

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

PROJE ADI

Şeklen Formül

TAKIM ADI

Şeklen Formül TK

BAŞVURU ID

#46765

İçindekiler

Proje Özeti (Proje Tanımı)	3
Problem/Sorun	3
Çözüm	4
Yöntem	5
Yenilikçi (İnovatif) Yönü	6
Uygulanabilirlik	6
Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması	7
Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)	9
Riskler	10
Kaynaklar	11
Ekler	12

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

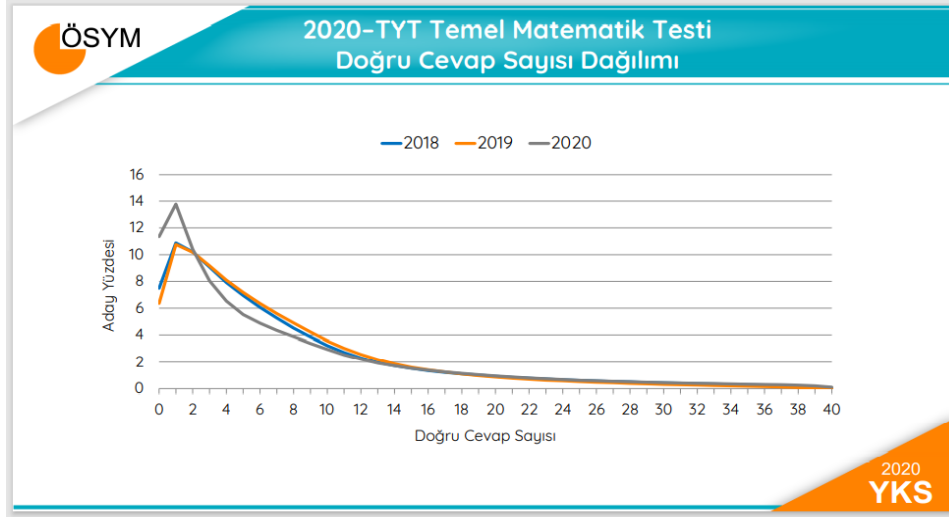
Matematik ve geometri sayesinde öğrenciler çevrelerindeki şekilleri anlamlandırılabilir, günlük yaşamın içerisinde matematiği kullanabilirler. Yaşanılan çevreyi tanıma isteğinden hareketle, yaşanılan ortamın düzgün bir şekilde resmedilmesi ve tanımlanması geometriden geçmektedir [1]. Herkes tarafından bilindiği gibi, matematik ve geometri öğrenmenin zor kabul edilmesinin başlıca sebepleri; motivasyon eksikliği, bölge ve yüzeylerin görselleştirilmesi sorunu, grafiklerin çoğunlukla yanlış yorumlanması ve kavramları anlamlandırmadaki eksikliklerdir. Öğrenciler kavramları anlamlandıramadıklarında, soyut kavramlarla desteklenen animasyon ve simülasyonlar öğrencilerin öğrenme sürecine ve aktif olmalarına yardım eder [2]. İlkokul ve üzeri kademelerde aktif öğrenim gören bütün yaş gruplarına yönelik geliştirilen bu projede; matematiksel denklemlerin, öğrenciler tarafından görsel nesnelere ve üç boyutlu şekillerle ilişkilendirilmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerin; matematik ile gündelik hayat arasında anlamlı bir bağ kuramaması sorun olarak tespit edilmiş ve buna yönelik olarak projede çeşitli geometrik şekiller matematiksel denklemler ile ifade edilmiştir. Proje ile hedeflenen; öğrencilerin matematik ve geometri alanlarında yaşadığı öğrenme güçlüklerini en aza indirmek için bu alanlara dair kavramları ve/veya terimleri modelleyebilmelerini sağlayarak, öğrenmelerini kolaylaştırmaktır. Proje sürecinde gerçek zamanlı olarak matematiksel denklemleri görselleştiren etkileşimli bir sergi ünitesi üretilmektedir. Sergi ünitesindeki yazılım, bir polinom denklemini sağlayan tüm noktaların oluşturduğu yüzeyi görselleştirir. Kullanıcı önceden tanımlı bir listeden iki cebirsel yüzeyi seçer. Sonrasında ekrana bu iki yüzeyin birleşimi olan üçüncü bir yüzey yansıtılır. Bu seçme işleminde fiziksel giriş aygıtları (butonlar, çarklar vb.) kullanılır. Kullanıcı çarkları hareket ettirerek, yüzeyi oluşturan polinom denkleminin katsayılarını değiştirir. Katsayı değişiminin sonuçları eş zamanlı olarak ekrandaki yüzey görüntüsünde gözlemlenir. Tasarlanan sergi ünitesi herhangi bir bilgilendirmeye ihtiyaç duymadan her yaş ve deneyimden kullanıcı tarafından kullanılabilir. Proje sürecinin sonunda, ekrana yansıtılan yüzeylerin üç boyutlu yazıcılar tarafından eş zamanlı üretiminin yapılması planlanmaktadır. Bu sayede kullanıcılar ekranda ürettikleri şekillerin fiziksel dünyadaki karşılığı olan objelere dokunabileceklerdir. Projeye dair montaj işlemleri ise; kullanılacak donanım aygıtlarının birbiriyle haberleşecek şekilde bağlanması, sergi ünitesinin kurulumu ve donanım aygıtlarının üniteye yerleştirilmesi aşamalarından oluşmaktadır.

