uzun süreli bir projede ise katılımcıların araçtan ne zaman ve nasıl faydalandığının takip edilmesi daha zordur. Ancak kısa süreli bir çalışmanın dezavantajı katılımcıların kısıtlı süre içerisinde hem elektroniğe ilişkin birçok yeni bilgi edinmeye çalışması hem de söz konusu bilgi aracılığıyla tasarım geliştirmeye çalışacak olmasıdır. Uzun süreli bir stüdyo projesi sürecinde denenmesi durumunda ise endüstriyel tasarım öğrencilerinin destekleyici araçtan daha az sınırlılık içerisinde daha etkin olarak ve proje sürecinde duyduğu ihtiyaç doğrultusunda kendiliğinden faydalanması mümkündür. Bir endüstriyel tasarım öğrencisi, bir tasarım projesinin bazı aşamalarında destekleyici araçtan belki hiç faydalanmayacak, ancak faydalandığı zaman ise araçtan yola çıkarak İnternet'teki diğer bazı kaynaklara yönelecek vakte sahip olacaktır. Uzun süreli bir projede bazı katılımcılar, araçtan diğerlerine oranla daha fazla faydalanacaktır ve katılımcıların aracı kullanma sıklığı ile görüşleri arasında bir ilişki kurulması da mümkün olabilir. Kısa süreli çalıştayın diğer bir dezavantajı ise katılımcıların görece daha homojen

bir kitleden seçilmesi riskidir. Çünkü, yalnızca gönüllülük esasına dayanarak örneklenen katılımcılar, araçtan daha fazla fayda üretme eğiliminde olabilir ve deney sonucunda, aracın, gerçek üstü fayda sağladığı yönünde bir yanlılık oluşabilir. İki kurgu olasılığının karşılaştırılması sonucunda daha kapsamlı ve daha nesnel bir veri toplama sürecine olanak tanıyacağı gerekçesiyle, destekleyici aracın öğrencilerin zaten katılım göstereceği uzun süreli stüdyo projelerine entegre edilmesine karar verilmiştir.

Destekleyici aracın ve elektronik bilgisi öğrenerek yürütülen projelerin öğrencilere ve tasarladıklarına yönelik fayda ve zararlarının incelenmesi amacıyla 3 farklı veri toplama yönteminden faydalanılmıştır. Yöntemlerin baskın olanı niceldir, destekleyici ve açıklayıcı olan diğer 2 yöntem ise niteldir. Nicel olan yöntem, 5'li Likert skalasında tasarlanmış olan bir ankettir. Anket, baskın olan araştırma yöntemi olsa bile, ayrıca açıklayıcı tespitler üretmek üzere derinlemesine bulguların araştırılacağı yarı-yapılandırılmış görüşmelere ilişkin bir başlangıç verisi olma amacındadır (Everett ve Neu, 2015). Diğer nitel yöntem ise açıklayıcılık sağlaması gerekçesiyle gözlemdir. Gözlem bulgularının aracı, öğrencilerin çalışmalarını sergileyen fotoğraflardır. Aynı olguya 3 farklı yöntem ile yaklaşıldığı için, sosyal bilimler literatüründe *nirengi* (*üçgenleme* veya İngilizce'si *triangulation*) olarak da bilinen bir karma araştırma yönteminden faydalanılmaktadır (Jick, 1979). Nirengi, denizcilikte, bir objenin gerçek pozisyonunu hassas olarak tespit edebilmek için, birden fazla referans noktasından bir arada faydalanılması anlamına gelmektedir. Sosyal bilimler araştırmalarında da, nasıl ölçüleceği kesin olarak bilinmeyen bir olguya karşı nirengiden faydalanılması, olgunun daha nesnel ve daha doğru bir şekilde incelenmesini sağlayabilir. Yöntemlerden biri baskın olsa bile nirengiyi oluşturan her üç yöntem de birbirlerine karşı tamamlayıcı ve karşılaştırılabilirlik sağlayıcı niteliktedir.

Örnekleme

Destekleyici araç, Gazi Üniversitesi'nde okuyan ve elektrikli su ısıtıcısı tasarlama ödevi verilen 40 adet ikinci sınıf öğrencisi, Atılım Üniversitesi'nde okuyan ve diyafon tasarlama ödevi verilen 14 adet üçüncü sınıf öğrencisi ve Atılım Üniversitesi'nde bitirme projesinde aracı kullanan 6 adet son sınıf endüstriyel tasarım öğrencisi ile denenmiştir. Deneme süreci başlarken destekleyici aracın internet sayfasına üye olmak aracılığıyla uygulamaya katılım gösteren Gazi Üniversitesi öğrencilerinin sayısı 66'dır. Atılım Üniversitesi üçüncü sınıf öğrencilerinden ise 33 ve dördüncü sınıf öğrencilerinden ise 13 öğrenci deneme sürecinin

başlangıcında sisteme üye olmuştur. Üyelik yapılmadan içeriklere erişilemediği için kesin olarak bilinmektedir ki, denemeye katılmaya gönüllülük gösteren azami öğrenci sayısı 112'dir. Wix sisteminin sağladığı bilgi baz alındığında, Gazi Üniversitesi öğrencilerinin 34'ünün, Atılım Üniversitesi üçüncü sınıf öğrencilerinin 17'sinin ve Atılım Üniversitesi son sınıf öğrencilerinin ise 9'unun sisteme tekrar giriş yapmadığı görülmektedir. Ancak, internet tarayıcılarında kullanıcı adı ve şifre hatırlama seçeneğini kullanan kişilerin sisteme giriş bilgileri güncellenmediği için Wix'in sistem bilgileri deneyden çekilen katılımcı sayısını kesin olarak göstermemektedir. Şifre hatırlama özelliğinden faydalanmaları veya faydalanmamaları katılımcıların kişisel tercihidir ve Wix sisteminin sınırlılıkları sebebiyle engellenebilir değildir. Süreçte destekleyici araçtan faydalanmayı terk eden öğrenci sayısı tam olarak bilinememektedir. Ancak sistem bilgileri baz alınarak söylenebilir ki, başta üye olan 112 öğrenci arasından en az 52 öğrencinin süreçte sistemden faydalanmaya gönüllü şekilde devam ettiği kesindir. Hiçbir öğrenciden sisteme düzenli giriş yapmaları talep edilmediğinden ötürü öğrencilerin destekleyici araçtan faydalanmayı sürdürme davranışı gönüllüdür. Atılım Üniversitesi dördüncü sınıf öğrencileri ise, denemeye bitirme projesi kapsamında katılmış olmalarından ötürü söz konusu öğrencilerden bazılarının elektronik bilgisine ilişkin hiçbir araştırma ihtiyacında bulunmamış olduğu tahmin edilebilir. Ancak Gazi Üniversitesi öğrencilerinin proje ödevi bir elektrikli su ısıtıcısı ve Atılım Üniversitesi üçüncü sınıf öğrencilerinin proje ödevi diyafon olarak adlandırılan iç mekan haberleşme sistemi olduğundan ötürü söz konusu öğrenciler, projelerin en azından bazı fazlarında elektronik bileşenleri araştırmaya ihtiyaç duymuş olmak zorundadır. Likert Skalası'ndaki ankete katılım incelendiğinde, başta sisteme üye olarak denemeye katılan Gazi Üniversitesi öğrencilerinin 40'ının, Atılım Üniversitesi üçüncü sınıf öğrencilerinin 14'ünün ve Atılım Üniversitesi dördüncü sınıf öğrencilerinin 6'sının anketi teslim ederek süreci tamamlamış olduğu görülmektedir. Destekleyici aracın denendiği sürecinin sonunda, süreçten çekildiği kesin olarak bilinen öğrencilerin sayısı 52'dir. Başta üye olan öğrencilerin yaklaşık yarısı olan 60 kişi ise hem süreci tamamlamış, hem de anketi teslim etmiştir. Araştırmanın bu son aşaması, örneklem büyüklüğü baz alındığında bir saha çalışmasıdır. Öte yandan denemenin 2 üniversitede gerçekleştirilmiş olması sebebiyle bulguların Türkiye'deki bütün endüstriyel tasarım bölümlerini temsil etmesi beklenmemektedir. Araştırma evreni, deneye katılım gösteren Gazi Üniversitesi ve Atılım Üniversitesi endüstriyel tasarım bölümlerinin bütün öğrencileridir. Bölümlerin kontenjanlarının 4 yıl ile çarpımı üzerinden hesaplandığında, örneklem, azami 516 öğrencinin asgari 60'ını (%12) temsil etmiştir. Anket uygulamasının tamamlanmasının ardından yürütülen yarı-yapılandırılmış görüşmelere ise anket katılımını

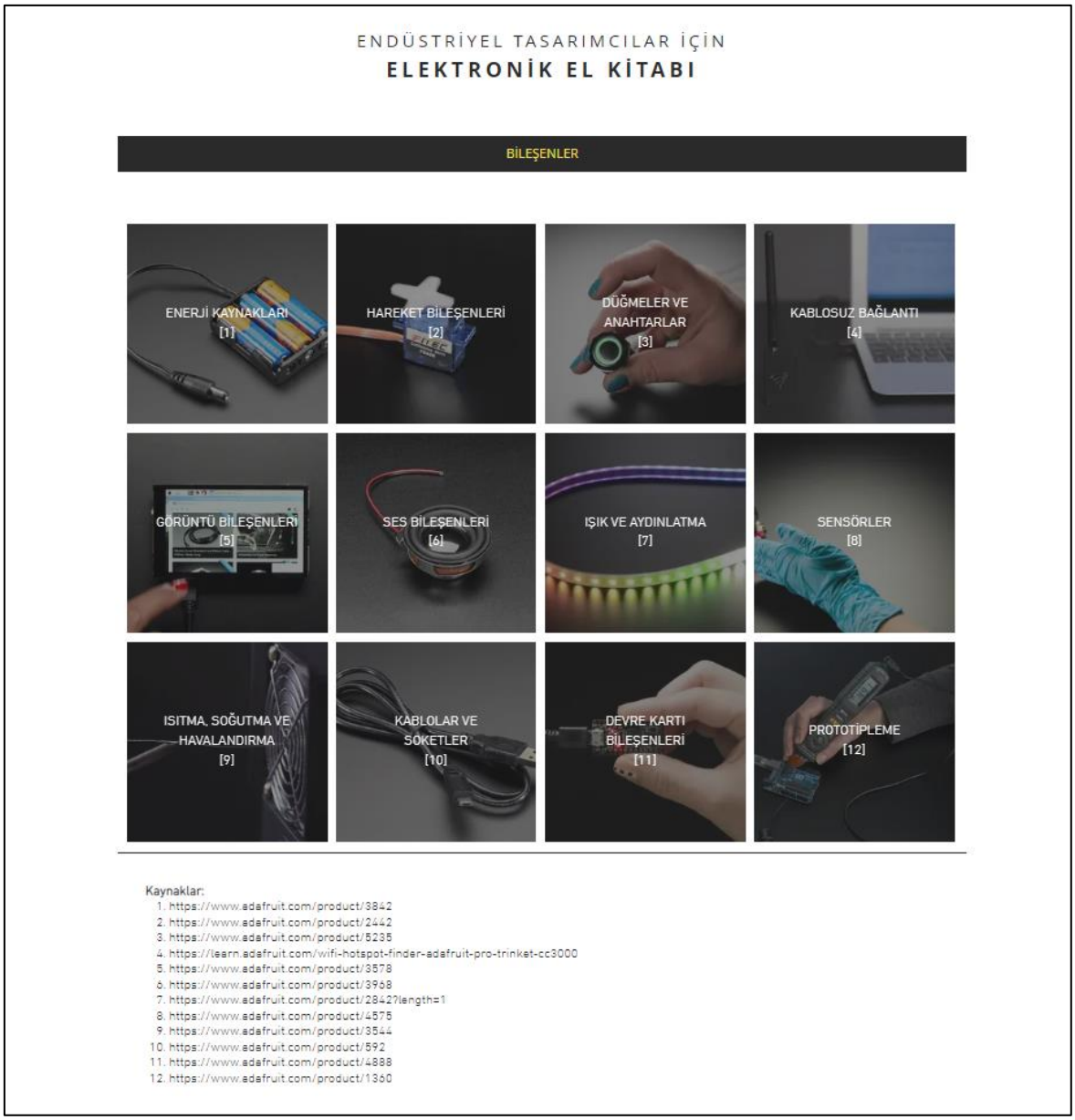
tamamlamış olan Gazi Üniversitesi'nden 3 ve Atılım Üniversitesi üçüncü sınıf öğrencileri arasından 3 öğrenci gönüllü katılım göstermiş ve söz konusu öğrencilerden sorumlu olan 2 öğretim görevlisi ile görüşülmüştür. Söz konusu 6 öğrenci, anket sorularına vermiş oldukları yanıtların gerekçelerini açıklamış, 2 öğretim görevlisi ise kendi öğrencilerinin tamamını bir arada değerlendirecek şekilde aynı anket soruları doğrultusundaki görüşlerini paylaşmıştır.

Araçlar

Araştırmanın bu son aşamasında 2 farklı ölçüm aracından faydalanılmıştır. İlki destekleyici aracın kendisidir. İkincisi ise 5'li Likert Skalası'ndaki 20 sorulu ankettir. Anket, proje süreçlerinin tamamlanmasına yakın veya tamamlandıktan sonra 112 katılımcının tamamı ile paylaşılmıştır. Anket, Google Forms ile hazırlanmış ve dijital ortamda doldurulmuş, anket sorularının analizleri ise MS Excel ve SPSS programları aracılığıyla tamamlanmıştır. Gözlem amaçlı fotoğraflar ise katılımcıların kendileri tarafından sağlanmıştır.

Destekleyici araç

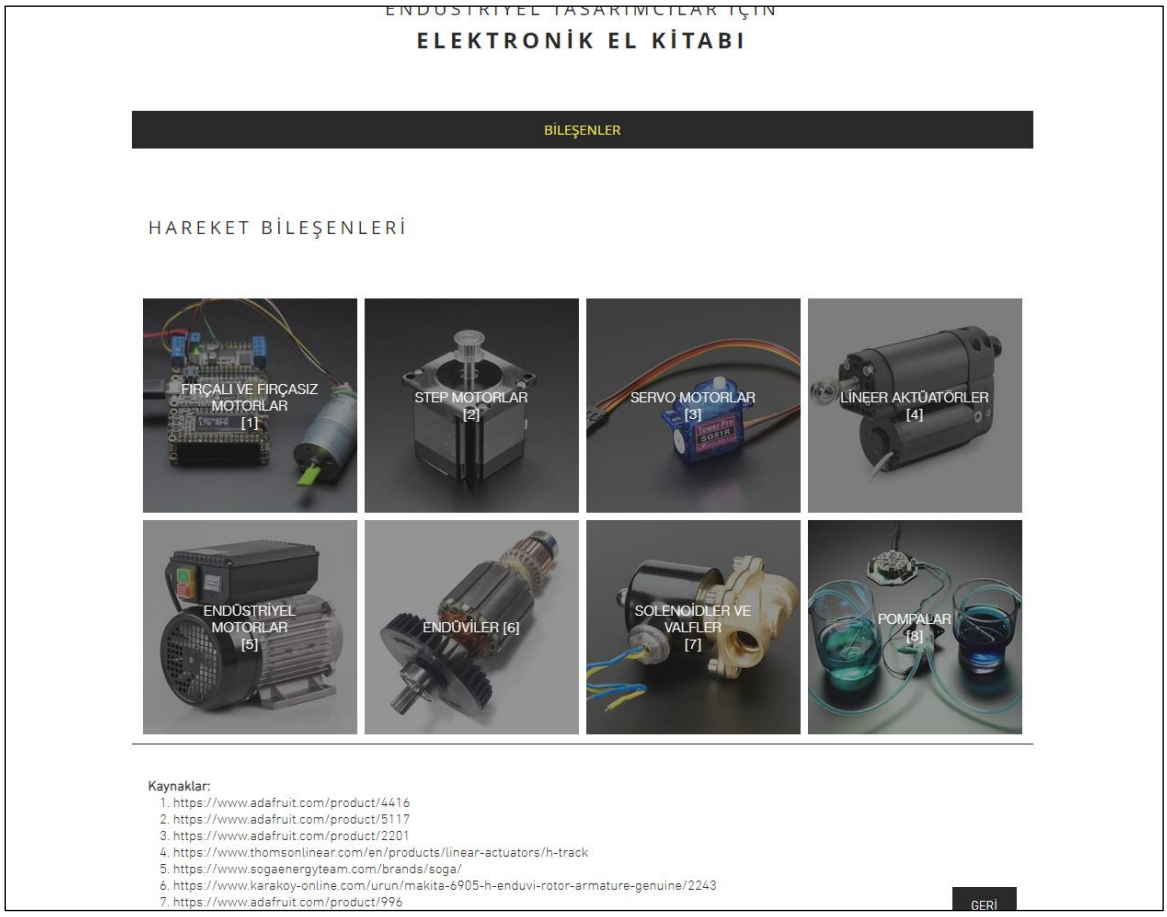
Destkleyici aracın anasayfası, elektronik bileşen türlerine ilişkin önceden belirlenmiş olan 12 adet üst kategorinin (Bkz. Çizelge 3.2; sayfa:104) görseller ile desteklendiği bir seçim ekranı ile açılmaktadır. Anasayfa, Resim 3.17'de gösterilmiştir. Anasayfadaki görsellerden bazıları, bileşenin hareketini de gösteren kısa videolardır. Resim 3.18 destekleyici aracın herhangi bir sayfasından erişilebilir olan üst ve alt menüdeki açılır listeyi göstermektedir. Resim 3.19'da görüleceği üzere, anasayfadaki görsellerden herhangi biri seçildiğinde veya açılır liste içerisinden seçim yapıldığınca birinci düzey alt kategorilerden bir tanesi olan *hareket bileşenleri* sayfasına devam edilmiştir. Söz konusu sayfa içerisinde 6 adet ikinci düzey alt kategorinin yer aldığı görülebilir. Resim 3.17'de ve Resim 3.19'da görüleceği üzere, hem derinlemesine araştırma yapacak olan araştırmacının faydalanması amacıyla, hem de araştırma etiği gözetilerek, faydalanılan fotoğraf ve video içeriklerine ilişkin kaynaklar, her sayfanın en alt bölümünde paylaşılmaktadır. Resim 3.20'de örnek olarak *fırçalı ve fırçasız motorlar* isimli ikinci düzey bir alt kategoriye devam edildiğince yönlendirilen yeni sayfanın ekran alıntısı sunulmuştur. Bazı bileşenlere ilişkin üçüncü düzey alt kategori yoktur. Bazılarında ise dördüncü düzey alt kategorilere kadar devam edilebilmektedir.



Resim 3.17. Destekleyici araçta anasayfa



Resim 3.18. Destekleyici araçta üst bölümden erişilen açılır kategori listesi



Resim 3.19. Destekleyici araçta birinci düzey bir alt kategori



Resim 3.20. Destekleyici araçta ikinci düzey bir alt kategori

ENDÜSTRİYEL TASARIMCILAR İÇİN
ELEKTRONİK EL KİTABI

BİLEŞENLER

HAREKET BİLEŞENLERİ > FIRÇALI VE FIRÇASIZ MOTORLAR >
MİKRO MOTORLARI



BİR MİKRO MOTOR [1]



BİR MİKRO MOTOR VE ÇIKIŞ ŞAFTINA BAĞLANAN DİŞLİ REDÜKTÖR [2]

Nedir?

- **Teknik özellikler bakımından;**
  - Mikro motorlar en küçük boyutlu motor türüdür.
  - İdeal olarak 6V veya 12V **gerilimdeki**, **doğrusal akım** ile çalışırlar, ancak,
  - Gerektiğinde, güç kaybetme şartıyla daha düşük **gerilimde** de çalıştırılabilirler.
  - Bazı mikro motorlar **devre kartına**, **lehimle** monte edilebilir.
  - Diğerlerinin ise genellikle montaj deliği yoktur.
  - Monte etmek için hazır satılan bağlantı aparatları kullanılabilir veya,
  - Özel bir aparat ya da yuva tasarlanabilir.



REDÜKTÖRLÜ MİKRO MOTORLAR VE ARKA ŞAFTLA BAĞLANMIŞ OLAN ENKODERLER [3]



DİŞLİ REDÜKTÖRLÜ BİR MİKRO MOTOR [4]

Nedir?

- **Teknik özellikler bakımından;**
  - Mikro motorlara herhangi bir eklenti yapılmadığında,
    - **Torkları** düşüktür
    - Yüksek dönüş hızında çalışırlar,
    - Çalışma hızları tam olarak bilinemez
    - Pozisyon hassasiyetleri yoktur, yani, spesifik bir mesafe gitmeleri istenemez.
  - Ancak mikro motora yukarıdakileri sağlaması için 2 farklı aksesuar takılabilir:

Resim 3.21. Destekleyici araçta bir bilgi sayfasının üst bölümü

Resim 3.21'de ikinci düzey alt kategorilerden bir tanesi olan *mikro motorlar* görselinin yönlendiği diğer bir sayfanın ekran alıntısı verilmiştir. Görüleceği üzere söz konusu sayfa, öncekiler gibi bir kategori galerisi değildir. Bileşene ilişkin görsel, video, yazı ve açık kaynak bağlantıların sunulduğu bir bilgi sayfasıdır. Söz konusu sayfa, imlecin aşağı kaydırılması aracılığıyla tamamı incelenebilen, tek sayfa yapısındaki bir düzene sahiptir. Bütün bilgi sayfalarının düzeni aynı şablonda tasarlanmıştır. Genellikle, sayfanın girişinde bileşenin tek başına gösterildiği 2 fotoğraf, devamında ise bileşenin yaklaşık ölçülerinin daha kolay algılanabilmesini sağlayan kılavuz bir nesne veya bir insan uzvu ile birlikte gösterildiği 2 veya daha fazla sayıda fotoğraf gösterilmektedir. Fotoğraflar her sayfada aynı boyuttadır ve sayfaya ilişkin kompozisyonun çoğunluğunu oluşturmaktadır. Yazılar, mümkün olan en kısa anlatıma ve asgari teknik terminolojiye değinmektedir. Bir terim, elektronik terminolojisine veya diğer bir branşa ilişkin terminolojiye aitse, o terim, kavramın açıklandığı YouTube videolarına veya açıklayıcı metinlerin olduğu kaynaklara yönlenen bir bağlantı halindedir. Bağlantılar mavi ve altı çizgili stilde gösterilmektedir.

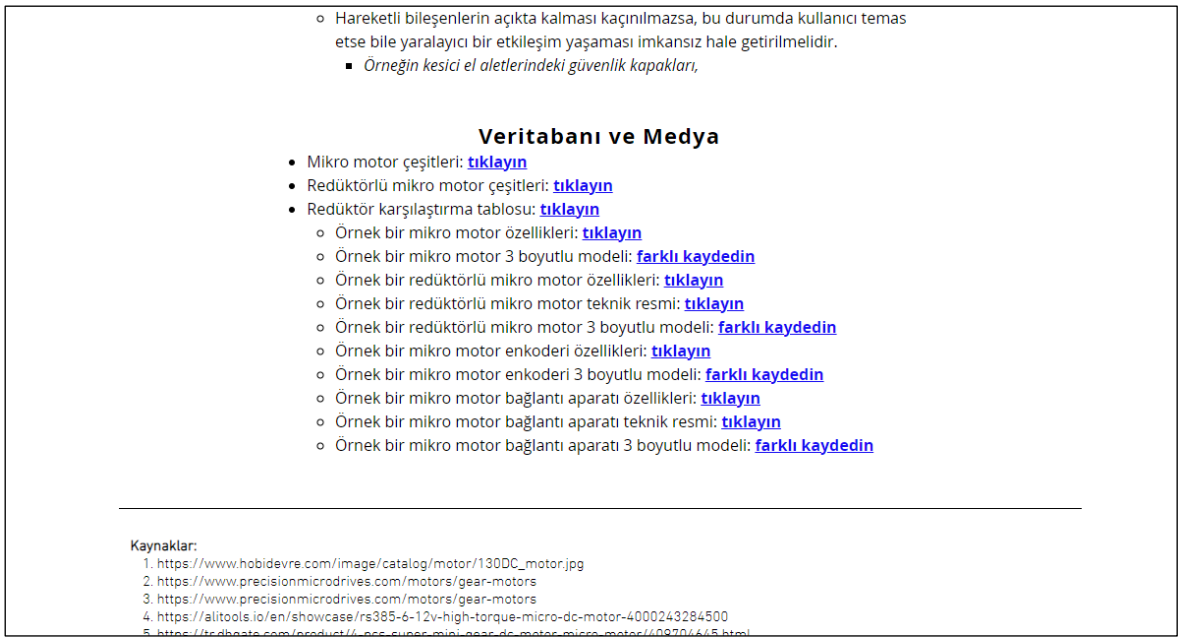
İmleç aşağı kaydırıldığında ise, içinde bulunulan sayfa, Resim 3.22, Resim 3.23 ve Resim 3.24'te gösterilen bölümlere doğru devam etmektedir. Şablonda, kare orantılı görsellerin hepsi açıklayıcı fotoğraflar, dikdörtgen orantıyla sunulan önizleme görsellerinin hepsi ise imleç üzerine getirildiğinde oynatılmaya başlayan videolardır. Videoların kaynağı iFixit veya Fictiv gibi platformların YouTube kanallarında paylaşılmış olan veya diğer herhangi bir kullanıcının yüklemiş olduğu YouTube videolarıdır. Yalnızca fotoğraf ve videoların değil, ayrıca yazıların içerikleri de şablonlaştırılmıştır. Yazılar, 3 ana başlık halindedir: Bileşenin görevinin ne olduğu, hangi durumlarda tercih edildiği ve tasarım yaparken nelere dikkat edilmesinin gerekebileceği ayrı başlıklar halinde açıklanmaktadır. Her bir başlık ise, teknik özellikler, kullanım senaryosu ve kullanıcı deneyimi bakımından olmak üzere 3 farklı yaklaşım ile incelenmektedir. Şablon, hem yazıların hem de görseller ve videoların konumu ve düzeni bakımından her bilgi sayfası için standarttır. Ancak, yazıların miktarı, fotoğrafların ve videoların sayıları değişkendir. Her bilgi sayfasında en az 4 fotoğraf ve 2 video olması ve şablona uyulması şartıyla, bazı sayfalarda daha fazla fotoğraf ve video içeriğinin yer aldığı görülebilir. Videoların çoğunluğu sökerek inceleme, tamir, ambalaj açılışı veya kullanma anına ilişkin içerikler olmakla birlikte, bazıları da terimlerin veya kavramların açıklanmasına ilişkindir. Resim 3.24'te bileşenlere ilişkin açık kaynaklara yönlenen bağlantı linklerinin sunuluşu görülebilir.



Resim 3.22. Destekleyici araçta bir bileşenin montaj aparatını gösteren örnekler



Resim 3.23. Destekleyici araçta bir bileşene ilişkin videolar



Resim 3.24. Destekleyici araçta açık kaynaklı bağlantılar

Likert Skalası'ndaki anket

Uygulama tamamlandığında, her öğrenci kendisine özgü bir deneyim yaşamış durumdadır. Bu araştırmanın birinci aşamasında olduğu gibi bu son aşamada da araştırılacak olan olgu, deneyimlere odaklıdır ve örtük bilgiye dayalıdır (Leonard ve Sensiper, 1998). Örneklem büyüklüğü ve zaman sınırlılığı sebebiyle katılımcıların tamamı ile görüşmeler yürütülmesi mümkün değildir. Araştırmanın birinci aşamasının aksine bu son aşamada araştırılan olgu, örtük bilgiye ilişkin olsa bile, bu aşamada ölçülen kavramlar önceden bilinir niteliktedir ve soruların tasarlanmasında tümdengelimci bir yöntem izlenebilir. Baskın olarak 5'li Likert Skalası'nda bir anket kurgusunun tercih edilmesinin sebebi örneklemin istatistiksel olarak incelenebilir büyüklükte olması ve 5'li Likert Skalası'nın örtük görüşleri nicelendirmesi aracılığıyla istatistiki bulgu elde edilebilmesidir.

Likert Skalası'ndaki ilk 11 soru elektronik bilgisinin sebep olduğu fayda veya zararı, sonraki 7 soru destekleyici aracın verimliliğini ve sonraki 2 soru ise deneme sonucunda katılımcıların destekleyici araçtan faydalanmaktan ne kadar memnun kaldığını ölçme amacındadır. İlk soru yaratıcılığa ilişkin genel bir öz değerlendirmeyi, sonraki 4 soru katılımcının kendi yaratıcılığını, sonraki 4 soru tasarım çıktısındaki yaratıcılığı ve sonraki 2 soru ise kişisel yetkinlikler üzerindeki etkileri tespit etmeyi hedeflemiştir.

Kişilerin yaratıcılıklarının ve tasarım çıktılarındaki yaratıcılığın ölçülmesi amacıyla ise, Torrance Yaratıcı Düşünce Testi (TTCT) ölçeğinden ve Yaratıcı Ürün Analiz Matrisi Modeli'nden (CPAM) uyarlanan öz değerlendirme soruları hazırlanmıştır. TTCT ölçeğinin en önemli özelliği, yaratıcılığın tek başına bir yetkinlik tanımı olmadığını vurgulamasıdır (Coşkun, ve diğ., 2018). Yaratıcılık, birden fazla ölçütten meydana gelen bir sonuçtur. Kişi ölçütlerin bazılarında yaratıcı sonuçlar sergilerken, diğerlerinde sergilemeyebilir.

Çizelge 3.3. Destekleyici aracın değerlendirilmesine yönelik anket soruları

	Soru	Ölçek	Ölçülen
1.	Bu projede faydalandığım destekleyici araç sayesinde,		
1.1	Daha yaratıcı bir tasarım süreci yaşadım.	-	Genel anlamda yaratıcılık
1.2	Daha çok sayıda tasarım fikirleri üretebildim.	TTCT*	Sayısal üretkenlik
1.3	Daha yenilikçi tasarımlar yapabildim.	TTCT*	Bilinen uygulamadan farklılık
1.4	Diğer öğrencilerden daha farklı tasarımlar geliştirebildim.	TTCT*	Üretilenlerin çeşitliliği
1.5	Daha detaylı tasarımlar yapabildim.	TTCT*	Üretilenlerin detaylılığı
1.6	Daha iyi formlar tasarlayabildim.	CPAM**	İyi çözülmüşlük
1.7	Daha iyi kullanıcı deneyimleri tasarlayabildim.	CPAM**	İyi çözülmüşlük
1.8	Daha ergonomik tasarımlar geliştirebildim.	CPAM**	İyi çözülmüşlük
1.9	Daha üretilebilir tasarımlar yapabildim.	CPAM**	İyi çözülmüşlük
1.10	Tasarladığım nesnenin nasıl çalışacağını daha iyi anladım.	-	Mesleki yetkinlik
1.11	Kendimi daha iyi ifade edebildim.	-	Mesleki yetkinlik
2.	Bu projede destekleyici araçtan faydalanırken,		
2.1	Mesleğimle alakalı bilgiler edindim.	-	Aracın içeriğinin yeterliliği
2.2	Yazılar faydalı oldu.	-	Aracın içeriğinin yeterliliği
2.3	Fotoğraflar faydalı oldu.	-	Aracın içeriğinin yeterliliği
2.4.	Videolar faydalı oldu.	-	Aracın içeriğinin yeterliliği
2.5.	Teknik resim ve modeller faydalı oldu.	-	Aracın içeriğinin yeterliliği
2.6.	Anlatılanları kolayca anladım.	-	Aracın içeriğinin yeterliliği
2.7.	Sıkılmadım.	-	Aracın içeriğinin yeterliliği
3.	Bu projede destekleyici araçtan,		
3.1	Faydalanıyor olmaktan memnun kaldım.	-	Genel memnuniyet
3.2.	Gelecekte de faydalanmak istiyorum.	-	Genel memnuniyet

* Torrance Yaratıcı Düşünce Testi
**Yaratıcı Ürün Analiz Matrisi Modeli

TTCT ölçütlerinin çeşitli uyarlamalarının üretilmiş olduğu görülebilir (Fields ve Bisschoff, 2013). Ancak uyarlamaların çoğunda *fluency, flexibilty, originality* ve *elaboration* ölçütlerinden faydalanılmaktadır. Ölçütler yukarıda verildiği sıra ile Türkçe'ye şöyle çevrilebilir: Sayısal bazda üretkenlik, üretilenlerin birbirlerine oranla çeşitliliği, üretilenlerin bilinen diğer uygulamalara oranla farklılığı ve üretilenlerin detaylılığı. CPAM ve TTCT, yaratıcılığı, parçalar halinde ölçme yaklaşımları bakımından benzerlik gösterir. Ancak, CPAM, kişinin yaratıcılığındansa, üretilen çıktılardaki yaratıcılığın analiz edilmesi amacıyla kullanılmaya daha elverişlidir. CPAM, yaratıcılığa 3 ana başlıkta yaklaşmaktadır: *novelty, resolution* ve *elaboration* (Hsiao, ve diğ., 2017). CPAM ölçütleri sırası ile Türkçe'ye şöyle çevrilebilir: Yenilik, iyi çözülmüşlük ve detaylılık. Hsiao ve diğerlerine göre CPAM skalasında iyi çözülmüşlük; değerli, mantığa yatkın, kullanışlı ve kolay anlaşılır olmak anlamlarına gelirken, detaylılık ise, iyi tasarlanmışlığı, kaliteliliği, ve zarafeti ifade etmektedir. Yenilik ve detaylılık kavramlarının CPAM ve TTCT ölçeklerinde ortak olduğu kabul edilebilir. Fakat, iyi çözülmüşlük CPAM ölçeğine özgü bir kavramdır. Birinci sorudan sonraki ilk 4 soru TTCT, sonrasındaki 4 soru ise CPAM ölçütleri baz alınarak hazırlanmıştır. CPAM ölçütlerinin faydalandığı kavramların hepsinin estetik ile ilişkilendirilebilir olması CPAM ölçütlerinin tercih edilmiş olmasında etkili olmuştur. Çizelge 3.3'te sorular, bağlı oldukları yaratıcılık ölçütü ve ölçmeyi amaçladıkları kavramların listesi incelenebilir. Sorular, Google Forms aracılığıyla çoktan seçmeli bir tablo olarak anket haline getirilmiş, 5'li Likert Skalası'na uygun yanıtlar olarak *kesinlikle katılmıyorum, katılmıyorum, kararsızım, katılıyorum* ve *kesinlikle katılıyorum* seçenekleri sunulmuştur.

Analiz

Araştırmanın son aşamasında elde edilen anket sonuçlarının analiz edilmesinde betimsel istatistik bulgularından ve dairesel grafiklerden faydalanılmıştır. Sorulara verilen yanıtların dağılımlar ile katılım gösterilen üniversite ve platformu kullanma sıklığı arasında ilişki aranacağında ise ki-kare testleri gerçekleştirilmiştir. Anketin tamamlanmasının ardından yürütülen yarı-yapılandırılmış görüşmeler ise hiçbir içerik analizi yapılmaksızın, sadece metinleştirilerek incelenmiş ve önem arz eden ifadeler doğrudan sunulmuştur.

Kapsam ve sınırlılıklar

Destekleyici aracın denenmesi doktora sürecinin zaman kısıtı sebebiyle Atılım Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Bölümü üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri ve Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Bölümü ikinci sınıf öğrencilerinin katılımı ile sınırlı tutulmuştur. 60 katılımcılı örneklem bu üniversitelerin endüstriyel tasarım bölümleri öğrencilerinin en az %12'sinin temsil edilmiştir. Bu aşamanın bulguları 2 üniversitenin endüstriyel tasarım öğrencilerine yönelik olarak genellenebilir niteliktedir ancak diğer endüstriyel tasarım bölümlerine ve öğrencilerine yönelik bir temsil sağlamamaktadır.

Destekleyici araç, bir ders materyali değildir. Beklenen öğrenim çıktıları ile veya derslerin işleyişi ile ilişkili bir değişiklik gerektirmemiştir. Destekleyici aracın deneneceği stüdyo derslerinden sorumlu öğretim görevlileri aracın destekleyici nitelikte entegre edilişine onay vermiştir. Fakat, araç veya öğrenilmesine katkı sağladıkları, öğrencilerin sınavlarının bir parçası değildir ve araç gönüllülük esasıyla kullanılmıştır. Aracı kullanmayı terk eden öğrencilerin isimleri öğretim görevlileri ile paylaşılmamış, öğrencilerin aracı kullanmaya devam etmesi öğretim görevlilerinin ve öğrencilerin inisiyatifine bırakılmıştır. Gelecekte öğrencilerin başarılı olabilmek için sorumlu olacağı bir içerik olarak denendiğinde aracın kullanım sıklığının artması ve bulguların artan sıklıktan etkilenmesi beklenebilir. Ancak aracın doğrudan bir ders materyali olarak entegre edilebilmesi ve aracın kapsadıklarına ilişkin bilginin öğrenim çıktıları haline getirilebilmesi eğitim bilimleri uzmanlarından görüş alınmasına bağlıdır. Eğitim bilimleri uzmanlarının görüşü olmaması gerekçesiyle aracın yalnızca destekleyici nitelikte denenebilmiş olması, aracın verimliliğin araçtan sorumlu olunmaması sebebiyle azalmış olabileceği ve aracın doğrudan bir ders materyali olarak önerilememesi bu araştırmanın sınırlılıkları kabul edilebilir.

Destekleyici aracı deneyen öğrencilerin çoğunluğu bir *elektrikli su ısıtıcısı* veya bir *diyafon* tasarlamıştır. 2 proje konusu da ve öğrencilerden beklenen çıktılar herhangi bir endüstriyel tasarım bölümünün stüdyo dersinde verilebilecek, alışılagelmiş proje konularına benzerdir. Ancak, her nesnenin tasarımı ve sınırlılıkları diğer bir nesneninkinden farklıdır. Farklı öğretim görevlilerinin aynı proje konusuna ilişkin beklentileri de farklılık gösterebilir. Diğer bir proje konusuyla veya farklı öğretim görevlilerinin sorumluluğunda denenirse destekleyici aracın ve elektronik bilgisinin, öğrencilere ve tasarladıklarına yönelik fayda ve zararı değişebilir ancak benzerlik göstermesi beklenmektedir.

4. BULGULAR

Endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisinin yerini, elektronik bilgisinin kapsamını ve elektronik bilgisinin günümüz endüstriyel tasarım müfredatları ve dersleri aracılığıyla ne kadar öğrenildiğini tespit etmeyi amaçlayan bu çalışma 3 aşamadan oluşmaktadır. İlk 2 aşama endüstriyel tasarımda ve endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisinin yerini betimleme amacındadır. Son aşama ise, yeni geliştirilen destekleyici bir araca dayanarak endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bilgisi öğrenmesini destekleyen yeni bir yöntemin denenmesidir. Son aşamada elektronik bilgisi öğreniminin desteklenmesinin ve yeni aracın kullanımının, öğrencilere ve tasarladıklarına yönelik hangi fayda ve zararlar oluşturduğu incelenmektedir.

Birinci aşamada endüstriyel tasarımcılardan ve elektronik mühendislerinden örneklenen 10 katılımcı ile görüşmeler yürütülmüş ve görüşmelerin tematik analizi aracılığıyla, elektronik bilgisinin kapsamını tanımlayan 12 bilgi türü ve 11 bileşen türü belirlenmiştir. 12 bilgi türü arasından 6'sı yeni mezun olmuş veya son sınıfta öğrenim gördüğünden ötürü mezun olma aşamasına yaklaşmış endüstriyel tasarımcılar tarafından bilinmesi gerekecek düzeydedir. İkinci aşamada bu 12 bilgi türünden faydalanarak bir bilgi ölçme testi tasarlanmıştır. Yeni mezun endüstriyel tasarımcılardan ve son sınıf endüstriyel tasarım veya diğer çeşitli tasarım bölümlerinin öğrencilerinden meydana gelen 74 katılımcılı örneklem ile yürütülen uygulama sonucunda, öncelikli olduğu tespit edilen 6 bilgi türünün ve diğer 6 bilgi türleri arasından bazılarının lisans eğitimi aracılığıyla ne kadar öğrenildiği ölçülmüştür. Son aşamada destekleyici araç geliştirilirken ise birinci aşamadaki görüşmelerin tematik analizi aracılığıyla belirlenen 11 elektronik bileşen türünden faydalanılmıştır.

4.1. Yarı-yapılandırılmış Görüşmeler

Yarı-yapılandırılmış görüşme bulguları, görüşme metinleri içerisinden üretilen temaların sırası baz alınarak sergilenmekte, temayı meydana getiren kodların dayandırıldığı ifadelere ve katılımcıların görüşlerine ilişkin açıklamalara yer verilerek sunulmaktadır. Tematik kodlar katılımcıların değindiği önemli kavramlar, temalar ise söz konusu kavramlardan üretilen kısa başlıklardır. Temalar aracılığıyla şu araştırma sorusuna yanıt aranmıştır:
AS1. Endüstriyel tasarımcılar hangi elektronik bilgisine niçin ihtiyaç duymaktadır?

Tematik analiz sonucunda, 42 adet tematik kod tespit edilmiş ve kodlar aracılığıyla 8 tema üretilmiştir. Bu aşamada elde edilen temaların ve tematik kodların tamamı Çizelge 4.1'de gösterilmiştir. Her tematik kod, en az 1 katılımcı tarafından ifade edilmiş olan bir konudur.

Çizelge 4.1. Görüşmeler içerisinden elde edilen tematik kodlar ve temalar

Temalar		Tematik kodlar	
1.	Elektronik bilgisine ihtiyacın sıklığı	Sıkça elektronik nesneler tasarlamak	
		Stüdyo derslerinde elektronik nesneler tasarlamak	
2.	Elektronik bilgisine ihtiyacın gerekçesi	Veri girişi ve çıkışı miktarının bileşen miktarı ile ilişkisi	
		Kullanıcı ilişkisinin yoğunluğunun bileşen miktarı ile ilişkisi	
		Bileşenler ile nesnenin hacmi ve kütlesinin ilişkisi	
		Bileşenler ile malzemeler ve üretim yöntemlerinin ilişkisi	
		Dış bileşenler ile formun ve strüktürün ilişkisi	
		İç bileşenler ile formun ve strüktürün ilişkisi	
3.	Elektronik bilgisinin yaratıcılığa etkisi	Elektronik bilgisinin daha yaratıcı süreçler sağlaması olasılığı	
		Elektronik bilgisinin yaratıcı düşünce sürecine zarar vermesi olasılığı	
4.	Elektronik bilgisinin yetkinliklere etkisi	Mühendislerin seçtiği bileşenlere ilişkin eleştiri yapabilmek	
		Bilginin miktarı ile yetkin hissetmenin ilişkisi	
5.	Elektronik bilgisinin kaynağı	Bilgi kaynağı olarak veri dokümanları ve videolar	
		Elektronik bilgisinin üniversite eğitimi aracılığıyla öğrenilmesi	
6.	Elektronik bilgisinin düzeyi	Deneyimsiz endüstriyel tasarımcının ihtiyaç duyacağı bilgi	
		Deneyimli endüstriyel tasarımcının ihtiyaç duyacağı bilgi	
		Temel seviyedeki bilgi	
		Yüzeysel bilgi	
7.	Elektronik bilgisinin ölçümü	Uygulamaya yönelik bilgiye öncelik verilmesi	
8.	Elektronik bilgisinin kapsamı	Elektronik bileşen türleri	Basılı devre kartları
			Düğmeler ve anahtarlar
			Ekranlar
			Bataryalar ve şarj
			Kontrolcüler, işlemciler ve hafıza
			Kablolar ve konnektörler
			LED lambalar ve ışıklar
			Elektromekanik
			Sensörler
			Havalandırma, ısıtma ve soğutma
			Kablosuz iletişim
		Elektronik bilgisi türleri (Deneyim gerektirmeyen)	Malzemenin elektriksel özellikleri
			Doğru ve alternatif akım arasındaki fark
			Enerji-güç ve akım-gerilim ilişkisi
			Sensörler
			Aktüatörler
			Kullanıcı etkileşimi bileşenleri
		Elektronik bilgisi türleri (Deneyim gerektiren)	Elektromanyetizma
			Haberleşme sistemleri ve antenler
			Devre kartı bileşenleri
			Frekans, sinyaller ve sinyal işleme
			Mantıksal devre tasarımı ve ikili sistem
			Programlama ve yazılımlar

4.1.1. Elektronik bilgisine ihtiyacın sıklığı

Katılımcı olan endüstriyel tasarımcıların bazıları kariyerleri boyunca neredeyse yalnızca elektronik nesneler tasarlamış ve lisans eğitimleri süresince de sıkça elektronik nesneler tasarlamaları istenmiştir. Endüstriyel tasarım bölümünde öğretim görevlisi olan Katılımcı 4 tahmine dayanarak, endüstriyel tasarım bölümlerindeki stüdyo derslerinde tasarlatılan nesnelerin yaklaşık yarısının elektronik nesneler olabileceğini ifade etmiştir. Elektronik bilgisi eğitimin ileriki aşamalarında daha yoğun hale geliyor olsa bile, öğrenciler, ikinci sınıftan başlayarak elektriksel kavramlar ve elektronik nesnelerle tanışmaya başlamaktadır. Endüstriyel tasarım bölümlerinde araştırma görevlisi olan 2 katılımcının da ifade ettiği üzere, hem bizzat kendileri, hem de birlikte derslere katıldıkları diğer öğretim görevlileri, öğrencilerin elektronik bileşenlere makul düzeyde hakim olmasını beklemektedir. Ancak, 2 katılımcı da öğrencilerin çoğu zaman beklentiyi karşılayamamış olmasını eleştirmektedir. Katılımcılara göre, öğrencilerin genellikle tercih ettiği yaklaşım tasarımın sonlanmak üzere olduğu aşamalara kadar elektronik bileşenlere ve elektronik bilgisine odaklanmayıp, geç aşamada ve formlara müdahale etmekten kaçınarak bileşenleri tasarlanana *uydurmaktır*. Katılımcıların *uydurmak* ile ifade ettiği, teknik gereksinimlerin, sınırlılıkların, standartların ve boyutların kasten ihlal edilmesidir.

> Neredeyse tasarlamış olduğum ürünlerin hepsinde elektronik bileşenler vardı. Ekranlar, kablo çıkışları ve benzeri unsurları bilmem gerekiyordu (Katılımcı 2).

> Son çalıştığım şirkette, (tasarladıklarımın) hepsi (elektronik nesnelerdi). Öğrenciyken ise, ikinci sınıfın ikinci döneminden itibaren elektronik bileşenlerden faydalanmam gerekti (Katılımcı 1).

> Projelerimin çoğunluğu elektronik parçalar barındırıyor. İkinci sınıftan sonra yaptığım projelerin çoğunda elektronik bileşenler vardı (Katılımcı 6).

> Çalışma hayatımın neredeyse tamamında elektronik ürünler tasarladım. Dolayısıyla şirketteki (diğer) çalışanlar ve projeler için de aynısını söyleyebiliriz (Katılımcı 3).

> ... derslerde tasarlanan ürünlerin yaklaşık yarısının elektronik bileşenler içerdiğini söyleyebilirim ... genelde öğrenciler, dış formu bileşenlerden bağımsız tasarlayıp, sonra bileşenleri kalan boşluklara uyduruyorlar ... (halbuki) bazı bileşenlerin standart ölçüsü, şekli, biçimi vardır (Katılımcı 4).

> Bir ve ikinci sınıf düzeyinde çok fazla elektronik bileşenler içeren ürünlere girilmiyor. Bazen (basit düzeyde) elektronik devreler içerebiliyorlar ... üçüncü sınıftan sonra ise daha sık olarak elektronik ürünlere ... odaklanılıyor (Katılımcı 5).

4.1.2. Elektronik bilgisine ihtiyacın gerekçesi

Katılımcıların ifadeleri, elektronik bilgisinin, tasarlanan bir nesnenin aslında elektronik bilgisi ile ilişkili olmadığı düşünülebilecek en temel özelliklerine bile etki ettiğine işaret etmektedir. Katılımcılar, kullanıcı ile etkileşim kuran herhangi bir elektronik bileşenin endüstriyel tasarımcının uzmanlık alanına gireceğine değinmiştir. Örneğin, yalnızca düğme ve ekranlar değil, bir elektrik kablosu girişi de kullanıcı etkileşimi gerekçesiyle endüstriyel tasarımcıyı ilgilendirmektedir. Katılımcılardan bazıları, konuyu kavramsallaştırmakta; bir nesneye yönelik girdiler ve nesnenin sağladığı çıktıları arttıkça, söz konusu nesnedeki elektronik bileşenlerinin sayısının da aynı oranda artacağına değinmektedir. Dikkat çeken bulgu ise katılımcıların elektronik bilgisini kullanıcı etkileşimi bileşenleri ile sınırlı şekilde yorumlamamış olmasıdır. Bir elektronik bileşen, kullanıcıyla veya çevreyle etkileşimleri ilgilendirecek bir görevde değilse bile, iç yerleşimi, hacmi, malzemeyi ve üretim yöntemini veya diğer mekanik özellikleri etkiliyorsa, o elektronik bileşene ilişkin bilginin endüstriyel tasarımcının uzmanlık alanına girdiği anlaşılmaktadır. İfade edilenler doğrultusunda nesnenin yalnızca dış yüzündeki bileşenlerin değil, iç bölgede kalanlarının da endüstriyel tasarımın bir parçası olduğu anlaşılmaktadır. Dikkat çeken diğer bir bulgu ise, *formun* elektronik bileşenlerden etkilendiği görüşüdür. Katılımcılara göre yalnızca arayüzler ile yaşanan deneyimler değil, görsel estetik de elektronik bileşenlerden etkilenmektedir.

> (Elektronik bileşenler) genelde iç aksamda görmediğimiz kısımda kullanılıyorlar ... Kullanıcıyla bir irtibatı oldukları veya geri bildirimlerde bulundukları için (bazıları) dışarıdalar, ancak aslında içerideki aksamlar ile de bir bütün halindeler ... Kalem tipi bir üç boyutlu yazıcı çalışıyorduk. Filamenti ilerleten motorun yeri ve ebadı, örneğin ... bazı bileşenlerin yan yana olması gerekiyor … düğme ya da ekran seçerken, tasarıma daha uygun olabilmesi gerektiği için, (mühendisler tarafından) seçilen bileşenleri bizzat araştırmam gerekiyor ... görsel açıdan önemi olan veya içerideki ebat veya yerleşim anlamında önemi olan bileşenlerin, aynı özelliklerdeki muadillerini aradığımız oluyor (Katılımcı 1).

> Bir ürün, kullanıcısıyla ne kadar çok interaktif ilişki kuruyorsa, girdiler alıp, çıktılar veriyorsa, elektroniğin ağırlığı da o kadar artıyor. Söz konusu çıktı bir ışık, ya da bir mesaj da olabilir ... sensörler işin içine girdikçe, sistem karmaşıklaştıkça, tuşların ve fonksiyonların sayısı arttıkça elektroniğin ağırlığı da artıyor…bir sensör kullanacağınızı iddia ediyorsunuz mesela. Ürünün şurasında konumlandırılır diyorsunuz. Sonra bir bakıyorsunuz ki, sensörün boyutları devasa ... ya da öyle bir sensör planlamışsınız ki, plastiğin et kalınlığını aşıp da sensörün bir girdi alması imkansız. Gerekli olan deliği açmamışsınız … Özellikle de (bileşenler), boyutlandırma, konumlandırma ve formun belirlenmesi konularında önemli bir rol oynuyor. (Katılımcı 2).

> Belki de hiç bir motorun kullanılmayacağı, farklı bir şekilde çözeceği bir ürün tasarımı yapabilir. Ürünün ergonomisi, estetiği değişebilir. Daha bilinçli bir tasarım yapabilir (Katılımcı 5).

> ... basit bir lamba, bir şarj göstergesi bile elektronik bileşenler gerektiriyor. Kullanıcıyla etkileşim kuran bölümlerin çoğunda bir girdi veya bir veri alma olduğu için elektronik donanımlar bulunuyor ... ihtiyaç duyulan bileşenleri, minimum hacimlerini, nasıl yerleşeceklerini öngörebilmek için nasıl bağlandıklarını bilmek gerekiyor ... (elektronik bileşenler) … hacimsel olarak ... (ve) üretilebilirlik anlamında da tasarımı etkiliyor … (Bir mühendise), teknik anlamda öneri veya eleştiride bulunamam. Teknik gereklilikleri değiştirmesini isteyemem. Ama görsel veya duyusal anlamda eleştiriler ve önerilerde bulunabilirim (Katılımcı 6).

> ... çünkü bileşenlerin ebadı önemli ... örneğin bazı bileşenlerin sıcaklık problemi oluyor. Belki plastiğe fazla yaklaşmamaları … üstlerinde metal bir soğutucu olması gerekiyor (Katılımcı 8).

> Kullanıcı etkileşimini ilgilendiren bir bileşen seçimi yapılıyorsa, bu, zaten, doğrudan endüstriyel tasarımcıların işi … Elektriksel yalıtım gibi kavramlar (da) devreye giriyor. Dolayısıyla, endüstriyel tasarımcının, elektronik malzeme bilgisine sahip olmasına doğrudan ihtiyaç duyuluyor (Katılımcı 9).

4.1.3. Elektronik bilgisinin yaratıcılığa etkisi

Katılımcılar, elektronik bilgisinin endüstriyel tasarımcıların yaratıcılığına yönelik fayda mı zarar mı sağlayacağına ilişkin kesin bir görüşe ve fikir birliğine sahip değildir. Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde dijital etkileşimlerin prototiplenmesine yönelik dersin yürütücüsü olarak görev almış olan öğretim görevlisi Katılımcı 4, elektronik bilgisi öğrenmenin hem fayda hem de zararlar oluşturabileceğine değinmiştir. Katılımcıların görüş ve yaklaşımları birbirleri ile zıtlık göstermemektedir, ancak, koşullara bağlı olarak elektronik bilgisinin yaratıcılığı olumlu veya olumsuz etkileyebileceğine değinilmektedir. Katılımcıların verdiği örneklere dayanarak anlaşılmaktadır ki elektronik bilgisi, endüstriyel tasarımcıya, kullanıcı odaklı yenilikçi öneriler üretme becerisi edindirebilir çünkü endüstriyel tasarım öğrencileri bazen güncel teknolojinin gerisinde kalan şekillerde fikir geliştirebilmektedir. Öte yandan elektronik bilgisi tasarım sürecinin başındaki fikir geliştirme aşamalarında elektronik yaratıcılığı sınırlama riskine sahiptir.

> Basit bir kablo çıkışının bile, bir konnektörle, doğrudan kart üzerinden veya araya başka bir konnektör alarak yapılması mümkün. O kadar fazla çeşit var ki, geliştirilebilen fikirler de artmış oluyor ... Örneğin, bir üründe, ürünün ana gövdesinin, şarj ünitesine bağlanabilmesi için kullanılan bir bileşenden faydalanmıştık. Söz konusu bileşenin diğer bir projede de kullanılmasını ben önermiştim (Katılımcı 1).

> Bazı yenilikçi fikirlerin oluşabilmesi, bir projenin başlayabilmesi, bazen ise bitebilmesi elektronik bilgisine bağlı (Katılımcı 3).

> (Öğrenciler), bazen hali hazırdaki teknolojinin ilerisinde düşünüyorlar, ancak, bazen de gerisinde kalıyorlar ... bazı sensörlerin varlığının farkında değiller ... dolayısıyla mesela sensörler ile vücut hareketlerinin takip edilebildiğini görmek, ufuk açabiliyor ... yeni teknolojileri öğrenmek bence onları ... daha iyi ürünler tasarlar hale getiriyor ... gereksiz bileşenlerden kurtulup, ürünün boyutunu küçültebiliyorlar ... amacına daha uygun sensörlere yönelebiliyorlar Öte yandan, (örneğin) sensörlerin belli limitler dahilinde çalıştığını öğrenmek, onları (olumsuz anlamda) sınırlayabiliyor ... bazen öğrencileri uyarmıyorum ... çok öğrenmek, bazen, çok faydalı değil. Odağının değişmesine sebep olabilir. sınırlandırıcı bir hale dönüşebilir ... öğrenciler, teknik detaylarda boğulurlarsa bazı özgürlüklerini de kaybedecekler (Katılımcı 4).

> … (elektronik bilgisi) ilk aşamada (gerekli) değil. Beyin fırtınası aşamasında tamamen özgür olmaya ihtiyaç var. Ancak beyin fırtınasının ürettiği çıktıları elerken ve şekillendirirken elektronik bilgisi çalışmaya başlıyor.... (öte yandan), konuya, mühendis gibi eğilmediğimiz için elektroniğe saplanıp kalmıyoruz. (Katılımcı 2)

4.1.4. Elektronik bilgisinin yetkinliklere etkisi

Endüstriyel tasarımcı olan katılımcıların ifadelerine göre, elektronik bilgisi, öncelikle, tasarlanan nesnenin bileşenlerinin isimlerinin ve görevlerinin tespit edilebilmesine ve elektronik mühendisleri tarafından seçilen bileşenlerin muadillerinin önerilebilmesine yaramaktadır. Çünkü, ifadelere göre, eğer kullanıcı deneyimini ilgilendiren bir bileşenin seçimi elektronik mühendislerine bırakılırsa, bazı mühendisler elektriksel bakımından en az karmaşık olan veya maliyeti en uygun olan bileşeni tercih etme eğiliminde olmaktadır. Ancak daha az karmaşık veya daha az maliyetli olan bileşen, kabul edilebilir bir kullanıcı deneyimi sunmuyor olabilir. Katılımcılar, deneyimlerinden örnekler anlatarak olguyu daha açık hale getirmiştir. Söz konusu vakalar, özellikle çalışma hayatında, mühendislerin belirlediği bileşenlerin yerine muadil bileşenleri seçme ihtiyacı ile sıkça karşılaşıldığını göstermektedir. Elektronik mühendisi ve bir IoT şirketinin yöneticisi olan Katılımcı 9'a göre, kullanıcı etkileşimini ilgilendiren bileşenlerin seçilmesi elektronik mühendisinin işi olarak bile görülmemelidir. Katılımcı 9'a göre bileşenleri belirlemek doğrudan endüstriyel tasarımcının görevi olmalı, mühendisler ise seçim sürecine destek vermelidir.

> ... elektronik mühendisleri bazen, *bu çalışmaz* veya *olmaz* şeklinde yaklaşabiliyorlar. Biz endüstriyel tasarımcılar ise, tasarımları daha ileriki aşamalarda üretilebilir hale getirmeye alışığız. Dolayısıyla, henüz düşünmeye başlarken mühendislerin dahil olması kısıtlayıcı olabiliyor ... (elektronik bilgisi) ürüne sanatçıymış gibi yaklaşmama becerisi

> sağlıyor. Çok sayıda revizyon gerekmesini engelliyor, baştan bambaşka bir ürün tasarlanmasına ihtiyaç duyulmasının önüne geçiyor ... (endüstriyel tasarımcı), kendi ayakları üzerinde durabilmelidir. Mühendislere, *bu böyle olmaz* ve *şöyle de çalışabilir* diyerek ikna edebilmelidir. Endüstriyel tasarımcı, bir mühendisi ikna edebilecek, söz konusu mühendisin *evet karşımdaki kişinin konu hakkında fikri var* diyebileceği kadar bilgi sahibi olmalıdır. (Katılımcı 2).

> Disiplinlerarası bir projede çalışırken, bir elektronik mühendisine öneri sunabilmek gerekiyor, aynı dili az da olsa konuşabilmek gerekiyor ki tasarımcı önerdiğini uygulatabilsin ... elektronik bilgisine sahip oldukça, aslında disiplinlerarası çalışma da daha verimli hale geliyor ... örneğin (mühendisler), kaydırmalı bir düğme kullanılmasını istiyorlar, ancak kaydırmalı bir düğmenin kullanıcı deneyimi ve görsel estetik açısından uygun olmadığını söylüyorum ve yerine aynı işlevi gören bir anahtar önerebiliyorum (Katılımcı 1).

> Mesela bir projede ... cihazın ... kullanıcı bir düğmeye bastığında uyanması isteniyordu. Ancak biz ... cihazı, jiroskoptan gelen voltaj ile uyandırmayı teklif ettik. Yani ürün ele alındığında otomatik olarak uyanacaktı. Hem daha ileri düzey bir kullanıcı deneyimi tasarladık, hem de ... sızdırmaz bir gövde tasarlamak çok daha kolaylaştı ... müşterinin yaklaşımı, kullanıcı deneyimine veya sızdırmazlığa odaklı değildi. Dolayısıyla en basit yoldan herhangi bir düğme kurgulanmasını talep ediyordu (Katılımcı 3).

Katılımcı 5, örnek verdiği bir vaka aracılığıyla, endüstriyel tasarımcıların elektronik bilgisi yetersiz olduğunda, uygulanamayacak kullanıcı deneyimleri geliştirebildiklerini ve bunun sonucunda ise yalnızca görsel öğeleri tasarlayabilecek kişiler olarak algılandıklarını ifade etmektedir. Katılımcı 5'e göre, söz konusu algı yüzünden ise, işverenler ve mühendisler, endüstriyel tasarımcıyı, kullanıcı deneyimlerine fayda sağlayan öneriler sunmaktan alı koymaktadır. Katılımcı 5'in görüşleri ve Katılımcı 1'in Katılımcı 5 ile benzerlik gösteren ifadeleri, Page'in (2018) niçin şirketlerin elektronik bilgisini gerekliliği düşük olan bir endüstriyel tasarımcı yetkinliği olarak değerlendirdiği bulgusunu açıklayıcı niteliktedir.

> ...elektroniği öğrenmeye başladıkça elimiz kuvvetleniyor. Aksi durumda ise sadece karşı taraf (elektronik mühendisleri) bilgili ve biz ise bilgisiz oluyoruz. Mühendisin seçimlerinin tamamına mecbur kalmak zorundayız ... mühendis bileşenleri belirliyor, kendisi için daha faydalı bir yerleşim planlıyor, sonra, endüstriyel tasarımcı herhangi bir müdahale etmek istediğinde ise müdahaleye izin vermiyor (Katılımcı 1).

> Öğrenci projelerinde, kalan alana sığacak bir komponent koymak gibi kolaya kaçan bir çok yöntem izleniyor ... çalışmayacağını bilsem bile yine de projelerimde çalışmayacağı kesin olan bir çok komponent kullandım ... ürün tasarımı baştan sona bir süreç ve sürecin çoğu bölümüne de müdahil olmam gerekiyor. Topu başkasına atmamak icap ediyor. Yoksa, süreç zedeleniyor. (Katılımcı 6).

> Mühendis ve tasarımcı, ortak çalışma içinde olmalı. Birbirlerinin alanlarından fazlaca habersiz olurlarsa, muhakkak çatışmalar oluşacak ve projeye olumsuz yansıyacaktır (Katılımcı 7).

> ... mühendisler dalga bile geçebilir, kendi isteğini dayatabilir. Endüstriyel tasarımcıda da komik duruma düşerim algısı oluşuyor. Şirketlerdeki algı da söz konusu sebeple, tasarımcıyı; kabuk tasarımcısı, görsel imaj tasarımcısı olarak görmeye dönüşüyor. Elektroniği tamamladık, buna müdahale etmeyin diyorlar. Endüstriyel tasarımcı farklı bir etkileşim öneremez hale geliyor (Katılımcı 5).

4.1.5. Elektronik bilgisinin kaynağı

Katılımcıların ihtiyaç duydukları elektronik bilgisini edinmek adına ortak yöntemlerden faydalandıkları görülmektedir. İlk tercihleri uzman görüşü almak olsa da, uzman görüşüne erişemedikleri durumların sıkça yaşandığı ve söz konusu durumlarda başvurdukları bilgi edinme aracının ise elektronik bileşen distribütörlerinin internetten satış sayfalarındaki veri dokümanları olduğu anlaşılmaktadır. Katılımcıların ifadelerinin tematik analizi sonucunda elektronik nesneler tasarlayacak bir endüstriyel tasarımcının, elektronik bileşenlere ilişkin teknik bilginin yer aldığı veri dokümanlarını inceleyip yorumlayabilecek kadar elektronik bilgisine sahip olmasının gerektiği anlaşılmaktadır. Katılımcılar, bazı durumlarda ise, tamir ve montaj videolarını ve hobi projelerini inceleyerek bilgi edinmektedir.

