

TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU



PROJE ADI

ATOMYAP

TAKIM ADI

STEM BİLİM

BAŞVURU ID

62657

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)	3
2. Problem/Sorun.....	4
3. Çözüm.....	5
4. Yöntem	7
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü.....	8
6. Uygulanabilirlik.....	9
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması.....	9
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):	10
9. Riskler	10
10. Kaynaklar	11
Ekler	11



1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Ortaokul 7.sınıf Fen Bilimleri dersindeki “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğretiminde genellikle teorik ve test odaklı yöntem uygulanmaktadır. Bu gibi geleneksel yöntemlerde kavramların soyut kaldığı, öğrencilerin mikro seviyedeki elemanları zihinlerinde somutlaştıramadıkları ve konunun yeterince öğrenilemediği araştırmalarda bildirilmiştir. Ayrıca teorik ve teste dayalı öğrenmede ezberleme nedeniyle kalıcı öğrenme gerçekleşmemekte, öğrenci öğrendiklerini gerçek hayatta deneyimleyemediği için etkin öğrenme olmamaktadır. Sorunun çözümünde görsel eğitim materyalleri önerilmektedir. Bu yönde Milli Eğitim Bakanlığı deney ve simülasyonlarla değişkenlerin analiz edilerek öğrenilmesini tavsiye etmiştir (MEB, 2018). Ayrıca modelleme etkinlikleriyle öğrenen öğrencilerin geleneksel yönteme göre daha başarılı oldukları gözlenmiştir (Kılıçoğlu, Fatmagül 2019).

Bu veriler doğrultusunda daha kalıcı ve etkin öğrenmeyi sağlamak üzere simülasyon destekli bir model tasarladık. Amacımız, Fen Bilimleri dersinde “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunu öğrencilerin periyodik tablodan seçtiği bir atomu modelimiz üzerinde inşa ederek, görerek, dokunarak, süreci yaşayarak kalıcı ve etkin öğrenmesini sağlamaktır.

Tasarım aşamasında bir model platform tasarladık. Modeldeki platformda proton, nötron ve elektronları temsil eden renkli bilyeler bulunmaktadır. Ayrıca bir atom şablonu yer almaktadır. Model platform aynı zamanda bilgisayarla bağlantı halindedir. Bilgisayar tarafında Processing’le hazırlanmış olduğumuz simülasyon yazılımı bulunmaktadır. Öğrenci simülasyon ekranındaki tablodan yapmak istediği bir atomu seçmekte ve bu atomu model üzerindeki proton, nötron ve elektronları temsil eden bilyeleri uygun konumlara taşıyarak inşa etmeye çalışmaktadır. Yapım yanlış olduğunda kırmızı led ışığı ile uyarılmaktadır. Doğru ise atomun çekirdeğindeki protonlar, nötronlar ve çekirdek etrafında dönen elektronlar simülasyon ekranında görünmektedir. Bu sayede öğrenci kavramları gerçek hayatta deneyimleyerek öğrenmekte, birbirleriyle ilişkilerini, sonuçlarını görebilmektedir. Ayrıca ekranın solunda bir atom sembolünün çevresinde yapımını başarmış olduğu atomun atom numarası, kütle numarası ve iyon durumu bilgilerini görebilmektedir.

Montajda, Arduino Mega 2560 denetleyici kart ve çok sayıda pin bağlantısını gerçekleştirmek için Arduino Mega IO genişletme kartını birlikte kullandık. Proton, nötron ve elektronları temsil eden bilyelerin platformdaki atom şablonunda konumlanacağı yuvalar bulunmaktadır. Bu yuvalara konulan bilyelerin konumunu tespit etmek için tüm yuvalara 4’lü çizgi izleyen setindeki kızılötesi modüller takıldı. Bu setteki modüller, boyutlarının küçük ve montajının pratik olması nedeniyle tercih edildi.

Yazılımda Arduino kullanıldı. Bilgisayar tarafındaki simülasyon ise Processing 3.5.4 ile yazıldı.

Modelimizin prototipi üretilerek test çalışmaları yapıldı. Kalıcı ve etkin bir öğrenme sağlayacağı görüldü (Şekil 1).