2. Problem/Sorun

Öğrencilerin; matematik ile gündelik yaşantıları arasında anlamlı bir bağ kuramaması sorun olarak tespit edilmiş ve buna yönelik olarak projede çeşitli geometrik şekiller matematiksel denklemler ile ifade edilmiştir. Ayrıca, somut nesnelere matematiksel formüllerle ifade edebilmek öğrencilerin zorlandıkları bir husustur.

Matematik konuları anlatılırken öğrencilere teorik odaklı bir anlatım metodu kullanılması bu sorunları doğuran etkenlerden birisidir. Teorik bilgini yanı sıra çeşitli yazılımlar kullanılarak matematiksel kavramlar görselleştirilebilir. Uygulama için kullanılacak yazılımlar da kullanım öncesi ön bilgi gerektirmektedir. Yani, kısıtlı ders

saatleri içerisinde kullanım için uygun olmamaktadırlar. Öğrenciler tarafından ön bilgi gerektirmeden kolaylıkla kullanılabilir ve anlaşılabilir bir eğitim materyali ihtiyacı bu proje fikrini ortaya çıkarmıştır.



Şekil 1. 2020 yılı YKS temel matematik doğru cevap sayısı dağılımı [4]

Matematik, geometri, fizik gibi sayısal derslerdeki başarıyı arttırabilmek için daha etkileşimli/interaktif eğitim metotları olan akıllı tahtalar yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Fakat akıllı tahtalar, klasik tahtalara göre bazı görsel avantajlara sahip olsa da; iki boyutlu bir düzlem üzerinde çalışıldığı için görselleştirme metotlarının tam olarak kullanılmasına imkan sağlayamamaktadır. Bu eksikliğin fark edilmesinin ardından Şeklen Formül projesi üç boyutlu görselleştirme imkanı sunabilmek için ortaya konulmuştur. Projemizin en yenilikçi kısmı ise kuracağımız sergi ünitesinde kontrolün kullanıcıya yani öğrenciye verilmesidir. Klasik tahtaların ve akıllı tahtaların öğretmen yönetiminde olması, büyük çoğunlukla öğretmenler tarafından tek taraflı kullanılması sorunundan yola çıkılarak öğrencinin, kendi kendine görselleştirme tabanlı bir öğrenme süreci tecrübe edebilmesi ve daha verimli bir öğrenme gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir.

