



Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü
Grafik Anasanat Dalı

**SOMUT TASARIM KAPSAMINDA ETKİLEŞİMLİ GRAFİK
ARAYÜZ TASARIMI VE BİR PROJE ÖNERİSİ**

Tolga Metin

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2018

SOMUT TASARIM KAPSAMINDA ETKİLEŞİMLİ GRAFİK
ARAYÜZ TASARIMI VE BİR PROJE ÖNERİSİ

Tolga Metin

Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü
Grafik Anasanat Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2018

KABUL VE ONAY

Tolga Metin tarafından hazırlanan "Somut Tasarım Kapsamında Etkileşimli Grafik Arayüz Tasarımı ve Bir Proje Önerisi" başlıklı bu çalışma, 26 / 04 / 2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



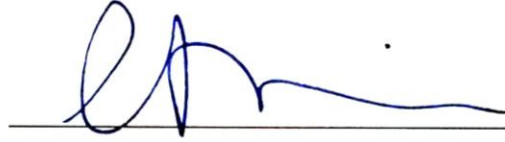
Prof. Dr. İncilay Yurdakul (Başkan)




Doç. Serdar Pehlivan (Danışman)



Prof. Dr. Haşmet Gürçay



Prof. Çiğdem Demir



Dr. Öğr. Üyesi Zülfükar Sayın

yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Enstitü Müdürü

Prof. Pelin Yıldız

BİLDİRİM

Hazırladığım tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kağıt ve elektronik kopyalarının Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

- Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- Tezim/Raporum sadece Hacettepe Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir
- Tezimin/Raporumun yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir

26 / 04 / 2018

Tolga Metin



YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.

(Bu seçenekle teziniz arama motorlarında indekslenebilecek, daha sonra tezinizin erişim statüsünün değiştirilmesini talep etmeniz ve kütüphane bu talebinizi yerine getirirse bile, teziniz arama motorlarının önbelleklerinde kalmaya devam edebilecektir)

- Tezimin/Raporumun 26/05/2020 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç Kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

(Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir, kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir)

- Tezimin/Raporumun.....tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.

- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi

26/04/2018
(İmza)
Öğrencinin Adı SOYADI
Tolga METİN



Bu tez, sevgili annem Ferihan Metin'e adanmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanması süreci boyunca anlayışını ve desteğini esirgemeyen danışmanım Doç. Serdar Pehlivan'a, değerli eleştirileri ile tezimin ivme kazanmasını sağlayan hocalarım Prof. Dr. İncilay Yurdakul'a, Prof. Dr. Haşmet Gürçay'a, Prof. Çiğdem Demir'e, Yrd. Doç. Zülfükar Sayın'a, desteğini her an yanımda hissettiren annem Ferihan Metin'e, babam Sait Metin'e, kardeşim Pınar Büyükgöral'a, eniştem Bülent Büyükgöral'a ve sevgili yeğenlerim Arda ve Deniz'e değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.



ÖZET

METİN, Tolga. *Somut Tasarım Kapsamında Etkileşimli Grafik Arayüz Tasarımı ve Bir Proje Önerisi*, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2018

Bu tez, somut tasarım (tangible design) kapsamında somut etkileşimli kullanıcı arayüz tasarımını ele almaktadır. Konusu, insan-bilgisayar etkileşiminde somut nesnelere soyut nesnelere temsil edildiği kullanıcı arayüzlerinin incelenmesidir. Yöntem, geleneksel ekran uygulamaları olan menü, pencere, imge, imleç vb. yerine, onları temsil ve kontrol eden gerçek üç boyutlu fiziksel nesnelere kullanılmasıdır. Bu bağlamda kullanıcının el-motor becerisinden ve dokunma duyusunun avantajından nasıl yararlandığı incelenmiştir. Ayrıca, somut grafik arayüzlerinin öğrenmeyi kolaylaştırdığı, kullanıcı hatalarını azalttığı, doğrudan ve doğal etkileşimi kolaylaştırdığı görüşü de bu tez kapsamında ele alınmıştır.

Tezin ilk bölümünde dokunma duyusu üzerinde durulmuş, çocukluktan yetişkinliğe hayatın her dönemindeki önemi incelenmiştir. Bu bağlamda mevcut grafik arayüzlerin kullanıcı deneyimleri araştırılmış, biyolojik ve teknolojik açıdan karşılaşılan sorunlar belirlenmiştir.

Tezin ikinci bölümünde somut tasarımın tarihsel süreci incelenmiş, etkilendiği alanlar saptanmış ve ilkeleri gösterilmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde somut kullanıcı arayüz türleri gösterilmiş, geleneksel grafik arayüzleri ile olan farklılıkları araştırılmıştır.

Tezin dördüncü bölümünde ise bir proje önerisi gerçekleştirilmiş, somut tasarım kapsamında, somut arayüze sahip bir geliştirme platformu oluşturulmuştur.

Anahtar Sözcükler:

Somut Tasarım, Grafik Tasarım, Endüstriyel Tasarım, Somut Kullanıcı Arayüzü, İnsan-Bilgisayar Etkileşimi

ABSTRACT

METIN, Tolga. *Interactive Graphical Interface Design and a Project Proposal in the Context of Tangible Design*, Master Thesis, Ankara, 2018

This thesis deals with a tangible interactive user interface design within the context of tangible design. The subject is the study of user interfaces in which abstract objects are represented in tangible human and computer interaction. The method uses traditional screen applications such as menu, window, image, cursor, and so on. instead of using real three-dimensional physical objects that represent and control them. In this context, it has been investigated how the user benefits from the hand-motor skill and the sense of touch. It is also covered in this thesis that tangible graphical interfaces facilitate learning, reduce user mistakes, and facilitate direct and natural interaction.

The first part of the thesis focuses on tactile sensation, examining the importance of childhood to adulthood at every stage of life. In this context, user experiences of existing graphical interfaces have been researched and biological and technological problems have been identified.

In the second part of the thesis, the historical process of the tangible design was examined and the areas affected were identified and the principles were shown.

In the third part of the thesis, tangible user interface types are shown and differences with traditional graphical interfaces are investigated.

In the fourth chapter of the thesis, a project proposal was realized and a development platform with a tangible interface was established within the tangible design.

Key words:

Tangible Design, Graphic Design, Industrial Design, Tangible User Interface, Human-Computer Interaction

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM	ii
ADAMA	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	xi
GÖRÜNTÜLER DİZİNİ	xii
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM: DOKUNMA DUYUSUNUN TANIMI	3
1.1. Dokunmatik Arayüzlerde Kullanıcı Deneyimleri	9
1.1.1. Çocuklar Üzerindeki Olumsuz Etkileri	9
1.1.2. Yetişkinler Üzerindeki Olumsuz Etkileri	11
1.1.3. Teknolojik Alanda Yaşanan Olumsuzluklar	12
1.2. Çalışmanın Amacı ve Önemi	14

2. BÖLÜM: SOMUT KULLANICI ARAYÜZLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ ..	15
2.1. Somut Kullanıcı Arayüzü Tanımları	15
2.2. Somut Kullanıcı Arayüzlerinin Gelişimi	17
2.3. Somut Tasarımın Etkilendiği Alanlar	24
2.4. Somut Tasarım İlkeleri	25
3. BÖLÜM: SOMUT ARAYÜZ TÜRLERİ VE SOMUT ARAYÜZ - GRAFİK ARAYÜZ FARKLILIKLARI	27
3.1. Somut Arayüz Türleri	27
3.1.1. Somut görüntülü konferans (tangible telepresence)	27
3.1.2. Kinetik Hafıza ile Somutluk	30
3.1.3. Yapısal Montaj	31
3.1.3.1. Algoblocks	31
3.1.3.2. Quetzal	31
3.1.3.3. Robo-Bloklar	32
3.1.3.4. Somut Programlama Blokları	33
3.1.3.5. Gobot	33
3.1.4. Simgeler ve Sınırlar	34
3.1.5. Etkileşimli Yüzeyler Aktif Somut Kullanıcı Arayüzü	36
3.1.6. Sürdürülebilir Kullanıcı Arayüzü	36
3.1.7. Artırılmış Gerçeklikte Nesnelere	37

3.2. Somut Arayüz - Grafik Arayüz Farklılıkları	38
3.2.1. Grafik Arayüz Özellikleri	38
3.2.2. Somut Arayüz Özellikleri	39
4. BÖLÜM: UYGULAMA	41
4.1. Amaç	41
4.2. Hedef Kitle	41
4.2.1. Yazılım Geliştiriciler	41
4.2.2. Kullanıcılar	41
4.2.2.1. Hedef Kitle Seçimini Belirleyen Bilimsel Kriterler	42
4.3. Somut Platformun Çalışma Yöntemi	42
4.4. Yazılım	44
4.5. Donanım	50
4.6. Tasarım	50
4.7. Tasarım Aşamaları	52
4.7.1. Birinci Aşama: Bileşenlerin Seçimi	52
4.7.2. İkinci Aşama: Bileşenlerin Montajı	55
4.7.3. Üçüncü Aşama: Bileşenlerin Testi	57
4.8. Kelime Oyunları	60
4.8.1. Domates Oyunu	60
4.8.2. Balık Oyunu	63
4.9. Kullanıcı Deneyimi Çalışması	65

SONUÇ	69
KAYNAKÇA	72



KISALTMALAR DİZİNİ

AAP, American Academy of Pediatrics

GUI, Grafical User Interface

LCD, Liquid Cyrstal Display

MIT, Massachusetts Institute of Technology

OLED, Organic Light-Emiting Diode

RGB, Red, Green, Blue

TUI, Tangible User Interface

UNC, The University of North Corolina at Chapel Hill

URP, Urban Planning and Design,

GÖRÜNTÜLER DİZİNİ

Görüntü 1:	Samsung Led TV'ler için Sandgo TV uzaktan kumandası	3
Görüntü 2:	Apple TV kumandası	4
Görüntü 3:	Hesap makinesi tuşları ve kabarık 5 tuşu	4
Görüntü 4:	Klavye tuşları F ve J de kabartılar	5
Görüntü 5:	Das Keyboard profesyonel klavyesi	5
Görüntü 6:	Mekanik tuş mekanizması türleri	6
Görüntü 7:	Mekanik tuş mekanizması iç yapısı	7
Görüntü 8:	Mekanik tuşlar için çeşitli sertlikteki yaylar	7
Görüntü 9:	Fidget Küpler	8
Görüntü 10:	Stres Çarkı	8
Görüntü 11:	Oled ekrandaki görüntü yanması	13
Görüntü 12:	Polarize olmuş LCD ekran	13
Görüntü 13:	Aşırı girdi kontrollü karmaşık ses karıştırıcısı (audio mixer)	14
Görüntü 14:	Xerox 8010 Star Sistemi	18
Görüntü 15:	Xerox 8010 Star Sistemi faresi	18
Görüntü 16:	Bilyeli telesekreter (Marble Answering Machine)	19
Görüntü 17:	Bilyeli telesekreterin çalışma senaryoları	19
Görüntü 18:	Somut bir blok (fiziksel nesne)	20
Görüntü 19:	Aydınlatılmış oda (I/O Bulb and Luminous Room)	21
Görüntü 20:	Urban Planning and Design, URP uygulaması	22
Görüntü 21:	Reactable, somut kullanıcı arayüzlü elektronik müzik aleti	22

Görüntü 22: Reactable, somut kullanıcı arayüzlü elektronik müzik aleti	23
Görüntü 23: Somut etkileşimli laser hologram (Fairy Lights)	23
Görüntü 24: Laser hologramın kullanıcının parmağıyla etkileşim anı	24
Görüntü 25: Somut etkileşimli konferans sistemi çalışma şekli	27
Görüntü 26: Somut etkileşimli konferans sistemi (Tangible Telepresence) ..	28
Görüntü 27: Somut etkileşimli konferans sistemi test aşaması	28
Görüntü 28: Transform, somut etkileşimli masa	29
Görüntü 29: Transform, somut ve çalışma mekanizmaları	29
Görüntü 30: CurlyBot	30
Görüntü 31: Topobo	30
Görüntü 32: Algoblok	31
Görüntü 33: Quetzal Program Blokları	32
Görüntü 34: Robo Bloklar	32
Görüntü 35: Somut Programlama Blokları	33
Görüntü 36: Gobot	34
Görüntü 37: Bilyeli Telesekreter	34
Görüntü 38: Skylanders Giants figürü (TreeRex) ve portalı	35
Görüntü 39: Skylanders Giants oyununun somut karakterleri	35
Görüntü 40: Aktif Somut Kullanıcı Arayüzü, (Metadesk)	36
Görüntü 41: Sürdürülebilir somut kullanıcı arayüzü	37
Görüntü 42: Sürdürülebilir somut kullanıcı arayüzü test aşaması	37
Görüntü 43: Somut etkileşimli müzik şişeleri (Music Bottles)	37
Görüntü 44: Gimp arayüzü ve pixelart balık görseli	44

Görüntü 45: Gimp arayüzü ve pixelart domates görseli	45
Görüntü 46: Gimp arayüzü ve pixelart Hacettepe Logosu	45
Görüntü 47: Gimp arayüzü ve pixelart Marilyn Monroe	46
Görüntü 48: Gimp arayüzü ve pixelart Volkswagen Beetle	46
Görüntü 49: Arduino IDE 1.8.5	47
Görüntü 50: RGB565, 4 basamaklı HEX satırları	48
Görüntü 51: RGB565, 4 basamaklı hex satırları	49
Görüntü 52: RGB 32X64 Matrix ekran, koruyucu panel yok	51
Görüntü 53: RGB 32X64 Matrix ekran, koruyucu panel var	51
Görüntü 54: Arduino MEGA 2560	52
Görüntü 55: RGB 32X64 Matrix ekran arka görüntüsü	53
Görüntü 56: RFID RC522 modül ve etiketi	53
Görüntü 57: RFID RC522 modül ve 'A' harfi etiketi	54
Görüntü 58: RFID RC522 modül test bağlantısı	54
Görüntü 59: Arduino PROTO SHIELD ön taraf	55
Görüntü 60: Arduino PROTO SHIELD arka taraf	55
Görüntü 61: Arduino PROTO SHIELD ve Arduino MEGA	56
Görüntü 62: PROTO SHIELD'in, Arduino MEGA ile birleştirilmiş hali	56
Görüntü 63: Arduino MEGA'nın kutulanma montajı aşaması	56
Görüntü 64: Arduino MEGA'nın kutulanmış hali	56
Görüntü 65: Portalın RFID522'ye soket grubu bağlantısı	57
Görüntü 66: Portalın kutulanmış hali	57
Görüntü 67: HACETTEPE logo görüntüsü test aşaması	57

Görüntü 68: Alfabe harfleri test aşaması	58
Görüntü 69: HACETTEPE kelimesi test aşaması	58
Görüntü 70: HACETTEPE kelimesi portal ile yazımı	59
Görüntü 71: Silgi test aşaması	59
Görüntü 72: Somut harfler ve nesnelere	60
Görüntü 73: Domates nesnesi ile oyun başlangıcı	61
Görüntü 74: D harfi	61
Görüntü 75: DO harfi	62
Görüntü 76: S harfi	62
Görüntü 77: Balık nesnesi portal üzerinde	63
Görüntü 78: 'BAL' harfleri portal ile yazılmış	63
Görüntü 79: 'BALIK' doğru bir şekilde yazılmış	63
Görüntü 80: 'ARABA' portal üzerinde	64
Görüntü 81: Marilyn Monroe figürü (nesnesi) portal üzerinde	64
Görüntü 82: Kullanıcı deneyimi test görüntüsü	66
Görüntü 83: Kullanıcı deneyimi test görüntüsü	66
Görüntü 84: Kullanıcı deneyimi test görüntüsü	66
Görüntü 85: Kullanıcı deneyimi test görüntüsü	67
Görüntü 86: Kullanıcı deneyimi test görüntüsü	67
Görüntü 87: Kullanıcı deneyimi test görüntüsü	67
Görüntü 88: Kullanıcı deneyimi test görüntüsü	68
Görüntü 89: Kullanıcı deneyimi test görüntüsü	68

GİRİŞ

Somut arayüz tasarımına giriş yapmadan önce somut ve soyut kelimelerinin anlamını bilmekte yarar vardır.

Somut kavramı, belli bir zamanda, belli bir yerde bulunan, doğal, görülebilir, elle tutulabilir, duyular ya da imgelem ile algılanabilir, bütünlüğü içinde verilmiş, bağımsız bir gerçekliktir (BSTS, 1975). Bu doğrultuda dokunulabilen, görülebilen, duyulabilen, koklanabilen kısaca duyu organları ile algılanabilen her şey somut olarak tanımlanmaktadır.

Soyut kavramı, varlığı duyu organları ile algılanamayan, somut karşıtı olarak belirtilmektedir (Güncel Türkçe Sözlük, 2017). Buna göre özlem, mutluluk, saygı, sevgi, aşk gibi kavramların yalnızca zihinde var olan, gerçekte duyu organları ile algılanamayan kavramlar olduğu anlaşılmaktadır.

Somut arayüz tasarımı, sayısal veri şeklindeki soyut kavramların, gerçek dünyadaki fiziksel nesnelere temsil ve kontrol edilmesidir (Ishii, 2008). Ishii'ye göre bu anlayış, insanın sahip olduğu motor becerinin avantajlarının somut bir kontrol aracı olarak kullanılmasıdır. Bu tanım genişletilirse, insan dokunduğu, kavradığı ve hissettiği gerçek nesnelere doğal bir etkileşim yaşamaktadır. Bilişsel Zeka Kuramı'nı yayınlamış İsviçreli uzman psikolog olan Jean Piaget'in çocuklar üzerinde yaptığı araştırmalarda da görülmektedir ki bütün bebekler yaşama görme, tat alma, dokunma, işitme, yakalama gibi duygusal motor şemalarla başlar ve bu doğrultuda gelişir. Zihinsel şemaların büyük çoğunluğu çocukluk ve ergenlik yıllarında oluşmaktadır (Piaget, 1936).

Bu kapsamda somut arayüz tasarımı, kullanıcının somut motor becerilerini kullanmasını öngören üç boyutlu alternatif bir kullanıcı arayüz tasarımı olarak tanımlanmaktadır. Motor becerilerin kullanılmaya başlanmasıyla, somut arayüzlerin kullanıcıya belli avantajlar sağlayacağı öngörülmektedir. Bu bağlamda okul öncesi çocukların soyut grafik arayüzler yerine somut nesnelere tasarlanmış, somut arayüz tasarımlarının eğitimlerine yardımcı olacağı

düşünülmektedir. İleri yaştaki kullanıcıların da soyut arayüzlerin kullanımı sırasında karşılaştıkları zorlukların belli ölçüde giderebileceği öngörülmektedir.

Somut tasarım kapsamının getirdiği yeniliklerden biri de farklı alanlar ile işbirliği içinde olması, kişiler arası iletişime ve teknoloji transferine ortak zemin hazırlamasıdır. Örnek olarak, bilgisayar ve makine mühendisleri, grafik ve endüstri ürünleri tasarımcılarıyla birlikte çalışarak yeni nesil kullanıcı arayüzleri oluşturabilmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, öngörülen kavramlar doğrultusunda bir proje gerçekleştirmek ve ileride yapılacak çalışmalara kaynak oluşturmaktır.



1. BÖLÜM

DOKUNMA DUYUSUNUN TANIMI

North Carolina Üniversitesi Öğrenme Merkezi, dokunma duyusunu, deri ve iç vücut sistemlerinin dış dünya ile arasındaki koruyucu bariyer olarak tanımlamaktadır. Dokunma duyusu, algılama yeteneğini beyne sıcaklık, ağrı, basınç ve yüzey dokusu gibi zengin çevresel bilgi olarak ulaştırmaktadır. Örnek olarak, ayakların yeri hissetmesi, keskin bir şeyin el ile teması, güneş sıcaklığının deri üzerinde yarattığı his verilebilir. Dokunma duyusu ile dış dünya arasında zengin bir bilgi alışverişi bulunmaktadır (UNC, 2014).

UNC'ye göre insanın dokunma duyusunun öneminin büyük olduğu, bu sayede hayatın her anında dış dünya ile etkileşime girdiği ve geri bildirim aldığı anlaşılmaktadır.

Dokunma duyusunun önemi günlük hayatta sık kullanılan televizyon kumandası ile örneklendirilebilir. Fiziksel tuşlara sahip olarak üretilen bu kumandalarda belli tasarım kuralları izlenmektedir. Kullanıcının bakmadan da kumandayı kullanabilmesi için belli tuşlar özelleştirilmiştir. Bu doğrultuda ses ve program tuşları diğerlerinden daha farklı boyutta ve kolayca ayırt edilebilecek şekilde tasarlanmaktadır (Bkz. Görüntü: 1).



Görüntü 1: TV kumandası üzerinde ses ve program tuşları. Fiziksel olarak daha büyük ve eğimlidir.
(https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/819nV8F4T0L._SL1500_.jpg)



Görüntü 2: Apple TV'nin kumandası.