> Çoğunlukla beraber çalıştığım elektronik mühendisi arkadaşıma soruyorum ... genelde internetten Digikey'deki veri dokümanlarını buluyor, onlara bakıyorum ... Youtube videolarını izliyorum ... Genellikle ileri düzey bilgiler gerektiren bileşen ve prensipler ile ilgili araştırma yapmamız gerekmiyor ... mevcut olan bileşenlerin teknik özelliklerini inceleyip, araştırıp, bulduğum muadillerin veri dokümanı bilgileri ile karşılaştırıyorum. (Katılımcı 1)

> (Elektronik bilgisinin kaynağı) genellikle müşterinin kendisi ... çevremizdeki elektronik mühendisleri ... kataloglardan ya da internetten eriştiğimiz veri dokümanları ... bileşeni imal eden veya satan internet sayfaları ... aslında, (zamanla) tasarım yöntemi örüntüleri oluşuyor ... projelerde kullanılan teknolojiler benzeşiyor. (Katılımcı 3)

Endüstriyel tasarımcı olan katılımcıların ifade ettiği üzere, Türkiye'deki güncel endüstriyel tasarım lisans eğitimi aracılığıyla sınırlı miktarda elektronik bilgisi öğrenilebilmektedir. Katılımcıların paylaştıkları örnekler, lisans eğitimi sürecinde öğrenilen sınırlı bilginin bile kendilerine kayda değer fayda sağladığına işaret etmektedir. Endüstriyel tasarımcı olan 6 katılımcının tamamının görüşüne göre, elektronik bilgisinin günümüzdekinden daha fazla olmak şartıyla en azından bir bölümü lisans eğitimi sırasında öğretilmelidir. 2 katılımcının Arduino ile prototiplemenin sağladığı faydalara da atıfta bulunduğu görülmektedir.

> ... öğrencilerde ve yeni mezunlarda, muazzam bir bilgi kirliliği var. Elektronik bilgisine sahip olmaları gerektiğini düşünmedikleri için, onlara göre pil, pildir, düğme, düğmedir ... (evet) öğretilmelidir. Ancak, nasıl olması gerektiğini bilmiyorum. Çünkü, çok ihtisas bir konudan bahsediyoruz ... asla, bir elektrik-elektronik mühendisinin öğrendiği şekilde öğretilmemelidir. Kullanıcı ilişkisi odaklı bir eğitim tercih edilmelidir (Katılımcı 3).

> Elektronik ile ciddi anlamda ilgilendiğim ilk proje bir Arduino projesiydi ... bana (çoğu şeyi) o proje öğretti. Yani, yeni bir yola girmiş oldum (Katılımcı 2).

> Eğitim alırken, hiç değilse son yıllarda, vidaların nereden atılacağını önemsediğimiz kadar, hangi elektronik komponentlerin kullanılması gerektiğini, nasıl bağlandıklarını, bir arada çalışıp çalışamadıklarını da önemsememiz gerekiyor ... üniversitede, aslında, bunlar çok fazla göz ardı ediliyor. Mezun olunca da, sanki tasarımcının yaptığı hiç bir şey üretilemezmiş ... gibi bir algı oluşuyor (Katılımcı 1)

> ... bence üniversitede öğretilmesi lazım. Disiplinlerarası uygulamalar, çalıştaylar gibi yöntemler ile bir şekilde geliştirilmesi gerekmekte. Aksi taktirde öğrenciler iş hayatına geçtiğinde sudan çıkmış balık gibi oluyorlar (Katılımcı 5).

> Arduino ile uğraştığım bir projede, elektronik mühendisiyle beraber de çalışabildiğim için çok fazla bilgi öğrendim. Servo motorları örneğin o zaman görmüş, çoğu bilgiye o zaman hakim olmuştum (Katılımcı 6)

4.1.6. Elektronik bilgisinin düzeyi

Elektronik mühendisi olan 4 katılımcı da, endüstriyel tasarımcıların bazı konulara ilişkin bilgiye henüz deneyimsizken bile sıkça ihtiyaç duyabileceğini düşünmektedir. Öte yandan, katılımcılara göre, bazı konular ise, yalnızca deneyim kazanmış endüstriyel tasarımcıların ihtiyaç duyabileceği ve bazıları ise en deneyimli endüstriyel tasarımcının bile ya hiç, ya da nadiren ihtiyaç duyacağı konulardır. *Deneyimli olmak*, bu araştırma bulguları aracılığıyla tanımlanabilir bir kavram değildir. En az kaç yıl çalışmış veya hangi deneyimlere sahip olan endüstriyel tasarımcının *deneyimli* olarak sınıflandırılacağı belirsizdir. Kesin olan ise, yeni mezunların tamamından *deneyimsiz* olarak bahsedildiğidir. Bu araştırmada en fazla 1 yıl içerisinde mezun olmuş olan bütün endüstriyel tasarımcılar deneyimsiz olarak kabul edilmiş ve en fazla 1 yıl içerisinde mezun olması beklenen bütün endüstriyel tasarımcıların da yeni mezun olanlara yaklaşan bilgi düzeyinde olması gerekeceğine karar verilmiştir.

> Ürünün ne kadar güç çekeceği çok önemli. İçerideki bütün bileşenlerin ebatları güç tüketimine bağlı. Dolayısıyla endüstriyel tasarımcı açısından gücün, gerilim ve akım tipi ile ilişkisi oldukça önemli. Özellikle enerji ve güç kavramları kesinlikle iyi bilinmelidir. Kesinlikle giriş düzeyinde bile bilinmelidir (Katılımcı 7).

> Malzeme, hem elektromanyetik dalgayı, hem de güvenlik faktörlerini etkileyebilir. Isınma sorunları ve çarpılma riskleri hakkında bilgi edinilmelidir. Ayrıca, giriş düzeyinde bir bilgi olarak söylenebilir. Elektronik mühendisliği eğitiminde de güvenlik ve elektronik malzeme bilgisi ilk öğrenilenler arasındadır (Katılımcı 8).

Katılımcılar bazen ise bilgiyi, ilişkili olduğu konu hakkında ne kadar kapsamlı bir içeriğe sahip olacağına göre sınıflandırmıştır. Deneyimsiz bir endüstriyel tasarımcının öğrenmiş olmasına ihtiyaç olan elektronik bilgisi konuları (Bkz. Çizelge 4.2; sayfa:136) *temel seviye* veya aynı anlama gelen benzer bir kısaltma ile açıklanırken, deneyimli bir endüstriyel tasarımcının öğrenmiş olması beklenen bilgi ise *yüzeysel* veya aynı anlama gelen benzer bir kısaltma ile tanımlanmıştır. Katılımcıların ifadeleri ve verdikleri örnekler baz alınarak, *temel seviyede bilgi,* terimleri ve sınırlılıkları anlayıp içselleştirebilmeye ve derinlemesine bilgiye ihtiyaç olmayan basit formüller aracılığıyla bazı matematiksel hesaplamaları yapabilmeye yeten bilgidir. *Yüzeysel bilgi* ise konunun varlığının, konuya ilişkin bazı terimlerin ve öncelikli olan sınırlılıkların anlaşılması bakımından yeterli olan bilgidir.

> ... temel fizik düzeyinde bir bilgiye sahip olması gerekli. Kavramların içselleştirilmesi lazım. Gerilim ve akım değerlerinin çarpımı ile güç değeri elde edilebiliyor. Bir su ısıtıcısının gücü nedir? Hangi voltajda çalışacaktır? Gerekli olan akım değeri nasıl hesaplanabilir? Basit bir matematik işlemi ile, endüstriyel tasarımcı, neyin çalışıp neyin çalışamayacağını anlayabilir (Katılımcı 8).

> ... (endüktans ve kapasitansın) detayının öğrenilmesi fayda sağlamaz ... genel kültür düzeyindeki bilgiden fazlası gereksiz olacaktır ... genel kültür düzeyinde interferansın varlığını bilmesi, iş birliği kurulurken aynı dilin konuşulabilmesi adına faydalı olabilir ... bazı bileşenlerin niçin birbirinden uzak olması gerektiğinin istendiğini anlaması, endüstriyel tasarımcı için faydalı olacaktır (Katılımcı 7).

4.1.7. Elektronik bilgisinin ölçümü

Hepsi elektronik mühendisi, biri işveren ve biri ise de öğretim görevlisi olan 4 katılımcıya göre, alışılagelmiş mühendislik eğitiminde tercih edilen sınav yöntemleri bir endüstriyel tasarımcının elektronik bilgisini ölçmek bakımından uygun değildir. Katılımcılara göre hesaplama gerektiren, terimlerin sözlük anlamlarına, teorilere ve formüllere hakimiyeti ölçen sorular, endüstriyel tasarımcının çalışma hayatında ihtiyaç duyacağı elektronik bilgisi ile örtüşmemektedir. Katılımcıların fikir birliği, ideal olabilecek ölçüm yöntemi, tasarım vakaları oluşturulması ve vakalara ilişkin detaylara odaklanan sorular aracılığıyla muhakeme becerisinin ölçülmesidir.

> ...örneğin, fazla ısınan bir cihaz nasıl tasarlanmalıdır? Yüksek titreşime maruz kalan bir ürün nasıl tasarlanabilir? Benzeri sorular sorularak ölçüm yapılması hedeflenebilir. Bir ürüne ilişkin koşullar açıklandıktan sonra örneğin *hangi düğmeler kullanılabilir* veya *kullanılabilir mi* gibi sorulardan faydalanılabilir (Katılımcı 8).

> Vaka çalışması tarzında bir ölçüm yapılabilir. Bir proje verilip, ihtiyaçlar tanımlanıp, *bunlara ihtiyacımız var mı* ve *hangi komponentlere ihtiyaç var* gibi sorular sorulabilir. Ayrıca, bazı endüstriyel tasarım bölümlerinde biraz Arduino öğretildiğini biliyorum. Ancak, elektroniğe ilişkin hiçbir şey öğrenmeden, hiçbir yazılım dilini tanımadan, Arduino öğrenilmesini ve Arduino'ya ilişkin bir ölçüm yapılmasını da pek mantıklı bulmuyorum (Katılımcı 7).

> ...basit bir proje kurgulamasını talep etmek çözüm olabilir. Vaka problemi gibi şeyler, yani. Bir vaka verilir, probleme ufak nüanslar eklenir, verdikleri yanıtlardan (konuyu) bilip bilmedikleri anlaşılabilir (Katılımcı 9).

4.1.8. Elektronik bilgisinin kapsamı

Tematik analiz bulgularının sonuncusu, endüstriyel tasarımda gerekli olduğuna değinilen elektronik bilgisinin kapsamını tanımlama amacındadır. Bilginin kapsamı iki yaklaşım ile incelenmektedir. Birincisi, bileşenleri sınıflandırmaya odaklanan yaklaşım ve ikincisi ise bileşenleri ilgilendiren bilgiyi sınıflandırmaya odaklanan yaklaşımdır. Birinci yaklaşım, katılımcıların bütün görüşmeler süresince verdikleri yanıtlar içerisinde değinilmiş olan elektronik bileşen isimleri tespit edilmesi ve elektronik bileşenleri sınıflandırmaya yönelik 11 adet tematik kod elde edilmesidir. Kodlar doğrultusunda herhangi bir endüstriyel tasarımcının hangi elektronik bileşenlere ilişkin bilgiye sahip olmasının gerekebileceği anlaşılmaktadır: Endüstriyel tasarımcılar, nesneye; enerji veya hareket sağlayan, çevreyle, nesnelerle ve kullanıcılarla etkileşim kuran ve bu görevlerdeki bileşenleri yöneten veya organize eden bütün elektronik bileşenlere ilişkin bilgiye sahip olmalıdır.

> Bataryalar, giriş ve çıkış bileşenleri, elektronik kartlar, hafıza birimleri, mikroişlemciler, kameralar, sensörler, sensörlerin konumları, nasıl etkileşime geçtikleri, eğer su geçirmez bir ürünse, ona uygun çıkışlar kullanılması. Oring'ler (contalar), konumları, bataryaların değiştirilebilirliği, su geçirmezliği (Katılımcı 2).

Bilginin kapsamını inceleyen ikinci yaklaşım ise elektronik bileşenlere ilişkin elektronik bilgisi konularının sınıflandırılmasıdır. Elektronik mühendisi olan 4 katılımcıya İstanbul Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi'nin elektrik-elektronik mühendisliği müfredatlarından alınmış olan 16 konu başlığı (Bkz. Bölüm 3.1.3, sayfa:83) sunulmuş ve bu başlıklardan hangilerinin niçin endüstriyel tasarımcılar için

gerekli olabileceğini açıklamaları istenmiştir. Katılımcıların 4'ü de, her bir konu başlığını, konuya ilişkin bilgiden faydalanacak endüstriyel tasarımcının deneyimli olup olmamasına göre sınıflandırmış ve konu başlığının, konuya ilişkin bilginin ne kadarını kapsaması gerektiğine değinmiştir. 4 katılımcı arasından en az 3'ünün, deneyimsiz bir endüstriyel tasarımcı için bile en az *temel seviyede* (Bkz. Bölüm 4.1.6, sayfa:133) gerekli olacağını ifade ettiği ilk 6 konu başlığı (Çizelge 4.2), yeni mezun olan endüstriyel tasarımcılar ve mezun olma aşamasına yaklaşmış olan endüstriyel tasarım öğrencileri için gerekli bilgi türü olarak sınıflandırılmıştır. 4 katılımcı arasından en az 3'ünün deneyim kazanan bir endüstriyel tasarımcı için en az *yüzeysel seviyede* gerekli olacağını ifade ettiği diğer 6 konu başlığı, deneyim gerektiren bilgi türü olarak ve sondaki 3 konu başlığı ise ancak özel durumlarda ihtiyaç duyulacak bilgi türü olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 4.2. Elektronik konularının gerekliliğine ve seviyesine göre sınıflandırması

	Katılımcı 7	*Katılımcı 8*	*Katılımcı 9*	*Katılımcı 10*
1. Malzemelerin elektriksel özellikleri	Temel bilgi	Temel bilgi	Temel bilgi	Temel bilgi
2. Doğru ve alternatif akım farkları	Temel bilgi	Temel bilgi	Gerekli değil	Temel bilgi
3. Enerji-güç ve akım-gerilim ilişkisi	Temel bilgi	Temel bilgi	Temel bilgi	Temel bilgi
4. Sensörler	Temel bilgi	Temel bilgi	Temel bilgi	Temel bilgi
5. Aktüatörler	Temel bilgi	Yorum yok	Temel bilgi	Yorum yok
6. Kullanıcı etkileşimi bileşenleri	Temel bilgi	Temel bilgi	Temel bilgi	Temel bilgi
7. Elektromanyetizma	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi	Temel bilgi
8. Haberleşme sistemleri ve antenler	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi	Temel bilgi	Temel bilgi
9. Devre kartı bileşenleri	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi
10. Frekans, sinyaller ve sinyal işleme	Temel bilgi	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi	Gerekli değil
11. Mantıksal devre tasarımı ve ikili sistem	Yorum yok	Yüzeysel bilgi	Gerekli değil	Temel bilgi
12. Programlama ve yazılımlar	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi	Yüzeysel bilgi
13. Endüktans ve kapasitans	Yüzeysel bilgi	Gerekli değil	Gerekli değil	Yüzeysel bilgi
14. Analog ve sayısal elektronik farkları	Temel bilgi	Gerekli değil	Gerekli değil	Yüzeysel bilgi
15. Aktif ve pasif komponentler	Gerekli değil	Gerekli değil	Gerekli değil	Gerekli değil

Temel bilgi: Terimlerin, sınırlılıkların, basit formüllerin bilinmesine, basit hesaplamalar yapmaya yeten bilgi,
Yüzeysel bilgi: Konunun varlığının, bazı terimlerin ve öncelikli sınırlılıkların anlaşılmasına yeten bilgi,
Gerekli değil: Özel durumlar haricinde öğrenilmesine gerek olmayan bilgi,

Çizelge 4.2'de gösterilen konu başlıklarından bazıları, katılımcılara soru olarak yöneltilen başlıklardan farklıdır. 5 ve 6 numaralı başlıklar Katılımcı 7'nin önerileri doğrultusunda eklenmiş ve 9 numaralı başlık ise Katılımcı 7'nin önerisi doğrultusunda aktif ve pasif komponentler isimli başlığın yerine geçmek üzere ve pasif mikro bileşenleri, diyotları transistörleri ve mikroişlemcileri kapsaması amacıyla değiştirilmiştir.

Bulgular doğrultusunda *deneyimliliğin* ve *deneyim kazanmanın* tanımı yapılamaz. Ancak katılımcıların *deneyimsiz* veya *giriş düzeyinde deneyime* sahip endüstriyel tasarımcı tanımı aracılığıyla yeni mezunları da kapsayacak şekilde henüz yeni çalışma hayatına başlayan endüstriyel tasarımcıları ifade ettiği bilinmektedir. Bu gerekçeyle, araştırmanın bir sonraki aşamasında, Çizelge 4.2'deki gösterilen 6 konu başlığının yeni mezun olmuş endüstriyel tasarımcılar ve mezun olmaya yaklaşmış olmaları sebebiyle yeni mezuna yakın miktarda bilgisi olması beklenen endüstriyel tasarım öğrencileri tarafından ne kadar öğrenilmiş olduğu ölçülmektedir.

Çizelge 4.2'de gösterilenlere ek olarak, 3 katılımcıya göre, hızlıca denemeler yapabilmek bakımından havya kullanarak lehim yapabilmek, multimetre veya avometre isimleriyle bilinen ölçüm aletinden faydalanabilmek ve basit devreler kurabilmek, deneyimsiz bir endüstriyel tasarımcı için gereklidir. Elektronik mühendisliği bölümünde öğretim görevlisi olan diğer katılımcı ise söz konusu becerileri gerekli bulmamaktadır, ancak lehimin ne amaçla kullanıldığının bilinmesi gerektiği görüşündedir.

> Sürekli bir elektronik mühendisine veya teknikerine ihtiyaç duyulmaması adına ve prototip üretiminin hızlanabilmesi için endüstriyel tasarımcıların lehim yapmayı bilmesi gerekli olabilir. Arduino benzeri basit devreler ile prototip yapabilmeleri de yararlı olur. Ancak, nihai bir cihaz tasarımında Arduino'dan çok farklı, belki çok daha küçük bir kart tasarlanacağı unutulmamalıdır (Katılımcı 8)

> Gerekli olmadığını düşünüyorum. Ancak, farklı iletken yüzeylerin nasıl, ne aracılığıyla birleştirildiği hakkında bilgi sahibi olması faydalı olacaktır (Katılımcı 10).

4.1.9. Görüşlerdeki benzerlikler ve farklılıklar

Araştırmanın bu aşamasında endüstriyel tasarımcıların yanı sıra elektronik mühendisleri ile de görüşülmüş olması ve her 2 gruptan da yönetici, çalışan, öğretim görevlisi ve öğrenci olan farklı deneyim veya uzmanlığa sahip kişilerin örneklenmiş olması, aynı olguya ilişkin farklı yaklaşımlar sergileyip sergilemediklerini değerlendirme amacıyladır.

Elektronik bilgisine ihtiyacın gerekçesine yaklaşımlar

Endüstriyel tasarımcı olan katılımcılar, uzmanlıklarından ve deneyimlerinden bağımsız olarak elektronik bilgisinin endüstriyel tasarım uygulamalarında kayda değer öneme sahip olduğu ve lisans eğitiminde de öneme sahip olması gerektiği konusunda ortak görüştedir. Elektronik mühendisi olan katılımcılar ile endüstriyel tasarımcı olanların ortak değindiği konu, elektronik bilgisi eksikliğinde, teknik sınırlılığı ihlal eden hatalı tasarım kararlarının alınmasıdır. Hatalı kararlar köklü revizyonlara sebep olmaktadır. Köklü revizyonlar proje sürelerini uzatmaktadır. Bazı hatalı kararlar ise nesne üretildikten sonra ortaya çıkmakta ve kullanıcıya kadar ulaşmaktadır. Hatalı tasarım kararları, hem disiplinlerarası çalışmanın niteliğini, hem şirketleri, hem de kullanıcıları çeşitli zararlara uğratmaktadır. Meslek ve deneyimlerinden bağımsız olarak öğrenci ve çalışan olan katılımcıların tamamı, daha sık olarak revizyonlara sebep olan problemlere değinmiştir. Söz konusu problemler ise daha sık olarak malzemelerin elektriksel özellikleri veya bileşenlerin ölçüleri gibi teorik veya niceliksel olarak açıklanabilecek bilgi ile ilişkilidir. Öte yandan yönetici veya öğretim görevlisi olan bütün katılımcılar ise, öğrenci ve çalışan olan katılımcıların değindiklerine ek olarak elektronik bilgisinin deneyimlerin kalitesini arttırma yönündeki etkisine de değinmiştir. Söz konusu katılımcılara göre elektronik bilgisinin eksikliğinde bir endüstriyel tasarımcı, nesnenin yalnızca *mekanik* alanına giren bazı özelliklerine ve görünüşüne ilişkin fayda sağlar hale gelmektedir. Daha deneyimli olan katılımcıların, daha az deneyimi olan diğerlerine oranla en önemli farkı, elektronik bilgisinin tasarımlar üzerindeki niteliksel etkilerine daha fazla odaklanmış olmalarıdır.

Elektronik bilgisinin kaynağına yaklaşımlar

Endüstriyel tasarımcı olan katılımcılardan hiçbiri, Türkiye'deki endüstriyel tasarım lisans eğitimi müfredatlarında ve stüdyo derslerinde elektronik bilgisine verilen önemin yeterli olduğu görüşünde değildir. Farklı endüstriyel tasarım bölümlerinde öğretim görevlisi olan 2 katılımcı, elektronik bileşenlere ve elektronik bilgisine ilişkin kavramların öğretim görevlileri tarafından az irdeleniyor oluşunu, öğrencilerin stüdyo derslerini daha az efor sarfederek tamamlama amacıyla elektroniğe ilişkin sınırlılıkları kasten dikkate almayışını ve öğrencilerin bu yaklaşımları sonucunda oluşan tasarım hatalarının öğretim görevlileri tarafından az sorgulanıyor oluşunu eleştirmektedir. Endüstriyel tasarım öğrencisi olan katılımcı, stüdyo derslerinin odaklandığı kazanımları elektronik bilgisini kasten içermemek

ile eleştirmekte ve öğrencileri yanlış bilgiden kasten faydalanmaya teşvik edebilecek koşullar oluştuğuna dikkat çekmektedir. Özel sektörde çalışmakta olan 1 katılımcı, stüdyo derslerinde elektronik bilgisine verilen önemi makine mühendisliği alanına giren konulara verilen öneme oranla yetersiz bulmaktadır. Yönetici olan katılımcı ise yeni mezunların ciddi oranda yanlış ve eksik elektronik bilgisine sahip olmasına dikkat çekmektedir. Endüstriyel tasarım bölümlerinde öğretim görevlisi olan 2 katılımcı, stüdyo derslerinde elektronik bilgisinin az yer bulmasını 2 gerekçeye bağlamaktadır: Öğretim görevlileri, öğrencilerin teknik bilgiye fazlaca odaklanmasından çekinmektedir. Yaratıcı yaklaşımların engellenmemesi adına öğretim görevlileri teorik elektronik bilgisine ilişkin hatalara az değinmeyi tercih etmektedir. Diğer gerekçe ise birçok öğretim görevlisinin, öğrencilerin hatalarını tespit etmeye yetecek kadar elektronik bilgisine sahip olmamasıdır. Öğretim görevlisi olan söz konusu 2 katılımcı, öğrencilerin bu gerekçeleri daha az efor sarfetme yönünde avantaja çevirmesini eleştirmiştir. Katılımcıların görüşlerinin deneyimlerine veya uzmanlıklarına göre karşıt yaklaşımları olmadığı, aynı olguyu tanımlayan farklı sorunlara değindikleri anlaşılmaktadır.

Yönetici ve çalışan olan 3 elektronik mühendisi katılımcı, bazı endüstriyel tasarımcıların elektronik nesnelerin tasarımında görev almaya yetecek düzeyde elektronik bilgisine sahip olmadığına, ancak öğrenmek için çaba gösterdiklerine ve aksaklıklar olsa bile projelerin sonuca ulaşabildiğine değinmiştir. Endüstriyel tasarımcı olan 6 katılımcının 6'sına da göre elektronik bilgisi edinmenin en sık faydalanılan 2 kaynağı vardır. Birincisi uzman görüşü almak ikinci ise internet araştırması yürütmektir. Uzman görüşünün verimliliğine yönelik 2 görüş vardır: Öğrenci ve çalışan durumundaki katılımcılar, tasarımın erken bir aşamasında uzman görüşü alınmasının endüstriyel tasarımcının yaratıcı yaklaşımlarını kısıtlayabileceği görüşündedir. Erken aşamalarda elektronik bilgisi ihtiyacı olduğunda internet araştırması yapmayı tercih etmelerinin sebebi de uzmanların aşırı teorik yaklaşımlarından kaçınmaktır. Uzman görüşüne yönelik diğer yaklaşım ise endüstriyel tasarım bölümlerinde öğretim görevlileri olan 2 katılımcıya aittir: Katılımcılardan birine göre, bir endüstriyel tasarım öğrencisi ancak elektronik mühendislerinin desteği olduğunda doğru elektronik bilgisine ulaşabilmektedir. Diğerinin ifadesiyle ise söz konusu disiplinlerarası etkileşim *ne yazık ki* çok nadirdir. İnternet araştırmalarının verimliliği konusunda ise 6 katılımcının da benzer kaygıları vardır. Öğrenci ve çalışan olan endüstriyel tasarımcı katılımcılara göre internetten edinilen bilgiyi doğrulamak için hiçbir araçları yoktur. Öğretim görevlisi ve yönetici olan katılımcılara göre endüstriyel tasarım öğrencilerinin ve yeni mezunlarının internet aracılığı

ile edindiği bilgi çoğunlukla ya yüzeyseldir ya da yanlıştır. Çünkü, endüstriyel tasarımcı ve yönetici olan katılımcıya göre internetteki bilgiyi anlayacak ve yorumlayacak temel bilgi lisans eğitimi aracılığıyla edindirilmemiş olduğu için eksiktir. Katılımcıya göre yeni mezun bir endüstriyel tasarımcı çalışanın doğru bilgiye ulaşabilmesi ancak bir rastlantıdır. Daha az deneyimli olan endüstriyel tasarımcı katılımcılar, internet araştırmasına yönelmelerinin gerekçesini uzman görüşünün aşırı teorik oluşuna bağlarken, daha deneyimli olanlar ise internet araştırmasının niçin etkin olamadığına odaklanmıştır.

Elektronik bilgisinin fayda ve zararlarına yaklaşım

Elektronik mühendisi katılımcılar arasından 1 yönetici hariç hiçbiri elektronik bilgisi ile yaratıcılık arasında ilişki kurmamış, bilginin üretilebilirlikle ilişkisi olan etkilerini daha fazla değerlendirmişlerdir. Ancak yönetici olan elektronik mühendisi katılımcı ile çalışan ve öğretim görevlisi olan birer endüstriyel tasarımcı katılımcı, erken aşamada faydalanılan, fazla öğrenilen veya fazla odaklanılan elektronik bilgisinin bir endüstriyel tasarımcının yaratıcılığına olumsuz etki edebileceğine değinmiştir. Öte yandan, aynı öğretim görevlisi, elektronik bilgisinin endüstriyel tasarımcıya daha önce varlığından haberdar olmadığı bir teknolojiyi öğreterek yeni fikirler geliştirmesini sağlayabileceği görüşündedir. Yönetici olan endüstriyel tasarımcı, bu iddiayı doğrulayan bir vaka örneği paylaşmış ve elektronik bilgisi aracılığıyla nasıl teknolojik algılanan ve yenilikçi bir etkileşim tasarladıklarını açıklamıştır. Uzmanlıkları, deneyimleri ve meslekleri bakımından katılımcıların ortaklaşan veya karşıtlaşan görüşlere sahip olmadığı anlaşılmaktadır.

4.2. Elektronik Bilgisi Ölçme Testi

Elektronik bilgisi ölçme testi, birinci aşamada elde edilen bulguları aracılığıyla tasarlanan (Bkz. Çizelge 4.2; sayfa:136), ancak hiçbiri ilk aşamaya katılmamış kişilerden seçilmiş bir örneklem ile yürütülen bir saha çalışmasıdır. Test, toplamda 13 muhakeme sorusundan oluşmaktadır. Muhakeme, öğrenilmiş olan bilginin çözüm üretme amacıyla kullanılmasıdır (Bkz. Bölüm 3.3.2, sayfa:86). İlk 10 soru bu araştırmanın birinci aşamasında yürütülen yarı-yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla belirlenen elektronik bilgisi konu başlıklarının ilk 6 tanesi ile ilişkilidir (Bkz. Çizelge 4.2; sayfa:136). Yarı-yapılandırılmış görüşme katılımcılarına göre söz konusu 6 konu başlığı, henüz deneyimsiz olsa bile bir endüstriyel tasarımcının, temel seviyede öğrenmiş olması beklenen konulardır. *Temel* seviyedeki bilgi,

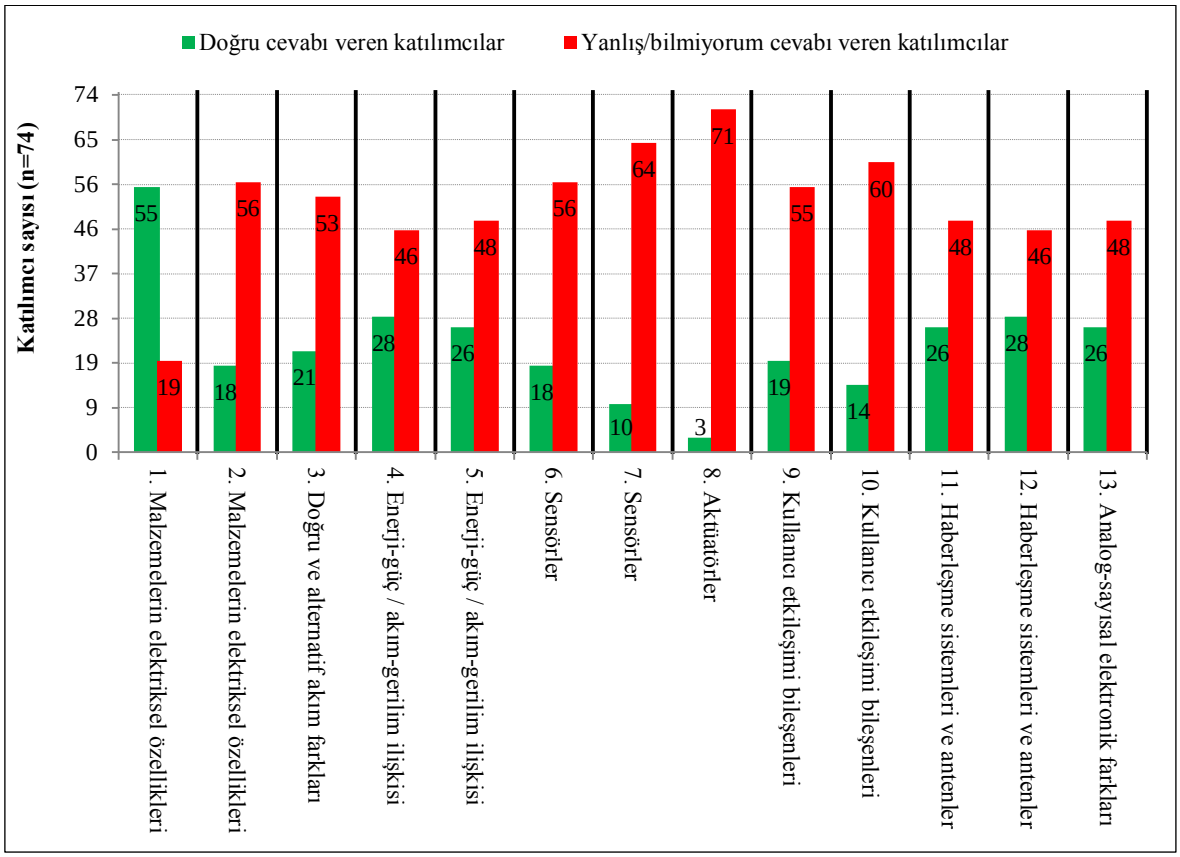
yarı-yapılandırılmış görüşmelerin tematik analizi doğrultusunda oluşturulan bir kavramdır. Temel seviyedeki bilgi, bir endüstriyel tasarımcının bir elektronik konusuna ilişkin terim ve sınırlılıkları anlamasına ve basit hesaplar yapabilmesine yeten bilgidir. Bu aşamada katılımcılara yöneltilen 13 sorudan ilk 10'u temel seviyede bilinmesi gereken bilgilerdir ve son 3'ü ise deneyim kazanıldıkça öğrenilmiş olması beklenen veya yalnızca özel bir durum oluştuğunda öğrenilmesine gerek olabilecek konu başlıkları ile ilişkilidir. Bu tür konulara yönelik muhakeme yapabilmek için *yüzeysel* seviyede bilgi yeterlidir. Tıpkı, temel seviye tanımı gibi yüzeysel seviye tanımı da araştırmanın birinci aşamasında yürütülen yarı-yapılandırılmış görüşmelerinin tematik analizi doğrultusunda elde edilmiştir. *Yüzeysel* seviyedeki bilgi, bir konunun varlığından haberdar olmaya, bazı terimlerin ve en öncelikli olan sınırlılıkların anlaşılmasına yeten bilgidir. Deneyim kazandıkça öğrenilmiş olması beklenen bu konulara odaklanan son 3 sorunun amacı endüstriyel tasarımcılardan beklenen bilgi ile lisans eğitiminde öğrenmiş oldukları arasında uyum olup olmadığına yönelik bir tartışma yürütmektir. Çünkü birinci aşamaya katılım gösterenlere göre çalışma hayatına yeni başlayan endüstriyel tasarımcıların söz konusu 3 soruya doğru cevap verecek bilgiye sahip olmaları gerekli değildir. Bu aşamada elde edilen bulguların tamamı, bu araştırmanın ikincisi araştırma sorusuna (Bkz. Bölüm 3.2, sayfa:77) yanıt arama amacındadır:
AS2. Endüstriyel tasarımcılar hangi elektronik bilgisine yetkin olarak mezun olmaktadır?

Araştırmanın bu aşamasına, Türkiye'de endüstriyel son sınıf öğrencisi olan öğrenim gören 34 öğrenci ve en fazla 1 yıl içerisinde Türkiye'deki üniversitelerden mezun olmuş olan 22 endüstriyel tasarımcı katılmış ve ek olarak 5 diğer ülkedeki 5 farklı üniversitenin tasarım bölümlerinden 15 son sınıf öğrencisi ve söz konusu bölümlerden en fazla 1 yıl içerisinde mezun olmuş olan 3 kişi daha katılmıştır. Toplam 56 katılımcı Türkiye'den ve 18 katılımcı ise diğer 5 ülkedendir. 74 kişilik örnekleme bir elektronik bilgisi ölçme testi uygulanmıştır. Türkiye dışından katılan 18 kişiye ilişkin bulguların amacı ise karşılaştırıcılık sağlamaktır. Neredeyse tamamı elektronik bilgisine yönelik hiçbiri derse katılmamış olan Türkiye'deki 56 katılımcının sonuçlarının, üçte ikisi elektronik bilgisi ile ilişkili en az 1 ders görmüş olan diğer 5 ülkedeki 18 katılımcının sonuçlarından ne kadar farklı olduğu incelenmiştir. Türkiye dışından katılım gösterenlerin üçte ikisi Singapur'daki ve Yunanistan'daki tasarım bölümlerinin, kalan üçte biri ise Avustralya'daki, Belçika'daki ve Özbekistan'daki tasarım bölümlerinin öğrencileri veya mezunlarıdır.

Türkiye'de uygulanan teste katılım gösteren 56 kişiden 4'ü hiçbir soruya, 48'i ise soruların en az yarısına doğru cevabı verememiştir. 13 soru, toplamı 100 edecek şekilde eşit ağırlıkla puanlandırıldığında, 56 katılımcının puanları ortalaması 100 üzerinden 30, yalnızca ilk 10 soru baz alınırsa 29'dur. En yüksek başarı ise 13 sorudan 10'unu doğru cevaplayarak 77 puan alan katılımcıya aittir ve deneyim gerektirmesi beklenen 3 sorudan 3'ünü de doğru yanıtlamıştır. En fazla 1 yıl önce mezun olan 22 katılımcının puanları ortalaması ($\bar{x}$=39), son sınıf öğrencilerinin puanları ortalamasına ($\bar{x}$=24) oranla %62 daha yüksektir ($\Delta\bar{x}$=15). T-testi bulguları 2 grup arasındaki farkın istatistiksel olarak kanıtlanabildiğine işaret etmektedir (n=56, p=0,004). Henüz deneyimsiz olsalar bile, yeni mezunların son sınıf öğrencilerine oranla daha başarılı olması normaldir, fakat aradaki başarı farkının %60'tan fazla oluşu bir tartışma konusudur. Şekil 4.3'te, her bir sorunun ilişkili olduğu kavram ve katılımcıların kaçının soruya doğru cevap verdiği testte yer verildiği sıra ile gösterilmiştir. Türkiye dışından katılım gösteren 18 kişinin puanlarının ortalaması 33'tür. Söz konusu 18 katılımcının üçte ikisi soruların en az yarısına doğru cevap verememiştir. Katılımcılardan 2 tanesi soruların tamamında *bilmiyorum* cevabını işaretlemiştir. Bütün sorulara *bilmiyorum* cevabı veren 2 katılımcıdan 1 tanesinin şu soruya Likert Skalası'nda cevap vererek kesinlikle katıldığını belirtmesi dikkat çekicidir: Endüstriyel tasarımcıların yukarıdaki sorulara doğru cevap verebilecek bilgiye sahip olması gerektiğini düşünüyor musunuz? Türkiye dışından katılım gösteren 18 kişi arasındaki en başarılı 3 katılımcı, 13 sorudan 8'ine doğru cevap vermiş ve eşit ağırlıklı puanlandırmaya göre 100 üzerinden 62 almıştır. Türkiye'deki katılımcıların test sonucunda aldığı puanlar diğer ülkelerin katılımcılarıyla karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark oluşmaması ($\Delta\bar{x}$=3, n=74, p=0,183) bir tartışma konusudur. Çünkü Türkiye dışından katılım gösterenlerin üçte ikisi elektroniğe ilişkin derslere katılmıştır veya katılmaktadır.

Katılımcılara yöneltilmiş olan 13 sorunun ilişkili olduğu konular ve 74 katılımcı arasından kaçının hangi cevabı verdiğinin dağılımı Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Şekil 4.1'de gösterilen *yanlış* cevapların sayısı, çeldirici cevapları veya bilmiyorum cevabını tercih eden toplam katılımcı sayısıdır. *Aktüatörler* konu başlığına ilişkin olan 7 numaralı soru ile *doğru ve alternatif akım farkları* konu başlığına ilişkin olan 3 numaralı soru haricinde, deneyimsiz bir endüstriyel tasarımcı tarafından bilinmesi beklenen her 6 kavrama (Bkz. Çizelge 4.2; sayfa:136) ilişkin en az 2 soru mevcuttur. Enerji-güç ve akım-gerilim ilişkileri isimli konu başlığının bilinirliğini ölçen 4 numaralı soru aynı zamanda doğru ve alternatif akım farkları konusu ile de ilişkilendirilebileceği için alternatif akım farkları konusuna yönelik ikinci bir

soru daha hazırlanmamıştır. Aktüatörler ise, diğer konulara oranla daha sınırlı bir kapsama sahip olması gerekçesiyle 1 soru olarak planlanmıştır. Aktüatör, elektrik enerjisini mekanik enerjiye veya diğer bir enerji türüne çevirme işlevindeki, örneğin motorlar veya valfler gibi bileşenlerdir. Sorulara ve cevaplara ilişkin detaylar ve katılımcıların her bir soru özelinde verdiği cevapların dağılımları Şekil 4.1'de gösterildiği sıra ile, Bölüm 4.2.1'den başlayarak Bölüm 4.2.13'e kadar olan 13 bölüm içerisinde açıklanmaktadır.



Şekil 4.1. Doğru ve yanlış cevap sayılarının sorulara ve konulara göre dağılımı

Şekil 4.1 incelendiğinde şu önemli bulgular tespit edilmektedir:

1. Birinci soru haricinde doğru cevapların oranı kayda değer oranda düşüktür.
2. Teorik fizik bilgisi ile daha fazla ilişkisi olan ilk soruların neredeyse tamamı (Soru 1-5), sensörler, aktüatörler ve kullanıcı etkileşimi bileşenleriyle ilişkili olan sorulara oranla (Soru 6-10) daha fazla sayıda katılımcı tarafından doğru cevaplanmıştır.
3. Sensörler, aktüatörler ve kullanıcı etkileşimi bileşenleri isimli konu başlıkları ile ilişkisi olan sorular (Soru 6-10) testin tamamında en az başarı gösterilen 6 sorudan 5'idir.
4. Daha deneyimli tasarımcılar tarafından öğrenilmiş olması beklenen son 3 soru (Soru 10-13) testin en fazla sayıda katılımcı tarafından doğru cevap verilen 4 sorusundan 3'üdür.

4.2.1. Soru 1: Malzemelerin elektriksel iletkenliği

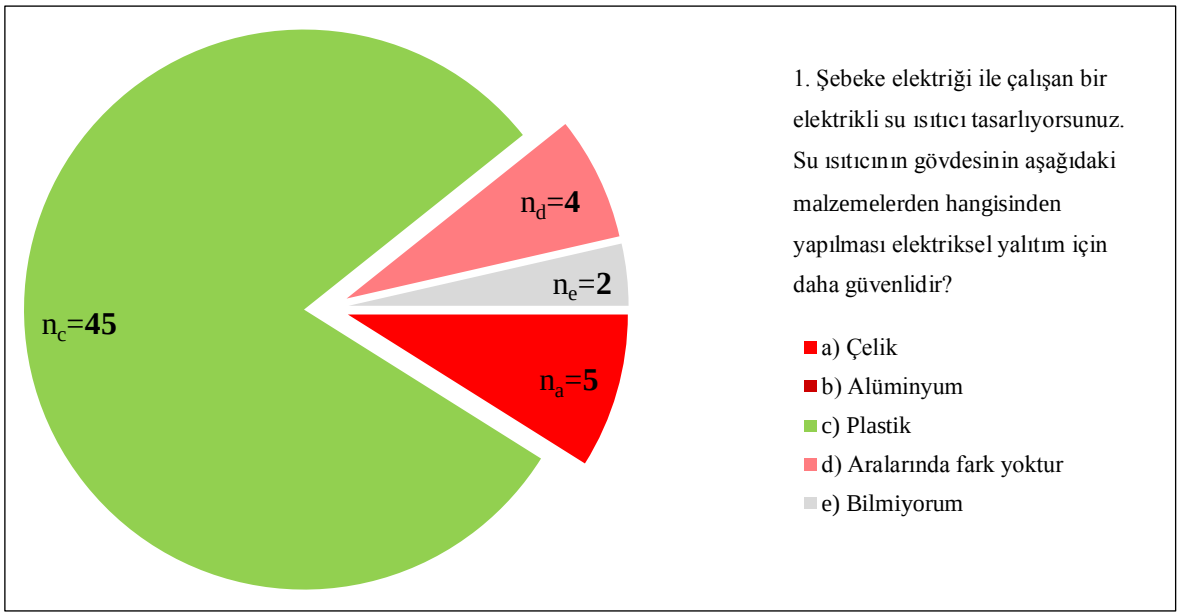
Malzemelerin elektriksel özelliklerine ilişkin bilgiyi ölçen 1 numaralı soru şu şekildedir: Şebeke elektriği ile çalışan bir elektrikli su ısıtıcı tasarlıyorsunuz. Su ısıtıcının gövdesinin aşağıdaki malzemelerden hangisinden yapılması elektriksel yalıtım için daha güvenlidir?
a) Çelik
b) Alüminyum
c) Plastik
d) Aralarında fark yoktur
e) Bilmiyorum

Su ısıtma görevindeki gündelik nesnelerin neredeyse tamamında alternatif akım ve yüksek gerilim ile çalışan bileşenler tercih edilir, çünkü sıvıları ısıtmak amacıyla gereken enerji miktarının düşük gerilim ile karşılanması daha zordur. Yüksek gerilim, çarpılma anında yaralanma veya ölüm riski oluşturabilir. Kullanıcı güvenliği bakımından yüksek gerilimde çalışan nesnelerin elektriksel yalıtımı düşük gerilimde çalışanlara oranla daha önemlidir. Nesne gövdesinin plastikten imal edilmesi ideal cevaptır, çünkü nadir çeşitleri haricinde plastiklerin elektriksel iletkenliği yoktur ve çelik ile alüminyumun elektriksel iletkenliği ise yüksek olduğu için arıza durumlarında çarpılmaya sebep olabilirler.

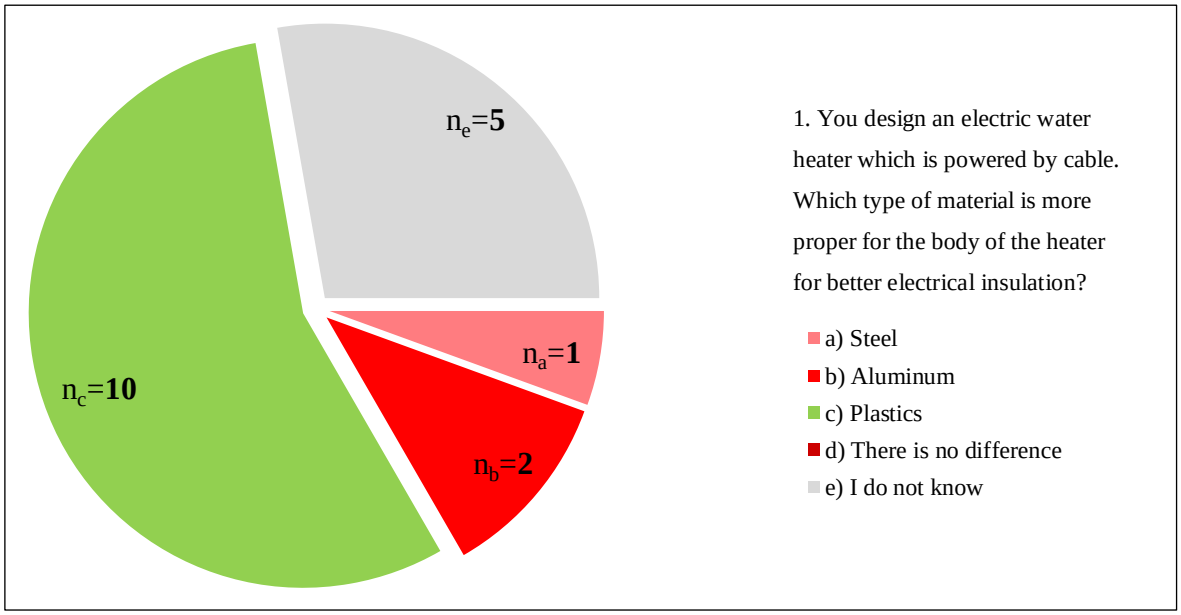
Türkiye'den katılanların çoğunluğunun elektriksel iletkenlik kavramını bu soruya doğru yanıt verebilecek kadar öğrenmiş olduğu kabul edilebilir. 56 katılımcı arasından beşte biri doğru cevap olan plastiği seçebilmiştir. *Bilmiyorum* cevabını veren yalnızca 2 katılımcı olmuştur. 9 katılımcı ise soruya yanlış bir cevap vermiştir. Teste Türkiye'den katılanların verdiği cevapların dağılımı Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Bu soruya ilişkin bilgi, hem yeni mezunlar hem de son sınıf öğrencileri arasında yaygın olarak öğrenilmiş durumdadır. Yeni mezunların ve son sınıf öğrencilerinin cevapları arasında istatiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ve doğru cevaplama oranları neredeyse aynıdır ($n=56$, $p=0,496$).

Türkiye dışından katılım gösteren son sınıf öğrencilerinin ve yeni mezunların cevaplarının ise yaklaşık olarak yarısı doğrudur. Söz konusu 18 katılımcının verdiği cevapların dağılımı Şekil 4.3'te gösterilmiştir. Şekil 4.2 ve Şekil 4.3 karşılaştırıldığında Türkiye'den katılım gösterenler arasında bu soruya doğru cevap vermiş olanların oranının, diğer ülkelerden katılım gösteren 18 kişiye oranla daha yüksek olduğu görülmektedir.

Neredeyse tamamı elektroniğe ilişkin bir ders görmemiş olan Türkiye'deki katılımcıların, teste Türkiye dışından katılan ve yarısından fazlası elektroniğe ilişkin dersler görmüş olan 18 katılımcıya oranla daha yüksek başarı göstermiş olması dikkat çekicidir. Katılımcıların tamamı bir arada değerlendirildiğinde, bütün sorular arasında en fazla doğru cevap verilen soru, bu sorudur (Bkz. Şekil 4.1; sayfa:143).



Şekil 4.2. Soru 1 (Türkiye): Malzemelerin elektriksel iletkenliği



Şekil 4.3. Soru 1 (diğer ülkeler): Malzemelerin elektriksel iletkenliği

4.2.2. Soru 2: Malzemelerin elektriksel direnci

Malzemelerin elektriksel özelliklerine ilişkin bilgiyi ölçen 2 numaralı soru şu şekildedir: Şarj edilebilir ve elde taşınabilir bir kredi kartı okuyucu tasarımı yapıyorsunuz. Cihaz şarj edilirken, şarj girişi aşırı ısınıyorsa sebebi aşağıdakilerden hangisi olabilir?

a) Aşırı akım

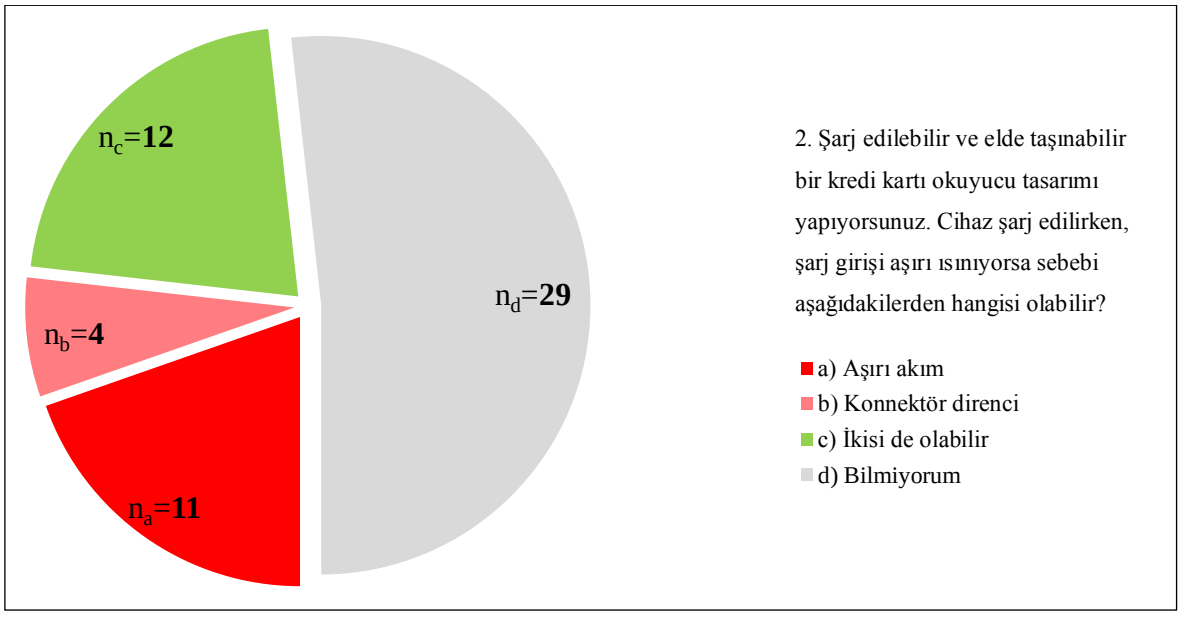
b) Konnektör direnci

c) İkisi de olabilir

d) Bilmiyorum

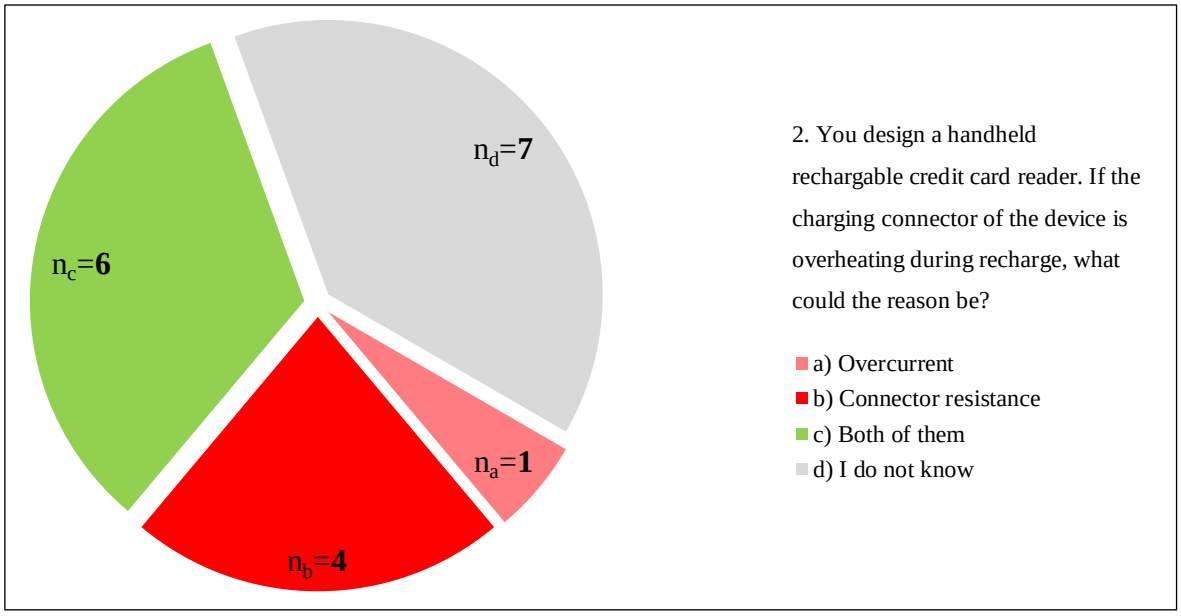
Doğru cevap, hem aşırı akımın, hem de konnektör direncinin şarj girişinde sıcaklık artışına sebep olabileceğidir. Kavramların ikisi de aynı olgunun farklı şekillerde ifade edilişleridir. Akım kabul edilebilir düzeyi geçtiğinde direnci daha yüksek olan malzeme veya bileşen, direnci daha düşük olan diğer bir malzeme veya bileşene oranla daha fazla ısınabilir.

Türkiye'deki katılımcıların yarısından fazlası *bilmiyorum* cevabını vermiştir. Katılımcılar arasında yalnızca beşte birlik bölüm doğru cevabı seçmiştir (Şekil 4.4). Dikkat çekici olan, yeni mezun katılımcıların, henüz öğrenci olanlara oranla daha başarısız olmasıdır (Δ-%5, n=56, p=0,038). Bulgu, lisans eğitimi süresince malzemelerin elektriksel direncine ilişkin bu bilginin, sonradan ihtiyaç duyulana oranla daha fazla öğrenildiğine işaret etmektedir.



Şekil 4.4. Soru 2 (Türkiye): Malzemelerin elektriksel direnci

Türkiye dışından katılım gösterenlerin beşte ikisi, *bilmiyorum* cevabını seçmiş ve yaklaşık dörtte biri ise yanlış bir cevap vermiştir. Doğru olan seçeneği işaretleyen 6 kişi ise toplam katılımcı sayısının üçte birine denk gelmektedir (Şekil 4.5). Teste Türkiye dışından katılım gösterenlerin bu soruyu doğru cevaplayabilenlerinin oranı Türkiye'dekinden yüksektir.



Şekil 4.5. Soru 2 (diğer ülkeler): Malzemelerin elektriksel direnci

4.2.3. Soru 3: Alternatif akım ile kullanıcı güvenliğinin ilişkisi

Doğru ve alternatif akım farklarına ilişkin bilgiyi ölçen 3 numaralı soru ise şu şekildedir: Bütün halinde yıkanabilir bir elektrikli tıraş makinesi tasarımı yapıyorsunuz. Ürünün hangi tür akımda çalışması kullanıcı için daha güvenlidir?

a) Alternatif akım

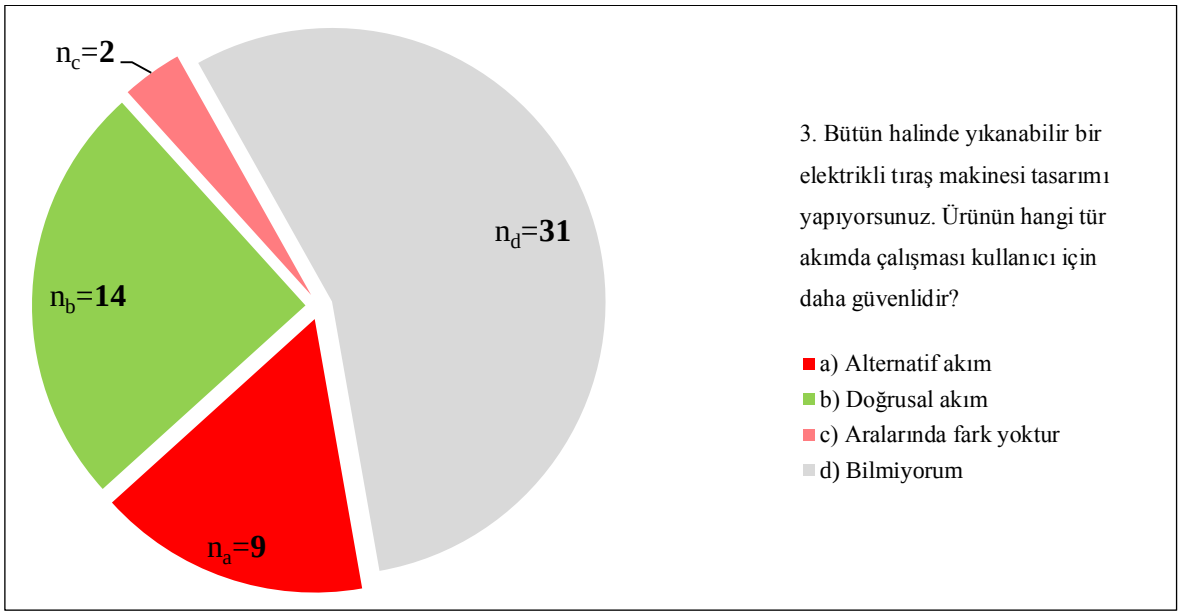
b) Doğrusal akım

c) Aralarında fark yoktur

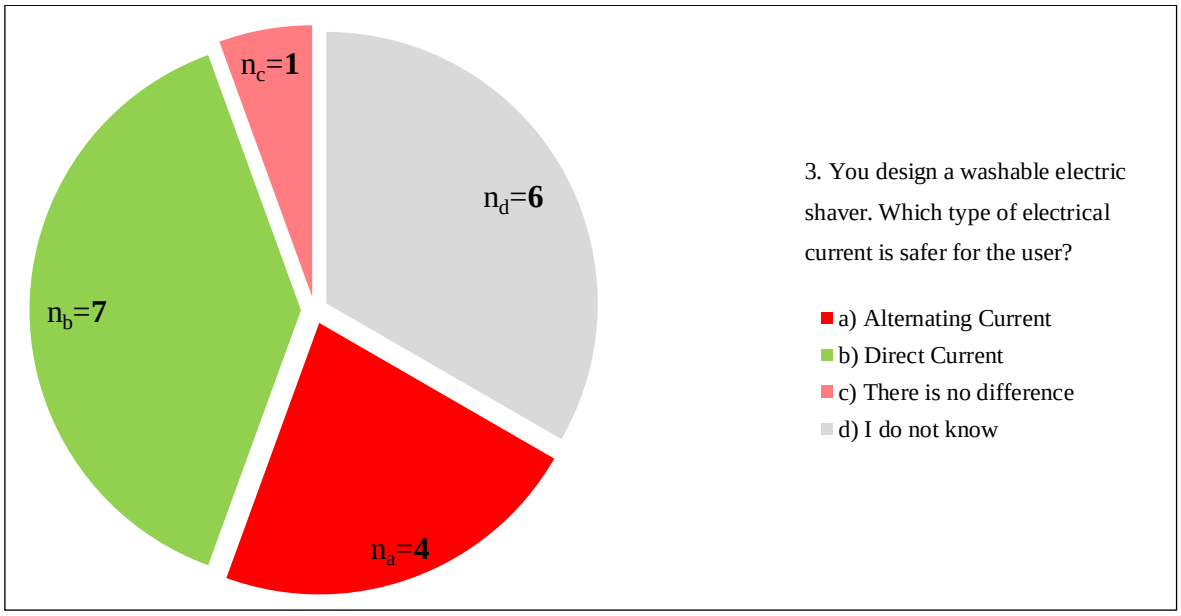
d) Bilmiyorum

Gündelik nesnelerin nasıl çalıştığına ilişkin temel seviyede elektronik bilgisi olan bir kişi, tıraş makinesinin diğer birçok gündelik nesneye oranla çok daha düşük güç gereksinimi ile çalışabildiğini ve eğer makine, günümüzde yaygın olan tıraş makineleri gibi şarjlı ya da pilliyse zaten bütün bileşenlerin doğrusal akımda çalışmasının tercih edileceğini tahmin edebilir. Bu sebeple, şebeke elektriğinden, yani çarpılma riski oluşturan yüksek gerilimli alternatif akımdan faydalanılmasına ihtiyaç yoktur ve ideal cevap doğrusal akımdır.

Türkiye'deki katılımcıların yarısından fazlası soruya *bilmiyorum* cevabını vermeyi tercih etmiştir. Katılımcıların dörtte biri doğru cevabı seçebilirken, diğerleri ise soruya yanlış bir cevap vermiştir (Şekil 4.6). Katılımcıların yaklaşık olarak dörtte üçünün doğru ve alternatif akım konu başlığına ilişkin eksik veya yanlış bilgiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Öte yandan yeni mezunların doğru cevap verme oranı (%50), son sınıf öğrencilerine kıyasla (%9) kayda değer oranda daha fazladır (Δ%41, n=56, p=0,002).



Şekil 4.6. Soru 3 (Türkiye): Alternatif akım ile kullanıcı güvenliğinin ilişkisi



Şekil 4.7. Soru 3 (diğer ülkeler): Alternatif akım ile kullanıcı güvenliğinin ilişkisi

Türkiye dışından katılım gösterenlerin üçte biri, *bilmiyorum* cevabını tercih etmiş, yaklaşık dörtte biri yanlış bir cevap vermiş ve kalan beşte ikisi ise doğru cevabı seçebilmiştir (Şekil 4.7). Şekil 4.6 ve Şekil 4.7 incelendiğinde, Türkiye dışından katılanlar arasında bu soruya doğru cevap vermiş olanlarının oranının, Türkiye'den katılanlara oranla daha fazla olduğu anlaşılmaktadır. Üçte ikisi elektroniğe ilişkin dersler görmüş olan Türkiye dışındaki 15 öğrencinin, neredeyse hiçbiri elektroniğe ilişkin bir ders görmemiş olan Türkiye'deki 34 öğrenciye oranla kayda değer şekilde başarılı olduğu anlaşılmaktadır.