3. Çözüm

Sorun	Çözüm	Eğitimdeki Katkısı
Matematiksel kavramların görselleştirmesinin zor olması	Şeklen formül ünitesi ile mekanik bir donanım sunularak görselleştirmenin sağlanması	Matematik öğrenimini kolaylaştırmak
Matematik derslerinde verilen teorik bilginin somut hale getirilememesi	Öğrencinin ünite üzerinde uygulama yaparak öğrenmesini sağlamak	Gündelik yaşamın içerisinde matematiğin yerini öğretmek

Matematik ve geometri öğretiminde yaşanan zorluklar	Şeklen formül projesinin sunduğu görselleştirme ile öğrenim verimini arttırmak	Akılda kalıcılığı arttırmak
İnteraktif eğitim gereçlerinin genellikle öğretmen yönetiminde olması	Proje ile üretilecek olan sergi ünitesinin öğrenci rolündeki kullanıcıların kullanımına sunulması	Öğrencinin, kendi kendine öğrenmesini sağlayarak eğitim verimliliğini arttırmak

Tablo 1. Şeklen Formül Projesi Sorun - Çözüm Tablosu.

4. Yöntem

Proje; mekanik aksam kurulumu, elektronik aksamaların haberleşmesi ve yazılım uygulaması gösteren ekran ve baskı almak için kullanılacak olan üç boyutlu yazıcıdan oluşmaktadır. Yazılım aşamasında, donanım kartları ve modelleme uygulaması üzerinde çalışılacaktır. Sergi ünitesi içinde yer alan yazılım, daha önceden tanımlanmış polinom denklemlerini hem formül olarak hem de polinom denklemini sağlayan tüm noktaların oluşturduğu yüzey olarak ekrana yansıtır. Kullanıcı olmadığı durumlarda -bekleme modu- ekrandaki denklem kendiliğinden değişmektedir. Kullanıcı sergi ünitesinin başına geldiği zaman ekrandaki formüllerin bazı değişkenlerinin renklendiğini ve bu renkteki ışıktandırma ile çevirme kollarından kullanıldığını görür. Kullanıcı, ekrandaki renkli çerçeve ile çevirme kolundaki aynı renkteki ışığı zihninde eşleştirir ve o çevirme kolunun hareket ettirdiği zaman aynı renkte çerçevelemiş sayıyı değiştireceğini kavrar. Kullanıcı, sergi ünitesinde yer alan butonlar sayesinde denklemleri değiştirebilir. Bu durumda ilgili çevirme kollarındaki renkler yanar veya söner. Sergi ünitesi ekranında aynı anda iki farklı polinom denklemi sağ ve sol tarafta gösterilir. Birleşimi olan şekli ise ekranın orta kısmında görür. Kullanıcı yaptığı polinom denklemine yaptığı müdahaleler oldukça basittir. Bunun için çevirme kolunda sadece döndürme hareketi yapar. Sayılar da çevirme yönüne göre artar veya azalır.

Bu süreçte kullanıcı karmaşık denklemleri ezberlemek yerine kendisinin elde ettiği denklemlerin uzayda bir karşılığının olduğu ve aynı şekilde karşısına çıkan üç boyutlu objelerin de denklemler ile ifade edilebileceğini görür. Bu deneyime doğrudan dahil olması ve kısa sürede konuyu anlaması ile kullanıcıya katkısı güçlü bir etki olacaktır. Grafikler, diyagramlar ve çeşitli geometrik şekil ya da modeller, düşüncelerin fikirlerin ve soyut kavramların görselleştirilmesinde bir araçtır. Çeşitli görselleştirme araçları; insan zihninin dış dünya ile soyut kavramlar arasında ilişki kurmasına yardımcı olur. Yani, cebirsel yapıların geometrik ifadelerle sunulması, öğrencilere bir fiziksel modelden hareketle teorinin nasıl kurulduğunu göstermeye yardım eder [3]. Proje süresince matematik ve geometri eğitiminde görselleştirmenin önemi ile ilgili pek çok makale incelenmiş olup, projedeki bilimsel ilkeler bu araştırmalara dayandırılmıştır ve yayınların listesi kaynaklar kısmında verilmiştir. Tüm bu çalışmaların neticesinde, sergi ünitesi kurulumunu yaparak kullanıcı odaklı bir görselleştirme paneli sunmak; projenin hayata geçirilmesi için uygulanacak yöntem olarak belirlenmiştir.