(https://www.apple.com/us_smb_83039/shop/product/MM4T2AM/A/apple-)

Benzer durum daktilo, bilgisayar ve hesap makinelerinde de görülmektedir. Bazı tuşlarda kabartılar bulunmaktadır (Bkz. Görüntü: 3 ve 4). Kullanıcı tuşlara bakmadan bu kabartılar yardımı ile parmaklarını doğru tuşların üzerine koyabilmektedir.



Görüntü 3: Hesap makinesi tuşları, 5 tuşuna kabartı eklenmiştir.

(<https://www.dreamstime.com/royalty-free-stock-photography-calculator-buttons-image7824037>)



Görüntü 4: Üzerinde kabartı bulunan F ve J tuşları. On parmak yazı yazmak için işaret parmaklarının bu tuşlar üzerine konması gerekmektedir. Bu tuşlar referans tuşlarıdır.

(<http://healthtipssource.com/2016/02/25/did-you-know-this-why-are-there-bumps-on-the-f-and-j-keyboard-keys/>)

Dokunma duyusunun önemi ileri düzey profesyonel oyuncu klavyelerinde de görülmektedir. Bu klavyeler yapısal olarak mekanik tuşlu klavyelerdir ve bu şekilde de adlandırılmaktadır (Bkz. Görüntü: 5). Bu klavyeleri sıradan klavyelerden ayıran özellik ise özelleşmiş tuş yapılarıdır. Oyuncuya üst düzey bir oyun deneyimi sağlamak amacıyla geliştirilen bu tuşlar ileri düzey dokunma ve geri bildirim hissiyatına sahiptir. Tuşu meydana getiren metal bağlantıların birbirine teması sonucu ortaya çıkan klik sesi oyuncuya kesin olarak basma anını bildirmektedir.




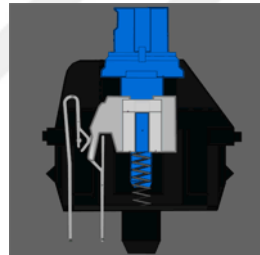
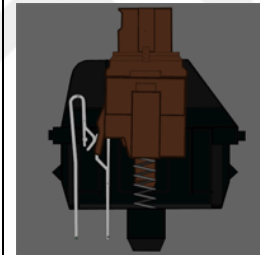
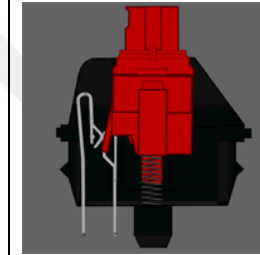
Görüntü 5: Profesyonel oyuncu klavyesi "Das Keyboard" ve özelleşmiş ses düğmesi.

(<https://www.daskeyboard.com/daskeyboard-4-professional/>)

William Judd'a göre bu şöyle açıklanmaktadır:

Mekanik tuşlarda, daha fazla geri bildirim için mevcut somut membrana bilinçli olarak daha yüksek bir 'tıklama' sesi eklenir. Bu, aktivasyon noktasına ulaştığımız bilgisini kolaylaştırır. Bu, mavi bir piston ve beyaz bir sürgü ile karmaşık bir mekanizmadan elde edilir. Çalıştırma noktasına ulaşıldığında, sürgü, anahtarın altına itilir ve tıklama sesi üretilir. (Bkz. Görüntü: 6).

Oyuncular arasında neredeyse standart haline gelmiş bu mekanik tuşların en tanınmış olanı, 1953 yılında Amerika'da kurulan daha sonra Almanlar tarafından satın alınan Cherry Corporation'dur. Cherry MX serisi altında kullanıcıların ihtiyacına göre farklı dirençlerde ve ses düzeyinde tuşlar üretilmektedir. En yaygın olarak, MX Black, MX Blue, MX Brown ve MX Red görülmektedir (Bkz. Görüntü: 6). Firmanın bunların dışında daha az yaygın olarak dokuz modeli daha bulunmaktadır (Judd, 2012).

			
<p>MX Black aktüatör seviyesi = 60 cN. En yaygın olan dört tuşun en sert olanıdır. Sertleştirilmiş yay mekanizması sayesinde tuşlara yanlışlıkla basılma olasılığı azaltılmıştır. Satış noktaları ve yazar kasalar için idealdir.</p>	<p>MX Blue aktüatör seviyesi = 60 cN. En yaygın mekanik tuştur. Somut membranı ve duyulabilir tıklamaları nedeniyle yoğun yazı yazanların tercihi olmaktadır.</p>	<p>MX Brown aktüatör seviyesi = 55 cN. 1994'de üretildiğinden bu yana hızlı bir şekilde en tanınmış tuş haline gelmiştir. En önemli özelliği klik sesi olmamasıdır. Sessizlik aranan ofis ortamları için idealdir.</p>	<p>MX Red aktüatör seviyesi = 45 cN. 2008'de piyasaya sürülmüştür ve şirket tarafından geliştirilen en son mekanik tuştur. En yaygın dört tuşun en hafif olanıdır. Oyuncuların tercihidir.</p>

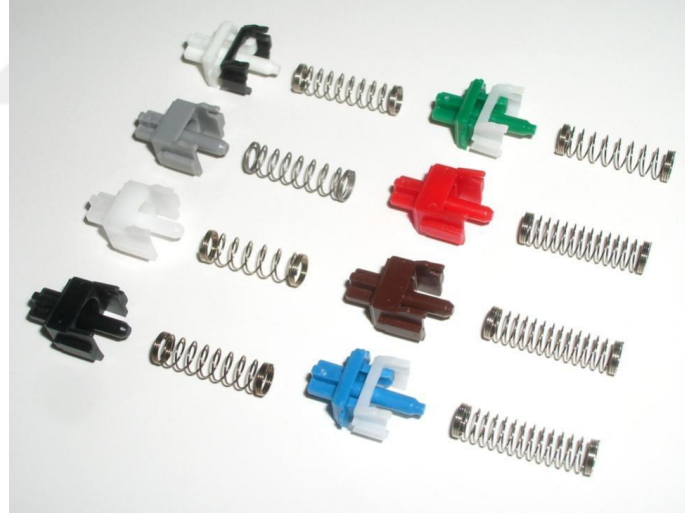
Görüntü 6: Cherry MX serisi tuşlar ve kullanım alanları.

(<http://www.keyboardco.com/blog/index.php/2012/12/an-introduction-to-cherry-mx-mechanical-switches/>)



Görüntü 7: Mekanik Tuş metal ve plastik iç mekanikleri.

(<https://www.trulyergonomic.com/store/mechanical-keyswitches--cherry-mx-brown-red-blue-black-clear--truly-ergonomic-mechanical-keyboard>)



Görüntü 8: Mekanik tuşlar için çeşitli sertlikteki yaylar. Oyuncu, farklı tuşlar için farklı sertlikte yaylar seçebilmektedir. Örnek olarak W,A,S,D için sert, diğerleri için orta-sertlikte yay seçimi yapabilmektedir.

(<https://www.mechanical-keyboard.org/switch-types/>)

Bu bağlamda, gerçek fiziksel nesnelere ile yapılmış arayüzlerin (Örnek olarak: Oyuncu klavyeleri, satış noktaları, yazar kasalar) doğruluk, hassasiyet, hız ve güvenilirlik gerektiren uygulamalar da çok önem kazandığı görülmektedir.

Sadece dokunma ve kavrama hissini verebilmesi amacıyla üzerinde tuşlar, çevirmeli düğmeler bulunan işlevsiz oyuncaklar da üretilmiştir. Fidget Küp ve Stres Çarkı adı verilen bu oyuncaklar, kullanıcının belli bir duruma ya da olaya odaklanmasını sağlamakta, konsantrasyon için yardımcı olmaktadır (Bkz. Görüntü: 9 ve 10).



Görüntü 9: Fidget Küpler.

(<https://www.amazon.in/Premsons-Original-Fidget-Cube-Colors/dp/B06XGLGD3>)



Görüntü 10: Stres Çarkı.

(<https://thegadgetflow.com/portfolio/fidget-spinner-tri-spinning-stress-reducer/>)

Tüm bu bilgiler kapsamında dokunma duyusunun insan-ürün etkileşiminde çok önemli olduğu, fiziksel etkileşimin çeşitli avantajlar sağladığı görülmektedir.

1.1. DOKUNMATİK ARAYÜZLERDE KULLANICI DENEYİMLERİ

1.1.1. Çocuklar Üzerindeki Olumsuz Etkileri

Günümüzde iletişim, eğlence ve bilgi aracı olarak üretilen dokunmatik arayüzlü telefonların ve tabletlerin 0-3 yaş arasındaki çocuklar üzerinde olumlu ya da olumsuz yönlerini ortaya çıkarmak amacı ile New York Cohen Çocuk Hastanesi'nde bir araştırma yapılmıştır. Bu araştırma sonucunda Angry Birds, Flappy Birds, Fruit Ninja gibi eğitim amaçlı olmayan video oyunları oynayan çocukların sözel testlerden daha düşük puan aldığı ortaya çıkmıştır. Araştırmaya katılan çocukların aileleri ile yapılan görüşmelerde çocuklarının bu oyunları oynarken sessiz oldukları ve çevreyi rahatsız etmedikleri belirtilmiştir (UNC, 2014). Bu bağlamda ailelerin, çocuklarının sessiz kaldıkları ve çevreyi rahatsız etmedikleri için telefon ve tabletler ile oyalanmalarına göz yumdukları görülmektedir.

Doktor Glatter'e göre insan-insan etkileşimi erken çocukluk döneminde hayati önem taşımaktadır. Bu etkileşim ebeveynler ve çocuklar arasında güçlü duygusal ve sosyal bağlar kurmaya yardımcı olmaktadır. Yeni teknolojiler öğrenmeyi teşvik etmek için kavramları ve fikirleri güçlendirmeye yardımcı olsalar da, çocuklar büyüdükçe ve geliştikçe insanla olan somut etkileşimleri hayati önem kazanmaktadır (Glatter, 2014). Bundan yola çıkarak erken yaşlardaki çocukların tek başına telefon ve tablet ile oynamak yerine ebeveynleri, arkadaşlarıyla oynaması, iletişim kurması ve sosyalleşmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Cohen Çocuk Hastanesi'nden Doktor Li ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada ise teknolojinin, ebeveynlerin çocuğuyla olan etkileşimini hiçbir zaman değiştirmedeği ortaya çıkmıştır. Li ve arkadaşlarına göre çocukla sözel iletişim kurmak, öğrenmeyi teşvik etmekte en iyi yol olmaktadır (Li , Mendoza & Milanaik, 2017). Bu çalışmadan yola çıkılarak çocukla doğrudan sözel iletişim kurmanın en gelişmiş teknolojiden daha fazla bilgi içerdiği görülmektedir.

Klinik psikolog Steiner'e göreyse çocuklar, hayal kurmak, endişelerini gidermek, düşüncelerini işlemek ve bunları kendilerine güvence verecek ebeveynlerle paylaşmak için zamana ihtiyaç duymaktadır. Çocuklar akıllı telefonlar ve tabletlerle oynamayı tercih ettiklerinde ebeveynleri ve arkadaşları ile iletişim kuramadıkları görülmektedir (Steiner-Adair, 2013). Benzer şekilde Siegel ve Bryson, dokunmatik ekranların bebeklerin sosyal ve duygusal gelişimini engelleyebileceğini, çocukların bilişsel gelişimini kısıtlayacağını, empati kurmalarını, kendini tanımalarını ve olaylar ile bağlantı kurmalarını olumsuz etkileyeceğini söylemiştir (Siegel&Bryson, 2012). Bu görüşlerden anlaşılacağı üzere bebeklerin ve çocukların erken yaşlarda aileleri ve arkadaşları ile iletişim kurmaları gerektiği anlaşılmaktadır. Aksi takdirde telefon ve tabletler yüzünden buna fırsat bulamayacakları görülmektedir. Bu bağlamda duygusal ve sosyal gelişimlerinin olumsuz yönde ilerleyeceği açıktır.

AAP'ye göre bebekler ve 0-3 yaş arasındaki çocuklar, ekranda gördükleri ile değil, tutabildikleri, kavrayabildikleri üç boyutlu nesnelere ile daha iyi öğrenmektedirler. Kavramları üç boyutlu olarak keşfetmek bilişsel gelişim için iki boyutlu keşfetmekten daha iyi olmaktadır (AAP, 2015). Bu bağlamda bebeklerin ve küçük çocukların dokunmatik telefon ve tabletler yerine üç boyutlu gerçek nesnelere ile oynamaları, onları hayal kurmaya, zihinde canlandırmaya, tasarım yapmaya ve fiziksel gelişimine yardımcı olmaya itmektedir.

Bebekler ve çocuklar telefon ve tabletler ile oynadıkça sosyal ve fiziksel olarak durağanlaşmaktadır. AAP'ye göre de bebekler dokunmatik ekranlar yüzünden fiziksel olarak aktif olamamaktadır. Ekrandaki uyarıları neredeyse sorgulamadan benimsemeleri, bedensel oyun oynamamaları, fiziksel nesnelere ile bir şeyler inşa etmemeleri ve yine bu ekranlar yüzünden kendi çevrelerini keşfedememelerinden dolayı, Amerikan Çocuk Hastalıkları Akademisi 2 yaşından küçük çocuklar için dokunmatik ekranları önermemektedir (AAP, 2017).

Tüm bu çalışmalar ve gözlemler göstermektedir ki dokunmatik ekranlı telefonlar, tabletler ve bu platformu kullanan uygulamalar, erken yaştaki çocuklar üzerinde olumsuz etki yaratmaktadır.

1.1.2. Yetişkinler Üzerindeki Olumsuz Etkileri

Dokunmatik arayüzlerin yetişkinler üzerindeki sorunları farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. Cep telefonu ile çok sık mesaj yazanlar, başparmakları hareket ettiren ve tendonları zedeleyen, ağrılı bir hastalık olan "Quervain" sendromuna yakalanmaktadır. Uzun süreli masaüstü klavye kullanımı nedeniyle ağrı çeken hastalar gibi, aşırı mesajlaşmanın da böyle ağrılara neden olduğu görülmektedir.

Dokunmatik tabletlerin dikey bir şekilde kullanılması da bir takım rahatsızlıklara neden olmaktadır. Steve Jobs Ekim 2010'da düzenlediği basın konferansında, dikey olarak yerleştirilmiş dokunmatik ekranların ergonomik açıdan doğru olmadığını söylemiştir: "Dokunmatik yüzeyler dikey olmak istemiyor" (Jobs, 2010). Ekran ne kadar dik olursa bilekler de yazmak için daha fazla bükülmektedir. Anatomistlerin 'dorsifleksiyon' adı verdiği bu duruş bileğin, karpal tüneldeki medyan sinirine ve diğer yapılara fazla baskı uygulamasıdır. Ayrıca, dikey dokunmatik ekranlar üzerine kaydırma işlemi yapmak istendiğinde kollar yer çekimine karşı kullanmayı gerektirmektedir. Bu da yer çekimine karşı gelerek kasları daha hızlı yormaktadır.

Ekran parlaklığı, kontrastı ve çözünürlüğü ise diğer sorunlar olarak ortaya çıkmaktadır. Gözler dokunmatik ekranlardaki sanal nesnelere görmek için kısa mesafeye ve dar bir açıya sürekli odaklanmaktadır. Bunun sonucu baş ağrısı, göz ağrısı ve diğer rahatsızlıklar olmaktadır. Loş ışıkta uzun süreli kitap okumakta da aynı etki ortaya çıkmaktadır. Tessler'e göre, dokunmatik tabletlerdeki önemli sorunlardan biri de, somut geri bildirim eksikliğidir. Direnç gösteren ve hareket eden mekanik tuşların yerine, basıldığında tepki göstermeyen sanal tuşlar yer almaktadır. Hatta, parmakları hareket ettirmeden tableti tutmak bile aşırı güç isteyen bir soruna dönüşmektedir (Tessler, 2012). Bu araştırmalar ve gözlemler altında, dokunmatik ekranlı arayüzlerin uzun süreli kullanılmaları sonucu yetişkin kullanıcılar da bir takım olumsuzluklara ve fiziksel rahatsızlıklara neden olduğu anlaşılmaktadır.

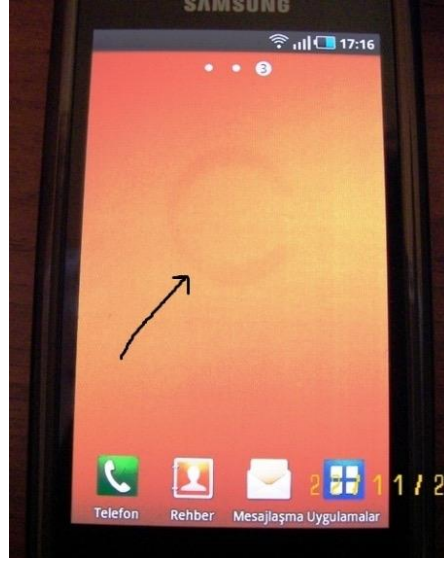
Araştırmacı Aaron Smith ise, daha ileri yaşlardaki yetişkinlerde karşılaşılan sorunları, yeni teknolojileri kullanmayı zorlaştıran fiziksel güçlükler ve bununla bağlantılı sağlık sorunları şeklinde açıklamıştır. Amerika da yapılan bir araştırmanın sonucuna göre beş yaşlıdan ikisi okumayı zorlaştıran veya zorlayan fiziksel veya sağlık sorununa ya da birçok yaygın günlük faaliyete tam olarak katılmalarını engelleyen bir sakatlığa veya kronik hastalığa sahiptir (Smith, 2014).

Bu araştırmalar ışığında görülmektedir ki kullanıcılar, dokunmatik arayüzler nedeniyle kavrama ve fiziksel hisleri içeren dokunma duyularından yararlanamamaktadırlar. Dokunmatik arayüzler, kullanıcının alışık olmadığı davranış biçimlerini öğrenmeye zorlamakta, sanal boyutta iletişime geçmeye yönlendirmektedir. Sanal dünyanın, var olanın yerini almaya başlamasıyla gerçek dünyadan uzaklaşmaktadır. Bu durum çeşitli olumsuz zihinsel ve fiziksel rahatsızlıklara yol açabilmektedir.

1.1.3. Teknolojik Alanda Yaşanan Olumsuzluklar

Teknolojik alanda karşılaşılan olumsuzluklar ise genel olarak dokunmatik ekranların kendi çalışma ilkelerinden, ve kendisini oluşturan malzemelerden kaynaklanmaktadır. Bu olumsuzluklar genel olarak şu şekilde sıralanmaktadır:

- Kapasitif (elektriksel alana duyarlı) ekranların sıvı ile teması sonucu oluşan karasızlık hali.
- Ekranların kırılması sonucu oluşan karasızlık hali.
- LCD (Liquid Crystal Display)'lerin polarize olarak okunabilirliğin azalması. Bu tür ekranlara polarize bir gözlük ile ters açıdan bakıldığında tamamen kararmış olarak gözükmektedir (Bkz. Görüntü: 12).
- Nokta ölümünden (dead pixel) doğan ekran bozulmaları.
- OLED (Organic Light-Emitting Diode) ekranlardaki görüntü çok uzun süre değişmeden aynı kalması sonucu, geçici olarak ya da kalıcı olarak ekran üzerinde gölge oluşturmaları. Duyarlılığının derecesi net olarak bilinmemektedir (Bkz. Görüntü: 11), (Pendlebury, 2013).



Görüntü 11: OLED ekranda nokta yanması (uzun süre ekranda kalan dairesel bir görüntü kalıcı bir gölgeye neden olmuştur).

(<http://www.webtekno.com/donanim/amoled-ekran-burn-in-h6899.html>)



Görüntü 12: Polarize gözlükle ters açıdan bakılması sonucu karamış gözükten LCD ekran görüntüsü.

(<http://www.explainthatstuff.com/lcdtv.html>)

1.2. ÇALIŞMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Somut tasarım kullanıcının gerçek hayatta olduğu gibi fiziksel duyularını ve motor becerilerini kullanmasını öngörmektedir. Kavrama - hissetme duyularının kullanılmasıyla kullanıcının ürünle doğal bir şekilde buluşması, iletişime geçmesi beklenmektedir. Ürünün ya da iletilmek istenen bilginin kolay ve sezgisel olarak öğrenilmesi için, soyut pencereler, menüler yerine, kavramaya yönelik 'fonksiyonlar' olarak bir değişim önerilmektedir. Bunlar, aşağıdaki örnekler ile açıklanmıştır: Neredeyse geleneksel olarak, tüm fiziksel giriş aygıtları (çevresel birimler) 'fiziksel olarak dokunabilir ve tutabilir' olarak görünseler de işlev ve amaç olarak fonksiyonun gerisinde kalmaktadır. Ayrıca her fonksiyon için özel bir fiziksel giriş aygıtına sahip olmak da maliyetli ve potansiyel olarak verimsizdir.



Görüntü 13: Ses karıştırıcı (audio mixer) (çok fazla girdi kontrolü ile karmaşık arayüz).