Şekil 1. Geliştirmiş Olduğumuz Prototip.

2. Problem/Sorun:

Ortaokul 7.sınıf Fen Bilimleri dersindeki “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunun öğretiminde genellikle teorik yöntem söz konusudur. Test odaklı olan bu yöntemde öğrenciler çoğu zaman ezberleyerek öğrenmektedir. Bu gibi geleneksel yöntemlerin kavramların öğretilmesinde başarılı olmadığı belirtilmiştir (Kılıçoğlu, Fatmagül 2019). Bu yöntemlerde öğrencilerin mikro seviyedeki elemanları makro seviyede ilişkilendiremedikleri ve zihinde canlandıramadıkları için kavramların tam olarak anlamadığı bildirilmiştir (Çavdar, Oylum ve ark. 2016).

Eğitimde ileri olan ülkelere bakıldığında ise çoğunlukla deneysel yöntemleri tercih ettikleri görülmektedir. Teorik ve test odaklı yöntemde öğrenci bilgiyi ezberlemekte, yorumları testle sınırlı kalmaktadır. Deney ve gözleme dayalı eğitimde öğrendiği bilgiyi deneyimleyerek analiz, sentez ve değerlendirme yaparak öğrenmektedir (Tablo 1).

Teorik ve Test Odaklı Öğrenme	Deney ve Gözleme Dayalı Öğrenme
Öğrenme testlerle sınırlıdır. Çoğunlukla ezbere dayalıdır.	Temel kazanımlar dışında deney ve gözlemlerden elde edilen çok sayıda bilgi ve bilimsel yorum elde eder. Öğrenci yaşayarak, sonuçları değerlendirerek öğrenir.
Öğrenciler mikro seviyedeki elemanları makro seviyede ilişkilendiremiyorlar, zihinlerinde canlandıramıyorlar.	Öğrenciler deneyde model nesnelere üzerinde çalıştıkları için her birinin ilişkilerini, rollerini görerek deneyimleyerek öğreniyorlar.
Bilimsel süreç becerileri yoktur.	Bilimsel süreçleri (ölçme, kaydetme, sınıflama, bulguları değerlendirme) uygular. Araştırmacı kişilik kazanır. Öz güven artar.
Kolay unutulabilir.	Kalıcı ve etkin öğrenir. Süreci yaşayarak öğrendiği için bilgiler unutulmaz.
Öğrenilen bilgiler soyuttur.	Öğrenilen bilgiler somuttur. Kavramlar gerçek hayatta deneyimlenerek öğrenilir.

Tablo 1. Teorik ve Test Odaklı Yöntem – Deneysel Yöntem.

Var olan bir başka yöntem ise sanal laboratuvar uygulamalarıdır. Sanal laboratuvar uygulamaları da pek çok sorun barındırmaktadır.

1) Öğrenci yalnız ve pasif bir öğrenme sürecinde olmaktadır. Hâlbuki gerçek deney yönteminde öğrenci aktif ve paylaşımcıdır. Deney sonuçlarını arkadaşlarıyla, öğretmeniyle, anne ve babasıyla paylaşır. Elde ettiği deney sonuçlarını tartışır.

2) Gerçek hayatın sağladığı öğrenme deneyimleri sanal laboratuvarlarda bulunmamaktadır. Model nesnelere dokunarak, olayı gerçek haliyle yaşayarak yapılan gerçek deney ortamlarının sağladığı öğrenme sürecinden çok geridedir.

3) Pandemi döneminde online eğitimlerden öğrenciler sıkılmıştır. Bu nedenle sanal laboratuvarlar öğrenciye heyecan vermemektedir. Sanal yerine gerçek deney ortamlarına öğrencilerin ihtiyacı vardır.

Değerlendirmelerimizde deney ve gözleme dayalı yöntem öne çıkmaktadır. Öğrencilerin bu yöntemi uygulaması halinde kalıcı ve etkin öğrenebileceklerini düşünüyoruz.