Resim 1. Şeklen Formül Projesi Sergi Ünitesi Görseli.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projenin yenilikçi yönleri, temelde dört kola ayrılmaktadır. Bunlardan ilki, klasik tahtalar ya da akıllı tahtalar gibi interaktif eğitim uygulamalarında sadece iki boyutlu bir düzlemde konu anlatımı yapılırken, proje ile kurulacak ünite üç boyutlu çıktılar elde edilecektir. İkinci yenilik, klasik ve akıllı tahtalar çoğunlukla öğretmenler tarafından kullanılırken, ünite birebir eğitim alan öğrenci tarafından kullanılacaktır ve kendi kendine öğrenme tecrübesi kazandırılacaktır. Bir diğer yenilikçi yönümüz, günümüzdeki en yenilikçi gereçlerden biri olan ve masaüstünde nesne üretim imkanı tanıyan üç boyutlu yazıcıların stand entegre edilerek öğrenci tarafından kurulan, üretilen denklem her ne ise, bunun obje olarak karşılığını üretebilmesini ve eline alabilmesini sağlamaktır. Burada soyut kavramları nesneleştirerek bir çeşit somutlaştırma işlemi yapılarak öğretimde kalıcılık amaçlanmaktadır.

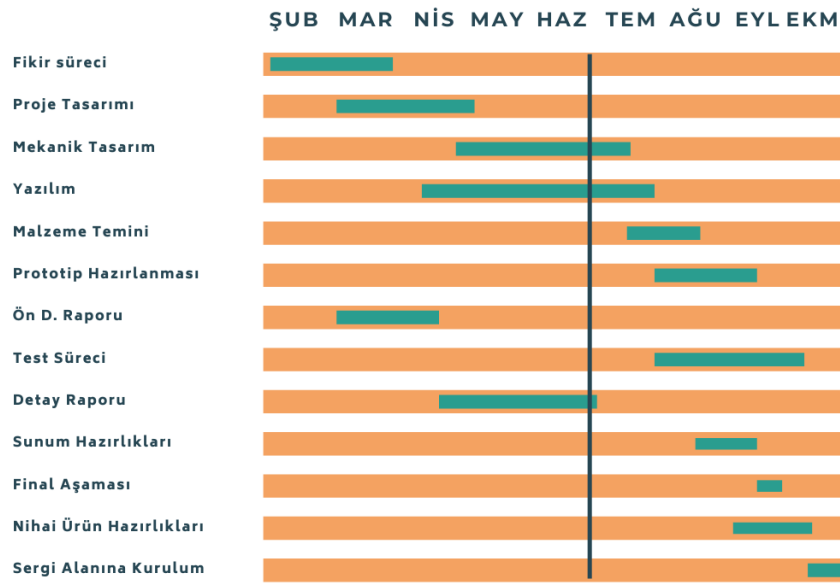
Bu üç yenilikçi yön sayesinde de, öğrenme, analitik düşünme yöntemlerini destekler nitelikte gelişir ve herhangi bir ezberleme işlemine gerek kalmaz. Dördüncü ve son yenilikçi yönümüz ise; öğrenme sırasında kitabi ezberlerin yerine, öğrenci tarafından derste bahsedilen kavramları tam anlamıyla görerek, nesne ürettirip dokundurarak, ünitenin birebir kullanılmasını sağlayarak eğlenceli ve kalıcı öğrenme metotlarını uygulamaktır. Rakiplerimizi klasik tahtalar ve günümüzdeki en yaygın interaktif eğitim gereci olan akıllı tahtalar olarak tanımlayacak olursak, temelde en yenilikçi yönümüz öğrencilerin kullanabileceği bir stant kurarak birebir eğitim alanı sunmaktır. Proje kapsamında, sergi ünitesi ve kontrol panelindeki devre kartlarının haberleşme protokolleri üzerinde çalışılacaktır.