(<http://www.florionas.ro/servicii/studio-de-inregistrari>)

Bu doğrultuda çalışmanın amacı somut etkileşimli arayüzlerin olumlu yönlerini araştırmak, mevcut arayüzlerle olan farklılıklarını belirlemek, tarihi süreci ve getirdiği kavramı inceleyerek gelecek nesil kullanıcı arayüzlerinin nasıl olacağı konusunda bir fikir verebilmek ve somut arayüzlerin öğrenme ile olan ilişkisini araştırmaktır. Bu bağlamda bir proje önerisi gerçekleştirilmiştir.

2. BÖLÜM

SOMUT KULLANICI ARAYÜZLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

2.1. SOMUT KULLANICI ARAYÜZÜ TANIMLARI

Somut kullanıcı arayüzleri doksanlı yılların başında Kavranabilir Kullanıcı Arayüzü (Graspable User Interface) olarak tanımlanmıştır. Bu terim hem bir nesneyi fiziksel olarak kavrayabilme (elle tutma, kavrama) hem de kavramsal olarak kavrama (yani soyut bir nesneyi somut bir nesneye yerleştirme, onu somut bir şekilde temsil etme) yeteneğini ifade etmiştir. Kavranabilir kullanıcı arayüzü, dosya simgeleri, pencereler, menüler veya basma düğmeleri gibi ortak grafik kullanıcı ara birimi öğelerinin fiziksel düzenlemeleri ve gösterimleri olarak kullanılabilir. Ayrıca kavranabilir kullanıcı arayüzleri, kullanıcıların bir ekrandaki nesnelere veya işlevlerin soyut temsillerini kontrol etmelerine yardımcı olma potansiyeline sahiptir (Fitzmaurice, 1996).

Massachusetts Institute of Technology (MIT)'den Prof. Dr. Hiroshi Ishii'ye göre Somut Kullanıcı Arayüzü (Tangible User Interface, TUI), insanın dokunma, kavrama gibi yeteneklerini kullanılabilmesi amacı ile sayısal verilere fiziksel biçim vererek gerçek hayatta olduğu gibi hareketlendirip yönlendirmesi olarak tanımlanmaktadır (Ishii, 2008). Fitzmaurice'e göreyse en basit tanımıyla Somut Kullanıcı Arayüzü, somut nesnenin özel bir işlevsel kontrolü olarak çalışan, sanal bir işleve yönelik fiziksel bir referanstır (Fitzmaurice, 1996). Shneiderman, somut kullanıcı arayüzlerini 'Doğrudan Kontrol' adını vermekte ve aşağıdaki üç özelliğe sahip olarak tanımlamaktadır:

- Konuyla ilgili nesnenin sürekli gösterimi.
- Karmaşık söz dizimi yerine fiziksel eylemler veya etiketli tuşlar.
- Konuyla ilgili nesnenin etkisi hemen gösterebilen, geri bildirimli operasyonlar sağlanmaktadır (Shneiderman, 1982).

Hutchins'e göreyse doğrudan kontrol, insan-bilgisayar etkileşiminin temel bir kavramı olarak görülmektedir (Hutchins, Hollan & Norman, 1985). Bir bilgisayar arayüzünün doğrudanlığını veya kontrol edilebilirliğini tam olarak tanımlamak zor bir kavramdır. Bununla birlikte doğrudan kontrol birçok arayüz tasarımcısı için birincil bir hedeftir.

Bir somut kullanıcı arayüzü alt başlığı olarak Somut Etkileşim (Tangible Interaction) ise, çeşitli disiplinlerde ortaya çıkan ilgili araştırma ve tasarım yaklaşımlarını tanımlamak için kullanılan bir terimdir. 90'lı yılların sonlarında bir araştırma konusu olarak fark edilen ve daha sonra hızla araştırma alanı haline gelen bir tanım olmuştur. Genel olarak Somut Etkileşim, kullanıcı arayüzlerini ve vurgulanan etkileşim yaklaşımlarını kapsar:

- Kullanıcı arayüzünün biçimsel ve işlevsel özelliği,
- Verilerin fiziksel olarak yapılandırılması,
- Verilerin üç boyutta etkileşimi ile kullanıcıların gerçek mekan ve bağlamında etkileşimini sağlamaktır.

Somut etkileşim disiplinler arası bir alandır. İnsan-Bilgisayar Etkileşimi (Human Computer Interaction) ve Etkileşimli Tasarım (Interaction Design) gibi çeşitli görüşleri kapsar. Ancak fiziksel eserler ya da ortamlar olmak üzere bir şekilde fiziksel olarak şekillendirilmiş ara birimler ya da sistemler üzerinde uzmanlaşmıştır. Ayrıca endüstriyel tasarım, sanat ve mimari ile bağlantıları olmaktadır. Bu tanımdan yola çıkarak somut etkileşimli kullanıcı arayüzleri, fiziksel olarak dokunulabilen, el ile kavranabilen ve geri bildirim alınabilen fiziksel biçimlere dönüşmüş somut bilgi parçacıkları olarak tanımlanmaktadır.

Yaygın Bilişim (Ubiquitous Computing) adı altında, Harekete Geçirme (Actuation), Sensörler, robotik ve mekatronik alanlarındaki yeni gelişmeler somut etkileşim alanlarına teknoloji sağlanmasında katkıda bulunmuştur (Hornecker, 2006).

Bu bağlamdan yola çıkarak gömülü sistemler ile akıllı hale gelen sıradan aygıtlar bulunduğu çevre ile etkileşime girerek ve diğer aygıtlar ile birbirine bağlanarak yaygın bilişimi oluşturmaktadır.

Tüm bu bilgiler kapsamında somut kullanıcı arayüzleri, geleneksel iki boyutlu grafiksel arayüzler yerine el ile tutulabilen ve kavranabilen, kullanıcının motor yeteneklerini kullanabildiği, geliştirebildiği fiziksel nesnelere bir ya da birden fazla işlevi gerçekleştirmek üzere kontrol edilebildiği diğer aygıtlar ile etkileşime girebildiği üç boyutlu kullanıcı arayüzü olarak tanımlanmaktadır.

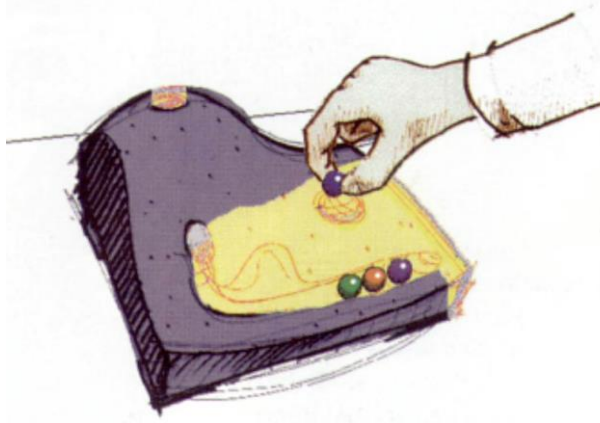
2.2. SOMUT KULLANICI ARAYÜZLERİNİN GELİŞİMİ

Somut kullanıcı arayüzleri fiziksel aygıtlarla olan etkileşim zenginliğinin bir kısmını sayısal içerikle olan etkileşime geri getirmesi bakımından, grafiksel görüntülere alternatif olarak öngörülmüştür. Bu bağlamda somut nesnelere aracılığıyla sayısal içeriğin temsil edilmesi ve fiziksel etkileşim yoluyla onların kontrol edilmesi amaçlanmaktadır. Temel fikir tam anlamıyla kullanıcıların verileri elleriyle kavramasına, temsil ve kontrolü birleştirmesine izin vermektir. Sayısal gösterimlerin 'Somut Göstergeler' şeklinde anılacak olan somut nesnelere ve etrafındaki grafik görüntüler ile yakından eşleştirilmesi temel amaç olmaktadır.

Bilgisayar ile görevler daha karmaşık ve zorlayıcı hale geldikçe uzmanlaşmış somut araçlara erişerek bu araçların altta yatan yazılımla nasıl etkileşime girdiği yeniden tanımlanabilmektedir (Hutchins,1985). Gerçekte grafiksel kullanıcı arayüzleri ve fare (mouse), 70'li yıllardan beri kullanılmaktadır. Ticari olarak ise ilk defa Xerox 8010 Star Sistemi'nde görülmüştür (1981) (Bkz. Görüntü: 14 ve 15).

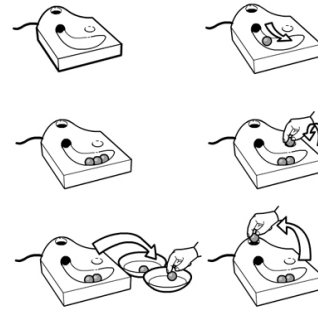


Somut kullanıcı arayüzlerinin gelişimi doksanlı yılların başında insan-bilgisayar etkileşimi araştırmacılarının soyut arayüz fikirlerini somutlaşmış kavramlara dönüştürme çabaları sonucunda başlamıştır. Bu doğrultuda harekete geçen endüstri ürünleri tasarımcıları sayısal olarak kontrol edilen, ürünün biçimiyle ilişkisi olmayan karmaşık davranış biçimleri üzerine yoğunlaşmıştır. Ortak bir paylaşım alanı olmamasından dolayı çalışmalar bağımsız denemeler halinde olmuştur. Bu denemelerden en önemlisi somut kullanıcı arayüzü kavramına ilham veren 1992'de Royal College of Art'da tasarım eğitimi alırken Durrell Bishop tarafından geliştirilmiş olan 'Bilyeli Telesekreter' (Marble Answering Machine) adlı kavramsal çalışmadır (Bkz. Görüntü: 16), (Poynor, 1995).



Görüntü 16: Bilyeli Telesekreter (Marble Answering Machine, D. Bishop, 1992).

(<http://dataphys.org/list/durrell-bishops-marble-answering-machine/>)



Görüntü 17: Bilyeli Telesekreter (Marble Answering Machine).

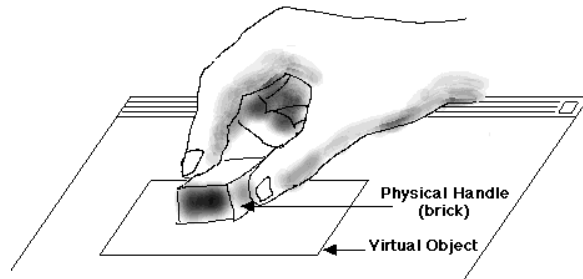
(<http://dataphys.org/list/durrell-bishops-marble-answering-machine/>)

Bu çalışma, verilerin fiziksel nesnelere temsil edilmesi, nesnelere fiziksel olarak işlenmesiyle verilerin kontrol edilmesi fikrini ortaya çıkarmıştır (Ishii, Ullmer 1997). Bu bağlamda 1992’de Durrell Bishop’un tarafından tasarlanan ‘Bilyeli Telesekreter’ türünün ilk somut etkileşimli kullanıcı arayüzü olarak görülmektedir.

Makine gelen her bir cevapsız çağrı için haznesinden farklı renkte bir bilye çıkarmaktadır. Kullanıcı bu bilyeleri cevaplama bölümüne koyduğunda mesajları dinleyebilmektedir. İstendiğinde mesaj tekrar dinlenebilmek için farklı bir yerde saklanmaktadır (Bkz. Görüntü: 17).

Silinmek istenen mesaj telefon üzerindeki özel bir boşluktan içeri geri bırakılmaktadır. Bu örnekte görüleceği üzere sayısal bir bilgi olarak düşünülen cevapsız çağrı, renkli bir bilye ile temsil edilerek somut bir hale dönüşmüş el ile kavranabilir, tutulabilir hale gelmiştir. Artık fiziksel boyut kazanmış olan bu bilgi, gerçek dünyadaki fiziksel bir nesnenin niteliklerine sahiptir. Durrell Bishop'un kavramsal bilyeli tele-sekreterinin yaratmış olduğu etki 1997 yılında Hiroshi Ishii'nin 'Somut Bit'leri' (Tangible Bits) vizyonuna esin kaynağı olmuştur.

1995 yılında yapılan bir uygulama ise 'Somut Bloklar'dır (TUI, Bricks) (Fitzmaurice,1995). Sanal grafikler, kontrol aracı olarak LEGO™ boyutlarındaki dörtgen bloklar tarafından temsil edilmiştir. Varsayılan yapılandırmada birden fazla fiziksel blok, etkileşimli aktif yatay bir bilgisayar ekranı (Active Desk) yüzeyinde çalışmaktadır. Böylece fiziksel giriş kontrol alanı ve sanal çıktı gösterge alanı üst üste bindirilmiştir. Bloklar giriş aygıtları (çevresel birimler) gibi davranmakta ve ana bilgisayar tarafından izlenmektedir. Bilgisayar ve blok arasında sürekli bir bilgi alış-verişi olmaktadır (ör. konum, yön, seçim). Fiziksel blok, kontrol için somut çevresel birim gibi davranarak elektronik grafiklerin doğrudan kontrol edilmesini sağlamıştır. Bu fiziksel yapılanma aslında 'kavrama işlevleri' kontrol etme veya eylemleri ifade etmek (örneğin, parametreleri ayarlama veya işlemleri başlatma) için sanal nesnelere (grafiklere) bağlanabilen veya 'takılı' olabilen çevresel birimlerdir. Aşağıda iki bileşenden oluşan basit bir 'Somut' kullanıcı ara birimi yapılandırmasının bir örneği gösterilmektedir (Bkz. Görüntü: 18).

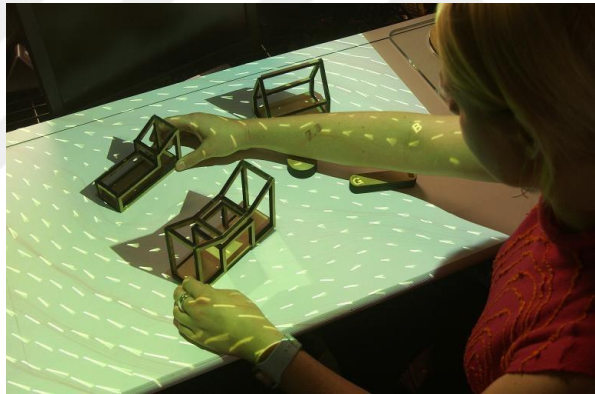


Görüntü 18: Somut blok ile kontrol edilen grafik (Sanal Nesne).

(<http://www.dgp.toronto.edu/~gf/papers/PhD%20-%20Graspable%20UIs/Thesis.gf.html>)

Somut Tasarım kapsamında, fare (mouse) olarak bildiğimiz genel çevresel birimler yerine zengin ve belirli bir işlevselliğe sahip, alana (uzaya, yüzeye) dağıtılan birden fazla kavranabilen nesnelerin kullanılması önerilmektedir.

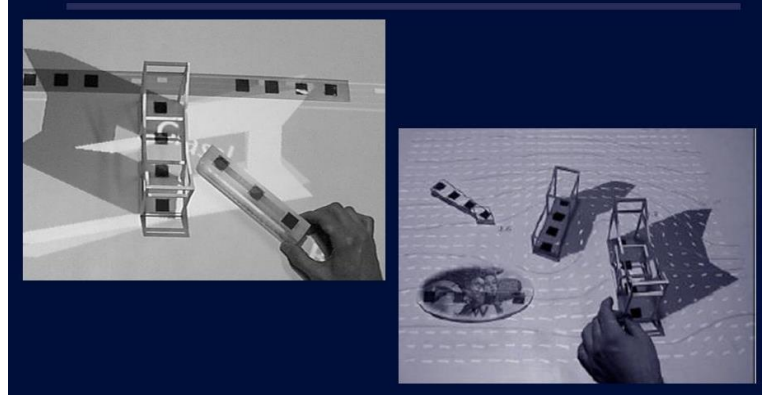
“İki gerçeklik içinde yaşıyoruz: Kendi fiziksel dünyamız ve siber uzay” (H.Ishii, 2008). insan-bilgisayar somut etkileşimi ilk defa 1997'de MIT Medya Lab'da Hiroshi Ishii ve grubu tarafından önerilen 'Somut Kullanıcı Arayüzleri' (Tangible User Interface) kavramıyla öne çıkmıştır. MIT Somut Medya Grubu tarafından geliştirilen ilk örneklerden biri merkez bina görüntülerinin harita üzerinde kontrol edilmesi olmuştur. Araştırma grubu daha sonra kentsel planlamayı destekleyen bir sistem olan 'Kentsel Planlama ve Tasarım' adlı uygulamayı geliştirmiştir (Urban Planning and Design, URP) (Underkoffler & Ishii 1999) (Bkz. Görüntü: 19).



Görüntü 19: URP

(<http://tangible.media.mit.edu/project/io-bulb-and-luminous-room/>)

URP, bina yerleşiminin güneş ışığı ve rüzgar akışı üzerindeki etkilerinin benzetimi (simülasyonu) ile fiziksel bir modelini bütünleştirmiştir. Binaların somut modelleri, yüzeye yansıyan sayısal gölgeler yaratmıştır. Benzetimi yapılan rüzgar akışı yüzeye çizgiler halinde yansıtılmıştır. Alan içindeki noktalar arasındaki mesafeyi, bina özellikleri (cam veya taş duvarlar) gibi görüntüler için çeşitli somut araçlar kullanılmıştır. Günün saatini değiştirerek de gölgeler hareket ettirilmiştir (Bkz. Görüntü: 20).



Görüntü 20: URP

(http://images.slideplayer.com/26/8599004/slides/slide_8.jpg)

Reactable, 2003'ten beri Barcelona'daki Pompeu Fabra Üniversitesi'nde bir araştırma ekibi tarafından tasarlanıp geliştirilmiştir. Tasarım, oyuncunun gerçek nesnelere manipüle ederek sistemi kontrol ettiği somut bir arayüz kullanmaktadır. Bu nesnelere hareket ettirilerek, çevrilerek veya birbirine bağlanarak, benzersiz bir kompozisyon oluşturulabilmektedir. Bunu, sentezleyiciler, efektler, örnekler ve kontrol elemanları gibi farklı elemanları birleştirerek yapmaktadırlar (Bkz. Görüntü 21). Elde edilen sesler, her zaman bir nesneden diğerine geçen gerçek ses dalgalarını gösteren, müziği görünür ve somut bir şeye dönüştüren, masa yüzeyinde grafik olarak temsil edilen durumlara dönüştürmektedir (Bkz. Görüntü 22), (Reactable.com, 2018).



Görüntü 21 : Reactable, somut kullanıcı arayüzlü elektronik müzik aleti.

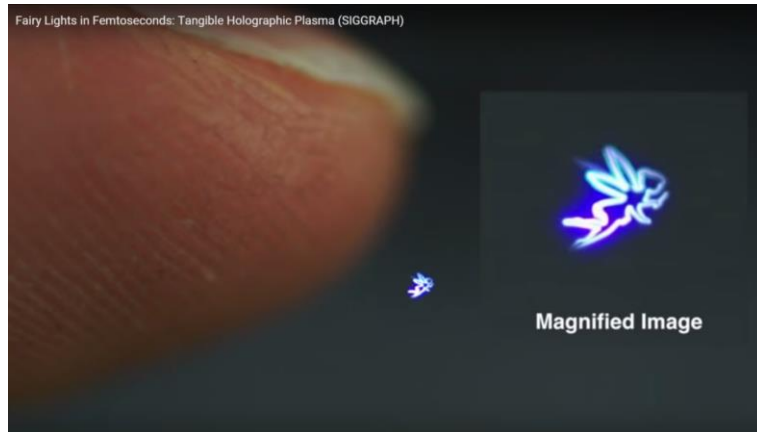
(<https://alchetron.com/Tangible-user-interface>)



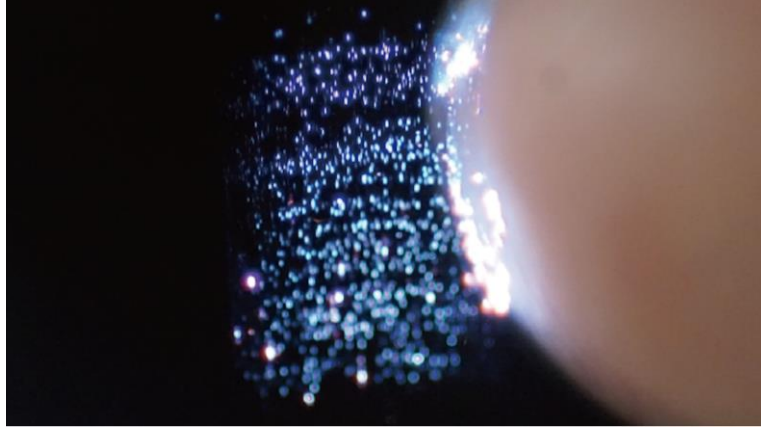
Görüntü 22 : Reactable, somut kullanıcı arayüzlü elektronik müzik aleti
(<https://alchetron.com/Tangible-user-interface>)

Somut kullanıcı arayüzü tasarımının günümüzde geldiği en ileri noktalarda biri, Japon bilim adamları tarafından geliştirilen üç boyutlu somut peri hologramıdır. İlk defa SIGGRAPH 2015 etkinliğinde gösterilmiştir.