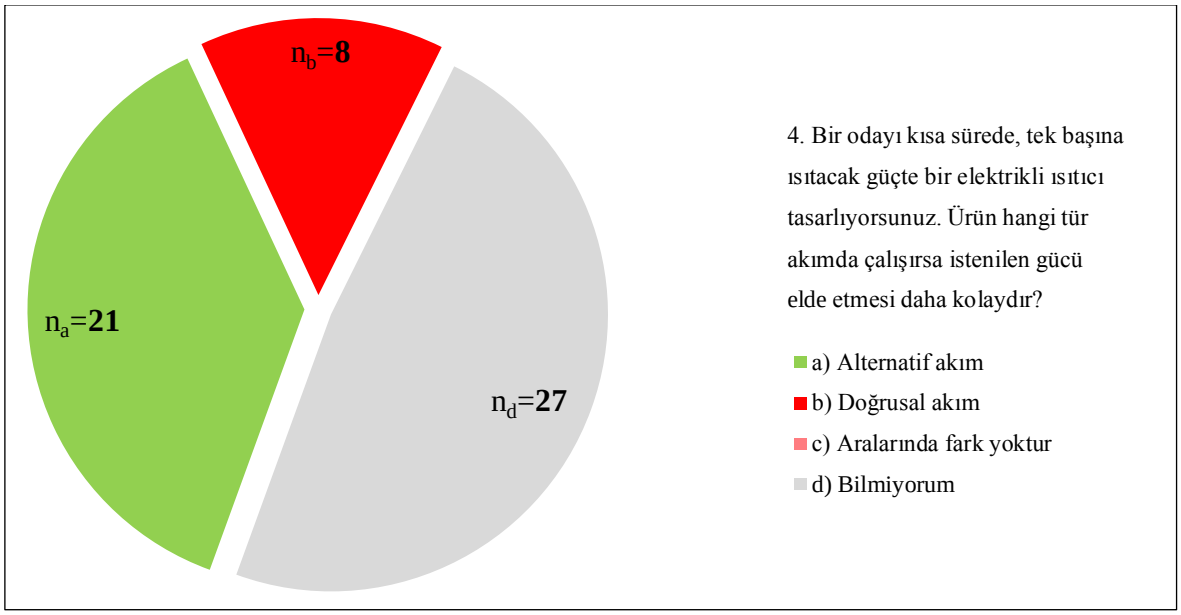
4.2.4. Soru 4: Yüksek gerilim ile güç arasındaki ilişki

Enerji-güç ve akım-gerilim ilişkisi konusuna ilişkin bilgiyi ölçen 4 numaralı soru şöyledir: Bir odayı kısa sürede, tek başına ısıtacak güçte bir elektrikli ısıtıcı tasarlıyorsunuz. Ürün hangi tür akımda çalışırsa istenilen gücü elde etmesi daha kolaydır?
a) Alternatif akım
b) Doğrusal akım
c) Aralarında fark yoktur
d) Bilmiyorum

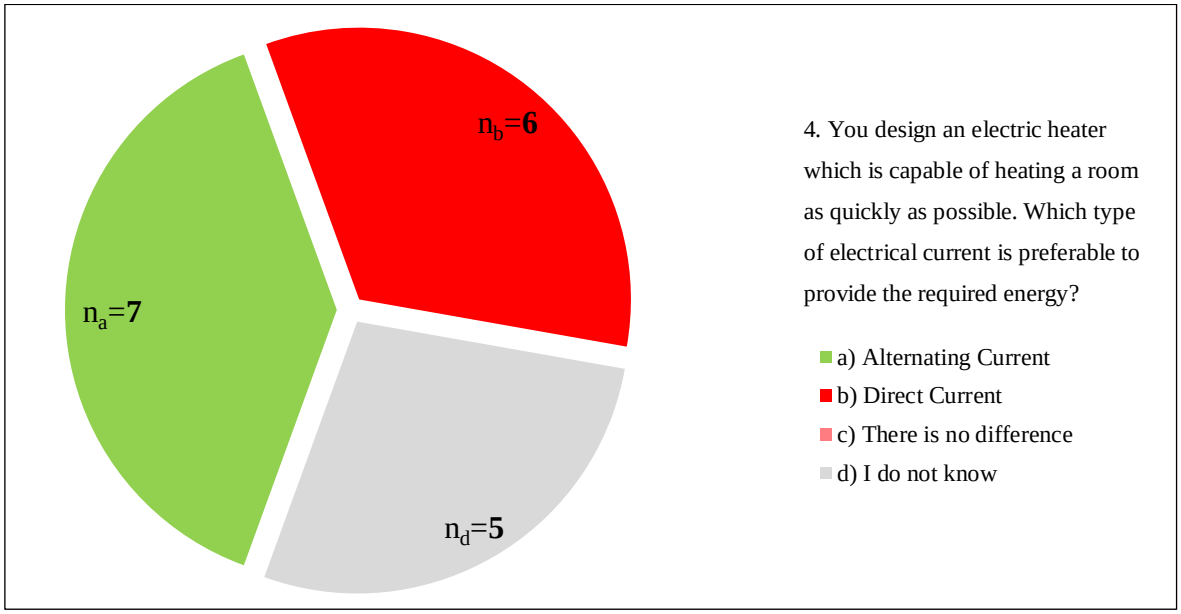
Odalar gibi görece büyük hacimleri ısıtma görevindeki elektrikli nesnelerin çoğu yüksek miktarda elektrik enerjisine ihtiyaç duyar. Binalarda prizlerden alınan yüksek gerilimli alternatif akım, daha maliyetsiz ve daha güvenli şekilde daha fazla enerjiden faydalanmayı sağlaması bakımından, düşük gerilimdeki doğrusal akıma oranla daha verimlidir. İdeal cevap söz konusu gerekçeyle alternatif akımdır. Doğrusal akımda olmasına karşın yüksek gerilimde çalışan bileşen türleri mevcuttur, ancak nadirlerdir. Hem maliyetleri sebebiyle gündelik nesnelerde tercih edilmezler.

Türkiye'deki katılımcıların yaklaşık yarısı *bilmiyorum* cevabını işaretlemeyi tercih etmiş, katılımcıların yaklaşık beşte ikisi olan 27 kişi ise doğru cevabı verebilmiştir. Cevapların dağılımı Şekil 4.8'de incelenebilir. Yeni mezunların doğru cevap verme oranı (%62), son sınıf öğrencilerine oranla (%24) kayda değer şekilde daha fazladır (Δ%38, n=56, p=0,020). Aradaki farkın %40'a yakın olması sebebiyle söz konusu bulgu tartışmaya değer bir konu olarak tespit edilmiştir.

Türkiye dışından katılım gösterenlerin ise yaklaşık dörtte biri, *bilmiyorum* cevabını tercih etmiş, üçte biri yanlış cevap vermiş, kalanı doğru olan seçeneği işaretlemiştir (Şekil 4.9). Şekil 4.8 ve Şekil 4.9 incelendiğinde teste Türkiye dışından katılanların ve Türkiye'den katılanların doğru cevap verenlerinin oranlarının neredeyse eşit olduğu görülmektedir.



Şekil 4.8. Soru 4 (Türkiye): Yüksek gerilim ile güç arasındaki ilişki



Şekil 4.9. Soru 4 (diğer ülkeler): Yüksek gerilim ile güç arasındaki ilişki

4.2.5. Soru 5: Güç kaynağı isimli bileşenin görevi

Enerji-güç ve akım-gerilim ilişkisi konusuna yönelik bilgiyi ölçen 5 numaralı soru ise şu şekildedir: Yalnızca şebeke elektriği ile çalışabilen bir masaüstü bilgisayar tasarlıyorsunuz. Ürün içerisinde kullanılan güç kaynağının amacı aşağıdakilerden hangisi olabilir?

a) Voltajı regüle etmek

b) Akımı alternatiften doğrusala çevirmek

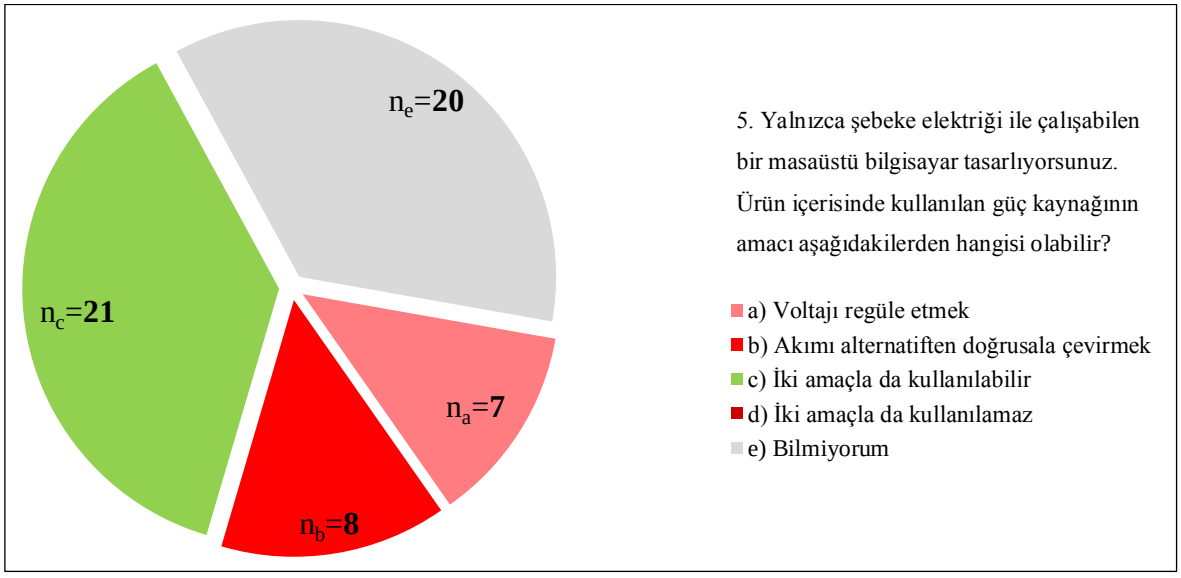
c) İki amaçla da kullanılabilir

d) İki amaçla da kullanılamaz

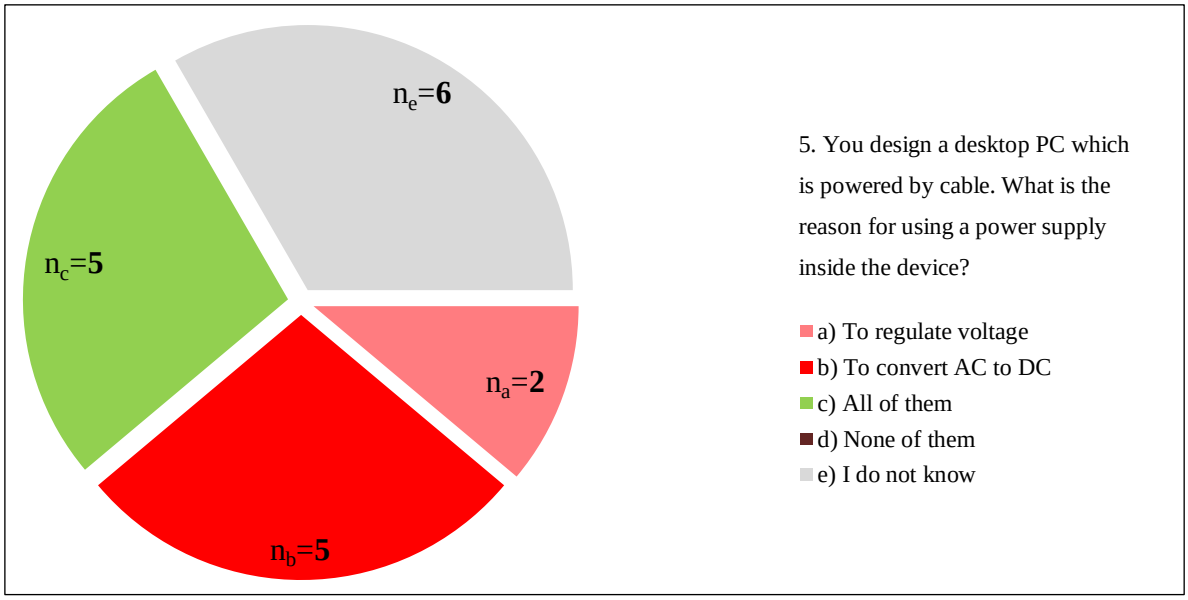
e) Bilmiyorum

Bir güç kaynağı, prize bağlanarak çalışması gereken nesnelerde hem gerilimin miktarını hem de akımın türünü dönüştürmek görevindedir. Bilgisayarlar ve dijitalleşen birçok diğer gündelik nesnenin bileşenleri doğrusal akımda ve prizden gelene oranla çok daha düşük gerilimde elektrik akımına ihtiyaç duyar. Doğru cevap, iki amaçla da kullanılabileceğidir.

Türkiye'deki katılımcıların yaklaşık üçte ikisinin güç kaynağı bileşeninin görevini eksik ya da yanlış bildiği veya hiç bilmediği anlaşılmaktadır. Türkiye'den katılan toplam 56 yeni mezun ve son sınıf öğrencisinin cevaplarının dağılımı Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Üçte ikisi soruya doğru cevap vermiş olan yeni mezun katılımcıların soruyu doğru cevaplama oranı, son sınıf öğrencilerine oranla kayda değer şekilde fazladır (Δ%26, n=56, p=0,009).



Şekil 4.10. Soru 5 (Türkiye): Güç kaynağı isimli bileşenin görevi



Şekil 4.11. Soru 5 (diğer ülkeler): Güç kaynağı isimli bileşenin görevi

Türkiye dışından katılım gösterenlerin üçte biri doğru cevabı işaretleyebilirken, üçte biri bilmiyorum cevabını tercih etmiş ve kalan üçte biri ise soruya yanlış bir cevap vermiştir. Cevapların dağılımı Şekil 4.11'de görülebilir. Türkiye dışından katılanlar arasında bu soruya doğru cevap verenlerin oranı Türkiye'dekinden daha düşüktür. Diğer ülkelerden katılım gösterenlerin büyük bölümünün son sınıf öğrencileri olduğu dikkate alındığında şu bulguya ulaşılmaktadır: Endüstriyel tasarımcıların güç ve gerilimin ilişkisine yönelik bilgisi, mezun olduktan kısa süre sonra kayda değer oranda artmaktadır.

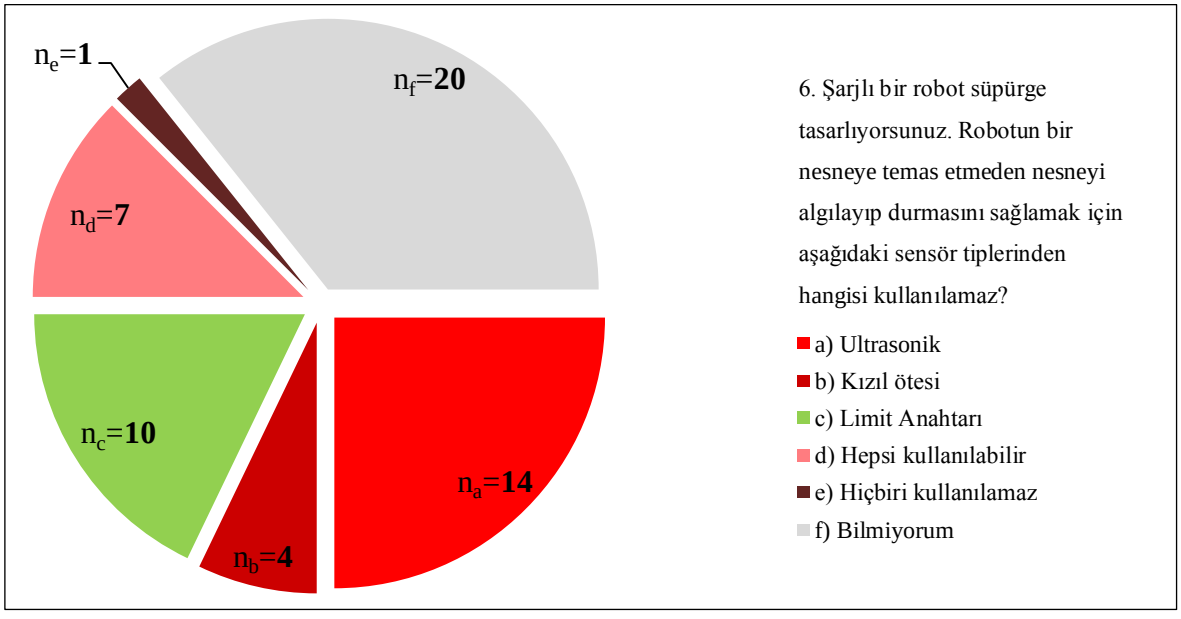
4.2.6. Soru 6: Engel algılamaya yönelik sensörler

Sensörler konusuna ilişkin bilgiyi ölçen 6 numaralı soru ise şu şekildedir: Şarjlı bir robot süpürge tasarlıyorsunuz. Robotun bir nesneye temas etmeden nesneyi algılayıp durmasını sağlamak için aşağıdaki sensör tiplerinden hangisi kullanılamaz?

a) Ultrasonik
b) Kızılötesi
c) Limit Anahtarı
d) Hepsi kullanılabilir
e) Hiçbiri kullanılamaz
f) Bilmiyorum

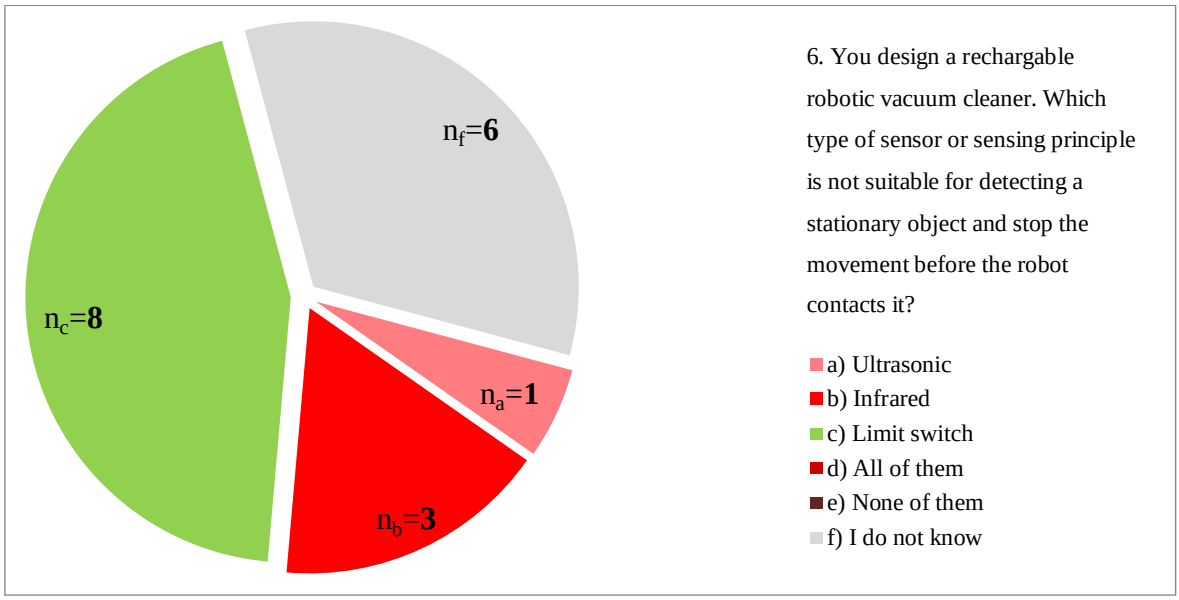
Ultrasonik ve kızıl ötesi kelimeleri gündelik hayatta da kullanılan ve biri ses diğeri ise ışık ile ilişkili kavramlardır. Hem ses dalgaları, hem de kızıl ötesi ışık aracılığıyla çalışan 2 algılama türü de çarpışma veya temas gerektirmeyen yaygın engel tanıma yöntemleridir. Halka açık tuvaletlerdeki otomatik kağıt havlu dispanserlerinde kişinin elinin nesneye yaklaştığının algılanması kızıl ötesi sensörlere bir örnektir. Otomobillerin park asistanları ise tampona monte edilen ultrasonik sensörlerden faydalanmaktadır. Limit anahtarı ise bir düğme gibi çalışır. Anahtar, tıpkı bir düğmeye basan parmak gibi temas ile tetiklenmek zorundadır. İdeal cevap limit anahtarıdır, çünkü temas olmadan engel algılaması mümkün değildir. Bu soru, doğru cevap verebilenlerin oranı bakımında katılımcıların en az başarılı olduğu dördüncü soru olmuştur (Bkz. Şekil 4.1; sayfa:143).

Türkiye'deki katılımcıların üçte birinden fazlası, temas etmeden engel algılama amacıyla ultrasonik ve kızıl ötesi sensörlerin kullanılamayacağı anlamına gelen cevapları seçmiştir. Katılımcıların yalnızca beşte ikisi ise soruya doğru cevap verebilmiştir. Cevapların dağılım grafiği Şekil 4.12'de gösterilmiştir. Testin genelindeki eğilimin aksine, yeni mezunların son sınıf öğrencilerine oranla daha az doğru cevap verebilmiş olması tartışmaya değer bir bulgudur (Δ-%7, n=56, p=0,028).



Şekil 4.12. Soru 6 (Türkiye): Engel algılamaya yönelik sensörler

Türkiye dışından katılım gösterenler arasından bu soruyu doğru cevaplayabilenlerin (%44) Türkçe teste katılım gösterenlere oranla (%18) kayda değer miktarda fazla olması (Δ%26) dikkat çeken diğer bir bulgudur. Limit anahtarının Arduino projelerinde, özellikle de robot prototiplerinde sıkça kullanılan bir bileşen olması iki katılımcı grubu arasındaki bu farkın gerekçesi olabilir. Çünkü Türkiye dışındaki ülkelerden katılım gösterenlerin üçte ikisi daha önce elektroniğe ilişkin bir veya daha fazla ders almıştır.



Şekil 4.13. Soru 6 (diğer ülkeler): Engel algılamaya yönelik sensörler

4.2.7. Soru 7: Sıcaklık ölçmeye yönelik sensörler

Sensörler konusuna ilişkin bilgiyi ölçen 7 numaralı soru şu şekildedir: Kullanıcıya pişirme bölümünün o andaki sıcaklığını sayısal değer ile gösteren bir fırın tasarımı yapıyorsunuz. Aşağıdakilerden hangisi sıcaklığı ölçme amacıyla kullanılabilir?

a) Termistör

b) Rezistans

c) Bimetal termostat

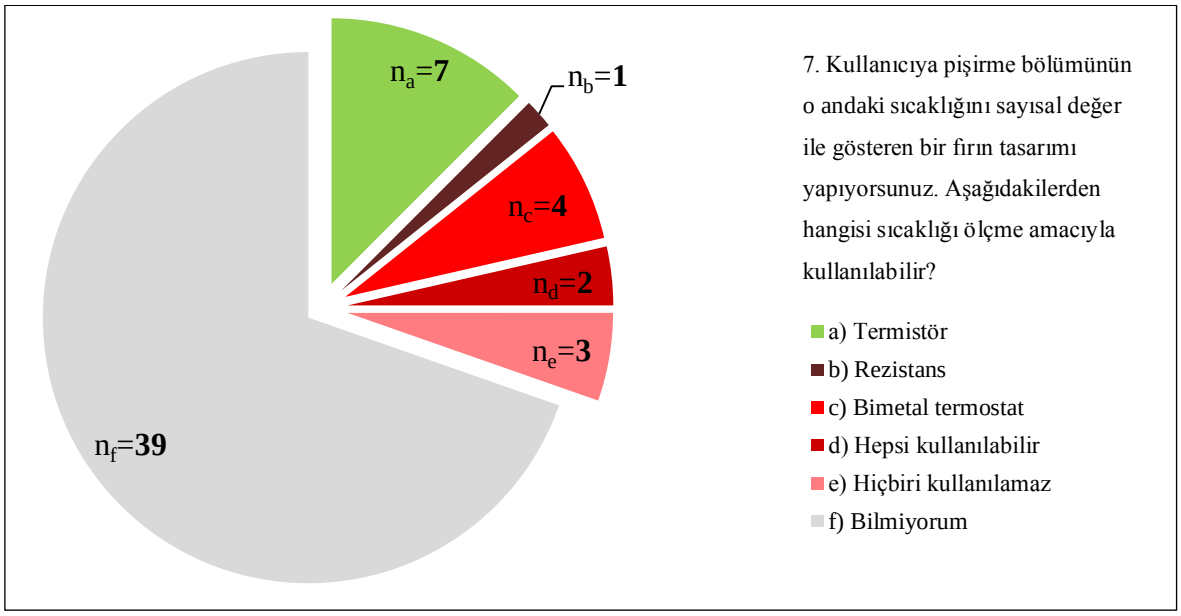
d) Hepsi kullanılabilir

e) Hiçbiri kullanılamaz

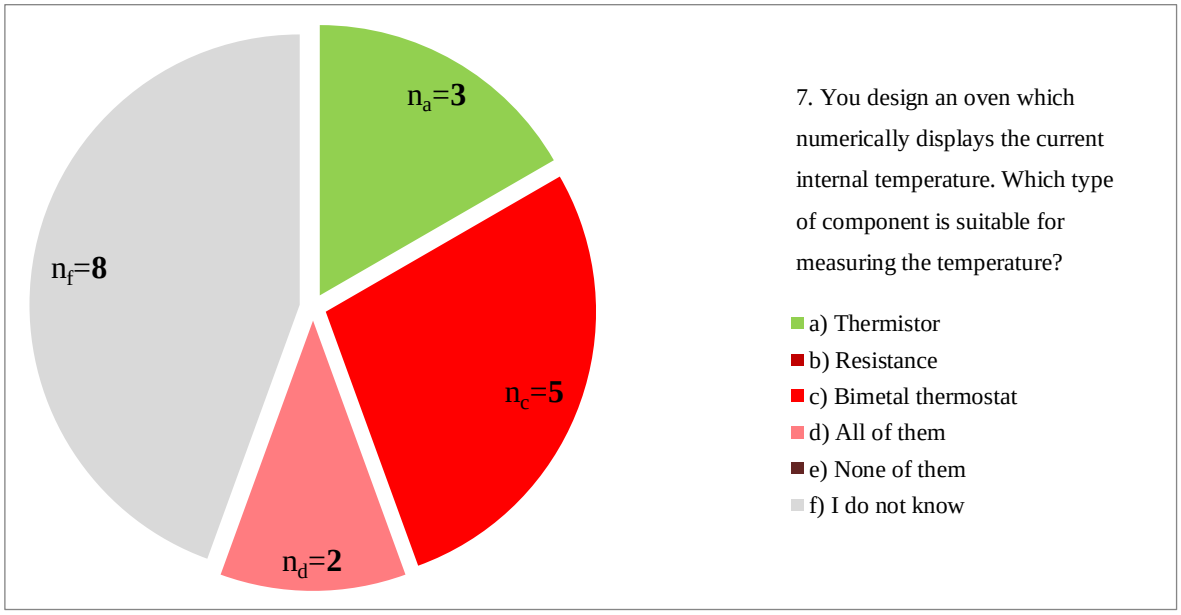
f) Bilmiyorum.

Seçeneklerdeki bileşen türlerinin 3'ü de sıcaklık ile ilişkilidir, ancak işlevleri birbirlerinden farklıdır. Rezistans, elektriksel direnç aracılığıyla sıcaklığı arttırmaya yarayan bir ısıtma

bileşenidir. Bir sensör çeşidi olarak görülemez. Termostat, spesifik bir sıcaklıkta devreye giren bir anahtardır. Genellikle devreyi kesmek veya tamamlamak aracılığıyla ısıtma veya soğutma işini durdurma veya başlatma görevindedir. Termostat, değişen sıcaklıkları ölçme becerisine sahip değildir. Doğru cevap termistördür, çünkü termistör; fırın ve buzdolabı gibi gündelik nesneler içerisinde de bulunabilen ve ısıtılan ya da soğutulan bölümünü iç ortam sıcaklığını ölçme amacıyla faydalanılan bir bileşendir.



Şekil 4.14. Soru 7 (Türkiye): Sıcaklık ölçmeye yönelik sensörler



Şekil 4.15. Soru 7 (diğer ülkeler): Sıcaklık ölçmeye yönelik sensörler

Türkiye'deki katılımcıların çoğunluğu *bilmiyorum* seçeneğini işaretlemeyi tercih etmiş ve beşte ikisi ise yanlış bir cevap vermiştir. Cevapların dağılımı Şekil 4.14'te gösterilmiştir. Yeni mezunların, son sınıf öğrencilerine oranla daha az bir bölümünün doğru cevap vermiş olması (Δ%-7) dikkat çekicidir. Türkiye dışından katılım gösterenler arasında bu soruya doğru cevap verebilenlerin oranı (Şekil 4.15), Türkçe teste katılım gösterenlerinkine oranla daha yüksek olsa da katılımcıların tamamı arasında doğru cevapların oranı düşüktür.

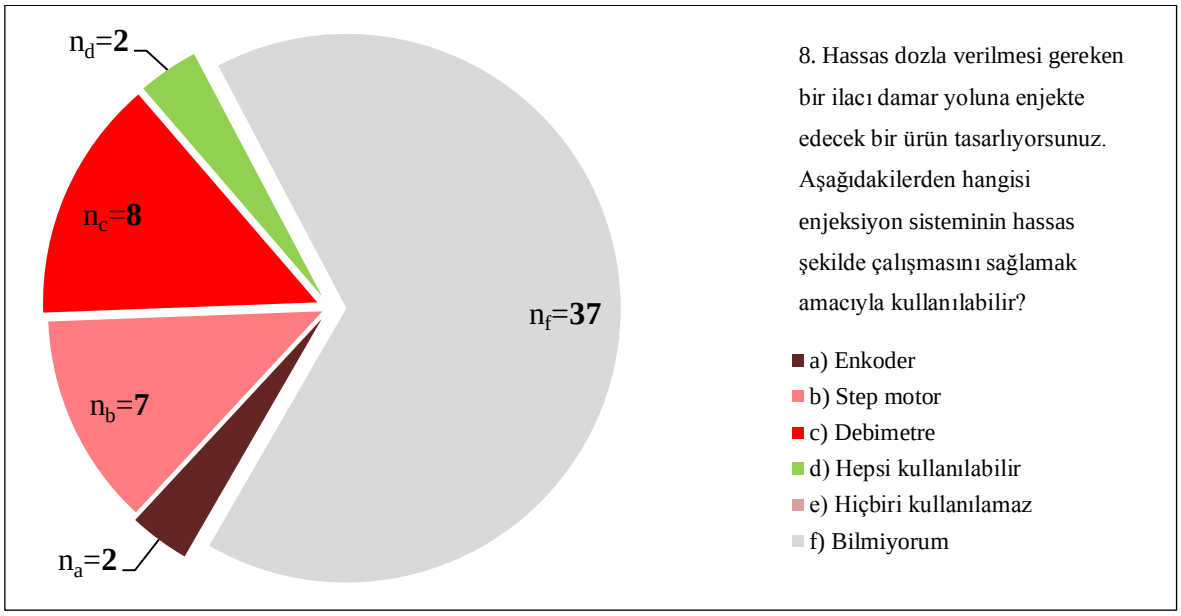
4.2.8. Soru 8: Motorların hassasiyeti

Aktüatörler konusuna ilişkin bilgiyi ölçen 8 numaralı soru şöyledir: Hassas dozla verilmesi gereken bir ilacı damar yoluna enjekte edecek bir ürün tasarlıyorsunuz. Aşağıdakilerden hangisi enjeksiyon sisteminin hassas şekilde çalışmasını sağlamak amacıyla kullanılabilir?
a) Enkoder
b) Step motor
c) Debimetre
d) Hepsi kullanılabilir
e) Hiçbiri kullanılamaz
f) Bilmiyorum.

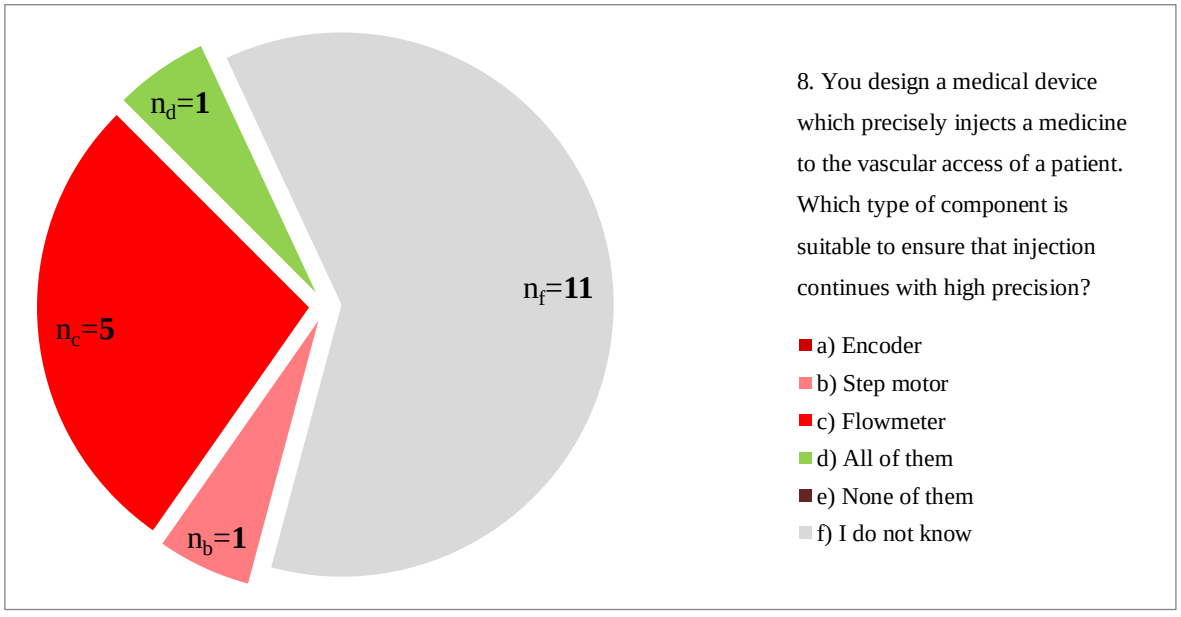
Vakada değinilen ilaç enjekte etme işi pompalar aracılığıyla yapılır. Elektrikli pompalar, aslında pompa görevindeki mekanik aksamlar ile birleştirilmiş olan elektrik motorlarıdır. Elektrik motorlarının çoğu türünün dönüş hızı veya tam olarak kaç tur döndükten sonra duracağı hassas şekilde yönetilemez. Step motorların ise hızı ve konumu yönetilebilir. Öte yandan enkoder, diğer motor türlerinin de konum hassasiyeti ile yönetilmesini sağlayan bir eklentidir. Debimetre ise ilacın akış hızını ölçme amacındadır. Akış hızı bilgisi pompayı doğru hızda çalıştırabilmeyi sağlayan bir geri bildirimdir. Cevap, hepsidir, çünkü istenirse 3 bileşenden de ayrı ayrı faydalanılabileceği gibi, istenirse 3 bileşen eş zamanlı olarak da kullanılabilir. Bu gerekçeyle yanlış cevaplar kısmi muhakemeye işaret etmektedir. Soru, elektromekanik bir sisteme ilişkin olduğu için öncelikle *aktüatörler* konusu ile ilişkilidir. Ancak, debimetre bir sensör olduğu ve enkoder ise aktüatörlere monte edilen bir sensör olarak kabul edilebileceği için soru aynı zamanda *sensörler* ile de ilişkilidir.

Türkiye'deki katılımcıların üçte ikisi *bilmiyorum* seçeneğini işaretlemiş ve yalnızca 2 kişi soruya doğru cevap vermiştir. Cevapların dağılımı Şekil 4.16'da gösterilmiştir. Bulgular,

56 katılımcının yaklaşık tamamının elektromekanik sistemlere ilişkin yetersiz bilgiye sahip olduğuna işaret etmektedir. Kısmi muhakemeye işaret etmesi ihtimal olan cevaplar ile doğru cevapların toplamı bile 56 katılımcının ancak üçte birine denk gelmektedir. Doğru yanıtların sayısı çok az olduğundan ötürü yeni mezunlar ve son sınıf öğrencileri arasında fark aranmamıştır. Şekil 4.17'de gösterildiği üzere, Türkiye dışından katılım gösterenler arasından da çok az kişi doğru cevap verebilmiştir.



Şekil 4.16. Soru 8 (Türkiye): Motorların hassasiyeti



Şekil 4.17. Soru 8 (diğer ülkeler): Motorların hassasiyeti

4.2.9. Soru 9: Ekran çeşitleri

Kullanıcı etkileşimi bileşenleri konusuna ilişkin bilgiyi ölçen 9 numaralı soru şu şekildedir: Tek işlevi zamanı sayısal olarak göstermek olan ve ekranı hiçbir zaman kararmayan pilli bir kol saati tasarlıyorsunuz. Hangi ekran türü seçilirse pilin enerjisini en verimli şekilde kullanılmış olur?

a) Grafik LCD

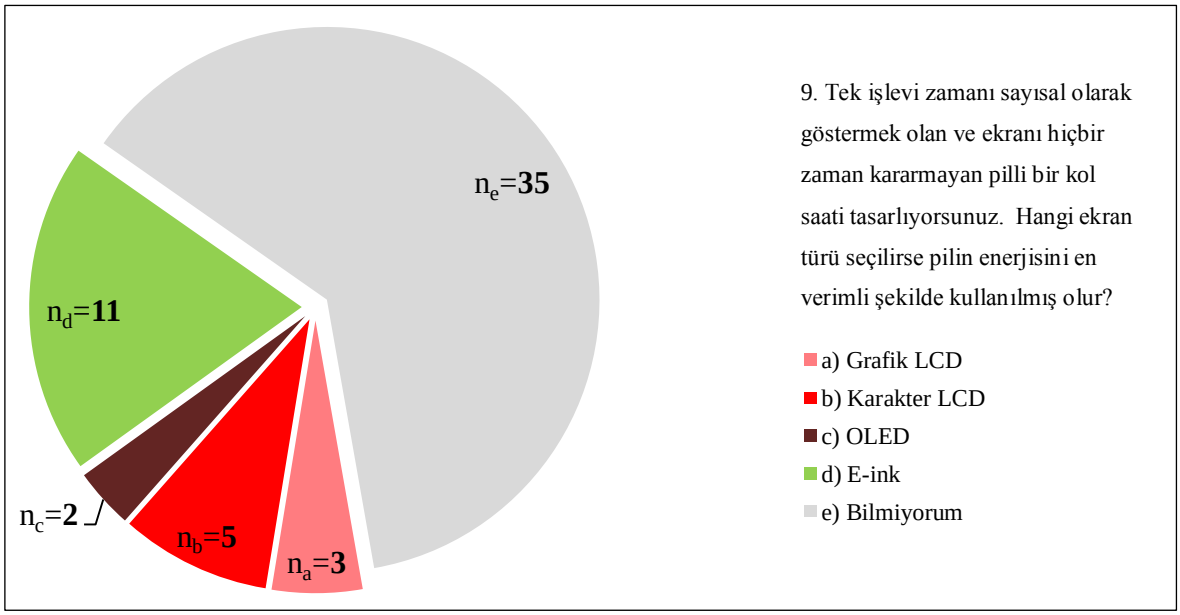
b) Karakter LCD

c) OLED

d) E-ink

f) Bilmiyorum.

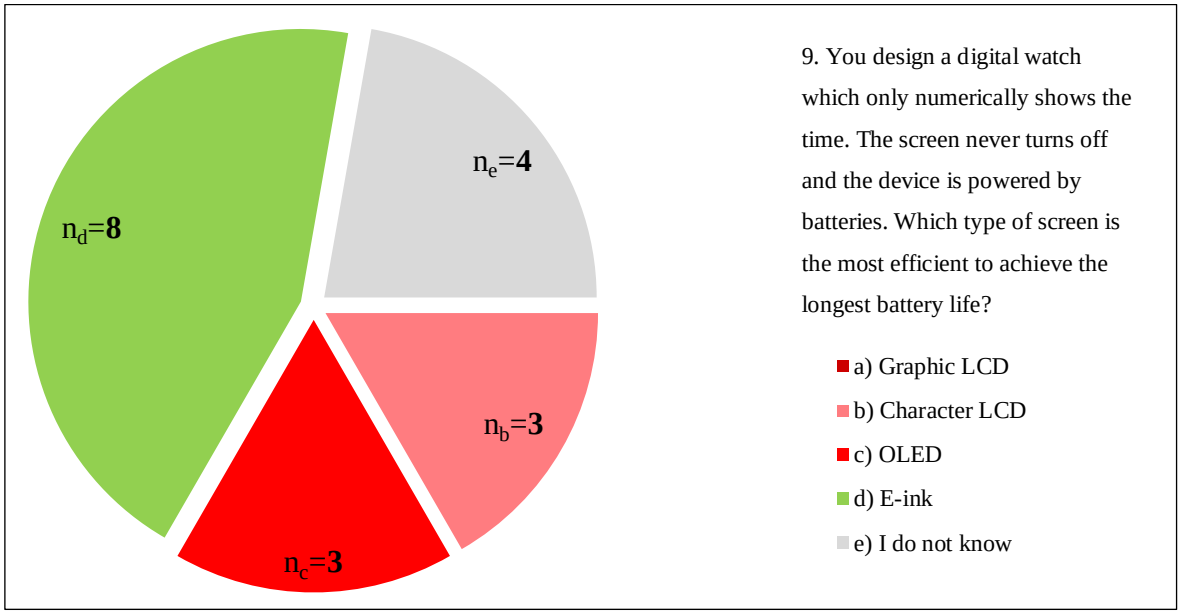
Katılımcılara sunulan seçeneklerin tamamı ekran türleri olmakla birlikte, e-ink, çok düşük enerji tüketimi sağlamasıyla bilinen özel bir türdür. Diğer ekran türlerinin aksine, e-ink, sabit bir görüntüyü sergilerken değil, yalnızca görüntü dinamik olduğunda enerji tüketir. Market reyonlarındaki elektronik etiketler ve e-kitap okuyucular e-ink türünde ekranların faydalanıldığı nesnelere örnek verilebilir. Zaman, hangi format ile gösterilirse gösterilsin, saat ve dakikaya ilişkin görüntü bölümleri seyrek değişeceği için e-ink ideal cevaptır.



Şekil 4.18. Soru 9 (Türkiye): Ekran çeşitleri

Türkiye'den katılım gösteren 56 kişinin yalnızca beşte biri doğru cevabı işaretleyebilmiştir. Katılımcıların üçte ikisi *bilmiyorum* seçeneğini tercih etmiş ve kalanı ise soruya yanlış bir

cevap vermiştir. Yanıtların dağılımı Şekil 4.18'de gösterilmektedir. Bu soruyu cevaplarken yeni mezunların, son sınıf öğrencilerine oranla daha başarısız olduğu görülmektedir, ancak bulgu istatistiksel olarak %5 güven aralığı dışındadır (Δ-%10, n=56, p=0,083). Türkiye dışından katılım gösterenlerin yaklaşık beşte biri *bilmiyorum* cevabını işaretlemiş, yaklaşık üçte biri yanlış bir cevap vermiş, yarısına yakın bir bölümü ise doğru olan cevabı seçmiştir (Şekil 4.19). Türkiye haricindeki ülkelerden katılanlar arasından doğru cevap verenlerin oranı (%44) Türkiye'dekilerden (%20) kayda değer oranda fazladır (Δ%24).



Şekil 4.19. Soru 9 (diğer ülkeler): Ekran çeşitleri

4.2.10. Soru 10: Ayar verme amaçlı düğmeler

Kullanıcı etkileşimi bileşenleri konusuna ilişkin bilgiyi ölçen 10 numaralı soru şöyledir: Pervane hızının düğme ile değiştirilebildiği bir saç kurutma makinesi tasarlıyorsunuz. Aşağıdaki donanımların hangisi söz konusu işlevi sağlamak amacı ile kullanılabilir?

a) Potansiyometre

b) Kondansatör

c) Transistör

d) Hepsi kullanılabilir

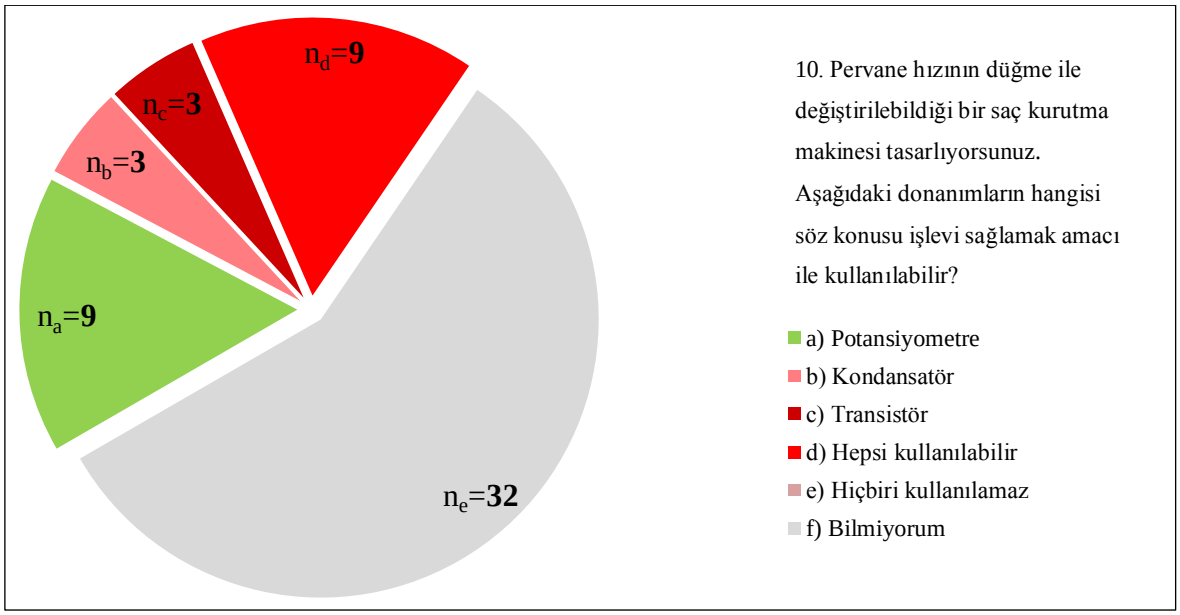
e) Hiçbiri kullanılamaz

f) Bilmiyorum

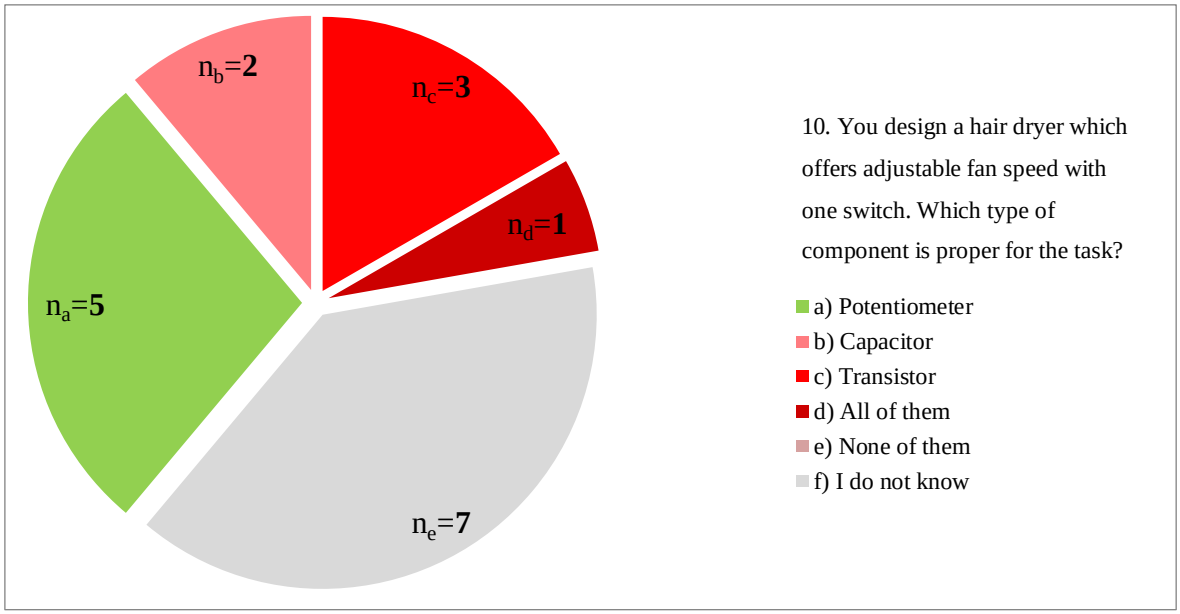
Seçenekler arasında yalnızca potansiyometre bir ayar düğmesi olarak da kullanılmaktadır. Potansiyometre, ses düzeyi veya ışık şiddeti gibi unsurların miktarının çevirme hareketi ile ayarlanmasını sağlayan ve yaygın kullanılan bir bileşen türüdür. Diğer seçenekler olan kondansatör ve transistör ise kullanıcı ile etkileşimi olmayan devre kartı bileşenleridir. Söz konusu gerekçeyle doğru cevap potansiyometredir.

Türkiye'deki katılımcıların yaklaşık üçte ikisi *bilmiyorum* cevabını, yaklaşık dörtte biri ise yanlış bir cevabı seçmiştir. 56 kişi arasında doğru cevap verebilenlerin sayısı 9'dur. Cevapların dağılımı Şekil 4.20'de gösterilmiştir. Yeni mezunlar arasında bu soruyu doğru cevaplayabilenlerin oranı son sınıf öğrencilerine oranla kayda değer şekilde daha fazladır (Δ%19, n=56, p=0,001).

Türkiye dışından katılım gösterenlerin üçte biri bu soruya doğru cevap vermiş, diğer üçte biri ise yanlış bir seçeneği işaretlemiştir. Kalanlar ise *bilmiyorum* cevabını tercih etmiştir. Söz konusu 18 katılımcının cevapları Şekil 4.21'de gösterilmiştir. Türkiye dışından katılım gösterenleri arasından doğru yanıtlayanların oranı (%28) Türkiye'dekinden (%16) daha fazladır (Δ%12).



Şekil 4.20. Soru 10 (Türkiye): Ayar verme amaçlı düğmeler



Şekil 4.21. Soru 10 (diğer ülkeler): Ayar verme amaçlı düğmeler

4.2.11. Soru 11: Anten sinyallerine engel olan malzemeler

Haberleşme sistemleri ve antenler konusuna ilişkin bilgiyi ölçen 11 numaralı soru şöyledir: Kablosuz iletişimle cep telefonuna kayıt gönderen bir video kamera tasarımı yapıyorsunuz. Ürünün gövdesi hangi malzemeden üretilirse kablosuz iletişim daha kolay ve daha verimli olarak sağlanabilir?

a) Çelik

b) Alüminyum

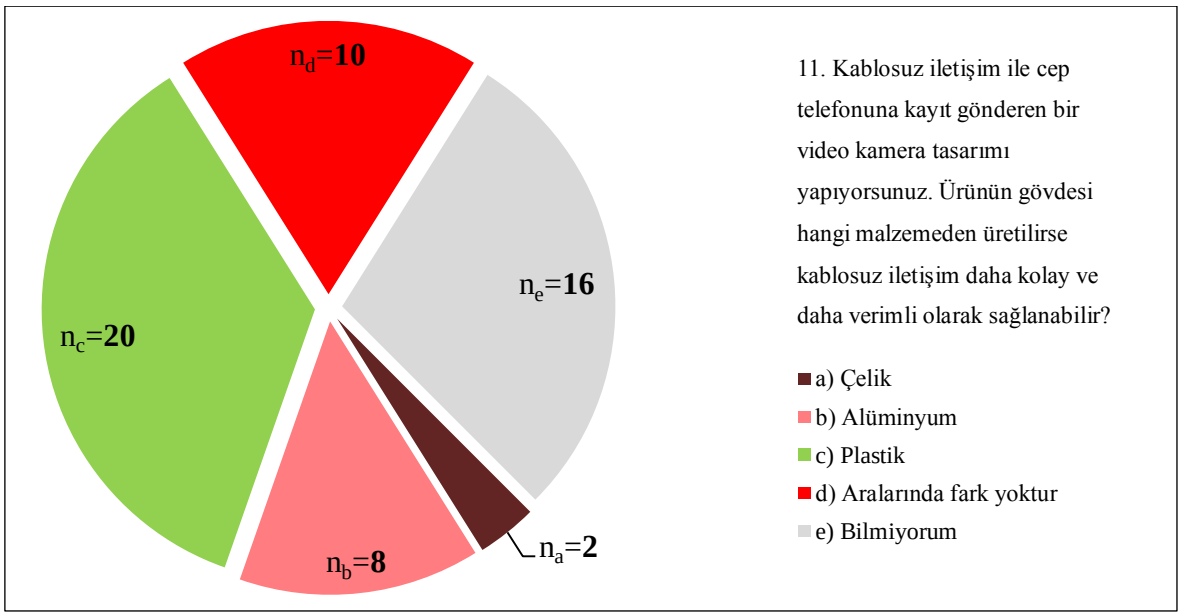
c) Plastik

d) Aralarında fark yoktur

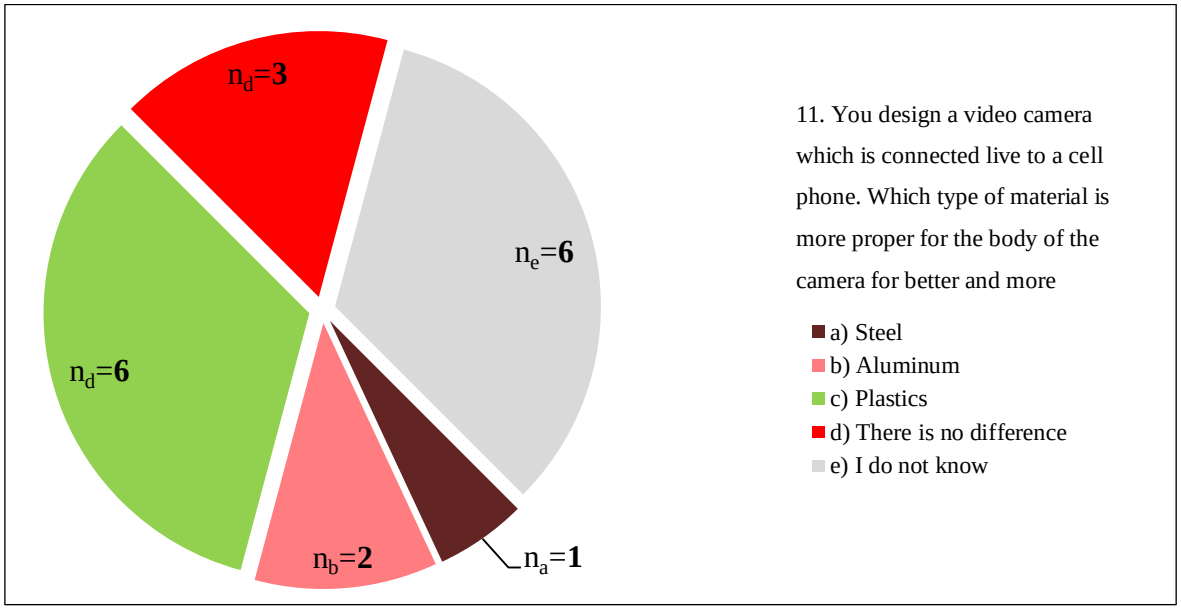
e) Bilmiyorum

İletken malzemeler elektromanyetik kafesler oluşturabilirler. Elektromanyetik kafesler ise kablosuz iletişim sinyallerinin iletimine engel olabilir. Bazı asansörlerde cep telefonu görüşmelerinin kesilmesi ve mikrodalga fırınların çevreye zarar vermeden çalışabilmesi elektromanyetik kafeslerin etkileri ile ilişkilidir. Çeliğin ve alüminyumun aksine plastikler elektromanyetik bir kafes oluşturmaz ve bu sorunun ideal cevabı plastiklerdir. Nesnenin gövdesinin plastikten imal edilmesi durumunda, nesnenin içerisinde herhangi bir anten türünden faydalanılması mümkündür.

Türkiye'deki katılımcıların üçte birine yakını bu soruya doğru cevap verebilmiş, yaklaşık üçte biri *bilmiyorum* seçeneğini işaretlemiş ve kalanı ise soruyu yanlış cevaplamıştır. Söz konusu 56 katılımcının cevaplarının dağılımı Şekil 4.22'de gösterilmiştir. Yeni mezun katılımcılar arasında soruya doğru cevap verebilenlerin oranı (%59), son sınıf öğrencisi olanlara oranla (%21) kayda değer şekilde daha yüksektir (Δ%28, n=56, p=0,005). Türkiye dışından katılım gösterenlerin cevaplarının dağılımının gösterildiği Şekil 4.23 ile Şekil 4.22 karşılaştırıldığında ise cevapların dağılımının benzer olduğu görülmektedir.



Şekil 4.22. Soru 11 (Türkçe): Anten sinyallerine engel olan malzemeler



Şekil 4.23. Soru 11 (diğer ülkeler): Anten sinyallerine engel olan malzemeler

Bu araştırmanın birinci aşamasında yürütülen yarı-yapılandırılmış görüşmelere katılmış olan elektronik mühendislerine göre haberleşme sistemleri ve antenler, ancak deneyimli bir endüstriyel tasarımcı tarafından öğrenilmiş olması beklenen bir konudur (Bkz. Çizelge 4.2; sayfa:136). Söz konusu bilgi türü ile ilişkili olan bu sorunun, testteki diğer 7 soruya oranla daha fazla doğru cevaplanmış olması dikkat çeken bir bulgudur (Bkz. Şekil 4.1, sayfa:143)

4.2.12. Soru 12: Uzak mesafeli haberleşme yöntemleri

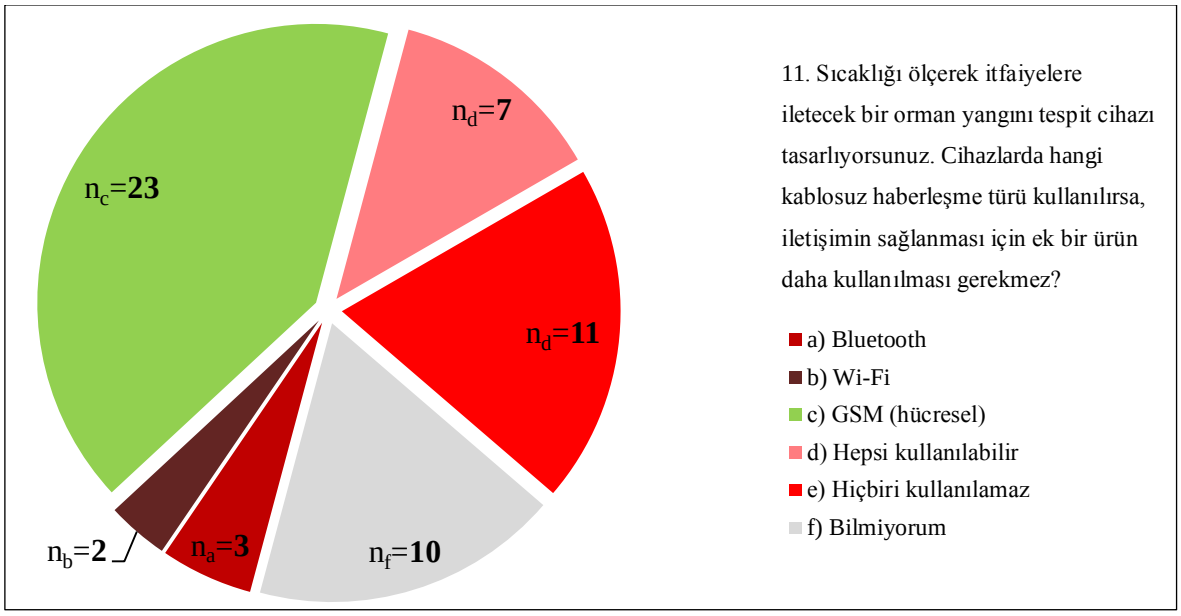
Haberleşme sistemleri ve antenler konusuna ilişkin bilgiyi ölçen 12 numaralı soru şöyledir: Sıcaklığı ölçerek itfaiyelere iletecek bir orman yangını tespit cihazı tasarlıyorsunuz. Cihazlarda hangi kablosuz haberleşme türü kullanılırsa, iletişimin sağlanması için ek bir ürün daha kullanılması gerekmez?

a) Bluetooth
b) Wi-Fi
c) GSM
d) Hepsi kullanılabilir
e) Hiçbiri kullanılamaz
f) Bilmiyorum.

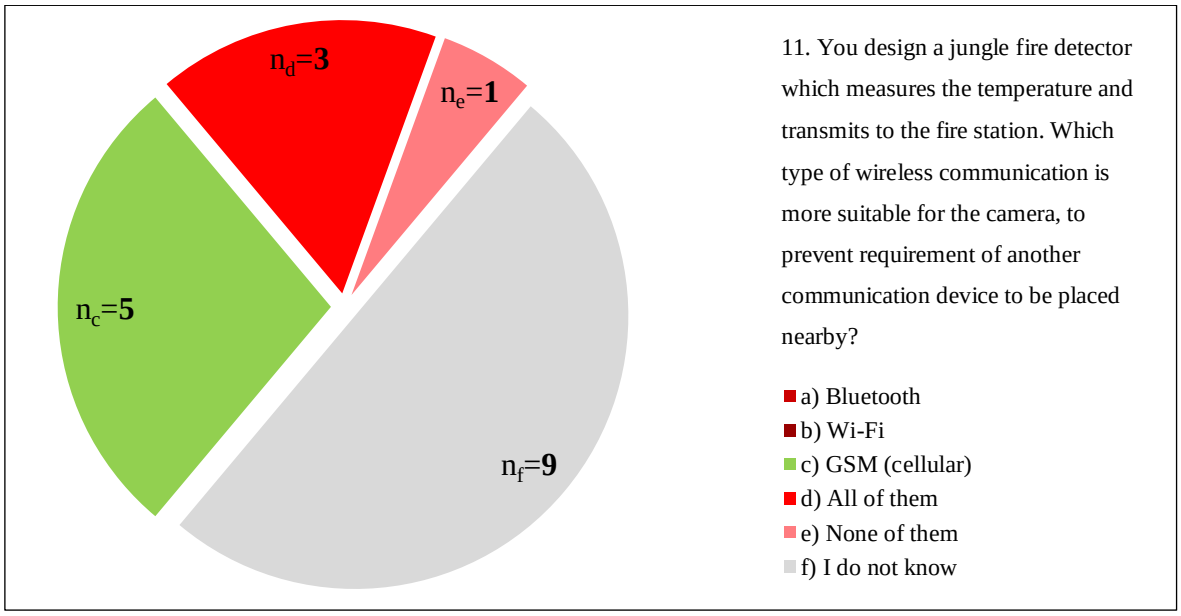
Bluetooth ve Wi-Fi antenleri istisnalar haricinde görece kısa mesafeli iletişim amacındadır. Kısa mesafeli olmalarının haricinde çevredeki diğer bir nesneye, örneğin bir cep telefonu veya modem olarak da bilinen bir kablosuz ağ sağlayıcı ile bağlantı kurmak zorundalardır. GSM ise ideal yanıttır. Çünkü, baz istasyonları aracılığıyla bağlantı kurduğu için, iletişim mesafesi diğerlerine oranla daha uzundur ve ikinci bir nesnenin kablosuz iletişime aracılık etmesi gerekmez.

Türkiye'deki katılımcıların beşte ikisine yakını bu soruya doğru cevap vermiş, diğer beşte ikisi yanlış bir cevabı seçmiş, kalanı ise bilmiyorum seçeneğini işaretlemiştir. Cevapların dağılımları, Şekil 4.24'te görülebilir. Yeni mezunların üçte biri doğru cevap verebilmişken son sınıf öğrencilerinin ise yarısı doğru cevabı seçebilmiştir. Testin genelindeki eğilim ile ters yönde kayda değer bir fark oluşmuş olmasına rağmen, farklılık istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir (Δ-%20, n=56, p=0,187).

Türkiye dışından katılım gösterenlerin üçte biri doğru cevabı işaretlerken, yarısı ise doğru yanıtı bilmediğini ifade etmiştir. Söz konusu 18 katılımcının cevapları dağılımı Şekil 4.25 aracılığıyla gösterilmiştir. Teste Türkiye dışından katılanlar arasından bu soruya doğru cevap verebilenlerin oranının Türkiye'dekinden düşük olduğu (Δ-%13) görülmektedir. Öte yandan, Türkiye'deki katılımcılar arasından yanlış cevap verenlerin oranı Türkiye dışından katılanlara oranla fazladır (Δ%18).



Şekil 4.24. Soru 12 (Türkiye): Uzak mesafeli haberleşme yöntemleri



Şekil 4.25. Soru 12 (diğer ülkeler): Uzak mesafeli haberleşme yöntemleri

Haberleşme sistemleri ve antenler konusu, deneyim kazandıkça öğrenilmiş olması gereken bir konu olarak sınıflandırılmıştır (Bkz. Çizelge 4.2; sayfa:136). Bu soruya, testteki diğer 10 soruya oranla (Bkz. Şekil 4.1, sayfa:143) daha fazla katılımcının doğru cevap vermiş olması bir tartışma konusudur.