6. Uygulanabilirlik

Proje fikri, en temelde döndürme kulpları ile kontrol edilen döner kodlayıcılar (encoder) ile bir bilgisayar ve ekranın etkileşimi şeklinde uygulanacaktır. Devamında bu kulplar renkli ışıklarla desteklenecek, sistemin kullanıma açılması için sensör ve kullanıcı

tarafından kontrolü sağlamak için bir oyun çubuğu entegre edilecektir. Bütün bu sistem ise özel tasarlanan bir ünite içine kurulacaktır. Proje sonucunda ortaya çıkan ünitenin, bilim merkezleri gibi her yaş ve deneyim grubuna hitap eden ziyaret alanları ile aktif olarak eğitim öğretim yapılan okullara yerleştirilmesi planlanmaktadır. İlk etapta pilot uygulama alanı olarak Konya Bilim Merkezi seçilmiştir. Sergi üniteleri gibi bilgiyi etkileşimli yollar ile aktarma araçlarının kullanıldığı, öğrencilerini ya da ziyaretçilerini bilimle buluşturan her kurum bir uygulama alanı olarak kabul edilebilir. Bilim merkezleri, okullar, eğitim atölyeleri ile sağlanacak işbirlikleri sayesinde yaygınlaştırılması hedeflenmektedir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması



Şekil 2. Proje Takvimi

No	İş Paketi Adı	Tanımı	Sorumlusu
1	Fikir Süreci	Projenin temellerinin atılması	Merve ÖZPOLAT Eyyüp SEVİM
2	Proje Tasarımı	Sürecin planlanması	Merve ÖZPOLAT Eyyüp SEVİM
3	Mekanik Tasarım	Sergi ünitesi konstrüksiyonunun bilgisayar ortamında tasarımı	Eyyüp SEVİM
4	Yazılım	Gerekli özellikleri karşılayacak şekilde yazılımın hazırlanması	Merve ÖZPOLAT
5	Malzeme Temini	Malzeme listesinin oluşturulması, pazar araştırması yapılması, sponsorluk görüşmeleri, Sipariş	Merve ÖZPOLAT Eyyüp SEVİM

		verilmesi,	
6	Prototip Hazırlanması	Sergi ünitesinin minimum fonksiyonlarını yerine getirecek şekilde ilk ürün olarak üretilmesi	Eyyüp SEVİM
7	Test Süreci	Yazılım testleri, dayanıklılık testleri, hataların giderilmesi	Eyyüp SEVİM
8	Sunum Hazırlıkları	Final için gerekli hazırlıkların yapılması, Paketleme	Merve ÖZPOLAT Eyyüp SEVİM
9	Nihai Ürün Hazırlıkları	Ürünün mekan içerisinde tek başına sergilenebilir halinin endüstriyel yöntemler ile üretiminin yapılması	Eyyüp SEVİM
10	Sergi Alanına Kurulum	Sergi için pilot uygulama alanı ile görüşmeler yapılması, test amaçlı sergileme, kalıcı sergileme	Merve ÖZPOLAT Eyyüp SEVİM Teknik Destek

Tablo 2. İş Planı Stratejisi.

Ekim 2021 sonrasındaki planlar ise mobil uygulama tasarımı, uygulaması ve üç boyutlu yazıcılarla entegre çalışma ortamı yaratmak olarak özetlenebilir.

Proje için gerekli donanım malzemeleri Konya Büyükşehir Belediyesi Kapsül Teknoloji Platformu sponsorluğunda satın alınmıştır.

