TEKNOFEST
HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ
EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI
PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: ONHAL SUPER TEAM

PROJE ADI: MATEBOT

BAŞVURU ID: #374462

İÇİNDEKİLER

Sayfa

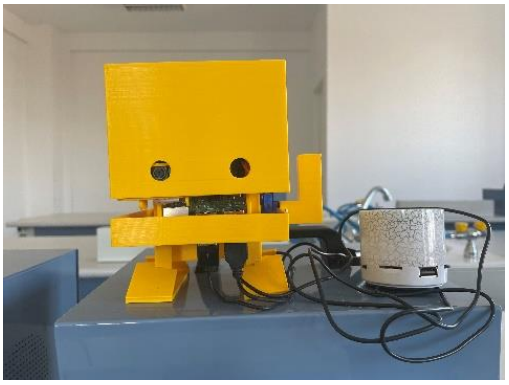
1. Proje Özeti (Proje Tanımı) 1
2. Problem/Sorun 1
3. Çözüm 2
4.Yöntem 3
4.1 Raspberry Pi Kurulumu 3
4.2 Raspberry Pi Ayarları 3
4.3 Raspberry Pi ye TJBOT Kurulumu 3
4.4 TJBOT için IBM Cloud Watson Servislerini Oluşturma 4
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü 7
5.1 Projenin Piyasada Bulunan Benzer Ürünlerden Ayıran Özellikleri ve Özgünlüğü 8
5.2 Piyasadaki Ürünler ve Özellikleri 9
5.3 Projenin Donanımsal Parçaları 9
6. Uygulanabilirlik 10
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması 11
7.1 Piyasa Ürünleri Fiyat Karşılaştırması 12
7.2 Zaman Planlaması 12
7.3 Proje Ekibi ve Tecrübesi 13
8.Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar) 13
9. Riskler 13
10. Kaynakça 15

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

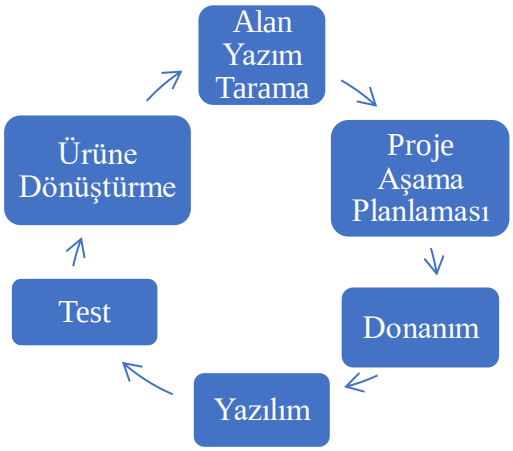
"MATEBOT" isimli eğitim robotu projesi, öğrencilere matematik dersi kavram ve kurallarını eğlendirerek öğreten yapay zeka destekli bir projedir. MATEBOT projesi, öğrencilerin "matematik dersi zordur, öğrenmesi daha da zordur" şeklindeki kaygı ve önyargılarından kaynaklanan korkularının önüne geçilmesi amacıyla tasarlanmıştır. Matematik kaygısı, derste sorun yaşanılmasının yanında teknolojiye dayalı bir toplumda başarı için gerekli olan birçok becerinin kazanılmasını da engellemektedir (Alkan, 2010). Öğrencilerin anlama ve hatırda tutma düzeylerini en üst düzeye çıkaracak şekilde matematiğin öğretilmesi gerekmektedir (Dede & Argün, 2003). Bu proje sayesinde öğrencilere matematik dersinin sevdirilmesi, derse ilgilerinin çekilmesi ve teknoloji destekli materyallerin derse olan katkısının artırılması sağlanacaktır. MATEBOT eğitim robotunu öğretmen sınıfta matematik konularını öğretme amaçlı kullanabiliyorken, öğrenciler evde kendi başına zevkli bir biçimde öğrenme amaçlı kullanabileceklerdir.

"MATEBOT" ile eğitim, matematik eğitiminde yeni teknolojik yaklaşımları temel almaktadır. Matematik derslerinin robot ile entegrasyonun sağlanması sonucunda, öğrenci ile öğretmen arasında işbirlikçi olarak bir köprü oluşturmayı, yenilikçi yaklaşımlarla öğrencilerin derse olan ilgilerini ve başarılarını artırmayı ve eğlenerek öğrenmelerini amaçlamaktadır. "MATEBOT" projesi; ana sınıfı, ilk, orta ve lise düzeyi öğrencilerinin ve öğretmenlerinin sınıfta robotu rahatça kullanabildikleri bir sınıf ortamında, matematik dersine olan ilgisizliği pozitif yönde değiştirerek, yaparak ve yaşayarak öğretmeyi kolaylaştırmayı temel almaktadır.

"MATEBOT" projesi yapay zeka destekli bir robot ürünü oluşturmayı hedeflemektedir.Bunu sağlayabilmek için öncelikle bu konu ile ilgili bir alan yazın okuması yapılmıştır.Kuramsal bilgiden hareketle öncelikle proje aşamalarının planlaması yapılmıştır. Ardından yazılım ve donanım gereksinileri sağlanmıştır. Donanımın entegrasyonu ve yazılımın işlevliği sağlandıktan sonra öğrencilerle canlı test çalışması yapılmıştır. Elde edilen bulgular ışığında projenin geliştirilebileceği ve piyasada talep gören bir ürüne dönüştürülebileceği değerlendirilmiştir.



"MATEBOT" EĞİTİM ROBOTU



Şekil 1: Proje Uygulama Döngüsü

Robot tasarım, yazılım ve montaj konularına yöntem kısmında detaylı olarak yer verilecektir.

2. Problem/Sorun

Birçok araştırma; öğrencilerde matematik dersine karşı korku, nefret ve kaygı gibi tepkilerin olduğunu ortaya çıkarmıştır (Alkan, 2010). Matematik dersi soyut bir ders olduğu için öğrenciler terim ve kavramları anlamakta zorluk çekmektedirler (Ateş & Bozkurt, 2021). Bu durum öğrenci de kaygı ve korku seviyesini artırmakta ve dersten soğumalarına yol açmaktadır