Çok kısa aralıktaki laser darbeleri (saniyenin katrilyonda biri) ile oluşturulan üç boyutlu peri hologramı, gerçek bir ortam içinde havada uçabilmekte, dokunulduğu anda biçim değiştirerek kullanıcıya parmağındaki küçük bir titreşim olarak bunu hissettirmektedir (Bkz. Görüntü 22 ve 23).



Görüntü 23: Peri Işıkları (Fairy Lights in Femtoseconds) Tangible Holographic Plasma SIGGRAPH, 2015.
(<http://projection-mapping.org/wp-content/uploads/2015/06/FairyLights.png>)



Görüntü 24: Laser görüntünün somut olarak kullanıcının parmağında etkileşime geçtiği an.

(<https://bigumigu.com/haber/dokunarak-etkilesime-gecilebilen-hologram-teknolojisi/>)

Sayısal ve fiziksel tasarımın bir araya getirilmesi, 'Fiziksel Hesaplama'nın ortaya çıkması ile somut etkileşim alanında dünya çapında denemeler yapılmaya başlanmıştır ve bu bir kültüre dönüşmüştür (Igoe & O'Sullivan, 2004).

Yeni yüzyılın başlarında somut tasarım araştırmacıları, insan-bilgisayar etkileşimi ile ilgili konferanslara katılarak yeni bir diyalog başlatmışlardır. Aynı tarihten başlayarak da somut kullanıcı arayüzleri (Tangible User Interfaces) veya Somut Etkileşim (Tangible Interaction), (tasarım toplumunun üyeleri tarafından önerilen bir terim) çalıştaylarının sayısı artmıştır.

Somut tasarım (Tangible Design) ortak odak noktasını tanımlamak için 'Somut Etkileşim' (Tangible Interaction) terimini kabul etmiş ve 2007'den bu yana kendi konferansına sahip disiplinler arası bir araştırma topluluğu olarak büyümüştür.

2.3. SOMUT TASARIMIN ETKİLENDİĞİ ALANLAR

Somut tasarım insan-bilgisayar etkileşimini içeren sistemlerden, endüstriyel tasarım gibi farklı disiplinlerden gelen alanlardan etkilenmiştir. Geleneksel ekran tabanlı arayüzler ile sanal gerçeklik uygulamaları (Virtual Reality) insanları gerçek dünyadan koparmış ve birtakım sağlık sorunlarına (baş dönmesi, bulantı vb. gibi) neden olmuştur.

Yine de bu uygulamaların bazı teknolojik yenilikler getirdiği de görülmektedir (ör. RFID teknolojisi: Radyo Frekansı ile Kimlik Tanımı). Buna karşın endüstriyel tasarım, elektronik ve sayısal bileşenler içeren ürünler ortaya çıkarmış ve onları 'akıllı' hale getirmiştir. Bu, bir çok farklı alandaki tasarımcılara yeni fırsatlar doğurmuştur (Djajadiningrat, Overbeeke, Wensveen 2000; Djajadiningrat ve arkadaşları. 2004).

Fiziksel benzetim, elektronik ile hızlı bir yapılandırma içermekte, yoğun olarak güncel teknolojiyi kullanmaktadır. Yazılım tarafından kontrol edilen, insanların algılayıcılar ve harekete geçiriciler ile etkileşim kurduğu etkileşimli nesnelerin tasarımı olarak tanımlanmaktadır. Bu doğrultuda etkileşimli sanatlar içinde ilgili bir gelişme görülmektedir. Birçok kurulum kullanıcıların davranışlarını izlemek ve somut nesnelere kurulumla entegre etmek için 'Etkileşimli Alanlar' (Interaction Spaces) kullanmaktadır (Bongers, 2002). Genellikle tüm vücut hareketinin etkileşime katıldığı bu yerler 'Etkileşimli Alanlar' olarak tanımlanır. Somut etkileşim tasarımcıları fiziksel hareketlerle (hareketler, dans vb.) veya fiziksel nesnelere ilgili olmak üzere bedensel etkileşimle bir kurgu geliştirmişlerdir (Hummels, Overbeeke & Klooster, 2007). Bir anlamda etkileşimli alanlar, tüm vücut etkileşimini kullanarak somut etkileşimi başka bir ölçüğe taşımaktadır. Küçük nesnelere etkileşimde bulunmak yerine geniş bir alan içinde büyük nesnelere etkileşim kurmak ve bu nedenle vücudun tamamıyla etkileşime ihtiyaç duyulmaktadır (Hornecker, 2006).

2.4. SOMUT TASARIM İLKELERİ

Hornecker ve Buur (2006) da savunduğu tasarım ilkelerini oluşturmuştur:

- Somutluk ve önemlilik,
- Verilerin fiziksel olarak yapılandırılması,
- Bedensel etkileşim,
- Gerçek alanlarda ve bağlamlarda yer alma.

Hornecker ve Buur, somut olmayan kullanıcı arayüzlerinin orijinal tanımının (Grafical User Interface) ürün tasarımından ve sanattan pek çok ilginç gelişmeyi ve sistemi hariç tuttuğu gerekçesiyle daha kapsayıcı, daha katı tanımlanmış bir terim kullanmayı önermiştir. Bu nedenle somut olmayan (intangible) arayüzden, somut etkileşime kadar tanım değiştirme kaygısı olmuştur.

Sonuç olarak görülebilir arayüz yerine, somut etkileşimli tasarıma odaklanılmıştır (Tangible Interaction Design). Bu tanım, etkileşimin niteliklerini ön planına koymakta ve sistem tasarımcılarının insanların sistemle gerçekte ne yaptıklarını düşünmesini amaçlamaktadır. Aynı zamanda somut sistemi daha büyük bir ekolojinin parçası olarak düşünmeyi ve belirli bir bağlama yerleştirmeyi öngörmektedir. Fernaeus bunu bilginin temsili ve iletimi yerine insan eylemi, kontrol, yaratıcılık ve toplumsal eylem üzerine odaklanan, somut etkileşimin yeni kavramları doğrultusunda 'uygulama dönüşümü' olarak tanımlamıştır (Fernaeus ve arkadaşları, 2008)

Yıllar geçtikçe, bir dizi bağlantılı sistemler kurulmuş ve 'Somut Kullanıcı Arayüzü' (Tangible User Interface) kavramı, dünya üzerindeki bir çok araştırma grubu tarafından benimsenmiştir.

3. BÖLÜM

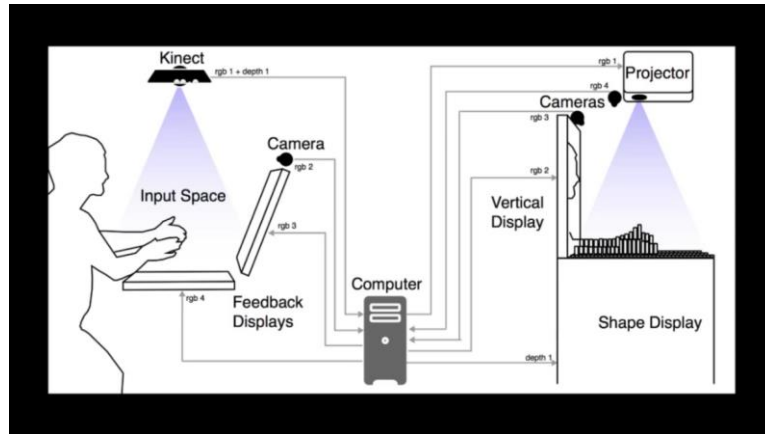
SOMUT ARAYÜZ TÜRLERİ VE SOMUT ARAYÜZ - GRAFİK ARAYÜZ FARKLILIKLARI

3.1. SOMUT ARAYÜZ TÜRLERİ

Ishii'ye göre Somut Tasarım türleri yedi ana başlık altında toplanabilir (Ishii, 2008).

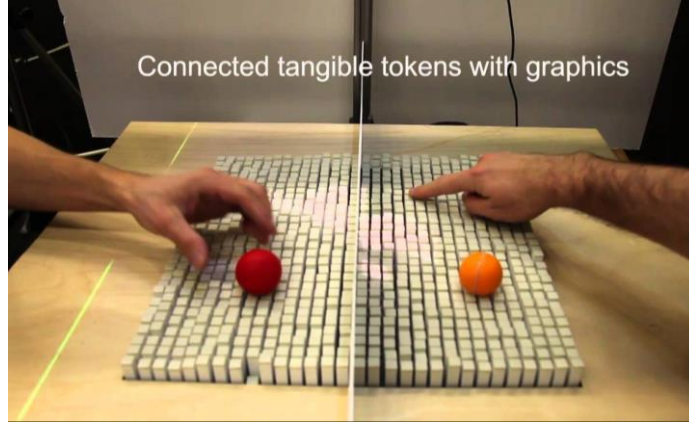
3.1.1. Somut Görüntülü Konferans (Tangible Telepresence)

Somut görüntülü konferans, haptik (dokunma hissi) etkileşim avantajını ve kontrol sistemini kullanan kişiler arası bir iletişim yöntemidir. Bu yöntem, haptik girdiyi belirli bir mesafedeki haptik sistemle tekrar oluşturmaya dayanmaktadır. Ayrıca 'Somut Telekonferans' olarak da adlandırılan bu mekanizma, iletilmek istenen nesnenin senkronizasyonunu, hareketini veya titreşim gibi çıktılarını, uzaktaki alıcıya benzetim (simülasyon) edebilmektedir (Bkz. Görüntü 25-27).



Görüntü 25: Somut Konferans Sistemi'nde kullanıcı hareketini algılayan bir kamera verileri bilgisayara yollar. Bilgisayar, yorumlanan verileri uzaktaki alıcının sisteminde haptik olarak tekrar oluşturur. Böylece karşılıklı haptik bir etkileşim gerçekleştirilmiş olunur.

(<https://angga03ak.wordpress.com/2015/03/03/physically-telepresence-of-tangible-user-interface/>)



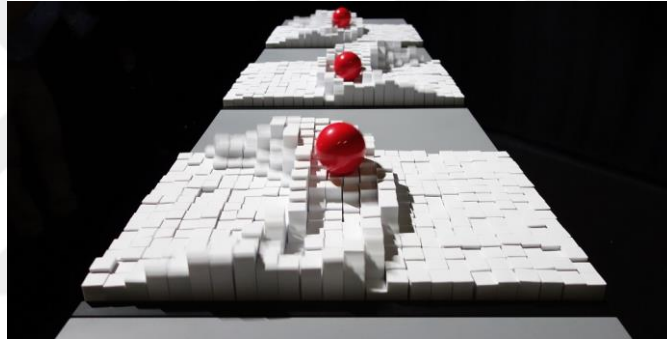
Görüntü 26: Somut Konferans Sistemi ve etkileşimli somut bloklar.
(<https://i.ytimg.com/vi/2PVzZyUUQCl/maxresdefault.jpg>)



Görüntü 27: Somut Konferans Sistemi test görüntüsü.
(http://www.telepresenceoptions.com/images/inform_MIT_image_3.png)

Amaçlanan etki uzaktaki alıcıya dokunma, hissetme duygusunu vermektir. Görünmez biri varmış gibi nesnelere kullanıcılar arasında paylaşılmaktadır.

Transform, MIT Media Lab'dan Profesör Hiroshi Ishii ve 'Somut Medya Grubu' tarafından geliştirilmiştir. Çalışma, masa üstünü dinamik bir somut göstergeye dönüştürmek için gerçek zamanlı olarak binden fazla pimi yukarı ve aşağı hareket ettiren somut bloklardan oluşmaktadır. Bir sensör tarafından yakalanan izleyicilerin kinetik enerjisi, dinamik bloklar tarafından temsil edilen dalga hareketini yönlendirir. Hareket tasarımı, doğada rüzgar, su ve kum arasındaki dinamik etkileşimlerden, Escher'in sürekli hareketi gösterme şekillerinden ve deniz kıyısında inşa edilen kumdan kalelerin özelliklerinden ilham almaktadır. Transform, doğa ve makine arasındaki çatışmanın öyküsünü ve sürekli değişen masa üstü ortamı ile uzlaşmasını betimlemektedir (Bkz. Görüntü 28 ve 29), (Tangible Media Grub, 2014).



Görüntü 28: Transform

(<https://www.aec.at/radicalatoms/en/radical-atoms-exhibition/>)



Görüntü 29: Transform sistemi mekanizması

(<http://news.mit.edu/2015/transform-wins-adesign-platinum-0403>)

3.1.2. Kinetik Hafıza ile Somutluk

Öğrenme kavramını teşvik etmek için kinestetik hareketleri kullanan bir yöntemdir. Oyna ve kaydet kavramlarını somutlaştırmak için harekete geçirme (actuation) teknolojisiyle eğitici oyuncaklar oluşturulmuştur. Bu doğrultuda hikaye anlatan, programlama öğreten etkileşimli somut oyuncaklar geliştirilmiştir (Bkz. Görüntü 30 ve 31).



Görüntü 30: CurlyBot

(<https://trackr-media.tangiblemedia.org/publishedmedia/Projects/flickr-343/ICC%202000%20Tangible%20Bits%20Exhibition/4828?width=780>)



Görüntü 31: Topobo

<http://www.pixelsumo.com/wp-content/uploads/2009/topobo-1.jpg>

3.1.3. Yapısal Montaj

Yapısal montaj da, fiziksel nesnelerin birbirine bağlanması ve nesneler arasındaki fiziksel uyum gözetilmektedir. Bu doğrultuda parçalar arasındaki kinetik ilişkilere bağlı olarak kapsamlı bir hareket zenginliği ortaya çıkmaktadır.

3.1.3.1. Algoblocks:

Algoblocks, çocukların bloklarla program yapmasına izin veren ilk sistemlerden biridir (Bkz. Görüntü 32), (Suzuki & Kato, 1993).



Görüntü 32: Algoblok

(<https://www.androidheadlines.com/wp-content/uploads/2016/06/project-bloks-4.jpg>)

3.1.3.2. Quetzal:

Quetzal'in basit blokları, görsel kodları içermekte ve "Y" şeklindeki biçimler gibi bazı ilginç fiziksel analogiler (çıkarımlar) bulundurmaktadır (Bkz. Görüntü 33), (Horn & Jacob, 2007).

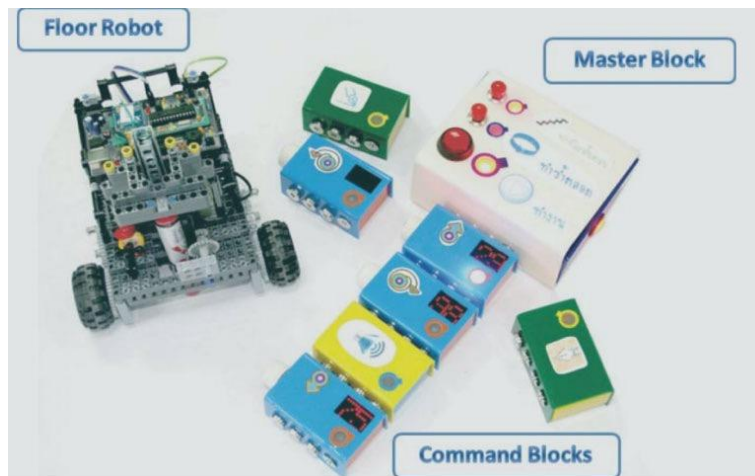


Görüntü 33: Quetzal Program Blokları.

(<https://projectbloks.withgoogle.com/static/images/Quetzal-image@2x.jpg>)

3.1.3.3. Robo-Bloklar:

Robo-Bloklar LEGO® otomobili, sayısal görüntüleri ve ışıkları olan basit komut bloklarını kullanan düşük maliyetli bir uygulamadır. Çocuklara program anında hata ayıklama ve zengin görseller tasarlama konusunda yeni olanaklar sunmaktadır (Bkz. Görüntü 34), (Sipitakiat & Nusen, 2012).

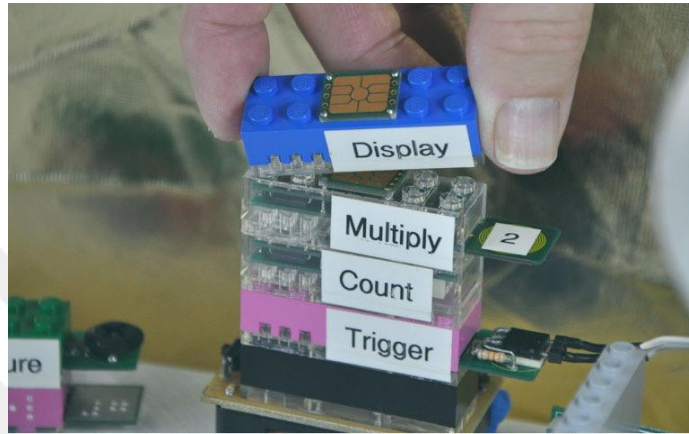


Görüntü 34: Robo Bloklar

(<https://projectbloks.withgoogle.com/static/images/RoboBlocks-image@2x.jpg>)

3.1.3.4 Somut Programlama Blokları:

Somut programlama blokları çocukların program yapmalarını sağlamak amacıyla gömülü elektroniklerle otonom blokları kullanan ilk sistemlerden biri olmuştur (Bkz. Görüntü 35), (McNerney, 2000).



Görüntü 35: Somut Programlama Blokları

(<https://projectbloks.withgoogle.com/static/images/TangiblePB-image@2x.jpg>)

3.1.3.5. Gobot:

Ağırlıklı olarak Seymour Papert'in Logo robotundan ve açık kaynak projesinden esinlenen 5-10 yaş çocuklar için yapılan somut bir programlama robotudur.

GoBot, komut dosyaları veya sanal bloklar yerine kodları temsil etmek için fiziksel blokları kullanmaktadır. Böylece çocuklar kendi robotlarını bu bloklarla geliştirebilmektedir. GoBot'un amacı programlamayı öğretmekle sınırlı kalmamaktadır. Aynı zamanda çocuklara temel matematik, geometri, oyun teorisi vb. gibi kavramları öğretmeyi de amaçlamaktadır. GoBot, Seymour Papert'in eğitim felsefesini sıkı bir şekilde takip eden bir robot olmuştur (Bkz. Görüntü 36).

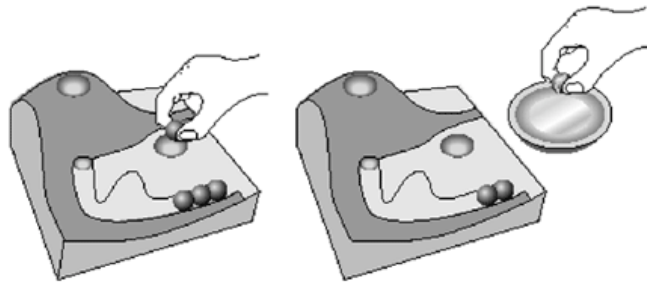


Görüntü 36: Gobot

(<https://www.indiegogo.com/projects/gobot-reduce-your-children-s-math-coding-fear#/>)

3.1.4. Simgeler ve Sınırlar

'Simgeler ve Sınırlar' soyut sayısal bilgilerin mekanik kontrol birimleriyle çalıştırılmasıdır. Simgeler sayısal bilgiyi veya işlemleri temsil eden mekansal olarak yeniden yapılandırılan fiziksel nesnelere. Sınırlamalar ise, simgelerin yerleştirilebileceği bölgelerdir. Sınırlamalar, sınırları içine yerleştirilen simgelere uygulanan sayısal işlemlere veya özelliklere eşlenmektedir. Sınırlar sıklıkla fiziksel yapılar olarak şekillendirilmektedir. Fiziksel yapılar da simgelerin nasıl kontrol edileceğini göstermektedir. Bu türün klasik örneği 'D. Bishop'un, Bilyeli Telesekreteri' dir (Bkz. Görüntü 37).



Görüntü 37: Bilyeli Telesekreter (Marble Answering Machine, D. Bishop, 1992)

(<https://interactionthesis.wordpress.com/2007/02/01/marble-answering-machine/>)

Bilgisayar oyunu alanında Activision firması çeşitli platformlar için Somut etkileşimli kullanıcı arayüzüne yer vermiş 'SKYLANDERS GIANTS' adlı oyunu bu doğrultuda somut etkileşimli çevresel bir birim ile geliştirmiştir (Bkz. Görüntü 38 ve 39).



Görüntü 38: Skylanders Giants oyunu, somut figürü ve portalı (Microsoft XBOX, 2012). Somut canavar karakteri ışıklı tablaya (portala) konulduğunda TV ekranındaki oyun içinde görülmekte, kullanıcı bu şekilde istediği karakteri oyuna sokabilmektedir. (<http://press2reset.com/wp-content/uploads/2012/11/SkylandersGiantsScreen2.jpg>)



Görüntü 39: Skylanders Giants oyununun somut karakterleri (Microsoft XBOX, 2012). (<https://i.pinimg.com/originals/df/eb/f7/dfefb7c660e54c9378d5733817818c13.jpg>)

3.1.5. Etkileşimli Yüzeyler Aktif Somut Kullanıcı Arayüzü

Etkileşimli yüzeyler, çeşitli mekansal uygulamaların (ör. URP) desteklenmesi için geliştirilen, grup çalışmalarını ve benzetimleri destekleyen bir yaklaşımdır. Artırılmış gerçeklik ekranı üzerinde bağımsız somut nesnelere kontrol edilerek hareketleri görsel olarak çalışma alanı yüzeyine aktarılır. Buna, 'Aktif Somut Kullanıcı Arayüzü' veya 'Somut Çalışma Masası' denmektedir (Active Workbench, Active Desk), (Bkz. Görüntü 40).