Adedi / Malzeme Adı	Fiyatı	Sponsor
1 adet Phidgets Interface Kit (8/8/8)	698 TL	KONYA BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ KAPSÜL TEKNOLOJİ PLATFORMU
1 adet Interface Kit (0/16/16)	1.659 TL	
1 adet Phidgets Led Kontrolcüsü	1.362 TL	
3 adet Phidgets 4-Input	3x655 TL	
3 adet Phidgets 4-Output	3x742	
12 adet Enkoder	12x140 TL	
12 adet Enkoder Kablosu	12x44 TL	

12 adet Enkoder Başlığı	156 TL
12 adet RGB Led Işık	480 TL
1 adet Kızılötesi Mesafe Sensörü	17 TL
1 adet Joystick Kumanda Butonu	86 TL
Kargo, Gümrük Masrafları ve Vergiler:	8.643 TL
Toplam:	19.500 TL

Tablo 3. Bütçe Planı (Sponsor aracılığı ile temin edilen).

Donanım malzemelerinin listesine ek olarak, ünite tasarımı ve kurulumunda gerekli malzeme listesi ve tahmini fiyat tablosu aşağıda bulunmaktadır.

Malzeme Cinsi	Fiyatı
5mm Siyah Dekota 100 x 100 cm	280 TL
2,8mm Şeffaf Pleksi Levha 135 x 200 cm	430 TL
Raspberry Pi 4 8GB	906 TL
DELL 1366x768 VGA LED Monitör	891 TL
Çeşitli ölçülerde hırdavat malzemesi (Vida vs.)	120 TL
Toplam: 2.627 TL (İkiBinAltıYüzYirmiYediTL)	

Tablo 4. Bütçe Planı (Temin edilecek malzemeler).

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar)

Şeklen Formül projesinin hedef kitle, matematik ve geometri öğrenimi gören tüm öğrenciler olarak özetlenebilir. Bu bağlamda, ilkökul seviyesinden başlayarak, tüm öğretim kademelerindeki öğrencilerin kullanımına uygun bir projedir. Okulların yanı sıra, özel öğretim kursları, sürekli eğitim merkezleri, bilim merkezleri vb. kurumlar ve bu kurumlarda aktif öğrenim gören öğrenciler de hedef kitle içerisinde yer almaktadır. Kullanıcı olarak planlanan hedef kitle için uygulanan Milli Eğitim Müfredatı göz önüne alındığında;

- ilkökul ve ortaokul matematik dersinin konuları olan kümeler (küme elemanları), temel geometrik cisimler;
- lise matematik-geometri dersinin konuları olan geometrik cisimler, iki bilinmeyenli doğrusal denklemler, dönüşüm geometrisi, eşlik ve benzerlik, alan ve hacim ölçümleri, cebirsel ifadeler ve dönüşümler, cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri, birinci dereceden denklemler ve eşitsizlikler, üslü ifadeler ve denklemler, denklemler ve eşitsizliklerle ilgili uygulamalar, fonksiyon kavramı ve gösterimi, iki fonksiyonun bileşkesi ve bir fonksiyonun tersi, polinom kavramı ve polinomlarla işlemler, polinomların çarpanlara ayrılması, ikinci dereceden bir bilinmeyenli denklemler, dörtgenler ve çokgenler, özel dörtgenler, uzay geometri, katı cisimler, sayı dizileri; yüksek öğrenim matematik derslerinde görülen özel tanımlı fonksiyonlar, çok bilinmeyenli denklemler

konularının bilim merkezlerinde atölye çalışmalarında yer verilen denklem modelleme konusuna ait modüllerin işlenmesinde, öğrenciler tarafındaki soyut yansımaları somutlaştırmak ve öğretim verimini arttırmak için projemiz kullanılabilir.

Proje uygulamasının alıcı rolündeki hedef kitleyi açmak gerekirse; ülkemizdeki özel, vakıf ve devlet okulları, bilim merkezleri ile bilim ve sanat merkezi yönetimleri sıralanabilir. Ülkemizde farklı kademelerde aktif olarak eğitim öğretim faaliyetlerine devam eden 54 bin 715 devlet okulunda ve 13 bin 870 vakıf okulunda toplam 18 milyon 241 bin 881 öğrenci bulunmaktadır. Proje kapsamında bu denli geniş bir yelpazeyi seçmemizdeki neden, üretilecek olan ünitenin kullanımının oldukça kolay olmasıdır.