(Dursun & Dede, 2004; Dönmez İnbaşı, 2022, s. 2-3). Endişe yaşayan öğrenci dersten uzaklaşmakta ya da kendini dersi öğrenmeye kapatmaktadır (Morkoyunlu & Ayhanöz, 2021).
Matematik dersleri büyük ölçüde formüllere dayanmaktadır ve öğrenci zihninde bu formülleri tutmada zorlanmaktadır. Ders kitaplarında yer alan konuların soru sayısı yetersiz kalmaktadır. Genellikle görseller az ve dikkat çekici olamamaktadır. Matematik öğrenimi kavram ve formüllerin tekrar edilmesine dayanır (Baştürk, 2012). Bu eğitim genellikle öğretmen merkezli tek düze anlatımlar ile gerçekleşmektedir (Altan & Akkartal, 2005). Bu durumda öğrenciler matematik derslerinden ve geleneksel eğitim-öğretim modelinden sıkılmakta ve tam öğrenme gerçekleştirilememektedir. Bu sebeple de eğitimde 21.yüzyıl becerilerini ve teknolojisini yakalama ihtiyacı görülmüştür.
Dursun ve Peker (2003) yaptıkları çalışmada 6. sınıftaki 120 öğrenciye yöneltikleri "Matematik dersini anlama, kavrama ve yorumlamada güçlük çekiyor musunuz?" sorusuna öğrencilerin % 40'ı matematik dersini anlama, kavrama ve yorumlamada güçlük çektiğini, % 25'i ise kısmen güçlük çektiğini belirtmiştir. Bu durumda ilköğretim 6. sınıftaki öğrencilerin çoğunluğunun (% 65) matematik dersinde güçlükler yaşadığı değerlendirilmiştir. Aynı çalışmada yöneltilen "Matematik dersindeki güçlükler sizce hangi nedenlerden kaynaklanmaktadır?" sorusuna öğrencilerin %15'i matematik dersindeki güçlükleri okul ve öğretmene, %7,5'i aile ve öğrenciye, %25'i konuların zor olmasına, %22,5'i derslerin sıkıcı geçmesine, %7,5'i yardımcı kaynak ve çalışılacak zaman bulunamamasına, %12,5'i sınıfta yeterince örnek soru çözülmemesine bağlamıştır. Bu araştırmanın bulgularına göre, matematik dersindeki güçlüklerin çoğu öğretim süreci ile ilgilidir. Bu yüzden nitelikli bir eğitim için, matematik konularının mümkün olduğunca somutlaştırarak kolaylaştırılması ve böylece matematik derslerinin sıkıcılıktan kurtarılması gerekmektedir.

3. Çözüm

Projenin hedef kitlesi; matematik dersini öğrenmekte olan ana sınıfı, ilk, orta ve lise düzeyi öğrenciler ile bu dersi veren matematik öğretmenleridir. Öğrencilerin, matematik öğretimi sırasında derse aktif katılımının sağlanmasının önemi büyüktür. Bunun için sınıfta öğrenci öğretmenin merkez olduğu durumdan çıkıp, ezbercilikten uzak, oyunlarla, tartışmalarla, eleştirel düşünme ile, takım çalışmalarıyla, farklı kaynaklardan bireysel araştırmalar yaparak, aktif biçimde öğrenen bir birey durumuna getirilmelidir. Bu kapsamda projenin hedefi; öğretmenin sınıfta matematik dersine eğitimde yenilikçi yaklaşımlar katarak teknolojiyi ve teknolojinin getirdiği yeni araçları hayatının önemli bir parçası haline getiren öğrencilerin, derse ilgisini çekebilmek ve eğlenceli bir şekilde öğretimi sağlayarak, ülke genelinde matematik dersi başarısını artırmaktır. Eğitim robotu, öğrenciye ise sınıf ortamının dışında kendi başına iken robot ile çalışmalar yaparak, eğlenerek ve konuları pekiştirerek kalıcı öğrenme imkanı sunmaktadır.
Eğitimde robotik kitlerin kullanılmasının öğrencilerde problem çözme ve iş birliği becerilerini artırdığı görülmüştür (Sinap, 2017, s. 30-33). Robotlar, öğrencilerde eleştirel ve yaratıcı düşünme, takım çalışması, iletişim becerileri ve bilgi- işlemsel düşünme gibi becerilerin kazanılmasına katkı sağlamaktadır (Siper Kabadayı, 2019, s. 38-39). Bundan dolayı proje kapsamında matematik derslerinde işbirlikçi ve pozitif bir yaklaşımla robotların kullanımı hedeflenmektedir. Böylece öğrencilerin matematik dersinin zor olduğuna dair geliştirdiği olumsuz bakış açısına karşı dersin daha eğlenceli ve daha kalıcı bir öğrenme ile işlenmesine katkı sağlanacaktır. 2023 Eğitim Vizyonu kapsamında öncelikli hedeflerden birisi olan eğitimde dijital dönüşümün

ve eğitim teknolojilerinin daha fazla kullanılması amacı ile öğretmenin derste kendine bir asistan olarak ya da öğrencinin tek başına çalışırken kullanabileceği "MATEBOT" eğitim robotunu tasarlamış bulunmaktayız.

Dış Gövde 3D Yazıcı Çıktısı

Robotun Açık Hali

Robot test çalışmaları

(Maker Kits, 2022)

Tablo 1: Sorun, Çözüm ve Eğitime Katkı

Sorun	Çözüm	Eğitimdeki Katkısı
Matematik dersi konularının sıkıcı olması.	Matematik öğretimini robot ile oyunlaştırarak eğlenceli hale getirmek.	Matematik eğitiminde kalıcı öğrenmenin gerçekleşmesi.
Matematik dersinde ezber gerektiren formül ve kavramların çokluğu.	Eğitim robotu ile formül ve kavramları değişik görseller ile farklı şekillerde gözden geçirme imkanı.	Öğrenciyi derste aktif hale getirme.
Öğrencinin matematik dersine karşı olumsuz ve önyargılı tutum geliştirmesi.	Matematik öğretimini robot ile eğlenceli bir şekilde öğrenirken öğrenci önyargısının yıkılması.	Kaygıların sona ermesi ve öğrenci üzerindeki baskının ortadan kalkması ile matematik ders başarısının artması.

4.Yöntem

4.1 Raspberry Pi Kurulumu

https://www.raspberrypi.org/software/ sitesine girerek işletim sistemine uygun **imager_1.5** programı indirilir. Ardından program bilgisayara kurulur. Kurulan program çalıştırıldığında bir arayüz ile karşılaşılır. Arayüzde sdkart seçin bölümü ile bilgisayara takılan sd kart seçilir. İşletim sistemi kısmında Raspberry Pi OS (32bit) seçilir. Yaz butonuna basılarak işlem başlatılır. İşlem bitiminde sdcard çıkartılıp Raspberry Pi'ye takılarak güç verildiğinde ekrana **Raspberry İşletim Sistemi** gelecektir. Bundan sonra Raspberry'e gerekli ayarları yapılır.

4.2 Raspberry Pi Ayarları

Raspberry Pi'yi wifi ağına bağlamak için hdmi ile görüntü monitöre aktarılır. Hdmi kablo ile bağlamadan önce usb portuna usb - klavye mouse bağlayarak Raspberry Pi açılır. Karşımıza gelen ekranda sağ üst köşeden wifi simgesine tıklayarak kendi wifi ağımız seçilir ve wifi şifresi yazılır. Genel Raspberry ayarlarını terminal penceresinden gelen menüden **System** kısmından wifi ayarları, pi kullanıcının şifre değişikliği, **Display** kısmından çözünürlük ayarları, **Interface** kısmından SSH ve VNC enable yaparak açma ayarı ve **Localisation** kısmından ise klavye ve dil ayarları yapılır.