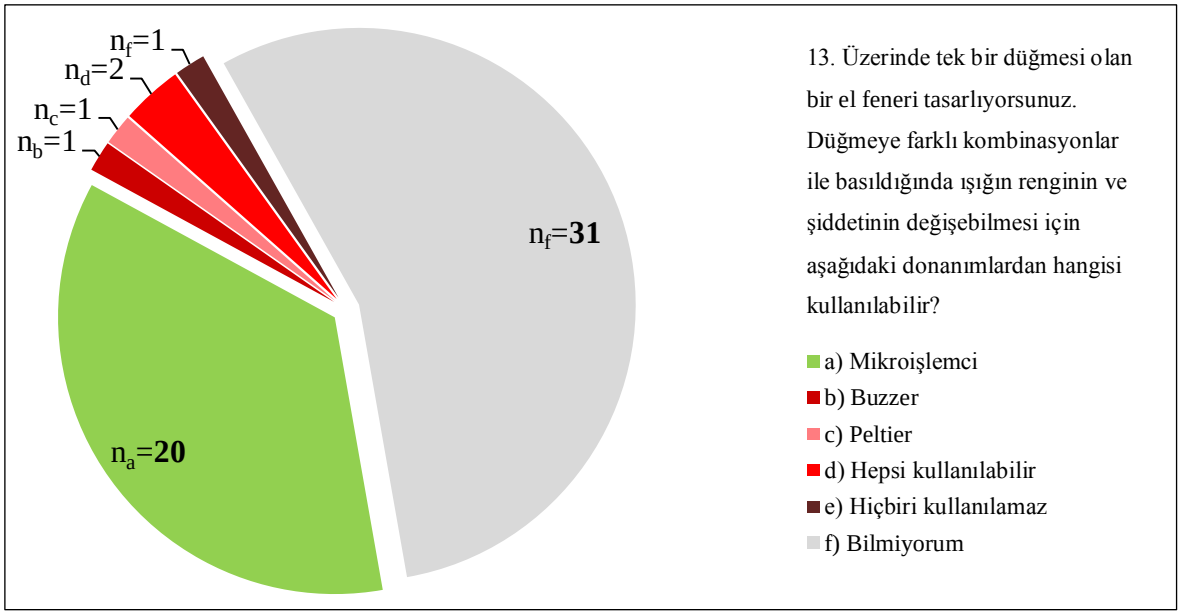
4.2.13. Soru 13: Mantıksal işlemlere yönelik bileşenler

Analog ve sayısal elektroniğin farklılıkları konusuna ilişkin bilgiyi ölçen 13 numaralı soru ise şöyledir: Üzerinde tek bir düğmesi olan bir el feneri tasarlıyorsunuz. Düğmeye farklı kombinasyonlar ile basıldığında ışığın renginin ve şiddetinin değişebilmesi için aşağıdaki donanımlardan hangisi kullanılabilir?

a) Mikroişlemci
b) Buzzer
c) Peltier
d) Hepsi kullanılabilir
e) Hiçbiri kullanılamaz
f) Bilmiyorum.

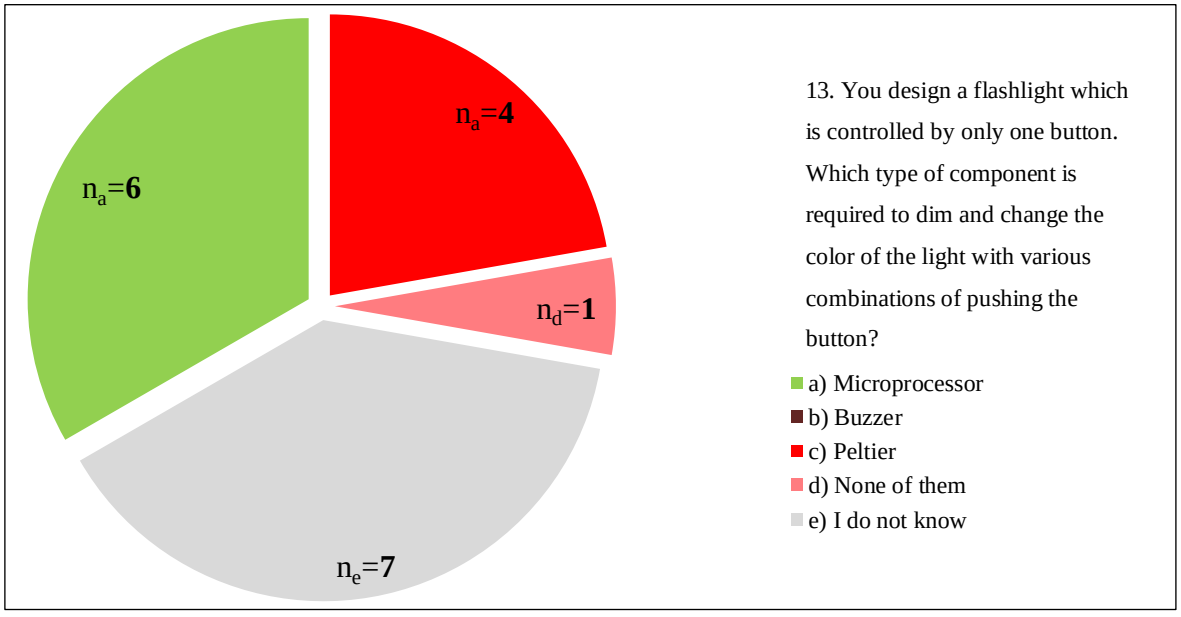
Buzzer, bir ses üretecidir. Peltier ise soğutma amacıyla faydalanılan bir bileşendir. Bu 2 seçenek de vaka ile ilişkisiz görevlere sahip bileşenlerdir. Mikroişlemci ise vakada verilen mantıksal çözümlemelerin gerçekleştirilmesini sağlayan bir devre kartı bileşenidir. Doğru cevap söz konusu gerekçeyle mikroişlemcidir.

Türkiye'den katılım gösterenlerin üçte birinden fazlası bu soruya doğru cevap vermiştir. Yanlış cevap veren sadece 5 kişidir. Katılımcıların üçte birinden fazlası ise *bilmiyorum* seçeneğini işaretlemeyi tercih etmiştir. Cevapların dağılımı Şekil 4.26'da gösterilmiştir. Yeni mezun katılımcılar arasında soruya doğru yanıt verebilenlerin oranı (%59), son sınıf öğrencilerine (%21) oranla kayda değer şekilde daha yüksektir (Δ%38, n=56, p=0,010). Bu sorunun ilişkili olduğu konu başlığını, ancak deneyim kazanan bir endüstriyel tasarımcının öğrenmiş olması beklendiğinden ötürü, son sınıf öğrencilerine oranla yeni mezunların daha fazla bir bölümünün doğru cevap vermiş olması beklenti ile tutarlıdır. Öte yandan bu sorunun, testteki diğer 7 soruya oranla (Bkz. Şekil 4.1, sayfa:143) daha fazla katılımcı tarafından doğru cevaplanmış olması tartışmaya değer bir bulgudur.



Şekil 4.26. Soru 13 (Türkiye): Mantıksal işlemlere yönelik bileşenler

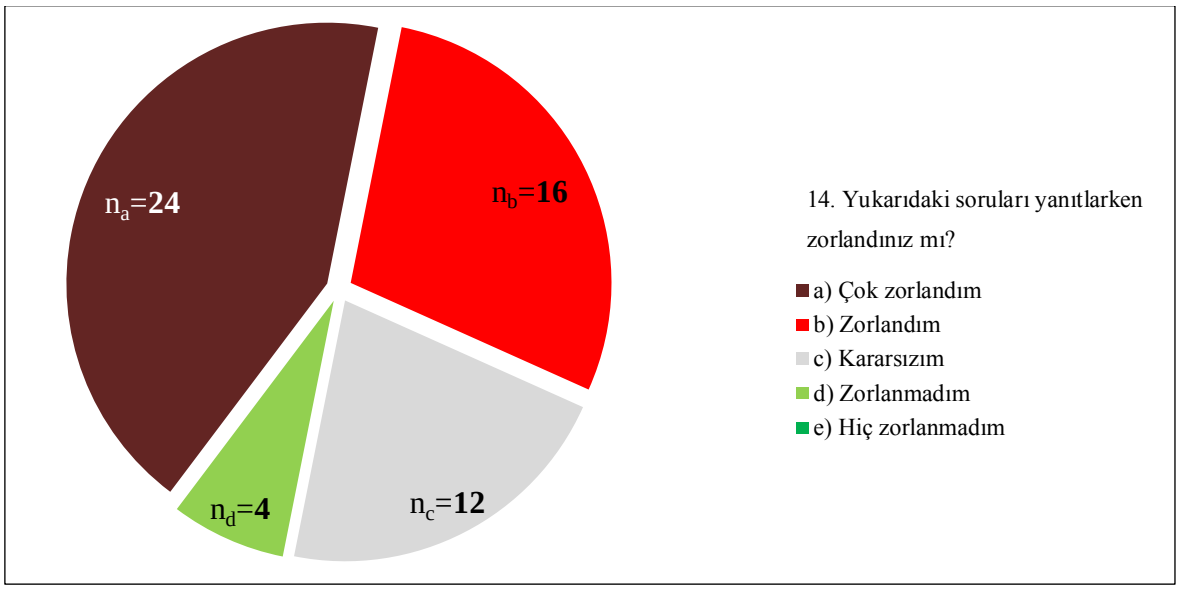
Türkiye dışından katılım gösterenlerin ise üçte biri doğru cevabı seçmiş, yaklaşık dörtte birinin soruya yanlış cevap vermiş ve kalanı ise *bilmiyorum* cevabını tercih etmiştir. Söz konusu 18 katılımcının cevaplarının dağılımları Şekil 4.27'de incelenebilir. Şekil 4.26 ve Şekil 4.27 karşılaştırıldığında hem Türkiye'den hem de Türkiye dışından katılanların doğru cevap verenlerinin örnekleme oranının benzer olduğu görülebilir. Ancak yanlış cevapların oranı Türkiye dışından katılanlar arasında daha yüksektir (Δ%19).



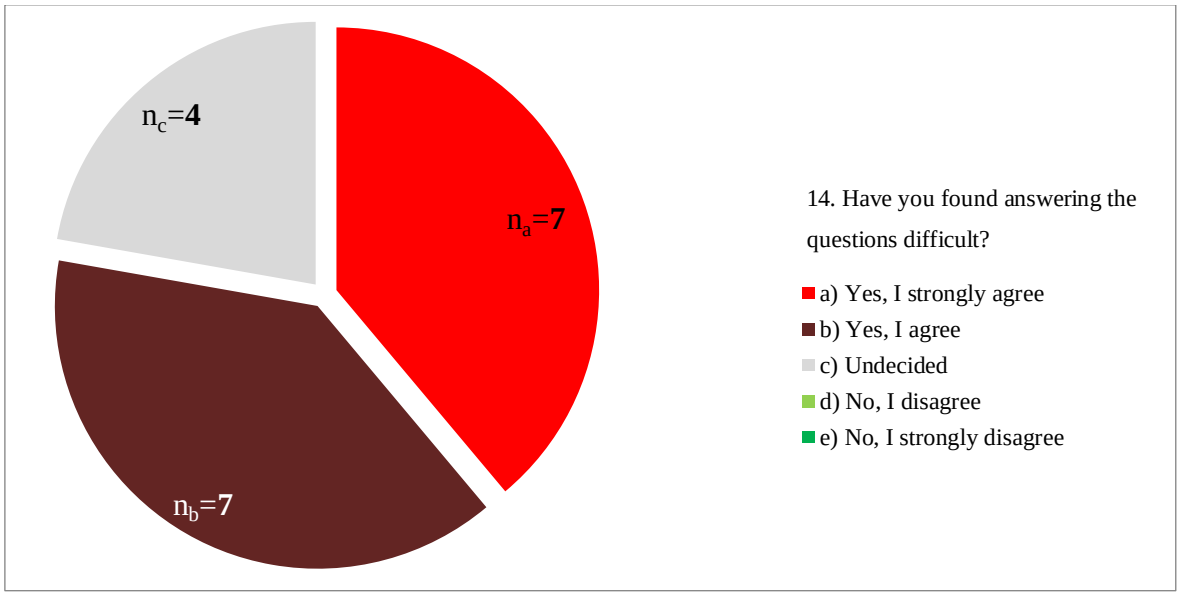
Şekil 4.27. Soru 13 (diğer ülkeler): Mantıksal işlemlere yönelik bileşenler

4.2.14. Soru 14: Sorulara cevap verilmesinin zorluğu

Muhakeme ölçmeye yönelik 13 sorunun ardından katılımcılara 2 adet 5'li Likert Skalası ile cevaplanan soru yöneltilmiştir. Bu sorulardan ilki şöyledir: Yukarıdaki soruları yanıtlarken zorlandınız mı? Hem Türkiye'den hem de Türkiye dışından katılanların dörtte üçüne yakın bir bölümü soruları yanıtlarken zorlandıklarını veya çok zorlandıklarını belirtmiştir. Bütün katılımcılar arasında yalnızca 4 kişi sorulara zorlanmadan yanıt verebildiği görüşündedir. Görüşlerin dağılımına ilişkin grafikler Şekil 4.28'de ve Şekil 4.29'da gösterilmiştir.



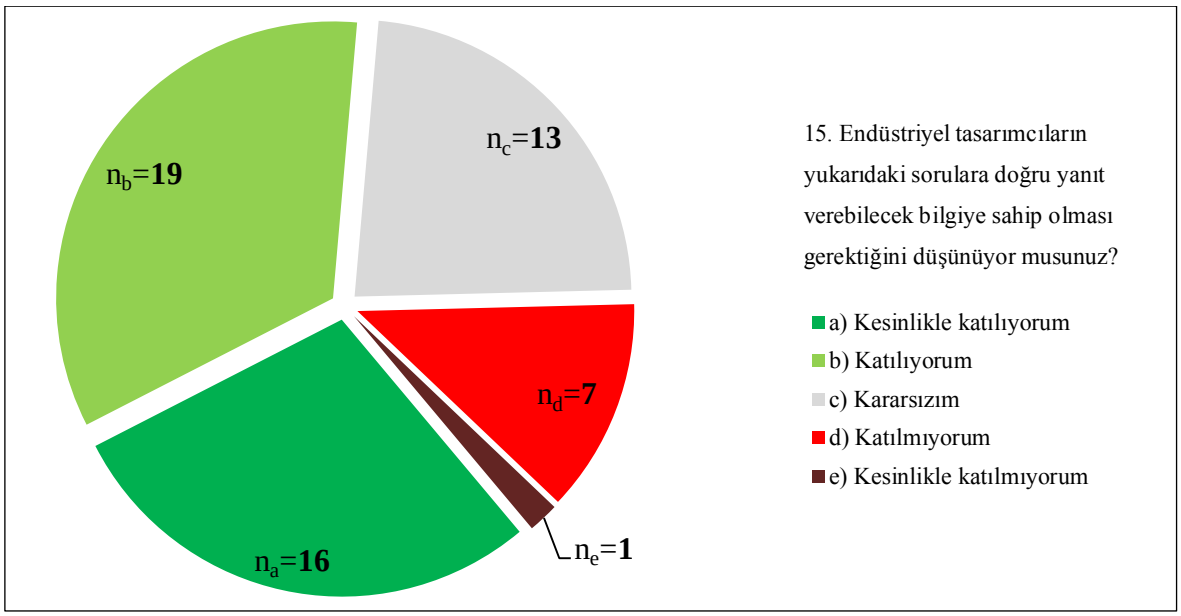
Şekil 4.28. Soru 14 (Türkiye): Sorulara cevap verilmesinin zorluğu



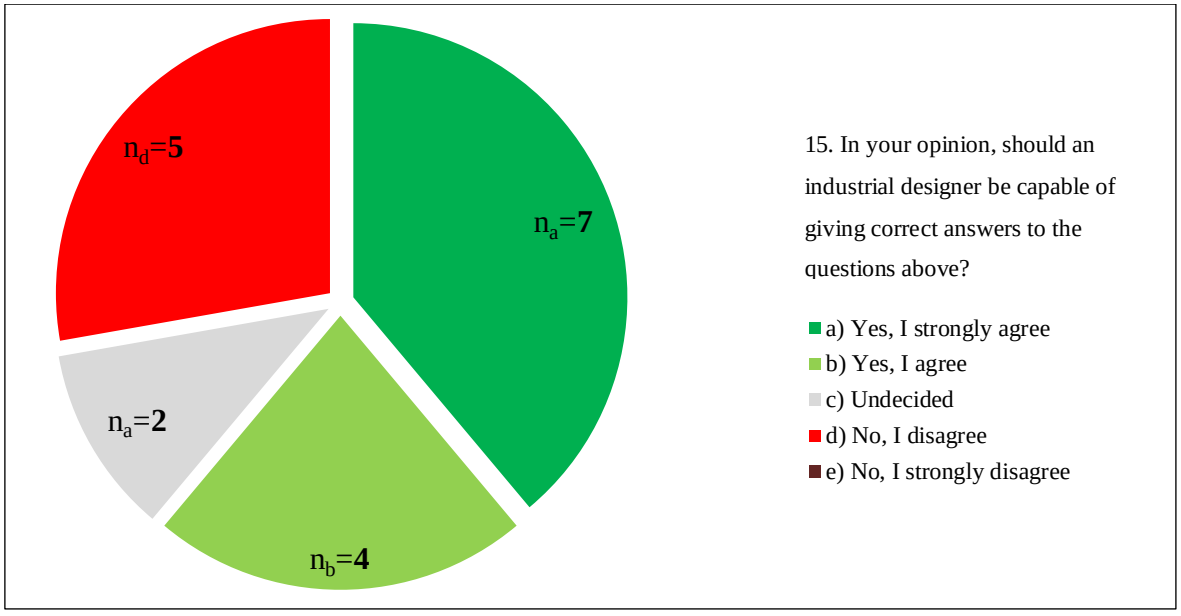
Şekil 4.29. Soru 14 (diğer ülkeler): Sorulara cevap verilmesinin zorluğu

4.2.15. Soru 15: Soruların mesleki bilgi ile ilişkili görülmesi

Hem Türkiye'den hem de Türkiye dışından katılanların yaklaşık olarak üçte ikisi, testteki muhakeme sorularını yanıtlayabilecek kadar elektronik bilgisinin lisans eğitimi sırasında öğrenilmesi gerektiği görüşündedir. Görüşe katılmayan ve kesinlikle katılmayanların sayısı toplam 74 kişi içerisinden 13'tür. Cevapların dağılımları Şekil 4.30'da ve Şekil 4.31'de gösterilmiştir.



Şekil 4.30. Soru 15 (Türkiye): Soruların mesleki bilgi ile ilişkili görülmesi



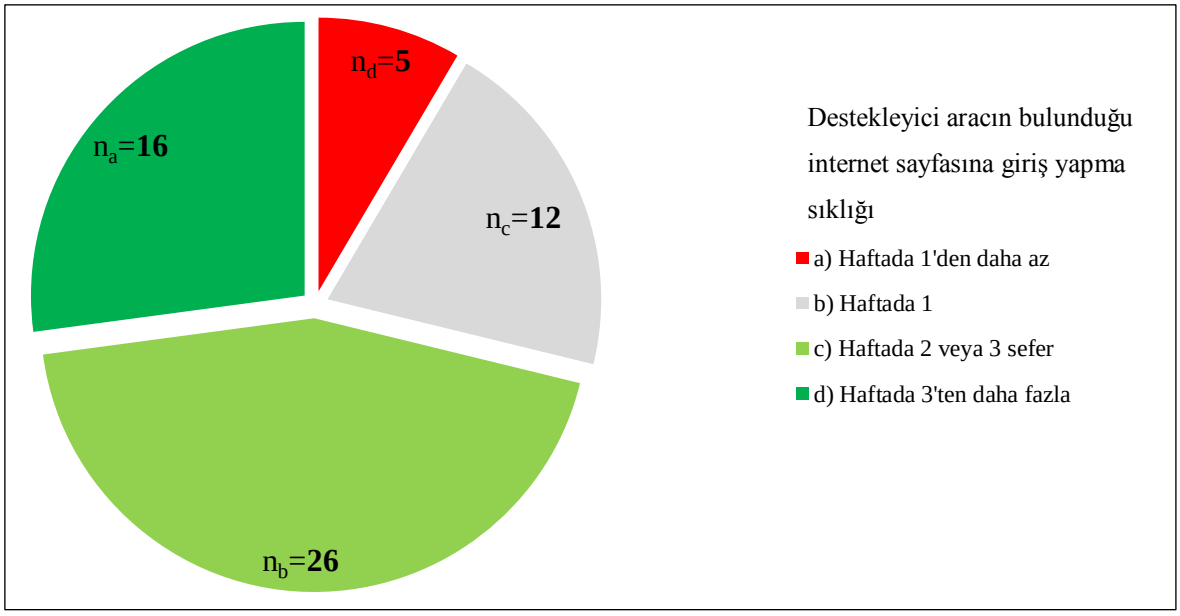
Şekil 4.31. Soru 15 (diğer ülkeler): Soruların mesleki bilgi ile ilişkili görülmesi

4.3. Elektronik bilgisi öğrenmeyi destekleyen aracın denenmesi

Bu araştırmanın son aşamasında, endüstriyel tasarım bölümlerindeki stüdyo projelerinde öğrencilerin elektronik bilgisi öğrenme süreçlerini desteklemesi amacıyla geliştirilen araç denenmiştir. Likert Skalası'ndaki anket ve anketev verilen cevaplar üzerinden yürütülen yarı-yapılandırılmış görüşmeler aracılığıyla şu araştırma sorularına yanıt aranmıştır:
AS3. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bilgisi öğrenerek tasarım yapması hangi fayda ve zararlara sebep olur?
AS4. Açık kaynaklardan faydalanarak oluşturulmuş interaktif bir araç endüstriyel tasarım öğrencilerinin stüdyo derslerinde elektronik bilgisi öğrenmesini destekleyebilir mi?

Deneme sürecini tamamlayan ve anketi teslim eden katılımcı sayısı 60'tır. Katılımcıların 40'ı Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümündeki ikinci sınıf öğrencileri, 14'ü Atılım Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümündeki üçüncü sınıf öğrencileri ve 6'sı ise aynı bölümdeki bitirme projesi öğrencileridir. Bitirme projesi öğrencilerinin sayısının az olması sebebiyle karşılaştırmalar 2 üniversitenin bütün öğrencileri arasında yürütülmüştür.

Ankete katılan öğrencilerin toplamına bakıldığında, öğrencilerin yarısına yakın bölümünün destekleyici araçtan haftada 2 veya 3 kez faydalandığı görülmektedir (Şekil 4.32). Gazi Üniversitesi özelinde destekleyici araçtan haftada 2 veya 3 kez faydalananların oranı %45 ve Atılım Üniversitesi özelinde ise %40'tır. Katılımcıların toplamının üçte bire yakın bir bölümü ise ortalama olarak destekleyici aracın bulunduğu internet sayfasına haftada 3'ten fazla giriş yapmıştır. Gazi Üniversitesi özelinde 2 veya 3 kez giriş yapanların toplamı, 40 öğrencinin %20'si ve Atılım Üniversitesi özelinde ise 20 öğrencinin %40'ıdır. Diğerleri ise ortalama olarak ya haftada 1 kez ya da haftada 1'den daha az giriş yapmayı tercih etmiştir. Atılım Üniversitesi'ndeki katılımcıların destekleyici aracın bulunduğu internet sayfasına daha sık giriş yaptığı anlaşılmış olsa da istatistiksel olarak bu 2 üniversitenin öğrencilerinin destekleyici aracı kullanma sıklıkları arasında anlamlı bir fark yoktur ($n=60$, $p=0{,}383$). Aradaki fark ya rastlantıdan ibarettir, ya da Atılım Üniversitesi öğrencileri arasından aracı daha az kullanmış olan bazılarının ankete katılım göstermemiş olduğu öngörülebilir. Çünkü Atılım Üniversitesi'ndeki katılımcıların anketi tamamlama oranı (%43) Gazi Üniversitesi'ndekile (%61) oranla daha düşüktür (Δ%-17).



Şekil 4.32. Destekleyici araçtan faydalanma sıklığı

4.3.1. Destekleyici aracın kişisel yaratıcılık ölçütlerine faydası ve zararı

Anketin ilk 5 sorusu destekleyici araçtan faydalanarak elektronik bilgisi öğrenimi artan bir endüstriyel tasarımcının yaratıcılığı üzerinde hangi fayda ve zararlar oluştuğunu inceleme amacındadır. Bu amaç doğrultusunda aracı deneyen öğrenciler ilk 5 soruya cevap vererek öz değerlendirme yapmıştır. Sorulardan ilki destekleyici aracın genel anlamda yaratıcı bir süreç yaşamaya olanak tanıyıp tanımadığına ilişkindir. Dikkat çekici şekilde 60 öğrenciden 52'si destekleyici aracın genel anlamda yaratıcılıklarına katkı sağladığı görüşündedir (Şekil 4.33). Gazi Üniversitesi ve Atılım Üniversitesi öğrencilerinin görüşleri arasında neredeyse hiçbir farklılık oluşmamıştır (n=60, p=0,929). Destekleyici araçtan faydalanma sıklığı ile öğrencilerin görüşleri arasında istatistiksel olarak ilişki yoktur (n=60, p=0,870). Araçtan daha az ve daha sık faydalananların hepsi, destekleyici aracın ve artan elektronik bilgisinin daha yaratıcı tasarımlar geliştirmelerine katkı sağladığı görüşündedir.

Araştırmanın yöntem bölümü içerisinde açıklandığı üzere (Bkz. Çizelge 3.3, sayfa:122), birinci sorunun ardından gelen 4 soru (Soru 2-5), TTCT ölçütlerinden faydalanmaktadır. TTCT, 4 farklı ölçüt aracılığıyla kişilerin yaratıcılığını ölçmeye yönelik bir yöntemdir. Söz konusu 4 ölçüt; *üretkenlik*, yani fikirlerin sayısının çokluğu, *orijinallik*, yani üretilenlerin bilinen uygulamalardan farklılığı, *esneklik*, yani fikirlerin birbirlerine oranla çeşitliliği ve *detaylılık*, yani üretilenlerin detaylılığıdır. Ölçütler arasında ağırlık farkı yoktur. Herhangi

bir ölçütün daha fazla öneme sahip olup olmadığı bilinmemektedir. Bu 4 ölçüt aracılığıyla tek bir yaratıcılık ölçütü elde edilmez. Şekil 4.33'te, ilk 5 soruya verilen cevaplar, ilişkili oldukları TTCT ölçütleriyle isimlendirilerek gösterilmiştir. Her ölçüt, 5'li Likert Skalası ile değerlendirilen bir ifade ile ilişkilidir. Şekil 4.33'te verildiği sıra ile ifadeler şu şekildedir: Bu projede faydalandığım destekleyici araç sayesinde,

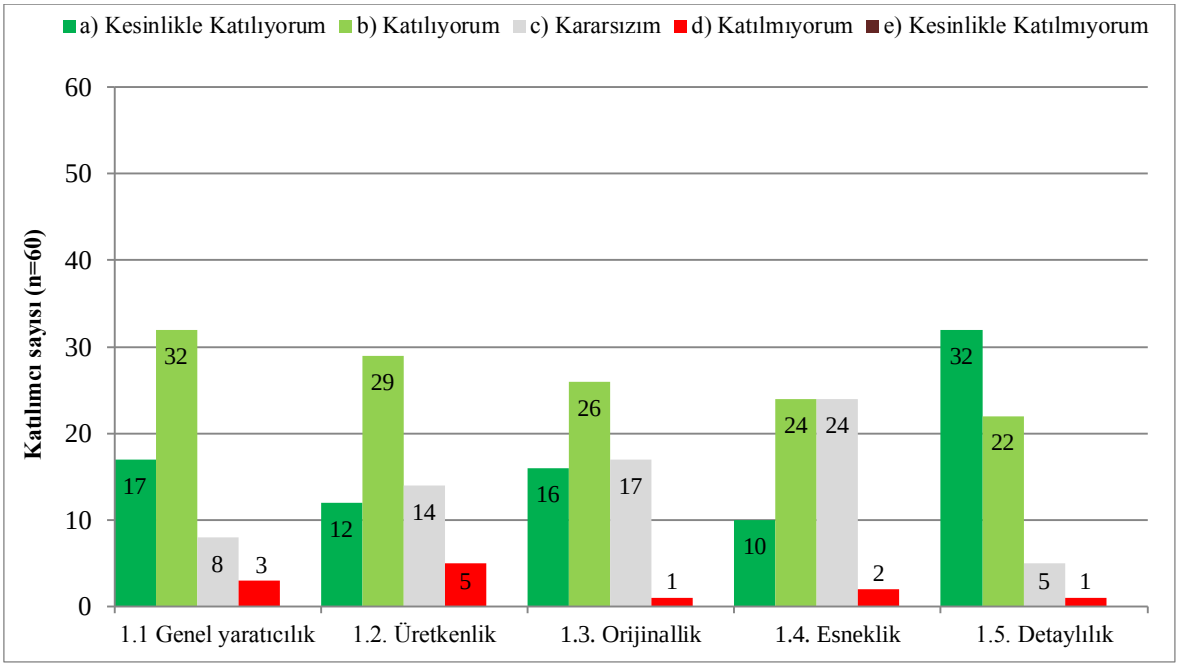
1.1. daha yaratıcı bir tasarım süreci yaşadım.

1.2. daha çok sayıda tasarım fikirleri üretebildim (üretkenlik)

1.3. daha yenilikçi tasarımlar yapabildim (orijinallik)

1.4. diğer öğrencilerden daha farklı tasarımlar geliştirebildim (esneklik)

1.5. daha detaylı tasarımlar yapabildim (detaylılık)



Şekil 4.33. Destekleyici aracın kişisel yaratıcılık ölçütlerine faydası ve zararı

Şekil 4.33'te gösterildiği üzere, destekleyici araç ve içeriğindeki elektronik bilgisi genel anlamda ve TTCT ölçütlerinin 4'üne de göre yaratıcılığa yönelik fayda sağlamıştır. 60 öğrenciden 41'i destekleyici araç ve elektronik bilgisi sayesinde daha fazla fikir alternatifi üretebildiklerine, 42'si bilinene oranla daha yenilikçi yaklaşımlar geliştirebildiklerine, 34'ü diğer katılımcılara oranla daha farklı çözümler üretebildiklerine ve 54'ü daha detaylı tasarımlar üretebildiklerine katılmış veya kesinlikle katılmıştır. Ölçeklerin 4'üne de ilişkin cevapların dağılımı, katılımcıların üniversitelerine ve destekleyici aracı kullanma sıklığına göre analiz edilmiştir. *Faydalanma sıklığı* ve *esneklik* ölçütü arasında bir ilişki olduğu

tespit edilmekte (n=60, p=0,013), fakat diğer hiçbir ölçütün faydalanma sıklığından veya üniversite değişkeninden etkilenmediği anlaşılmaktadır. Öğrencilere 2 farklı proje konusu verilmiş olmasının, öğrencilerin farklı sınıf düzeyinde öğrenime devam etmesinin ve 2 üniversiteye özgü olan farklılıklarının hiçbirinin öğrencilerin yaratıcılığa ilişkin görüşlerini etkilemediği sonucuna çıkılmıştır. Öte yandan, katılımcıların *esneklik* ölçütüne yönelik görüşlerinin *faydalanma sıklığı* değişkeninden etkilenmiş olması bir tartışma konusudur: Destekleyici aracın yer aldığı internet sayfasına haftada 2'den daha sık giriş yapan 42 öğrencinin yaklaşık yarısının *esnekliğe* ilişkin soruyu yanıtlarken kararsız kaldığı, diğer 18'inden 14'ünün olumlu bir cevap verdiği anlaşılmaktadır. Bulgu şu anlama gelmektedir: İçerikten daha fazla faydalanan öğrencilerin çalışmaları birbirine benzemeye veya söz konusu öğrenciler destekleyici aracın bu etkisini fark etmeye başlamıştır. Ankete verdiği yanıtlara ilişkin görüşleri alınan bazı katılımcılar bulguya açıklık getirmiştir:

> İlk üye olduktan sonra sayfaya bir göz gezdirdim, ancak daha sonra girmedim. Ara jüri sınavından bir hafta önce ve bir hafta sonrasında çok sık kullandım. Araca daha yoğun şekilde bakmadan önce ürünümü tasarladım. İhtiyacım olan şeyleri belirledim. Tasarladığım üründe, kullanıcı, sıcaklığı ve zamanı belirleyebiliyordu. Bu ihtiyaçları düşündükten sonra sayfaya giriş yaptım. Dolayısıyla, *nasıl yaparım* süreci başladı. *Nasıl yaparım* sürecinde ihtiyacım olan şeyleri çok rahat bulabildim aslında. O da süreci çok rahat kıldı benim için. Yani, daha rahat düşünmemi sağladı, olabilecek şeyleri gördüğüm zaman. *Nasıl yaparımı* öğrendiğim zaman aklıma farklı fikirler de geldi. Bunu da dahil edebilirim, şunu da ekleyebilirim, gibi. Çünkü araç bizi internet sayfalarına yönlendiriyordu. Videolar vardı. Özellikle de Espresso makinesinin parçalandığı bir video vardı. O video sayesinde ihtiyacım olan bir devre elemanını buldum. Aracın kendisi zaten yeterli bilgi veriyordu. Ancak yönlendirdiği sayfalar da bence çok hoştu. Böylelikle daha rahat bir yaratıcı süreç yaşadım (Katılımcı 11).

> Sınıfta genel olarak şöyle bir durum yaşandı: Aracı kullandığımızdan ötürü bileşenler de aynı olmaya ve sonrasında tasarımlar da birbirine benzemeye başladı. Tabi bilinen ürünlerden de feyz alan (öğrenciler) çok oluyor. Dolayısıyla bunun da etkisi olmuş olabilir (Katılımcı 14).

> Yaratıcılıkla alakalı, şöyle ki, sınıfın çoğunluğu yaratıcı bir yaklaşım sergileyemedi ... belki 1 veya 2 kişide gördüm. Ancak, aracın olduğu sayfa, bizim, yeni bir fikir geliştirmek istediğimizde, onu nasıl üretebileceğimize ilişkin gerçekten erişilebilecek güzel bir kaynak. Bu bakımdan olumlu. Ancak, yaratıcı düşünmek öğrencinin veya tasarımcının kendisine has bir şey. Onun (tasarımcının) yapabileceği bir şey sadece diye düşünüyorum. *Araştırmacı: O zaman şöyle bir yoruma varabilir miyiz: İçeriğin yaratıcılığa yönelik faydası yok. Ama zararı da mı yok? Katılımcı:* Tabii ki zararı yok. Öğrencinin yapmak istediği şeyleri nasıl yapabileceğine ilişkin bir araç. Bir bilgi kaynağı ... (Destekleyici aracı) iyileştirmek amacıyla çok yaygın olmayan farklı teknolojilere yer verilebilir veya bazı yaratıcı fikirler sunulabilir (Katılımcı 15).

> Yaratıcılığa bir etkisi olduğuna katılmıyorum. *Araştırmacı: Yani zarar mı verdi ya da faydası mı olmadı? Katılımcı:* Faydası olmadı. Zarar verdi mi? Zarar vermedi ... (tek bir projede) belli izlenimler edinebiliyor insan, ama daha derinlikli yorumlar için gerçekten bunun tekrarlı şekilde denenmesi gerekli ... öğrencilerde, önce bambaşka şeyleri inceleyerek bir çalışma yapıp, ancak daha sonrasında elektroniğe ilişkin bilgilere ihtiyaç duyduklarına yönelik bir varsayım var. Kırılamayan bir ön yargı ne yazık ki. Tasarım artık bir noktaya geldikten sonra *bu bilgilere ihtiyacım var* gibi bir düşünce alışkanlığı var. O yüzden olumlu veya olumsuz bir etkisinin gözlemlenebilir olmadığı görüşündeyim ... bazı öğrenciler aracı, sınıftan ve bilinen uygulamalardan ayrışma yönünde kullandılar. Bu bakımdan olumlu diyebilirim ... ellerinde çok hızlı erişebildikleri bir kaynak olması sebebiyle en net gözlemlenebilir şey detaylılıktı. Hepsi ellerinde böyle bir kaynak var diye normalde yapacaklarından gerçekten daha detaylı şeyler tasarladılar (Katılımcı 17).

> Aslında araç bizim kritikleri daha iyi yönlendirmemizi sağladı. Sorularımızı daha net sormamıza, öğrencilerden de daha net yanıtlar almamıza faydalı oldu. Fakat, yaratıcılık açısından ben bir farkı olup olmadığını gözlemleyemedim. Öğrencilerin fikir üretme alışkanlıklarını çok değiştirdiklerini sanmıyorum, açıkçası. *Araştırmacı: Bir zararı olduğunu düşünüyor musun peki? Katılımcı:* Düşünmüyorum, o yüzden kararsızım ... daha yenilikçi bir tasarım yapmaya faydası kesinlikle var. Çünkü istediğimiz veriler neticesinde bir araştırma yapıyorlar. Araştırmaya teşvik ediyor onları. Dolayısıyla daha yenilikçi çözümler bulmaya da yönlendiriyor ... tabi ki daha detaylı olmasını da kesinlikle sağlıyor. Ancak daha fazla fikir üretmeye etkisi olup olmadığına ilişkin şüphem oldu. İşin içerisine teknik veriler girdiği zaman biraz daha özelleşmiş oluyorlar. Yani aslında ilk aşamada çokça fikir üretiyorlar ve fikirler havada uçuyor. Ancak bu aşamada (destekleyici aracı incelerken), ayakları yere basan ve artık belli bir fikre özel çözümler sunmaya çalışıyorlar. *Araştırmacı: Böyle bir araç kullanmasalardı daha fazla fikir üretmiş olurlar mıydı? Katılımcı:* Bu bence aracın projenin hangi aşamasında devreye aldığımızla alakalı. Yani en başta araçla başlamış olsalardı, evet, yaratıcı sürece zararı olabilirdi. Ancak biz onları biraz serbest bıraktık. Yani bazı öğrenciler başından itibaren araştırmalar ile ele aldılar. Bazılarıysa sonlarda detaylara girdi. Dolayısıyla, zararı olduğunu düşünmüyorum. *Araştırmacı*: *Peki, erken aşamada başlayanlar için daha az yaratıcı bir süreç mi yaşandı? Katılımcı:* Yani, benim fikrim böyle olurdu, evet (Katılımcı 18).

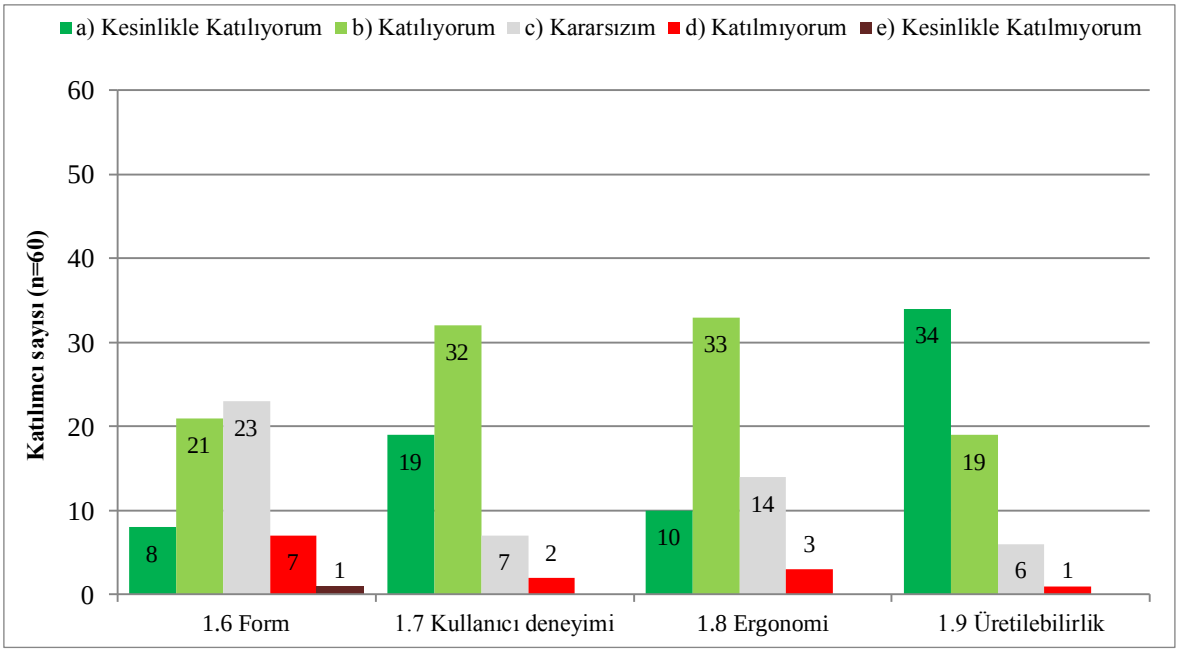
Katılımcıların açıklamaları, destekleyici aracın yaratıcılığa yönelik bazı dolaylı faydaları olduğuna işaret etmektedir: Doğru ve geniş kapsamlı elektronik bilgisine tek bir kaynak ile ulaşabildiklerinde öğrencilerin araştırma süreçleri kolaylaşmış ve kazandıkları zaman, dolaylı olarak yaratıcı düşünce süreçlerine ayrılan süreyi arttırmıştır. Destekleyici araç içerisinde sunulanların çeşitli konuları kapsıyor olması bazı öğrencilerin yeni bileşenleri tanımasını sağlamış ve bu yeni bileşenleri de tasarıma entegre etmeye yönelik bir arayışa sokmuştur. Söz konusu durum, *esneklik* ölçütü bakımından daha az fayda sağlandığı halde *orijinallik* ölçütü bakımından daha fazla fayda sağlandığını açıklar niteliktedir. Öte yandan katılımcıların görüşleri, kararsız ve olumsuz cevapların gerekçesini de açıklamaktadır: Katılımcılara göre destekleyici araç ve içerdiği elektronik bilgisi, yaratıcılığa yönelik bir

zarar vermemiş, ancak *yaratıcılığa az etki etmiştir*. Yalnızca *esneklik* ölçütü bakımından zarar oluştuğu kabul edilebilir, çünkü anket bulguları ve bazı katılımcıların açıklamaları öğrencilerin tasarladıklarının benzemesinde destekleyici aracın ve elektronik bilgisinin payı olabileceğine işaret etmektedir.

4.3.2. Destekleyici aracın tasarlananların niteliğine yönelik faydası ve zararı

Anketin sıradaki 4 sorusu ise (Soru 1.6-1.9) CPAM ölçütlerinden uyarlanmıştır. Uyarlanan ölçütler, tasarlanmış olan nesnelerin niteliğini ölçmeye yöneliktir. Orijinalinde CPAM ölçütleri *yenilik, iyi çözülmüşlük* ve *detaylılıktır* (Bkz. Bölüm 3.3.3, sayfa:122). Bu anket çalışması aracılığıyla ise *form, kullanıcı deneyimi, ergonomi* ve *üretilebilirlik* bakımından tasarlanmış olanın ne ölçüde *iyi çözülmüş* olduğuna odaklanılmaktadır. Ölçütlerden birinin diğerlerine oranla daha fazla öneme sahip olup olmadığı bilinmemektedir. Ölçütler tek bir *iyi çözülmüşlük* ölçütü oluşturmak amacıyla değerlendirilmemelidir. Şekil 4.34'te, Soru 6'dan başlayarak Soru 9'a kadar verilen cevaplar, ilişkili olan iyi çözülmüşlük ölçütünün ismiyle gösterilmiştir. 4 ölçüt de, 5'li Likert Skalası ile değerlendirilen bir ifade halinde katılımcılara yöneltilmiştir. Şekil 4.34'te verildiği sıra ile ifadeler şu şekildedir:
Bu projede faydalandığım destekleyici araç sayesinde,
1.6 daha iyi formlar tasarlayabildim.
1.7. daha iyi kullanıcı deneyimleri tasarlayabildim.
1.8. daha ergonomik tasarımlar geliştirebildim.
1.9. daha üretilebilir tasarımlar yapabildim.

Destekleyici aracın ve içerdiği elektronik bilgisinin söz konusu 4 ölçüt arasında en yoğun olarak *üretilebilirliğe* yönelik fayda ettiği görülmektedir. Katılımcıların üçte ikisine yakını söz konusu faydaya kesinlikle katıldığını işaretlemiş, toplamda 53 katılımcı olumlu görüş belirtmiştir. *Üretilebilirliğin* ardından sırasıyla en çok *kullanıcı deneyimine* ve *ergonomiye* yönelik çözümlerin destekleyici araçtan ve içerdiği elektronik bilgisinden fayda görmüş olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.34). Dikkat çeken bulgu ise, diğer 3 ölçütün aksine, *form* ölçütüne yönelik kararsız ve olumsuz görüşleri olanların toplamının 31 kişi ve olumlu görüşleri olanların toplamının ise 29 kişi olmasıdır. Destekleyici aracın kendisinin veya içerdiği elektronik bilginin *formlara* yönelik faydasının zayıf olduğu veya zarara sebep olduğu anlaşılmaktadır.



Şekil 4.34. Destekleyici aracın tasarlananların niteliğine yönelik faydası ve zararı

4 ölçeğin hiçbirine ilişkin verilen cevaplar öğrencilerin üniversitelerinin veya destekleyici aracı kullanma sıklıklarının etkisinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermemiştir. Ancak, içerikten faydalanma sıklığı ile *ergonomi* (n=60, p=0,056) ve *üretilebilirlik* (n=60, p=0,054) ölçütleri arasında %5 güven aralığına yaklaşan bir anlamlılık düzeyi vardır. Araçtan haftada 2 veya daha fazla kez faydalanan 42 kişiden 33'ü (%79), destekleyici araç veya içerdiği elektronik bilgisi sayesinde tasarımların daha ergonomik hale geldiği ifadesine yönelik olumlu cevap verirken, 2'den daha az faydalanan 18 kişi arasında olumlu görüşte olanların sayısı 10'dur (%56). Araçtan haftada 2 veya daha fazla kez faydalanan 42 kişiden 40'ı (%95), araç veya içerdiği bilgi sayesinde tasarımların daha üretilebilir hale geldiği ifadesine yönelik olumlu cevap verirken, 2'den daha az faydalanan 18 kişi arasında olumlu görüşte olanların sayısı 13'tür (%72). Olumsuz görüşlerin daha sık olduğu *daha iyi formlar tasarlayabilme* ölçütüne yönelik ise kullanım sıklığının ispat edilebilir bir etkisi yoktur (n=60, p=0,132). Ankete verdiği yanıtlara ilişkin görüşleri alınan katılımcılar, formların niçin araçtan ve içerdiği bilgiden zarar gördüğüne açıklık getirmektedir:

> (Daha iyi formlar çalışabilmeye yönelik) faydası olmadı. Zararını, bilmiyorum. Yani sınırlı bir şey yapıyor gibi hissedince, bütün bileşenlerin içine sığdırmamız gereken bir tasarım olması gerektiği için ve bileşenlerin de formlarının kısıtlarından ötürü, herkes bir çeşit kutu tasarımına doğru yöneldi. Öğretim görevlileri genellikle bundan şikayetçi oldu. Ama bu durum, biz öğrencilerin ufkumuzu genişletmemizle de alakalı fikrimce. Yine de, içeriğin ek bir fayda sağlamadığı kesin, form geliştirmeye yönelik olarak (Katılımcı 14).

> Bu soruyu yanıtlarken, diğer öğrencilerin çalışmalarını da göz önünde bulundurarak, (destekleyici aracın) formlara yönelik etkisinin düşük olduğunu düşünmüştüm. Herkes, birbirlerine benzer kutu gibi formlar tasarlamaya başlamıştı. Ama bu durum uygulamadan kaynaklı da değildi aslında. Öğrencilerin kendisinden kaynaklıydı. Şahsen biraz farklı bir forma varmaya çalıştım ... (Maketi göstererek), şu çerçeve detayını araçtan araştırarak anladığım bilgiyle yapmaya çabaladım ... *Araştırmacı: Dolayısıyla bir fotoğraftan veya videodan mı esinlenmiş oldun? Katılımcı:* Evet, oradaki bir videoda gördüğüm detaydan ötürü bunun uygulanabileceğini öğrendim ... sınıfta ergonomik hatalar da yapanlar çok oldu ... Araçta, tasarım yönünden şunlara dikkat edilmeli gibi bilgilere yer verildiğini hatırlıyorum, ancak, iki ayrı ergonomi kavramı söz konusu aslında. Birisi, içerikte yer verilen, yani ergonominin elektronik ile ilişkili kısmı. Doğru çalışıp çalışmaması veya ne zaman, nerede kullanılabilir gibi soruların yanıtları. Bir de ürünün bütün olarak kullanıcıyla olan ilişkisi var ... mesela, ne tür ekranlar var, nasıl çalışıyorlar diye araştırmam istenmişti. İnternet sayfasından faydalanmıştım. Kullanıcı deneyimi aslında zaten bu tür küçük detaylarla arttırılıyor: Yani, ekran nasıl bir dokunmatik olacak? Kapasitif ekranların dokunma deneyimi çok farklı. Otobüslerin arkalarındaki ekranlar (resistif olmalarını eleştirerek) her zaman ya bozuk oluyor, ya da düzgün çalışmıyor. Aklıma doğrudan bu deneyimim geldi okuyunca (Katılımcı 15).

Katılımcıların açıklamaları, destekleyici aracın veya içerdiği elektronik bilgisinin formların kalitesine yönelik faydası olmadığını kesin olarak göstermekte, ayrıca olumsuz bir etkisi de olabileceğine işaret etmektedir. Öte yandan hem öğrenci olan katılımcılar, hem de bu uygulama süresince onlardan sorumlu olan öğretim görevlileri kesin bir ifade ile formların olumsuz etkilendiğini ifade edememektedir. Bazıları, doğrudan yalnızca etkisi olmadığı görüşündedir. Bazılarıysa aracın kendisinden ve içeriğinden ziyade verilen projenin teknik kısıtlarının formları niteliksizleştirdiği görüşündedir. *Üretkenlik, orijinallik* ve *detaylılık* bakımından olumlu değerlendirilen (Şekil 4.33, sayfa:171) destekleyici aracın ve içerdiği bilginin, *esneklik* ölçütüne göre daha az faydalı görülmüş olması da formlardaki benzeşme ve niteliksizleşme ile açıklanabilmektedir.

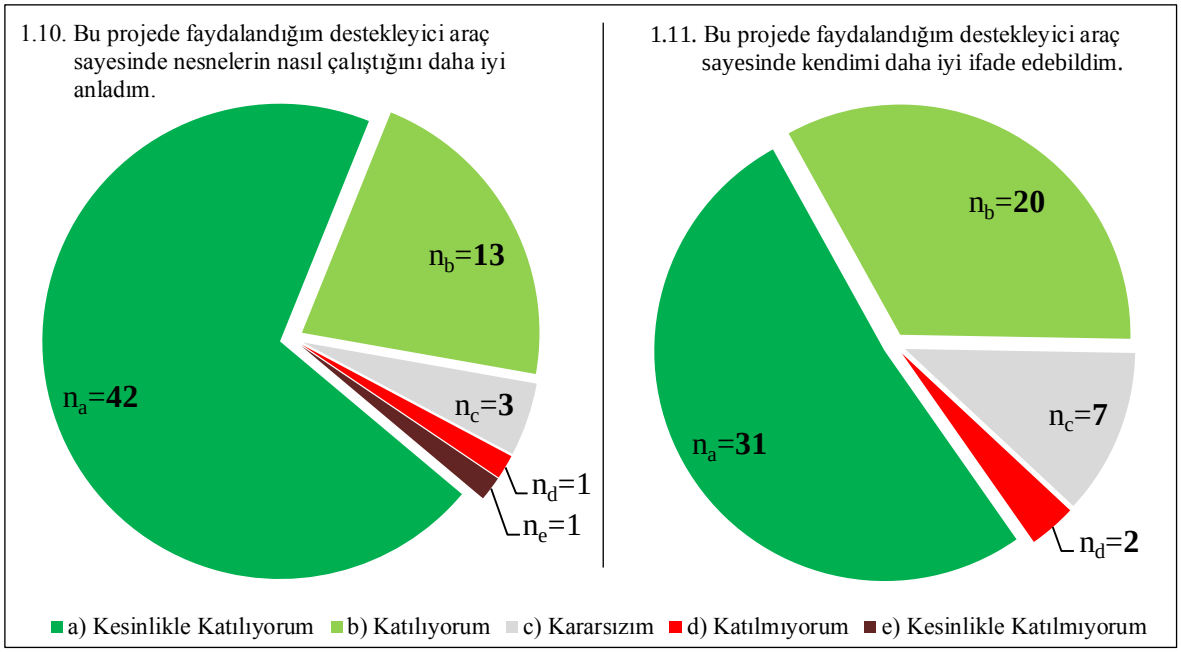
4.3.3. Destekleyici aracın terminoloji öğrenimine yönelik faydası

Sonraki 2 soru (Soru 10,11), destekleyici araçtan faydalanılmasının ve elektronik bilgisi öğrenilmesinin, elektronik teknolojilerine ilişkin sınırlılıkları ve terimleri doğru anlama ve kullanma bakımından faydasını incelemektedir. Katılımcılar Şekil 4.35'te verildiği sıra ile şu ifadeleri 5'li Likert Skalası'na göre değerlendirmiştir:

Bu projede faydalandığım destekleyici araç sayesinde,

1.10. nesnelerin nasıl çalıştığını daha iyi anladım.

1.11. kendimi daha iyi ifade edebildim.



Şekil 4.35. Destekleyici aracın terminoloji öğrenimine yönelik faydası

60 katılımcı arasından 55 kişi, nesnelerin nasıl çalıştığını daha iyi anladıkları ve 51 kişi ise kendilerini daha iyi ifade edebildikleri konularında olumlu görüşe sahiptir. Hatta ifadelere kesinlikle katılmış olanlar ise sırasıyla 42 ve 31 kişidir (Şekil 4.35). İçerikten faydalanma sıklığı ve denemeye katılım gösterilen üniversite değişkenleri istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık oluşturmamaktadır.

4.3.4. Destekleyici aracın içeriğinin yeterliliği

Sonraki 7 soru ise, destekleyici araçtaki hangi bilgi ve materyalin diğerlerine oranla daha faydalı bulunduğunu ve içeriğin nasıl iyileştirilebileceğini tespit etme amacındadır. Şekil 4.36'da verilen ve 5'li Likert Skalası'nda değerlendirilen ifadeler sırasıyla şu şekildedir:

Bu projede destekleyici araçtan faydalanırken,

2.1. mesleğimle alakalı bilgiler edindim.

2.2. yazılar faydalı oldu.

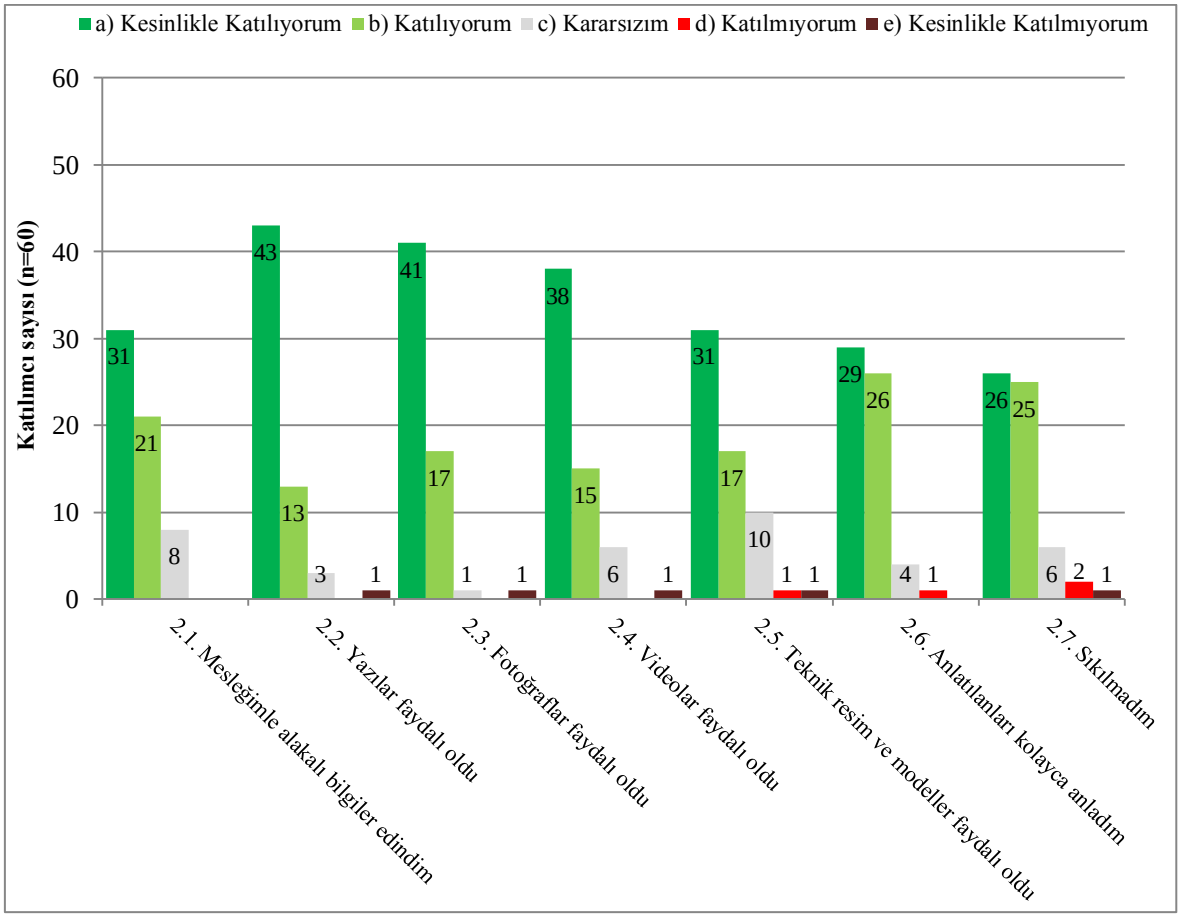
2.3. fotoğraflar faydalı oldu

2.4. videolar faydalı oldu.

2.5. teknik resim ve modeller faydalı oldu.

2.6. anlatılanları kolayca anladım.

2.7. sıkılmadım.



Şekil 4.36. Destekleyici aracın içeriğinin yeterliliği

Şekil 4.36'da gösterildiği üzere, 7 soruda da olumlu anlama gelen cevapların toplamı, kararsızların ve olumsuz cevapların toplamına oranla fazladır. Katılımcıların çoğunluğu olan 52 kişiye göre, içeriğin kapsamındaki bilgiler mesleki bilgi ile ilişkilidir. Mühendislik temelli bilgiye yoğun şekilde değiniliyor olmasına rağmen, 55 katılımcı içeriği anlaşılırlık yönünden olumlu değerlendirmiş ve 51 katılımcı ise sıkıcı olmadığı ifadesine katılmış veya kesinlikle katılmıştır. Dikkat çeken bulgu, en fazla fayda sağlayan materyalin yazılı içerik olmasıdır. Olumlu görüş verenlerin toplamı 60 kişi içerisinden 57'dir. Bulgunun gerekçesi, katılımcıların açıklamalarına dayanarak şöyle yorumlanabilir: İnternetteki çoğu yaygın içeriğin aksine, destekleyici araçtaki yazılı açıklamalar doğrudan endüstriyel tasarımcıların ihtiyaç duyacağı bilgiye odaklıdır. Yazılardan sonra ise sırasıyla resimlerin ve videoların faydalı bulunduğu görülmektedir. Açık kaynaklı çizimler ve modellerin sağladığı faydanın, diğer materyale oranla daha az bulunması ise şöyle açıklanabilir. Daha fazla katılımcısı olan Gazi Üniversitesi öğrencileri (n=40, %66) henüz ikinci sınıf düzeyindedir ve söz konusu gerekçeyle bilgisayar destekli araçlardan daha az faydalanabilmiştir. Katılımcıların Soru 2.5'e verdikleri cevaplar (Şekil 4.36) ile katılım gösterdikleri üniversite arasında %5

güven aralığına yaklaşan bir ilişki olduğu anlaşılmaktadır (n=60, p=0,074). Üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri olan 20 Atılım Üniversitesi öğrencisi arasından 13 kişinin (%65) çizimleri ve modelleri kesinlikle faydalı bulduğu, ancak Gazi Üniversitesi öğrencileri olan 40 kişi arasında söz konusu oranının %45'e yani 18 kişiye düştüğü görülmektedir. Şekil 4.36'da gösterilen 7 ölçekten 6'sı ile katılım gösterilen üniversite ve araçtan faydalanma sıklığı arasında istatistiksel olarak anlam ifade eden bir ilişki yoktur. İspat edilebilen tek ilişki araçtan katılımcıların faydalanma sıklığı ile açık kaynaklı modellerin ve çizimlerin faydası arasındadır (n=60, p=0,024). Destekleyici araca haftada 2 veya daha fazla giriş yapan 42 kişi arasından yalnızca 2'si çizimler ve modellerin faydası konusunda kararsızdır veya olumsuz görüştedir. Sisteme haftada 1 veya daha seyrek giriş yapan 18 kişi arasından ise 5'i kararsız veya olumsuz görüştedir. Katılımcıların bazı ifadeleri, niçin yazıların en faydalı bulunduğunu ve niçin açık kaynaklı modellerden daha az katılımcının etkin şekilde faydalanmış olduğunu açıklamaktadır.

> Bilgilendirme yazıları oldukça detaylı olduğu için şahsen yeterince bilgi edindiğimi düşünüyorum. Çünkü, örneğin kullanım senaryosuna göre izah edilmişti. Açıklayıcı yazılar mevcuttu. Ergonomiyle ilişkili epey detay verilmişti. Kullanıcıyla olan ilişkisi, görselleriyle ve videolarıyla da mevcut olduğu için göz aşinalığı oluşturdu ... yazılar çok rahat okutuyor kendisini. Açıklayıcılığı ve bilgilendiriciliği epey hoşuma gitti. Bilmediğim terimlerin bağlantılar aracılığıyla açıklayıcı videolara yönleniyor olması çok güzeldi ... Espresso makinesinin söküm videosu çok faydalı olmuştu. Aslında bir önerim olabilir. Videolar daha da çoğaltılabilir diye düşünüyorum. Söküm ve montaj videoları yani özellikle. Bu tür videolara erişmemiz, bulmamız çok zor oluyor, çünkü (Katılımcı 11).

> ... aslında bu uygulamayı kullanmadan önceki bir projede de ekranları araştırmıştım, ancak o kadar uzun sürmüştü ki araştırmam ... Bütün günümü almıştı belki de ve çok da yormuştu. Ama bu kaynakta her şeyin bir arada, bu kadar derli toplu olması ve kaynağın Türkçe olması çok faydalıydı benim için ... Derse bir şeyleri araştırmadan geldiğimde, ki bu çok sık yaşanıyor maalesef, söylediğim en ufak bilgisizce bir şey öğretmenle iletişim kurmamı zorlaştırıyor ... maalesef tasarımcı, aslında uzmanlık alanının biraz dışında kalmasına rağmen böyle şeyleri bilmek zorunda, öğrenmek zorunda kalıyor ... dolayısıyla elektroniği bilmemiz, en azından (elektronik bilgisine) erişebilmemiz önemli ... (destekleyici araç içerisindeki elektronik bilgisi) mesleğin tam olarak sınırları içinde kalıyor diyemem ancak aşırı detaylı veya tasarımcının anlayamayacağı düzeyde bir kaynak da değil. Çünkü, gerçekten (internette), okuyunca hiç anlayamadığınız kaynaklar oluyor (Katılımcı 15).

> Teknik resimleri zaten çok sık kullanmadık. Çünkü teknik resimlerde özel parçaların çizimlerini istemiyorlardı öğretim görevlileri. Modellemede şahsen sıkıntı yaşadım. Sadece kullanmayı biliyorum. Yönlendirilen modelin uzantısı uymuyordu. O yüzden bayağı bir araştırmam gerekti (Katılımcı 13).