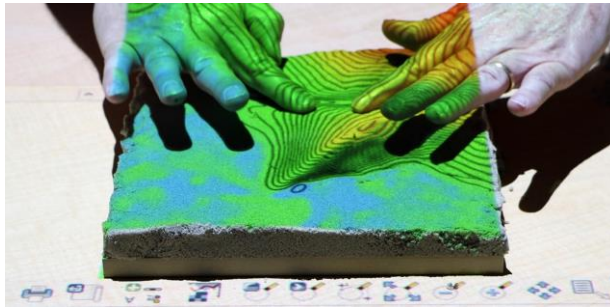


Görüntü 40: Metadesk, 1997.

(<http://www.dsource.in/sites/default/files/course/tangible-user-interface-ii/tangible-bits-introduction/images/01.jpg>)

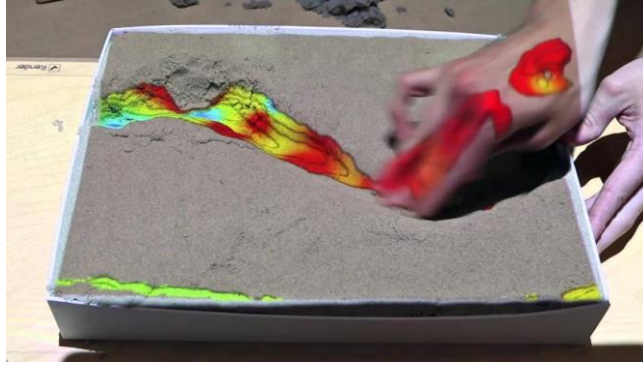
3.1.6. Sürdürülebilir Kullanıcı Arayüzü

Önceden tanımlanmış bağımsız tekil nesnelere yerine, kil ve kum gibi sürdürülebilir ve biçim verilebilir malzemelerle kullanıcının etkileşmesi yöntemidir. Bu doğrultuda etkileşimli coğrafi şekiller oluşturulmaktadır (Bkz. Görüntü 41 ve 42).



Görüntü 41: Tangible Landscape

(http://baharmon.github.io/tei-2016/img/art_2.jpg)



Görüntü 42: Tangible Landscape

(<https://i.ytimg.com/vi/zpHJtnMdZQ4/maxresdefault.jpg>)

3.1.7. Artırılmış Gerçeklikte Nesnelere

Artırılmış gerçeklikte nesnelere, sıradan nesnelere çeşitli durumları kontrol etmek üzere kullanıcı ile etkileşimli hale getirilmesidir. Aşağıda örneği görülen şişelerin üzerindeki basınç arttıkça müziğin hızı ve ritmi artıp masanın rengi aydınlanmakta, basınç azaldıkça müziğin ritmi yavaşlayıp renkler solmaktadır (Bkz.Görüntü 43) (Ishii, 1999).



Görüntü 43: Müzik Şişeleri, 1999

(<https://www.aec.at/radicalatoms/files/2016/08/Music-Bottles-Web.jpg>)

3.2. SOMUT ARAYÜZ - GRAFİK ARAYÜZ FARKLILIKLARI

3.2.1. Grafik Arayüz Özellikleri:

Geleneksel grafik arayüzlerde, soyut kavramların yine soyut grafikler ile gösteriminden dolayı bir çelişki yaşanmaktadır.

Geleneksel grafik arayüzler sayısal bilgiyi, görüntüyü oluşturan noktalar olarak göstermektedir. Bu grafiksel görüntüler genel amaçlı fare, klavye gibi çevresel birim aletleri ile 'gör ve tıkla' şeklinde kontrol edilmiştir. Bununla birlikte bu kullanıcı ekranlarındaki noktalarla olan etkileşimler, ekranın geri kalanı ile tutarlı değildir. Pencereler, menüler, sürükle bırak gibi sanal arayüzler kullanıcıyı fiziksel dünyadan tamamen uzaklaştırmıştır. Bu tür arayüzlerle etkileşim, gerçek dünyada kullanılan fiziksel nesnelere avantajlarını kullanmayı engellemiştir. Örnek olarak, eller ile kavranabilen ahşap ya da plastik bir blok, kum ve kilin oluşturduğu bir biçimin hissiyatı verilebilmektedir. Mevcut grafik kullanıcı arayüzüyle genel giriş birimleri, kullanıcıların sayısal bilgiyi, yine sayısal bilgi içeren dolaylı çevresel birim araçları ile kontrol etmesine dayanmaktadır. Bu yöntem kullanıcının sahip olduğu haptik avantajları kullanamamasına yol açmaktadır. Genel çevresel birimlerin her iş için aynı şekilde kullanılması sonucu tam verim alınamayan durumlar da oluşmaktadır. Ekran tabanlı etkileşim içeren bu uygulamalar duruş bozukluklarından ve hareketsizlikten kaynaklanan çeşitli sağlık problemlerine de neden olabilmektedir.

Fitzmaurice' e göre geleneksel grafik arayüzleri doğrudan kontrol kavramına dayanmaktadır. Bununla birlikte, GUI'ler için doğrudanlık ve kontrol düzeyinin son on yılda fazla gelişmediği veya çok fazla değişmediği gözlenmektedir. Simge ve menülerle birlikte klavye ve fare kullanılmakta, tıklama ve sürükleme gibi eylemler günlük hayatın rutini olmaktadır.

Arayüzün 'doğrudanlığı' ve 'kontrol edilebilirliği' grafik kullanıcı arayüzleri için girdi (çevresel birimler) mekanizmalarını geliştirerek gerçekleştirilebileceği belirtilmiştir. Mevcut grafik kullanıcı arayüzler en az sayıda fiziksel araçlarla (ör. klavye ve fare) çalışacak şekilde tasarlanmıştır (Fitzmaurice, 1996)

Bu açıklamalar göstermektedir ki geleneksel grafik arayüzler doğrudan kontrol kavramı ile gelişmeye çalışsalar da günümüzde çok fazla yol kat edemedikleri gözlenmektedir. Örnek olarak, üç boyutlu modelleme programlarını üzerinde yapılan tasarımlar iki boyutta hareket eden genel amaçlı fare ile yapılmaya çalışılmaktadır. Bu durum gerçekleştirilen eylem ile kavramsal düzeyde eşleşmemektedir.

Bu bağlamda geleneksel grafik arayüzlerin ve genel çevresel birimlerin bu kadar yaygın olması, ilk tasarlanan genel amaçlı ürünlerin belirlediği yöntemin sorgulanmadan kabul görmüş olduğu gerçeğini ortaya çıkartmaktadır. Ayrıca bunda Apple'ın başarısı, Macintosh ve Microsoft Windows grafiksel kullanıcı arayüzleri, insan-bilgisayar etkileşimini standart yöntem haline getirmiş olmasıdır. Tüm bunlara ek olarak da üretim kolaylığı, ekonomik açıdan ucuz olmaları nedeniyle halen genel çevresel birimler (ekran, fare, klavye vb.) üreticiler tarafından üretilmeye devam etmektedir.

3.2.2. Somut Arayüz Özellikleri:

Somut arayüz ise kavramsal ve teknik açıdan geleneksel grafik arayüzlerden oldukça farklıdır. İshii'ye göre bilginin kendisine fiziksel biçim verip aynı zamanda kontrolü sağlanmaktadır (İshii, 2008). Bu bağlamda bilgi, hem fiziksel olarak tanımlı hale gelmekte hem de ellerin ve tüm vücudun kontrolü ile kullanıcıyla daha doğrudan bir etkileşim kurması sağlanmaktadır. Bu kavram, geleneksel grafik arayüzlerden farklı olarak soyut grafiklerin somut olarak kullanıcının eliyle kontrol ettiği ve hissedebildiği bir yöntem olmaktadır. Bu yöntemler daha önceki yöntemlerden farklı olarak uygulamanın konusu ile tam olarak örtüşmektedir. Örnek olarak sanal bir ev görüntüsünün kontrolü için, el ile tutulabilen gerçek model bir ev somut kullanıcı arayüzü olarak kullanılabilir. Bu şekilde kavrayarak hissederek evin dinamikleri daha iyi anlaşılabilir, gerçek hayat ile olan benzerlikler daha iyi anlaşılabilir. Üç boyutlu yazıcılarda olduğu gibi soyut bilginin kendisini tanımak ve kavramak avantajı yakalanmaktadır. Somut kullanıcı arayüzler soyut nesnelere somutlaştırarak gerçek hayatta onların biçim bulmalarına olanak tanımıştır.

Bu kavram, eğitim alanında da yeniliklere yol açmıştır. Küçük çocukların soyut kavramları öğrenmesinde somut kullanıcı arayüzlerinin doğal bir yöntem olarak olumlu katkısı olduğu düşünülmektedir. Somut etkileşimli kullanıcı arayüzleri, yetişkinlerin ve daha ileri yaştaki kullanıcıların el-motor becerilerini kullanmasına geliştirmesine yardımcı olduğu düşünülmektedir. Kullanıcıların gerçekte alışkın olduğu gibi somut nesnelere tutarak kavrayarak arayüz ile etkileşimde bulunmasına olanak tanımaktadır.

Bu doğrultuda somut arayüzlerini oluşturan biçimler, hem temsil ettikleri sayısal bilgiyi, hem de fiziksel olarak kontrolü aynı anda gerçekleştirmektedir. Somut kullanıcı arayüzü, sayısal bilgiyi doğrudan elle kontrol ederek algılanabilir, tanımlanabilir hale getirir. Somut arayüzler, geleneksel grafik arayüzlerden farklı olarak, haptik etkileşim becerilerinin avantajını kullanmaktadır.

4.BÖLÜM

UYGULAMA

4.1. AMAÇ

Bu uygulamada somut tasarım kapsamında, fiziksel nesnelere sayısal bilgi eklenerek bu nesnelere ile doğrudan uygulama kontrolü yapan bir proje amaçlanmıştır. Kullanıcıların bu nesnelere ile uygulamaları gerçekleştirmeleri beklenmiştir. Bu bağlamda somut arayüze sahip bir geliştirme platformu oluşturulmuştur.

4.2. HEDEF KİTLE

Hedef kitle yazılım geliştiriciler ve kullanıcılar olmak üzere iki gruba ayrılmıştır.

4.2.1. Yazılım Geliştiriciler

Bu somut platformu geliştireceği öngörülen kişiler, grafik tasarımcılar, etkileşimli uygulama yapan görsel sanatçılar, robot toplulukları, yazılım ve bilgisayar alanındaki mühendislik öğrencileri ve hobi olarak sayısal elektronik ile uğraşan geliştiriciler olarak düşünülmüştür. Bu somut platformun özellikle grafik tasarımcıların ve görsel sanatçıların çalışmalarına yeni boyutlar kazandıracağı, vizyonlarına olumlu katkı yapacağı düşünülmektedir. Somut nesnelere ile soyut grafik nesnelere temsil edildiği neredeyse sayısız farklı durumda ortaya çok yönlü ve çok boyutlu uygulamalar çıkabileceği öngörülmektedir.

4.2.2. Kullanıcılar

Somut platform, geliştiricilerinin uygulamaları ile her yaştaki kullanıcının ihtiyacına göre yeniden programlanabilmektedir. Bu durumda kullanıcılar okul öncesi çocuktan ileri yaştaki yetişkinlere kadar geniş bir yelpazede yer almaktadır. Farklı kullanıcının ihtiyaçlarına göre farklı bir uygulama yüklenerek son kullanıcı profili değiştirilebilmektedir.

Bu tez kapsamında yapılan projenin uygulamasının hedef kitlesi, ilk okulda okuyan, okuma ve yazmayı yeni öğrenmiş çocuklara yöneliktir.

4.2.2.1. Hedef Kitle Seçimini Belirleyen Bilimsel Kriterler

Tezin kuramsal bölümlerindeki araştırmalardan çıkan sonuçlar doğrultusunda ve erken çocukluk dönemi olan (0-8) yaş aralığındaki, okuma ve yazmayı yeni öğrenmiş çocuklar için bir uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu yaş aralığındaki çocukların soyut kavramlar yerine doğrudan somut nesnelere ile etkileşim oyun oynamaları kişisel gelişimleri ve sosyalleşmeleri için çok önemli olduğu düşünülmektedir.

Bu dönemde çocuklar bilgiyi kağıt kalem kullanarak ya da soyut düşünme yoluyla değil; deneyimleri, etkileşimleri, yaptıkları ve konsantrasyonları yoluyla yapılandırır. Çocuklar öğrenmek için mutlaka nesnelere dokunmalı, manipüle etmeli, görseller oluşturmalı, anlattıklarımızı-hikayelerimizi dinleyerek canlandırmalı, model almalı, konuşmalı ve şarkı söylemeli, hareket etmeli ve oyun oynamalıdır (Tunçeli & Zembat, 2017).

Tunçeli ve Zembat'a göre çocukların soyut düşünmeye zorlanacakları platformlar ya da oyunlar yerine dokunabilecekleri manipüle edebilecekleri somut görsellerin oluşturulması gerekmektedir. Bu bağlamda somut tasarımın ana kavramı olan somut nesnelere ile etkileşim ve fiziksel manipülasyonun, tam olarak erken dönem çocuklarına uygulanacak bir yöntem olduğu görülmektedir.

4.3. SOMUT PLATFORMUN ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Alfabe harfleri, meyveler, sebzeler, araçlar, meslekler vb. gibi temel kavramlardan kullanıcının dokunabildiği, eli ile kavrayabildiği somut nesnelere (harfler, meyveler, araçlar, vb.) oluşturulmuştur. Bunların RFID okuyucu ve yazıcı bir portal üzerinden ekran ile etkileşimi gerçekleştirilmiştir. Platform, kullanıcının harfler ile istediği kelimeleri yazmasını bunun yanı sıra içerdiği oyunlar ile de nesnelere adlarını bulmasını amaçlamaktadır.

Bu gerekleŖtiėinde kısa bir müzik alarak kullanıcıya geri bildirim sağlanmaktadır. Platformun grup etkinliğine uygun bir ürün olması hedefiyle kullanıcının sosyalleŖmesine katkı sağlayacağı dŖnlmŖtir.

- Tüm görsel uygulamalar 'Pixelart' tarzında yapılmıŖtır.
- Doğru veya yanlış girdi yapıldığında geri bildirim olarak uyarı sesleri, efektler ve müzik parçalarına yer verilmiŖtir.
- Platformun aılıŖında Hacettepe niversitesi logosu gsterilmiŖtir.

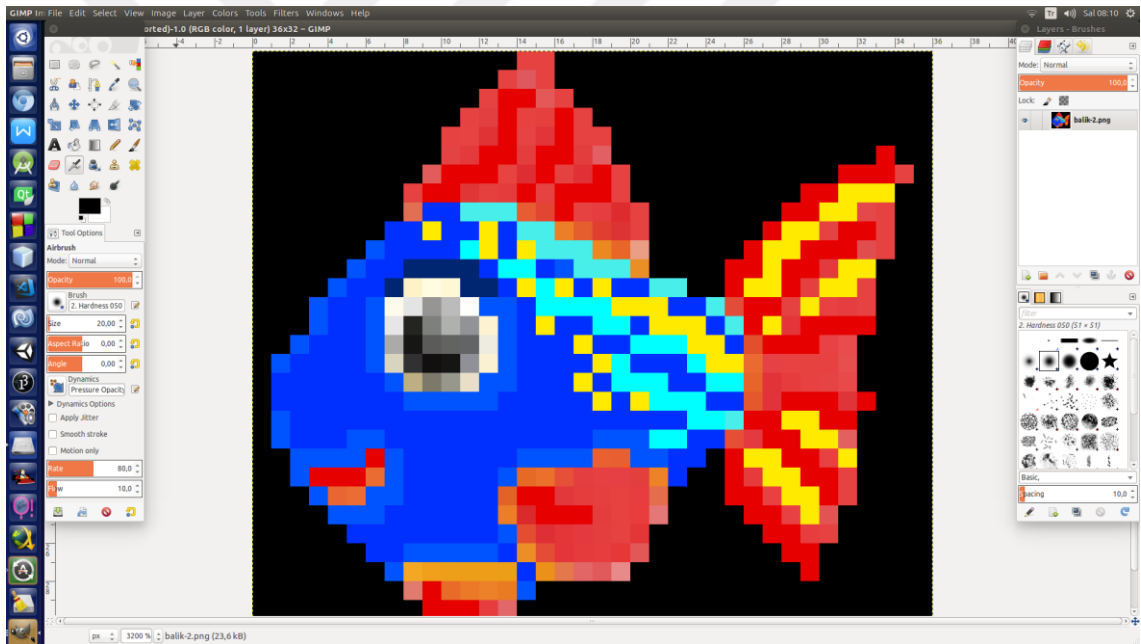
Logonun aılıŖının ardından alfabe ortaya çıkmaktadır. ocuk platforma zel RFID etiketi bulunduran gerçek harfler ile istediği yazıyı oluŖturabilmektedir. Bu, harflerin teker teker portal üzerinde bulunan özel dairesel bir alan (alıcı) içine yerleŖtirmesi ile gerekleŖmektedir. ocuk istediği kadar harfi arka arkaya tekrar edebilmektedir. YanlıŖ bir harf konulduğunda içinde RFID etiketi bulunan silgi ile silinebilmektedir. Her bir harfin ve diğer tüm somut nesnelerin birbirinden farklı birer RFID etiketi vardır. RFID etiketi, her nesnenin alt tarafında bulunmaktadır. Bu, portalda bulunan alıcı tarafından okunabilmektedir. Böylece her nesne kendine yklenmiŖ ve göreviyle tam rtŖen bir bilgiye sahiptir. Portaldan gelen bu bilgi Arduino platformu tarafından çözümlenmekte ve pixelart olarak RGB matrix ekrana gönderilmektedir.

rnek olarak  boyutlu 'A' nesnesinin (somut A harfi) içinde bulunan RFID etiketine 'A' harfi bilgisi yklenmiŖtir. Bu Ŗekilde domates nesnesine domates, balık nesnesine ise balık bilgisi yklenmiŖtir.

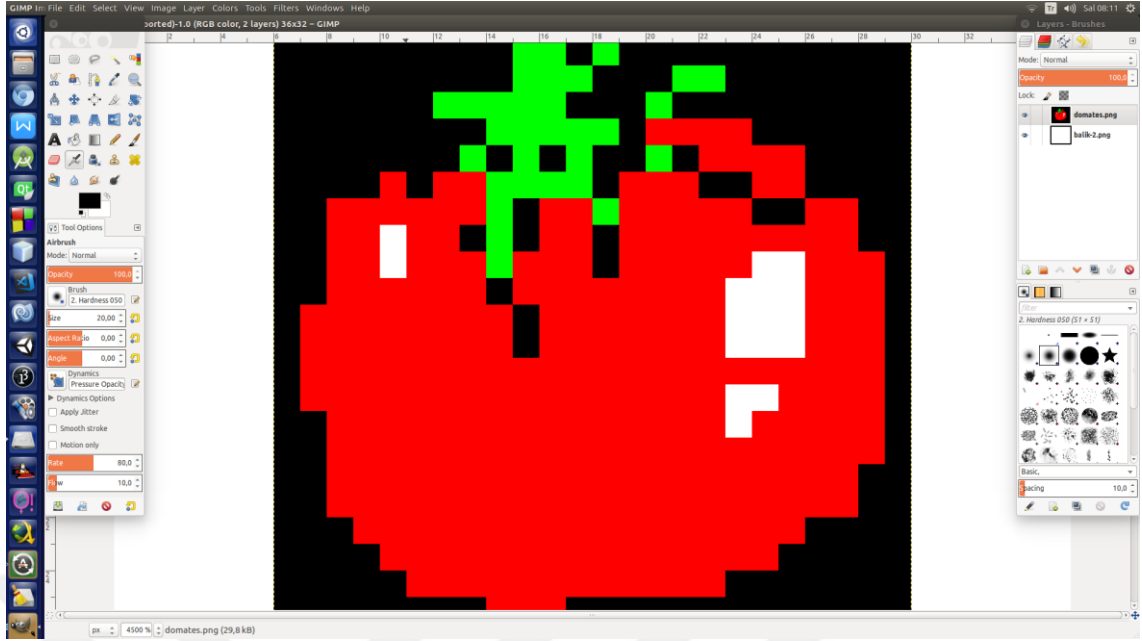
Platform yazılımında oyunlar da mevcuttur. Bunlar platformun panelinde pixelart animasyonu Ŗeklinde olup, görüntünün hangi nesneye ait olduğunun sorulduğu geliŖtirilmeye açık oyunlardır. Çocuğun platformla kendi kendine oynayacağı gibi arkadaŖlarıyla da beraber oynayıp, birlikte eğlenmeleri amalanmıŖtır.