Ünite üzerinde bulunan butonlar, döndürme kulpları ve oyun çubuğu kullanılarak ekran takip edilip görselleştirme işlemi yapılacaktır. Telefon, tablet, bilgisayar gibi teknolojik gereçlerin günümüzdeki kullanım yaşı değerleri göz önünde bulundurulduğunda, tüm yaş gruplarının üniteyi kolayca kullanabileceği aşikardır.

9. Riskler

Proje süresince yaşanabilecek risklerin başında malzeme temini gelmektedir. Malzemelerin gecikmesi ya da temin edilememesi ile ilgili olarak alınan önlemler; yerli tedarikçilerin tercih edilmesi ve baskı devre kartlarının tarafımızca hazırlanması olarak sıralanabilir. Yerli tedarikçilerin sunduğu kargo fırsatları sayesinde projeyi gerçekleştirmede herhangi bir öteleme söz konusu olmayacak, olsa bile bir ya da iki hafta gibi, toplam proje gerçekleştirme süresi göz önüne alındığında önemsenmeyecek kadar kısa süreye mal olacaktır. Devre kartlarını hazırlama işlemimiz ise, proje kapsamına bir elektrik-elektronik mühendisliği öğrencisi (veya mezunu) dahil etmemizi gerektirecek ve bununla beraber projeyi gerçekleştirmede yaklaşık iki aylık bir ötelemeye sebep olacaktır. Ayrıca kodlayıcılardan aktarılan elektriksel verilerin gürültüye maruz kalması sebebiyle mevcut gösterge panelinin kararsızlığa gitmesi veya yanlış biçimde çalışması da bir risk teşkil etmektedir. Gürültü probleminin aşılması için projenin başında, probleme karşı önlem almak amacıyla yazılımsal olarak dijital filtre (PI) eklenecektir. Bu sayede sistemdeki kararsızlık ve ani tepe (peak) değişimleri engellenmiş olacaktır. Sistemimizin donanım kısmında, yine gürültüye karşı önlem almak için sinyalleri çiftli-sarmal

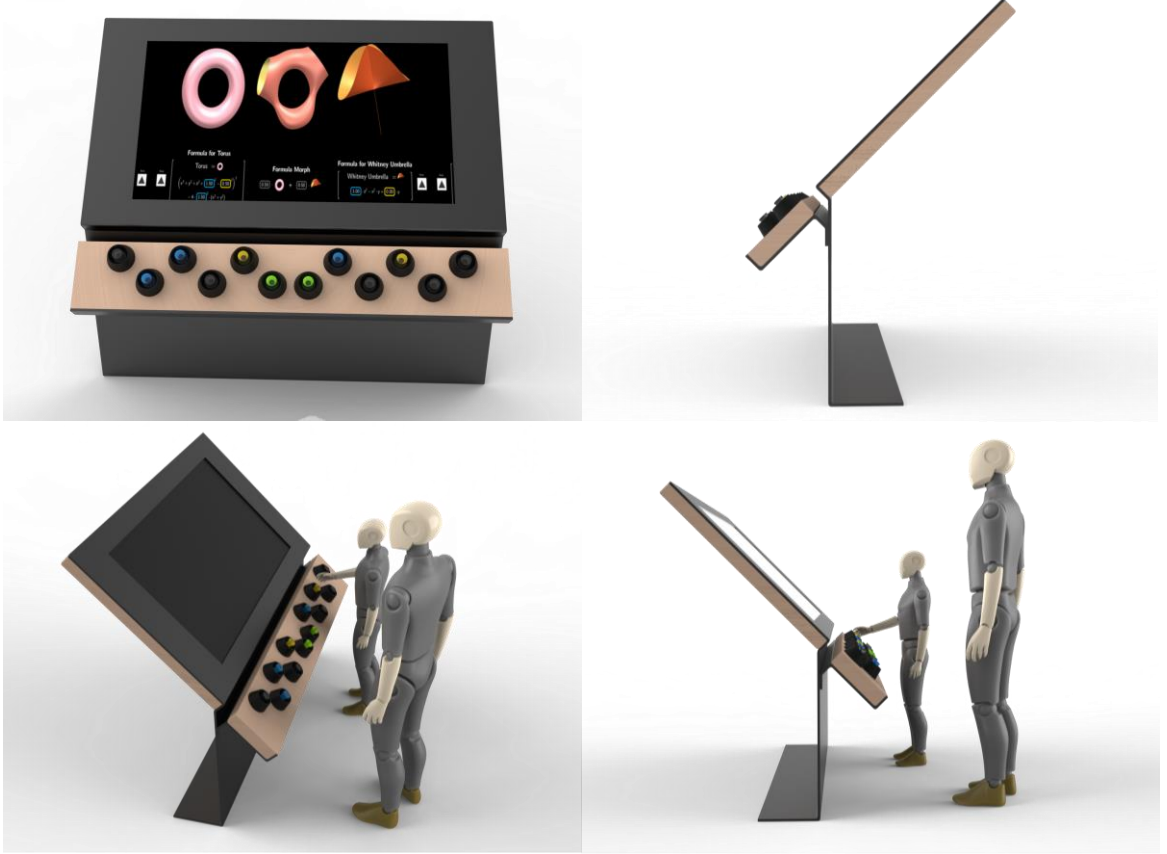
(twisted) şekilde uygulamaya alınacaktır. Bu sayede sistemin ortak mod gürültüye karşı koruması beklenmektedir.