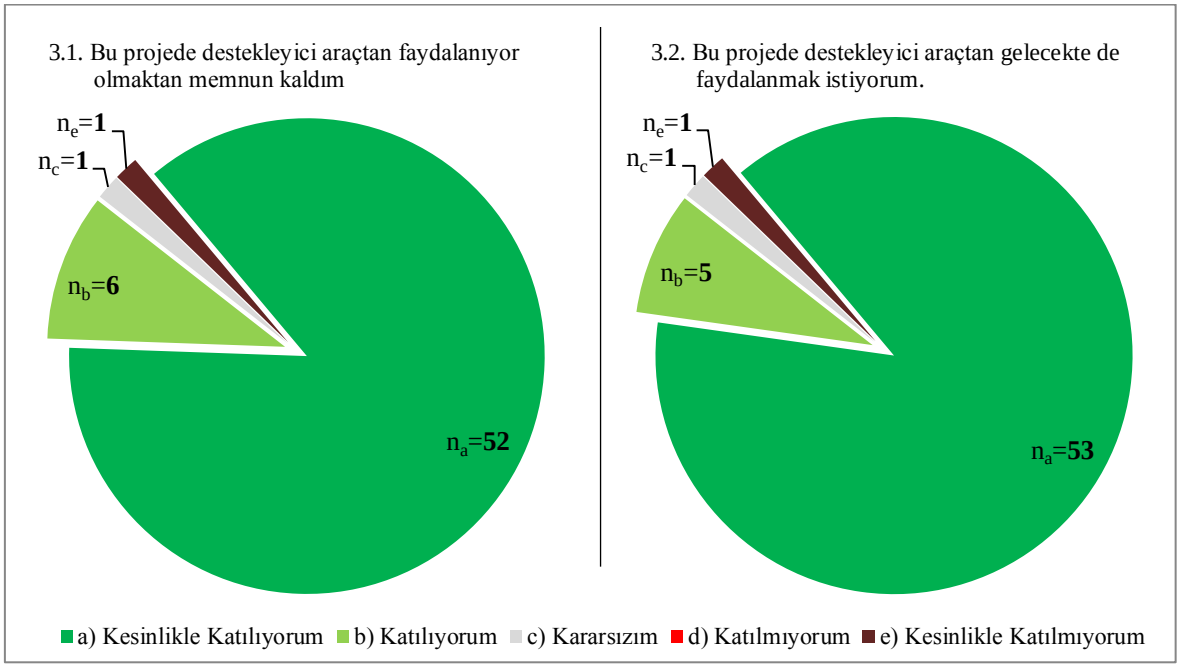
4.3.5. Destekleyici araçtan faydalanılmasına ilişkin genel memnuniyet

Anketin son 2 sorusu ise, katılımcıların destekleyici aracı kullanarak elektronik bilgisi öğrendiği bir stüdyo projesi sürecinden memnun kalınıp kalmadıklarını ve destekleyici aracı tekrar kullanma yönünde istekli olup olmadıklarını tespit etme amacındadır. Bu gerekçeyle katılımcılara 5'li Likert Skalası'nda cevapladıkları şu ifadeler sorulmuştur.

Bu projede destekleyici araçtan,

3.1. faydalanıyor olmaktan memnun kaldım.

3.2. gelecekte de faydalanmak istiyorum.



Şekil 4.37. Destekleyici araçtan faydalanılmasına ilişkin genel memnuniyet

Şekil 4.37'de görüleceği üzere, örneklerin her iki soruya da ilişkin yanıtlama eğilimleri benzerdir. Katılımcıların neredeyse tamamı uygulamadan hem memnun kaldıklarına hem de tekrar kullanmak istediklerine ilişkin olumlu görüş bildirmiştir. Öte yandan, faydalanma sıklığı ile genel memnuniyet arasında da %5 güven aralığına çok yaklaşan bir ilişki olduğu tespit edilmektedir (n=60, p=0,052). Haftada 1 kereden daha az giriş yapan 5 kişi arasından 1 kişi, içerikten faydalanmaktan kesinlikle memnun kalmamıştır ve diğeri ise kararsızdır. Wix sistemi üzerinden incelendiğinde, Gazi Üniversitesi'nden katılım gösteren 40 kişi arasından 14'ünün (%35) ve 20 Atılım Üniversitesi öğrencisi arasından 11'inin (%33), stüdyo projeleri tamamlandığı ve sistemi kullanmaya devam etmeleri talep edilmediği halde destekleyici aracı gönüllü olarak kullanmaya devam ettiği görülmüştür.

4.3.6. Gözlem bulguları

Araştırmacı, araştırma süresince Gazi Üniversitesi'nin öğrencilerini katılımcı gözlem ile ve Atılım Üniversitesi'nin öğrencilerini ise öğrencilerin paylaşımları aracılığıyla dışarıdan gözlemleme imkanı bulmuştur. Bu bölümde gözlem bulgularını temsil eden 2 adet örnek projeye ilişkin fotoğraf ve açıklamalar sunulmaktadır. 2 üniversitede de öğrencilerden Arduino'yu veya diğer bir hazır platformu kullanmaları istenmemiş veya prototiplerin elektriksel olarak çalışır durumda olması talep edilmemiştir. Buna karşın Gazi Üniversitesi öğrencilerinden bazıları, çevrelerinden destek alarak çalışır prototipler üretmiştir ve bazı öğrenciler ise destek alarak Arduino'dan faydalanmıştır.

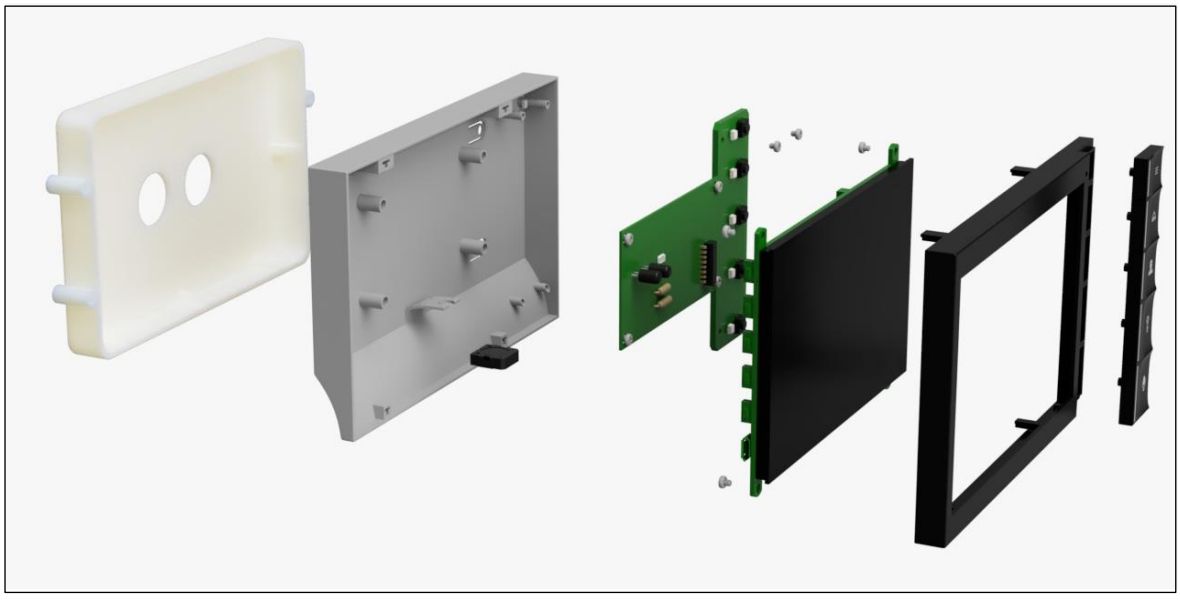
Resim 4.1'de üçüncü sınıf düzeyinde öğrencilerden birinin yaptığı bir maket görülebilir: Öğrenci, tasarladığı nesnenin içerisine var olan ve satılan bir dokunmatik ekran modelini ve hoparlörü entegre etmiş, dokunmatik düğmeleri yalnızca grafiksel olarak tasarlamaktan öteye geçerek dokunmatik sensörlerin yerleşeceği devre kartını göstermiş, üzerinde Wi-Fi entegresi ve mikrofon bulunan bir devre kartı tasarlanacağına ilişkin ön görüde bulunmuş, temsili nitelikte bir maket yapmış olmasına rağmen yine de bileşenler arasındaki kabloları, çalışır bir prototip yaparcasına sergilemiştir. Resim 4.1'deki örnek, elektronik bileşenleri endüstriyel tasarım öğrencilerine tanıtmak amacıyla çalışmayan maket ve prototiplerden de faydalanılabileceğini göstermektedir.



Resim 4.1. Deniz Ada Akın tarafından tasarlanmış olan bir diyafon ve bileşenleri

Resim 4.2.'de ise tasarımcının bir bilgisayar destekli tasarım modeli içerisinde bileşenleri gerçekçi şekilde çözümlemeye gayret etmiş olduğu görülebilir. Örneğin, gerçek bir ekran modelinin seçildiği, açık kaynaklardan indirildiği ve nasıl monte edileceğine kadar ön görülerek tasarıma entegre edildiği görülebilir. Varsayımsal bir devre kartı tasarlandığı, düğmelere yönelik bir bileşen türü tercihi yapıldığı ve söz konusu bileşenlerin bir devre kartına hangi düzende dizileceğinin çalışılmış olduğu Resim 4.2'de görülebilir. Önemli gözlem bulgularından biri, araç içerisindeki inceleme videoları ve fotoğraflar aracılığıyla, öğrencilerin, yalnızca elektronik bileşenleri değil, örneğin plastik enjeksiyona yönelik detayları da daha gerçekçi tasarlamaya yönelmiş olmasıdır. Üçüncü sınıf öğrencilerinden sorumlu olan öğretim görevlisinin konuya ilişkin ifadesi gözlem bulgusu ile örtüşmektedir. Resim 4.2'deki plastik parçaların detayları söz konusu bulguya bir örnektir.

> ... (destekleyici araç) aslında parça geometrilerinin üretilebilirliğine yönelik fayda sağlamış da oldu ... Öğrencilerin mevcut ürünleri gözlemleme ve anlama şekilleri olumlu anlamda değişti. Mekanik parçaların geometrilerine de ister istemez dikkat ettiler. Bunu tartıştık kendi aramızda. Plastik parçalardaki pederleri atma çabaları ... yanlış olması çok önemli değil. İçerisinde gerçekçi bir hoparlör modelinin olması değil yani sadece ... içsel olarak gerçekçi şeyler tasarlama çabası oluştu öğrenciler arasında (Katılımcı 17).



Resim 4.2. Canses Demirsoy tarafından tasarlanmış olan bir diyafon ve bileşenleri

5. TARTIŞMA

Bu araştırma endüstriyel tasarımda ve endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisinin yerine ve kapsamına yönelik bir betimleme yapmayı, endüstriyel tasarımcıların söz konusu elektronik bilgisini ne kadar öğrenerek mezun olduğunu ölçmeyi ve elektronik bilgisinin öğrenilmesini destekleyen bir araç geliştirilmesini amaçlamaktadır. Söz konusu amaçlar doğrultusunda 3 aşamalı bir araştırma kurgusu hazırlanmış ve 4 araştırma sorusuna yönelik bulgular elde edilmiştir. Araştırma sorularının yanıtlanabilmesi amacıyla farklı aşamalarda elde edilen bazı bulguların tartışılmasına ihtiyaç vardır. Tartışma aracılığıyla yanıt aranan araştırma soruları ise şunlardır:

AS1. Endüstriyel tasarımcılar hangi elektronik bilgisine niçin ihtiyaç duymaktadır?

AS2. Endüstriyel tasarımcılar hangi elektronik bilgisine yetkin olarak mezun olmaktadır?

AS3. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bilgisi öğrenerek tasarım yapması hangi fayda ve zararlara sebep olur?

AS4. Açık kaynaklardan faydalanarak oluşturulmuş interaktif bir araç endüstriyel tasarım öğrencilerinin stüdyo derslerinde elektronik bilgisi öğrenmesini destekleyebilir mi?

5.1. Endüstriyel Tasarımda Elektronik Bilgisinin Yeri

Bu araştırmanın birinci aşamasında, 6'sı endüstriyel tasarımcı ve 4'ü elektronik mühendisi olan 10 katılımcıyla yarı-yapılandırılmış görüşmeler yürütülmüştür. Çeşitli deneyimleri ve uzmanlıkları olan katılımcılar, elektronik nesnelerin tasarlandığı süreçlerde deneyimlemiş olduklarına ilişkin görüşlerini paylaşmıştır. Görüşmelerin tematik analizleri aracılığıyla araştırmanın birinci sorusuna yanıt aranmış ve endüstriyel tasarımcıların niçin elektronik bilgisine ihtiyaç duyduğu araştırılmıştır. Bulgular endüstriyel tasarımcıların şu gerekçelerle elektronik bilgisine ihtiyaç duyduğunu göstermiştir (Bkz. Çizelge 4.1, sayfa:126):

1. Endüstriyel tasarım eğitimi sürecinde tasarlanan elektronik nesneler çok sayıdadır.
2. Endüstriyel tasarım uygulamalarında tasarlanan elektronik nesneler çok sayıdadır.
3. Elektronik bileşenler ile elektronik nesnenin hacmi ve kütlesi ilişkilidir.
4. Elektronik bileşenler ile elektronik nesnenin malzemesi ve üretim yöntemleri ilişkilidir.
5. Dış yüzde konumlanan elektronik bileşenler formu ve strüktürü etkileyebilmektedir.
6. İçeride konumlanan elektronik bileşenler formu ve strüktürü etkileyebilmektedir.
7. Endüstriyel tasarımcı bazı bileşenlerin alternatiflerini araştırma ihtiyacındadır.
8. Elektronik bilgisi eksik olan endüstriyel tasarımcı kendisini yetkin hissetmemektedir.

Katılımcılara göre endüstriyel tasarım öğrencileri özellikle üçüncü ve dördüncü sınıflarda yürütülen stüdyo projelerinde sıkça elektronik nesneler tasarlamaktadır. Öğretim görevlisi olan Katılımcı 5, öğrencilere verilen proje ödevlerinin ne kadarında elektronik bileşenler yer aldığına ilişkin tahminde bulunmuş ve lisans eğitimi süresince öğrencilere tasarlatılan nesnelerin yaklaşık yarısının elektronik olabileceğini ifade etmiştir. 3 katılımcının iş deneyimleri neredeyse yalnızca elektronik nesnelerin tasarlanmasından ibarettir. Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği (TMMOB) Mimarlar Odası Endüstriyel Tasarımcılar Komisyonu'nun (2022) endüstriyel tasarım meslek alanlarına ilişkin durum tespiti yaptığı araştırmasına katılım gösteren 537 endüstriyel tasarımcıdan 352'sinin elektronik nesneler tasarlama deneyimine sahip olması, 110'unun kendilerini elektronik nesnelerin tasarımına ilişkin ileri düzeyde deneyim kazanmış endüstriyel tasarımcılar olarak tanımlaması bu araştırmanın ilk aşamasındaki bulguları destekler niteliktedir. Rapor, Türkiye'deki her 3 endüstriyel tasarımcıdan 2'sinin en az 1 kez elektronik bir nesne tasarlamış olduğuna ve her 5 endüstriyel tasarımcıdan 1'inin ise elektronik nesneler tasarlamakta uzmanlaştığına işaret etmektedir. Bu nedenle endüstriyel tasarım uygulamalarında elektronik nesneleri tasarlamak için gerekli olan bilgi önemli hale gelmiştir.

Bu araştırmanın birinci aşamasında yürütülen görüşmelerin tematik analizine dayanarak, elektronik bileşenlere ilişkin terminolojik ve teorik elektronik bilgisinin, nesnenin formu, malzemesi, imal edilişi, hacmi, kütlesi, ergonomisi, strüktürü ve deneyimlerinin kalitesi üzerinde kayda değer etkisi olduğu anlaşılmaktadır. Örneğin, bir televizyon kumandasının tutuluşu kızılötesi vericinin televizyona doğru yöneltilmesine duyulan ihtiyaç ile ilişkilidir. Örneğin, bir akıllı saatin kalınlığı, bataryasının kalınlığına bağlıdır. Örneğin, bir diz üstü bilgisayarın gövdesinin alüminyumdan imal edilmesinin gerekçelerinden biri elektronik bileşenlerin daha kolay soğutulabilmesidir. Örneğin, scooter olarak bilinen 2 tekerlekli elektrikli taşıtın dengede kalabilmesi, bataryanın konumu ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin, bir akıllı cep telefonunun şarj ve kulaklık girişlerinin, kameralarının, mikrofonlarının ve hoparlörlerinin konumları görsel kompozisyonunu doğrudan etkilemektedir.

Katılımcılara göre endüstriyel tasarımcılar elektronik bilgisini 2 farklı yöntem aracılığıyla öğrenmektedir: Birincisi, uzman görüşü almak, ikincisi ise internet araştırması yapmaktır. Katılımcılar, 2 yaklaşıma da yönelik çeşitli eleştirilerde bulunmuştur. Öğretim görevlisi olan katılımcıya göre stüdyo projeleri sırasında çevrelerindeki uzmanlardan görüş alan öğrenciler, uzman görüşü almayanlara oranla daha uygulanabilir tasarımlar sunmaktadır.

Öte yandan, öğretim görevlisi olan diğer katılımcıya göre ise öğrenciler uzman görüşüne nadiren başvurmaktadır. Niçin uzman görüşünden faydalanılmadığına yönelik birden fazla görüş paylaşılmıştır. Çalışan ve öğrenci olan katılımcılar, uzman görüşü almanın yaratıcı düşünce süreçlerini olumsuz etkileyebildiği görüşündedir. Beyin fırtınası gibi yaratıcı düşünce süreçlerinin yaşandığı ve henüz yalnızca deneyimlere ve formlara ilişkin fikirlerin geliştirildiği erken aşamalarda uzman görüşüne başvurulursa, elektronik mühendisleri aşırı teorik yaklaşımlar sergileyebilmekte, üretilebilirliğe fazlaca odaklı olan eleştiri ve öneriler sunabilmektedir. Öğretim görevlilerinin görüşüne göre ise, öğrenciler efor göstermemek amacıyla uzman görüşü almaktan kaçınmaktadır. Endüstriyel tasarımcılar, uzman görüşüne ulaşamadıklarında veya uzman görüşünden kasten kaçındıklarında ise, internet araştırması yapmaya yönelmektedir. Katılımcılar internet araştırmasını farklı anlamlarda kullanmıştır. Birinci aşamada görüşülen katılımcılardan 4'ü, elektronik bileşenlerin satışının yapıldığı Digikey gibi şirketlerin internet veritabanlarını incelediklerini ifade etmiştir. Aralarından 2 katılımcı Digikey'in yanı sıra, sökme, tamir etme, hobi amaçlı prototip yapımı gibi açık kaynaklı videolardan da faydalandıklarına değinmiştir. Üçüncü aşama sonunda görüşülen 2 katılımcı ise internet araştırmasını, Google'da yürütülen daha genel bir araştırma anlamına gelecek şekilde tanımlamıştır.

Endüstriyel tasarımcı olan 6 katılımcı da internet araştırması aracılığıyla edinilen bilginin doğruluğuna ilişkin kaygılara sahiptir. Öğretim görevlileri ve yönetici olan 3 katılımcı, yeni mezun endüstriyel tasarımcıların ve endüstriyel tasarım öğrencilerinin kendi başlarına yapacakları internet araştırmaları aracılığıyla doğru bilgiye ulaşamayacakları görüşündedir. Çalışan ve öğrenci olan 3 katılımcı da bu yöntemler ile ulaştıkları bilgiyi doğrulayabilecek kaynakları olmadığına değinmektedir. Doğru bilgiye ulaşamayacak olmalarının 2 sebebi vardır. Birincisi, yönetici olan Katılımcı 3'ün ifade ettiği üzere yeni mezunlar ve öğrenciler araştırdıklarını anlayıp yorumlayacak kadar temel bilgiye sahip değildir. İkinci sebep ise, internet araştırmalarında ulaşılan kaynakların genellikle uygulamaya yönelik bilgiye odaklı olmamasıdır. Kadir Köymen (2019) söz konusu problemi şu örnek ile açıklamaktadır: İnternet ortamında elektrik motorlarını araştıran bir kişi, motorun içerisindeki bakır tellerin nasıl sarıldığı bilgisine kolaylıkla ulaşabilmekte, fakat hangi durumda hangi motor türünün kullanılması gerekeceğini aynı kolaylıkla öğrenememektedir. Bu araştırmanın üçüncü aşamasına katılım gösteren endüstriyel tasarım öğrencilerinden bazıları Köymen'in bu eleştirisini desteklemiştir. İnternet araştırmaları, kaynakların çok çeşitli olmasından ötürü hem çok vakit almakta hem de işe yaramayacak olan bilgi ile çok sık karşılaşılmaktadır.

Bu araştırmanın birinci aşamasında elde edilen bulgular doğrultusunda yürütülen asıl tartışma, endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisine verilen önem ile ilişkilidir. Hem bir şirkette yönetici olan, hem de öğretim görevlisi olarak stüdyo derslerinde de görev alan Katılımcı 3'e göre endüstriyel tasarım öğrencilerinde ve yeni mezunlarında bir *bilgi kirliliği* yaygındır. Öğretim görevlileri olan Katılımcı 4 ve Katılımcı 5'e göre, öğrenciler hem uzman görüşü almaktan, hem de derinlemesine internet araştırması yapmaktan kaçınmaktadır. Söz konusu katılımcılar, öğrencilerin en kolay çözümleri tercih etmelerini eleştirmiştir. Katılımcılar, öğrencilerin bileşenleri ve sınırlılıkları doğru şekilde araştırıp öğrenmelerini beklediklerini ancak bu beklentinin genellikle karşılanmadığını ifade etmiştir. Katılımcılara göre öğrenciler bazen gerekli bilgiyi kasten öğrenmemekte, bazen ise yanlış olduğunu bildikleri bilgiden kasten faydalanmaktadır. Katılımcı 4'ün ifadesine göre öğrenciler elektronik bileşenleri *uydurmayı* tercih edebilmektedir. Öğrenci olan Katılımcı 6, öğretim görevlilerinin bu eleştirisini desteklemektedir. Ancak, sebep olarak ise müfredatların ve öğretim görevlilerinin elektronik bilgisine yaklaşımlarını görmektedir. Katılımcıya göre hem kendisi, hem de diğer öğrenciler yanlış bilgiden sıkça ve kasten faydalanmıştır. Çünkü, hem öğrenci olan Katılımcı 6'nın hem de çalışan olan Katılımcı 1 ve Katılımcı 2'nin ifade ettiği üzere endüstriyel tasarım bölümlerinde öğretim görevlileri, elektronik bileşenlere ilişkin sınırlılıklara yönelik çok az eleştirilerde bulunmaktadır. Öğrenciler ise eleştirilenlerin haricindeki konulara daha az ilgi göstermektedir. Öğretim görevlisi olan Katılımcı 4'e göre stüdyo dersleri sırasında elektronik bilgisine yönelik az eleştiri yapılmasının 2 sebebi vardır. Birincisi, öğrencilerin yalnızca teknik bilgiye odaklanmasından çekinilmesidir. Katılımcıya göre üretilebilirliğe fazlaca önem verilirse endüstriyel tasarım öğrencileri yaratıcı tasarım süreçleri yaşayamaz hale gelebilecektir. Katılımcının değindiği ikinci sebep ise birçok öğretim görevlisinin elektronik bilgilerinin sınırlı olmasıdır. Türkiye'deki endüstriyel tasarım bölümlerinin öğretim görevlilerinden kaçının öğrencilere eleştiri sunmaya yetecek düzeyde elektronik bilgisine sahip olduğuna ilişkin bir bulgu yoktur, fakat Katılımcı 4'ün bu görüşü, niçin endüstriyel tasarım müfredatlarında ve öğrenim çıktılarında elektronik bilgisinin az öneme sahip olduğunun bir gerekçesi olabilir.

5.1.1. Endüstriyel tasarımda elektronik bilgisinin kapsamı

Bu araştırmanın birinci aşamasında yürütülen görüşmelerin tematik analizi sonucunda, elektronik nesneler tasarlayacak bir endüstriyel tasarımcının ihtiyaç duyacağı elektronik bilgisinin 2 farklı yaklaşım ile sınıflandırılabileceği anlaşılmıştır. İlk yaklaşım, bileşen türlerinin sınıflandırılması ve ikinci yaklaşım ise bilgi türlerinin sınıflandırılmasıdır. Elektronik bilgisini sınıflandırmaya yönelik 2 farklı yaklaşım oluşmasının gerekçesi ise endüstriyel tasarımcı olan katılımcıların elektronik nesneler tasarlarken izlemiş oldukları araştırma yöntemidir. Bulgulara göre, katılımcılar, elektronik bir nesne tasarlama amacıyla araştırma yapmaları gerektiğinde elektronik bileşenlerin türlerinden yola çıkmaktadır. Katılımcılara göre bir endüstriyel tasarımcı, nesnenin formuna veya deneyiminin kalitesine daha uygun hale gelebilmesi amacıyla bir bileşeni değiştirmeye ihtiyaç duyabilmektedir. Bu durumlarda endüstriyel tasarımcılar bir bileşenin yerine hangi diğer bileşenin tercih edilebileceğini anlayabilmek ve sonradan revizyon gerektiren hatalı tasarım kararlarından kaçınabilmek amacıyla terminolojik veya teorik elektronik bilgisine ihtiyaç duymaktadır. Örneğin, endüstriyel tasarımcı, kullanıcı deneyimi gerekçeleriyle bir düğmenin türünü değiştirmeyi önerebilir, ancak önerisini doğru şekilde ifade edebilmek için düğmelere ilişkin terminolojiye hakim olmalıdır. Örneğin, endüstriyel tasarımcı, nesnenin hacmine yönelik avantaj sağlayacağı gerekçesiyle benzer kapasitedeki farklı bir bataryanın kullanılmasını önerebilir, ancak tutarlı bir öneride bulunabilmek için kapasitenin nasıl hesaplandığını anlayabilmelidir. Örneğin, endüstriyel tasarımcı, nesneye bir dokunmatik ekran eklenmesini önerebilir, ancak önerdiği boyuttaki dokunmatik ekranlar çok nadirse veya çok pahalıysa bunun bilincinde olmalıdır. Öte yandan, bir şirkette yönetici olan Katılımcı 3'ün anlattığı bir vaka, elektronik bilgisinin yenilikçi bir deneyim geliştirme amacıyla da kullanılabileceğine yönelik örnek niteliğindedir: Katılımcıdan medikal bir nesne tasarlaması istenmiştir. İstenilene göre, kullanılmadığı sürenin tamamında nesne uykuda beklemeli, ele alınarak kullanılacağında ise önce uyandırılmalıdır. Nesne fazlaca sıvı temasına maruz kalacağından ötürü sızdırmazlık ihtiyacı vardır. Başta katılımcıdan nesneyi uyandırması amacıyla bir düğme tasarlaması istenmiştir, ancak sonradan katılımcı, mühendis ekibine, açısal değişimleri algılayabilen jiroskoptan faydalanmayı önermiş ve böylelikle nesnenin ele alınınca kendiliğinden uyanabileceğini açıklamıştır. Bir düğmeye gerek kalmadığı için sızdırmazlık da daha kolay sağlanabilmiştir. Öğretim görevlisi olan Katılımcı 5'in görüşleri elektronik bilgisi eksikliğinde bu vakanın hiç yaşanmayabileceğine işaret etmektedir. Katılımcıya göre eksik teorik ve terminolojik bilgisi olan endüstriyel

tasarımcı, önerilerini dile getirmekten çekinebilir, diğer paydaşlar onun önerilerini dikkate almayabilir ve gülünç bulabilir, endüstriyel tasarımcının elektronikle ilgili konulara ilişkin görüş paylaşmasını engelleyebilir.

Araştırmanın birinci aşamasında yürütülen görüşmelerin tematik analiz bulgularına göre, endüstriyel tasarımcıların toplamda 11 tür elektronik bileşene ilişkin araştırma yapmasının gerekebileceği (Bkz. Çizelge 4.1, sayfa:126) ve bunlara ilişkin araştırma yaparken 12 tür elektronik bilgisine ihtiyaç duyabileceği (Bkz. Çizelge 4.2, sayfa:136) anlaşılmaktadır. Tematik analiz bulguları aracılığıyla tespit edilen 11 bileşen türü, katılımcıların internet araştırması sırasında sıkça faydalandığını belirttiği elektronik bileşenlerin satışını yapan şirketlerin (Digikey, Farnell ve Mouser) internet veritabanları ile karşılaştırılmıştır (Bkz. Çizelge 3.1, sayfa:103). Örtüşen kategoriler tespit edilmiş ve kategori isimleri sadeleştirilip düzenlenmiştir (Bkz. Çizelge 3.1, sayfa:103). Sınıflandırılmış olan 11 bileşen türünden bu araştırmanın üçüncü aşamasında faydalanılmış ve destekleyici araç içerisinde yalnızca bu bileşen türlerine yönelik bilgiye yer verilmiştir. Elde edilen sınıflandırma şu şekildedir:

1. Enerji kaynakları
2. Hareket bileşenleri
3. Düğmeler ve anahtarlar
4. Kablosuz bağlantı
5. Görüntü bileşenleri
6. Ses bileşenleri
7. Işık ve aydınlatma
8. Sensörler
9. Isıtma, soğutma ve havalandırma
10. Kablolar ve soketler
11. Devre kartı bileşenleri

Söz konusu 11 bileşen türünü araştırırken öğrenilecek olan teorik ve terminolojik bilgi ise katılımcıların görüşleri doğrultusunda belirlenmiş olan 12 konu başlığı ile ilişkilidir. Birinci aşamadaki görüşmelere katılan elektronik mühendislerine göre söz konusu 12 bilgi türünden 6'sı, henüz *deneyimsiz* olan bir endüstriyel tasarımcının bile *temel seviyede* öğrenmiş olması gereken konulardır. Katılımcılar, bilgiyi, bilginin kapsamına ve bilgiyi öğrenmesi beklenen kişinin deneyimine göre sınıflandırmıştır. Farklı tanımlar kullanmış olsalar bile 4 katılımcı da *deneyimsiz tasarımcıyı,* çalışma hayatına yeni başlayan bir

endüstriyel tasarımcı anlamında tasvir etmiştir. *Temel seviyedeki bilgi* ise, katılımcıların bir konu başlığına ilişkin bilginin ne kadarına ihtiyaç duyulabileceğini betimleme amacıyla kullandığı bir tanımdır. Temel seviyedeki bilgi, bir konu ile ilişkili olan terimlerin ve sınırlılıkların bilinmesine, anlaşılabilmesine ve en basit hesaplamaların yapılabilmesine yeten bilgidir. Henüz deneyimsiz olan bir endüstriyel tasarımcının bile temel seviyede öğrenmiş olması gereken 6 bilgi türü ise şunlardır:

1. Malzemelerin elektriksel özellikleri
2. Doğru ve alternatif akım farkları
3. Enerji-güç ve akım-gerilim ilişkisi
4. Sensörler
5. Aktüatörler
6. Kullanıcı etkileşimi bileşenleri

Katılımcılara göre diğer 6 bilgi türü ise deneyim kazandıkça öğrenilmesine ihtiyaç olan konular ile ilişkilidir. Endüstriyel tasarımcının bu konulara ilişkin *yüzeysel seviyede* bilgisi olması yeterlidir. Hangi konularda ve ne kadar deneyim kazanan endüstriyel tasarımcının deneyimli olarak kabul edileceği bu araştırmanın bulguları aracılığıyla tanımlanamamıştır. Fakat yeni mezun olmuş endüstriyel tasarımcıların *deneyimsiz* kabul edileceği kesindir. Yüzeysel seviyedeki bilgi ise, konunun yalnızca varlığından haberdar olmaya, konuya ilişkin yalnızca öncelikli olan terimleri ve sınırlılıkları anlamaya yeten seviyedeki bilgidir. Deneyim kazanan bir endüstriyel tasarımcının yüzeysel seviyede bilmesi beklenen söz konusu 6 bilgi türü ise şunlardır:

7. Elektromanyetizma
8. Haberleşme sistemleri ve antenler
9. Devre kartı bileşenleri
10. Frekans, sinyaller ve sinyal işleme
11. Mantıksal devre tasarımı ve ikili sistem
12. Programlama ve yazılımlar

Katılımcılara göre özel durumlar haricinde endüstriyel tasarımcının bu 12 konudan farklı diğer bir konuya ilişkin elektronik bilgisi öğrenmesine gerek yoktur. Tartışma sonucunda 11 bileşenin ve 12 konunun kapsamını betimleyen bir tanım elde edilmiş ve bu tanım aracılığıyla birinci araştırma sorusu yanıtlanabilmiştir.

Endüstriyel tasarımcılar hangi elektronik bilgisine niçin ihtiyaç duymaktadır sorusunun yanıtı şudur: Deneyimsiz olsalar dahi endüstriyel tasarımcılar için elektronik bileşenlere ilişkin terim ve sınırlılıkları anlayabilecek ve basit hesaplamaları yapmaya yetecek kadar elektronik bilgisi gereklidir. Çünkü, endüstriyel tasarımcılar hem eğitimleri süresince hem de meslek hayatları boyunca sıkça elektronik nesneler tasarlar hale gelmişlerdir ve tasarladıkları nesnelere enerji sağlayan, hareket veren, nesnenin çevre ve kullanıcı ile etkileşime geçmesine aracı olan bileşenler ve bu bileşenleri yöneten veya organize eden diğer bileşenler, elektronik nesnelerin formlarını, deneyimlerini, strüktürlerini, hacimlerini, kütlelerini, malzemelerini ve üretim yöntemlerini kayda değer şekilde etkilemektedir.

5.2. Endüstriyel Tasarım Eğitiminde Elektronik Bilgisinin Yeri

Bu araştırmanın ikinci aşamasında amaçlanan, en güncel endüstriyel tasarım eğitimi ile mezun olan endüstriyel tasarımcıların ne kadar elektronik bilgisi öğrenmiş olduğunun ölçülmesidir. Bu amaç doğrultusunda, birinci aşamadaki yarı-yapılandırılmış görüşmelere katılan elektronik mühendislerinin sınıflandırmış olduğu toplam 12 konu başlığını (Bkz. Çizelge 4.2, sayfa:136) baz alan 13 soru hazırlanmıştır. 13 sorudan 10'u, sınıflandırılmış olan konu başlıklarından ilk 6'sı ile ilişkilidir. Çünkü 12 konu başlığını sınıflandırmış olan elektronik mühendislerine göre bu konulardan ilk 6'sı, diğerlerine oranla daha öncelikli bilgilerdir. Elektronik mühendislerine göre deneyimsiz bir endüstriyel tasarımcı bile bu 6 konuya ilişkin terimleri ve sınırlılıkları öğrenmiş olmalı ve basit formüller aracılığıyla en temel hesaplamaları yapabilmelidir. Testteki diğer 3 soru ise daha az öncelikli olan ve ancak deneyim kazandıkça öğrenilmiş olması beklenen konular ile ilişkilidir.

Teste 56'sı Türkiye'den ve 18'i ise Türkiye dışından olmak üzere toplam 74 kişi katılım göstermiştir. 74 kişiden 34'ü Türkiye'deki endüstriyel tasarım bölümlerinin, 15'i ise Singapur, Yunanistan, Avustralya, Belçika ve Özbekistan'da yer alan tasarım bölümlerinin son sınıf öğrencileridir. 35 kişi ise Türkiye'deki ve diğer 5 ülkedeki bu bölümlerden en fazla 1 yıl içerisinde mezun olmuş olan kişilerdir. Katılımcıların yeni mezunlar ve son sınıf öğrencileri arasından örneklenmiş olmasının gerekçesi, *deneyimsiz* endüstriyel tasarımcılar olmalarıdır. Bu aşamada elde edilen bulgular şu araştırma sorusuna yanıt aramaktadır:
AS2. Endüstriyel tasarımcılar hangi elektronik bilgisine yetkin olarak mezun olmaktadır?

Araştırmanın birinci aşamasına katılım gösteren elektronik mühendislerinin ortak görüşüne göre, disiplinlerarası çalışmalar sırasında bir endüstriyel tasarımcının detaylı hesaplamalar yapabilmesinin veya elektronik kavramlarına ilişkin teorik açıklamalarda bulunabilmesinin faydası yoktur. Elektronik mühendislerine göre, endüstriyel tasarımcı, uygulamaya yönelik bilgiye sahip olmalıdır. Bu gerekçeyle söz konusu katılımcılar, endüstriyel tasarımcıların elektronik bilgisini ölçmek amacıyla vaka bazlı muhakeme soruları yöneltilmesini tavsiye etmiştir. Elektronik mühendislerinin görüşleri doğrultusunda testteki soruların tamamı birer tasarım vakası olarak hazırlanmıştır. Katılımcılardan ise örneğin hangi bileşenin o vakaya daha uygun olduğunu veya malzemenin hangi elektriksel özelliğinin vakaya sebep olduğunu seçmesi istenmiştir.

İkinci aşama sonunda elde edilen bulgular, araştırmanın birinci aşamasındaki görüşmelerin tematik analizi aracılığıyla tespit edilenlerin bazıları ile çelişmektedir:

1. Birinci soru haricindeki tüm sorularda, sorulara doğru cevap verebilen katılımcıların oranı kayda değer şekilde düşüktür (Bkz. Şekil 4.1, sayfa:143).

- Araştırmanın birinci aşamasına katılım gösteren elektronik mühendislerine göre temel seviyede öğrenilmiş olması gereken 6 konunun tamamında 74 katılımcının kayda değer bir bölümü eksik veya yanlış bilgiye sahiptir. Söz konusu 10 soruya verilen doğru cevapların eşit ağırlıkla toplamı 100 olacak şekilde puanlandığında test katılımcılarının puanlarının aritmetik ortalaması 29 veya 13 soru üzerinden hesaplanırsa 30'dur.

2. Teorik fizik bilgisine dayanan soruların neredeyse tamamı (Bkz. Şekil 4.1, sayfa:143, Soru 1-5), sensörler, aktüatörler ve kullanıcı etkileşimi bileşenleri konularına ilişkin sorulara oranla daha fazla sayıda katılımcı tarafından doğru cevaplanmıştır. Sensörler, aktüatörler ve kullanıcı etkileşimi bileşenlerine ilişkin terminoloji bilgisinin ölçüldüğü sorular (Bkz. Şekil 4.1, sayfa:143, Soru 6-10) bütün sorular arasında en az sayıda katılımcının doğru cevap verebildiği 6 sorudan 5'idir.

- Bulgular, endüstriyel tasarım lisans eğitimi süresince terminolojik bilginin teorik bilgiye oranla daha az öğrenildiğine işaret etmektedir.

3. Henüz deneyimsiz olan tasarımcılar tarafından öğrenilmiş olması beklenmeyen 3 soru (Bkz. Şekil 4.1, sayfa:142, Soru 6-10), testin en fazla doğru cevap verilen 4 sorusundan 3'üdür. Bu sorular, haberleşme yöntemleriyle, antenlerle ve mikroişlemcilerle ilişkilidir. Bulgunun birkaç gerekçesi olabilir:

- Endüstriyel tasarım eğitiminde IoT'ye yönelik ilginin artmış olması, Bluetooth, Wi-Fi ve GSM gibi kavramların sınırlılıklarının daha fazla öğrenilmesine sebep olmuş olabilir.

- Endüstriyel tasarım eğitiminde, Arduino kullanımının artmış olması, mikroişlemci ve gömülü yazılım gibi kavramların daha fazla öğrenilmesine sebep olmuş olabilir.
- Bluetooth, Wi-Fi ve GSM gibi haberleşme yöntemlerine ilişkin terimler ve sınırlılıklar gündelik nesneler ile yaşanan deneyimler aracılığıyla öğrenilmiş olabilir.

4. Sensörlere, ekran türlerine ve kablosuz iletişim yöntemlerine ilişkin 4 soru (Bkz. Şekil 4.1, sayfa:143, Soru 6-7, 9, 12) son sınıf öğrencileri olan katılımcıların daha büyük bir bölümü tarafından doğru cevaplanmıştır. Yeni mezunlar bu soruları cevaplarken daha başarısız olmuştur. Test genelinde ise söz konusu eğilim ters yöndedir: Diğer 9 sorudan 8'inde yeni mezun olan katılımcılar daha fazla başarı sergilemiştir.

- Bulgu, endüstriyel tasarım eğitiminde bu bileşenlere yönelik öğrenilenlerin artmakta olduğuna işaret etmektedir. Gerekçesi, endüstriyel tasarım eğitiminde IoT'ye yönelik ilginin artmış olması olarak değerlendirilebilir.

5. Test içerisindeki 3 soruda (Bkz. Şekil 4.1, sayfa:143, Soru 3-5) yeni mezun katılımcılar son sınıf öğrencilerine oranla kayda değer oranda farkla daha başarılı olmuştur. Bu sorulardan 3'ü akım türlerinin ve yüksek gerilimin kullanıcı güvenliği ve güç ile olan ilişkisini incelemektedir.

- Bulgu, endüstriyel tasarımcıların mezun olduktan kısa süre sonra bu konuları öğrenme ihtiyacı yaşadığına işaret etmektedir.

Endüstriyel tasarımcılar hangi elektronik bilgisine yetkin olarak mezun olmaktadır sorusunun yanıtı ise şudur: Bu araştırmanın ikinci aşamasına katılım gösteren yeni mezun endüstriyel tasarımcılar ve son sınıfta öğrenim görmeye devam eden endüstriyel tasarım öğrencilerinin çoğunluğu (%81) elektronik bilgisi ile ilişkili konuların en az yarısında yanlış veya eksik bilgiye sahiptir. Temel seviyede öğrenilmiş olması gereken 6 elektronik konusu arasında yalnızca malzemelerin elektriksel iletkenliği yeterli şekilde öğrenilmiştir. Endüstriyel tasarımcıların mezun olurken en eksik bilgiye sahip olduğu konular ise sensörler, aktüatörler ve kullanıcı etkileşimi bileşenleridir. Elektronik bileşenlerin karakteristik özellikleriyle ilişkili olan konuların mezun olduktan sonra kısa süre içerisinde kayda değer oranda daha fazla öğrenilmiş olması bu kavramların lisans eğitimi aracılığıyla öğrenilmesine ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

5.3. Elektronik Bilgisinin Fayda ve Zararları

Bu araştırmanın birinci aşamasında yürütülen görüşmelerin tematik analiz bulgularına göre endüstriyel tasarımcıların elektronik bilgisi öğrenmeye yönelik asıl kaygısı yaratıcılık ile ilişkilidir. Katılımcılar, daha fazla elektronik bilgisi edinmeleri durumunda daha az yaratıcı tasarım süreçleri yaşamaları ihtimaline değinmektedir. Öte yandan katılımcılar, söz konusu kaygıya karşıt olarak, elektronik bilgisinin yenilikçi yaklaşımlar geliştirilmesine de fayda sağlayabileceği görüşündedir. Katılımcıların görüşleri birbirlerine karşıt değildir. Birbirine karşıt olan bu görüşlerin her ikisi de hem Katılımcı 12 hem de Katılımcı 14 tarafından ifade edilmiştir. Öte yandan katılımcılar, elektronik bilgisi öğrenilmesinin yaratıcılığa yönelik olumsuz etkileri olması ihtimali haricinde, diğer çoğu konu bakımından fayda sağlayacağı görüşündedir. Artan elektronik bilgisi sayesinde hatalı tasarım kararlarının azalacağı, disiplinlerarası iletişimin kuvvetleneceği, endüstriyel tasarımcıların kendilerini daha yetkin hissedebileceği ve elektronik bileşenleri ilgilendiren kararlar alınırken etkin olabilecekleri konularında 6 katılımcı da hemfikirdir. Katılımcıların görüş ve çekinceleri doğrultusunda, bu araştırmanın son aşamasında elektronik bilgisinin yaratıcılık ölçütlerine yönelik zararı veya faydası olup olmadığının ve diğer yetkinliklere yönelik beklenen faydayı sağlayıp sağlamadığının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Yürütülen araştırmanın son aşaması, endüstriyel tasarım bölümlerindeki stüdyo derslerinde elektronik bilgisinin öğrenilişini destekleyecek bir araç geliştirilmesi, bu aracın 3 farklı stüdyo dersine entegre edilip denenmesi, denemenin ardından 5'li Likert Skalası'nda anket çalışması yürütülmesi, ankete katılan toplam 6 öğrenci ve bu ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerinden sorumlu olan 2 öğretim görevlisi ile görüşmeler yapılması ve şu araştırma sorusuna yanıt aranmasıdır:
AS3. Endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bilgisi öğrenerek tasarım yapması hangi fayda ve zararlara sebep olur?

Destekleyici araçtan faydalanma sürecine yönelik öz değerlendirilmelerin yapıldığı anket, Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümündeki ikinci sınıf öğrencileri arasından 40 kişinin, Atılım Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümü üçüncü sınıf öğrencileri arasından 14 ve dördüncü sınıf öğrencileri arasından 6 kişinin katılımı ile tamamlanmıştır. Yalnızca anket sonuçları dikkate alınırsa, yaratıcılık ölçütleri (Bkz. Çizelge 3.3, sayfa:122) de dahil olmak üzere destekleyici araç ve içerdiği elektronik bilgisi hiçbir bakımdan zarara sebep olmamış, aksine ölçütlerin neredeyse tamamında fayda oluşturmuştur (Bkz. Şekil 4.33, sayfa:171 ve Şekil 4.34, sayfa:175). Öte yandan, anketin tamamlanmasının ardından

yürütülen 8 görüşmede katılımcıların ifade ettiği görüşler, anket bulgularından bazılarının yorumlanışını kayda değer şekilde değiştirmiştir. Söz konusu gerekçeyle, anket bulguları ve görüşme bulguları karşılaştırılarak tartışılmıştır.

- Geliştirilen tasarım fikirlerinin sayısı:

60 anket katılımcısından 41'i destekleyici aracın ve içerdiği elektronik bilgisinin daha çok sayıda fikir üretme yönünde katkı sağladığı görüşündedir. Görüşülmüş olan katılımcılardan bazılarına, özellikle öğretim görevlisi olan Katılımcı 17 ve Katılımcı 18'e göre destekleyici araç ve içerdiği elektronik bilgisi, tasarım fikirlerinin sayısında herhangi bir azalmaya sebep olmamışsa bile, fikirlerin sayısında artış sağlamaya yönelik faydası da sınırlıdır. Öte yandan ikinci sınıf öğrencisi olan Katılımcı 11, araç sayesinde yeni bileşenler öğrendikçe bu bileşenleri tasarıma entegre etmeye yöneldiğine değinmiştir. Katılımcının değindiği söz konusu kısmi değişiklikler, geliştirilen yeni fikirler olarak değerlendirilebilir ve fikirlerin sayısının artması olarak yorumlanabilir. Tartışma şöyle sonuçlandırılabilir: Destekleyici araç ve içerdiği elektronik bilgisinin öğrenilmesi, geliştirilen yeni fikirlerin sayısında artış sağlamış olsa da öğretim görevlilerine göre sağlanan fayda sınırlıdır.

- Daha yenilikçi yaklaşımlar sergileyebilme:

60 anket katılımcısından 42'si destekleyici aracın ve içerdiği elektronik bilgisinin bilinen uygulamalara oranla daha yenilikçi tasarımlar yapabilme bakımından kendilerine fayda sağladığı görüşündedir. İkinci sınıf öğrencilerinden sorumlu olan öğretim görevlisi, söz konusu faydayı şu şekilde açıklamaktadır: Araştırmanın derinleşebilmesi, öğrencileri daha yenilikçi fikirler üretme konusunda daha donanımlı hale getirmiştir. Üçüncü sınıfa devam eden Atılım Üniversitesi endüstriyel tasarım bölümü öğrencilerinden sorumlu olan öğretim görevlisi Katılımcı 14 öğrencilerin tamamının değil ancak bazılarının yenilikçi yaklaşımlar geliştirme yönünde araçtan ve içeriğinden faydalandığına değinmiştir. Tartışma, aracın yenilikçi fikirler geliştirme yönünde faydası olduğu sonucuna çıkmaktadır.

- Geliştirilen tasarımların formları ve birbirlerine oranla farklılığı

60 anket katılımcısından 34'ü destekleyici aracın ve içerdiği elektronik bilgisinin diğer öğrencilere oranla farklı tasarımlar geliştirebilme bakımından kendilerine fayda sağladığı görüşündedir. Öte yandan katılımcıların diğer 26'sı tasarlananların çeşitliliğinin araçtan ve içerdiği bilgiden ya fayda görmediği ya da zarar gördüğü görüşündedir. Anket sonrasında görüşülmüş olan Katılımcı 14 ve Katılımcı 15, elektronik bilgisinin oluşturduğu kısıtların,

tasarlanan formları niteliksizleştirdiği ve birbirleri ile benzemeye yönelttiği görüşündedir. Öte yandan, Katılımcı 15, çeşitliliğin azalmasının destekleyici araç ile doğrudan ilişkili olmadığına değinmiştir. Çeşitliliğin azalmasına asıl sebep olan, proje sürecinde elektronik bilgisine ilişkin kısıtların artmış olmasıdır. Katılımcıya göre destekleyici aracın kendisi tasarlananların çeşitliliği ve formların niteliği bakımdan etkisizdir.

- Detaylı düşünebilme ve geliştirilen tasarımların üretilebilirliği:

60 anket katılımcısından 54'ü, destekleyici aracın ve içerdiği elektronik bilgisinin daha detaylı tasarımlar yapabilme yönünde fayda sağladığı görüşündedir. Tasarımların daha üretilebilir hale gelmesi bakımından fayda sağladığı görüşüne katılanların sayısı da 53'tür. Hatta her iki ölçütü de değerlendirirken katılımcıların yarısından fazlası fayda sağlandığı ifadesine kesinlikle katıldığını belirtmiştir. Anket çalışmasının ardından görüşülen bütün katılımcılar anket aracılığıyla elde edilen bulguyu desteklemektedir. Destekleyici aracın ve içerdiği elektronik bilgisinin yaratıcılık ölçütlerine yönelik en bariz faydası, tasarımcıları daha detaylı düşünmeye teşvik etmiş olması ve tasarladıklarının üretilebilirliğe yönelik detaylarının kayda değer oranda artmasıdır. Üçüncü sınıf öğrencilerinden sorumlu olan öğretim görevlisine göre aracın detaylı düşünebilmeye ve üretilebilirliği artan tasarımlar yapmaya yönelik faydası elektronik bilgisinin ötesine geçmiştir. Sökülen ve tamir edilen nesneleri inceleyebilmek örneğin plastik parçaların üretim yöntemlerine ilişkin detayların da daha doğru tasarlanmasını sağlamıştır.

- Geliştirilen tasarımların ergonomisi ve kullanıcı deneyimleri:

60 anket katılımcısından 51'i, destekleyici aracın ve içerdiği elektronik bilgisinin, kullanıcı deneyimi bakımından daha iyi çözülmüş tasarımlar elde edilmesine yönelik fayda sağladığı görüşündedir. 43 katılımcı ise ergonomi çözümlerine yönelik fayda sağlandığı görüşüne de katılmıştır. Anketin ardından görüşülen Katılımcı 14 beraber öğrenim gördüğü öğrencilerin stüdyo projesi süresince ergonomiye yönelik çokça tasarım hataları yaptığına değinmiştir. Ancak katılımcıya göre ergonomi kavramı 2 yaklaşım ile değerlendirilmelidir. Katılımcıya göre, araç ve içeriği, bilgi verdiği bileşenlere yönelik ergonomik kriterlerin öğrenilmesi bakımından faydalıdır. Ancak, katılımcıya göre ergonomi, tasarımın bütününe ilişkin tek bir tanım olarak da değerlendirilebilir. Bütüncül olarak değerlendirildiğinde ise tasarlanan nesnelerin ergonomiyle ilişkili çözümlerinin niteliğinde kayda değer bir artış olmadığını ifade etmektedir. Tartışmanın sonucuna çöre: hem kullanıcı deneyimi, hem de ergonomi bakımından araç tasarlananların niteliğini arttırmıştır, ancak faydası bileşenler ile sınırlıdır.

- Nesnelerin işleyişinin anlaşılması ve ifade becerileri:

60 anket katılımcısından 55'i öğrendikleri elektronik bilgisi sayesinde elektronik nesnelere ilişkin teknolojileri daha iyi anlayabilmiş ve 51'i ise kendilerini öğretim görevlilerine daha iyi ifade edebilmiştir. Görüşülen katılımcıların anket bulgularına karşıt gelen herhangi bir görüşü olmamıştır. Anket bulgularına dayanarak, destekleyici aracın içerdiği elektronik bilgisinin en öncelikli faydası öğrencilerin teknolojileri anlamasına sağladığı katkıdır. Katılımcılar, bu teknolojilere ilişkin edindikleri terminolojik ve teorik bilgi aracılığıyla kendilerini doğru ifade edebilme yönünde de kayda değer fayda görmüştür.

Endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bilgisi öğrenerek tasarım yapması hangi fayda ve zararlara sebep olur sorusunun yanıtı ise şudur: Elektronik bilgisi öğrenilmesinin desteklendiği stüdyo projeleri sırasında endüstriyel tasarım öğrencileri;

- Mevcut elektronik teknolojilerini daha iyi anlamış,
- Bu sayede kendilerini daha doğru ifade edebilmiş,
- Bazı yaygın teknolojileri ve bileşenleri yeni öğrenmiş,
- Bu yeni bilgi aracılığıyla daha yenilikçi fikirler geliştirebilmiş,
- Daha detaylı düşünebilme bakımından daha yaratıcı süreçler geçirmiş,
- Geliştirdikleri tasarım fikirlerinin sayısında sınırlı da olsa artış olmuş,
- Ancak, tasarladıklarının, özellikle de form bakımından niteliksizleşmesi ve birbirlerine benzemesi bakımından elektronik bilgisinden olumsuz etkilenmiştir.

5.4. Destekleyici Aracın Elektronik Bilgisinin Öğrenilmesine Katkısı

Bu araştırmanın son aşamasında destekleyici araçtan faydalanan, 40'ı Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümü ikinci sınıf öğrencisi ve 20'si Atılım Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümü üçüncü ve dördüncü sınıf öğrencileri olan 60 katılımcı, destekleyici aracın elektronik bilgisi öğrenilmesine yönelik katkısını 5'li Likert Skalası'ndaki sorulara cevap vererek değerlendirmiştir. Araştırmanın bu son aşamasında cevaplanan sorular aracılığıyla şu araştırma sorusuna yanıt aranmıştır:

AS4. Açık kaynaklardan faydalanarak oluşturulmuş interaktif bir araç endüstriyel tasarım öğrencilerinin stüdyo derslerinde elektronik bilgisi öğrenmesini destekleyebilir mi?

Toplam 60 katılımcı arasından, 53'ü aracın içeriğini ihtiyaç duydukları mesleki bilgi ile ilişkili bulmuş, 56'sı içerikte yer alan yazılı açıklamaları, 58'i fotoğrafları, 53'ü videoları ve 48'i teknik resim ve modellere ilişkin açık kaynakları faydalı bulmuş, 55'i içeriği kolayca anlayabildiğini ve 51'i destekleyici aracı kullanırken sıkılmadığını ifade etmiştir (Bkz. Şekil 4.36, sayfa:178 ve Şekil 4.37, sayfa:180). Ankete katılan katılımcılar arasından 6 öğrenci ile görüşülmüştür. Öğrencilerin açıklamaları doğrultusunda niçin en çok fayda sağlayan içeriğin yazılı açıklamalar olduğu tartışılmıştır. Katılımcılara göre yazılı içeriğin anlaşılırlığı ve topluca sunulması destekleyici aracın en önemli faydalarındandır. Çünkü destekleyici araçtan faydalanmadıkları herhangi bir araştırma sürecinde, gereksiz içerikler ile sıkça karşılaşılmakta, kaynaklar çok çeşitli olduğu için araştırma ile ilişkili olan bilgiye ulaşılması vakit almaktadır. Bu araştırmanın birinci aşamasındaki yarı-yapılandırılmış görüşmelerin tematik analizi aracılığıyla elde edilen şu bulgu, destekleyici araçtaki yazılı içeriğin öne çıkan faydasına yönelik tartışmanın sonucunu desteklemektedir: Söz konusu birinci aşamaya katılım gösteren 2'si öğretim görevlisi, 6 endüstriyel tasarımcıdan 6'sı da, internet araştırmaları ile erişilen bilginin doğruluğundan şüphe etmektedir. Destekleyici araç gerekli ve doğru olan bilgiye, toplu halde ulaşılmasını sağlama bakımından zaman kazandırmış, kişilerin yaratıcılığını, kazandırdığı zaman bakımından da desteklemiştir.

Katılımcıların 52'si destekleyici araçtan faydalanmaktan memnun kaldıkları ifadesine kesinlikle katılmış, 53'ü araçtan gelecekte de kesinlikle faydalanmak istediğini belirtmiştir. Destekleyici aracın tasarlanmış olduğu Wix sisteminin bulguları, ankete katılım gösteren öğrencilerden yaklaşık üçte birinin, aracın denenmesine konu olan stüdyo dersi projeleri tamamlandıktan ve yeni proje konularına geçildikten sonra da araçtan gönüllü şekilde faydalanmaya devam ettiğini göstermektedir. Hem araştırmacı, hem de söz konusu öğrencilerden sorumlu olan öğretim görevlileri, öğrencilerin bu yeni projelerde aracı kullanmaya devam etmesini talep etmemiş olduğu halde öğrencilerin üçte birinin sistemi kullanmaya gönüllü olması, aracın elektronik bilgisi araştırma süreçlerine yönelik katkısını kanıtlayan en önemli bulgudur.

Açık kaynaklardan faydalanarak oluşturulmuş interaktif bir araç endüstriyel tasarım öğrencilerinin stüdyo derslerinde elektronik bilgisi öğrenmesini destekleyebilir mi sorusunun yanıtı ise şudur: Açık kaynaklardan faydalanan, internet tabanlı ve interaktif yapıdaki destekleyici araç, stüdyo derslerinde elektronik bilgisinin öğrenilmesini desteklemiştir. Katılımcılar, özellikle destekleyici aracın yokluğunda araçta yer alan

içeriğe ulaşamadıklarını veya ulaşmalarının vakit aldığını ve ulaştıkları bilginin doğruluğundan şüphe ettiklerini ifade etmiş, yazılı açıklamalar öncelikli olmak üzere aracın faydalandığı kaynakların tamamını kesin olarak faydalı bulmuştur.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elektronik, günümüzün ekonomi megatrendi olmuş (Stein, 2015) ve endüstriyel tasarımda elektronik bileşenler sıkça yer bulmaya başlamıştır (Frens, 2018). Geçmişte endüstriyel tasarım eğitimi içerisinde az ilgi gören elektronik bilgisi (Varekamp, ve diğ., 2014), günümüzde hem Türkiye'de, hem de İngiltere ve Hollanda gibi diğer ülkelerde, özellikle de Arduino aracılığıyla (Erkarslan ve Aykul, 2019; Page, 2016; Romero, ve diğ., 2012; Seetsen, ve diğ., 2019) yaygınlaşmıştır. Öte yandan endüstriyel tasarım müfredatları imalat ekonomisinin gereksinimlerine ve makine mühendisliği alanına giren derslere fazlaca yer vermeye devam etmek ile eleştirilmektedir (Yenilmez ve Bağlı, 2020; Varekamp, ve diğ., 2014). Elektronik bilgisine veya uygulamasına yönelik derslerin ve ders içi uygulamaların yaygın olduğu henüz söylenemez. Endüstriyel tasarımcılar için elektronik bilgisi hala bir darboğazdır (Seetsen, ve diğ., 2019). Endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisinin yeri, önemi ve kapsamı da açık değildir. Söz konusu gerekçeyle bu araştırmanın birinci ve ikinci soruları, endüstriyel tasarımcıların hangi elektronik bilgisine niçin ihtiyaç duyduğu ve hangi elektronik bilgisine yetkin olarak mezun olduklarıdır. Araştırmanın birinci sorusuna yönelik bulgular, araştırmanın devamındaki aşamaları etkileyen 2 önemli konuya işaret etmiştir: Birincisi, bazı endüstriyel tasarımcıların, elektronik bileşenlere ilişkin sınırlılıkları öğrendikçe daha az yaratıcı fikirler geliştireceklerine yönelik kaygısıdır. Bu gerekçeyle araştırmanın üçüncü sorusu, endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bilgisi öğrenerek tasarım yapmasının, hangi fayda ve zararlara sebep olduğudur. Diğer konu ise bazı endüstriyel tasarımcıların elektronik bileşen çeşitlerini incelemeye duyduğu ihtiyaç ve bileşenleri incelemek amacıyla başvurduğu yöntemdir. Bileşenlerin satıldığı veritabanları, bu veritabanlarında sunulan açık kaynaklar ve DIY topluluklarının ürettiği sökme ve tamir etme amaçlı video ve fotoğraflar, söz konusu endüstriyel tasarımcıların elektronik bileşenleri öğrenme amacıyla incelediği materyallere dönüşmüştür. Bu araştırma aracılığıyla, söz konusu öğrenme şekli bir yöntem haline getirilmiş ve elektronik bilgisinin öğrenilmesini destekleyen bir araç tasarlanmıştır. Araştırmanın dördüncü sorusu da açık kaynaklardan faydalanarak oluşturulmuş bir aracın endüstriyel tasarım öğrencilerinin stüdyo derslerinde elektronik bilgisi öğrenmesini destekleyip destekleyemeyeceğidir.

Bu araştırma toplam 3 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada 6'sı endüstriyel tasarımcı ve 4'ü elektronik mühendisi olan toplam 10 katılımcı ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yürütülmüş, görüşme kayıtlarının tematik analizi aracılığıyla birinci araştırma sorusuna

yanıt aranmıştır. Bu aşamanın sonunda elektronik bilgisi, bileşen türlerine ve bilgi türlerine göre olmak üzere 2 farklı yaklaşım ile sınıflandırılmıştır. İkinci aşamada, yeni mezun endüstriyel tasarımcılardan ve endüstriyel tasarım son sınıf öğrencilerinden oluşan 74 katılımcıya, önceki aşamada tespit edilen bilgi türlerine ilişkin 13 sorulu bir elektronik bilgisi ölçme testi uygulanmış ve bulgular aracılığıyla ikinci araştırma sorusuna yanıt aranmıştır. Üçüncü aşamada elektronik bilgisinin öğrenilmesini destekleyen internet tabanlı bir araç geliştirilmiş, araç içeriğinde birinci aşamada tespit edilen bileşen türlerine bağlı kalınmış, açık kaynaklı içeriklere yer verilmiştir. Araç, Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümünde öğrenim gören ve elektrikli su ısıtıcısı tasarlama ödevi verilen 40 ikinci sınıf öğrencisi, Atılım Üniversitesi Endüstriyel Tasarım bölümü'nde öğrenim gören ve diyafon tasarlama ödevi verilen 14 üçüncü sınıf öğrencisi ve aynı bölümde öğrenim gören 6 bitirme projesi öğrencisinin katılımı ile denenmiştir. Katılımcılar, 5'li Likert Skalası'ndaki anket soruları aracılığıyla görüşlerini belirtmiştir. Açıklayıcı bulgular elde edilmesi amacıyla bazı anket katılımcıları ile görüşülmüştür.

Sonuç olarak endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisi şu gerekçelerle bir ihtiyaçtır:

- Elektronik nesnelerin endüstriyel tasarım eğitimi ve pratiği içerisindeki payı fazladır:

Türkiye'de her 3 endüstriyel tasarımcı arasından 2'si elektronik nesne tasarlama deneyimi edinmiş ve 5 endüstriyel tasarımcı arasından 1'i elektronik nesnelerin tasarımı konusunda uzmanlaşmıştır (TMMOB Mimarlar Odası Endüstriyel Tasarımcılar Komisyonu, 2022). Bulgular, bazı endüstriyel tasarımcıların kariyerleri boyunca elektronik nesneler tasarlamış olduğuna işaret etmektedir. Endüstriyel tasarım eğitiminde üçüncü sınıfa gelindiğinde artık elektronik nesnelere ilişkin stüdyo projelerinin sayısı kayda değer şekilde artmaktadır. Öğretim görevlisi olan Katılımcı 5, endüstriyel tasarım eğitimi süresince verilen stüdyo projeleri arasından yaklaşık yarısının elektronik nesneler olduğunu tahmin etmektedir.