Bu noktada şu sorunların aşılması gerekmektedir. “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusuna uygun bir model üzerinde öğrenci sembol nesnelere (proton, nötron, elektron) bir atom yapmak üzere yapılandırdığında bunların atomun yapısına etkilerini, hareketlerini ve özelliklerini görüp yaşayabilmelidir. Öğrencinin atomun atom numarası, kütle numarası, iyon durumunu belirleyen durumları model düzenekte bu deneyimden keyif alarak öğrenebilmesi gerekmektedir.



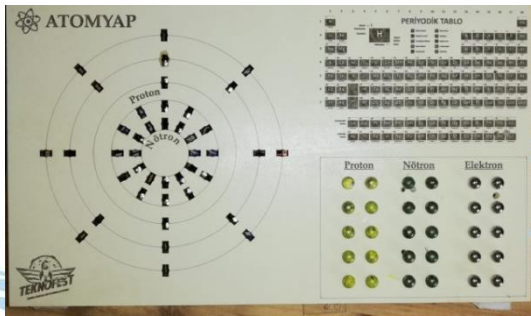
Şekil 2. Test - Öğrenme Testle Sınırlıdır. Şekil 3. Deney - Kalıcı ve Etkin Öğrenme.

3. Çözüm

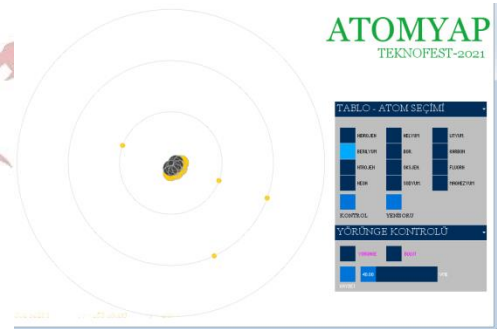
Sorunun çözümünde görsel eğitim materyalleri öne çıkmaktadır. Bu doğrultuda Milli Eğitim Bakanlığı konunun deney ve simülasyonlarla değişkenlerin analiz edilerek öğrenilmesini tavsiye etmiştir (MEB, 2018). Ayrıca “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunu modelleme etkinlikleriyle öğrenen öğrencilerin geleneksel yöntemle kıyasla daha başarılı oldukları gözlenmiştir (Kılıçoğlu, Fatmagül 2019). Bir başka çalışmada ise anlamlı öğrenmenin bilgi, kavrama, uygulama, analiz, sentez ve değerlendirme basamaklarıyla gerçekleşmesi gerektiği önerilmiştir (Ayvacı, Hakan Ş.ve ark. 2007).

Bu nedenlerle çözüm olarak bir model tasarladık. Model üzerinde proton, nötron ve elektronları temsil eden renkli bilyeler yer almaktadır (Şekil 4). Öğrenci proton, nötron ve elektron nesnelere taşıyarak doğru bir atom oluşturmaya çalışmaktadır. Modelimiz diğer taraftan bilgisayara bağlıdır. Bilgisayar tarafında simülasyon ekranı bulunmaktadır. Öğrenci uygulamaya başlarken önce simülasyondaki tablodan inşa edeceği atomu seçmektedir. Daha sonra fiziksel ortam olan modelimiz üzerinde bu atomu inşa etmeye çalışmaktadır. Yapım tamamlandığında simülasyon ekranındaki

“kontrol” düğmesine bastığında Yapım yanlış ise modelin altından kırmızı led ışığı yanmaktadır. Yapım doğru ise modelin altındaki yeşil led ışığı yanmakta ve simülasyon ekranında elektronlar, atom çekirdeği (oluşturulan proton ve nötronlar) etrafında dönerek atom görselleştirilmektedir. Simülasyon ekranının solunda atomun atom numarası, kütle numarası, elektron sayısı ve iyon durumu gibi bilgileri bir simge etrafında görülmektedir (Şekil 5). Elektronlar yörünge üzerinde veya bulut şeklinde görüntülenebilmektedir. Öğrenci elektronların dönüş hızını arttırabilmektedir. Ayrıca yapımı başarılı atomla ilgili kısa bir bilgi de verilmektedir. Bu sayede atomla ilgili kavramları öğrenci günlük hayatta deneyimleyerek zihninde somutlaştırmakta ve etkili bir şekilde öğrenmektedir. Bu durumda öğrenci, sınıfta arkadaşlarıyla evde kardeşleriyle veya anne babasıyla pek çok kez atom yapma modelinde çalışabilir.