Olasılık/Risk	Risk Seviyesi
Baskı Devre Kartı temini	orta
Motor, kablo vb diğer donanım malzemelerinin temini	düşük
Gürültü problemi	düşük

Tablo 5. Risk Tablosu.

10. Kaynaklar

- [1] Hacısalihoğlu, H. H., Mirasyedioğlu, Ş. ve Akpınar A. (2004). İlköğretim 6-8 matematik öğretimi, Ankara: Asil Yayın Dağıtım.
- [2] Karamustafaoğlu, O., Aydın, M. ve Özmen, H. (2005). Bilgisayar Destekli Fizik Etkinliklerinin Öğrenci Kazanımlarına Etkisi: Basit Harmonik Hareket Örneği. The Turkish Online Journal of Educational Technology.
- [3] Işık, A., & Konyalıoğlu, A. C. (2005). Matematik Eğitiminde Görselleştirme Yaklaşımı. Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi.
- [4] ÖSYM 2020 Sınav Sonuç Verileri. Erişim: [ÖSYM](#)
- [5] Uysal Koğ, O., Başer, N., Görselleştirme Yaklaşımının Matematikte Öğrenilmiş Çaresizliğe Ve Soyut Düşünmeye Etkisi, Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi, 2011. Erişim: [Dergipark](#)
- [6] Şan, İ., Matematik Öğretiminde Görselleştirme, Journal Of Qafqaz University, 2012. Erişim: [Research Gate](#)
- [7] Yılmaz, R., ARGÜN, Z., Matematiksel Genelleme Sürecinde Görselleştirme ve Önemi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2013. Erişim: [Hacettepe](#)
- [8] Tatar, E., Dikici, R., Matematik Eğitiminde Öğrenme Güçlükleri, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2008. Erişim: [Acar Index](#)
- [9] Sezgin, F., Koşar, D., Koşar, S., ER, E., Liselerde Akademik Başarısızlık: Nedenleri ve Önlenmesine İlişkin Öğretmen ve Okul Yöneticilerinin Görüşleri, İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 2016. Erişim: [Research Gate](#)
- [10] Phidgets User Guide, 2009. Erişim: [Phidgets](#)
- [11] Gürbüz, R., Toprak, Z., Yapıcı, H., Doğan, S., Ortaöğretim Matematik Müfredatında Zor Olarak Algılanan Konular ve Bunların Nedenleri, Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 2011. Erişim: [Dergipark](#)

11. Ekler

Resim 2. Sergi Ünitesinin Farklı Açılardan Görünümüne Ait Görseller.