- Elektronik bileşenler doğrudan veya dolaylı olarak estetiğe etki etmektedir:

Nesneye enerji veren ve hareket kazandıran, nesnenin ışık, ses veya görüntü üretmesini sağlayan, nesnenin insandan veya çevreden girdi almasına aracı olan, nesneyi kablolu veya kablosuz olarak diğer nesnelere veya çevreye bağlayan, nesnenin kendisini veya çevresini soğutmasını, ısıtmasını ve havalandırmasını sağlayan, bileşenleri birbirlerine ve nesneye bağlayan bütün elektronik bileşenler nesnenin formunu, deneyimini, strüktürünü, hacmini, kütlesini, malzemelerini ve üretim yöntemlerini kayda değer şekilde etkileyebilmektedir. Söz konusu etkiler sebebiyle estetik ve elektronik arasında yoğun ilişki oluşmaktadır. Estetik ile ilişkili bir bilgi haline geldiğinden ötürü elektronik bilgisi endüstriyel tasarımın

önemli bir konusu olmuştur. Elektronik bileşenler ile estetik arasındaki ilişki, yalnızca düğmeler, ekranlar, hoparlörler gibi görünür bileşenlerden ibaret değildir. Şu örnek, bir elektronik bileşenin, bir nesnenin estetiğe ilişkin unsurlarını nasıl etkileyebileceğinin bir ispatıdır: Bazı uzaktan kumandaların ön kısmında kızılötesi vericiyi gizleyen plastik bir kapak mevcuttur. Kızılötesi ışığı geçirgen olması gerektiğinden kapak en azından yarı saydam ve berrak olmak zorundadır. Ancak aynı zamanda bileşeni gizlemesi gerektiğinden ötürü opak gibi algılanacak kadar koyu bir renktedir. Nesnenin görünmeyen konumundaki bir elektronik bileşen, nesnenin en görünür parçalarından birinin rengini, saydamlığını, yüzeyinin parlaklığını ve malzemesini belirlemektedir. Bu sınırlılıklar dikkate alınmazsa form çalışmaları hatalı olabilecektir.

- Elektronik bileşenlere ilişkin araştırmalar veritabanlarına odaklıdır:

Endüstriyel tasarımcılar, tasarladıkları nesnenin formu veya etkileşimleri ile daha uyumlu olan bileşenleri seçme ihtiyacı duyabilmekte, seçim yapma amacıyla bileşenlerin satıldığı veritabanlarını ve bu veritabanlarında sunulan açık kaynakları inceleyebilmektedir. Bu durumda veri dokümanını okumaları gerekmektedir ve katılımcılara göre bir endüstriyel tasarımcının elektronik bilgisi en azından veri dokümanlarını okuyabilmeye yetmelidir.

Sonuç olarak endüstriyel tasarım eğtiminde elektronik bilgisinin kapsamı şudur:

- Deneyimsiz bir endüstriyel tasarımcı bile şu 6 bilgi türünü temel seviyede öğrenmelidir:

Katılımcılara göre, henüz yeni mezun bile olsa endüstriyel tasarımcılar veri dokümanlarını okuyabilmek ve elektronik devrenin işleyişini anlayabilmek adına malzemelerin elektriksel özelliklerine(1), doğru ve alternatif akımın farklarına(2), enerji ile güç ve akım ile gerilim ilişkilerine(3), sensörlere(4), aktüatörlere(5) ve kullanıcı etkileşimi bileşenlerine(6) ilişkin terimleri, sınırlılıkları ve hesaplamaları anlayabilecek kadar bilgi edinmiş olmalıdır. Şu örnek niçin bu bilgilerin gerekebileceğini açıklayabilir: Benzer ölçülerde olmalarından ötürü muadil oldukları sanılan iki düğmeden birisi yüksek gerilimde, diğeri ise düşük gerilimde çalışıyor olabilir. Forma daha uyumlu olması sebebiyle seçilen düğme, devreye uyumsuz olması gerekçesiyle uygulanamayabilir, tasarlanan formun değişmesi gerekebilir. Söz konusu bilgi, yalnızca bileşenler ile ilişkili değildir. Nesnenin aksamlarında kullanılan malzemelerin elektriksel özellikleri anlaşılabilmelidir. Örneğin yüksek gerilimde çalışan bir nesne tasarlanıyorsa tutamak gibi kullanıcının sık temas ettiği ögeler çarpılmaya karşı kullanıcıyı koruyabilmelidir.

- Deneyimli bir endüstriyel tasarımcı şu 6 bilgi türünü yüzeysel seviyede öğrenmelidir:

Katılımcılara göre, endüstriyel tasarımcılar deneyim kazanmaya başladıkça haberleşme sistemlerine, antenlere, elektromanyetizmaya, frekans-sinyal kavramlarına ve devre kartı bileşenlerine ilişkin öncelikli kavramlardan ve sınırlılıklardan haberdar olacak kadar bilgi edinmeli, mantıksal devre tasarımının, ikili sistemin, programlamanın ve yazılımların işleyişlerindeki temel sınırlılıkları anlayabilecek bilgi düzeyine gelmelidir. Örneğin, hangi anten türünün hangi malzemeden üretilen bir gövde içerisinde kalırsa verimsizleşeceğine ilişkin mantık yürütebilmelidir. Örneğin devre tasarımını gereksiz yere karmaşıklaştıracak kullanıcı etkileşimleri önermekten kaçınabilmelidir. Kaç yıl deneyim kazanmış veya hangi alanlarda deneyim edinmiş bir endüstriyel tasarımcının deneyimli kabul edilebileceği bu katılımcıların görüşlerine dayanarak belirlenememiş olsa da, daha ileri konulara yönelik olan bu 6 konunun yeni mezun bir endüstriyel tasarımcı tarafından öğrenilmiş olmasının beklenmediği kesindir.

- Elektronik bilgisinin eksikliği hatalı tasarım kararlarını arttırmaktadır:

Katılımcılara göre elektronik bilgisi eksik veya yanlış olan endüstriyel tasarımcılar hatalı tasarım kararları alabilmekte ve kapsamlı tasarım revizyonlarına sebep olabilmektedir. Katılımcı 3'ün paylaştığı bir örneğe göre, aslında öğrenilen elektronik bilgisi arttıkça, bu bilginin yeni etkileşimler tasarlamak amacıyla kullanılabilmesi mümkün hale gelmektedir. Fakat yeterli bilgiye sahip olmadığında, endüstriyel tasarımcı elektronik bileşenlere ilişkin önerilerde bulunmaktan çekinebilmekte, bileşenlere ilişkin kararlara dahil olmamayı tercih edebilmekte, yöneticiler veya mühendisler ise elektronik bileşenlerin seçiminde endüstriyel tasarımcının etkin olmasını engelleyebilmektedir. Bu durum sessiz tasarıma yol açmakta (Gorb ve Dumas, 1987), yani estetik ile ilişkili olan ögelerin tasarımı, endüstriyel tasarımcı yerine bir başkasının işine dönüşmektedir.

- Endüstriyel tasarım eğitiminde elektronik bilgisinin mevcut kapsamı eleştirilmektedir:

Bazı katılımcılar endüstriyel tasarım eğitimi boyunca elektronik bilgisinin yeterli şekilde öğrenilememesini, stüdyo derslerindeki projelerde tercih edilen şu yaklaşımın sonuçlarına bağlamıştır: Katılımcılara göre endüstriyel tasarım bölümlerindeki öğretim görevlileri, öğrencilerin yaratıcı tasarım yaklaşımlarını sınırlandırmamak amacıyla ve bazen ise kendi elektronik bilgileri de kısıtlı olduğu için, elektronik bileşenlere yönelik az kritik vermekte, hataları bazen isteyerek, bazen ise istemeden göz ardı etmektedir. Bu sebeple öğrenciler, dersi başarıyla tamamlamalarına yönelik daha az etkisi olan elektronik bilgisine yönelik nitelikli araştırmalar yapmaktan kaçınmakta, bazen bilincinde de olarak yanlış bilgiden faydalanmaktadır. Örneğin bileşenin ölçülerini gerçekte olduğuna oranla farklılaştırdıkları,

bileşenin görevini kasten yanlış şekilde açıkladıkları, gerçekte var olmayan bir bileşen türünü varmış gibi sundukları olmaktadır. Yanlış ve eksik bilginin kullanımının artması, Katılımcı 3'ün ifadesiyle öğrenciler ve yeni mezunlarda oluşan bilgi kirliliğinin muhtemel gerekçesidir.

Sonuç olarak endüstriyel tasarımcılar şu düzeyde elektronik bilgisi ile mezun olmaktadır:

- Temel seviyede bilinmesi gereken 6 konuya ilişkin öğreniler sıkça eksik veya yanlıştır:

Bu araştırmanın ikinci aşamasında yürütülen elektronik bilgisi ölçme testine katılan yeni mezun endüstriyel tasarımcıların ve son sınıf öğrencilerinin çoğunluğu (%81) soruların yarısından azını doğru cevaplayabilmiştir. Temel seviyede bilinmesi gereken 6 konuya ilişkin 10 soru toplamları 100 edecek şekilde eşit ağırlıkla puanlandırılınca teste katılım gösterenlerin puanlarının aritmetik ortalaması 29 hesaplanmaktadır. Sorulardan yalnızca birinde çoğunluk başarı göstermiştir. Bu soru malzemelerin elektriksel iletkenliği ile ilişkilidir. Diğer sorular 74 katılımcının en fazla 28'i tarafından doğru cevaplanabilmiştir.

- Bazı katılımcılar temel seviyede bilinmesi gereken konulara ilişkin başarı göstermiştir.

Testin sonuçları ortalama bakımından öğrenilenlerin yetersizliğine işaret ediyor olsa da bazı katılımcılar diğerlerine oranla kayda değer şekilde başarılıdır: 1 katılımcı 10 soruyu, 2 katılımcı 9 soruyu, 6 katılımcı 8 soruyu ve 6 katılımcı ise 7 soruyu doğru cevaplamıştır. Bu gerekçeyle endüstriyel tasarım eğitimi yaklaşımlarının, elektronik bilgisinin öğrenilmesi bakımından bütünüyle verimsiz olduğu iddia edilemez. Ancak toplam katılımcı sayısına oranla az sayıda öğrencinin elektronik bilgisi beklentiyi karşılamaya yaklaşmaktadır.

- Terminolojik bilgiye ilişkin kavramlar en az öğrenilmiş olan konulardır.

Testin en önemli sonucu şudur: Yeni mezun endüstriyel tasarımcıların ve mezun olmaya yaklaşmış olan son sınıf düzeyindeki endüstriyel tasarım öğrencilerinin en eksik veya yanlış bilgiye sahip olduğu konular sensörler, aktüatörler ve kullanıcı etkileşimi bileşenleri olmuştur. Stüdyo dersleri sırasında, diğer derslerde veya ders dışı aktivitelerde bir şekilde elektronik bilgisi öğrenilmişse bile öğrenilenler terminoloji bakımından yetersizdir. Fizik bilgisi olarak kabul edilebilecek diğer konulara ilişkin bilginin terminolojilere oranla daha iyi öğrenilmiş olduğu görülmektedir.

- Daha fazla deneyim gerektiren konular daha fazla oranda doğru bilinmektedir:

Testte, temel seviyede bilinmesi beklenen 6 konuya ilişkin 10 soruya ek olarak, daha ileri konuları baz alan 3 soru daha mevcuttur. Dikkat çeken, bu 3 soru, toplamları 100 edecek şekilde eşit ağırlık ile puanlandırılırsa teste katılanların puanlarının ortalamasının 33'e

yükselmesidir. Bu 3 soru, haberleşme sistemleri ve antenler ile dijital elektronik bileşenleri ile ilişkilidir.

Sonuç olarak, elektronik bilgisi öğrenmek, şu fayda ve zararlara sebep olmuştur:

- Elektronik bilgisi, nesnelerin üretilişini ve işleyişini özümseme bakımından faydalıdır:

Elektronik nesnelerin işleyişinin öğrenilmesi sayesinde katılımcılar, detayları düşünebilme bakımından daha yaratıcı süreçler yaşamış, kendilerini daha doğru terminoloji ile ifade edebilmiş ve tasarladıkları daha üretilebilir hale gelmiştir.

- Elektronik bilgisi yenilikçi yaklaşımlara yönelik sınırlı da olsa fayda sağlamıştır:

Katılımcılar, önceden varlığından haberdar olmadıkları bazı teknolojileri öğrendiğinde söz konusu teknolojileri tasarımlara dahil etmeye yönelik çaba göstermiş, bu sebeple sınırlı olarak geliştirilen tasarım fikirlerinin sayısı artmış ve tasarımlar arasından bazıları bilinen uygulamalara oranla farklılaşmıştır. Görüşülen katılımcılar, öğrencilerin tamamının değil ancak bazılarının elektronik bilgisini bilinen uygulamalardan farklılaşma yönünde avantaja çevirebildiğine değinmiştir. Bu sebeple faydanın sınırlı olduğu kabul edilebilir ancak kesin olan şudur: Elektronik bilgisinin öğrenilmesi fikirlerin yenilikçiliği ve yeni fikirlerin sayısı bakımından yaratıcılığa yönelik zarar oluşturmamıştır.

- Elektronik bilgisi formların niteliğini ve çeşitliliğini olumsuz etkilemiştir:

Katılımcılar hem anketler aracılığıyla, hem de görüşmelerde en sık olarak tasarımların *kutu gibi* olmasına ve farklı öğrenciler arasında tasarlanan formların birbirlerine benzemesine yönelik eleştiride bulunmuştur. Görüşmeler sırasında bu eleştiriyi dile getirenler Atılım Üniversitesi öğrencileri olmuştur ancak anketlerin analizleri Gazi Üniversitesi'nden katılan öğrencilerin de aynı eleştiriye sahip olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, elektronik bilgisinin öğrenilmesini destekleme amacıyla geliştirilen yöntem endüstriyel tasarımcılarının elektronik bilgisi öğrenme sürecine katkı sağlamıştır:

- Destekleyici aracın açık kaynakları baz alan içeriğine ilişkin memnuniyet yüksektir:

Katılımcılar, bu tür bir aracın eksikliğinde, araçta yer alan içeriğe erişemediklerini veya çok vakit aldığını, eriştikleri kaynakların ise doğruluğundan şüphe ettiklerini ifade etmiş, yazılı açıklamalar öncelikli olmak üzere aracın içerdiği kaynakların hepsini kesin olarak faydalı bulmuştur. Yöntem, açık kaynaklar aracılığıyla elektronik bilgisinin öğrenilişini dijitalleştirmenin mümkün olduğunu göstermekte, müfredatlarda köklü değişikliklere gerek duyulmadan elektronik bilgisinin endüstriyel tasarım eğitimine dahil edilebileceğini

göstermektedir. Katılımcıların görüşleri doğrultusunda, bileşenleri ve ilişkili olduğu teknik bilgiyi sınıflandırma ve açıklama amacıyla açık kaynaklardan faydalanılması bir çok diğer alana da uygulanabilecek bir yöntemdir. Katılımcılar, yöntemin, örneğin mekanizmalar, malzemeler ve üretim yöntemleri gibi diğer ders ve konulara ilişkin öğrenim çıktılarının desteklenmesi amacıyla da fayda sağlayabileceği görüşündedir.

Sonuçlar, endüstriyel tasarımda elektronik bileşenler ve elektriksel kavramlar ile estetik arasındaki ilişkinin yoğunluğuna işaret etmiştir. Elektronik bilgisinin, endüstriyel tasarım eğitiminde ve uygulamalarında önemi artmaktadır. Bu gerekçeyle elektroniğin estetiğe ve elektronik bilgisinin endüstriyel tasarımcı yetkinliklerine etkisi endüstriyel tasarım yazını içerisinde daha fazla tartışılan bir konu haline gelmelidir. Bu araştırmanın katılımcılarının görüşlerine dayanarak, meslek hayatlarında elektronik nesneler tasarlama sorumluluğunu üstlenmesi ihtimali yüksek olan endüstriyel tasarımcılar, elektronik bilgisi konularını beklenenden daha az öğrenerek mezun olmaktadır. Elektronik bilgisi ölçme testinde kayda değer başarı gösteren katılımcılar da olmasına dayanarak, mevcut endüstriyel tasarım eğitimi yaklaşımları tamamen verimsiz olmak ile eleştirilemez. Ancak, iyileştirmeye ihtiyaç olduğu iddia edilebilir. Bu gerekçeyle araştırma şu öneriler ile sonuçlandırılmıştır:

- Stüdyo projelerindeki kritikler elektronik bilgisini daha fazla kapsar hale gelmelidir:

Müfredatları tasarlayanlara ve öğretim görevlilerine önerilen, elektronik bileşenlere ilişkin öğrenim çıktılarının arttırılmasıdır. Bulgular, endüstriyel tasarım öğrencilerinin elektronik bileşenlere ilişkin derinlemesine araştırma yapmaktan kaçındığını, yanlış bilgiden bilinçli şekilde faydalanabildiğini göstermektedir. Stüdyo projelerinde verilen kritikler, en azından yanlış elektronik bilgisini tespit ederek eleştirebilecek kadar artmalıdır.

- Elektronik bilgisinin niçin formları niteliksizleştirdiği araştırılmalıdır:

Endüstriyel tasarım bölümlerindeki stüdyo projelerinde elektronik bilgisinin öğrenilmesine verilen önem arttığında, tasarlanan formların niteliğine ve çeşitliliğine yönelik olumsuz sonuçlar oluşabildiği görülmüştür. Ancak, anket katılımcıları ile yürütülen görüşmeler, bu sonuçların tasarım projelerinin kısıtlarıyla veya öğrencilerin bu araştırmanın kapsamına girmeyen diğer yetkinlikleriyle de ilişkili olabileceğine işaret etmektedir. Bu araştırmanın son aşamasına katılım gösteren üçüncü sınıf öğrencilerinden sorumlu öğretim görevlisinin de değindiği üzere, destekleyici araca ve elektronik bilgisi öğrenmenin sonuçlarına yönelik araştırmalar sürdürülmeli, formların niteliği ve elektronik bilgisinin öğrenilmesine verilen önem arasında karşıt bir ilişki olup olmadığı gelecek çalışmalarda da tartışılmalıdır.

- Destekleyici aracın kapsamı genişletilebilir ve sınırlılıklar azaltılabilir:

Katılımcıların yorumlarına dayanarak aracın içerdiği videoların sayısının ve kapsamının daha yenilikçi teknolojileri de içerecek şekilde arttırılması gereklidir. Ayrıca, destekleyici araç, malzemeler, üretim yöntemleri veya mekanizmalar gibi diğer teknik bilgi konularını da kapsayacak hale getirilebilir veya aynı alt yapıyı baz alan benzer araçlar geliştirilebilir. Gelecek çalışmalarda söz konusu derslere ilişkin konuların da dijitalleştirmesine yönelik araştırmalar yapılması tavsiye edilmekte, açık kaynaklardan faydalanılması önerilmektedir. Bu gerekçeyle eğitim bilimi uzmanlarının görüşlerine başvurularak, bu destekleyici aracı doğrudan bir ders materyali olarak kullanan bir stüdyo dersi planlanabilir. Öncesinde ise destekleyici aracın tasarlandığı Wix platformunun sınırlılıkları giderilmeli, araç, uzmanlar tarafından tasarlanarak revize edilmeli veya mobil uygulama haline getirilmelidir.

KAYNAKLAR

Abdullah, M. F. A., (2015). *Innovation of Product Modularity Development Through The Integration of a Formal Industrial Design Framework.* Doktora Tezi: Loughborough University, Loughborough.

Abdullayevich, H. Z., (2020). History, Structure And Types Of Microprocessors. *The American Journal of Interdisciplinary Innovations and Research,* 2(1), 9-46.

Ackerman, J. S., (1954). Architectural Practice in the Italian Renaissance. *Journal of the Society of Architectural Historians,* 13(3), 3-11.

Akbaşlı, S. ve Akyüz, Z., (2021). Teknoloji ve Tasarım Dersi Öğretmenlerinin Teknoloji ve Tasarım Dersine İlişkin Ders Deneyimleri. *International Journal of Eurasia Social Sciences,* 12(44), 230-261.

Akbulut, D., (2015). *Teknik ve Tasarımdaki Yeni Kesişim? Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Eğitimi.* Ankara, Başkent Üniversitesi Güzel Sanatlar Tasarım ve Mimarlık Fakültesi, 17-22.

Akerlind, J., (2015). *High Speed Bus Analysis: Field Bus and Real Time Communication in High Levels of EMI.* Yüksek Lisans Tezi: University of Gothenburg Department of Computer Science and Engineering. Göteborg.

Akner-Koler, C., (2007). *Form & Formlessness: Questioning Aesthetic Abstractions through Art Projects, Cross-disciplinary Studies and Product Design Education.* Stockholm: Axl Books.

Al Muhaissena, S. A., Ratka, A., Akour, A. ve AlKhatib, H. S., (2019). Quantitative analysis of single best answer multiple choice. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning,* 11(3), 251-257.

Ali, A., (2009). Community, Language, and Postmodernism at the Mouth of Hell. M. Kirby-Diaz, *Buffy and Angel Conquer the Internet: Essays on Online Fandom.* Jefferson: McFarland & Company Inc, 107-125.

Altın, M. A. ve Ülker, O., (2021). Tasarım Öğrencilerinin COVID-19 Kapanmasındaki Yoğun Uzaktan Eğitim Döneminde Ortaya Çıkan Ergonomik Sorunlarının İncelenmesi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi,* 13(3), 188-201.

Alvi, S., (2018). *Marrying Digital and Analog with Generation Z: Confronting the Moral Panic of Digital Learning in Late Modern Society.* Amsterdam, IOS Press, 444-453.

Andreasen, M. M., (1991). Design Methodology. *Journal of Engineering Design,* 2(4), 321-335.

Åsa, D., (2002). *On Architecture, Aesthetic Experience and the Embodied Mind: Seven Essays.* Vetenskap och Konst / Kungliga Tekniska Högskolan.

Ashby, M. ve Johnson, K., (2003). The Art of Materials Selection. *Materials Today,* 6(12), 24-35.

Ash, M. G., (1998). *Gestalt Psychology in German Culture, 1890-1967: Holism and the Quest for Objectivity.* New York: Cambridge University Press.

Atkinson, P., (2006). Do It Yourself: Democracy and Design. *Journal of Design History,* 19(1), 1-10.

Bakırlıoğlu, Y. ve Kohtala, C., (2019). Framing Open Design through Theoretical Concepts and Practical Applications: A Systematic Literature Review. *Human-Computer Interaction,* 34(5-6), 389-432.

Baldacchino, J., (2018). *Post-Marxist Marxism.* New York: Routledge.

Barricelli, B. R. ve Valtolina, S., (2015). *Designing for End-User Development in the Internet of Things.* Madrid, Springer, 9-24.

Baudrillard, J., (1983). The Ecstasy of Communication. içinde: H. Foster, *The Anti-Aesthetic: Essays on Postmodern Culture.* Port Townsend: Bay Press, 145-154.

Bayırlı, Ü., (2015). *Evaluation of Basic Design Education at Metu Department of Industrial Design.* Yüksek Lisans Tezi: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Beardon, C., (2002). The Digital Bauhaus: Aesthetics, Politics and Technology. *Digital Creativity,* 13(4), 169-179.

Begum, T., (2015). *A Postcolonial Critique of Industrial Design: A Critical Evaluation of the Relationship of Culture and Hegemony to Design Practice and Education since the Late 20th Century.* Doktora Tezi: University of Plymouth, Plymouth.

Behrens, R. R., (1998). Art, Design and Gestalt Theory. *Leonardo,* 31(4), 299-303.

Benyon, D., (2019). *Designing User Experience: A Guide to HCI, UX and Interaction Design.* London: Pearson Education Limited.

Best, S., (2006). Minimalism, Subjectivity, and Aesthetics: Rethinking the Anti-Aesthetic Tradition in Late-Modern Art. *Journal of Visual Art Practice,* 5(3), 127-142.

Betts, P., (1998). Science, Semiotics and Society: The Ulm Hochschule fur Gestaltun in Retrospec. *Design Issues,* 14(2), 67-82.

Betts, P., (2000). The Bauhaus and National Socialism: A Dark Chapter of Modernism. J. Fiedler, P. Feierabend ve U. Ackermann, düz. *Bauhaus.* Postdam: Könemann, 38.

Betts, P., (2004). *The Authority of Everyday Objects: A Cultural History of West German Industrial Design.* Berkeley, Los Angeles ve Londra: University of California Press.

Bhamra, T., Lofthouse, V. ve Norman, E., (2006). *EcoDesign Education Strategies: A Recent Initiatives for Industrial Design and Technology Undergraduates at Loughborough University*, Loughorough: Loughorough Üniversitesi.

Bill, M., (1949). Die Mathematische Denkweise in der Kunst Unserer Zeit. *Das Werk: Architektur und Kunst Künstlerisches Gewere,* 36(1), 86-91.

Bingham, G. A., Southee, D. J. ve Page, T., (2015). Meeting the Expectation of Industry: An Integrated Approach for the Teaching of Mechanics and Electronics to Design Students. *European Journal of Engineering Education,* 40(4), 410-431.

Birringer, J., (2013). Bauhaus, Constructivism, Performance. *PAJ: A Journal of Performance and Art,* 39-52.

Blanchard, M. W., (1993). Anglo-American Aesthetes and Native Indian Corn: Candace Wheeler and the Revision of American Nationalism. *Journal of American Studies,* 27(3), 377-397.

Blanco, T., Casas, R., Manchado-Pérez, E., Asensio, A. ve Lopez-Pérez, J. M., (2017). From the Islands of Knowledge to a Shared Understanding: Interdisciplinarity and Technology Literacy for Innovation in Smart Electronic Product Design. *International Journal of Technology and Design Education,* 27, 329-362.

Blinder, A. S., (2006). Offshoring: The Next Industrial Revolution?. *Foreign Affairs,* 85(2), 113-128.

Boess, S., Pasman, G. ve Mulder, I., (2010). *Seeing Things Differently: Prototyping for Interaction and Participation.* Lucerne, Koninklijke Philips Electronics, 85-97.

Boess, S. U., (2008). *First Steps in Role Playing.* Floransa, ACM Press.

Bonnemaire, G. ve Liem, A., (2011). *The Semantic Debate in Design Theories Applied to Product Identity Creation.* Lyngby, Design Society.

Bonsiepe, G., (1977). *Precariousness and Ambiguity: Industrial Design in Dependent Countries.* Oxford, Pergamon Press, 13-19.

Boradkar, P., (2010). *Introduction: Designing Things.* (Birinci baskı). Oxford: Berg Publishers.

Borja de Mozota, B., (2006). A Theoretical Model for Design in Management Science: According to the Paradigm Shift of the Design Profession: From Management as a Constraint to Management Science as an Opportunity. *Design Management Journal,* 3(1), 30-37.

Borkar, S., (2009). *Obeying Moore's Law Beyond 0.18 Micron.* Arlington, IEEE.

Bourriaud, N., (2015). Altermodern Manifesto: Postmodernism is Dead. D. Rudrum ve N. Stavris, düz. *Supplanting the Postmodern: An Anthology of Writings on the Arts and Culture of the Early 21st Century.* New York: Bloomsbury Publishing, 253-270.

Bowen, J. P. ve Giannini, T., (2014). *Digitalism: The New Realism?*. Londra, BCS Learning and Development Ltd.

Bragastini, R., (2010). *Archimedes to Eratosthenes: "Method for Mechanical Theorems"*. Syracuse, Springer, 323-329.

Braun, V. ve Clarke, V., (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101.

Brennen, J. S. ve Kreiss, D., (2016). Digitalization. K. B. Jensen, R. T. Craig, J. D. Pooley ve E. W. Rothenbuhler, düz. *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy*. Chischester: John Wiley & Sons, 556-566.

Brown, S., (2003). Let's Do the Time Warp Again: A Marketing Manifesto for Retro Revolutionaries. P. J. Kitchen, düz. *The Future of Marketing*. Londra: Palgrave Macmillan, 125-139.

Buchanan, R., (2019). Surroundings and Environments in Fourth Order Design. *Design Issues*, 35(1), 4-22.

Bush-Vishniac, I. J., (1999). *Electromechanical Sensors and Actuators*. New York: Springer-Verlag.

Buurman, R. D., (1997). User-centred design of smart products. *Ergonomics*, 40(10), 1159-1169.

Bürger, P., (2003). *Avangard Kuramı.* (İkinci baskı). İstanbul: İletişim Yayınları.

Caldas, W., (2019). Politics and the Staatliches Bauhaus: Function versus the Curve of the Time. *Art Style: Art & Culture International Magazine,* 2(2), 54-68.

Callaghan, V., (2012). *Buzz-Boarding: Practical Support for Teaching Computing Based on the Internet-of-Things*. Londra, Higher Education Academy.

Callen, W. R., Jeter, S. M., Koblasz, A., Luxhoj, J. T., Thuesan, G. J., Sullivan, W. G., Park, C. S. ve Parsaei, H., R., (1994). *A New Course Sequence in the Engineering Sciences with a Design and Economics Perspective.* San Jose, Institute of Electrical and Electronics Engineers, 664-668.

Camerer, C. F., (2008). The Potential of Neuroeconomics. *Economics and Philosophy*, 24(3), 369-379.

Cantürk Günhan, B., (2014). A Case Study on the Investigation of Reasoning Skills in Geometry. *South African Journal of Education,* 34(2), 1-19.

Capecchi, D., (2020). The Emergence of the Science of Engineering. Capecchi, *Epistemology and Natural Philosophy in the 18th Century*. Roma: Springer, 473-544.

Carlin, W., Schaffer, M. ve Seabright, P., (2004). A Minimum of Rivalry: Evidence from Transition Economies on the Importance of Competition for Innovation and Growth. *Contributions to Economic Analysis and Policy,* 3(1), 1-42.

Carroll, D., (1989). *Paraesthetics.* (İkinci baskı). New York: Routledge.

Carruthers, J., (1990). A Rationale for the Use of Semi-structured Interviews. *Journal of Educational Administration,* 28(1), 63-68.

Celaschi, F., Formia, E. M. ve Lupo, E., (2013). From Trans-disciplinary to Undisciplined Design Learning: Educating through/to Disruption. *Strategic Design Research Journal,* 6(1), 1-10.

Celaschi, F., Formia, E. M. ve Franzato, C., (2018). Back to the Future: Time and Futures Studies in the Contemporary, Design-Driven Approach to Innovation. *Disegno Industriale - Industrial Design: Design After Modernity,* 64(18), 127-133.

Cerullo, J. J., (1994). The Epistemic Turn: Critical Sociology and the "Generation of '68". *International Journal of Politics Culture and Society,* 8(1), 169-181.

Chaney, D., (1996). *Lifestyles.* Routledge: Taylor & Francis e-Library.

Channell, D., (2019). The Emergence of Engineering Science. D. Channell, *History of Mechanism and Machine Science: The Rise of Engineering Science.* Richardson: Springer International Publishing AG, 75–109.

Chapman, C. B. ve Pinfold, M., (1999). Design Engineering: A Need to Rethink the Solution Using Knowledge Based Engineering. *Knowledge-Based Systems,* 12(1), 257-267.

Chaput, T., (1988). From Socrates to Intel: the chaos of micro-aesthetics. J. Thackara. *Design After Modernism.* Londra: Thames & Hudson, 183-186.

Charters ve Steve, (2006). Aesthetic Products and Aesthetic Consumption: A Review. *Consumption, Markets and Culture,* 9(3), 235-255.

Chou, J.-R., (2011). A Gestalt-Minimalism-based Decision-making Model for Evaluating Product Form Design. *International Journal of Industrial Ergonomics,* 41(6), 607-616.

Cimino, E. C., (2003). *Student Life at the Bauhaus.* Yüksek Lisans Tezi: University of Massachusetts, Boston.

Clarke, R. I., (2020). What We Mean When We Say "Design": A Field Scan of Coursework Offerings on Design Topics in Master's Level Library Education. *Journal of Education for Library and Information Science,* 61(1), 2-24.

Coad, P., (1992). Object-Oriented Patterns. *Communications of the Association for Computing Machinery,* 35(9), 152-159.

Coetzer, N., (2017). An architecture of care and allure: reading the arts and crafts in Rodmarton Manor and Tsoga Environmental Resource Centre. *South African Journal of Art History*, 32(2), 1-13.

Cosgrove, M., (2007). A Study of Science in the making as Students Generate an Analogy for Electricity. *International Journal of Science Education*, 17(3), 295-310.

Coşkun, M., Gür, B. ve Toğay, A., (2018). Yaratıcılık ve Tasarım Araçları: Ürün Fikirleri Yaratımında Bilgisayar Destekli Tasarım ve El Eskizi Araçlarının Karşılaştırılması. *Uluslararası Hakemli Tasarım ve Mimarlık Dergisi,* 107-134.

Craig, R. M., (1994). Art Nouveau and the Rejection of Revivalism. *Nineteenth Century Studies*, 8(1), 45-73.

Cranston, B., (2002). *The Place of the Engineer in Society*. Boston, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Creswell, J., (1999). Mixed-Method Research: Introduction and Application. G. J. Cizek. *Handbook of Educational Policy*. Ohio: Elsevier, 455-472.

Creswell, J. W., (2007). Designing a Qualitative Study. J. W. Creswell. *Qualitative Inquirty and Research Design Choosing Among Five Approaches*. (İkinci baskı) Thousan Oaks: Sage Publications, 35-52.

Cross, N., (1993). A History of Design Methodology. *Design Methodology and Relationships with Science*. Dodrecht: Springer, 15-27.

Cross, N., (2001). Designerly Ways of Knowing: Design Discipline Versus Design Science. *Design Issues*, 17(3), 49-55.

Cvetkovski, A. ve Sidorenko, S., (2019). Similarities and Differences in Terms of the Geometry Used in De Stijl and Bauhaus Product Designs. *South East European Journal of Architecture and Design*, 2019(1), 1-8.

Datta, S., (2004). Electrical Resistance: an atomistic view. *Nanotechnology*, 15(7), 433-451.

de Mooij, M., (2015). Cultural Marketing: Maximising Business Effectiveness in A Multicultural World. *Journal of Cultural Marketing Strategy*, 1(1), 11-18.

de Roeck, D., Tanghe, J., Jajoby, A., Moons, I. ve Sleegers, K., (2019). *Ideas of Things: The IOT Design Kit.* San Diego, Association for Computing Machinery, 159-163.

de Vere, I., Melles, G. ve Kapoor, A., (2010). Product Design Engineering: A Global Education Trend in Multidisciplinary Training for Creative Product Design. *European Journal of Engineering Education*, 35(1), 33-43.

Deliyannis, T. ve Giannakopoulos, K., (2012). *Basic Electronics for Non Electrical Engineers*. (Birinci baskı) Patras: Lulu Author.

Deneçli, C., (2013). Küresel Markalar, Yerellik ve Kültürel Göstergeler. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication*, 3(1).

Deschamps, N. K., (2020). *Facilitating the Design of Humancentered and Memorable Travel Experiences.* Vantaa: Laurea University of Applied Sciences.

Deweese-Wehen, J., (1979). Eudorah M. Moore: Crafts Program Director Crusader, Enthusiast. *Design For Arts in Education*, 81(1), 9-12.

Dewey, J., (1916). What Pragmatism Means by Practical. J. Dewey. *Essays in Experimental Logic*. Chicago: University of Chicago Press, 303-329.

Dinis, P. ve Veiga, I., (2022). *Disassembly Objects: The Importance of Material in Product Design Education.* New York, AHFE Open Access, 490-498.

Domermuth, D., (2009). *The Pedagogy of Form versus Function for Industrial Design.* Charleston, ASEE Southeast Section Conference.

Donetskaya, J. V., (2021). Creation of a Digital Passport for an Electronic Product and Generation of Design Solutions Based on It. A. J. Tallón-Ballesteros. *Fuzzy Systems and Data Mining VII*. Amsterdam: IOS Press BV, 379-385.

Doyle, S. E., (2016). *Bringing Bauhaus Back: Digital Architecture + Contemporary Craft.* Santiago, Iowa State University Digital Repository, 1-7.

Drummer, G. W. A., (1997). *Electronic Inventions and Discoveries: Electronics From Its Earliest Beginnings to the Present Day*. (Dördüncü baskı) Bristol: Institute of Physics Publishing.

du Gay, P.,; Hall, S., James, L., Mackay, H., ve Negus, K., (1997). *Doing Cultural Studies: The Story of the Sony Walkman.* (Birinci baskı). Londra: Sage Publications.

Dunne, A., (2006). *Hertzian Tales: Electronic Products, Aesthetic Experience, and Critical Design.* (Birinci baskı) Cambridge ve Londra: The MIT Press.

Dunn, R. T., (1984). Cultural Commentary: The American Arts and. *Bridgewater Review*, 3(1), 23-27.

Durmaz, Ö., (2009). *Hızlı Tüketim Ürünlerinin Ambalaj Tasarımlarında Çağrışımsal Öğrenme ile Renk Kararları.* Yüksek Lisans Tezi: Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İzmir.

Düzenli, T., Alpak, E. M., Çiğdem, A. ve Tarakçı Eren, E., (2018). The Effect of Studios on Learning in Design Education. *Journal of History Culture and Art Research*, 7(2), 191-204.

Ehn, P., (1998). Manifesto for a Digital Bauhaus. *Digital Creativity*, 9(4), 201-217.

Ekmekçioğlu, D. ve Er, A., (2014). *Bir Meslek İki Farklı Profil: Türkiye'de Endüstriyel Tasarım Eğitimindeki Farklı Öğrenci Kabul Sistemleri ve Çıktıları.* İzmir, Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi.

Er, H. A., (1993). The State of Design: Towards an Assessment of the Development of Industrial Design in Turkey. *METU Journal of Faculty of Architecture,* 13, 31-51.

Erkarslan, Ö. ve Aykul, Z., (2019). Evaluating Adopt-ability of Open Source Tools for Problem Solving in Specific Design Tasks in Industrial Design Education. *Design and Technology Education: An International Journal,* 24(2), 1-31.

Erkarslan, Ö., Kaya, A. ve Dilek, Ö., (2011). Türkiye'de Endüstriyel Tasarımcıda Aranan Niteliklerin Lisans Eğtiim Programları ve Kariyer Siteleri Üzerinden Karşılaştırmalı Analizi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi,* 11(2), 121-130.

Evans, E. G., (1982). *Analogies as Aids to Learning*. Bozeman: Montana State University.

Evans, M., Ahmad, J. ve Foxall, G., (2009). *Consumer Behaviour*. (İkinci baskı) Chichester: John Wiley & Sons.

Evans, M. ve Thomas, P., (2011). *Products That Tell Stories: The Use of Semantics in the Development and Understanding Future Products.* Londra, The Design Society.

Everett, J. ve Neu, D., (2015). Praxis, Doxa and Research Methods: Reconsidering Critical Accounting. *Critical Perspectives on Accounting,* 32, 37-44.

Fallan, K., (2011). Designing Things: A Critical Introduction to the Culture of Objects by Prasad Boradkar. *Design and Culture,* 3(2), 263-265.

Fandel, G. ve Blaga, S., (2004). Elements of the Production of Services. G. Fandel, U. Backes-Gellner, M. Schlüter ve J. E. Staufenbiel. *Modern Concepts of the Theory of the Firm.* Berlin: Springer-Verlga, 175-189.

Faulkner, P., (2011). *Against the Age: An Introduction to William Morris*. (İkinci baskı). New York: Routledge.

Felski, R., (2002). Introduction. *New Literary History,* 33(4), 607-622.

Ferrari, T. G., (2017). Design and the Fourth Industrial Revolution Dangers and Opportunities for a Mutating Discipline. *The Design Journal,* 20(1), 2625-2633.

Ferreira, F., Faria, J., Azevedo, A. ve Marques, A.L., (2016). *Product Lifecycle Management Enabled by Industry 4.0 Technology.* Advances in Transdisciplinary Engineering: Volume 3: Advances in Manufacturing Technology XXX Beijing, IOS Press, 349-354.

Fields, Z. ve Bisschoff, C. A., (2013). A Theoretical Model to Measure Creativity at a University. *Journal of Social Sciences* , 34(1), 47-59.

Filho, M. F., (2016). Designing 'Things' for the Internet of Things. *SSRN Electronic Journal*.

Filonik, D. ve Dominikus, B., (2009). *Measuring Aesthetics for Information Visualization.* Barcelona, IEEE, 579-584.

Findeli, A., (1990). Moholy-Nagy's Design Pedagogy in Chicago (1937-46). *Design Issues,* 7(1), 4-19.

Findeli, A., (2001). Rethinking Design Education for the 21st Century: Theoretical, Methodological and ethical Discussion. *Design Issues,* 17(1), 5-17.

Findeli, A. ve Benton, C., (1991). Design Education and Industry: The Laborious Beginnings of the Institute of Design in Chicago in 1944. *Journal of Design History,* 4(2), 97-113.

Fiore, S., Wright, P. ve Edwards, A., (2005). *A Pragmatist Aesthetics Approach to the Design of a Technological Artefact.* Heslington, Association for Computing Machinery.

Fokkinga, S. F. ve Desmet, P. M., (2013). Ten Ways to Design for Disgust, Sadness, and Other. *International Journal of Design*, 7(1), 19-36.

Føllesdal, D., (1997). *Semantics and Semiotics.* Florence, Kluwer Academic Publishers, 449–457.

Fomunyam, K. G., (2019). The Philosophical Dimension of Technology. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology,* 10(9), 112-119.

Forret, M., (1997). Electronics and Control Technology. (Birinci baskı) *Technology in the New Zealand curriculum.* Palmerston: Dunmore Press, 227-247.

Forsey, J., (2012). *The Aesthetics of Design.* New York: Oxford University Press.

Fossa, F., (2018). Artificial Moral Agents: Moral Mentors or Sensible Tools?. *Ethics and Information Technology,* 20(2), 115-126.

Foster, E. ve Ebrahim, H., (2019). Basic Physics and Electronics. H. Ebrahim ve D. Ashton-Cleary, *Maths, Physics and Clinical Measurement for Anaesthesia and Intensive Care.* Singapore: Cambridge University Press, 25-37.

Fox, S., (2013). Paradigm Shift: Do it Yourself (DIY) Invention and Production of Physical Goods for Use or Sale. *Journal of Manufacturing Technology Management,* 24(2), 218-234.

Freeman-Moir, J., (2011). Crafting Experience: William Morris, John Dewey, and Utopia. *Utopian Studies,* 22(2), 202-233.

Frens, J., (2018). *Designing the IoT Sandbox.* Hong Kong, Association for Computing Machinery, 341-354.

Frezza, S. T., (2009). *Deus Machinator: God the Engineer*. Waco, Baylor University.

Friedman, K., (2002). Deisgn Curriculum Challenges for Today's University. *International CLTAD Conference on Enhancing Curricula: Explorting Effective Curricula Practices in Art and Communicitaion in Higher Education*, 28, 5-32.

Frisch, R., (1965). What is Production?. R. Frisch. *Theory of Production*. Dodrecht: Springer, 3-13.

Funk, M., (2007). Design Labs for Data-Driven Multivalence. N. Biloria. *Data-driven Multivalence in the Built Environment*. Sydney: Springer, 207-222.

Fu, X., (2019). *Study on the Spirit of Modernism Related to Form*. Wuhan, Atlantis Press.

Galison, P., (1990). Aufbau/Bauhaus: Logical Positivism and Architectural Modernism. *Critical Inquiry*, 16(4), 709-752.

Gao, X., Wang, H. ve Cai, Z., (2019). *Contrasting Industrial Design Education in the UK and China*. Shenyang, Francis Academic Press, 1002-1013.

İnternet: Antala, (2022). *PCB Bonding & Protection Solutions for Durable Performance*. URL: https://www.antala.uk/pcb-bonding-and-protection-solutions/, Son Erişim Tarihi: 20.05.2023.

İnternet: Autodesk Instructables, (2015). *HealthBand: a Remotely Monitored Health Status Bracelet*. URL: https://www.instructables.com/HealthBand/, Son Erişim Tarihi: 11.05.2022.

İnternet: Brunvand, E., (2013). *Lights! Speed! Action! Fundamentals of Physical Computing for Programmers*. URL: https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2504435.2504448, Son Erişim Tarihi: 20 05 2023.

İnternet: Deschamps-Sonsino, A. ve Beart, P., (2014). *Connected Products Studio-A Feasibility Study*.URL: https://www.slideshare.net/designswarm/connected-products-studio-report, Son Erişim Tarih: 08.05.2020.

İnternet: Erciyes Üniversitesi, (2021). *Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü*. URL: https://etm.erciyes.edu.tr/?Sayfalar=2021_Yili_Lisans_Egitim_Plani, Son Erişim Tarihi: 05.05.2023.

İnternet: Faste, R. A., (1995). *The Role of Aesthetics in Engineering*. URL: http://www.haakonfaste.com/fastefoundation/publications/the_role_of_aesthetics.pdf, Son Erişim Tarihi: 04. 12.2019.

İnternet: Filho, M. F., (2016). Designing 'Things' for the Internet of Things. *SSRN Electronic Journal*. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2847674, Son Erişim Tarihi: 01.06.2023.

İnternet: Gazi Üniversitesi, (2022). *Müfredat*. URL: https://tf-etm.gazi.edu.tr/view/page/290071/mufredat, Son Erişim Tarihi: 16.05.2023.

İnternet: Gazi Üniversitesi, (2023). *Lisans Müfredatı.* URL: https://mim-eut.gazi.edu.tr/view /page/292280/lisans-mufredati, Son Erişim Tarihi: 16.05.2023.

İnternet: Gibbons, A., (2017). *Postmodernism is Dead. What Comes Next?.* URL: https://www.the-tls.co.uk/articles/postmodernism-dead-comes-next/, Son Erişim Tarihi: 16.12.2020.

İnternet: Howard, J., (1997). *In Search of the Sweet Spot: Engineering, Arts, and Society in Design Curricula.* URL: https://www.researchgate.net/publication/239530155_In_Search_of_the_Sweet_Spot_Engineering_Arts_and_Society_in_Design_Curricula, Son Erişim Tarihi: 12.01.2019.

İnternet: Kristy, C., (2014). *The Future of Ubiquitous Computing: The Potential Applications of Brain-Computer Interfaces.* URL: http://illumin.usc.edu/assets/submissions/1044/Illumin%20Article.pdf, Son Erişim Tarihi: 20.12.2020.

İnternet: Loughborough Üniversitesi, (2020). *CIS Portal - Module Specification WP5015.* URL: https://lucas.lboro.ac.uk/epublic/WP5015.module_spec?select_mod= 22DSA305, Son Erişim Tarihi: 16.05.2023.

İnternet: Loughborough Üniversitesi, (2023a) *Courses.* URL: https://www.lboro.ac.uk/study/undergraduate/courses/, Son Erişim Tarihi: 11.05.2023.

İnternet: Loughborough Üniversitesi, (2023b) *Design BA (Hons) Degree.* URL: https://www.lboro.ac.uk/study/undergraduate/courses/design/, Son Erişim Tarihi: 16.05.2023.

İnternet: Loughborough Üniversitesi, (2023c) *Industrial Design BA (Hons) degree.* URL: https://www.lboro.ac.uk/study/undergraduate/courses/industrial-design, Son Erişim Tarihi: 16.05.2023.

İnternet: Loughborough Üniversitesi, (2023d) *Product Design and Technology.* URL: https://www.lboro.ac.uk/study/undergraduate/courses/product-design-and-technology, Son Erişim Tarihi: 11.05.2023.

İnternet: Loughborough Üniversitesi, (2023e) *Product Design Engineering.*URL: https://www.lboro.ac.uk/study/undergraduate/courses/product-design-engineering-beng, Son Erişim Tarihi: 11.05.2023.

İnternet: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, (2022). *MSFAU Industrial Design Department Course Information Forms.* URL: https://msgsu.edu.tr/wp-content/uploads/2022/07/endustriurunleri-1.pdf, Son Erişim Tarihi: 10.03.2023.

İnternet: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, (2022). *ID414 Interactive Prototyping For Designers II.* URL: https://catalog.metu.edu.tr/course.php?course_code=1250414, Son Erişim Tarihi: 22.05.2023

İnternet: Nişanyan Sözlük, (2021). *Türkçe Etimolojik Sözlük.* URL: https://www.nisanyansozluk.com/?k=ürün, Son Erişim Tarihi: 30.05.2021.

İnternet: TU Delft, (2022a). *Elective Interaction & Electronics.* URL: https://studiegids.tudelft.nl/a101_displayCourse.do?course_id=60046, Son Erişim Tarihi: 13.05.2022.

İnternet: TU Delft, (2022b). *Electronics for product designers.* URL: https://studiegids.tudelft.nl/a101_displayCourse.do?course_id=60327, Son Erişim Tarihi: 13.05.2022.

İnternet: TU Delft, (2023a). *Prototyping for Interaction and Participation (PIP).* URL: https://studiegids.tudelft.nl/a101_displayCourse.do?course_id=66380, Son Erişim Tarihi: 16.05.2023.

İnternet: TU Delft, (2023b). *Digital Product Development.* URL: https://studiegids.tudelft.nl/a101_displayCourse.do?course_id=66410, Son Erişim Tarihi: 16.05.2023.

İnternet: Türk Dil Kurumu, (2019). *Güncel Türkçe Sözlük.* URL: https://sozluk.gov.tr/ Son Erişim Tarihi: 01.06.2021.

İnternet: Weber, N. F., (2019). *The Bauhaus at 100: science by design.* URL: http://www.nicholasfoxweber.com/redesign/wp-content/uploads/2020/04/Books-Weber_on-page.pdf, Son Erişim Tarihi: 25.05.2021.

İnternet: Wevolver, (2022). *Trace PCB: A Comprehensive Guide.* URL: https://www.wevolver.com/article/trace-pcb-a-comprehensive-guide, Son Erişim Tarihi: 19.05.2023.

İnternet: World Design Organization, (2020). *Definition of Industrial Design.* URL: http://wdo.org/about/definition/, Son Erişim Tarihi: 24.04.2020.

İnternet: Yüksek Öğretim Kurumu, (2023). *Yökatlas.* URL: https://yokatlas.yok.gov.tr/ Son Erişim Tarihi: 02.05.2023.

Geng, X., Wu, S. ve Zhiqiang, L., (2018). *The Analysis of the Product Design Under the Influence of Modernism Design Style.* Zhenghou, Atlantis Press.

Gill, S., (2003). Developing Information Appliance Design Tools for Designers. *Personal and Ubiquit Computing,* 7(1), 159-162.

Glanville, R., (2009). A (Cybernetic) Musing: Design and Cybernetics. *Cybernetics and Human Knowing,* 16(3-4), 175-186.

Gorb, P. ve Dumas, A., (1987). Silent Design. *Design Studies,* 8(3), 150-156.

Graham, L., (2008). Gestalt Theory in Interactive Media Design. *Journal of Humanities & Social Sciences,* 2(1), 1-12.

Grant, D. P., (1979). Design Methodology and Design Methods. *Design Methods and Theories,* 13(1), 46-47.

Grazier, K. R. ve Cass, S., (2017). Let's Get Digital: Computers in Cinema. K. R. Grazier ve S. Cass, *Hollyweird Science: The Next Generation, Science and Fiction.* Cham: Springer International Publishing, 131-183.

Griffiths, P., (1994). *Innovation in Initial Teacher Training: An Analysis of Benefits, Costs and Resource-Related Opportunities.* Banska, Springer.

Groll, S. ve Hunter, K., (2015). Traces and Hopes of Design Research: An Interview with Gui Bonsiepe, Klaus Krippendorf, Siegfried Maser, and René Spitz. *Design Issues,* 31(1), 18-31.

Gropius, W., (1923). The Theory and Organization of the Bauhaus. *Bauhaus, 1919-1928.* New York: The Museum of Modern Art, 22-31.

Gutiérrez, J. A., (2017). *Moving Between Worlds: Global Trade, Luxury Culture, and Textiles in Viceregal Peru.* Colorado: University of Colorado Department of Art and Art History.

Günay, D., (2018). The Philosophy of Technology and Engineering. *Journal of University Research,* 1(1), 7-13.

Güneş, S. ve Güneş, Ç., (2017). From Evolution IoT to Revolution of Design Profession. *Gazi University Journal of Science Part B. Art, Humanities, Design and Planning,* 6(1), 57-69.

Güntay, V., (2020). The World in Transition: Between Modernism and Post-Modernism. M. E. Erendor ve M. F. Öztarsu, *Contemporary Issues in International Relations: Problems of the International Community.* Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, 290-308.

Halcomb, E. J. ve Hickman, L., (2015). Mized Methods Research. *Nursing Standard: Promoting Excellence in Nursing Care,* 29(32), 41-47.

Han, S. H., Yun, M. H., Kwahk, J. ve Hong, S. W., (2001). Usability of consumer electronic products. *International Journal of Industrial Ergonomics,* 28(1), 143-151.

Harvey, C., Press, J. ve Maclean, M., (2011). William Morris Cultural Leadership and the Dynamics of Taste. *The Business History Review,* 85(2), 245-271.

Hauwaert, M., (2020). *Towards Electro-chemical Characterisation of Paper-based Sensors and Usage Perspectives: Responsible Water Quality Sensor Design.* Louvain-la-Neuve: École Polytechnique de Louvain.

Heilbroner, R., (1994). Technological Determinism Revisited. M. R. Smith ve L. Marx. *Does Technology Drive History?: The Dilemma of Technological Determinism.* Cambridge: MIT Press, 67-79.

Hekkert, P., (2014). Aesthetic Responses to Design: A Battle of Impulse. P. P. Tinio ve J. K. Smith. *The Cambridge Handbook of the Psychology of Aesthetics and the Arts.* Cambridge: Cambridge University Press, 277-299.

Heskett, J., (2002). *Toothpicks and Logos: Design in Everyday Life.* Padstow: Oxford University Press.

Heskett, J., (2005). *Design: A Very Short Introduction.* Oxford: Oxford University Press.

Hesti, R., Maknun, J. ve Feranic, S., (2017). *Text Based Analogy in Overcoming Student Misconception on Simple Electricity Circuit Material.* Semarang, IOP Publishing.

Hjelm, S. I., (2002). *Semiotics in product design.* (Birinci baskı). Stockholm: Royal Institute of Technology.

Hodder, I., (1990). Archaeology and the Post-Modern. *Anthropology Today,* 6(5), 13-15.

Hofstadter, A. ve Kuhns, R., (1976). Introduction. A. Hofstadter ve R. Kuhns.*Philosophies of Art and Beauty: Selected Readings in Aesthetics from Plato to Heidegger.* Chicago: The University of Chicago Press, xiii-xix.

Holt, D., Quelch, J. ve Taylor, E. L., (2004). How Global Brands Compete. *Harvard Business Review,* 82(9), 68-81.

Holt, M., (2020). Ulm Aesthetics. *Journal of Design History,* 33(2), 140-157.

Horváth, I., (2004). A Treatise on Order in Engineering Design Research. *Research in Engineering Design*, 15(3), 155-181.

Howell, B., Stark, C. G., Christiansen, T. J., Hofstrand, R. H., Petit, J. L., Van Sloothen, S. N., ve Willett, K. J., (2016). *Introducing New Design Disciplines Into a Traditional Industrial Design Program.* Trondheim, NordDESIGN.

Hsiao, S. W., Wang, M. F. ve Chen, C. W., (2017). Time pressure and creativity in industrial design. *International Journal of Technology and Design Education* , 27(2), 271–289.

Hsieh, H.-F. ve Shannon, S. E., (2005). Three Approaches to Qualitative Content Analysis. *Qualitative Health Research,* 15(9), 1277-1288.

Huang, C.-Y. ve Huang, H.-H., (2011). Comparison of Results from Empirical ALT test to CAE Simulation for Wireless Clients. *Microelectronics International,* 28(3), 51-59.

Hui, K. L. ve Chau, P. Y., (2002). Classifying Digital Products. *Communications of the ACM,* 45(6), 73-79.

Ibrahim, M., (1999). *The Role of the Industrial Designer in.* Newcastle: University of Northumbria.

Irkdaş Doğu, D., Timur Öğüt, Ş. ve Er, H. A., (2015). Characterizing Industrial Design Education in Turkey: A Current Synthesis for Future Directions. *Yedi: Sanat, Tasarım ve Bilim Dergisi,* 1(14), 39-50.

James-Chakraborty, K., (2012). Beyond Cold War Interpretations: Shaping a New Bauhaus Heritage. *New German Critique,* 39(2), 11-24.

Jick, T. D., (1979). Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action. *Administrative Science Quarterly,* 24(4), 602-611.

Joughin, J. J. ve Malpas, S., (2003). The New Aestheticism: An Introduction. J. J. Joughin ve S. Malpas, *The New Aestheticism.* Manchester: Manchester University Press,1-19.

Junginger, S., (2008). Product Development as a Vehicle for Organizational Change. *Design Issues,* 24(1), 26-35.

Jung, J., Lim, Y. K., Nam, H. ve Lee, K. P., (2017). *Beauty and the Beast: An IoT Design Method Based on Improvisational Acting*. Edinburgh, Association for Computing Machinery, 61-66.

Kaiser, K. H., (1964). *Walter Gropius and The Ideas of Modern German Architecture 1910-1928*. Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology.

Kamaruzaman, A. F., Ismail, A. R. ve Daud, K. A. M., (2020). *Makerspace as an Environment to Cultivate the Maker Mindset among Industrial Design Student.* Perlis, IOP Publishing.

Kapur, S. H., (2018). Industrial Revolution: A Transition for or Against Misson of Arts and Crafts Movement. *Architecture and Infrastructure Planning,* 4(1), 7-11.

Karvinen, K., (2019). *Lowering Barriers on Embedded Design: Turning Innovations into Prototypes*. Helsinki: Aalto University Publication Series.

Kelceoğlu, B. ve Kütük, E., (2020). *A Survey About Internt of Thinf (IoT): What Does IoT Mean to Industrial Design Students.* s.l., s.n.

Kemp, T., (2013). *Historical Patterns of Industrialization.* (İkinci Baskı). New York: Routledge.

Kennedy, C., (2015). *Design History: Culture and Contexts - A Visual Timeline.* (Birinci Baskı). Dublin: Technological University Dublin.

Keseev, V., (2022). Improving Electronics Education Through Project-based Learning. *Proceedings of University of Ruse,* 61(3.2), 96-100.

Khan, W., Hussan, S. ve Qureshi, B., (2016). The Purpose of the State: Ancient, Liberal, Marxist and Feminist Standpoints. *Global Social Sciences Review,* 1(1), 77-84.

Kılıçkaya Boğ, E. E., (2019). *Teknoloji ve Tasarım Dersi'nin Dünyadaki Uygulama Yöntemlerinin Araştırılması ve Örnek Ders Materyali Tasarımı Önerisi.* Kütahya: Kütahya Dumlupınar Unıversity Instute of Social Sciences .

Kimber, W., (1997). *Practical Analog Electronics for Technicians.* Butterworth-Heinemann Oxford: Routledge.

Kim, H., Lee, K., Brezing, A., Löwer, M., ve Feldhusen, J., (2011). *Learning From an Interdisciplinary and Intercultural Project-Based Design Course.* London, The Design Society, 727-733.

Kim, K. ve Lee, K.-p., (2016). Collaborative Product Design Processes of Industrial Design and Engineering Design in Consumer Product Companies. *Design Studies,* 45-6(1), 226-260.

King, A., (2008). William Morris Arts & Crafts Aesthetic Rhetoric. *American Communication Journal,* 10(S), 1-10.

King, S. ve Chang, K., (2016). *Understanding Industrial Design: Principles for UX and Interaction Design.* (Birinci Baskı). Sebastopol: O'Reilly.

Knörig, A., Wettach, R. ve Cohen, J., (2009). *Fritzing – A Tool for Advancing Electronic Prototyping for Designers.* Cambridge, Association for Computing Machinery, 351-358.

Koo, S. G. ve Kong, H., (2015). *An Integrated Curriculum for Internet of Things: Experience and Evaluation.* El Paso, IEEE Computer Society.

Kotler, P. ve Armstrong, G., (2003). *Principles of Marketing.* (Onuncu Baskı). Englewood Cliffs: Prentice Hall.

Kovács, A. B., (2007). *Screening Modernism: European Art Cinema, 1950-1980.* (Birinci Baskı). Chicago: University of Chicago Press.

Köymen, K., (2019). *DC ve Step Motorlar, Redüksiyon Kutuları, Encoderler ve Hassas Pozisyon Kontrolü.* [Ses Kaydı] (Edelkron).

Krasae-in, A., (2020). *The Industrial Design Education for Thailand 4.0.* Bangkok, LUT Scientific and Expertise Publications.

Krippendorff, K., (2005). *The Semantic Turn: A New Foundation for Design.* (Birinci Baskı). New York: Taylor & Francis CRC Press.

Krippendorff, K., (2008). Designing In Ulm and Off Ulm. K. Czempet, *HfG, Ulm: Die Abteilung: 39 Rückblicke.* Dortmund: Verlag Dorothea Rohn, 55-72.

Krishnan, J. ve Press, E., (2003). The North American Industry Classification System and Its Implications for Accounting Research. *Contemporary Accounting Research,* 20(4), 685-717.

Kroes, P., (2009). Foundational Issues of Engineering Design. A. Meijers, *Philosophy of Technology and Engineering Sciences.* Amsterdam: North Holland, 513-541.

Kumar, D. N., Kost, Y., Qiao, H. ve Wei, Q., (2012). Nucleic Acids Data Sequencing using Higher Order Logic-A Suggestion of Basic Computational Framework Towards Bio-Sensors and Gene-Chips Design, Implementation and Verification. *Journal of Applied Mathematics & Bioinformatics,* 2(2), 65-79.

Lachapelle, C. P., Cunningham, C. M. ve Oh, Y., (2018). What is technology? Development and Evaluation of a Simple Instrument for Measuring Children's Conceptions of Technology. *International Journal of Science Education,* 41(2), 188-209.

LaDou, J., (2006). Printed Circuit Board Industry. *International Journal of Hygiene and Enviromental Health,* 209(3), 211-219.

Lager, C., (2000). Production, Prices and Time: A Comparison of Some Alternative Concepts. *Economic Systems Research,* 12(2), 231-253.

Lasi, H., Kemper, H. G., Fettke, P., Feld, T., ve Hoffman, M., (2014). Industry 4.0. *Business & Information Systems Engineering,* 6(4), 239-242.

Leddy, T., (2012). *The Extraordinary in the Ordinary: The Aesthetics of Everyday Life.* Peterborough: Broadview Press.

Lee, N., (2006). Design as a Learning Cycle: A Conversational Experience. *Studies in Learning, Evaluation, Innovation and Development,* 3(2), 12-22.

Legge, E., (2016). When Awe Turns to Awww: Jeff Koons's Balloon Dog and the Cute Sublime. (Birinci Baskı) *The Aesthetics and Affects of Cuteness.* New York: Routledge, 137-150.

Leonard, D. ve Sensiper, S., (1998). The Role of Tacit Knowledge in Group Innovation. *California Management Review,* 40(3), 112-132.

Lerner, F., (2005). Foundations for Design Education: Continuing the. *Studies in Art Education,* 46(3), 211-226.

Leslie, E., (1997). On Making-up and Breaking-up: Woman and Ware, Craving and Corpse in Walter Benjamin's Arcades Project. *Historical Materialism,* 1(1), 66-90.

Lévy, P., (1998). *Becoming Virtual: Reality in the Digital Age.* New York: Plenum Trade.

Ligthart, R., Porokuokka, J. ve Keränen, K., (2016). *Using Digital Co-Creation for Innovation Development.* Napoli, University of Naples Federiico II, 1297-1306.

Li-Jun, J., Bo, S., Jing, S. ve Zhe-Lin, L., (2016). *The Application of Cloud Innovation in Industrial Design Education.* Kuala Lumpur, s.n.

Lin, C. H., (2011). Research in the Use of Product Semantics to Communicate Product Design Information. M. Kurosu, *Human Centered Design.* Berlin: Springer-Verlag, 556-565.

Liu, L., (2011). A Survey for Concept of Embedded Systems. *Applied Mechanics and Materials,* Cilt 63-64, 73-76.

Loureiro, F., (2014). The Revolutionary Mind of Walter Gropius. *Utopian Studies,* 25(1), 174-193.

MacEachren, Z., (2004). Function and Aesthetics: Defining Craftsmanship. *Journal of Experiential Education,* 26(3), 138-151.