Şekil 4. Model Platform



Şekil 5. Simülasyon Ekranı

Sayılan bu işlemleri gerçekleştirebilmek için robotik teknolojilerden yararlandık. Proton, nötron ve elektronları temsil eden renkli bilyeler, modelde atom oluşturmak için yerlerine taşındığında bunların konum bilgileri kızıl ötesi modüller tarafından denetleyici karta ve oradan simülasyon programına taşınmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6. Geliştirilmiş Olduğumuz Eğitim Materyalinin (Atomyap) İşleyişi.

Çalışmamızı Milli Eğitim Bakanlığının Fen Bilimleri dersi ortaokul 7.sınıf ders programı içeriğine göre hazırladık. Bu nedenle hedef kitlenin seviyesine uygun olduğunu düşünüyoruz.

Projemizle öğrenci “Maddenin Tanecikli Yapısı” konusunu deney ve simülasyonla, değişkenleri analiz ederek, modelleme tekniği ile öğrenmektedir. Protonu, nötronu veya elektronu atom yapmak için taşıdığına bunların birbirleri arasındaki ilişki-

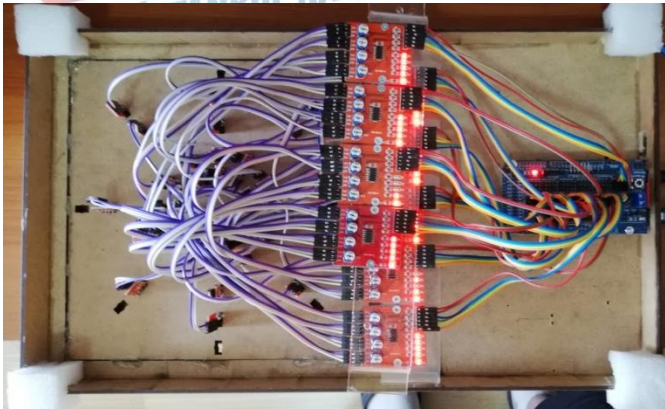
leri ve rolleri; atom numarası, kütle numarası ve iyon durumu kavramlarını yaşayarak, dokunarak, deneyimleyerek keyifli bir şekilde öğrenmeleri sağlanmaktadır.

Sorun	Çözüm	Eğitimdeki Katkısı
Teorik eğitimle bilgi ezberleme şeklinde öğrenilmektedir.	Öğrenci, model üzerinde yaşayarak, deneyimleyerek daha etkin öğrenebilir.	Kalıcı ve etkin öğrenme.
Öğrenciler mikro seviyedeki parçacıkları zihinlerinde oluşturuyorlar.	Modelimiz üzerinde proton, nötron ve elektronu temsil eden nesnelere atom yapılarak kavramlar zihinde somutlaşmaktadır.	Kavramların doğru ve yerinde öğrenilmesi.
Teorik öğrenmede bilgiler çabuk unutulmaktadır.	Model üzerindeki çalışmalar yaparak, yaşayarak gerçekleşmektedir.	Bilgiler kalıcıdır.
Teorik öğrenmede bilgi paylaşımı ve yorumu sınırlıdır. Etkileşim yoktur.	Modeldeki çalışmalarını arkadaşlarıyla, anne ve babasıyla paylaşabilir.	Konuyu çevresiyle etkileşim içinde öğrenir.

Tablo 2. Sorun, Çözüm ve Eğitime Katkısı

4. Yöntem

Mekanik Montaj: Model düzeneği için üzerinde atom şablonu bulunan bir platform yapıldı. Platformun üzerinde proton, nötron ve elektronu temsil eden bilyeler için yuvalar yapıldı. Farklı renklerde olan demir bilyeler buraya konulmaktadır. Böylelikle öğrenci yapmak istediği atomu simülasyondan seçtikten sonra bu nesnelere şablona taşıyarak atom yapım sürecinde bulunmaktadır. Platformdaki atom şablonunda proton, nötron ve elektronun konulacağı çekirdekte ve yörüngelerde de yuvalar vardır. Bu yuvalara 4'lü çizgi izleyen setindeki kızıl ötesi modüller yerleştirildi. Bu sayede öğrencinin inşa ettiği yapı, simülasyona aktarılabilir (Şekil 7).