4.3 Raspberry Pi ye TJBOT Kurulumu

Raspberry pi ile monitöre görüntüyü aktararak bağlantı kurulur. Terminal penceresi açılır ve ekrana aşağıda belirtilen kod yazılarak kurulum gerçekleştirilir.

```
curl -sL http://ibm.biz/tjbot-bootstrap | sudo sh -
```

Ekranda gelen ilk soruya “yes” denilerek kurulum başlatılır. Kurulum bitince TJBOT adında bir klasör oluşur. İçerisinde recipes adında başka bir klasör vardır. Recipes klasöründeki bir uygulamayı çalıştırmak için IBM Cloud Watson servisleri tanımlanmalıdır. Programın kütüphanesini yüklemek için terminal kısmına “**npm install** “ kodu yazılır.

4.4 TJBOT için IBM Cloud Watson Servislerini Oluşturma

Öncelikle IBM Cloud üyeliği oluşturulur. Bunun için ***https://cloud.ibm.com/registration*** linkinden karşımıza gelen ekrandan ilgili bölümler tamamlanarak üyelik işlemleri tamamlanır. Üye girişi yapıldıktan sonra çıkan ekrandan **Create resource** butonuna tıklanır. Çıkan pencereden **Watson Assistant** servisine tıklanır. **Create** butonuna tıklanarak Watson Assistant servisi oluşturulur. Sırasıyla **Speech to Text**,**Text to Speech**, **Language Translator**, **Visual Recognition** ve **Tone Analyzer** servisleri oluşturulur. Oluşturulan servislere ulaşmak için sayfanın sol üst köşesindeki IBM Cloud linki tıklanır. Ardından gelen sayfada servisler listelenir. Bu servislerin ayarları TJBOT uygulamalarına göstermek için her servise tıklanarak download butonuna basılarak **ibm-credentials.env** dosyası indirilir. Conversation (konuşma) uygulaması birden fazla servis kullanmaktadır. Bunun için servislerin bu dosyalarını tek bir dosyada alt alta ayarları kopyalayarak kaydedilir. Daha sonra **Watson Assistant ID’** i öğrenmek için Watson Assistant servisine tıklanır. Gelen pencerede **Launch Watson Assistant** tıklanır. Gelen ekrandan **settings** linkine tıklanır. Karşımıza **Assistant Id** gelecektir. Id kopyalanıp bir dosyaya kaydedilir. Uygulamaları çalıştırırken kullanılacaktır. Watson Assistant kullanabilmek için ayrıca bir **Dialog Skills** eklemesi yapılır. Bunun için **Skills**’e tıklanır. Ardından gelen ekrana **Dialog** bölümüne gelip **Add dialog skill** butonuna tıklanır. Dialog ekleme yerinde **Create skill** diyerek istenilen dialoglar (matematik terimleri, kavramları, formülleri ve görselleri oluşturulur). Tjbot için gerekli IBM Watson Servisleri oluşturulmuş ve ayarları tamamlanmış olur.

Robotu konuşturmak için terminale $ sudo node conversation.js komutu yazılır. Robot tariflerini çalıştırmak için kök kullanıcı erişimi gereklidir. Watson konuşması, bir cümlenin amacını etiketlemek için niyetleri kullanır. Örneğin robota "Lütfen kendini tanıt" diye sorduğunuzda niyet bir tanıtım yapmaktır. Örneğin mikrofona "Watson, lütfen kendini tanıt", "Watson, sen kimsin?" veya "Watson, fonksiyon nedir?" gibi sorular sorarak robottan sorularımıza cevaplar alırız. Burada Watson kelimesi bir dikkat sözcüğüdür robot onunla konuşuğumuzu anlar. İstenirse kod kısmından bu adı değiştirebiliriz. Aşağıda örnek conversation (konuşma) kod kısmı verilmiştir:

```
import TJBot from 'tjbot';
import config from './config.js';
// these are the hardware capabilities that TJ needs for this recipe
const hardware = [TJBot.HARDWARE.MICROPHONE, TJBot.HARDWARE.SPEAKER,
TJBot.HARDWARE.LED_NEOPIXEL, TJBot.HARDWARE.SERVO];
if (config.hasCamera) {
    hardware.push(TJBot.HARDWARE.CAMERA);
}
// set up TJBot's configuration
const tjConfig = {
    log: {
        level: 'info', // change to 'verbose' or 'silly' for more detail about what
TJBot is doing
    },
    converse: {
        assistantId: config.assistantId,
    }
};
// uncomment to change the pins for the LED
```

```
// tjConfig.shine = {
//     neopixel: {
//         gpioPin: 18
//     },
//     commonAnode: {
//         redPin: 19,
//         greenPin: 13,
//         bluePin: 12
//     }
// };
// uncomment to change the pin for the servo
// tjConfig.wave = {
//     servoPin: 7
// };
// instantiate our TJBot!
const tj = new TJBot(tjConfig);
tj.initialize(hardware);
console.log('You can ask me to introduce myself or tell you a joke.');
console.log(`Try saying, "${config.robotName}, please introduce yourself" or "${con-
fig.robotName}, what can you do?"`);
console.log(`You can also say, "${config.robotName}, tell me a joke!"`);
console.log("Say 'stop' or press ctrl-c to exit this recipe.");
// listen for utterances with our attentionWord and send the result to
// the Assistant service
while (true) {
    const msg = await tj.listen();
    if (msg === 'stop') {
        console.log('Goodbye!');
        process.exit(0);
    }
    // check to see if they are talking to TJBot
    if (msg.toLowerCase().startsWith(config.robotName.toLowerCase())) {
        // remove our name from the message
        const utterance = msg.toLowerCase().replace(config.robotName.toLowerCase(),
'').substr(1);
        // const utterance = msg.toLowerCase();
        // send to the assistant service
        const response = await tj.converse(utterance);
        let spoken = false;
        // check if an intent to control the bot was found
        if (response.object.intents !== undefined) {
            console.log(`found intent(s): ${JSON.stringify(response.object.intents)}`);
            // choose the most confident intent
            const intent = response.object.intents.reduce((max, i) => {
                return (i.confidence > max.confidence) ? i : max;
            }, {intent: '', confidence: 0.0});
            console.log(`selecting intent with maximum confidence: ${JSON.stringify(in-
tent)}`);
            switch (intent.intent) {
            case 'lower-arm':
                await tj.speak(response.description);
                tj.lowerArm();
                spoken = true;
                break;
            case 'raise-arm':
                await tj.speak(response.description);
                tj.raiseArm();
                spoken = true;
                break;
            case 'wave':
                await tj.speak(response.description);
                tj.wave();
                spoken = true;
                break;
            case 'greeting':
                await tj.speak(response.description);
```

```
                tj.wave();
                spoken = true;
                break;
            case 'shine':
                {
                    let misunderstood = false;
                    if (response.object.entities !== undefined) {
                        const entity = response.object.entities[0];
                        if (entity !== undefined && entity.value !== undefined) {
                            const color = entity.value;
                            await tj.speak(response.description);
                            tj.shine(color);
                            spoken = true;
                        } else {
                            misunderstood = true;
                        }
                    } else {
                        misunderstood = true;
                    }
                    if (misunderstood === true) {
                        await tj.speak("I'm sorry, I didn't understand your color");
                        spoken = true;
                    }
                }
                break;
            case 'see':
                if (config.hasCamera === false) {
                    await tj.speak("I'm sorry, I don't have a camera so I can't see
anything");
                    spoken = true;
                } else {
                    await tj.speak(response.description);
                    const objects = await tj.see();
                    if (objects.length === 0) {
                        await tj.speak("I'm not sure I see anything");
                    } else if (objects.length === 1) {
                        await tj.speak(`I see ${objects[0].class}`);
                    } else if (objects.length === 2) {
                        await tj.speak(`I'm looking at ${objects[0].class} and ${ob-
jects[1].class}`);
                    } else {
                        await tj.speak(`I'm looking at ${objects[0].class}, ${ob-
jects[1].class}, ${objects[2].class}, and a few other things too`);
                    }
                    spoken = true;
                }
                break;
            default:
                break;
            }
        }
        // if we didn't speak a response yet, speak it now
        if (spoken === false) {
            await tj.speak(response.description);
        }
    }
```

Robot donanım parçaları birleştirilip, yazılım yüklemeleri yapılıp ve matematik dersi sohbetleri oluşturulduktan sonra robot test çalışmalarına geçilmiştir. Robotun komut-eylem çalışmaları ve 5. maddede detaylı bir şekilde açıklanan yapay zeka (Watson AI) servislerinin çalışabilirliği kontrol edilmiş, başarıyla çalıştığı gözlemlenmiştir.Lise 10. sınıf öğrencilerine matematik konularından fonksiyon konusunda robot ile etkileşimli bir örnek ders uygulaması yapılmıştır.

Sınıfta uygulamadan kısa bir kesit alınarak hazırlanan youtube videosu erişim linki: https://www.youtube.com/watch?v=fZ1oDUrZkLc

Uygulama sonunda dersi robot ile işlemenin farklarını belirlemek ve öğrenci üzerindeki etkilerini anlamak için 2 farklı sınıftan olmak üzere 55 öğrenciye bir anket uygulanmıştır. Anket soru ve yanıtların erişim linki: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSd4PT2OJ1dOvWemdsoIiPSIIcn829-bBId0aBT2ST6G_Ti2Lw/viewanalytics

Sonuçlara göre ankete katılan 55 öğrencinin büyük çoğunluğu "MATEBOT" eğitim robotu ile ders etkinliğinden memnun olduğunu (%80), "MATEBOT" eğitim robotunu eğlenceli bulduğunu (%80), ilgi çekici bulduğunu (%76,40), öğretici olduğunu (%74,6), eğitim amaçlı çalışmalar yapmaya uygun olduğunu (%72,80), "MATEBOT" eğitim robotu ile çalışma yapmaya istekli olduğunu (%76,40), kaygı ve korkularının azalacağını (%73,30) ve MATEBOT" eğitim robotu ile ders işlendiğinde matematik başarısının artacağına inandığını (%69,10) belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre öğrenciler üzerinde "MATEBOT" eğitim robotu ile matematik eğitiminin eğlenceli, öğretici, derse olan ilgiyi ve matematik başarısını artırıcı etkiye sahip olduğu söylenebilir. Bu sonuçlar ayrıca projenin hedeflenen amaçlarına da ulaşaccağını göstermektedir.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Ülkemizde pek çok alanda kullanılan robotların, eğitim alanında ve özellikle matematik derslerinde kullanılabilecek şekilde henüz yaygın tasarlanmamış olması, projenin yenilikçi yönünü oluşturmaktadır. Projede kullanılan prototip robot gövde, ülkemizdeki üç boyutlu yazıcılardan istenildiği şekilde oluşturulmuştur. Projede MATEBOT robot kitinin donanım kısmında elektronik ve mekanik aksamlarının %50 si (dış gövde, led, kablo) yerli üretimden sağlanmıştır. “MATEBOT” robot kitinde matematik sohbetlerinin kodlanması ve programlanmasının tamamı % 100 yerli ve millidir. IBM Watson Bulut servisi ise %100 yabancıdır.

Piyasadaki ürünler araştırıldığında matematik dersine özel “MATEBOT” robot kitin özelliklerine haiz bir robota rastlanılamamıştır. İnsan, araba veya köpek şeklinde tasarlanan piyasada satışı yapılan robotların özellikleri MATEBOT ‘un sahip olduğu özelliklerden oldukça farklıdır ve bunların görselleri bölüm 5.2 de verilmiş olup, özellikleri Tablo 2’de listelenmiştir. Karşılaştırılan Sikaye RC ve Silverlit Macrobot markalı robot kitlerinde genelde hareket işlevleri ön plandadır. Edison Robot V2 robot kitinde bilgisayar programlamacılığı ve robotik ile tanışma, STEM’e giriş uygulamaları, öğretmen ders planları indirebilme gibi fonksiyonlar mevcuttur. Projede geliştirilen “MATEBOT” robot kiti, komut ile led ve kol kontrolü gibi hareketsel işlevlerin yanında kendine has matematik eğitiminde kullanılma özelliği ile ön plana çıkmıştır.

Piyasadaki robotlarda yazılım ile sabitlenmiş ve izin verildiği ölçüde iş yaptırılan sınırlı sayıda fonksiyonlar mevcuttur. Bu tür robotlarda bir süre sonra aynı hareketler ezberlenir ve tekrarlandıkça sıkıcı hale gelebilir ve ürün oyuncaktan öteye geçemeyebilir. Öte yandan bu robotlarda “MATEBOT”ta olan robota görme ve dinleme yeteneği sağlayan temel Watson AI (yapay zeka) hizmetleri (anlık iletişimi sağlayan bulut ortamındaki hizmetler) mevcut değildir. “MATEBOT” zekasının merkezinde IBM Watson servisleri vardır. Bu servisler mikrofonla yakalanan sesleri, kamera ile görüntülenen nesneleri ve renkleri, yine mikrofon kullanarak konuşma analizi, yabancı dil çevirisi, duygu ve tonlama analizi gibi görevlerin yerine getirilmesini sağlar. Robot donanımındaki parçalar sayesinde kendi etrafında olanları görür, anlar ve karşısındaki kullanıcıya görsel, işitsel tepkiler verir (IBM, 2022). Robotu eğitmek ve yönlendirmek için aşağıdaki yapay zeka (Watson AI) servisleri kullanılacaktır:

- ✓ (Görsel Tanıma) Visual Recognition

- ✓ Konuşmayı Yazıya Çevirme (Speech to Text) : Robot konuşmayı dinleyebilir ve onu yazıya dönüştürebilir.
- ✓ Yazıyı Konuşmaya Çevirme (Text to Speech) : Robota konuşma yeteneği kazandırır.
- ✓ Yabancı Dil Çevirme (Language Translator) : Dil çevirici hizmeti ile bir yazıyı bir dilden başka bir dile çevirebilir.
- ✓ Duygu Analizi (Tone Analyzer)
- ✓ Watson Yardımcı (Watson Assistant) : Yardımcı doğal konuşma dilini işler ve sonrasında robot bunlara karşılık gelen aksiyonlar sergiler.Bunun öncesi diğer IBM bulut özelliklerini kullanarak ek işlemler de yapar ve aksiyonlara yansıtabilir.

5.1 Projenin Piyasada Bulunan Benzer Ürünlerden Ayıran Özellikleri ve Özgünlüğü

2023 Eğitim Vizyonuna haiz, uygun teknoloji donanımına sahip, yalnız "MATEBOT " robot kitinde olan ve diğer ürünlerden (ilk iki özelliği hariç) kendini ayıran en önemli özellikleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- ✓ Mikrofondan komut verme sureti ile ışık yaktırma, söndürme ve renk değiştirme kontrolü (diğerleri ile ortak özellik),
- ✓ Mikrofondan komut verme sureti ile kol hareket kontrolü (diğerleri ile ortak özellik),
- ✓ Yabancı Dil Çevirici: IBM Watson Cloud Hizmetleri ile robot yabancı dilleri çevirebilir. Yabancı dilleri konuşabilir. Bu diller İngilizce, İtalyanca, Fransızca, Portekizce, Arapça, Almanca ve Çince dilleri olmak üzere 7 tanedir. Robot çoklu dil yeteneğine sahiptir.
- ✓ Robot ile Sohbet: IBM Watson Cloud hizmetleri ile robotun istendiğinde kendini tanıtıcı cümleler kurması, fıkra anlatması vb. konularda sohbet edilmesi.
- ✓ Matematik Sohbetleri: IBM Watson Cloud hizmetleri ile matematik dersinde ana sınıfı-ilk -orta -lise olarak her seviyeye uygun müfredat ile uyumlu istenilen dilde matematik kavram ve terimleri tanımlarını robota sorma ve robot sesinden matematik kavram ve terimleri tanımlarını dinleme, konu görsellerini ve özelliklerini robottan isteme ve robotun görseli ve özellikleri ekrana yansıtması veya özellikleri sesli olarak robota saydırması, ritmik saymalar, işlem tanımları vb. konuların sesli komutlar ile robottan istenmesi. (Özgün ve en yenilikçi özelliği)
- ✓ Robotun dili istenirse IBM'in desteklediği diller içerisinden biri seçilerek değiştirilebilir. İstenirse İngilizce, Fransızca veya Almanca gibi dillerde sohbet edilebilir. Bu özelliği sayesinde öğrencinin hangi dilde istenirse o dilde konuşma, yazma, dinleme ve telaffuz gelişimine de katkı sağlanır.
- ✓ Bu projede yalnızca matematik dersine odaklanılmıştır. Ancak istenirse bu sistem ile öğrencinin bütün derslerini robot kit ile çalışması mümkündür. Proje geliştirilmeye müsait olup, ana sınıfı-ilk-orta ve lise ayrı ayrı olarak bütün derslerden ürünün tüm dersler robot kiti olarak da patenti alınarak piyasaya çıkartılabilir. (Özgün ve en yenilikçi özelliği)
- ✓ Anlık iletişim sağlayarak canlı sohbetler ile öğrenmenin gerçekleşmesi, ürünü sıkıcılıktan uzaklaştırarak, eğlenceli bir şekilde, ezberden uzak, kalıcı öğrenmeyi teşvik eden, eğitim alanında öğrencilere ve öğretmenlere yepyeni bir bakış açısı kazandıran bir ürüne dönüştürmektedir.

5.2 Piyasadaki Ürünler ve Özellikleri

Sikaye RC **Edison Robot V2** **Silverlit Macrobot**

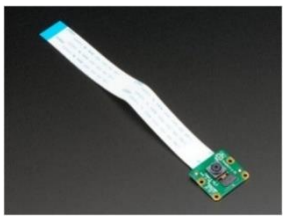
Kaynak: techclass4kids.com (TechClass4kids, 2021)

Tablo 2: Piyasadaki Ürünler ve Özellikleri

Marka Adı	**Sikaye RC**	**son Robot V2**	**erlit Macrobot**
Model Adı	Uzaktan Kumandalı Robot	Programlanabilir Eğitim Botu Stem Kodlama Kiti	Macrobot
Fiyat	22.94 $	139.69 $	849 ₺
Özellikleri	✓ Kızılötesi Kontrollü Akıllı Programlanabilir Robot Oyuncaklar, ✓ Dans Eden, Şarkı Söyleyen, ✓ Ayda Yürüyen ve Led Gözlü, ✓ Çocuk Eğlenceleri İçin Hareket Algılayıcı, ✓ Robotik, bilim, sanat ve teknoloji kavramlarını çocuklara öğreten robot kiti.	✓ Bilgisayar programlama ve robotik ile tanıştırma için kullanır. ✓ Öğretmenler, sınıflar ve robotik grupları için çok sayıda indirilebilir ders planı. ✓ Okullarda öğretilen STEM konularına giriş seviyesinde bir robot kiti.	✓ Alkış, vuruş ve benzeri seslere karşı cevap verebilir. ✓ 'Room Alarm' özelliğiyle odanızı koruyabilir ve 'Auto Balance' sayesinde de düşmeden kendi dengesini sağlayabilir. MacroBot, yardımcı tepsisi ile basit objeleri taşıyabiliyor, yürürken karşısına çıkan yabancı cisimleri ve engelleri algılayabiliyor.
Online Satış Sitesi	Amazon.com	Amazon.com	Robotistan.com

5.3 Projenin Donanımsal Parçaları

Raspberry Pi 3B+ : Robota hayat veren Rasperry Pi'dır. Kredi kartı büyüklüğünde elektronik karttır. Üzerinde Linux tabanlı bir işletim sistemi olan "Raspbian" çalışır. Raspberry Pi üzerinde Python, Node.js, Node-RED ve daha bir çok programlama dili çalışabilir.



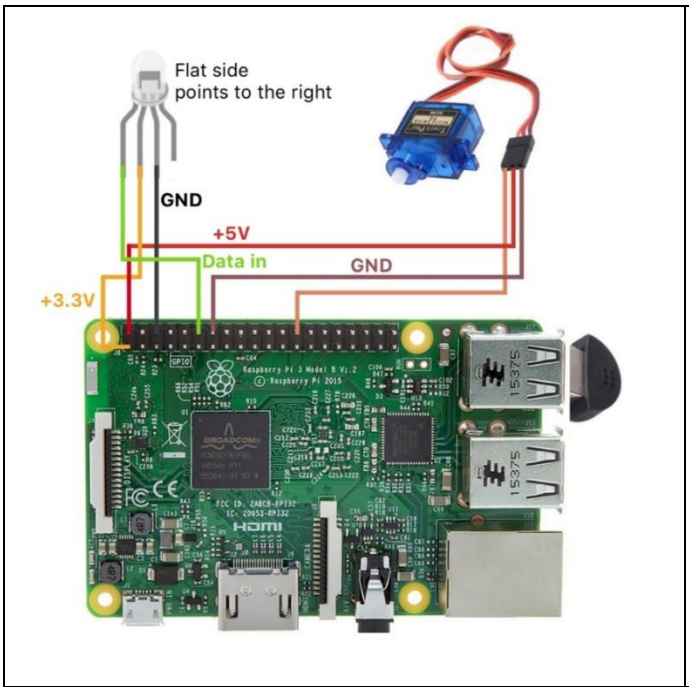
Raspberry Pi kamera V2: Görselleri yakalamak ve kaydetmek için kullanılır. Robot, bir görseldeki nesneleri ve renkleri sınıflandırmak için "IBM Watson Görsel Tanıma" hizmetini kullanır.

USB mikrofon: Sesleri yakalama ve kaydetmek için kullanılır. Robot sesleri tanıma ve bir çok dile çevirmek için "IBM Watson Konuşmayı Yazıya Çevir" hizmetini kullanır.

USB Bluetooth Hoparlör: Hoparlör sesleri çalmak için kullanılır. Robot bir yazıyı 13 farklı ses tipinde ve 7 dilde çalabilmek için "IBM Watson Speech-to-Text" servisini kullanır.

SG90 9G Servo motor: Bu motor robotun kolunu hareket ettirmek için kullanılır. Robot kullanıcısına çeşitli tepkiler vermek için kollarını yukarı, aşağı ve geriye doğru hareket ettirebilir.

Neopixsel led ışık: Robot çeşitli duyguları yansıtmak için kodlanmış renklerdeki ışıkları yakıp söndürebilir.



Donanımları
Raspberry Pi'a bağlama:
Üstte yer alan görsellerde anlatılan donanımların yandaki görselde Raspberry Pi üzerindeki GPIO pin'lerine ve USB portlarına bağlantıları görülmektedir.

6. Uygulanabilirlik

Teknolojik bir ürün olan "MATEBOT" robot kiti eğitim alanında rahatlıkla uygulanabilir nitelikte tasarlanmıştır. Protitipi tamamlanan kitin öncelikle marka ve patent alma işlemleri tamamlanacaktır. Ardından kitin tanıtım ve yaygınlaştırma faaliyetlerine geçilecektir. Uygulamaya öncelikle ana okul, ilk, orta ve lise seviyesinde özel ve devlet okullarına ziyaret edilerek

başlanılacak ve robotu tanıtıcı ön sunumlar yapılacaktır. Sunum sonrasında canlı ders etkinliğine geçilerek idareciler ve öğretmenlerle birlikte bir sınıfta müfredata uygun bir matematik dersi öğrenciler ve robotla etkileşimli bir biçimde gerçekleştirilecektir. Bu sunumlar ve deneyimlemeler projeye ilişkin detayları ve projenin neden öğrenimde etkili bir role sahip olduğunu ifade edecektir. Bu sunumlarda kurumlardan öğrenci ve öğretmenlerden olumlu bir geri dönüt gerçekleşmesi durumunda önce tek bir okulda bir pilot uygulamasına başlanılacaktır. Uygulamanın ardından öğrencilerden ve öğretmenlerden geri bildirim için anket doldurmaları istenecektir. Pilot uygulamasından alınan olumlu geri bildirimler ve analizler neticesinde robotun tüm okullara duyurulması sağlanacaktır. Robot tanıtıcı broşürler basılacak, sosyal medya, TV, basın ve eğitim sitelerinde ürünün reklamları yapılacaktır. Tasarlanacak olan bir web sitesinde eğitim seti ile ilgili gelişmelerin ve kullanım bilgilerinin paylaşılacaktır. Bölgesel ya da ülke genelinde farklı proje yarışmalarına, sergilere katılarak projenin tanıtımı ve yaygınlaştırılması düşünülmektedir. Bu sayede bir eğitim seti ile birçok kullanıcıya ulaşılabilecektir. Broşür ve el ilanları okullara gönderilerek ürün tanıtım ve yaygınlaştırma çalışmalarına devam edilerek, proje zaman planlamasında detaylandırılan süreç işletilecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

Tablo 3: Malzemeler Listesi

Ürün Adı	Fiyat	Parça Sayısı
Raspberry Pi 3 B+	2750 ₺	1
1 SG90 9G Servo Motor	38,63 ₺	1
Raspberry Pi 3 Güç Adaptörü	175,85 ₺	1
Raspberry Pi Kamera Modülü V2	615,48 ₺	1
HDMI Kablosu	62,92 ₺	1
Scandisk 32 GB Mikro SD	39,99 ₺	1
Raspberry Pi Uyumlu Kablosuz Mini Klavye	100,67 ₺	1
Kablosuz Mouse	99,90 ₺	1
6X Erkek Dişi Jumper Kablo	6x0,52=3,12 ₺	6
17 inch Monitör	1161,99 ₺	1
5 mm Şeffaf RGB Led	3,15 ₺	1
USB Girişli Masaüstü PC Mikrofon	87,99 ₺	1
Şarjlı USB Girişli Bluetooth Hoparlör	74,99 ₺	1
27 GB İnternet Paketi	120 ₺	1
Robot dış gövde (3D Yazıcı Çıktısı)	700 ₺	1
Watson IBM Cloud Servisleri Başlangıç Paket	200 $~200x14,87=2974 ₺	1
TOPLAM KİT MALİYET FİYATI	9008,68 ₺	21
SATIŞ FİYATI	12000 ₺	

***** Tablodaki fiyatlamalarda 02.05.2022 tarihi esas alınmıştır.

Yukarıdaki tabloda bir adet kitin oluşturulması için gereken asgari tahmini maliyet belirtilmiştir. Bu maliyetin hesaplanmasında çeşitli elektronik malzeme marketleri online satış sitelerindeki parça ürünlerin fiyatları kullanılmıştır. Kargo ve paketleme maliyetlerinin toplam maliyetlere oranı %5 oranında kabul edilmiştir. Mevcut varsayımlardan yola çıkarak hesaplandığında farklı kalitelerde kitin hazırlanması durumunda ürün prototipinin en ucuz 9008,68 ₺'ye mal olacağı hesaplanmıştır. İnternet Paketi verilmediği durumlarda maliyet 8888,68 ₺ düşecektir. Ayrıca seri üretime geçildiğinde parça fiyatları toptan alım sebebi ile gerekli oranda ıskontolar

yapılarak daha ucuza mal edilebilecektir. Kit üzerinde kişiye özel değişiklikler istenildiğinde IBM servislerinden alınan servis paketine, dış gövde için kullanılan farklı tasarım ve kaplama için kullanılan malzeme türüne göre fiyat değişebilir.

7.1 Piyasa Ürünleri Fiyat Karşılaştırması

Madde 5.2'de piyasadaki diğer ürünler hakkında detaylı bilgi ve görseller verilmiştir.

Tablo 4: Piyasa Ürünleri Fiyat Karşılaştırması

Marka	**Sikaye RC**	**Edison Robot V2**	**Silverlit Macrobot**
Fiyat:	22.94 $	139.69 $	849 ₺

Karşılaştırılan robot kitlerinin işlevleri ile "MATEBOT" robot kitin özellikleri birbirinden çok farklı olduğu için piyasadaki ürünler ile eşdeğer olarak bir fiyat karşılaştırılması yapılamamıştır.

7.2 Zaman Planlaması

Mevcut varsayımlar ile projenin altı bölüm halinde gerçekleştirileceği ve tamamlanma süresinin yaklaşık 4 ay olacağı öngörülmüştür.

- ✓ Tasarım Süreci: Mevcut prototipin seri üretime geçildiğinde kullanılacak tasarımın oluşturulması sürecidir. Tasarımın 2 haftada tamamlanması öngörülmüştür.
- ✓ Üretim Süreci: Eğitim seti için gerekli olan parçaların tedariki ve birleştirilmesi sürecidir. 2 haftalık bir süre zarfında Tablo 3'de belirtilen ürün parçalarının toptan alım işlemleri için çeşitli online satış sitelerinden teklifler alınacaktır. Uygun olan teklifler fiyat ve kaliteye göre değerlendirilecektir. 3 haftalık bir süre zarfında alınan parçalar birleştirilerek robot aksamları donanımsal olarak tamamlanacaktır.3 haftalık süre içerisinde yazılım kısmı tamamlanacaktır.
- ✓ Test Süreci: Kitin test edilme sürecidir. Oluşturulan tüm robot setlerinin 2 haftalık süre içerisinde tek tek çalışabilirliği kontrol edilecektir.
- ✓ Marka Belirleme ve Patent Alma Başvuru Süreci: 2 haftalık süre içerisinde ürünün marka adı belirlenir ve ürün patentini alma çalışmaları tamamlanır. Patent alımı için başvuru yapılır.
- ✓ Dağıtım Süreci: Ürün paketlendikten sonra müşteriye ulaştırma sürecidir. Türkiye'nin çeşitli bölgeleri için çalışılacak kargo şirketleri ile anlaşmalar ayarlanıp, talep eden okullara ve hedef kitleye bu şirketler ile ürün dağıtımı talep edildikten sonra 1 hafta içerisinde gönderilecektir.
- ✓ Kontrol (Geri Dönüt) Süreci: Kontrol sürecinde setin teslim edildiği okullardan veya hedef kullanıcılardan 15 gün içinde deneyim, memnuniyet ve aksaklıklar konusunda geri bildirimler toplanacaktır. Bu geri bildirimler doğrultusunda setin bozuk çıkma veya tedarik zincirinde aksamalar varsa en kısa sürede sorunlar giderilecektir.

Tablo 5: Proje Takvimi

No	**İş tanımı**	**Görev Dağılımı**	**Aralık**	**Ocak**	**Şubat**	**Mart**	**Nisan**	**Mayıs**	**Haziran**	**Temmuz**
1	Literatür Taraması. Logo.Marka	H. Kaya								
2	Teknik donanım satın alımı*	M.S.Arslan								
3	Dış gövde çıktısı ve montaj*	M.S.Arslan								
4	Raspberry Pie yazılım yüklemeleri	E.K.Y.Dağıstan								
5	Robot iç malzeme bağlantıları	E.K.Y.Dağıstan								

6	Teknofest Yarışma Başvurusu-Ön Değerlendirme Raporu	H. Kaya								
7	IBM Watson Servis Hizmetleri Tanımlama	E.K.Y.Dağıstan								
8	Robot komut - eylem çalışmaları	M.S.Arslan								
9	Matematik kavram, kural ve görsellerin tasarlanması ve robota yüklenmesi	E.K.Y.Dağıstan M.S.Arslan								
10	Deperlendirme ve son testler	E.K.Y.Dağıstan M.S.Arslan								
11	Proje Detay Raporu	E.K.Y.Dağıstan H. Kaya								
12	Final Sonucunun Açıklanması									
13	Proje Sunum	Tüm ekip								

*Ürünün dış gövde çıktısı (3D) ve donanımı için gerekli harcamalar şubat ayında yapılmıştır.

7.3 Proje Ekibi ve Tecrübesi

Danışman : Yasemin Çetinkaya - Osman Nuri Hekimoğlu Anadolu Lisesi Matematik Öğr.

Tablo 6: Proje Ekibi ve Tecrübesi

Adı Soyadı	Projedeki Görevi	Okul	Projeyle veya problemle ilgili tecrübesi
Efe Kaan Yusuf Dağıstanlı	Proje Tasarım ve Yazılımı	Osman Nuri Hekimoğlu Anadolu Lisesi	Bulut Bilişim Uzmanlığı ve Yazılımcı Proje deneyimi var.
Mustafa Serhat Arslan	Proje Koordinatörü ve Sunum	Osman Nuri Hekimoğlu Anadolu Lisesi	Takım Lideri İlk proje deneyimi
Hüseyin Kaya	Araştırma ve Rapor Yazımı	Osman Nuri Hekimoğlu Anadolu Lisesi	Araştırmacı İlk proje deneyimi

8.Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)

MATEBOT projesinin kullanım alanı eğitim olduğu için kullanıcıları öğretmenler ile ana sınıfı, ilk, orta ve lise düzeyindeki öğrencilerdir. Proje, eğitim robotunu kendilerine yardımcı bir asistan olarak kullanabilen öğretmenleri ve kendi başına matematik konularını eğlenerek öğrenmek isteyen öğrenci kitlesini hedeflemektedir.

Proje ekibi matematik dersi konularını öğrenmede kendilerinin ve arkadaşlarının yaşadıkları zorluğun üstesinden gelmek için, bir araca ihtiyaç olduğunu düşünmüşlerdir. Hedef kitle için öğrencileri, matematik konularını ilgi çekici bir şekilde öğrencilere eğlendirerek öğretmesi için de öğretmen kitlesinin seçilmesine beyin fırtınası yöntemi ile ekip olarak birlikte karar vermişlerdir.

Öğrenciler matematik dersini anlamada zorlanıyorlar, konular soyut olduğu için terimler ve formülleri hafızada tutmada güçlük yaşıyorlar. Ders çalışma ve dinlemede öğretmenler kendilerine yardımcı bir asistan olarak kullanabilecekleri "MATEBOT" ile dersi sıkıcılıktan uzaklaştıracak, eğlenirken öğreterek dersi sevdirecek, anlamayı kolaylaştıracak, derse katılımı artıracak ve sonuçta ders başarısını artırmış olacaklardır.

9. Riskler

Projede karşılaşılma ihtimali olan riskler aşağıda listelenmiştir:

- ✓ Ders esnasında elektrik kesintisi.
- ✓ Ders esnasında internet bağlantısının kopması.
- ✓ Türkiye'de henüz üretimi olmayan robot ana malzemesi olan Raspberry Pi mini bilgisayarının üretici firma tarafından üretiminin sona ermesi.

- ✓ Türkiye'deki her okul ve öğretmenlere servis hizmeti sağlamada sıkıntı yaşanması.
- ✓ Yeterli sermayeye ulaşılamamış ise gerekli stok yönetiminin sağlanamaması.
- ✓ Birçok dil desteği olan robotun, IBM den alınan hizmet çerçevesi içerisinde Türkçe dili desteğinin olmaması.
- ✓ Robot sohbetlerinde komutların yabancı dil telaffuzuna uygun söylenmediğinde robotun yanlış kelime algılaması ve komutu yerine getirememesi.
- ✓ Robot kullanımını öğrenmede yaşanan zorluk.
- ✓ Prototipin patentinin alınamaması.

Yukarıda bahsedilen risklere karşı alınan önlemler Tablo 7'de listelenmiştir.

Tablo 7: Riskler ve Alınabilecek Önlemler (B Planı)

Risk (Problemler)	**Risk katsayısı (1-5)**	**Problemlere Alınabilecek Önlemler**
Elektrik kesintisi.	1	Jeneratör devreye alınabilir.
İnternet bağlantısının kopması.	1	Farklı operatörlerden internet paketi alınabilir.
Raspberry Pi mini bilgisayarının üretici firma tarafından üretiminin sona ermesi.	3	Aynı ürünü üreten rakip firmaların ürünleri tercih edilebilir.
Servis hizmeti vermede sıkıntı yaşanması.	5	Yeterli sayıda servis şube açılarak sorun giderilir.
Stok yönetiminde sıkıntı.	2	Seri üretime geçilerek sorun giderilir.
Robotun Türkçe dil desteği olmaması.	3	Türkçe desteği veren Azure (Microsoft) gibi yapay zeka platformları tercih edilebilir.
Komutların uygun telaffuzla söylenmemesi.	2	Kelimelerde doğru telaffuz çalışması ile sorun giderilir.
Robot kullanımında zorluk.	3	Detaylı kullanım kılavuzu ve örnek video anlatımları ile robot kullanımı öğretilebilir.
Prototipin patentinin alınamaması.	4	Eksiklerin giderilerek yeniden başvurunun yapılması.

Tablo 8: Risk Olasılık ve Etki Matrisi

		ETKİ		
		Düşük	**Orta**	**Yüksek**
OLASILIK	**Düşük**	✓ Elektrik kesintisi. ✓ İnternet bağlantısının kopması.	✓ Robot kullanımında zorluk	
	Orta	✓ Komutların uygun telaffuzla söylenmemesi.	✓ Raspberry Pie mini bilgisayarının üretici firma tarafından üretiminin sona ermesi	✓ Prototipin patentinin alınamaması
	Yüksek	✓ Robotun Türçe dil desteği olmaması.	✓ Stok yönetiminde sıkıntı.	✓ Servis hizmeti vermede sıkıntı yaşanması

Not	**1-2 Düşük**: Risk kabul edilir.	**3-4 Orta**: Riske dair önlemler alınır.	**5 Yüksek**: Risk kabul edilmez.

10. Kaynakça

Alkan, V. (2010). Matematikten Nefret Ediyorum! *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*(28), 189-199.

Altan, M. S., & Akkartal, E. (2005). Yaygın Olarak Kullanılan Program Modulleri ile Matematiksel İstatistik Öğrenimi. A. İşman, & F. Dabaj (Dü.), *5th International Educational Technology Conference* içinde (s. 744-748). Sakarya: Sakarya Üniversitesi.

Ateş, B. K., & Bozkurt, E. (2021). Oyunlarla Matematik Öğretimine İlişkin Sınıf Öğretmenlerinin Görüşleri. *Muallim Rıfat Eğitim Fakültesi Dergisi, 3*(2), 1-17.

Baştürk, S. (2012). Sınıf Öğretmenlerinin Öğrencilerin Matematik Dersindeki Başarı ya da Başarısızlığına Atfettikleri Nedenler. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4*(7), 105-118.

Dede, Y., & Argün, Z. (2003). Cebir, öğrencilere niçin zor gelmektedir? *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*(24), 180-185.

Dönmez İnbaşı, S. (2022). *İlkokul öğrencilerinin matematik dersine yönelik metaforik algıları.* Eğitim Bilimleri Enstitüsü Temel Eğitim Anabilim Dalı Sınıf Eğitimi Bilim Dalı, Denizli.

Dursun, Ş., & Dede, Y. (2004). Öğrencilerin Matematikte Başarısını Etkileyen Faktörler: Matematik Öğretmenlerinin Görüşleri Bakımından. *GÜ, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 24*(2), 217-230.

Dursun, Ş., & Peker, M. (2003). İlköğretim Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Matematik Dersinde Karşılaştıkları Sorunlar. *C.Ü. Sosyal Bilimler Dergisi, 27*(1), 135-142.

IBM. (2022). *IBM Watson ürünleri*. 05. 10, 2022 tarihinde ibm.com: https://www.ibm.com/tr-tr/watson/products-services adresinden alındı

Maker Kits. (2022). 05. 10, 2022 tarihinde ibmtjbot.github.io: https://ibmtjbot.github.io/ adresinden alındı

Morkoyunlu, Z., & Ayhanöz, G. S. (2021). İlköğretim Matematik Öğretmenliği Öğretmen Adaylarının Matematiksel Dayanıklılık Kavramı Hakkındaki Düşünceleri. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 10*(2), 37-60.

Sinap, V. (2017). *Programlama Eğitiminde ProblemeDayalı Öğrenmeye Yönelik Arduino Etkinliklerinin Kullanılması: Bir Eylem Araştırması.* Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı. Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi.

Siper Kabadayı, G. (2019). *Robotik uygulamalarının okul öncesi çocukların yaratıcı düşünme becerileri üzerine etkisi.* Eğitim Bilimleri Entitüsü İlköğretim Ana Bilim Dalı İlköğretim Fen Bilgisi Eğitimi Programı. Ankara: Hacettepe Üniversitesi.

TechClass4kids. (2021, 08 14). *Best Educational Robots: Select between them*. 05. 08, 2022 tarihinde techclass4kids.com: https://techclass4kids.com/best-educational-robots-select-between-them adresinden alındı