Máčel, O., Woertman, S. ve van Wijk, C., (2008). *Chairs: Catalogue of The Delft Faculty of Architecture Collection.* (Birinci Baskı). Rotterdam: 010 Publishers.

Madison, M. J., (2005). Law as Design: Objects, Concepts, and Digital. *Case Western Reserve Law Review,* 56(2), 381-478.

Malherek, J., (2018). The Industrialist and the Artist: László Moholy-Nagy, Walter Paepcke, and the New Bauhaus in Chicago, (1918–46). *Journal of Austrian-American History,* 2(1), 51-76.

Manfreda, K. L., Vehovar, V. ve Batagelj, Z., (2002). Nonresponse in Web Surveys. M. R. Groves, D. A. Dillman, J. L. Eltinge ve R. J. Little, *Survey Nonresponse.* New York: Wiley, 229-242.

Marchesi, M. ve Tweed, C., (2021). Social innovation for a circular economy in social housing. *Sustainable Cities and Society,* 71(1), 1-17.

Margolin, V., (1989). Postwar Design Literature: A Preliminary Mapping. V. Margolin, düz. *Design Discourse.* Chicago: University of Chicago Press, 265-289.

Margolin, V., (1995). The Product Milieu and Social Action. R. Buchanan ve V. Margolin, *Discovering Design: Explorations in Design.* Şikago: University of Chicago Press, 121-145.

Markettos, A. T., Moore, S. W., Jones, B. D., Spliet, R., Gavrilla, V.A.,(2016). *Conquering the Complexity Mountain: Full-stack Computer Architecture teaching with FPGAs.* Southampton, IEEE.

Marks, D. F. ve Yardley, L., (2004). Content and Thematic Analysis. D. F. Marks ve L. Yardley, *Research Methods for Clinical and Health Psychology.* Londra: Sage Publications, 56-68.

Mascia-Lees, F. E., (2011). Aesthetic Embodiment and Commodity Capitalism. F. E. Mascia-Lees, *A Companion to the Anthropology of the Body and Embodiment.* Chichester: Blackwell Publishing, 3-23.

Matheson, B., (2006). A Culture of Creativity: Design Education and the Creative Industries. *Journal of Management Development,* 25(1), 55-64.

Mauryo, S. ve Ammoun, O., (2018). *Implementing CDIO Approach in Integrated Digital Environment.* Kanazawa, Kanazawa Institute of Technology.

McCardle, J., (2002). The Challenge of Integrating AI & Smart Technology in Design Education. *International Journal of Technology and Design Education,* 12(1), 59-76.

McCullough, M., (1996). *Abstracting Craft: The Practiced Digital Hand.* London: The MIT Press.

Melchionne, K., (2013). The Definition of E The Definition of Everyday Aesthetics. *Contemporary Aesthetics*, 11(1), 2013.

Mendes, C. R., Osaki, R. Y. ve da Costa, C., (2018). Application of Big Data and the Internet of Things in Industry 4.0. *European Journal of Engineering Research and Science*, 3(11), 20-24.

Meyer, J. ve Ross, T., (2004). Aesthetic/Anti-Aesthetic: An Introduction. *Art Journal*, 63(2), 20-23.

Michalle, G., (2020). Art and Form: From Roger Fry to Global Modernism by Sam Rose. *Estetika: The European Journal of Aesthetics*, 57(2), 183-188.

Miller, E. C., (2017). William Morris and the Form and Politics of Replication. C. Julie ve H. Linda, *Replication and Technology*. Davis: Edinburgh University Press, 144-161.

Mingjun, W., Zhen, Y., Wei, Z., Xishang, D., Xiaofei, Y., Chenggang, S., Xuhong, L., Fang, W., ve Jinghai, H., (2012). *A Research on Experimental System for Internet of Things Major and Application*. Chengdu, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Mitcham, C. ve Schatzberg, E., (2009). Defining Technology and the Engineering Sciences. A. Meijers, düz. *Philosophy of Technology and Engineering Sciences: Handbook of the Philosophy of Science*. (Dokuzuncu Baskı). Amsterdam: Elsevier, 27-63.

Moalosi, R. ve Molokwane, S., (2008). *The Role of Engineering Courses in Industrial Design Education: A Case Study at the University of Botswana*. Barcelona, The Design Society, 407-411.

Mockford, C. D., (1995). A Teaching Strategy to Promote Student Confidence and Creativity in the Design and Prototyping of Digital Electronic Systems. K. Langer, M. Metzing ve D. Wahl, *Technology Education, Innovation, and Management*. Berlin: Springer, 147-154.

Moholy-Nagy, L., (1939). The New Bauhaus, American School of Design, Chicago. *Design*, 40(8), 19-21.

Molloy, I., (2017). *Designed Deposition: Freeform 3D Printing for Digtally Crafted Artefacts*. Wellington: Victoria University of Wellington.

Molwane, O. B., Sheikh, S. ve Ruele, V., (2017). Electronics for Designers Course: A Critique and Students Voices on Their Learning Experiences. *Mosenodi Journal 2012*, 20(2), 91-109.

Mont, O., (2002). Clarifying the Concept of ProductService System. *Journal of Cleaner Production*, 10(3), 237-245.

Moody, S., (1980). The Role of Industrial Design in Technological Innovation. *Design Studies*, 1(6), 329-339.

Mothersill, P. ve Bove Jr., V. M., (2017). Humans, Machines and the Design Process: Exploring the Role of Computation in the Early Phases of Creation. *The Design Journal*, 20(1), 3899-3913.

Mowl, T., (2006). Pioneers of Modern Design: From William Morris to Walter Gropius.. *Journal of Design History,* 19(3), 268-270.

Moyano, N. ve Zuaznabar, G., (2018). *The Ulm School and the Teaching of Design in Barcelon.* Barcelona, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, 689-693.

Mubin, O., Novoa, M. ve Al Mahmud, A., (2017). Infusing Technology Driven Design Thinking in Industrial Design Education: A Case Study. *Interactive Technology and Smart Education*, 14(3), 216-229.

Mullen, K. ve Schultz, M., (2012). Short Answer Versus Multiple Choice Examination Questions for First Year Chemistry. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education,* 20(3), 1-18.

Nayantara, N., (2018). The Story of Fluke: An Examination of English Theatre as "Class Culture" in Chennai. *Sub/Versions: A Journal of Emerging Research in Media and Cultural Studies,* 6(1), 25-47.

Nazarenko, M. A. ve Kazachkova, O. A., (2019). *Quality Management in Industrial Design: Modern Tendencies.* Soçi, IEEE, 291-293.

Neergaard, H. ve Leitch, C. M., (2015). *Handbook of Qualitative Research Techniques and Analysis in Entrepreneurship.* (Birinci Baskı). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

Nicholson, M., (2012). The Power Makers' Challenge and the Need for Fission Energy. M. Nicholson, düz., W*hat is Electricity? Green Energy and Technology.* Londra: Springer, 3-7.

Niethammer, L., (2001). Living Memory and Historical Practice: A Personal Tale. *Historein*, 3(1), 125-172.

Norman, D., (1988). *The Psychology of Everyday Things.* (Birinci Baskı). New York: Basic Books.

Norman, D., (2013). *The Design of Everyday Things.* (Birinci Baskı). New York: Basic Books.

Norman, E., (2000). *The Teaching and Learning of Technology for Design.* Wellesborne, Design and Technology Association.

Norman, E., (2001). Introductory Chapter. E. Norman, *The Technological Knowledge Base of Design and Associated Pedagogical Issues.* Loughborough: Eddie Norman and the assignees, 8-26.

Norman, E., (2012). *Curriculum Convergence and Divergence in 'Industrial Design' and 'Technology' Programmes in Higher Education. Orange Series: Design Curriculum Matters 3. Loughborough.* (Birinci Baskı). Loughborough: Orange Series: Design Curriculum Matters 3Design Education Research Group.

Novak, J., (2018). *Responsive Design and 4D Products: Enhancing Human Experiences Through Ubiquitous Computing.* Gold Coast: Queensland College of Art.

Nwosu, F. C., (2016). Emergence of Integrated Circuit as a Means of Deepening Development in Engineering in Era of Globalization. *Journal of Engineering and Applied Scientific Research,* 8(1), 64-74.

Osmand, S. J., (1985). A Simple Analogy Useful in the Teaching of Capacitors at A-level. *Physics Education,* 19(3), 132–134.

Oswald, D., (2012). *The Information Department at the Ulm School of Design.* São Paulo, Blucher.

Oygür İlhan, I. ve Karapars, Z., (2019). Industrial Design Education in the Age of Digital Products. *The Design Journal: An International Journal for All Aspects of Design,* 22(1), 1973-1982.

Özcan, A. C., (2009). An Overview of the Early Foundations and Development of Contemporary Industrial Design in Turkey. *The Design Journal,* 12(3), 267-287.

Öztürk, A., (2014). *Endüstriyel Tasarım Eğitiminde Yeni Yöntem ve Yaklaşımlar.* Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstütüsü Güzel Sanatlar Eğitim Anabilim Dalı Resim-İş Eğitim Bilim Dalı.

Öztürk, E. ve Ünlü, C. E., (2011). *Çevrimiçi Uzaktan Endüstriyel Tasarım.* Ankara, Başkent Üniversitesi, 332-335.

Paatz, R., Ryder, J., Schwedes, H. ve Scott, P., (2004). A Case Study Analysing the Process of Analogy- based Learning in a Teaching Unit About Simple Electric Circuits. *International Journal of Science,* 26(9), 1065-1081.

Page, T., (2016). Opinions on the Internet of Things in the Industrial Design Curriculum. *Design and Technology Education: An International Journal,* 21(3), 14-28.

Page, T., (2018). Design for Manufacture (DFM) within Professional Practice and its Relationship to Design Education. *Design and Technology Education: An International Journal,* 23(3), 98-118.

Pallasmaa, J., (2018). Architecture as Experience: The Fusion of the World and the Self. *Architectural Research in Finland,* 2(1), 9-17.

Pariser, D. A., (1984). A Conversation with Rudolf Arnheim. *Studies in Art Education,* 25(3), 176-184.

Patokorpi, L., (2014). *"The Art and Craft of the Machine": 3D Printing, the Arts and Crafts Movement and the Democratization of Art.* Tampere: University of Tampere School of Language, Translation and Literary Studies.

Payne, A., (2020). In Tune with the Xerophyte: Examining Leadership during an Original Music Production Process. *Journal of Leadership Education,* 19(3), 1-14.

Payne, E. E., (1991). *John Ruskin's Romantic Idealism and its Influence on Early Arts and Crafts Institutions in the Southern Appalachians.* Florida: The Florida State University School of Visual Arts and Dance.

Pedgley, O., (2010). Invigorating Industrial Design Materials and Manufacturing Education. *METU Journal of the Faculty of Architecture,* 27(2), 339-359.

Peirce, C. S., (1905). What Pragmatism Is. *The Monist,* 15(2), 161-181.

Persson, S. ve Warell, A., (2003). *Relational Modes between Industrial Design and Engineering Design a Conceptual Model for Interdisciplinary Design Work.* Tsukuba, Proceedings of the 6th Asian Design.

Petrina, S. ve Dalley, S., (2003). The Politics of Curriculum Fleform in Canada: The Case of Technology Education in British Columbia. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education ,* 3(1), 117-143.

Petts, J., (2008). Good Work and Aesthetic Education: William Morris the Arts and Crafts Movement and Beyond. *Journal of Aesthetic Education,* 42(1), 30-45.

Photiadis , T. ve Souleles, N., (2015). A Theoretical Model, including User-Experience, Aesthetics and Psychology, in the Design Process. *Journal of Virtual Worlds Research,* 8(1), 1-13.

Piekarski, T., (2015). *The Aesthetic Attitude in the Everyday.* (Birinci Baskı) Ontario: Queen's University.

Pieterse, J. N., (2003). *Globalization and Culture: Global Melange.* (Dördüncü Baskı) Lanham: Rowman & Littlefield Publishers.

Platon, (2017). *Devlet.* (Otuzikinci Baskı). İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Polatkan, A. H. ve Özker, F., (2006). Art Deco Mimarlığının Kavramsal İçeriği. *İTÜ Dergisi/a,* 5(1), 89-98.

Pollock, F., (1894). What is a Thing?. *Law Quarterly Review ,* 10(1), 318-321.

Prisecaru, P., (2016). Challenges of the Fourth Industrial Revolution. *Knowledge Horizons: Economics,* 8(1), 57-62.

Prown, J. D., (1996). Learning from things: method and theory of material culture studies. W. D. Kingery, *Material Culture: Can the Farmer and the Cowman Still Be Friends?*. London: Smithsonian Institution Press, 19-27.

Pujar, S. M. ve Satyanarayana, K. V., (2015). Internet of Things and Libraries. *Annals of Library and Information Studies,* 62(3), 186-190.

Pulos, A. J., (1986). *Industrial Arts and the Arts of Manufacture*. (Birinci Baskı) Cambridge: The MIT Press.

Putnam, H., (1995). *Pragmatism.* Londra, Oxford University Press, 291-306.

Rajkumar, N., (2009). Direct Current and Alternating Current Systems. K. P. Wong, *Electrical Engineering*. Oxford: Eolss Publishers, 108-138.

Ran, B., (2019). *Research on the Influence of Artificial Intelligence on Product Semantic Design*. Chongging, CSP.

Rapaport, W. J., (2018). What is a Computer? A Survey. *Minds and Machines,* 28(3), 385-426.

Rask, M., (2005). *Exporting Complex Digital Products: Entry Modes.* Selanik, International Society of Marketing and Development, 270.

Rauf, S. B., (2022). *Electrical Engineering for Non-Electrical Engineers.* (Birinci Baskı) Gistrup: River Publishers.

Rayes, A. ve Salam, S., (2017). The Things in IoT: Sensors and Actuators. A. Rayes ve S. Salam, düz. *Internet of Things: From Hype to Reality*. (İkinci Baskı). Cham: Springer International Publishing, 57-77.

Reddy, W., (1989). Naming the difference: A comment on Jack Goody's Cooking, Cuisine, and Class.. *Food and Foodways,,* 3(3), 191-195.

Redström, J., (2020). Certain Uncertainties and the Design of Design Education. *She Ji: The Journal of Design, Economics, and Innovation,* 6(1), 83-100.

Reid, J., (1978). *The State of Industrial Design in Developing Countries: A Report on the Pilot Mission to India, Pakistan, Egypt and Turkey,* Vienna: United Nations Industrial Development Organization.

Reja, U., Manfreda, K. L., Hlebec, V. ve Vehovar, V., (2003). Open-ended vs. Close-ended Questions in Web Questionnaires. *Developments in Applied Statistics,* Cilt 19, 159-177.

Rhi, J., (2019). *Two Different Ways of HfG Ulm: Design for Industry and Design for Humans.* Manchester, Manchester Metropolitan University.

Roberts, J., Demarest, K. ve Prescott, G., (2008). *What is Electrical Engineering Today and What is it Likely to Become?*. Saratoga Springs, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Rodgers, P. ve Milton, A., (2011). *Product Design.* (Birinci Baskı) Londra: Laurence King Publishing.

Romero, E. M., Perego, P., Costa, F. C. E., Vignati, G., Veronesi, D., (2012). *Teaching and Learning Physical Computing: A Experimental Method for Industrial Design Faculty.* Barcelona, IATED, 2324.

Roudometof, V., (2015). Theorizing Glocalization: Three Interpretations. *European Journal of Social Theory,* 19(3), 1-18.

Russell, S., (2008). *The Revolution Continues: A New Actor in an Old Place.* Florida: Florida State University College of Visual Art, Theatre and Dance.

Sachiko, M., (2007). *Production Values: Re-discovering the Hand in Making.* Hobart: University of Tasmania.

Salgueiro, I., (2020). Knowledge and Technology: Man as a Technological Animal. F. Matos, V. Vairinhos, I. Salavisa ve M. Massaro,düz. *Knowledge, People, and Digital Transformation: Approaches for a Sustainable Future.* Cham: Springer, 25-36.

Samuel, A. L., (1953). Computing Bit by Bit or Digital Computers Made Easy. *Proceedings of the IRE,* 41(10), 1223-1230.

Sayers, J., Elliott, D., Kraus, K., Nowviskie, B. ve Turkel, W., J., (2015). Between Bits and Atoms: Physical Computing and Desktop Fabrication in the Humanities. Schreibman, S., Siemens, R. ve Unsworth, J. düz., *A New Companion to Digital Humanities.* Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. , 1-21.

Scanlon, T. M., (2011). What is Morality?. J. M. Shephard, S. M. Kosslyn ve E. M. Hammonds, *The Harvard Sampler: Liberal Education for the Twenty-First Century.* Cambridge: Harvard University Press, 243-266.

Scheerer, E., (1980). Gestalt Psychology in the Soviet Union. *Psychological Research,* 41(2-3), 113-132.

Schmiechen, J. A., (1990). Reconsidering the Factory, Art-Labor, and the Schools of Design in Nineteenth-Century Britain. *Design Issues,* 6(2), 58-69.

Schmitt, M. ve Pelley, A., (1966). *Industrial Arts Education.* (Birinci Baskı) Washington: U.S. Government Printing Office.

Schuldenfrei, R., (2018). *Luxury and Modernism: Architecture and the Object in Germany 1900-1933.* (Birinci Baskı) Woodstock: Princeton University Press.

Schumpeter, J. A., (1943). *Socialism, Capitalism and Democracy.* New York: Harper and Row.

Schwarzfischer, K., (2010). Semiotic Symmetries as Core of an Empirical Aesthetics Theory Based on Decentering and Gestalt Integration. *Symmetry: Culture and Science,* 21(4), 455-476.

Seetsen, W., Mavrommati, I. ve Khan, V. J., (2019). *CircuitsMaster: An Online End-User Development Environment for IoT Electronics.* Rome, Springer, 139-152.

Seufert, S., (2017). Digital competences. *Notions of disruption: A Collection of Exploratory Studies Written and Commissioned by the Swiss Science and Innovation Council SSIC.* Bern: Swiss Science and Innovation Council , 64-67.

Shipstone, D., (1985). Electricity in Simple Circuits. R. Driver, E. Guesne ve A. Tiberhien, *Children's Ideas in Science.* Philadelphia: Open University Press, 33-51.

Shubert, S. B., (1993). The Decorative Arts: A Problem in Classification. *Art Documentation: Journal of the Art Libraries Society of North America,* 12(2), 77-81.

Shusterman, R., (2011). The Pragmatist Aesthetics of William James. *British Journal of Aesthetics,* 51(4), 347-361.

Shvydanenko, O., (2015). A New Globalization Paradigm: World Unity or Alternatives for Development?. *The Journal of International Economic Policy,* 2(3), 5-29.

Simmel, G., (1978). *Philosophy of Money.* (Üçüncü Baskı) Routledge: Taylor & Francis e-Library.

Sineglazov, V. M. ve Dolgorukov, S. O., (2018). *Intelligent Integrated Cads of Navigation Equipment.* Kiev, IEEE.

Singh, M. ve Singh, S., (2014). Trends in Open Source Designs and Arduino: A Review Paper. *International Journal of Enhanced Research in Science Technology & Engineering,* 3(3), 413-416.

Singh, S. ve Singh , N., (2015). *Internet of Things(IoT): Security Challenges, Business Opportunities & Reference Architecture for E-commerce.* Delhi, IEEE.

Sliogeris, A., (2009). *The Thing and Art: Two Essays on the Ontotopy of the Work of Art.* Amsterdam: Brill Academic Pub.

Soltanzadeh, S., (2015). Questioning Two Assumptions in the Metaphysics of Technological Objects. *Philosophy & Technology,* 29(2), 127-135.

Song, E. Y. ve Lee, K., (2008). Understanding IEEE 1451-Networked smart transducer interface standard - What is a smart transducer?. *IEEE Instrumentation & Measurement Magazine,* 11(2), 11-17.

Sözüdoğru, O. ve Tuncay, N., (2022). A Review of Distant Administration in the Context of Openness Problems of Open Distance Learning Administrators, Teachers, and Students. B. Akkaya, K. Jermsittiparsert ve A. Günsel, *Current Trends in Asian Economics, Business, and Administration.* Hershey: IGI Global, 19-43.

Sparke, P., (2004). *An Introduction to Design and Culture (1900 to the Present).* (İkinci Baskı). London: Routledge.

Srnka, K. J., (2004). Culture's Role in Marketers' Ethical Decision Making: An Integrated Theoretical Framework. *Academy of Marketing Science Review,* Cilt 1, 1-32.

Stavy, R. ve Tirosh, D., (1993). When Analogy is Perceived as Such. *Journal of Research in Science Training,* 30(10), 1229-1239.

Steffens, P., Davidsson, P. ve Fitzsimmons, J., (2009). Peformance Configurations Over Time: Implications for Growth and Profit-Oriented Strategies. *Enterpreneurship, Theory and Practice,* 33(1), 125-148.

Stein, V., (2015). *Human Resources Development in Times of Digitalization: A Dynamization Agenda,* Siegen: Universität Siegen.

Stevenson, N., (2013). *A Better World By Design?: An Investigation into Industrial Design Consultants Undertaking Responsible Design Within Their Commercial Remits.* Loughborough: Loughborough University.

Stieber, V. W., Bourland, J. D., Tomé, W. A. ve Mehta, M. P., (2003). Gentlemen (and Ladies), Choose your Weapons: Gamma Knife vs. Linear Accelerator Radiosurgery. *Technology in Cancer Research & Treatment,* 2(2), 79-85.

Stuckey, H. L., (2013). Three types of interviews: Qualitative research methods in social health. *Journal of Social Health and Diabetes,* 1(2), 56-59.

Sundberg, L., (2019). *Digitalization: Rise of the (Mega)Machines.* Macau, s.n., 114-118.

Sun, W. ve Sun, P., (2008). *Post- Expressionism Style in Modern Car Design.* Kunming, Piscataway.

Svengren, L., (1997). Industrial Design as a Strategic Resource A Study of Industrial Design Methods and Approaches for Companies' Strategic Development. *The Design Journal,* 1(1), 3-11.

Şatır, S., (2006). "Wekkunstschules" and the Establishment of Industrial Design Education in Turkey. *Design Issues,* 22(3), 18-28.

Talas, C., (1959). Handicrafts in Turkey. *International Labor Review,* 80(4), 331-346.

Tavrou, S., Thong, C. ve Steele, C., (2011). *Increased Female Participation into Engineering Education Through Specialised Courses.* Fremantle, Engineers Australia.

Taylor, R. R., (1974). *The Word in Stone: The Role of Architecture in the National Socialist Ideology.* London: University of California Press.

Tewari, J. P., (2003). *Basic Electrical Engineering.* (Birinci Baskı) Yeni Delhi: New Age International Limited Publishers.

Thilmany, J., (2003). Shaking Hands Again: Technology Can Smooth Adversity Between Industrial Designers and Mechanical Engineers. *Mechanical Engineering,* 125(4), 34-36.

Thyrén, D. ve Horwitz, E. B., (2022). Lessons Used for Millennia Must Not Be Lost—Adding Values to Higher Educational Programs through Arts and Aesthetics: A Literature Study. *Advances in Historical Studies,* 11(4), 169-179.

Timur, Ş., (2001). *Reading Material Culture: An Analysis of Design as Cultural Form.* Ankara: Bilkent University.

Trathen, S. ve Varadarjan, S., (2017). *A Framework for Understanding Product Design Practice and Education.* Oslo, The Design Society and Institution of Engineering Designers, 454-459.

Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği Mimarlar Odası Endüstriyel Tasarımcılar Komisyonu, (2022). *Endüstriyel Tasarım Meslek Alanı Durum Saptaması,* TMMOB.

Triggs, O. L., (1902). *Chapters in the History of the Arts and Crafts Movement.* (Birinci Baskı) Chicago: The Bohemia Guild of the Industrial Art League.

Ullas, S. D. ve Beeranur, R., (2022). *Automated Quality Inspection of Printed Circuit Board.* Tumkur, EasyChair.

Vaismoradi, M., Turunen, H. ve Bondas, T., (2013). Content Analysis and Thematic Analysis: Implications for Conducting a Qualitative Descriptive Study. *Nursing and Health Sciences,* 15(3), 398-405.

Varekamp, T., Keller, I. ve Geraedts, J., (2014). *Where Design and Electronics Meet: Integrate Electronics in Product Design.* Enschede, The Design Society, 720-725.

Vial, S., (2015). The Effect of Design: A Phenomenological Contribution to the Quiddity of Design Presented in Geometrical Order. *Artifact,* 3(4), 1-6.

Vihalem, M., (2018). Everyday Aesthetics and Jacques Rancière: Reconfiguring the Common Field of Aesthetics and Politics. *Journal of Aesthetics & Culture,* 10(1), 1-11.

Volkmann, C. ve de Cock, C., (2006). Consuming the Bauhaus. *Consumption, Markets and Culture,* 9(2), 129-136.

von Neumann, J., (1945). First Draft Report on the EDVAC. *IEEE Annals of the History of Computing,* 15(4), 27-75.

Walsh, V., (1996). Design, Innovation and the Boundaries of the Firm. *Research Policy,* 25(4), 509-529.

Walton, K., (2007). Aesthetics—What? Why? and Wherefore?. *The Journal of Aesthetics and Art Criticism,* 65(2), 147-161.

Wang, Y., Goridkov, N., Rao, V., Cui, D., Grandi, D. ve Goucher-Lambet, K., (2023). Embedding Experiential Design Knowledge in Interactive Knowledge Graphs. *Journal of Mechanical Design,* 145(4), 1-13.

Wang, Y., Harsuvanakit, A., Mincet, T. ve Cordella, M., (2022). *Towards a Digital Knowledge Base of Circular Design Examples through Product Teardowns.* Leuven, Elsevier, 314–319.

Warnock, G., (1993). The Object of Moralit. *Cambridge Quarterly of Healthcare Ethics,* 2(3), 255-258.

Watson, W. S., (2012). The Engineer and Ultimate Reality and Meaning. *Ultimate Reality and Meaning* , 33(1), 28-42.

Weingarden, L., (1985). Aesthetics Politicized: William Morris to the Bauhaus. *Journal of Architectural Education,* 38(3), 8-13.

While, A. ve Barriball, K. L., (1994). Collecting Data Using a Semi-structured Interview: A Discussion Paper. *Journal of Advanced Nursing,* 19(2), 328-335.

Whitford, W. G., (1936). Comments on Crafts in Education. *Design,* 37(8), 7.

Winkiel, L., (2017). *Modernism: The Basics.* (Birinci Baskı). New York: Routledge.

Wolf, M. ve McQuitty, S., (2011). Understanding the Do-it-Yourself Consumer: DIY Motivations and Outcomes. *AMS Review,* 1(3-4), 154–170.

Wölfel, C. ve Krzywinski, J., (2019). Industrial Design Engineering: Teaching Industrial Design as a Specialisation Within a Mechanical Engineering Curriculum. D. Schaefer, G. Coates ve C. Eckert, düz., *Design Education Today*. Cham: Springer, 271-292.

Wright, C., (1998). Comrades against Quietism: Reply to Simon Blackburn on Truth and Objectivity. *Mind,* 107(425), 183-203.

Xiaocheng, G., Wu, S. ve Lin, Z., (2018). *The Analysis of the Product Design Under the Influence of Modernism Design Style.* Zhengzhou, Atlantis Press.

Xie, H., (2019). *The Relationship Between Morphological Basis and Product Design.* Moscow, Atlantis Press.

Yang, J., Kim, J., Kim, W. ve Kim, Y. H., (2012). Measuring User Similarity Using Electric Circuit Analysis:*User Similarity Using Electric Circuit Analysis,*7-10(11), 1.

Yan, H. S., (2007). Mechanism and Machine. H. S. Yan, *Reconstruction Designs of Lost Ancient Chinese Machinery: History Of Mechanism And Machine Science.* Dodrecht: Springer, 19-41.

Yan, Z., Hongke, T., Li, G. ve Guangyu, Z., (2006). *Digital Technology and Digital Product Design.* Hangzhou, Institute of Electrical and Electronics Engineers.

Yenilmez, F. ve Bağlı, H. H., (2020). Changing Paradigms, Subjects, and Approaches in Industrial Design Studio Education in Turkey. *Journal of Qualitative Research in Education,* 8(2), 754-775.

Yeo, K. S., Ma, K. ve Wang, Y., (2018). Passive Elements. K. S. Yeo ve K. Ma, *Low-Power Wireless Communication Circuits and Systems: 60GHz and Beyond.* (Birinci Baskı) Singapore: Pan Stanford Publishing, 49-58.

Yeşilyurt, M., (2006). İlköğretim ve Lise Öğrencilerinin Elektrik Kavramı ile İlgili Düşünceleri. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(18), 41-59.

Yıldırım, T. C., (2019). *New Generation Industrial Designers' Motivational Drivers Towards Engagement with Professional Industrial Design Organizations in Turkey.* Ankara: Orta Doğu Teknik Üniversitesi.

Yoshioka-Kobayashi, T. ve Watanabe, T., (2016). *An Alternative Resource for Technology Innovation: Do Industrial Designers Create Superior Invention?.* Honolulu, s.n.

Yuriko, S., (2001). Everyday Aesthetics. *Philosophy and Literature*, 25(1), 87-95.

Zagumennov, F. A., Radaykin, A. G. ve Dzvinko, R. V., (2021). *The Principles of the Virtual Machine-Building Factory of the Future.* Vladivostok, IOP Publishing.

Zeng, X., (2017). *On the Industrial Design Education in Taiwan Universities.* Sapporo, Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Applied System Innovation IEEE-ICASI (2017), 1017-1019.

Zhang, W., (2018). *Can Morality be Materialized?.* Atina, Greek Philosophical Society, 97-101.

Zhang, X. ve Xue, Y., (2019). *Application of Design Geometry in Minimalist Style Product Design.* Luoyang, IOP Publishing.

Zhang, Y. ve Rasmussen, K., (2022). *Detection of Electromagnetic Signal Injection Attacks on Actuator Systems.* Limassol, Association for Computuing Machinery, 171-184.

EKLER

EK-1. Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Tasarladığınız veya çalışanlarınız ya da öğrencileriniz tarafından tasarlanan ürünlerin ne kadarı elektronik bileşenler içeriyor?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Neredeyse tamamı. Son çalıştığım şirkette ise hepsi diyebilirim. Önceden çalışmış olduğum şirkette ise medikal implantlar üretiliyordu. Dolayısıyla orada hiç elektronik ürün tasarımı deneyimim olmadı. Öğrenciyken ise, ikinci sınıfın ikinci döneminden itibaren elektronik bileşenlerden faydalanmam gerekti.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Neredeyse tasarlamış olduğum ürünlerin hepsinde elektronik bileşenler vardı. Tasarımında görev aldığım bir çok üründe donanım ve yazılım bir arada çalışıyordu. Ekranlar, kablo çıkışları ve benzeri unsurları bilmem gerekiyordu. Şahsen, akıllı ürünleri de sevdiğim için, okul döneminde de bir çok elektronik ürün çalıştım. Dolayısıyla, kişinin eğilimine de bağlı biraz. Son zamanlarda ise çoğunlukla kullanıcı deneyimi ve kullanıcı arayüzü tasarımları üzerine çalışıyorum.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Çalışma hayatımın neredeyse tamamında elektronik ürünler tasarladım. Dolayısıyla (yöneticisi olduğum) şirketteki çalışanlar ve projeler için de aynısını söyleyebiliriz.

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Elektronik bileşenlerin düşünülmüş olmasını bekliyoruz (öğrenci çalışmalarını kastederek). Elektronik kart nedir, nerededir, şekli nasıldır, hangi sensörler, hangi diğer bileşenler bulunur? Araştırmasını, sunmasını ve ürüne yerleştirmesini bekliyoruz. Ancak, tahmin edecek olursam, derslerde tasarlanan ürünlerin yaklaşık yarısının elektronik bileşenler içerdiğini söyleyebilirim. Örneğin, bir musluk bataryası projesinde elektronik bileşenler yok. Ancak, aydınlatmalar veya kullanıcı elektroniği gibi projelerde de, tabi ki var.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Bir ve ikinci sınıf düzeyinde çok fazla elektronik bileşenler içeren ürünlere girilmiyor. Bazen elektronik devreler içerebiliyorlar. Ancak, oranladığımızda, çok düşük bir paya sahip. Elektronik bileşenlerin entegre edildiği proje konuları daha çok, üçüncü ve dördüncü sınıfta veriliyor. Özellikle son sınıfta şirketlerle ortak çalışılıyor ve öğrenciler son sınıfta elektronik bileşenler içeren projelere daha çok yöneliyor. İkinci sınıfa kadar, genellikle ürünlerin mekanik işleyişine, üçüncü sınıftan sonra ise daha sık olarak elektronik ürünlere ve onların formlarına odaklanılıyor. Örneğin daha önce bir telsiz tasarımı projesi verilmişti. Ancak, elektronik bileşenlerin işleyişi irdeleniliyor muydu? Soru işareti *(eleştiri amacıyla kullanılmakta)*. (Elektronik bileşenleri kastederek) "*Var mı? Tamam, var"* gibi bir değerlendirme yapılıyor. Üçüncü ve dördüncü sınıfta daha fazla oranda elektronik ürünler tasarlanıyor olsa bile (bileşenler) yeterince sorgulanmadığı için elektronik devrenin payı da derinlemesine ele alınmıyor.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Projelerimin çoğunluğu elektronik parçalar barındırıyor. İkinci sınıftan sonra yaptığım projelerin çoğunda elektronik bileşenler vardı.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Tasarladığınız veya çalışanlarınız ya da öğrencileriniz tarafından tasarlanan ürünlerde daha sık hangi bileşenler kullanılıyor?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Öğrenciyken sıklıkla Arduino kullanıyorduk. İş hayatında ise motor, düğme, LED, ekran, konnektör, header ve elektronik kart üstünde yer alan ismini bilmediğim bir çok diğer bileşen ile muhattap oluyoruz. Bacaklı veya SMD olanlar.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Bataryalar, giriş ve çıkış bileşenleri, elektronik kartlar, hafıza birimleri, mikroişlemciler, kameralar, sensörler. Sensörlerin konumları, nasıl etkileşime geçtikleri. Eğer su geçirmez bir ürünse, ona uygun çıkışlar kullanılması. Oring'ler, konumları, bataryaların değiştirilebilirliği, su geçirmezliği.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Kullanıcının dışarıdan görebildiği unsurlar. Ürüne bazı hareketler veren, motor, valf gibi parçalar, elektromekanik bileşenler. En hassas konulardan biri ise pil, batarya ve şarj edilebilirlik ile ilişkili olan bileşenler. Enerji kaynağını tanımladığı ve değiştirme ya da şarj etme aracılığıyla kullanıcı etkileşimine sebep olduğu için pil veya batarya çok önemli. Kartın kendisi *(elektronik kartın bileşenler lehimlenmeden önceki levha hali kastedilmekte)* ve üzerindeki bileşenlerin yerleşiminin çalışılması. Ancak, bileşenlerinin her birini sayamam. Çünkü, elektronik kart üzerinde, zaten, bir çok çeşitli, bazıları mikro ölçekli komponentler mevcut. Ancak o komponentler ve kartın oluşturduğu paket bizim için önem arz ediyor. Ekran veya tuşlar gibi kullanıcı etkileşimini ilgilendiren arayüz bileşenleri.

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Ampuller (LED'ler), kartlar, sürücüler, işlemciler, soğutucular. Soğutucuyu elektronikten saymak doğru mu, bilmiyorum gerçi. Sensörler. Özellikle bazı sensörlerin dışarıda konumlandırılması gerekiyor. Jiroskop ya da akselerometre gibi bazı sensörler ise içeride de konumlandırılabiliyor. Örneğin, set üstü ocak projesinde dokunmatik düğmeler. Örneğin, bir çamaşır makinesi projesinde, motorlar, transformatörler.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Motorlar, devreye giren düğmeler, dijital dokunmatik ekranlar gibi bileşenler, pil veya benzeri enerji kaynakları, ses düzeyini veya ürünü açma kapama bileşenleri. Örneğin, öğrenciler, sensörler de kullanılıyor, ancak, ne kadar bilinçli kullanıyorlar o da bir soru işareti.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Temel prensipler ile çalışabilecek şeyler. Pil, motor, sensör, örneğin nem sensörü, valfler, regülatör, transistör, anakart, düğme gibi basit şeyler. MVP düzeyine gelmemizi sağlayan bazı bileşenleri kullanıyoruz. Ancak, gerçekte, söz konusu ürünün çalışıp çalışmayacağına ilişkin pek de bilgimiz olmuyor. Önerdiğimiz pile "üç ay yetecek" diyoruz ama hesaplansa bir gün çıkacak belki de. Çok da doğru (gerçekçi) şeyler yapmıyoruz esasında.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Tasarladığınız ya da çalışanlarınızın veya öğrencilerinizin tasarladığı hangi tip ürünlerde daha fazla elektronik bileşenler kullanılıyor?

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Bir ürün kullanıcıyla ne kadar çok interaktif ilişki kuruyorsa, girdiler alıp, çıktılar veriyorsa, elektronik ağırlığı da o kadar artıyor. Söz konusu çıktı bir ışık, ya da bir mesaj da olabilir. Sensörler işin içine giriyor. Sensörlerin yazılımda da bir ağırlığı oluşuyor. Mesela bir mikser *(elekrikli küçük mutfak aleti olan karıştırıcıyı kastediyor)* pek de elektronik ağırlıklı bir ürün değil. Elektrik girişi, bir tuş, basit bir kart ve motordan oluşuyor sadece. Ancak, sensörler işin içine girdikçe, sistem karmaşıklaştıkça, tuşların ve fonksiyonların sayısı arttıkça elektroniğin ağırlığı da artıyor.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
(Katılımcı yanıt vermeksizin uzun süre düşünüyor. Yöneltilen soru, hangi ürünlerde daha az elektronik bileşenlerin kullanıldığı şeklinde değiştirilerek tekrar ediliyor), düşünmeme sebep olan da bu tam olarak. Sektörel olarak daha az elektronik bileşenler içeren ürünler olabilir. Ancak, sanırım, elektronik bileşenler içeremeyeceği iddia edilebilecek bir üründen bahsetmek mümkün değil. Çünkü, nesnelerin interneti akımı sayesinde, önceden elektronik bile olmayıp, şimdi ise elektronikleşen ve akıllı hale gelen veya önceden haberleşme becerileri olmayıp, şimdi çevresi ile haberleşebilen nesneler ile doldu taştı dünya. Dolayısıyla, elektronik olmayan ürünlere ilişkin bir genelleme yapmak çok zor. Ambalajlar diyeceğim, ancak, onda bile tereddüt ediyorum.

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Eğer etkileşimli bir ürünse, elektronik bileşenler de tasarıma dahil oluyor. Elektronik anlamda bir insan etkileşimi, bir arayüz. Ya da hareketli bir ürün veya bağlı bir nesneyse *(IoT akımına atıfta bulunuyor)*. Bileşenin, ölçüsü, biçimi düzeyinde değilse bile kullanılan teknolojiler düzeyinde düşünüyorlar (öğrenciler). Bluetooth, Wi-fi, bilimum sensörler. Şeklini şemalini *(teknik gereksinimleri kastediyor)* düşünerek söylemiyor tabi öğrenciler. Mobilya, musluk, banyo, mekanlar gibi projelerde de gerekmiyor tabi ki.

Araştırmacı:
Tasarladığınız ya da çalışanlarınızın veya öğrencilerinizin tasarladığı ürünlerin hangi bölümlerinde elektronik bileşenler daha sık kullanılıyor?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Genelde iç aksamda görmediğimiz kısımda kullanılıyor. Ekran, LED ve düğme gibi bileşenleri hariç tutarsak tabi. Bunlar ise doğal olarak dış aksam. Kullanıcıyla bir irtibatı oldukları ve geri bildirimde bulundukları için dışarıdalar, ancak aslında içerideki aksamlar ile de bir bütün halindeler.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
İçinde *(gülüyor)*. En çok içeride. Fakat, ayrıca, kullanıcı ile etkileşimin sağlandığı yüz neresi ise, orasında. Eğer, ürünün, civardaki diğer şeyler ile etkileşimi varsa, söz konusu etkileşimi sağlayan anten veya ışık gibi bileşenlerin bulunduğu yüzler.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Ekranlarda ve arayüzlerde daha çok kullanılıyor diyebilirim. Ürünün aktif hale gelmesini sağlayan motor gibi komponentler. Duyusal etkileşimin olduğu bölümler. İlk etapta, görsel etkileşim, ürünün formuyla oluyor ancak, ürünü kullanma aşamasında ise arayüz aracılığıyla elektronik devreler görev almaya başlıyor.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Hareketli mekanizmalarda, arayüzlerde, görüntü ve veri aktarımı, veri akışı sağlayan yerlerde. En basit bir LED lamba, bir şarj göstergesi bile elektronik bileşenler gerektiriyor. Kullanıcıyla etkileşim kuran bölümlerin çoğunda bir girdi veya bir veri alma olduğu için elektronik donanımlar bulunuyor.

Araştırmacı:
Söz konusu bileşenlerin tasarımda baskın ve belirleyici rolleri oluyor mu?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Oldukça. Mesela, projelerden birinde, bir hava girişi olması gerekliydi. Söz konusu hava girişinin ise tam karşısına yerleştirilmesi gereken elektronik bir bileşen olmuştu. Bazı komponentlerin yan yana olması gerekiyor. Onların kart üzerindeki yerleşimleri. Dışarıya bir LED çıkışı yapacaksak, o LED'in nerede olacağı. Ya da farklı bir projede ise, kalem tipi bir üç boyutlu yazıcı çalışıyorduk. Filamenti ilerleten motorun yeri ve ebatı, örneğin. Hepsi belirleyici olmuş oluyor. Elektronik kart ve içeride olması gereken bütün parçalar. Bence, zaten tasarıma başlarken ilk belirleyici şey de elektronik bileşenler.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Bir projenin tamamlanabilmesi söz konusu komponentlere bağlı olduğu için, en az üniversitede öğretilmiş olan mesleki pratik kadar önemi var elektronik bileşenlerin.

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Hem oluyor, hem de olmuyor. Öğrenciyi çok sıkmıyoruz. Sıkmak, doğru tabir olmayacak belki ama. Bazı bileşenlerin standart bir ölçüsü, şekli, biçimi vardır. Ancak, genelde öğrenciler, dış formu bileşenlerden bağımsız tasarlayıp, sonra bileşenleri kalan boşluklara uyduruyorlar *(uydurma kelimesini vurgulu kullanıyor)*. Kutu gibi koyuyorlar, bazıları. Ancak, kutu gibi yerleştirmeleri, bileşeni düşündüklerinden değil. Çizmek veya parça ile bağlantısını çözmek istemediklerinden.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Sonuçta, arayüz, kullanıcıyla etkileşime geçen kısım. Hem işitsel hem de görsel anlamda, algılayıcılar veya etkileşime girdiğimiz kısımların hepsi elektronik devreler. Kabuk ise sadece onları taşıyan iskelet veya konstrüksüyon. Söz konusu kabuk ise, görsel ve ergonomik olarak söz konusu devreleri taşıyan kısım olarak çıkıyor karşımıza, bana göre. Dolayısıyla, (elektronik bileşenler) çok önemli. Öğrenciler açısından bakarsak ise, es geçiliyor, kendilerini zorlamıyorlar, hazır çözümler kullanılıyorlar. Güncel komponentleri araştırıp öğrenmek yerine hırdavatçılarda karşılarına ilk çıkan komponentleri kullanıyorlar. Buldukları ilk bileşenleri kullanmak zorundaymış gibi davranıyorlar.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Belirleyici ve baskın. Öncelikle hacimsel olarak (ürünü) etkileyebiliyorlar. Önce içeri bir motor yerleştiriyorsunuz, ancak, onun gücü yetmiyor, redüktör de eklemeniz gerekiyor. Boyutu, hacmi etkiliyor. Ayrıca örneğin bir düğme, aslında bir kullanıcı deneyimi de. (Deneyimin tasarımında) çok önemli bir rol oynuyor. Söz konusu bileşenlerin anakartla olan etkileşimleri, üretilebilirlik anlamında da tasarımı etkiliyor. Devreyle uyumluluk ve kullanıcıyla etkileşim, esasında, bir bütün.

Araştırmacı:
Söz konusu bileşenler yazılım gerektirdiğinde bunu anlayabiliyor musunuz? Çalışanlarınız veya öğrencileriniz anlayabiliyor mu?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Bilgisayardaki kodlar anlamında mı? *(Gömülü yazılım kavramının ne anlama geldiği sorulduğunda)* Bilmiyorum. Gömülü yazılımın, yazılımdan farklı bir şey olduğunu biliyorum, evet. Ancak, ne olduğunu bilmiyorum. Çoğu zaman yazılımın gerektiğini biliyorum, fakat hangi bileşenlerin nasıl ve neden yazılım gerektirdiğini bilmiyorum.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Evet anlayabiliyorum.

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Sanmıyorum *(öğrencilere ilişkin genel bir yorum yapıyor)*. Stüdyo dersi ile Etkileşimli Prototipleme dersi arasında çok fazla fark var. Öğrenciler, ürün tasarımı derslerinde, kullanıcı odaklı bazı senaryoların ve işlevlerin gerçekleşeceğini var sayıyorlar. Kullanıcının belli adımları takip edeceğini kabul ediyorlar. Bir yazılım olduğu da sadece farz ediliyor. Ancak, düşünmeden yapılıyor bu. Yazılımın nasıl olacağı konusunda bir fikirleri yok. Öte yandan, Arduino dersinde, yani, Etkileşimli Prototipleme'de, bizzat yaptıkları (ürettikleri) için, mecburen düşünüyorlar da. Dersin amaçlarından biri de zaten bu: Nelerin yapılıp, nelerin yapılamayacağı.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen): Öğrencilerin pek de hakim olduklarını düşünmüyorum. Sonuçta, benim de yazılım anlamında bilgim yok. Eleştiremiyorum da. Geçmiş iş deneyimimde de elektronik ile içli dışlı olamadım, derinlemesine girmedim. Ancak, öğrencilerin bir miktar kendilerini zorlamasını bekliyoruz tabi. Çünkü, sonuçta, biz öğrenciyken ürünün arayüzünü ve arayüzündeki görsellerini de tasarlıyorduk, gerektiğinde.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci): Motor, kamera, valf gibi şeyler yazılım ile kontrol ediliyor, ya da bazı tipleri edilebiliyor. Evet, bildiğimi, neyin yazılım gerektirdiğini anlayabildiğimi düşünüyorum.

Araştırmacı: Elektronik bilgisine bizzat ihtiyaç duyduğunuz ya da öğrencilerinizin veya çalışanlarınız ihtiyaç duyduğu durumlar ile karşılaştınız mı?

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Örneğin, düğme ya da ekran seçerken, tasarıma daha uygun olabilmesi gerektiği için, seçilen bileşenleri bizzat araştırmam gerekiyor. Temin edilebilir bir bileşen bulmak açısından ve ayrıca sistem için uyumlu olup olmadığını anlamak açısından araştırmam gerektiği oluyor. Genelde *datasheet* incelemem gerekiyor. Bileşenlerin bağlantı şekilleri, titreşim oluşturuyorsa, örneğin, sünger de kullanılmasının gerekmesi gibi. Örneğin, tasarladığım bir ürünün ekranının, ürün, güç konnektörüne takılır takılmaz çalışmamasını istemiştim. Bunun yerine, ürünün enerji alabilir durumda olduğunu anlatacak bir LED kullanmayı önerdim. Ancak, önermeden önce, önerimin uygulanabilir olduğunu da araştırmam gerekti.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Örneğin, akıllı bir termostat tasarlıyordum. Dokunmatik bir ürün olmasını istemiştim. Nasıl çalıştığını merak ettim. Örnek bir ürünü parçalama şansım yoktu. Ürünlerin tamir veya sökülme videolarını izledim. Evet, ihtiyaç duydum çünkü içerisinde neler var, nasıl çalışıyor, açık bir şekilde bilmiyordum. Ancak, bir mühendise sorma ihtiyacı da duymadım. Eğer sorsaydım, belki, beni kısıtlayabilirdi. Elektronik mühendisleri bazen, *bu çalışmaz* veya *olmaz* şeklinde yaklaşabiliyorlar. Biz endüstriyel tasarımcılar ise, tasarımları daha ileriki aşamalarda üretilebilir hale getirmeye alışığız. Dolayısıyla, henüz düşünmeye başlarken mühendislerin dahil olması kısıtlayıcı olabiliyor.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Hem bir yönetici, hem de geçmişte bir çalışan olarak, hem de çalışanlarım adına, evet. Çok kez yaşandı bu. Mesleki bilgimizin dışında çok fazla bilgi edinmemiz gerekti.

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Tabi. Henüz tasarıma başlamadan önce araştırıyor (öğrenciler). Projesinde kullanacak olsa da, olmasa da, bir takım teknolojileri öğreniyor. Biraz (öğrencinin) ilgi duyuyor olmasıyla da ilgili tabi ki. Örneğin, bir elektronik kapı kilidi projesinde Wi-fi kullanılabilir. Ancak, yanına yaklaşıldığında açılması yeterliyse, veri büyüklüğünün de fazla olmadığı varsayılarak, Wi-fi kullanılması şart değil. Bluetooth da olabilir. Yani, söylemiş olduğum gibi cümleleri kurabilecek kadar araştırıyorlar.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Örneğin, motorlar kullanılıyor. Ancak, nasıl bir motor olduğunun veya nasıl kullanıldığının bilincinde olmayan çok öğrenci var. Çevrelerinde bir mühendis olduğunda daha fazla başarıya ulaşıyorlar, yoksa, çaresiz kalıyorlar. İnternet ortamından bilgiye ulaşmaya çalışıyor, ancak, o yöntem de pek sağlıklı olmuyor. Kullanım amacına yönelik bir bileşen bulması zor. Dolayısıyla, kendi bilgi ve deneyimlerinden faydalanamıyorlar. Derinlemesine bir çözüme gitmiyorlar.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Çoğu zaman ihtiyaç duydum. Konsept projelerde bile olsa, internetten araştırarak süreci tamamlıyoruz. Ya var olan konseptleri ya da uygulanmış çözümleri transfer ederek ürünleştirmeye çalışıyoruz.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Hangi prensip veya komponentler hakkında bilgi edinmeniz gerekti?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Genelde ileri düzey bilgiler gerektiren bileşen ve prensipler ile ilgili araştırma yapmamız gerekmiyor. Görsel açıdan önemi olan veya içerideki ebat veya yerleşim anlamında önemi olan bileşenlerin, aynı özelliklerdeki muadillerini aradığımız oluyor. Elimizde mevcut olan bileşenlerin teknik özelliklerini inceleyip, araştırıp, bulduğum muadillerin datasheet bilgileri ile karşılaştırıyorum. Şimdi aklıma gelmiyor, ancak, Amper, dönüş şekli, devir gibi değerlere bakıyorum.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
(Uzun süre düşündükten sonra) örneğin, bir tost makinesi tasarlarken, içerideki plakaların ısıtılmasına ihtiyaç duymuş ve infrared ısıtıcıları araştırmıştım. Numune sipariş etmiş ve bir mühendis arkadaşımla birlikte bir prototip kurmuştuk. Ancak istediğimiz sıcaklığa ulaşamamıştık. Özellikle o projede voltaj kavramını ve pilin nasıl bağlanacağını öğrenmiştim. Stajda ise, Arduino ile uğraştığım bir projede, elektronik mühendisiyle beraber de çalışabildiğim için çok fazla bilgi öğrendim. Servo motorları örneğin, o zaman görmüş, çoğu bilgiye o zaman hakim olmuştum.

Araştırmacı:
Bilgi edinebildiniz mi? Öğrencileriniz veya çalışanlarınız bilgi edinebildi mi? Nasıl bilgi edindiniz ve edindiler?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Çoğunlukla beraber çalıştığım elektronik mühendisi arkadaşıma soruyorum. Eğer o yoksa veya bakamıyorsa, genelde internetten, Digikey'deki datasheetleri *(Türkçe'si: veri dokümanlarını)* buluyor, onlara bakıyorum. Daha genel bir konuysa, Youtube'daki videoları izliyorum. *Doğru bilgiye ulaşıp ulaşamadığı sorulduğunda:* Ulaşamıyorum bence. Yani bilginin doğru olduğunu doğrulayabilecek bir kaynağım yok.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Sensörlerin satıldığı siteler var. Ya da başka bir kişinin yaptığı projeleri inceliyorum: Neler kullanmış, ne amaçla kullanmış? Benzer olan neler kullanılabilir? Sonuçta (bileşenin) boyutları, kapasitesi, gerilimi gibi gereksinimler var. Ancak neyin kullanılabileceğini, benzer projeleri izleyerek öğreniyorum.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Genellikle müşterinin kendisi bizim bilgi kaynağımız. Sebebi ise, genelde söz konusu bilgilerin birer tasarım limitasyonu olması. Çoğunlukla müşteri doğrudan şöyle bir komponent kullanılmalıdır der. Ancak, eğer müşterimiz gerekli bilgiyi sağlayamıyorsa, çevremizdeki elektronik mühendisleri ve tabi ki kataloglardan ya da internetten eriştiğimiz datasheet belgeleri. En önemli bilgi kaynaklarımızdan biri de söz konusu belgeler. Kaynağı da çoğunlukla bileşeni imal eden veya satan şirketlerin internet sayfaları. Ancak, genelde deneyimsiz bir çalışana böyle bir bilgi edinme görevini emanet edemiyorum. Bazı temel bilgilere sahip olmadan doğru bilgiye ulaşması imkansız. Ulaşacağı bilgi ya yanlışlıkla doğru olur, ya da zaten yanlıştır. Dolayısıyla, genelde doğru bilgiyi çalışana ben iletiyorum.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Detayları değil, ancak, genel konseptleri öğrenecek kadar bilgiye ulaşıyorlar (öğrenciler). Büyük oranda internetten öğreniyorlar. Bana da soruyorlar. Ancak, başka bir kaynakları yok. *(Disiplinlerarası bir etkileşime girip girmedikleri sorulduğunda),* keşke, ne yazık ki.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
İnternet ve çevrelerindeki mühendisler. Doğru bilgiler edinenler de oluyor, özellikle yakın çevresinde mühendisler olanlar doğru bilgiye ulaşabiliyor. Teorik bilgi kaynağına bir şekilde erişiyorlar ancak, teorik bilgi yeterli olmuyor. Örneğin, tıpkı malzeme derslerinde olduğu gibi teorik bilgiyi ezberliyorlar fakat, uygulamada, ürünle temas etmediği ve ürünü görmediği için kalıcı bir öğrenme olmuyor.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Genellikle internet üstünden. Çünkü bir mühendislik öğrencisi arkadaşıma sorduğumda, hesaplaması gerektiğini söylüyor, net bir yanıt alamıyorum. Halbuki, tasarım aşamasında olduğum için denenip yapılması gerekiyor. *(Mühendislerin yorumları aşırı teorik mi kalıyor yani diye sorulduğunda)*, evet aşırı teorik kalıyorlar. Çünkü yeterince uygulama yapmadılarsa, gerekli cevabı alamıyorsunuz.

Araştırmacı:
Edindiğiniz bilgilerden farklı projelerde de faydalanıyor musunuz?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Genellikle evet. Örneğin, bir üründe, ürünün ana gövdesinin, şarj ünitesine bağlanabilmesi için kullanılan bir bileşenden faydalanmıştık. Bu bileşenin diğer bir projede de kullanılmasını ben önermiştim. *(Bileşenin ne olduğu sorulduğunda),* hatırlamıyorum, pinli bir şey deniyordu ama aklımda kalmamış.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Elektronik ile ilk ciddi anlamda ilgilendiğim proje bir Arduino projesiydi. Kod yazmaya, sensörlerin bağlantılarına (uğraştım). Çoğu konuyu o proje süresince anlamlandırdım. Aklımda oturttum. Sonrasında, çalıştığım her projede, girdi nasıl sağlanır, çıktı nasıl üretilir, hangi sensörlere ihtiyaç vardır, kaynaklara nasıl ulaşabilirim? (Söz konusu soruların yanıtlarını) bana o proje öğretti. Yani, yeni bir yola girmiş oldum.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Aslında, tasarım yöntemi örüntüleri oluşuyor. Mesela, eğer bir projede, serigrafi baskının kalıp gerektirdiğini, etiket yapıştırmanınsa çok daha kolay olduğunu deneyimleyerek öğrenirseniz, sonraki işinizde zaten serigrafiyi baştan elemiş oluyorsunuz. İşte bu bir örüntü. Dolayısıyla elektronik için de aynısı geçerli. Temas ettiğimiz projelerin neredeyse hepsinin bir minvali oluyor *(projelerin teknik gereksinimler ve kullanılan bileşenler bakımından benzerlik göstermekte olduğunu kastediyor).* Söz konusu projelerde kullanılan teknolojiler de benzeşiyor aslında. Yani, zaten, istemesen de, edindiğin bilgiyi tekrar kullanmak zorunda kalıyorsun.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Tabi, kesinlikle. Üzerine öğrenmeye devam ediyorlar (öğrenciler). Mesela rezistansın nasıl çalıştığını öğrenmiş (bir öğrenci), sonraki yıl, başka bir projede, bir şekilde o rezistansı kullanıyor, sonunda, iyice kafasında oturtmuş oluyor. Kesinlikle, birikerek geliyor.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Öğrencilerde biraz günü kurtarma eğilimi oluyor. Öğrendikleri bilgiyi ne kadar ileri taşıyorlar, sürdürülebilir mi, emin değilim.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Evet. Çünkü artık alternatif ve doğrusal akım ayrımını, motor tiplerini, bunları öğrendim *(geçmişte tamamladığı Arduino projesini kastediyor)*. Söz konusu deneyimlerimi de sonraki projelerimde hep göz önünde tuttum.

Araştırmacı:
Elektronik bir donanımın seçimi ile ilgili öneride bulunduğunuz oluyor mu?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Özellikle komponentlerin yerleşimi ve bağlanma şekilleri anlamında oluyor. Daha küçük bir ekran, veya düğme yerine anahtar *(pozisyonsuz bir düğme yerine pozisyonlu bir anahtar)* önerdiğim olabiliyor. Bizi daha çok ilgilendiren kısım kullanıcı ile etkileşimi olduğu için, evet. Bileşenleri bize proje girdisi olarak getiren insanlar *(elektronik mühendislerini kastediyor)*, işin o tarafıyla *(kullanıcı deneyimi tasarımını kastediyor)* daha az muhattap oldukları için, örneğin, (mühendisler), kaydırmalı bir düğme kullanılmasını istiyorlar, ancak kaydırmalı bir düğmenin kullanıcı deneyimi ve görsel estetik açısından uygun olmadığını söylüyorum ve yerine aynı işlevi gören bir anahtar önerebiliyorum.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Örneğin yakın zamanda bir mod seçme tuşu ile ilgili bir tasarım önerdim. (Araştırınca), söz konusu öneriyi sağlayabilecek bir düğme de bulduk. Daha sonra, "madem böyle bir düğme mevcut, o halde modları da düğmenin sağladığı olanaklara göre tasarlayabiliriz" gibi bir aşamaya geldik. Yani iş birliği içerisinde çözüm üretmiş olduk. İki taraf da sürekli iletişim içerisinde kaldı.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Evet, tabii ki. Mesela bir projede, hem ürünün sızdırmaz olması talep ediliyor, hem de cihazın, kullanılmadığı süre zarfında uykuda bekleyip, kullanıcı bir düğmeye bastığında ise uyanması isteniyordu. Ancak biz, ürün elde kullanılacak bir alet olduğu için, cihazı, jiroskoptan gelen voltaj ile uyandırmayı teklif ettik. Yani ürün ele alındığında otomatik olarak uyanacaktı. Hem daha ileri düzey bir kullanıcı deneyimi tasarladık, hem de fiziksel bir düğmeye gerek kalmadığı için sızdırmaz bir gövde tasarlamak da çok daha kolaylaştı. Oysa ki müşterinin elektronik mühendisliği tabanlı olan yaklaşımı, kullanıcı deneyimine veya sızdırmazlığa odaklı değildi. Dolayısıyla en basit yoldan herhangi bir düğme kurgulanmasını talep ediyordu.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Eğer öğrenciler, çalışır bir prototip üretmeleri gerekmezse, bilgisayar destekli tasarım programlarının verdiği bir özgüvenle, yalnızca görsel estetiğiyle öne çıkan ürünlere daha çok ilgi gösteriyorlar. Dolayısıyla, yanlış bir bilgi sunup sunmadıkları da sorgulanmıyor olabilir.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
(Bir mühendise), teknik anlamda bir öneri veya eleştiride bulunamam. Teknik gereklilikleri değiştirmesini isteyemem. Ama görsel veya duyusal anlamda eleştiri ve önerilerde bulunabilirim. Örneğin, bir düğme tipini değiştirmesini önerebilirim. Eğer farklı bir bakış açısıyla, inovatif bir öneri geliştiriyorsam belki teknik anlamda da yorum yapmam gerekebilir.

Araştırmacı:
Önerdiğiniz bir çözümün uygulanamaz olduğu ile karşılaştınız mı?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Kesin olmuştur *(gülerek yanıtlıyor)*. Genelde beraber çalıştığım elektronik mühendisleriyle yaşıyoruz bunu. Ben, belirlediğim bir ölçüye göre düğme seçiyorum, götürüyorum, o ise, "sen düğmeye şu kadar yük uygulayacaksan, böyle küçük bir düğme kırılır" diyor ya da "kullandığımız elektronik karta lehimlenemez" diyor. Motorda da yaşadım aynı sorunu. Hesaplama yapılması gerekiyormuş. Onları elektronik mühendisiyle beraber hesaplayıp bulmuştuk. *(Güç mü? Voltaj mı? Neyin hesabı diye sorulduğunda)* emin değilim notlarıma bakmalıyım. *(Baktıktan sonra devam ediyor),* mesela, Volt'u, Amper'i ve son redüksiyon oranı. O (elektronik mühendisi), bana nasıl hesaplayacağımı gösterdi, ben de ona uygun seçimleri yapıp tekrar ona geri gösterdim. *(Peki motorun tipini seçmen gerekseydi diye sorulduğunda)* elimdeki numuneye bakarak seçtim, eğer sıfırdan seçecek olsaydım sanırım bunu başaramazdım.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Çok yaşanıyordu tabi deneyimsiz olduğum için. Bir sensör kullanacağınızı iddia ediyorsunuz, mesela. Ürünün şurasında konumlandırırım diyorsunuz. Sonra bir bakıyorsunuz ki, sensörün boyutları devasa. Asla, olması mümkün bile değil. Ya da öyle bir sensör planlamışsınız ki, plastiğin et kalınlığını aşıp da sensörün bir girdi alması imkansız. Gerekli olan deliği açmamışsınız, örneğin.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Örneğin bir çalışan, anahtar ile bir düğme arasındaki farkı bilmediği zaman, ona, şöyle tipte bir düğme kullanalım demenizin bile bir anlamı yok. Elektronik bilgisi yetersiz olan bir endüstriyel tasarımcının seçtiği bileşenler zaten çoğunlukla yanlış oluyor. Ayrıca, öğrencilerde ve yeni mezunlarda, muazzam bir bilgi kirliliği var. Elektronik bilgisine sahip olmaları gerektiğini düşünmedikleri için, onlara göre pil, pildir, düğme, düğmedir. Herhangi bir sınırlamanın önemi yok onların dünyasında. "İnternetten baktım, böyle bir pil varmış" mantığı ile, dünyanın neresinde olduğu bile bilinmeyen bir şeyi örnek göstererek çözüme ulaştıklarını zannediyor olmaları çok yanlış.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Kesinlikle. Öğrencilerin, uygulanamaz çok sayıda fikir sunduğu oluyor. Açıkçası ben de bazen öğrencileri uyarmıyorum. Çünkü, öğrenciler, teknik detaylarda boğulurlarsa bazı özgürlüklerini de kaybedecekler. Aslında, bence, doğru olan ayaklarının yere basması. Bazen öğretmenler de, belki de iş deneyimleri az olduğu için, önerinin kusurlu olduğunu fark etmeyebiliyor. Dolayısıyla, ya bilmediğimiz için uyaramıyoruz ya da bazen bilinçli olarak uyarmıyoruz. (Çözüme) yaklaşmış diyoruz. Geçiştirilebiliyor biraz. Esas öğretilmek istenen problem çözme becerisi. Böyle bilgilerin *(elektronik bilgisini kastederek)* lisans eğitiminde öğretilmesinin mümkün olmadığı da düşünülüyor.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Çoğunda olmuştur. Öğrenci projelerinde, kalan alana sığacak bir komponent koymak gibi kolaya kaçan bir çok yöntem izleniyor. Tasarım eğitiminde, *o mühendislerin işi* gibi bir düşünce yaygın olduğu için, çok fazla detaya gittiğinizde, bu, istenmeyen bir şey olabiliyor. Çalışmayacağını bilsem bile yine de projelerimde çalışmayacağı kesin olan bir çok komponent kullandım. *(Bunu eleştiriyor musunuz diye sorulduğunda)* evet eleştiriyorum.

Araştırmacı:
Elektroniğe ilişkin bilginiz arttıkça ürün tasarlamakta da daha yetkin hale geliyor musunuz?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Evet. Çünkü, (elektronik) oldukça geniş bir alan. Basit bir kablo çıkışının bile, bir konnektörle, doğrudan kart üzerinden veya araya başka bir konnektör alarak yapılması mümkün. O kadar fazla çeşit var ki, geliştirilebilen fikirler de artmış oluyor. Elektroniği öğrenmeye başladıkça elimiz kuvvetleniyor. Aksi durumda ise sadece karşı taraf *(elektronik mühendisini kastederek)* bilgili ve biz ise bilgisiz oluyoruz. Mühendisin seçimlerinin tamamına mecbur kalmak zorundayız. Ancak, daha fazla elektronik bilgisine sahip oldukça *(kendisini kastediyor)*, aslında disiplinlerarası çalışma da daha verimli hale geliyor. Biz de onların seçtiğine yorum yapabiliyoruz, onlar da bizim söylediğimiz şeye karşılıklı yorum yapabiliyor.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Nereye bakacağımı bildiğim için, bazı şeylere dikkat etmeyi öğreniyorum. Ancak, konuya, mühendis gibi eğilmediğimiz için elektroniğe saplanıp kalmıyoruz. (Elektronik bilgisi) ürüne bir sanatçıymış gibi yaklaşmama becerisi sağlıyor. Çok sayıda revizyon gerekmesini engelliyor, baştan bambaşka bir ürün tasarlanmasına ihtiyaç duyulmasının önüne geçiyor. Özellikle boyutlandırma, konumlandırma, formun belirlenmesi konularında önemli bir rol oynuyor. *(Gülerek)*, "bu buradan ışık yakacak" demektense, hangi ışığı yakacak, nasıl yakacak? *(Kendi zihnini kastederek ve eliyle işaret ederek)* altta çalışıyor sürekli, ama ön planda da değil.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Bazı yenilikçi fikirlerin oluşabilmesi, bir projenin başlayabilmesi, bazen ise bitebilmesi elektronik bilgisine bağlı. Dolayısıyla, evet.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Evet, öğrenciler daha yetkin hale geliyor. Bazı sensörlerin varlığının farkında değiller. Bazen hali hazırdaki teknolojinin ilerisinde düşünüyorlar. Ancak, bazen de gerisinde kalıyorlar. Dolayısıyla mesela sensörler ile vücut hareketlerinin takip edilebildiğini görmek, ufuk açabiliyor. Öte yandan, sensörlerin belli limitler dahilinde çalıştığını öğrenmek, onları (olumsuz anlamda) sınırlayabiliyor. Ancak, yeni teknolojileri öğrenmek bence onları yine de daha iyi ürünler tasarlar hale getiriyor. Çünkü, örneğin, gereksiz bileşenlerden kurtulup, ürünün boyutunu küçültebiliyorlar. Ya da örneğin, amacına daha uygun sensörlere yönelebiliyorlar.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Evet. Çünkü elektronik, kullanıcı etkileşiminin çok önemli bir bölümünü kapsıyor. Bizi karşılayan ürünün formu, uğurlayan etkileşim kurduğumuz elektronik donanımı oluyor. Elektroniğe ne kadar hakim olurlarsa, o kadar endüstriyel tasarım alanında yetkin hale geleceklerdir.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Evet, katılıyorum. Çünkü, ürün tasarımı baştan sona bir süreç ve sürecin çoğu bölümüne de müdahil olmam gerekiyor. Topu başkasına atmamak icap ediyor. Yoksa, süreç zedeleniyor. Her iki taraf da konuyla ilgili bilgi sahibi olur ve düzgün bir iletişim kurarsa süreç çok daha hızlı ve uyumlu ilerler. İki disiplin birlikte çalışıyor, çalışmak zorundalar.

Araştırmacı:
Endüstriyel tasarımcılar elektronik hakkında ne kadar ve hangi bilgiye hakim olmalıdır?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Bence bileşenlerin ne işe yaradığını, hangi komponentlerin bir arada kullanılmasının gerektiğini, datasheetler okumayı bilmemiz gerekiyor. Örneğin, bazı bileşenlerin bir arada kullanılması zorunlu. Birini kullanmak istiyorsam, diğerini de onun yanında, ona bağlayarak yerleştirmem gerekiyor. Ürün ne işe yarayacak ve içinde neler olması gerekiyor, kaba taslak olarak, ana başlıklar olarak bunları bilmemiz gerekiyor. Ne kadar bilgi olursa tabi ki o kadar iyi, ancak, yorumlama konusunda biraz daha gelişmeliyiz. Rakip bir ürünü inceleyip, "bunu koymuşlar, çünkü şu işlevleri yerine getiyor, o halde biz de kullanmalıyız" gibi bir yorumu yapabiliyorsak iyi bir düzeydeyizdir. *(Endüstriyel tasarımcı basit bir devre kurabilmeli midir diye sorulduğunda)* basit düzeyde belki, ancak, pek de emin olamadım. Örneğin, üniversitedeyken Arduino kullanarak tasarladığımız bir oyuncak olmuştu. Ancak, grup çalışmasıydı ve ben Arduino bölümüne pek hakim değildim. Biz ilk başta, "kullanıcı şöyle yapınca, ekran da böyle tepki versin" gibi bir sürü hayal kuruyorduk, ancak, kodları yazmaya başldğımızda, yazılımın, o kadar da uçsuz bucaksız olmadığını, bir mantığı ve limitleri olduğunu gördük.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Çok fazla farklı alanda çalışabiliyoruz. Yanıt, endüstriyel tasarımcının uzmanlığına da bağlı. Eğer, ürün tasarımı üzerine çalışıyorsa ve söz konusu ürün, mobilya ya da sanat veya zanaat ağırlıklı bir nesne değilse, ciddi bir düzeyde elektronik bilgisine sahip olmalıdır. Kendi ayakları üzerinde durabilmelidir. Mühendislere, *bu böyle olmaz* ve *şöyle de çalışabilir* diyerek ikna edebilmelidir. Endüstriyel tasarımcı, bir mühendisi ikna edebilecek, söz konusu mühendisin *evet karşımdaki kişinin konu hakkında fikri var* diyebileceği kadar bilgi sahibi olmalıdır. Ancak, önerdiği çözümün elektronik tasarımını yapabilecek bilgi düzeyine gelmemelidir. Eğer uygulayabilecek düzeye geldiysem, uzmanlığım da kaymış olur.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Soru sorabilmek veya tercih yapabilmek için bazı şeylerin temelini bilmek gereklidir. Örneğin, endüstriyel tasarımcı, SMD ve DIP arasındaki farkı biliyor olmalıdır ki aralarında tercih yapabilsin. *(Neden bilmesi gerektiği sorulduğunda),* bir projemizde, mekanik anlamda o kadar sıkışık bir alanda çalışıyorduk ki, LED'i dışarıya yanaştıracak alanımız kalmamıştı. Ancak, LED'in maliyet avantajından dolayı DIP seçilmiş olduğunu bildiğimiz için, DIP yerine SMD bir LED önerdiğimizde daha fazla alan kazanacağımızı biliyorduk. *(Ancak, söz konusu bakış açısıyla endüstriyel tasarımcının en az bir elektronik mühendisi kadar elektronik bilmesi gerekmez mi, diye sorulduğunda):* Aslında, sürekli tekrar eden çekirdek bir bilgi var. Belli başlı bileşenler var. Onların da ötesi gereksiz olabilir, evet. Ancak, söz konusu çekirdek bilgi yeterlidir. Nasıl binlerce plastik malzeme olduğu biliniyor ancak çoğunlukla belli başlı plastikler tercih ediliyorsa, aynı mantık endüstriyel tasarımdaki elektronik bilgisi için de geçerlidir. Belli bir bilgi düzeyine erişildiğinde, karşılaşılabilecek olan on vakanın sekizi zaten birbirinin çok benzeri oluyor.

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Öğrencilerin, yarısına yakını Etkileşimli Programlama dersini alıyor. Söz konusu öğrencilerin dersi almaktaki motivasyonları da şu: Ürünler nasıl çalışır, mühendislerle nasıl daha rahat iletişim kurulur, onların dilinden nasıl konuşulur, neler yapılabilir, neler yapılamaz, programlama algoritması nasıl işler bunları anlamak. Nitekim, dersin genel amacı da böyle diyebilirim. Mezun olan eski bir öğrencim ile bir araya geldik. "Mühendisler, ben ne önersem, yapılamaz, uygulanamaz diye beni uyarıyordu, ben de sinirlendim, internette benzer projeler aradım, buldum ve nasıl yapılır gösterdim." dedi *(öğrencilerin ve yeni mezunların elektronik bilgisini öğrenmeye ilişkin motivasyonunu anlatmak üzere örnek veriyor)*. Hangi bileşenin ne kadar enerjiye ihtiyaç duyabileceği, neyin, nereye sığdırılabileceği, Watt nedir, Volt nedir, işlemci nedir, direnç nedir, kapasitör nedir gibi, elektrik, elektronik ve mikroişlemciler konusunda, temel bilgiye sahip olmalılar. Çok öğrenmek, bazen, çok faydalı değil. Odağının değişmesine sebep olabilir. Sınırlandırıcı bir hale dönüşebilir … *(farklı bir konuya değindikten sonra),* öğrenciler, elektronik prototiplemeyi bir tasarım aktivitesi olarak yapıyor. Kafasında bir ürün canlandırmış ancak kullanıcılarla birlikte denendiğinde gerçekten işe yarayacak mı bilemiyor. Hızlıca bir şeyleri bir araya getirip MVP hazırlıyor. Deneyip, deneyimleyip, çalışıp çalışmayacağını test edebiliyor.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Bir ürünün ne kadar enerji ihtiyacı var? Karşılayabilecek bataryanın kapasitesi, ölçüsü nedir? Motor gibi örneğin, temel bileşenler bilinmeli. Elektronik devreye ilişkin her bilgiye hakim olunmamalı, ancak örneğin devre kartının ebadının belirlenmesinde ve ebatı belirleyen yerleşime karar verilmesinde yönlendirme yapacak kadar bilgili olunmalı. Asgari ihtiyaçları, ihtiyaç duyulan bileşenleri, onların minimum hacimlerini, nasıl yerleşeceklerini ön görebilmek için nasıl bağlandıklarını bilmesi gerekiyor.

Araştırmacı:
Tasarım süreçlerinin hangi aşamalarında söz konusu bilgilere ihtiyaç duyuyorsunuz?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Her aşamada ihtiyaç duyuyoruz ancak daha çok başlangıçta, tasarımı, kabuğu belirlerken gerekiyor. Bileşenlerin hepsi bir doygunluğa ulaşmak zorunda ki biz de kabuğu şekillendirebilelim. Bileşenlerin tipini, boyutunu, bağlanma şeklini değiştirmeyi de ilk aşamalarda talep ediyoruz çoğunlukla. Tabii, daha ileri aşamalarda da yaşanıyor.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
İlk aşamada değil. Beyin fırtınası aşamasında tamamen özgür olmaya ihtiyaç var. Ancak beyin fırtınasının ürettiği çıktıları elerken ve şekillendirirken elektronik bilgisi çalışmaya başlıyor. Ancak, en çok çalıştığı dönem de, artık tasarımı üretime uygun hale getirmeye başladığımız zaman.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Araştırma fazında zaten söz konusu bilgilerin edinilmiş olması gerekiyor. Kavramsal tasarımlar geliştirilirken, edinilmiş olan bilgilerden faydalanılıyor. Ürünün hayata geçirilmesi aşamasında da elektronik bilgisi oldukça baskın. Prototipleme aşamasında da ihtiyaç duyuluyor. Dolayısıyla, bütün süreç diyorum.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Kullanıcıyla etkileşime giren donanımların pozisyonu, ebatı, kapladığı hacim gibi konularda daha çok bilgi sahibi oluyor öğrenciler. Görsel olan öğelere hakimler. Ancak işleyişe de hakim olmaları gerektiğini düşünüyorum. Elektronik devrenin işleyişi veya bağlantıları konularına girince öğrencinin hakimiyeti azalıyor. İşleyişini bilmediği için hiç uygulanamayacak bir şey tasarlıyorlar bazen. Belki de disiplinlerarası projelerin arttırılmasına ihtiyaç var. Tıpkı imalatta olduğu gibi, makineyi tanımazsanız, yaptığınız tasarım üretilemez, bir anlamı kalmaz. Elektronik de böyle bence. Belki de hiçbir motorun kullanılmayacağı, farklı bir şekilde çözeceği bir ürün tasarımı yapabilir. Ürünün ergonomisi, estetiği değişebilir. Daha bilinçli bir tasarım yapabilir. Diğer türlü ise "ben tasarlayayım, içini mühendisler ne yaparsa yapsın" gibi bir düşünce oluşuyor.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Ön araştırma sürecinde, elektronik donanımları da araştırmak gerekiyor. Örneğin, ürünlerin parçalama videolarını izleyerek bileşenleri görebiliyoruz. Prototip aşamasında, örneğin, sızdırmazlık, sıvıyla temas gibi detaylar önemli hale gelebilir. Aslında bir süreç olduğu için hepsi de birbiriyle bağlantılı. Özellikle başlangıçta doğru bilgiye sahip olmak daha önemli oluyor.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Diğer endüstriyel tasarımcılar söz konusu bilgilere hakim midir?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Hayır *(gülerek yanıtlıyor)*. Değiller çünkü, bence endüstriyel tasarımcıların izlenimi de söz konusu gerekçeyle kötü. Disiplinlerarası bir projede çalışırken, bir elektronik mühendisine öneri sunabilmek gerekiyor, aynı dili az da olsa konuşabilmek gerekiyor ki tasarımcı önerdiğini uygulatabilsin. Gözlemlediğim kadarıyla genelde şöyle oluyor: Elektronik mühendisi bileşenleri belirliyor, kendisi için daha faydalı bir yerleşim planlıyor, sonra, endüstriyel tasarımcı herhangi bir müdahale etmek istediğinde ise müdahaleye izin vermiyor. Ancak endüstriyel tasarımcı mühendis ile aynı dili konuşabiliyor ve yorum yapabiliyor olduğunda, örneğin, başka bir bileşenin de kullanılabilir olduğuna ilişkin bir öneride bulunabilir. Kendi tasarımına da daha iyi yön verir böylece. Üniversitede söz konusu ihtiyaca yönelik bir eğitim verilmediği için, önemi de pek belirtilmediği için, aslında endüstriyel tasarımcı elektronik bilgisine hakim olması gerektiğini düşünmüyor. *Bilmesem olur beni ilgilendirmiyor* diye bakıyor.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Kendi dönemimdekileri *(birlikte mezun olmuş olduğu diğer endüstriyel tasarımcıları)* düşünüyorum. Elektroniği en fazla uygulamalı zamanlarda öğreniyoruz. Hem üretime, hem de makine mühendisliğine yakın teorik dersler de aldık. Ancak, söz konusu derslere ilişkin çoğu şeyi hatırlamıyorum, açıkçası. En iyi hatırladığım ise, ürettiğim ürünler. Deneyimle öğrendiğimiz için ve eğitimimizde prototipe epey odaklanıldığından dolayı, kendi dönemimdeki bazı öğrencilerin elektronik bilgisine görece hakim olduğunu düşünüyorum, ancak, elbette hepsinin de değil. Hala çoğu terimi bilmeyen mezun endüstriyel tasarımcılar var. Bir elektrikli ocak, örneğin, üstünden tencere kalktığı zaman sönecek. Çok basit aslında, ancak, kafasında elektronik olarak kuramıyor. Sensörler... Tiplerini hiç duymamış bile. Sadece "böyle çalışsın" şeklinde temenni ediyor. Havada kalıyor yani *(bazı endüstriyel tasarımcıların konu hakkındaki yaklaşımlarını kastederek)*. Yarısından çoğu böyle diyebilirim.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Eski jenerasyonlarda, elektronik bilgisinin eksiklik olduğu daha açık şekilde görülüyor. Çünkü onların eğitim aldığı ve deneyim edindiği zamanlarda dünya çok daha mekanik bir yerdi. Daha genç tasarımcılar ise, söz konusu bilgilere daha hakim.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Pek hakim olduklarını düşünmüyorum açıkçası. İlgisi olanlar derinlemesine bilgi ediniyor, diğerleri öğrenmiyorlar. Staj yapan, ilgili alanlarda çalışmayı düşünenler konuya eğiliyor sadece.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Hakim değiller. Söz konusu bilgilere çok da sahip olunmadığını düşünüyorum. Temel fizikle alakalı dersler gördük, biraz da eğlenceli bir usulde, ama başka da bir ders almadık. Genelde kendimiz araştırarak öğreniyoruz, onun da doğrulaması olmuyor, teyit edilemiyor. "Mühendis yapar" bakış açısı yaygın. Genel olarak, öğrenciler de aynı düşünceyi paylaşıyor. Ancak, belki, staj yaptıkları yerlere göre öğrencilerin bazıları söz konusu bakış açısını kazanıyordur.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Söz konusu bilgiler üniversitede öğretilmekte midir? Öğretilmeli midir?

Katılımcı 1 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Şahsen üniversitede çok az da olsa gözlemleme fırsatım oldu. En azından "şunları da bilmem gerekiyor" diye bir fikrim oluştu. Ancak, bence, en çok stajlarımızın faydası var. Diğer üniversitelerde ilgili dersler var mı, yönlendiriliyorlar mı, bilemiyorum. Eğitim alırken, hiç değilse son yıllarda, artık vidaların nereden atılacağını önemsediğimiz kadar, hangi elektronik komponentlerin kullanılması gerektiğini, nasıl bağlandıklarını, bir arada çalışıp çalışamadıkları da önemsememiz gerekiyor. Örneğin, bir grup projesinde, elektrikli araç şarj ünitesi tasarlıyorduk. Sürecin ileri bir aşamasında öğretmenlerimizden biri iç komponentlere ilişkin bir yönlendirmede bulunmuştu. Bir anda hiçbir bileşenin ürünün içerisine sığmadığını gördük. Üniversitede, aslında, bunlar çok fazla göz ardı ediliyor. Mezun olunca da, sanki tasarımcının yaptığı hiç bir şey üretilemezmiş, kafasına göre amorf formlar çizen birisiymiş gibi bir algı oluşuyor.

Katılımcı 2 (endüstriyel tasarımcı çalışan):
Öğretilmeli. *(Öğretiliyor mu diye sorulduğu zaman)* hayır. Kişiye kalıyor.

Katılımcı 3 (endüstriyel tasarımcı yönetici):
Öğretilmelidir. Ancak, nasıl olması gerektiğini bilmiyorum. Çünkü, çok ihtisas bir konudan bahsediyoruz. Her nasıl form tasarlamanın ustalığı, o formu oluşturan iki parçanın birleşim çizgisini de tasarlamaktan geçiyorsa ve o çizgiye önem verilmesinin gerektiği, ancak zaman içinde öğrenilebiliyorsa, elektroniğin de durumu benzer olmalıdır. Yani, içselleştirmeye izin verecek şekilde zamana yayılmalıdır. Ayrıca, asla, bir elektrik-elektronik mühendisinin öğrendiği şekilde öğretilmemelidir. Kullanıcı ilişkisi odaklı bir eğitim tercih edilmelidir.

Katılımcı 4 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Etkileşimli Programlama da seçmeli bir ders. Bazen zorunlu hale getirilmesi tartışıldı. Ancak, seçmeli olarak sürdürülmeye devam ediyor. Dolayısıyla, o dersteki kazanımlar için bile, bütün bölüm öğrencilerini kapsayacak şekilde konuşamam.

Katılımcı 5 (endüstriyel tasarımcı akademisyen):
Benim gözlemlediğim kadarıyla işin çoğu sektörde öğreniliyor. Öğrenciliğimde, takip ettiğim yaş ve sınıf olarak benden daha büyük bir öğrenci vardı. Yaratıcı çözümler ürettiğini düşünüyordum. Tesbih benzeri, elektronik düğmelerden oluşan bir ürün tasarlamıştı. Öğrenci psikolojisiyle, farklı bir yaklaşım gibi geliyor o anda insana. Ancak, elektronik olarak nasıl bir devresi olacağını hiç sunmadı, öğretmenler de konuya eğilmedi, beklenti oluşturmadı. Halbuki, daha sonra söz konusu öğrenci küçük ev eşyaları üreten bir firmaya girdi. Tahmin ediyorum ki işin inceliklerini de orada öğrendi. Üniversitedense, çalışılan sektöre bağlı olarak piyasada öğreniliyor. *(Peki elektronik çalışma hayatında öğrenilebilecek bir bilgi midir, üniversite de mi öğretilmelidir diye sorulduğunda)*, bence üniversitede öğretilmesi lazım. Disiplinlerarası uygulamalar, çalıştaylar gibi yöntemler ile bir şekilde geliştirilmesi gerekmekte. Aksi taktirde öğrenciler iş hayatına geçtiğinde sudan çıkmış balık gibi oluyorlar. Ustaların ağzına bakıyorlar. Ancak, belli bir bilgi ve deneyimleri olmalı ve ustayı veya mühendisi yönlendirebilmeliler. Yoksa, kaba tabirle, mühendisler dalga bile

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 5 (devam):
geçebilir, kendi isteğini dayatabilir. Endüstriyel tasarımcıda da komik duruma düşerim algısı oluşuyor. Şirketlerdeki algı da söz konusu sebeple, tasarımcıyı; kabuk tasarımcısı, görsel imaj tasarımcısı olarak görmeye dönüşüyor. Elektroniği tamamladık, buna müdahale etmeyin diyorlar. Endüstriyel tasarımcı farklı bir etkileşim öneremez hale geliyor.

Katılımcı 6 (endüstriyel tasarımcı öğrenci):
Üretim bilgisiyle ilgili yaşanan probleme benziyor bu. Öte yandan, üretimle ilgili bilgiye mezun olana kadar bir şekilde internet araştırması ile hakim olabiliyorsunuz. Endüstriyel tasarım için, üretim çok daha temel bir bilgiyken ve o bile yeterli düzeyde öğrenilemiyorken, elektronik bilgisi neredeyse yok zaten. *(Öğretilmeli midir diye sorulduğunda),* evet öğretilmelidir.

Araştırmacı:
Endüstriyel tasarımcılar, elektroniği de ilgilendiren kararlar alıyorlar mı?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Almaları gerektiğini düşünüyorum. Herhangi bir kart tasarladığımızda, endüstriyel tasarımcı söz konusu kartın içeriğini bilmese bile, giriş çıkışların ne işe yaradığını en az mühendis kadar bilmelidir bence.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Tabi ki, gerekiyor. Çünkü bileşenlerin ebatı önemli oluyor. Nihayetinde, elektronik kart, dümdüz bir levha değil. Üçüncü bir boyutu olduğu için yerleşim açısından çok önemli hale geliyor. Örneğin, bazı bileşenlerin sıcaklık problemi oluyor. Belki plastiğe fazla yaklaşmamaları gerekiyor veya üstlerinde metal bir soğutucu olması gerekiyor. Bunlar gibi etkenler, beraber çalışılmasını mecburi kılıyor.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Aslında, elektronik tasarımını ilgilendiren kararları doğrudan almaları gerekmiyor. Eğer, tasarlanan üründe elektromekanik parçalar yoksa elektroniğin tasarımını ilgilendiren bir karar almıyorlar, sanırım. Elektronik, kartın şeklini uyduruyorlar. *(Düğme, ekran gibi bileşenleri de elektronik donanım gibi görebiliriz denildiğinde),* onlara tabi ki müdahale etmesi gerekiyor. Kartın tasarımına ilişkin kararlar alması gerekmiyor, ancak, söz konusu parçaların seçilmesi sürecine doğrudan dahil olması gerekiyor.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Kısmen oldu, evet. Ciddi değişiklikler yapmadılarsa bile, bazı müdahaleleri oldu. Özellikle de, kullanıcı arayüzünü ilgilendiren elektronik donanımlara ilişkin kararlar aldılar.

Araştırmacı:
Elektronik mühendisliğine ilişkin bilgilere ihtiyaç duyuyorlar mı?

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Evet duyuyorlar. Hatta, karşılıklı bir konu bu. Mühendisler de kesinlikle bir ürün tasarımı dersi almalı. Bir derste tasarımı öğrenebilecek değiller tabi ki, ancak, endüstriyel tasarımın potansiyellerini öğrenmeliler.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Bir elektronik mühendisiyle birlikte çalışma şansına sahipse bile yine de elektronik bilgisine gerek duyabilir, evet.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Evet, oluyor, ancak, test zorunluluklarından ya da uyulması gereken standartlardan dolayı ihtiyacı oluyor, özellikle. Örneğin CE gibi bir sertifika alınacağında her bileşeni kullanamıyoruz. Elektriksel yalıtım gibi kavramlar devreye giriyor. Dolayısıyla, endüstriyel tasarımcının, elektronik malzeme bilgisine sahip olmasına doğrudan ihtiyaç duyuluyor. Kullanıcı etkileşimini ilgilendiren bir bileşen seçimi yapılıyorsa, bu, zaten, doğrudan endüstriyel tasarımcıların işi. Neredeyse bizim taraf ile *(elektronik tasarımını kastediyor)* alakası yok bile denilebilir. Biz, söz konusu bileşenlerde size, *(endüstriyel tasarımcıları kastediyor)* hizmet eder duruma geçiyoruz *(bilgi sağlamak anlamında)*. Düğme mi, yoksa anahtar mı, sizin yönlendirmeniz gerekli bizi. Elektronik mühendisliği olarak adlandırılacak düzeyde bir bilgiye ihtiyaç yok. Ancak, basit düzeyde bir elektronik bilgisi kesinlikle gerekli. Mühendislik bilgisi olarak tanımlanabilirse, bu, o zaman, evet. Fakat, ben onu mühendislik bilgisi olarak nitelendirmezdim.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Elektronik bilgisine ilişkin donanımlı olduklarını düşünmüyorum. Çoğunlukla "mekanik" olarak nitelendirilebilecek önerilerde bulunuyorlar. Elektronik alanında pek tecrübeli veya bilgili olduklarını düşünmüyorum ben açıkçası.

Araştırmacı:
İhtiyaç duydukları bilgiye sahipler mi veya edinebiliyorlar mı?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Gördüğüm kadarıyla, öncelikle gerekli bilgileri edinmek için yoğun bir efor gösteriyorlar. Tasarım fazına daha sonra geçiyorlar. Öyle ya da böyle yeterli bilgiye ulaşabiliyor olmalılar. Yoksa bunca karmaşık ürün, herhalde tasarlanabilmiş olmazdı.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Çalıştığım bazıları, temel bilgilere sahipler ve gerektiğinde de edinebiliyorlar. Ancak bazılarının ise kritik sayılabilecek eksikleri var.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Beraber çalıştığımız endüstriyel tasarımcı arkadaşlardan biri ile hiç ürün tasarımı yapmadık (grafiksel tasarımlar üzerine çalışılmış olduğu kastediliyor), söz konusu gerekçeyle de, o arkadaşımız ile hiç ihtiyacımız olmadı elektronik bilgisine. Diğer bir arkadaşımızla ise ürün tasarımı da çalıştık. Bazı bilgilerin öğrenilmesine ihtiyaç oldu. Anlatmaya çalıştık. Sorunları bir şekilde çözebildik diye düşünüyorum. Tek taraflı bir çözüm değildi, biraz biz öğrettik, biraz o araştırdı, dahil oldu.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Yeterli bilgiye sahip olmadıklarında nasıl problemler yaşanabilir?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Mühendis ve tasarımcı, ortak bir çalışma içinde olmalı. Birbirlerinin alanlarından fazlaca habersiz olurlarsa, muhakkak çatışmalar oluşacak ve projeye olumsuz yansıyacaktır. Dolayısıyla, her ikisi de, biraz bile olsa, aynı dilden konuşabilmeliler. Yanlış hatırlamıyorsam, Jonathan Ive, masasını mühendislerin arasına taşımış ve altı ayını onlarla oturarak geçirmişti ki, böylelikle, mühendisler, endüstriyel tasarım bakış açısını tanımış olsun ve kendisi de onların dilinden anlayabilsin. Böyle bir yaklaşım gerekiyor diye düşünüyorum.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Endüstriyel tasarımcı bazı temel bilgilere sahip olmadığında üretim ve araştırma geliştirme süreçleri uzar ve daha fazla revizyon yapılması gerekecektir. Eninde sonunda, bir tasarım oluşacaktır. Ancak, cihaz ürünleştikten sonra da sorunlar yaşanabilir. Örneğin, sahip olduğum bir elektrikli su ısıtıcısı var. Belli bir kullanımdan sonra düğme bölümü eriyerek düştü. Kontrol ettiği devre, akımdan kaynaklı olarak fazlaca ısınıyormuş. Üzerindeki plastiğin aşırı sıcaklığa maruz kalacağı gözden kaçırılmış. Bir projemizde ise pil ebatı konusunda yaşamıştık böyle bir sorunu. Endüstriyel tasarım ekibinin pil için bıraktığı alana yerleştirilebilecek hiçbir seçenek, ihtiyaç duyulan kapasiteyi karşılayamıyordu. Dolayısıyla, bazı esaslı revizyonlar yapılması gerekmişti. Bir diğer projedeyse, anten, pile çok yakın tasarlanmıştı. Parazit sorunu yaşamıştık. Yine köklü değişikliklere sebep olmuştu.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Tabi ki hatalar yaşanıyor. Ancak, biz de hiçbir üretim deneyimi olmayan bir şirkettik sürecin başında. Biz (elektronik mühendisleri) bir çok hata yaptık, endüstriyel tasarımcılar çözdü. Onlar hata yaptılar, biz çözdük. Belki, hala tasarımların bir çok hatalı bölümü vardır. Ancak, kullanıcının, fark etmeyeceği veya makul şekilde kullanabileceği seviyeye getirdiğimizi düşünüyorum. Söz konusu sorunların, hiçbir şekilde, takım çalışması olmaksızın çözülebileceğini düşümüyorum.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Konu ile *(elektroniği kastediyor)* ilişkisi olmayan yorumlar *(öneriler anlamında)* yapılabiliyor. Bizler de neden uygulanamaycağı konusunda fikirlerimizi iletiyor ve orta yolu bulmaya çalışıyoruz.

Katılımcılar görüşmenin gelinmiş olan aşamasında, elektronik müfredatlarından derlenmiş olan bazı konu ve terimlerin kendilerine sunulacağına ve, bir endüstriyel tasarımcı için söz konusu bilgilerin gerekliliğini değerlendirmeleri istendiğine ilişkin bilgi verilmektedir. Sonrasında araştırmacının aşağıdaki sorusu ile devam edilmektedir.

Araştırmacı:
Endüstriyel tasarımcı, doğru ve alternatif akım sistemlerini öğrenmeli midir?

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Günümüzde kullandığımız elektronik aletlerin hangilerinin doğru akım ile hangilerinin ise alternatif akım ile çalıştığına hakim olması beklenilebilir. Muhtemelen, söz konusu bilgi fazlaca yeterli olacaktır. Nihayetinde akım, soyut bir kavram. Ürün tasarımında böylesi soyut bir kavrama ilişkin çok fazla teknik bilgi gerekli olmayabilir. Ancak, bence, her endüstriyel tasarımcı doğru ve alternatif akım sistemleri arasındaki temel farkları bilmelidir. Giriş düzeyi olarak sınıflandırılabilir.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Evet öğrenmelidir. Alternatif akım ile çalışacak bir kablonun gereksinimleri değişecektir. Endüstriyel tasarımı etkileyen güvenlik önlemleri alınması gerekebilir.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
(Biraz düşündükten sonra), bilmesi pek de gerekli değil, bence. Her iki akım tipinde de, kablonun özelliği değişebilir fakat, elektronik devreye benzer mantıktaki giriş ve çıkışlar (konnektörleri kastederek) yapılması gerekiyor.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Kesinlikle bilmelidir. Yakın zamanda bir mobilya üreticinden şarj edilebilir bir aksamla alakalı bir proje ile karşılaştık. O şirket bünyesinde endüstriyel tasarımcılar var. Ancak, bilgileri yok. Ne tarzda bir kablo gelmeli, ürün içerisinde (akım tipleri arasında) dönüştürücü gerekiyor mu, öyle bir yer ayrılmalı mı, gibi bazı soruların yanıtlarını bilirlerse tasarımlarına fayda sağlayacağını düşünüyorum.

Araştırmacı:
Endüstriyel tasarımcı, iletkenlik, yalıtkanlık ve direnç gibi elektronik malzeme bilgisine sahip olmalı mıdır?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Zaten söz konusu bilgiler, diğer ana konulara girmeden önce anlatılan temel konular. Muhakkak öğrenilmelidir.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
İletkenlik ve yalıtkanlık kesinlikle bilinmeli. Malzeme hem elektromanyetik dalgayı, hem de güvenlik faktörlerini etkileyebilir. Isınma sorunları ve çarpılma riskleri hakkında bilgi edinilmelidir. Giriş düzeyinde bir bilgi olarak söylenebilir. Elektronik mühendisliğinde de güvenlik, elektronik malzeme bilgisi ilk öğrenilenlerdendir.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Evet bu bilgiye sahip olmalıdır. İlk aklıma gelen ürünün sertifikalandırılabilmesi bakımından lazım olduğu. Kullanıcı güvenliği düşünüldüğünde de yalıtkanlığa ve iletkenliğe hakim olması yeterli gibi düşünüyorum.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Örneğin daha önce iletken bir kumaş ile karşılaştık, elektrik akımı verildiğinde ısınabilen *(elektronik bilgisinin yenilikçi malzemeler ile ilişkisi de olabileceği açısından örnek veriyor)*. Bu konuda da bir temel bilgi edinilmiş olsa iyi olacağı kanaatindeyim. Kullanılıyor, çünkü.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Enerji ve güç kavramları, akım-gerilim ilişkisi hakkında bilgi sahibi olmalı mıdır?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Ürünün ne kadar güç çekeceği çok önemli. İçerideki bütün bileşenlerin ebatları güç tüketimine bağlı. Dolayısıyla endüstriyel tasarımcı açısından gücün, gerilim ve akım tipi ile ilişkisi oldukça önemli. Özellikle enerji ve güç kavramları kesinlikle iyi bilinmelidir. Kesinlikle giriş düzeyinde bile bilinmelidir.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Aslında, temel fizik düzeyinde bir bilgiye sahip olması gerekli. Kavramların içselleştirilmesi lazım. Gerilim ve akım değerlerinin çarpımı ile güç değeri elde edilebiliyor. Bir su ısıtıcısının gücü nedir? Hangi voltajda çalışacaktır? Gerekli olan akım değeri nasıl hesaplanabilir? Basit bir matematik işlemi ile, endüstriyel tasarımcı, neyin çalışıp neyin çalışamayacağını anlayabilir. Söz konusu hesaplamanın yapılabilmesi bile yeterli bir beceri olabilir. Zaten, bir elektronik mühendisi olarak ben de aynı basit hesaplamayı kullanıyorum.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Kullanıcı güvenliğini düşündüğümüzde evet gereklidir. Ancak, aslında, koruma ekipmanlarının da elektronik tasarıma dahil edilmesi, elektronik tasarımcısının görevi. Bir elektronik mühendisi, endüstriyel tasarımcıya, "ben şu bileşenleri kullanıyorum" dediğinde, endüstriyel tasarımcının alan yaratma sorumluluğu oluşacaktır. Enerji-güç ilişkisi konusunda ise kesinlikle gerekli. Mesela elde edilen gücün, mekanik bir aksama aktarılması aşamasında endüstriyel tasarımcının tasarım sürecine dahil olması gerekli.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Evet tabi ki. Endüstri mühendisliği ve makine mühendisliği bölümlerinde, elektronik mühendisliği prensipleri adıyla dersler vermiştim. Şu an sorulmakta olan konu başlıkları o dersin de kapsamında, kısa bilgiler ve temel hesaplamalar olarak anlatılıyor. Enerji-güç ve akım-gerilim konularına ilişkin bilgi ihtiyacı doğabiliyor. Alanınızda bir tasarımcıya ait olan, ödül almış, güneş enerjili bir yat tasarımı görmüştüm. Paneller, görsel olarak yerleştirilmiş. Fakat fiziksel ve elektriksel olarak çok az faydası olacaktır o panellerin ihtiyaç duyulan enerjiyi karşılamakta. Söz konusu kavramlara ilişkin bilgi eksikliğiyle yapılmış uygulanabilir olmayan bir tasarım. Dolayısıyla, öğrenilmesinde fayda var diye düşünüyorum.

Araştırmacı:
Endüktans ve kapasitansa ilişkin bilgi sahibi olmalı mıdır?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Direncin kardeşleri olarak görülmeli. 3 temel öge ve onlara ilişkin bileşenler (endüktör ve kapasitörü kastederek). Detayının öğrenilmesi fayda sağlamaz. Zaten eğer elektronik tasarımı üzerine uzmanlaşmadıysa, bir elektronik mühendisi de söz konusu bilgileri üniversite eğitimi tamamlandıktan sonra unutabiliyor. Örneğin, şahsen, yüksek lisansımı kablosuz haberleşme üstüne yapıyorum. Muhtemelen akademik kariyerimde söz konusu bilgilerden faydalanmayacağım. Dolayısıyla, endüstriyel tasarımcı için de gerekmediğini düşünüyorum. Genel kültür düzeyindeki bilgiden fazlası gereksiz olur.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Ürün tasarımı sürecinde çoğunlukla elektronik mühendislerini ilgilendiren bir konu. Bence bir endüstriyel tasarımcının bilmesine gerek olan kavramlar değillerdir.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Gerek olmadığını düşünüyorum.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Kısmen bir bilgi olmasının yeterli olacağını düşünüyorum. Mühendislik tarafında gerekli bilgilerdir. Örneğin kablosuz şarj olan bir cihazda, bir bobin, bir endüktans olduğunu bilse, belki bobinin boyutlarını aşağı yukarı tahmin edebilse, yeterli olur. *(Genel kültür düzeyinde mi diye sorulduğunda)* Evet, evet, kesinlikle.

Araştırmacı:
Elektromanyetizma, manyetik alan ve elektrostatiğe ilişkin bilgi sahibi olmalı mıdır?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Aslında, çok önemli olduğunu düşünüyorum. Çünkü içeride kalan bileşenlerin birbirine interferans uygulaması büyük bir problem. Fakat elektronik mühendisleri de, ancak belli bir ihtisasa ulaştıkları zaman, söz konusu alanda yeterli donanıma sahip olabiliyorlar. Genel kültür düzeyinde interferansın varlığını bilmesi, iş birliği kurulurken aynı dilin konuşulabilmesi adına faydalı olabilir. Gürültü dediğimiz, sinyali bozan şey ile interferans yakın kavramlar. Her elektronik bileşen, içerisinden akım geçtiği için bir gürültü üretir. Bir bileşenin, diğer bileşenlere uyguladığı gürültüye de interferans denir. Anlattığım kadarını bilmesi, bazı bileşenlerin niçin birbirinden uzak olması gerektiğinin istendiğini anlaması, endüstriyel tasarımcı için faydalı olacaktır. Eğer, bir endüstriyel tasarımcının, elektromanyetizmaya ilişkin temel bir bilgisi varsa söz konusu bilgiyi kendi alanındaki malzeme bilgisiyle de harmanlayabilir. Orta düzey bir endüstriyel tasarımcı için uygun bir bilgidir.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Elektrostatik, bazen ürünlerin etraftaki tozları çekmesine ve tutmasına sebep olabilmektedir. Anten pozisyonları belirlenirken de (söz konusu bilgiler) etkili olabilir. Ancak (genel geçer olarak) ihtiyaç duyulacak bir bilgi değil. Elektromanyetik ve elektrostatik hakkındaki bilgiler ileri düzey olarak kabul edilebilir.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Hem elektronik tasarımcısının görevi olan konular, hem de fazla derinleşmiş bilgiler olur. Gerek olmadığını düşünüyorum. Elektronik mühendisleri arasında da söz konusu kavramları bilmeyen, çalışmayan, deneyimlemeyen bir çok kişi var. İnterferans gibi konular da fazla derin. Ancak, ileri düzeyde bir endüstriyel tasarımcı ihtiyaç duyabilir. Elektronik bir ekipmanın tasarımında görev alıyorsa, az da olsa, söz konusu kavramlara, asgari düzeyde, giriş seviyesinde hakim olması gerekebilir.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Malzeme bilgisiyle ilişkilidir. Bazı bileşenler elektrostatik deşarjdan etkileniyor. Çok ciddi hasarlara sebebiyet verebiliyor bu tip hatalar. Malzeme uyumu konusunda temel bir bilgisi olması faydalı olacaktır.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Frekans, sürekli-kesikli sinyaller, sinyallerin işlenmesine ilişkin bilgi sahibi olmalı mıdır?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Sinyaller zaten sürekli ve kesikli olarak ikiye ayrılıyor. Dijital dünyada kesikli ve içinde bulunduğumuz dünyada ise sürekli sinyaller kullanıyoruz. Sinyal kavramı nedir, bilmek faydalı olur. Çünkü aslında elektronik her şey, sinyal üzerine kullanılıyor. Zaten sinyal aslında yalnızca elektronik değil akım halindeki herhangi bir şeyi de tasvir etmek için kullanılıyor. Bildiğim kadarıyla makine mühendisleri için de oldukça önemli. Giriş düzeyinde bir endüstriyel tasarımcı bile sinyal kavramını tanıyor olmalıdır bence.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Önceden hareketli aksamları voltaj kontrolü ile yönetirdik. Yeni yöntemlerde ise PWM gibi sürekli ve kesinlikli sinyalleri kullanıyoruz. Dolayısıyla, belki, mekanik bir ses ile frekans arasında bir ilişki oluşabilir. Frekans ile tork arasında da ilişki oluşmaktadır. İfade ettiklerimin tamamı ileri düzey endüstriyel tasarımcıların ihtiyaç duyabileceği bilgiler. Sinyal ve frekans kavramlarının genel kültür düzeyinde öğrenilmesi yeterlidir.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Gerekli olmadığını düşünüyorum. Ancak, ileri düzeyde bir tasarımcı, giriş seviyesinde hakim olabilir.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Fazla bir bilgiye sahip olması gerektiği düşüncesinde değilim, işin açıkçası. Ancak, verinin iletimi ne demektir, kabaca bunu bilse yeterlidir, geri kalanı bir mühendislik konusudur.

Araştırmacı:
Aktif ve pasif komponentlerin ayrımını yapabilmeli midir?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Fazla detaya girilmiş olur. Tabi ki her konuda giriş düzeyinde bilgi faydalıdır. Ancak zorunlu mu? Bence, değil. Öğrenilmesi, vakti efektif kullanmamak anlamına gelebilir.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Gerekli olduğunu düşünmüyorum. Elektronik bir kart tasarlanırken işe yarayan bilgilerdir. Pasif komponentlerin aksine aktif olanlar sürekli enerji tüketirler. Ancak, konu hakkında endüstriyel tasarımcıları ilgilendirebilecek herhangi bir bilgi olacağını zannetmiyorum.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Gerek yok. Malzemecilerin konusu. (Malzeme ve malzemeci ile kastedilen, elektronik mikro bileşenler, onları satanlar veya geliştirenler)

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
İlgili değildir.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Transdüserler ve sensörlerin prensiplerine ilişkin bilgi sahibi olmalı mıdır?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Kesinlikle kavramlara hakim olmalı. Belki sensörlerin alt bileşenleri olan dedektör, soğutucusu, taşıyıcısı gibi bileşenleri bilmese bile sensör nedir, ne iş yapar, sensör çeşitleri nelerdir, bunları bilmelidir. Çünkü çok çeşitli sensörler var ve muhakkak bir endüstriyel tasarımcı çoğu projesinde en az birkaç tane sensör kullanıyordur. Nitekim enerji dağıtımı ve enerji iletimi öğretilirken, transdüserden bahsedilmesi gerekecektir. Transdüserlerin, çevredeki enerji tiplerini, elektrik enerjisine, aktivatörlerin ise elektrik enerjisini, diğer enerji tiplerine dönüştüren bileşenler olduğunun anlatılması da enerji ile ilişkisini tanımlamak adına yeterli olur. Zaten sensörlerin alt kırılımları elektroniğe oranla daha çok fizik ve kimya alanlarına doğru yöneliyor. Dolayısıyla, sensörlere ilişkin temel bilgi, giriş düzeyinde bir endüstriyel tasarımcı için yeterli olacaktır.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Evet bence olmalıdır. Söz konusu bileşenler dış ortamdaki fiziksel bir etkiyi alıp, elektrik sinyallerine çevirir. Örneğin sensörün belki ışık alması gerekli olabilir. Önünde bir pencere açıklığına ihtiyaç duyabilir. Titreşim ya da ses topluyor olabilir. Dolayısıyla, bence, çeşitleri ve gereksinimleri öğrenilmelidir. *(Digikey gibi bazı elektronik bileşenler satan şirketlerin internet sayfalarındaki sınıflandırmaların baz alınması mümkün müdür diye sorulduğunda)* Bence mantıklı. Çünkü, başka türlü bir sınıflandırma yapmak da zor. Çok fazla çeşit var.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Kesinlikle gerek var. Elektronik tasarımcısı, sensöre, hatta yerine karar vermiş olsa bile, o sensörün üzerine nasıl bir kapama yapılacağı, bir düğmenin nasıl hareket ettiği gibi konular. Düğmeleri de sensör gibi değerlendiriyorum. Kızıl ötesi ışın şeffaf bir bölümden mi geçecek, geri dönebilecek mi, yayılacak mı? Gövde tasarımını ilgilendiren unsurlarda sözkonusu bilgiye ihtiyaç var. Aktivatörlerin de, yani, motor veya valflar gibi, öğrenilmesinde fayda var.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Endüstriyel tasarımcının hangi alanda çalıştığına bağlı olarak bilmesi gerekebilir. Misal, kandaki oksijen yoğunluğunu ölçen bir medikal ürünün tasarımı yapılacak. Giyilebilir bir ürün, örneğin, bir yelek gibi. Sensörlerin boyutları, nerelerde konumlandırılabilir gibi konularda karar verebilmek için bilgisi olmalıdır.

Araştırmacı:
Analog ve sayısal elektronik sistemleri arasındaki farkları bilmeli midir?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Kesinlikle kavramlara hakim olunmalıdır. Çevremizde olup biten herşey analog. Ancak, biz onları dijitalleştirmeye, sayısallaştırmaya çalışıyoruz. Endüstriyel tasarımcılar aslında bir proje içerisinde her iki tipteki bileşenler ile de uğraşacaktır. Elektronik mühendisliğinin temeli olarak bile kabul edilebilir. Giriş düzeyinde bir endüstriyel tasarımcı, analog ve dijital arasındaki farkı bilmelidir.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Çoğu devrede hem analog hem de sayısal elektronikten faydalanılmaktadır. İçerideki işleyliş karmaşık olabilir, analog ve sayısal bir arada işleyebilir. Ancak endüstriyel tasarımcıların konu hakkında bilgi sahibi olmasının faydası olur mu? Zannetmiyorum. Bir düğme veya sensörün, analog mu dijital mi çıkış verdiği önem taşıyabilir. Ancak doğrudan mühendisi ilgilendiren bir konudur. Dolayısıyla bence endüstriyel tasarımcının detaylı bir bilgiye sahip olması gerekmez.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Bence hiç gerek yok. Bütün bileşenlerin nasıl çalıştığının öğrenilmesini gerektirir.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Transdüserler ile bağlantılı olarak bir miktar bilgi gerekebilir. Ancak ciddi bir bilgi sahibi olması gerekmeyeceği kanaatindeyim.

Araştırmacı:
Yarı iletkenlerin, diyodların ve transistörlerin ne olduklarını bilmeli midir?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Çok ileri konular. Bilgisayar mühendisliğine de yaklaşmakta, hatta. Ancak, en ileri düzeydeki bir tasarımcının hakim olabileceği terimler olarak düşünülebilirler. Aslında, dirençler veya kapasitörler gibi diğer bileşenler ile birlikte elektronik devre elemanları gibi bir başlık altında öğretilebilirler. Diyod da oraya girer. Detayı verilmemiş, yalnızca tanıtılmış olur. Dolayısıyla, daha faydalı olacaktır.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Sistemin mantığını kavraması açısından söz konusu bileşenleri tanıması mantıklı olabilir. Çünkü, bir elektronik kartın üzerindeki her şey yarı-iletken sayılır. Ancak, ileri düzeyde bilgiye sahip olması gerekmez. Bir sensörün yarı-iletken olduğunun bilinmesi, o sensör hakkında endüstriyel tasarımcının alabileceği kararları etkilemeyecektir.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Sayısal elektronik ile iç içe geçen kavramlar. Öğrenilmesine gerek yok. Ancak genel görgü düzeyinde bilinmesi iyi olabilir.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Ben, kayda değer bir faydası olacağını sanmıyorum ancak genel kültür düzeyinde bilgi sahibi olunabilir.

Araştırmacı:
Mikroişlemciler hakkında bilgi sahibi olmalı mıdır?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Mikroişlemcilere de diyodlar ve transistörler gibi yaklaşılabilir. Boyutları, maliyetleri öğrenilebilir. Ancak, ileri düzeyde bir bilgidir.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Örneğin, endüstriyel tasarımcılar tasarladıkları nesnelerin bir hafızası olmasını istiyorlarsa, söz konusu ihtiyaç, analog sistemde mümkün değildir. Böyle bir durumda kontrolcüye ihtiyaç duyulur. Ancak, örneğin, sistemde sadece bir Buzzer varsa ve tuşa basıldığında tiz bir ses çıkarmasından öte bir beklenti yoksa, herhangi bir kontrolcünün kullanımı da zorunlu değildir. Kontrolcü söz konusu işi yerine getirebilir, fakat, tasarım gereksiz yere karmaşıklaşır. Söz konusu ayrımın yapılabiliyor olması anlamlı olabilir.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Tıpkı sayısal elektronik, diyod ve transistör kavramlarında olduğu gibi, genel kültür düzeyinde ihtiyaç var. Mikroişlemci şu işe yarar diyebilecek kadar bilgi yeterli, fikrimce. İçinde hangi oranda silikon, ne kadar galyum var, mantık kapılarının türleri gibi bilgilere kesinlikle gerek yok.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Yarı-iletkenler, diyodlar ve transistörler ile ilişkilendirilebilir. Genel kültür düzeyinde bilinmesi yeterlidir.

Araştırmacı:
Mantıksal devre tasarımının ve ikili sistemlerin ne olduğunu bilmeli midir?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
İkili sistemi zaten muhakkak biliyordur. Mantıksal devre tasarımı ise genelde bilgisayar üzerinden yapılan bir çizim. Endüstriyel tasarımcının, zaten, ancak bu aşamadan sonraki elektronik bilgisi ile muhattap olacağını düşünüyorum. *(İlgilendirmez denilebilir mi diye sorulduğunda)* İlgilendirmez diyemem. Belki bir kullanıcı deneyimi veya arayüz tasarımcısını *(sanal arayüzleri kastederek)* ilgilendirmeyebilir. Ama bir ürün tasarımcısını, listedeki konuların her biri, bir düzeyde ilgilendirecektir.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Mantıksal devre tasarımı da kontrolcü ile alakalı bir konu. Kontrolcü, mantıksal kapılar aracılığıyla çalışıyor. Mantık kapılarının ve ikili sistemin biliniyor olması görgü sağlayacaktır. Düşünce yaklaşımın değişmesini sağlar. Ancak, endüstriyel tasarımcının kararlarına herhangi bir etkisi olacağını zannetmiyorum. İleri düzeyde bir tasarımcı için genel kültür düzeyinde öğrenilmesi mantıklıdır.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Mikroişlemci ile doğrudan alakalı konular olduğu için gerek yok.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Herkesin bilmesi gereklidir diyebilirim. Bilgisayarlar ile çalışıyor, her nesnenin içerisinde bilgisayarlar var. Kesinlikle, temel bilgiye sahip olunması gerektiği kanaatindeyim.

Araştırmacı:
Gömülü yazılımlar ve programlama dilleri hakkında bilgi sahibi olmalı mıdır?

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Keşke öğrenilebilse. Üniversite döneminde birkaç endüstriyel tasarımcı arkadaşımın ilgisini çekti ve öğrendiler. Çok da faydasını gördüklerini anlıyorum. Bir yazılım dili öğrenmek, günümüz koşullarında, herhangi bir insana faydalar sağlayacaktır. Gömülü yazılımlara değil, ancak, programlama dillerinin mantığına, orta düzeyde bir endüstriyel tasarımcının hakim olması beklenebilir. Yeri geldiğinde farklı görevlerdeki kişiler arasında güven sorunları yaşanabiliyor. Yani, en azından bir endüstriyel tasarımcı, önerdiği etkileşimin, programlama dillerinin mantığı ile çelişki içerisinde olup olmadığını bile bilse fayda sağlayacaktır.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Gömülü yazılımın karmaşıklığı, çevresindeki donanımların değişmesine veya büyümesine sebep olabiliyor. Ancak, endüstriyel tasarımcı açısından kayda değer bir farklılık oluşmasını beklemem. Kavramların genel anlamda bilinmesi yeterli olacaktır. Öte yandan, algoritmalara ilişkin düşünce şekilleri, yaratıcılığı olumlu etkileyebiliyor.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Mantıksal devre tasarımı ile benzer bir şekilde değerlendirilebilir. Giriş düzeyinde bilgiler yeterlidir. Daha fazlasına ihtiyacı olmayacaktır. (*Öğrenilmesi düşünce şekline fayda eder mi, ufuk açar mı* diye sorulduğunda) Hayır, öyle bir durumda herkesi mühendisleştiririz. Tek tip insan yetişmesine gerek yok. Eğer benim gibi düşünmeye başlarsa, aynı fikirleri üretmeye başlarız. Endüstriyel tasarımcının farklı bakış açılarına ihtiyacımız var. Belki internet sayfalarının tasarımı veya mobil uygulamalar gibi konularda çalışıyorsa endüstriyel tasarımcı, neyin yapılıp, yapılamayacağını bilmek işleri bir miktar hızlandırabilir. Kodların yazılışına kadar bilmesine gerek yok. Birbirinden farklı işletim sistemlerinin limitasyonlarına hakim olsa yeterli olur.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Arayüzlerle de ilgili çalışılacağı için, evet. Altyapılarındaki kabiliyetlerin ve sınırların bilinmesi açısından bilgi sahibi olunması iyi olabilir.

Araştırmacı:
Haberleşme sistemleri ve antenlere ilişkin bilgisi olmalı mıdır?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Kesinlikle olunmalı. Wi-fi ve Bluetooth gibi günümüzde en çok kullanılan iletişim protokollerini, modüllerini ve sinyallerin ne kadar uzağa gidebildiğini anlayabiliyor olması önemlidir diye düşünüyorum. Kablolu haberleşme ile de ilişkili bir takım bilgiler öğrenilmesi gerekebilir. Frekans ile kapasite arasındaki ilişki gibi temel kavramları bilse faydalı olabilir.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Biraz bilgi sahibi olunması gereklidir. Anten, içeride mi, dışarıda mı? Nasıl konumlandırılmalıdır? Gövde metal ise, antenin gövdeden uzak pozisyonlandırılması gerekebilir. Mekanik isterler ile haberleşme gereksinimleri arasında çelişkiler olabilir.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 8 (devam):
Örneğin mukavemet gerekçesiyle cihazın metal olması isteniyorsa bile gövdenin bazı bölümlerinin antenlerin ihtiyaçlarına yönelik olarak plastik malzeme ile tasarlanması gerekebilir.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Ürünün gövde malzemelerinin seçimini etkilediği için önemi var. Manyetik kafes oluştuğunda sinyali iletmek zorlaşacaktır. Plastikler, çelikler gibi malzemelerin haberleşmeye etkisini bilmesi gereklidir. Şu durumda plastik tercih edilmez, böyle bir koşulda çelik kullanılamaz gibi yorumlar yapmasının gerekli olduğunu düşünüyorum.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Evet, olmalıdır. Çünkü artık kablosuz sistemler çok popüler. Kablosuz şarj kavramı da dahil edilebilir. Giyilebilir bir üründen örnek verirsek tekrar: Anten boyutu ne kadardır, gövdenin içerisinde sığdırılabilir mi, ayrıca bir yapı mı olmalı? Bilgi olmalıdır. Hazır ürün gruplarıyla alakalı yapılara *(örneğin Bluetooth veya Wi-fi modülleri)* ilişkin bilgi sahibi olunması iyi olabilir.

Araştırmacı:
Lehim yapabilmeli, multimetre kullanabilmeli ve basit devreler kurabilmeli midir?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Aslında, elektronik mühendisliği eğitiminde lehim yapılan az sayıda ders ile karşılaşılıyor. Endüstriyel tasarımcılar (prototipleme ihtiyacından dolayı) bir şekilde daha fazla deneyim ediniyor bile olabilir.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Ofiste çok başımıza gelen bir ihtiyaç lehim yapabilme. Sürekli bir elektronik mühendisi veya teknikerine ihtiyaç duyulmaması adına ve prototip üretiminin hızlanabilmesi için endüstriyel tasarımcıların lehim yapmayı bilmesi gerekli olabilir. Arduino benzeri basit devreler ile prototip yapabilmeleri de yararlı olur. Ancak, nihai bir cihaz tasarımında Arduino'dan çok farklı, belki çok daha küçük bir kart tasarlanacağı unutulmamalıdır. Lehim yapabilmek, basit bir devreyi çalıştırabilmek, ufuk genişletici olabilir.

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Multimetre kullanabilmeli. Lehim yapabilme aslında gerekli değil, ancak, *anahtar ekledim, motora enerji sağladım, prototipe hareket verdim* düzeyinde bir sistem kurabilecek kadar bilgi ve beceriye hakim olmalı, bence. Aslında, zaten, teoride lise eğitimi düzeyindeki bir bilgiden bahsediyoruz. (Araştırmacı, *benim lise eğitimimde yoktu* yorumunu yaptığında), ben lisedeyken, motor da çalıştırdım, ampul de yaktım, sensör ve zil koydum, *sensör elimi algılayınca zil ötsün* gibi projeler yaptım. Özel bir lise değildi aslında, ancak iyi bir okuldu.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Gerekli olmadığını düşünüyorum. Ancak, farklı iletken yüzeylerin nasıl ve ne aracılığıyla birleştirildiği hakkında bilgi sahibi olması faydalı olacaktır.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Araştırmacı:
Listede olmayan, elektroniğe ilişkin başka bir konuda da bilgi sahibi olması gerekir mi?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Kontrolcüler de ürün tasarımını yakından ilgilendiren konular olarak görülebilir. Kontrolcüler ile alakalı problemlerin çoğunluğu doğrudan ürünü ilgilendiriyor. Kontrolcü nedir ve ne iş yapar bilinmesi gerekli olabilir. Örneğin, kontrol otomasyon gibi başlık altında bileşenlerin incelemesi yapılabilir.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Elektronik mühendisliğinin büyük bir bölümü, listelenmiş olan konular. Fakat, ayrıca, mekanik, ergonomi ya da malzeme bilgisini etkileyen şöyle sorulara da yanıt aranabilir: Güç girişleri nereye konumlandırılmalıdır? Antenler nasıl bağlanabilir? LCD ekran ürün gövdesine nasıl oturtulur? Ne yapılırsa ekrandan istenmeyen şekilde ışık sızmasının önüne geçilebilir? Doğada kalma rehberi misali tecrübe ile oluşturulmuş ve sürekli güncellenen bir kılavuz tasarlanabilir.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
Üretim bilgisiyle alakalı eksiklikler var. Endüstriyel tasarımcılar bilgisayar ortamında gözüktüğü gibi bire bir üretim yapılabileceği görüşünde olabiliyor. Örneğin yedi milimetre denildiğinde, sanki hiçbir sapma olmayacakmış gibi tasarımlar yapılıyor. Üretimde tolerans hakkında da bilgi eksiği var. *(Katılımcı, elektronik kartın da mekanik yöntemlerle üretilen bir bileşen olduğunu vurguluyor ve mekanik bilgiye ilişkin eksikliklerin elektroniği de etkileyebildiğini kastediyor).* Tabi, bazı üniversitelerin endüstriyel tasarım mezunlarının konuşmasından bile, mühendisliğe yakın bakış açısına sahip bir eğitim aldığı belli oluyor. Ancak, bazılarının ise yalnızca, ergonomi, kullanım kolaylığı ve form gibi konulara odaklı olduğu anlaşılıyor. İki farklı yaklaşım gördüm.

Araştırmacı:
Endüstriyel tasarımcıların elektroniğe ilişkin bilgisi nasıl ölçülebilir?

Katılımcı 7 (elektronik mühendisi çalışan):
Elektronik mühendisliği eğitiminde, sınavların çoğunluğu teoriye, formüllere, denklemlere ve bunların üzerine geliştireceğimiz sonuçlara dayalıydı. Diğer ölçme değerlendirmeler ise söz konusu teorilere dayanarak tasarladığımız algoritmalara dayanıyordu. Ancak iki türlüsü de bence uygun değil. Vaka çalışması tarzı bir ölçüm yapılabilir. Bir proje verilip, ihtiyaçlar tanımlanıp, *bunlara ihtiyacımız var mı* ve *hangi komponentlere ihtiyaç var* gibi sorular sorulabilir. Ayrıca, bazı endüstriyel tasarım bölümlerinde biraz Arduino öğretildiğini biliyorum. Ancak, elektroniğe ilişkin hiçbir şey öğrenmeden, hiçbir yazılım dilini tanımadan, Arduino öğrenilmesini ve Arduino'ya ilişkin bir ölçüm yapılmasını da pek mantıklı bulmuyorum.

Katılımcı 8 (elektronik mühendisi çalışan):
Ben olsam, komponentlerin fiziksel dünyaya nasıl etkileri olduğunu ele alırdım. Örneğin, fazla ısınan bir cihaz nasıl tasarlanmalıdır? Yüksek titreşime maruz kalan bir ürün nasıl tasarlanabilir? Benzeri sorular sorularak ölçüm yapılması hedeflenebilir. Bir ürüne ilişkin koşullar açıklanıldıktan sonra örneğin *hangi düğmeler kullanılabilir* veya *kullanılabilir mi* gibi sorulardan faydalanılabilir.

EK-1. (devam) Yarı-yapılandırılmış görüşme kayıtlarının metinleri

Katılımcı 9 (elektronik mühendisi yönetici):
Basit deney föyleri verilmesi, deneyler ile öğretilmesi ve o deneylerden sorumlu olmaları mantıklı, aslında. Ancak hali hazırda mezun olan endüstriyel tasarımcıların düzeyini tahmin edemiyorum. Mezunların bilgi düzeyini ölçmek için de basit bir proje kurgulamasını talep etmek çözüm olabilir. Vaka problemi gibi şeyler, yani. Bir vaka verilir, probleme ufak nüanslar eklenir, verdikleri yanıtlardan bilip bilmedikleri anlaşılabilir. (*Sınıflandırma yapılırken bileşenleri satan şirketlerin internet sayfalarından faydalanılıp, faydalanılamayacağı sorulduğunda*): Mantıklı olabilir, ancak, çok sayıda komponent ve sınıflandırma var söz konusu sayfalarda. Sadeleştirmek gerekir. Çünkü, bahsedilen internet sayfaları, hemen herşeyin bulunabildiği bir dünya. Alt başlıklar yerine ana başlıklar kullanılırsa, belki, yeterli olabilir.

Katılımcı 10 (elektronik mühendisi akademisyen):
(Bir süre düşünmüş ve yanıt vermemiştir. Diğer katılımcıların vaka problemleri ile ölçüm yapılabileceğine ilişkin önerilerde bulunmuş olduğundan bahsedildiğinde): Evet bence de uygundur, gayet.



Gazili olmak ayrıcalıktır