Şekil 7. Arduino Mega 2560 ve Kızılötesi Modüllerin Platforma Montajı (alt kısım).

Denetleyiciler ve Modüller: Öğrenci bir atom yapmak üzere nesnelere atom şablonuna taşıdığına, bunların şablondaki yuvada olup olmadığını ve konumlarını yuvalara yerleştirilmiş kızılötesi modüllerle saptamaktadır. Bu açıdan yuvalarda 4'lü çizgi izleyen setindeki kızılötesi modüller kullanıldı. İlave güç desteği için 7.4v 800maH lipo batarya kullanıldı. Denetleyici kart olarak Arduino Mega 2560 kullanıldı. Ayrıca çok sayıda pin bağlantısı bulunduğundan bağlantıların gerçekleşmesi için Arduino Mega IO genişletme kartı, denetleyici kart üzerine takıldı. Böylelikle kızılötesi modüllerin denetleyici karta bağlantıları rahatlıkla yapılabilir.

Yazılım: Yazılımda dil olarak Arduino kullanıldı. Arduino ile modül platformu üzerinde bulunan atom şablonunda yer alan yuvalarda bulunan kızılötesi modüllerle nesnelere yuvada olup olmadığı verilerini okuması ve seri porta yazması sağlandı. Simülasyon yazılımında Processing 3.5.4 kullanıldı. Processing'le seri porttan bu veriler okunarak ekranda hareketli bir atom görseli oluşturuldu. Böylece öğrenci yaptığı atomun neye benzediğini ve nasıl hareketler içinde olduğunu görebilmektedir. Processing tarafında bulut veya yörünge görünümü, elektronun dönüş hızını değiştirme, yapımı başlatma, kontrol ettirme gibi seçenek düğmeleri kullanıldı.

Test Sonuçları ve Analiz: Modelimiz pek çok kez çalıştırılarak test edilmiştir. Aktif ve keyifli bir ortam sunmuştur. Proton, nötron, elektron gibi parçacıkların atomdaki rollerinin, hareketlerinin, birbirleriyle ilişkilerinin etkili bir şekilde öğrenilmesine yardımcı olduğu görülmüştür. Atom numarası, kütle numarası, iyon durumu gibi kavramların gerçek hayat boyutunda öğrenilmesini sağlayarak kalıcı bilgiye dönüşümünü sağlamıştır. Bu yönüyle fen Bilimleri dersine önemli katkı sağlayacağını düşünüyoruz.

Üretim sırasında mühendislik tasarım sürecini uyguladık. Pek çok konum tespiti ve bunlarla simülasyon amaçlandığından projede güncel robotik teknolojilerden yararlanılmıştır. Modelimizin öğrenim sürecine katkı sağlayacağına inanıyoruz.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Öğrencinin gerçek hayatta nesnelere bir atom yapım sürecinde bulunması ve bunun etkilerini, sonuçlarını bilgisayar ekranında gözlemleyerek öğrenmesi projemizin özgün ve yenilikçi yönünü oluşturmaktadır. Model platformda nesnelere temsil için kullanılan bilyeler, ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin yabancı olmadığı nesnelere ve bu parçalarla bir yapım süreci içinde bulunmak keyif alacakları bir işittir. Simülasyonda başardığı atom yapımının hareketli görüntüsü, kavramları zihninde somutlaştırmasına ve yerinde öğrenmesine yardımcı olmaktadır. Bu özellik projemizin özgün yönüdür.