4.4. YAZILIM

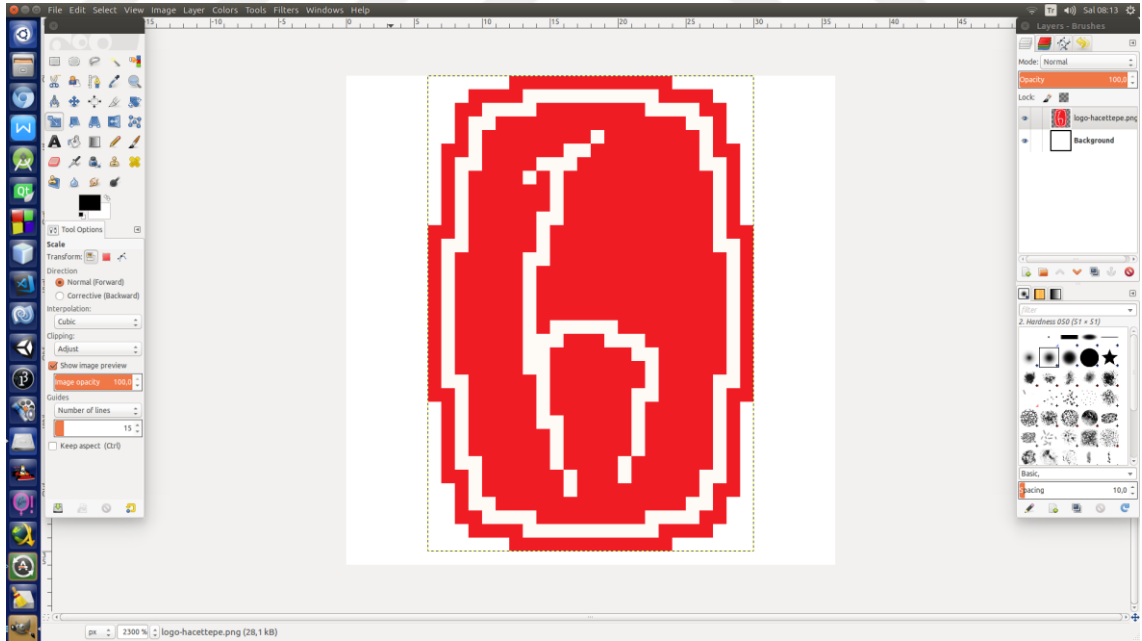
Pixelart görseller 'Gimp-GNU 2.8 Image Manipulation' programı ile gerçekleştirilmiştir. Gimp ücretsiz bir yazılımdır ve en iyi PhotoShop alternatifi olarak bilinmektedir. Linux için geliştirilmiş daha sonra Windows için de sürümleri çıkmıştır. Özellikle pixelart alanında çalışan görsel sanatçıların sıkça kullandığı bir program olması nedeniyle de bu tezde tercih edilen programların başında gelmektedir. Pixelart görseller için Gimp'in brush tool çözünürlük ayarı 1 nokta çözünürlüğe getirilmiştir. Kare kare nokta boyama tekniği kullanılarak görseller tamamlanmıştır (Bkz. Görüntü 44-48).



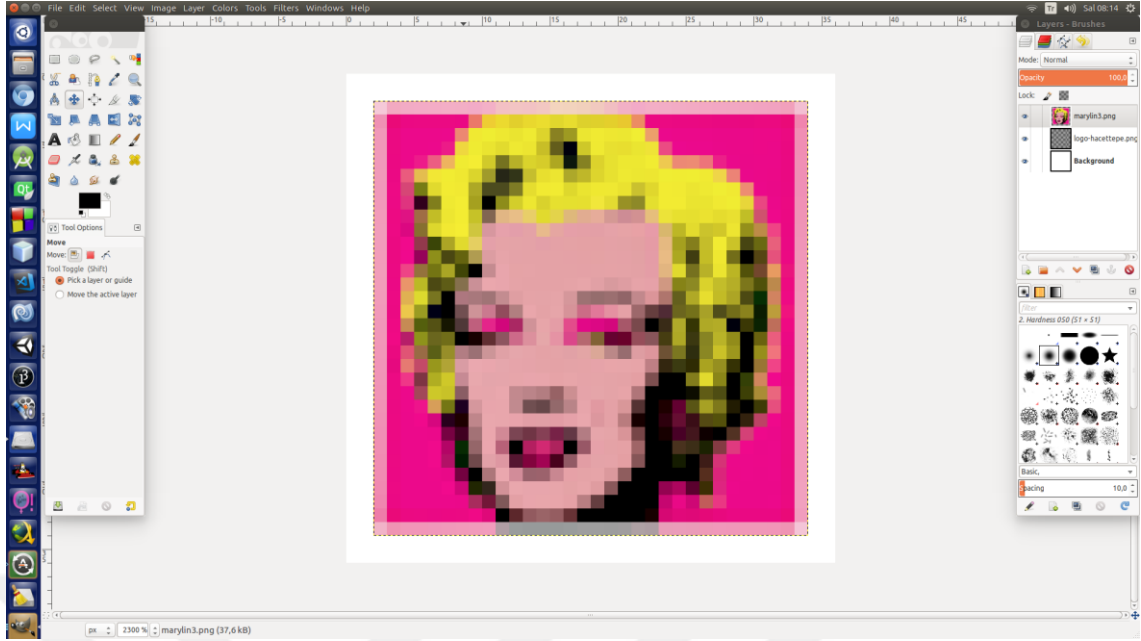
Görüntü 44: Gimp arayüzü ve pixelart biçiminde balık görseli, 30 dikey X 37 yatay noktadan oluşmaktadır.



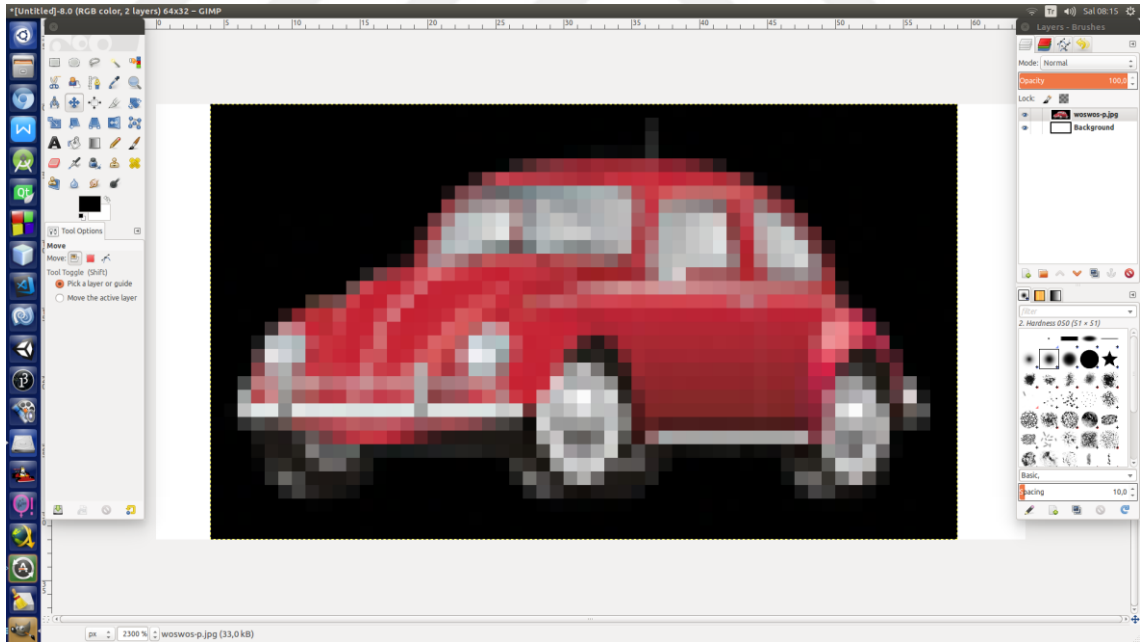
Görüntü 45: Gimp arayüzü ve domates görseli, 24 dikey X 24 yatay noktadan oluşmaktadır.



Görüntü 46: Gimp arayüzü ve Hacettepe logosu, 32 dikey X 24 yatay noktadan oluşmaktadır.




Görüntü 47: Gimp arayüzü ve Marilyn Monroe'nun, Andy Warhol tarafından yapılmış popart çalışmasının pixelart'a dönüştürülmüş şekli, 32 dikey X 32 yatay noktadan oluşmaktadır.



Görüntü 48: Gimp arayüzü ve Volkswagen Beetle'in pixelart görüntüsü, 25 dikey X 56 yatay noktadan oluşmaktadır.

Pixelart görsellerin hazırlanması tamamlandıktan sonra programın ana bölümünün yazılımı yapılmıştır. Projenin yazılımında öğrenilmesi kolay bir programlama dili olan c++ tabanlı processing dili seçilmiş, platformun farklı uygulamalar için yeniden programlanmasına kolaylık sağlayacağı düşünülmüştür. Somut platform, Arduino'nun orijinal yazılım geliştirme arayüzü olan Arduino IDE 1.8.5 sürümü ile oluşturulmuştur. Ana dosya 1365 satır olarak yazılmıştır (Bkz. Görüntü: 49). Görsellerin oluşturulması ve yazılımın tamamı Linux (Ubuntu 16.04) ve (MX Linux 17.1) işletim sistemleri üzerinde yapılmıştır.



```

SOMUT_PLATFORM $ balik.h $ balik_0.h balik_1.h domates.h domates2.h hacette .h
kart26.toUpperCase ();
kart27.trim ();
kart27.toUpperCase ();
kart28.trim ();
kart28.toUpperCase ();
kart26.trim ();

```

1365 Arduino/Genuino Mega or Mega 2560, ATmega2560 (Mega 2560) on COM3

Görüntü 49: Arduino 1.8.5 IDE arayüzünde en altta bulunan satır, programın 1365 satırdan oluştuğunu, Arduino MEGA 2560 platformunun kullanıldığını ve iletişim portunu (burada COM3) göstermektedir.

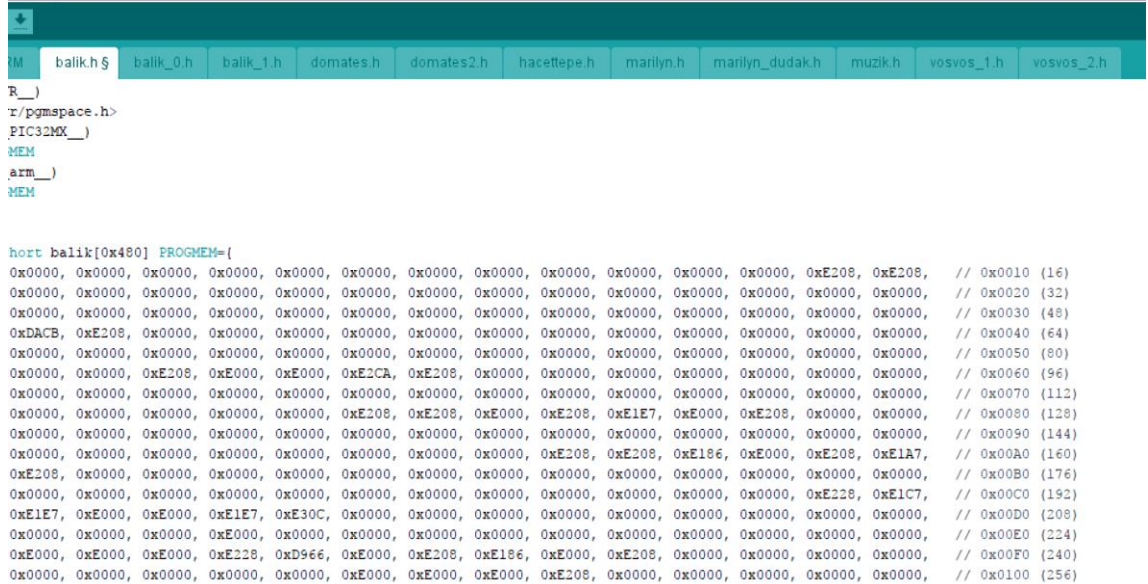
Yazılım onbir ayrı fonksiyon içermektedir. Her bir fonksiyon ayrı birer kütüphaneye karşılık gelmektedir. Bu kütüphanelerin içinde pixelart görüntülerin bulunduğu RGB565 formatında 4 haneli HEX satırları yer almaktadır. Böylece görüntüyü oluşturan her bir noktaya karşılık gelen sayısal bir veri grubu oluşturulmuştur (Bkz. Görüntü: 50).

Kütüphaneler:

```
#include "hacettepe.h" // HACETTEPE logosunun olduğu kütüphane
#include "balik.h" // Balık kütüphanesi
#include "balik_0.h" // Balık animasyonunun olduğu kütüphane
#include "balik_1.h" // Balık animasyonunun olduğu kütüphane
#include "domates.h" // Domates animasyonunun olduğu kütüphane
#include "domates2.h" // Domates animasyonunun olduğu kütüphane
#include "muzik.h" // Müziğin olduğu kütüphane
#include "marilyn.h" // Marilyn Monroe' nun olduğu kütüphane
#include "marylin_dudak.h" // Marilyn Monroe' nun olduğu kütüphane
#include "vosvos_1.h" // Volkswagen'in olduğu kütüphane
#include "vosvos_2.h" // Volkswagen'in olduğu kütüphane
```

M - balik.h | Arduino 1.8.5

>ls Help



```

R_)
τ/pgmspace.h>
PIC32MX_)
MEM
arm_)
MEM

hort balik[0x480] PROGMEM={
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0xE208, 0xE208, // 0x0010 (16)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x0020 (32)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x0030 (48)
0xDACB, 0xE208, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x0040 (64)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x0050 (80)
0x0000, 0x0000, 0xE208, 0xE000, 0xE2CA, 0xE208, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x0060 (96)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x0070 (112)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0xE208, 0xE208, 0xE000, 0xE208, 0xE1E7, 0xE000, 0xE208, 0x0000, 0x0000, // 0x0080 (128)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x0090 (144)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0xE208, 0xE208, 0xE186, 0xE000, 0xE208, 0xE1A7, // 0x00A0 (160)
0xE208, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x00B0 (176)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0xE228, 0xE1C7, // 0x00C0 (192)
0xE1E7, 0xE000, 0xE000, 0xE1E7, 0xE30C, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x00D0 (208)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0xE000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x00E0 (224)
0xE000, 0xE000, 0xE000, 0xE228, 0xD966, 0xE000, 0xE208, 0xE186, 0xE000, 0xE208, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x00F0 (240)
0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0xE000, 0xE000, 0xE000, 0xE208, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, 0x0000, // 0x0100 (256)

```

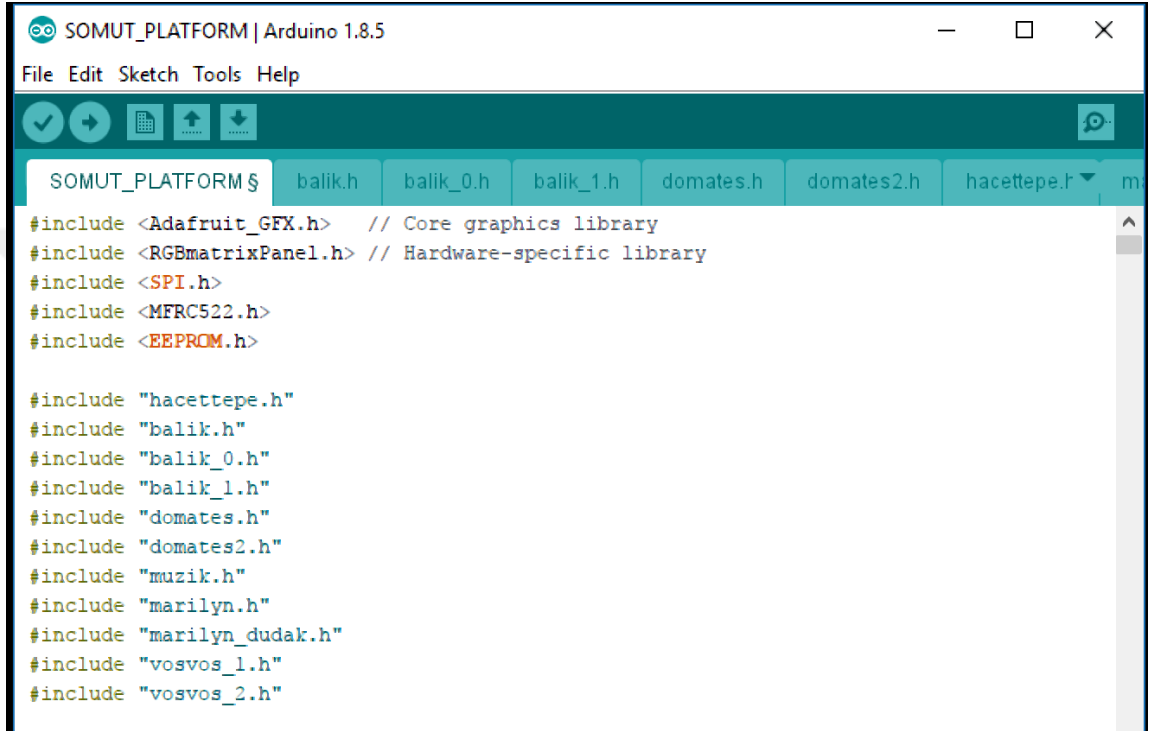
Görüntü 50: Oluşturulan kütüphanelerden balık kütüphanesinin RGB565 4 basamaklı hex satırları

Bu kütüphanelerin dışında RGB Matrix panelin ve RFID okuyucunun Arduino MEGA 2560 tarafından algılanabilmesi için Adafruit'in ve Arduino'nun hazır program kütüphanelerinden de yararlanılmıştır (Bkz. Görüntü 51).

```

#include <Adafruit_GFX.h>    // Core graphics library (Adafruit)
#include <RGBmatrixPanel.h>  // Hardware-specific library (Adafruit)
#include <SPI.h>             // Serial Peripheral Interface library (Arduino)
#include <MFRC522.h>        // RFID Read and Write library (Arduino)
#include <EEPROM.h>         // EEPROM Read and Write library (Arduino)

```



```

SOMUT_PLATFORM | Arduino 1.8.5
File Edit Sketch Tools Help
SOMUT_PLATFORM $ balik.h balik_0.h balik_1.h domates.h domates2.h hacettepe.f m
#include <Adafruit_GFX.h> // Core graphics library
#include <RGBmatrixPanel.h> // Hardware-specific library
#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <EEPROM.h>

#include "hacettepe.h"
#include "balik.h"
#include "balik_0.h"
#include "balik_1.h"
#include "domates.h"
#include "domates2.h"
#include "muzik.h"
#include "marilyn.h"
#include "marilyn_dudak.h"
#include "vosvos_1.h"
#include "vosvos_2.h"

```

Görüntü 51: Adafruit ve Arduino kütüphanelerinin # include satırları (ilk beş satır).

RFID etiket bilgileri program içerisine dahil edilmeyip Arduino MEGA 2560'ın EEPROM belleğine yazılmıştır. Böylece ana yazılım değiştirilse bile RFID etiket bilgileri değişmeyip mikro denetleyicinin (ATmega2560) içinde kalmaktadır. Bu yöntem sonradan yeni yazılımlar yüklendiğinde büyük avantaj sağlamaktadır. Yazılımcı tekrar tekrar bu etiket bilgilerini girmek durumunda kalmamaktadır. Bu tez için geliştirilen yazılımda 32 ayrı RFID etiket bilgisi yüklenmiştir. Bunlardan 26 adet alfabe harfleri için, 6 adet fiziki nesne (figür) için mikro denetleyicinin EEPROM hafızası programlanmıştır.

Bu işlem için yine Arduino MEGA platformu üzerinde çalıştırılan RFID etiket okuma- yazma programı kullanılmıştır.

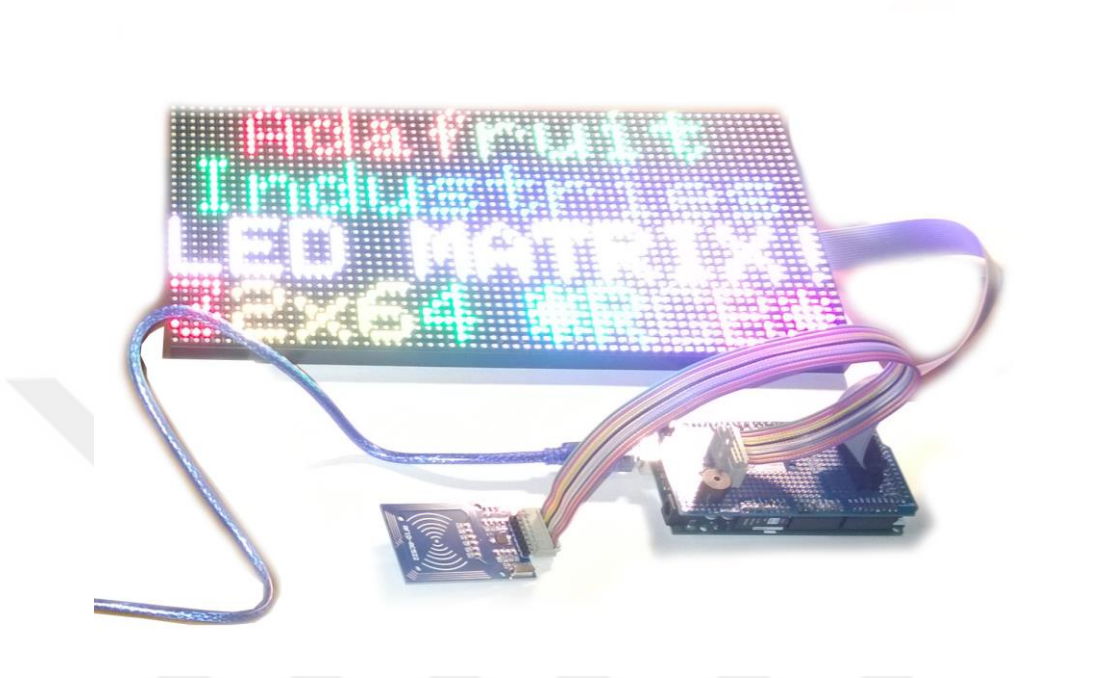
4.5. DONANIM

- Tüm sistem (Arduino MEGA 2560), Toshiba CL10B-101,10.1 inç, Intel N2840 işlemcili bir dizüstü bilgisayar ile programlanmıştır.
- Adafruit ve Arduino kütüphaneleri ile uyumlu 32 X 64 nokta RGB (Red, Green, Blue) renkli aktif matrix ekran kullanılmıştır.
- Arduino MEGA 2560 mikro denetleyici seçilmiştir.
- Arduino MEGA PROTO SHIELD yardımı ile RGB Matrix Panel ve RC522 RFID okuyucu bağlantısı yapılmıştır.
- RFID (Radio-Frequency Identification) RC-522 modül ile RFID etiketler okunabilmiştir.
- 32 X RFID etiket uygulama için Arduino MEGA 2560 mikrodenetleyicinin EEPROM hafızası programlanmıştır.
- 10 amp toplam güç, 2.1amp ve 1amp çıkışlı 5v taşınabilir S-Link LiPo güç ünitesi kullanılmıştır.
- 2 X USB bağlantı kabloları ile Arduino'nun ve RGB matrix panelin güç beslemesi yapılmıştır.

4.6. TASARIM

Somut platform tasarımı üç ana parçadan oluşmaktadır. Bu parçalardan ilki yazılımın yüklendiği Arduino MEGA 2560 mikro denetleyicisidir. İkinci parça RFID etiketlerinin okunabildiği dairesel bir tasarıma sahip olan portaldır. Bu portal 50 cm uzunluğunda bir kablo ile Arduino MEGA'ya bağlanmıştır. Böylece kullanıcı, portali kullandığı elin konumuna göre sağa ya da sola taşıyabilmektedir. Son olarak üçüncü parçayı da renkli RGB 32X64 matrix ekran oluşturmaktadır (Bkz. Görüntü 52). RGB Matrix ekran üzerinde siyah renkte pleksiglas koruyucu bir panel kullanılmıştır (Bkz. Görüntü 53). Bu koruyucu panelin iki görevi bulunmaktadır.

Bu siyah panel, ledleri herhangi bir darbeye ya da sıvı temasına karşı korurken, ikinci olarak da ekrana gelen beyaz ışığı kırmakta böylece okunabilirlik artmaktadır.



Görüntü 52: RGB 32X64 matrix ekran, koruyucu panel yok, okunabilirlik az.



Görüntü 53: RGB 32X64 matrix ekran, koruyucu panel var, okunabilirlik yüksek.

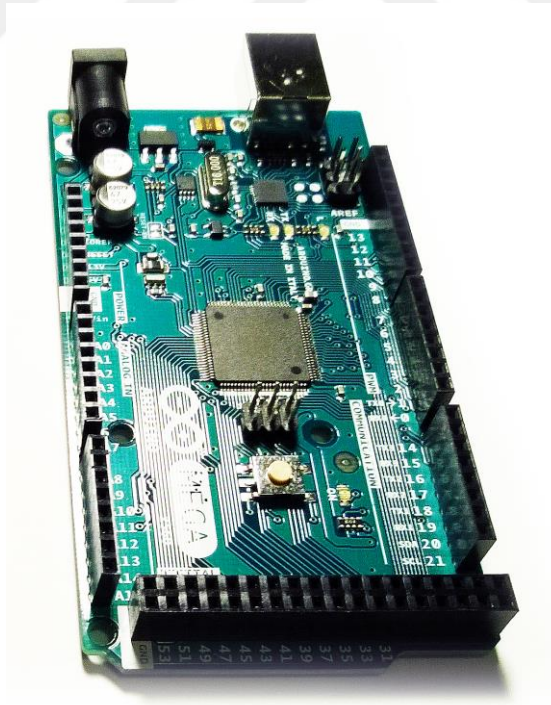
4.7. TASARIM AŞAMALARI

4.7.1. Birinci Aşama: Bileşenlerin Seçimi

Somut platform ilk olarak kendisini oluşturacak bileşenlerin belirlenmesi ile başlamıştır. Bu doğrultuda gerek programlanabilme kolaylığı gerek uygulama örneklerinin çokluğu aynı zamanda kolay ulaşılabilirliği ve fiyatının ucuz olması nedeniyle Arduino platformuna karar verilmiştir.

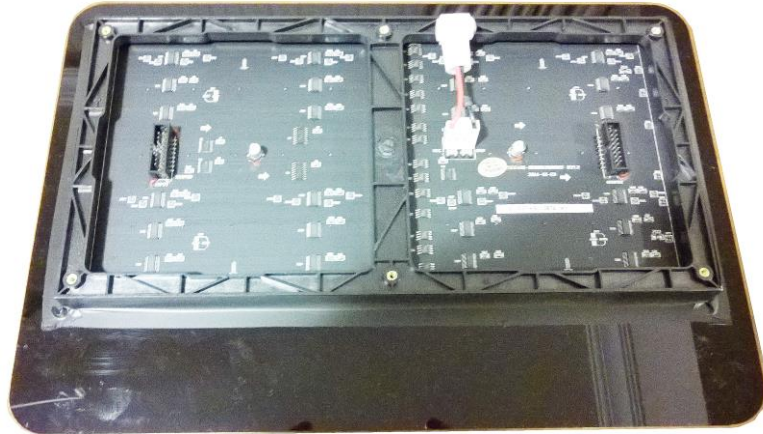
Piyasada bulunan bir çok farklı Arduino arasından Arduino MEGA 2560 modeli seçilmiştir (Bkz. Görüntü 49). Bu modelin seçilmesindeki başlıca nedenler:

- Hafıza boyutunun 32 kb olarak yeterli düzeyde olması,
- Giriş çıkış kapılarının 54 adet olarak oldukça yeterli olması
- Arduino MEGA 2560'ın önemli bir özelliği olarak da 32X64 noktadan oluşan RGB matrix bir paneli çalıştırabilmesidir.



Görüntü 54: Arduino MEGA 2560

İkinci olarak seçilen bileşen renkli 32X64 RGB matrix panel olmuştur. Bu panelin seçimindeki neden pixelart tekniğine uygun oluşu, az enerji harcaması ve Arduino MEGA ile uyumlu çalışabilmesidir (Bkz. Görüntü 55).

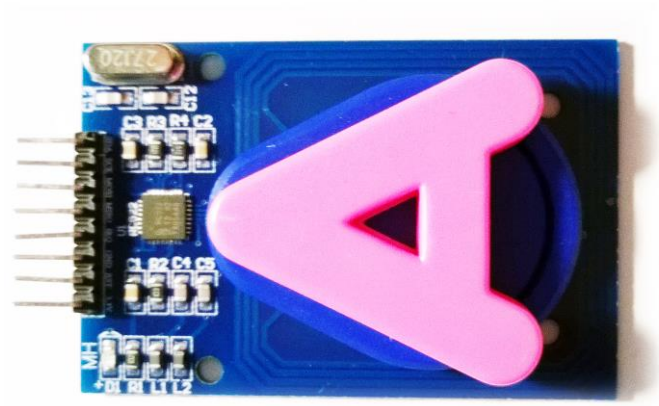


Görüntü 55: Adafruit'in RGB Matrix 32X64 paneli arka görünüşü ve güç bağlantısı

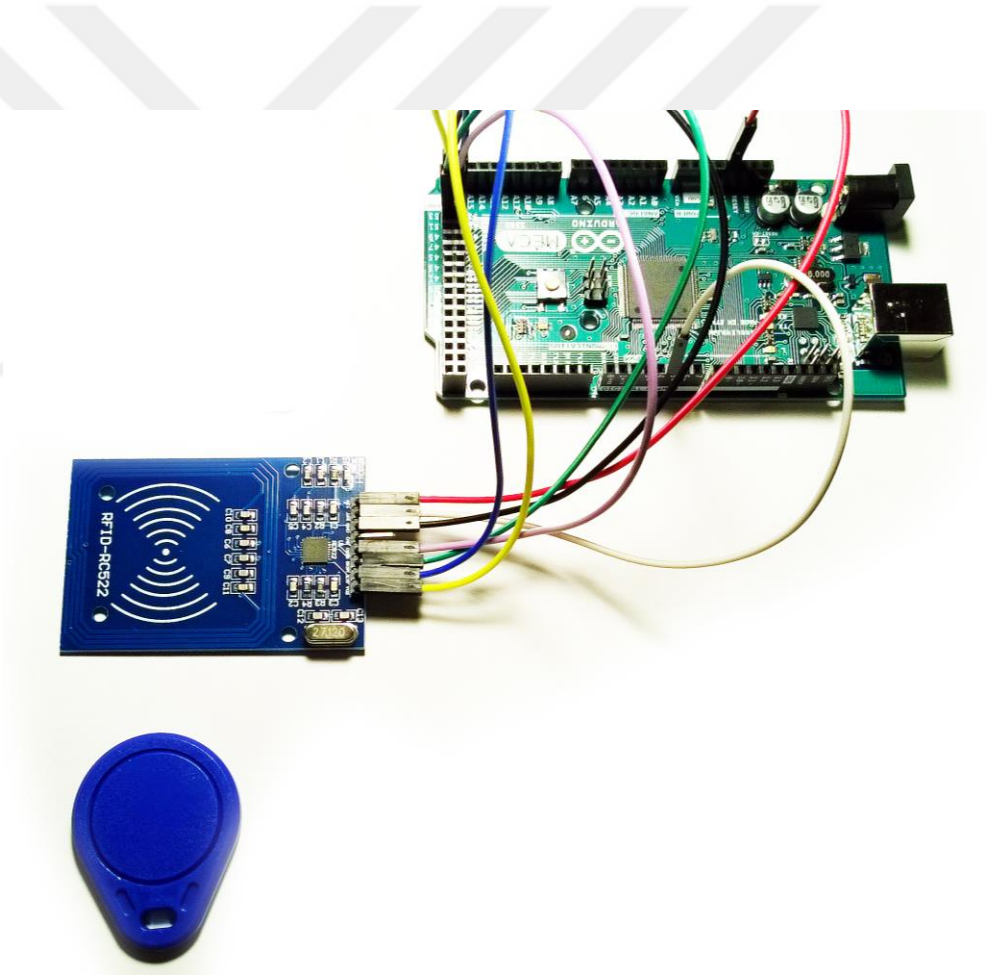
Üçüncü olarak seçilen parça RC522 RFID okuma - yazma modülü ve RFID etiketlerdir. Bu modül yardımıyla RFID etiketleri okunabilmekte ve üzerine bilgiler yazılabilmektedir (Bkz. Görüntü 56).



Görüntü 56: RFID RC522 modül ve etiketi.



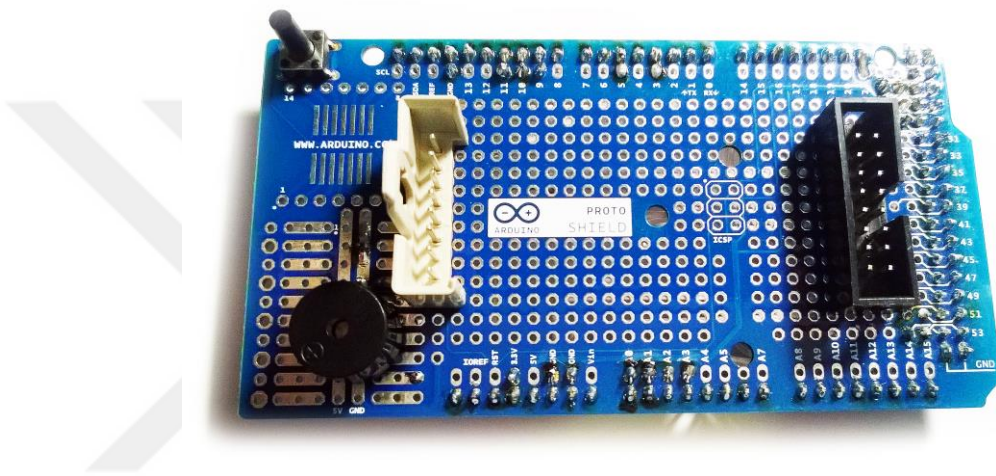
Görüntü 57: RFID RC522 modül ve üzerine konmuş 'A' harfine bağlı olan etiketi.



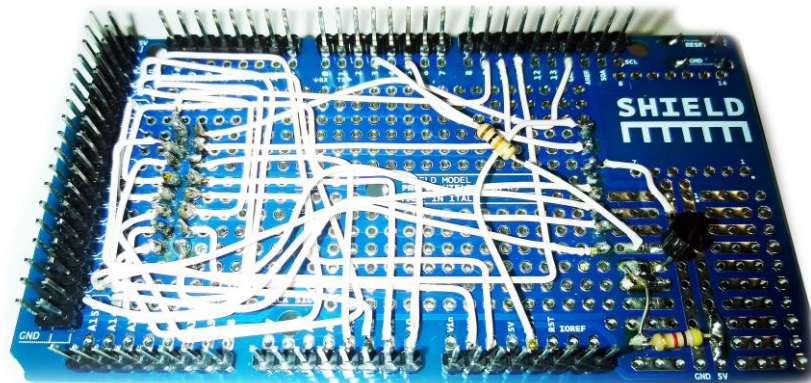
Görüntü 58: RFID RC522 modülü, Arduino MEGA'ya uygulama kabloları ile test bağlantısı yapılmış.

4.7.2. İkinci Aşama: Bileşenlerin Montajı

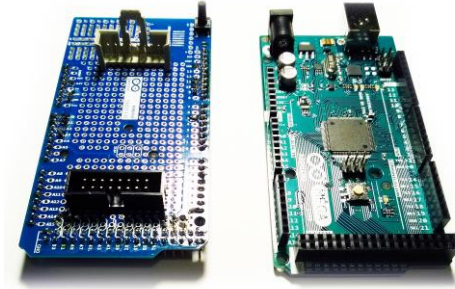
Bu aşamada Arduino MEGA ile RGB matrix panelin bağlantısı yapılmıştır. Bu bağlantıya olarak tanıyan özel bir ara adaptör (PROTO SHIELD) seçilmiş bu adaptör üzerine RGB panelin ve RFID modülünün 16 ve 8 bacaklı soketleri takılmış, müzik ve efektler için buzzer modülü eklenmiş ve bunlar kablolar yardımı ile proto shield'in arka tarafına lehimlenmiştir (Bkz. Görüntü: 59 ve 60).



Görüntü 59: Arduino PROTO SHIELD ön taraf



Görüntü 60: Arduino PROTO SHIELD arka taraf



Görüntü 61: Arduino PROTO SHIELD ve Arduino MEGA.



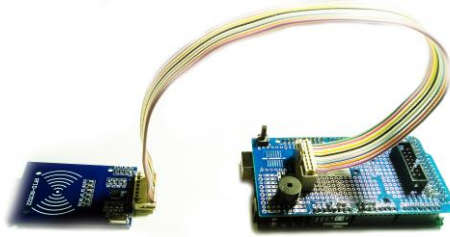
Görüntü 62: Arduino PROTO SHIELD'in, Arduino MEGA ile birleştirilmiş ve bitmiş hali.



Görüntü 63: Arduino MEGA'nın kutulanma aşaması.



Görüntü 64: Arduino MEGA'nın kutulanmış hali.



Görüntü 65: RFID RC 522 modülünün Arduino'ya soket ve grup kablo ile bağlanmış hali



Görüntü 66: Portalın içine RFID RC522 modülünün yerleştirilmiş kutulanmış ve kablo bağlantısı yapılmış hali.

4.7.3. Üçüncü Aşama: Bileşenlerin Testi

Bileşenlerin montajının ardından test aşamasına geçilmiştir. Bunun için ilk olarak yazılım üzerinden ekrana doğrudan semboller ve kelimeler gönderilmiş daha sonra portal aracılığı ile aynı durum tekrarlanmıştır.

İlk olarak Hacettepe Üniversitesinin logosu pixelart tekniği ile oluşturulmuş ve platform üzerinde görüntülenmiştir. (Bkz. Görüntü: 67).



Görüntü 67: Somut platformun bağlantıları yapılmış yazılım yüklenmiş ve logo görüntüsü test edilmiştir.

Daha sonra alfabe yazılımı Arduino MEGA'ya yüklenmiş alfabe görüntüleri test edilmiştir. Somut alfabe nesneleri ile görüntüdeki karakterlerin aynı renkte kodlanmasına dikkat edilmiştir (Bkz. Görüntü 68).



Görüntü 68: Somut platformun logo açılışından sonra ekrana alfabe harfleri gelmektedir. Ekran ile aynı renk kodlanmasına sahip somut harfler ve ekran görüntüleri.



Görüntü 69: Somut platformun ekranında 'HACETTEPE' kelimesi test edilmiş hali.

Bu aşamalar geçildikten sonra etkileşimli portalın testi başlamıştır. Portalın üzerine konan etkileşimli harfler ile Hacettepe kelimesi tekrar yazılmış ve portalın çalıştığı görülmüştür. Yazılar, somut harflerin her biri, sırayla tek tek portalın üzerine konulması suretiyle ekranda gözükmemektedir. Bu durumda aşağıdaki görüntüde portala en son olarak 'E' harfi konulmuştur (Bkz. Görüntü 70).



Görüntü 70: Somut platformun ekranında 'HACETTEPE' kelimesi yazılmış, portala en son 'E' harfi konmuş.

Ekrana yazılan harfler istendiğinde silgi sembolü ile sırasıyla sağdan sola doğru silinebilmiştir. Aşağıdaki görüntüde 'HACETTEPE' nin son harfi olan 'E' portala konan silgi yardımı ile silinmiştir (Bkz. Görüntü 71).



Görüntü 71: Somut platformun ekranında 'HACETTEPE' kelimesinin sondaki 'E' harfi silgi ile silinmiş hali.

Tüm bu aşamalar üç ay boyunca sürekli denenmiş ve gerekli yazılımsal ve donanımsal güncellemeler yapılarak platformun düzgün çalışması sağlanmıştır.

4.8. KELİME OYUNLARI

Somut platform içinde kelime oyunları da yer almaktadır. Kullanıcı oyunu başlatmak için öncelikle oyunu temsil eden nesneyi portala koymasına gerekmektedir. Aşağıdaki görüntüde somut harfler, silgi ve kelime oyunlarına ait nesnelere görüntülenmiştir (Bkz. Görüntü 72).



Görüntü 72: Somut harfler, oyunları temsil eden somut nesnelere ve silgi

4.8.1. Domates Oyunu

Kullanıcı domates nesnesini portal üzerine koyduğunda ekranda bu nesneye ait görüntü animasyon olarak belirlemekte ve kelime oyunu başlamaktadır (Bkz. Görüntü: 73).



Görüntü 73: Somut platformun portalına domates nesnesi konmuş ve yedi harften oluşan kelimenin bulunması istenmiştir.

Oyuncu ekranda gördüğü nesneyi tanımak ve nesnenin adını yazmak durumundadır. Portala doğru bir harf koyduğunda ilgili harf ekranda görünmektedir (Bkz. Görüntü: 74). Harf doğru olduğu sürece kelimenin herhangi bir konumunda görüntülenebilir yani sırasıyla harfleri koyma zorunluluğu yoktur. Bu kullanıcıya kelimeyi tahmin etme olasılığı tanımaktadır Portala, kelimedeki olmayan bir harf konduğunda ise hoparlörden ikaz sesi gelir ve harf ekranda görüntülenmez.



Görüntü 74: D harfi portal üzerine konmuş ve ekranda doğru konumunda görüntülenmiş hali.



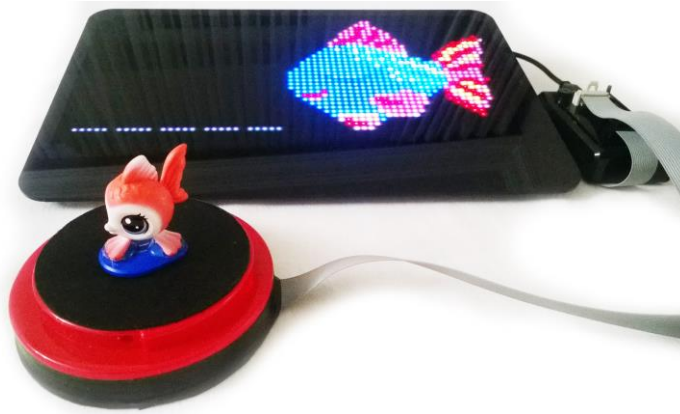
Görüntü 75: 'D' harfi ardından 'O' harfi portal üzerine konmuş ve ekranda görüntülenmiş hali.



Görüntü 76: Domatesi oluşturan tüm harfler yazılmış son harf olan 'S' harfi portal üzerindeki hali.

Tüm harfler bulunup konduğunda platformdan küçük bir kutlama melodisi gelmektedir (Bkz. Görüntü 76).

4.8.2. Balık Oyunu



Görüntü 77: Balık nesnesi portala konmuş, balık animasyonu başlamış, balığın gözü kapalı hali.



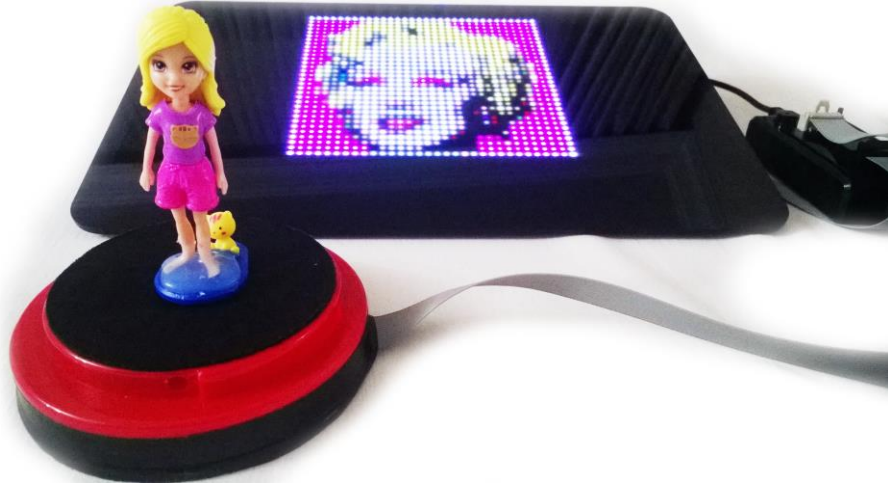
Görüntü 78: Balık yazılmaya başlanmış, portala B, A ve L konmuş, balığın gözü açık hali.



Görüntü 79: Balık yazılmış en son 'K' harfi konmuş hali.



Görüntü 80: Araba portal üzerinde.



Görüntü 81: Marilyn Monroe figürü (fiziksel nesne) portala konmuş, popart-pixelart uygulaması.

4.9. KULLANICI DENEYİMİ ÇALIŞMASI

Somut platform belirlenen hedef kitle tarafından denenmiş ve olumlu geri bildirim alınmıştır. Temel olarak somut platform, kullanıcılar üzerinde merak uyandırmıştır. Yapılan gözlemler sonucu kullanıcılar herhangi bir yönlendirme olmadan kısa süre içinde platform ile yazılar yazabilmiş ve oyunlar oynayabilmiştir (Bkz. Görüntü 82-89). Kullanıcılar somut harfler ile istedikleri şekilde kelimeler yazmışlardır. Zaman zaman iki ve daha fazla harfin portala konduğu gözlemlenmiştir. Bu durumda portal aynı anda üç harfe kadar okuma yapabilmiştir. Bazı kullanıcılar portala dokunmatik olarak algılamış harf koymadan parmakları ile portal üzerinde yazı yazmaya çalışmışlardır.

Kullanıcıların büyük bir kısmının platform ile oynarken keyif aldığı gözlemlenmiştir.

Somut platform yetişkinler tarafından da denenmiş ve olumlu geri bildirimler alınmıştır. Platformu deneyen bir grup üniversite öğrencisi deneme sırasında oluşturdukları basit bir kelime oyunu oynamışlardır. Oyun, katılımcıların sırasıyla seçtikleri harfleri portala koyması ve anlamlı bir kelimeyi oluşturmaya çalışması şeklinde eğlenceli ve rekabetçi bir oyun şeklinde olmuştur.

Kullanıcıların somut platform için bazı istekleri de olmuştur. Harflerin portala konduğunda seslendirilmesi böylece henüz okuma çağında olan çocuklarla daha iyi etkileşebileceği vurgulanmıştır. Kullanıcılardan gelen olumlu talepler doğrultusunda daha çok ses efekti, farklı müzik parçaları ve en önemli olarak yazılan kelimenin tam olarak telaffuzunun olduğu yeni bir yazılımın geliştirilmesi gerektiği gözlemlenmiştir. Somut platformun aynı zamanda bir yazılım geliştirme-test etme platformu olması açısından, bu isteklerin yakın zamanda gerçekleştirilebileceği öngörülmektedir.

Somut platform kullanıcıların denemeleri sırasında enerjisini 10 amp gücünde SLINK marka çift USB çıkışlı (1 ve 2.1amp) bir LiPo güç ünitesinden yararlanılmıştır. Denemeler süresince herhangi bir problem yaşanmamış, toplam 10 saat süren çalışmalarda güç ünitesinin, gücünün yarısını tükettiği gözlemlenmiştir.



Görüntü 82: Kullanıcı platformu test ederken 'HA' yazılmış.



Görüntü 83: Kullanıcı platformu test ederken 'HAL' yazılmış.



Görüntü 84: Kullanıcı platformu test ederken 'B' harfini koymuş 'HALB' yazılmış.



Görüntü 85: Kullanıcı silgi yardımı ile 'B' yi silmiş.



Görüntü 86: Kullanıcı yazmak istediği 'HALI' kelimesini başarı ile yazmış.



Görüntü 87: Kullanıcı 'DOMATES' yazmış.



Görüntü 88: Kullanıcı 'BALIK' oyununda harfleri yazarken.



Görüntü 89: Kullanıcı 'BALIK' oyununda tüm harfleri doğru yazmış.

SONUÇ

Teknolojinin hızlı gelişimi doğal olarak hayatın her anını etkilemektedir. Bunun sonucu olarak geçmişte bilim kurgu olarak görülen senaryolar gerçekleşmekte, yaşamın rutini haline gelmektedir. Evlerde bulunan birçok farklı aygıt, artık tek bir ürün olarak cebe sığabilmektedir. Bu ve bunun gibi örnekler ayrı bir tez konusu olacak kadar çoktur ve artarak devam etmektedir. Tüm bu gelişmelerin yaklaşık son yirmi yılda olduğu düşünüldüğünde, önümüzdeki on yıllarda gelişmelerin nereye varacağı heyecan verici olacaktır.

Tüm bu gelişmeler sonucu insan ile makine arasında daha önce hiç görülmediği kadar yoğun bir etkileşim başlamıştır. Bunun sonucu olarak sıradan günlük aygıtların bile akıllanıp kullanıcı ile iletişim kurmaya başlaması teknolojik yabancı bir dilin doğmasına neden olmuştur. Yeni jenerasyonlar bu dili kolay öğrenirken daha eski jenerasyonlar öğrenmekte zorlanmakta, isteksiz davranabilmektedir.

Modern çağın teknolojik dili olarak adlandırılan kavram aslında bu tezin ana konusu olan kullanıcı arayüzleridir. Neredeyse her farklı bir uygulama için farklı bir arayüz tasarlanmaktadır. Bu arayüzler farklı yabancı dillere benzetildiğinde, bazı yabancı dillerin öğrenilmesi kolayken bazılarının zor olduğu gözlenmektedir. Çok iyi hakim olunan bir arayüzden başka bir arayüze geçişte tamamen farklı dinamikler devreye girebilmekte, her şeyin sil baştan öğrenilmesi kaçınılmaz olmaktadır. Kullanıcılar kimi zaman yeni standartlar ile karşılaşmakta sezgisel olmayan arayüzler karşısında hatalar yapabilmektedir. Yüksek teknoloji içeren hassas arayüzler dikkatsizlik sonucu kullanıcıya hata yaptırabilmektedir.

Eski alışkanlıklar ile de yeni nesil arayüzlerin çalışma sistemleri karıştırılabilmektedir. Örneğin, yaşı ilerlemiş kullanıcıların dokunmatik ekranlardaki sanal düğmelere gerçek düğmeler gibi basmaya çalıştıkları gözlemlenmiştir. Aslında bu, kullanıcıların fiziksel düğmeler ile önceden

edindikleri deneyimler ve alışkanlıkların sonucu olmaktadır. Bu bağlamda sorun gibi gözükken bu durumların, gerçekte doğal alışkanlıklar ve motor becerilerin kullanılmaya çalışılması olarak yorumlanmaktadır.

İşte bu noktada somut kullanıcı arayüzleri, gerçekte var olan fiziksel arayüzlerin motor beceriler ile kontrol edilmesini önermektedir. Her yaştan kullanıcı için, doğal fiziksel bir arayüz öğrenilmesi kolay ve doğal bir süreci başlatmaktadır.

Motor becerilerin kullanılmasıyla oluşturulan somut etkileşimli kullanıcı arayüzleri, çocukluktan yetişkinliğe her dönemde kullanıcıya çeşitli avantajlar sağlayarak öğrenmeye de yardımcı olduğu gözlemlenmiştir. Sahip olduğu teknoloji ve etkileşim avantajları nedeniyle, başta görsel sanatlar olmak üzere çeşitli alanlarda kendine yer bulmakta, fuarlar, müzeler, üniversiteler de yapılan etkileşimli uygulamalarla, öğrencilere, üreticilere ve firmalara ilham vererek yeni ürünlerin oluşmasına katkı sağlamaktadır. Yeni nesil bilgisayar oyunları için de bu tür arayüzlerin önemli bir potansiyel olduğu düşünülmektedir.

Bu bağlamda proje önerisi, somut tasarım kavramına örnek teşkil edecek şekilde oluşturulmuştur. Soyut harfler, fiziksel referansları ile somutlaştırılarak platform aracılığıyla RGB renkli panel üzerinde görüntülenmiştir. Kullanıcı deneyimi çalışmasında hedef kitlenin somut etkileşimli platformun çalışma mantığını kısa sürede çözdüğü görülmüş, grup çalışmasına uygunluğu gözlemlenmiştir. Denemeler sırasında platform üzerinde yeni oyunlar oluşturulduğu görülmüş ve kullanıcıların bu oyunlara beraber katıldığı gözlenmiştir. Kullanıcılar, platform yardımı ile birbirlerine mesajlar yazmışlar ve bunu eğlenceli bir etkinliğe dönüştürmüşlerdir. Bu gözlemlerden yola çıkılarak somut platform çalışmasının basit haberleşme, mesajlaşma gibi temel iletişime yönelik uygulamalar için de bir araç olabileceği anlaşılmıştır. Bu bağlamda işitme engelli kullanıcıların da somut platform çalışmasından yararlanabileceği anlaşılmaktadır. Kısaca, kapsamlı bir somut arayüz platformu oluşturularak amaçlanan hedefe ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, somut kullanıcı arayüzleri alanında araştırma ve uygulama yapmak isteyen herkese fikir verecek, ve kaynak olacak bir uygulama yapılmaya çalışılmıştır.



KAYNAKÇA

- AAP, (2017). Handheld Screen Time Linked with Speech Delays in Young Children, Erişim: 24 Ekim 2017, Ağ Sitesi:
<https://www.healthychildren.org/English/news/Pages/Handheld-Screen-Time-Linked-with-Speech-Delays-in-Young-Children.aspx>
- Bongers, A.J., (2002). Interactivated spaces. In: Proceedings of the symposium on systems research in the arts, Erişim: 3 Ekim 2017, Ağ Sitesi:
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.527.5222&rep=rep1&type=pdf>
- BSTS, Felsefe Terimleri Sözlüğü (1975). Ağ Sitesi: <http://nedir-nedemek.com/somut-sozluk-anlami.html>
- Djajadiningrat, T., Wensveen, S., Frens, J. & Overbeeke, K., (2004). Tangible Products: redressing the balance between appearance and action. In Personal and Ubiquitous Computing, s. 294-309
- Fernaesus, Y., Tholander, J. & Jonsson, M., (2008). Towards a new set of ideals: consequences of the practice turn in tangible interaction. In: Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction
- Fitzmaurice, G.W., (1996). Graspable User Interfaces, Doctoral Thesis, University of Toronto, Canada
- Glatter, R. (2014). Do Touch Screen Devices Have An Adverse Effect On Cognitive Development In Toddlers? Erişim: 16 Ekim 2017, Ağ Sitesi:
<https://www.forbes.com/sites/robertglatter/2014/05/06/do-touch-screen-devices-have-an-adverse-effect-on-cognitive-development-in-toddlers/#78f78a136aea>
- Güncel Türkçe Sözlük, (2017). Ağ Sitesi:
http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.5b05ae3aa07a11.57262878

- Horn, M.S. & Jacob, R.J.K., (2007). Tangible Programming in the Classroom with Tern. In Proc. CHI'07 ACM Human Factors in Computing Systems (CHI Trends Interactivity), ACM Press.
- Hornecker, E., (2006). The Glossary of Human Computer Interaction, Erişim: 10 Ekim 2017, Ağ Sitesi: <https://www.interaction-design.org/literature/book/the-glossary-of-human-computer-interaction/tangible-interaction>
- Hornecker, E. & Buur, J., (2006). Getting a grip on tangible interaction: a framework on physical space and social interaction, Erişim: 2 Eylül 2017, Ağ Sitesi: <http://www.ehornecker.de/Papers/FrameworkCHI.pdf>
- Hummels, C., Overbeeke, K. & Klooster, S., (2007). Move to get moved: a search for methods, tools and knowledge to design for expressive and rich movement-based interaction. In Personal and Ubiquitous Computing, s. 677-690
- Hutchins, E.L., Hollan, J.D. & Norman, D.A. (1985). Direct Manipulation Interfaces, Human-Computer Interaction, 1985, Volume 1, pp. 311-338
- Igoe, T. & O'Sullivan, D. (2004). Physical Computing: Sensing and Controlling the Physical World with Computers. Course Technology
- Ishii, H. (2008). Tangible Bits: Beyond Pixels, Erişim: 3 Ağustos 2017, Ağ Sitesi: <https://trackr-media.tangiblemedia.org/publishedmedia/Papers/349-Tangible%20Bits%20Beyond%20Pixels/Published/PDF>
- Jobs, S. (2010). Steve Jobs at the D:All Things Digital Conference (Video) Erişim: 10 Eylül 2017, Ağ Sitesi: <https://itunes.apple.com/us/podcast/steve-jobs-at-the-d-all-things-digital-conference-video/id529997900?mt=2>
- Judd, W. (2012). An introduction to Cherry MX mechanical switches. Erişim: 5 Ağustos 2017,

Ağ Sitesi: <http://www.keyboardco.com/blog/index.php/2012/12/an-introduction-to-cherry-mx-mechanical-switches/>

Li C, Mendoza M, Milanaik R. (2017). Touchscreen Device Usage in Infants and Toddlers and its Correlations with Cognitive Development. *Ped Health Res*

McNerney, T.S., (2000). Tangible programming bricks : an approach to making programming accessible to everyone, Master's Thesis, Erişim: 3 Ağustos 2017, Ağ Sitesi: <file:///C:/Users/mehan/Downloads/45278905-MIT.pdf>

Pendlebury, T. Y. (2013). Seven problems with current OLED television, Erişim: 22 Kasım 2017, Ağ Sitesi: <https://www.cnet.com/news/seven-problems-with-current-oled-televitions/>

Piaget, J. (1936). *Origins of intelligence in the child*. London: Routledge & Kegan Paul.

Poynor, R. (1995). The hand that rocks the cradle. *I.D.*, 42, 60–65. Erişim: 5 Ekim 2017, Ağ Sitesi: <https://www.lri.fr/~dragice/papers/polynor-hand-that-rocks-the-cradle.pdf>

Reactable, (2018) *Reactable Experience*. Erişim 10 Ekim 2017, Ağ Sitesi: <http://reactable.com/experience/>

Shneiderman, B. (1982). *Behaviour & Information Technology; The future of interactive systems and the emergence of direct manipulation* ,1(3), s. 237-256.

Siegel, D. J., & Bryson, T. P. (2012). *The whole-brain child: 12 revolutionary strategies to nurture your child's developing mind*. Brunswick, Vic.: Scribe Publications

Sipitakiat, A. & Nusen, N., (2012). *Robo-Blocks: designing debugging abilities in a tangible programming system for early primary school children*, Erişim: 2 Ekim 2017,

Ağ Sitesi: https://www.researchgate.net/publication/239761488_Robo-Blocks_designing_debugging_abilities_in_a_tangible_programming_system_for_early_primary_school_children

Smith, A. (2014). Older Adults and Technology Use, Adoption is increasing, but many seniors remain isolated from digital life. Pew Research Center, Erişim: 11 Kasım 2017, Ağ Sitesi: http://www.pewinternet.org/files/2014/04/PIP_Seniors-and-Tech-Use_040314.pdf

Steiner-Adair, C. (2013). The big disconnect: Protecting childhood and family relationships in the digital age (First edition.). New York: Harper.

Suzuki, H. & Kato, H., (1993). AlgoBlock, Erişim Tarihi: 5 Eylül 2017, Ağ Sitesi: <https://lively-web.org/users/Dan/uploads/AlgoBlock-1.pdf>

Tessler, F. (2012). The hidden danger of touchscreens, Erişim: 5 Eylül 2017, Ağ Sitesi: <https://www.infoworld.com/article/2618327/laptop-computers/the-hidden-danger-of-touchscreens.html>

Tunçeli, İ ve Zembat, R. (2017). Ekuad Jetpr, Eğitim Kuram ve Uygulama Araştırmaları Dergisi, Cilt 3 (2017) Sayı 3, 01-12

UNC. (2014). Study Shows that Infants and Toddlers who Played Non-Educational Games on Touch Screen Device had Lower Verbal Scores upon Testing, Erişim: 17 Kasım 2017, Ağ Sitesi: <https://www.northwell.edu/about/news/study-shows-infants-and-toddlers-who-played-non-educational-games-touch-screen-device-had>

Underkoffler, J. & Ishii, H. (1999). Urp: a luminous-tangible workbench for urban planning and design, MIT Media Laboratory, Tangible Media Group Cambridge, MA

SOMUT TASARIM KAPSAMINDA ETKİLEŞİMLİ GRAFİK ARAYÜZ TASARIMI VE BİR PROJE ÖNERİSİ

Yazar Tolga Metin

Gönderim Tarihi: 24-May-2018 09:46AM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 968002056

Dosya adı: somut-tez-online.pdf (1.81M)

Kelime sayısı: 11753

Karakter sayısı: 87895

SOMUT TASARIM KAPSAMINDA ETKİLEŞİMLİ GRAFİK ARAYÜZ TASARIMI VE BİR PROJE ÖNERİSİ

ORIJINALLIK RAPORU

%**4**

BENZERLİK ENDEKSİ

%**3**

İNTERNET
KAYNAKLARI

%**0**

YAYINLAR

%**2**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	katalog.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
2	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	% 1
3	www.felsefe.gen.tr İnternet Kaynağı	<% 1
4	www.turkhukuksitesi.com İnternet Kaynağı	<% 1
5	Richards, John. "Shifting Gender in Electronic Music: DIY and Maker Communities", Contemporary Music Review, 2016. Yayın	<% 1
6	Submitted to Perth Institute of Business and Technology (PIBT) Öğrenci Ödevi	<% 1
7	Submitted to Deakin University Öğrenci Ödevi	<% 1

8	www.keyboardco.com İnternet Kaynağı	<% 1
9	chatvideovn.blogspot.com İnternet Kaynağı	<% 1
10	www.interaction-design.org İnternet Kaynağı	<% 1
11	Submitted to Middlesex University Öğrenci Ödevi	<% 1
12	Submitted to South Bank University Öğrenci Ödevi	<% 1
13	edoc.ub.uni-muenchen.de İnternet Kaynağı	<% 1
14	shop.asetos.co.za İnternet Kaynağı	<% 1
15	tel.archives-ouvertes.fr İnternet Kaynağı	<% 1
16	core.ac.uk İnternet Kaynağı	<% 1
17	www.idc.iitb.ac.in İnternet Kaynağı	<% 1
18	scidok.sulb.uni-saarland.de İnternet Kaynağı	<% 1
19	www.mechanical-keyboard.org İnternet Kaynağı	<% 1

<% 1

20

theseus.fi
İnternet Kaynağı

<% 1

21

www.egitimkomisyonu.hacettepe.edu.tr
İnternet Kaynağı

<% 1

Alıntıları çıkart

üzerinde

Eşleşmeleri çıkar

Kapat

Bibliyografyayı Çıkart

üzerinde