Benzer ürün olarak sanal laboratuvar uygulamaları bulunmaktadır. Ancak bizim çalışmamız gerçek hayatta gerçek nesnelere yapım ve sonuçlarını analiz etme imkânı vermektedir. Bu yönüyle bilgilerin başka insanlarla paylaşımına, etkileşimine ve tartışılmasına açıktır. Etkileşimle öğrenme sağlayabilmektedir. Diğer taraftan günümüzde pandemi döneminin etkisiyle sanal ve online eğitimlerden sıkılmış öğrenciler de bulunmaktadır. Bu kitle için gerçek laboratuvar uygulamaları daha çekicidir. Çalışmamız bu yönüyle de önemli bir ihtiyacı karşılamaktadır. Ayrıca evde ve okulda kullanılabilmesi yönüyle de özgün olduğunu düşünüyoruz. Bu özelliğiyle kavramları hayatın diğer alanlarına yayarak öğrenebilmektedir. Projemiz yeni bir modeldir. Araştırmalarımızda projemize benzeyen bir ürünle karşılaşmamıştır.

6. Uygulanabilirlik

Projemiz üretilerek testleri yapılmıştır. Projemizi ortaokul seviyesindeki özel okulların ve devlet okullarının talep edeceğini, ilgi göstereceğini bu nedenle projemizin kolaylıkla ticari bir ürüne dönüşebileceğini düşünüyoruz.

Projemizi yaygınlaştırmak için özel okullar ve devlet okullarıyla görüşmeler yapmak ve projeyi okullarda uygulamalı bir şekilde tanıtmak istiyoruz. Öğrencilerin projemizi deneyimlemesiyle ilginin daha da artacağını düşünüyoruz. Ayrıca web sayfası ve sanal ortamlardan da tanıtımlar yapmayı planlıyoruz.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

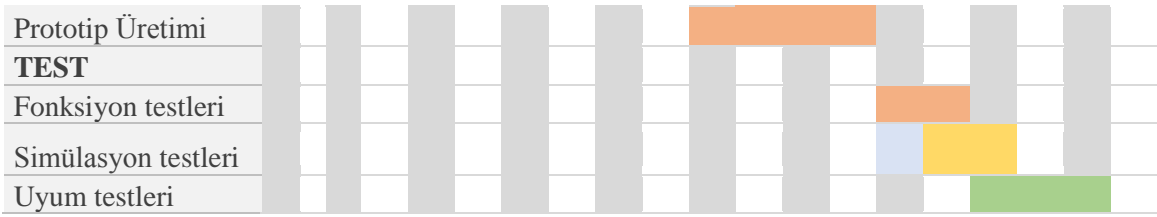
Projemizin bütçesi, 555,20 TL'dir. Seri üretimde malzemelerin toptan satın alınması halinde maliyeti 440 TL olabilecektir.

Projemize benzer bir ürün olmadığı için maliyet karşılaştırması yapılamamıştır. Projemizin montajı yapılmış ve test süreçleri tamamlanmıştır. Sadece özel ve devlet ortaokullarında tanıtım çalışmaları yapılacaktır. Bu nedenle ilave bir harcama öngörülmüştür.

	Malzeme Adı	Miktarı	Birim Fiyatı (TL)	Tutarı (TL)
1	Arduino MEGA 2560 R3 – CH340	1	108	108
2	Arduino Mega IO genişletme kartı	1	26	26
3	4'lü Çizgi İzleyen Seti	9	9	81
4	7.4v Batarya Lipo 800mAh 20C	1	95	95
5	A3 Compact Lipo (2-3S) Şarj Aleti	1	115	115
6	Model Platformu	1	75	75
7	Demir Bilye	36	1	36
8	Dişi-Dişi Jumper Kablo 20cm 40pin	4	4	16
9	Led	2	0,5	1
10	220 ohm direnç	2	0.10	0.20
11	Vida m3 10mm	10	0.20	2
Toplam				555,20

Tablo 3. Tahmini Bütçe

	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran
TASARIM					
Genel tasarım					
İş akış tasarımı					
Model tasarımı					
ÜRETİM					
Malzeme listesinin belirlenmesi					
Malzemelerin alınması					
Arduino ve Processing yazılım geliştirme					



Tablo 4. Zaman Planlaması

8. Proje Fikrinin Hedef Kitle (Kullanıcılar):

Projemizin hedef kitleleri ortaokul 7. sınıf öğrencileri ve bu seviyedeki özel veya devlet okullarıdır. Milli Eğitim Bakanlığı yayınlamış olduğu müfredatlarda konuyu ortaokul 7. sınıf olarak belirlemiştir. Bu nedenle hedef kitemiz bu seviyedeki öğrenciler olmuştur.

Projemiz evde ve okulda kullanılmaya uygundur. Bu açıdan öğrencilerin bireysel talepleri de olabilecektir. Modelimizin kullanıcıları iki şekilde tanımlanabilir. Bir kısmı teorik ve test odaklı eğitimle kalıcı ve etkin öğrenme elde edemeyen ve alternatif verimli bir yöntem arayışında olanlardır. Diğer kısmını ise pandemi döneminde online eğitimden sıkılmış, alternatif gerçek laboratuvar ortamı arayışında olanlar oluşturmaktadır. Çalışmamız her iki kitlenin beklentilerini karşılamaktadır.

9. Riskler

Risk	Olasılık, Etki Risk Derecesi	B Planı
Modelin kullanımı konusundaki bilgi eksikliği nedeniyle öğrencinin çalışmayı istediği ölçüde yapamaması.	Olasılık 2, Etki 3 Risk Derecesi 6	Modelin kullanımıyla ilgili öğrenciye eğitim verilmesi.
Pilin şarjının bitmesi sonucu modelin çalışmaması	Olasılık 2, Etki 4 Risk Derecesi 8	Pil şarj etme ile ilgili bilgi verilmesi ya da yedek pil bulundurulması.
Usb kablodaki bağlantı sorunu nedeniyle bilgisayara veri aktarımında sorun yaşanması.	Olasılık 1, Etki 5 Risk Derecesi 5	Usb bağlantısının kontrol edilmesi. Rahat çalışma için uzun Usb kablo kullanılması.
Ürün tanıtımında tanıtım izni sorunlarıyla karşılaşılması.	Olasılık 1, Etki 5 Risk Derecesi 5	Milli Eğitim Müdürlüklerinden izin alınması.

Tablo 5 Olasılık ve Etki matrisi (5*5).

OLASILIKxETKİ (Risk Derecesi)			ETKİ				
			Çok düşük	Düşük	Orta	Yüksek	Çok yüksek
			1	2	3	4	5
OLASILIK	Çok düşük	1	1	2	3	4	5
	Düşük	2	2	4	6	8	10
	Orta	3	3	6	9	12	15
	Yüksek	4	4	8	12	16	20
	Çok Yüksek	5	5	10	15	20	25

Tablo 6 Risk Derecesi. - (Çok düşük (beyaz), Düşük (yeşil), Orta (sarı), Yüksek (kırmızı), Çok Yüksek (Koyu Kırmızı)).

10. Kaynaklar

- Ayvacı H. Ş, Devocioğlu Y. (2008). İlköğretim Öğrencilerinin Fizik Kavramlarını Günlük Yaşamla İlişkilendirme Düzeyleri. Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 0(24), 69 - 79.
- Çavdar, Oylum. Okumuş, Seda. Doymuş, Kemal.(2016). “Fen Eğitimi Öğrencilerinin Maddenin Tanecikli Yapısıyla İlgili Anlamalarının Belirlenmesi”, Mustafa Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi.2016. Cilt: 13. Sayı: 33, S. 69-93.
- Kılıçoğlu, Fatmagül.(2019). “Maddenin Tanecikli Yapısı Konusunun Model ve Modellemelerle Öğretiminin Öğrencilerin Başarısı ve Atomla İlgili Zihinsel Modelleri Üzerine Etkisi”, Trabzon Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.(2018). Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı (İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar).
- Power-Xtra PX800XXL 7.4V 2S1P 800 mAh Pil.
<https://urun.n11.com/arduino-urunleri-ve-setleri/power-xtra-px800xxl-74v-2s1p-800-mah-20c-li-polymer-pil-P441586364>
- A3 Compact Lipo (2-3S) Şarj.
<https://urun.n11.com/arduino-urunleri-ve-setleri/a3-compact-lipo-2-3s-sarj-aleti-balancer-P346849349>

Ekler:

