

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

**ÖZEL GEREKSİNİMLİ ÇOCUKLARIN SOSYAL
BECERİLERİNİ ARTIRICI OYUN ARKADAŞI**

Dil Teknolojileri ve Sosyal Robotik Takımı

ID: 429832

Üniversite ve Üzeri Seviye

İçindekiler

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)
2. Problem Durumunun Tanımlanması
3. Çözüm
4. Yöntem
 - 4.1. Mekatronik Katmanı
 - 4.1.1. Güvenlik
 - 4.1.2 Hareket Kabiliyeti ve İletişim Şekli
 - 4.1.3. Görünüm
 - 4.2. Görüntü İşleme Katmanı
 - 4.3. Doğal Dil İşleme Katmanı
 - 4.3.1 Sesten Yazıya Dönüştürme Modülü (Speech to Text Module)
 - 4.3.2 Diyalog Üretim Modülü (Dialogue Generation Module)
 - 4.3.3 Yazıdan Sese Dönüştürme Modülü (Text to Speech Module)
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü
 - 5.1. Rakip Analizi
6. Uygulanabilirlik
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması
 - 7.1. Maliyet Tablosu
 - 7.2. İş Paketleri
 - 7.3. Proje Takvimi
8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar)
9. Riskler
 - 9.1. Olasılık ve Etki Matrisi
 - 9.2. Risk Yönetimi Tablosu
10. Kaynaklar

1. Proje Özeti (Proje Tanımı)

Gelişimsel olarak çeşitli alanlarda özel gereksinimli çocuklar eğitim, sağlık, sosyal ve kültürel alanlarda toplumla ve diğer bireylerle etkileşimde zorlanmakta, sosyal ve iletişimsel becerilerini geliştirmek için yardıma ihtiyaç duymaktadırlar [1]. Projede temel olarak bu problemin çözümü için özel gereksinimli çocukların ihtiyaçlarına uygun bir robot oyun arkadaşı geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Geliştirilecek olan bu oyun arkadaşı, çocuğun birtakım temel bilgileri (sayı sayma, hayvanlar vs.) öğrenmesi ve sosyal, iletişimsel becerilerini geliştirip toplumda yer edinebilmesi için çocukla çeşitli oyunlar yoluyla doğrudan etkileşime girecektir.

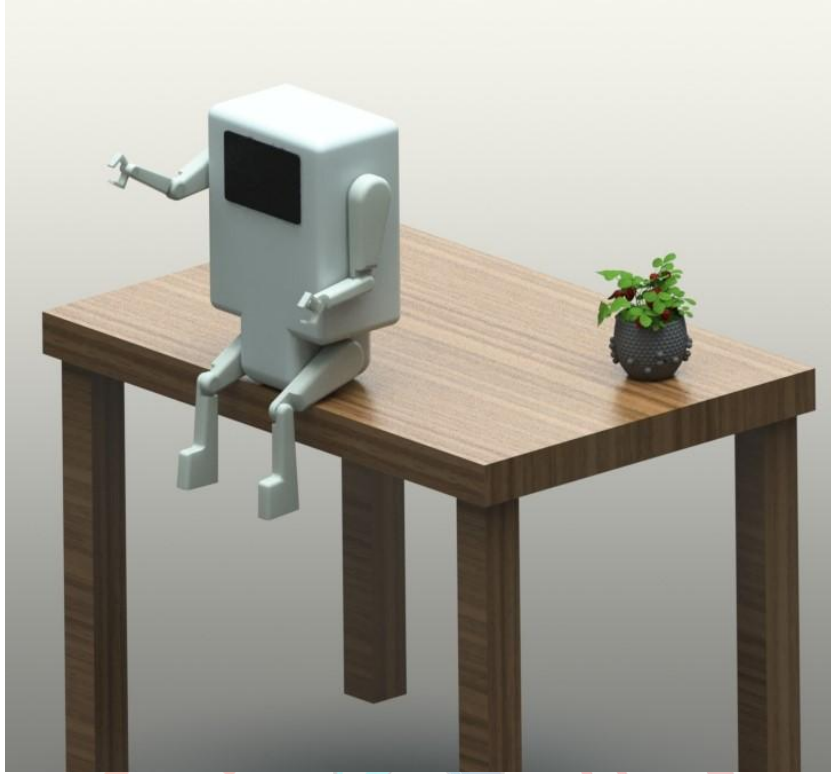
Raporda öncelikle problem ve problemin önemine değinilmiş, ardından çözüm önerimiz ve çözümün nasıl bir yöntemle hayata geçirileceği detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Daha sonra ürünün inovatif yönünden ve uygulanabilirliğinin ne derece yüksek olduğundan bahsedilip, tahmini maliyet ve proje zaman planlaması sunulmuştur. Son olarak da projenin hedef kitesinden ve öngörülen risklerin değerlendirmesinden bahsedilmiştir.

2. Problem Durumunun Tanımlanması

Serebral palsi, otizm spektrum bozukluğu, down sendromu veya zihinsel yetersizlik gibi nörogelişimsel bozukluk teşhisli özel gereksinimli çocuklar genellikle sosyal hayatlarında çeşitli problemler yaşarlar ve bu problemler temelde iki farklı şekilde incelenebilir. İlki bu bireylerin gerekli sosyal becerilere sahip olmaması, ikincisi ise bu becerilere sahip oldukları halde uygun yerde ve zamanda kullanamamaları ya da bu çocuklara kullanmaları için fırsat verilmemesidir [2]. Bunlardan dolayı bu çocuklar sosyal hayatlarında başarılı olamaz, kendilerini toplumdan izole eder ve sonuç olarak kendilerini yalnız ve depresif hissederler [3]. Son zamanlarda özel çocukların gelişiminde robotlar kullanılmaya başlanmıştır [4, 5] fakat bu robotların genellikle Türkçe dil desteğinin olmaması ve çocuğun aşına olduğu kendi kültüründen öğeler içermemesi sebebiyle etkileşime girememesine sebep olmaktadır. Özel çocuklar tanıdık olmadıkları kişilerle ve/veya ortamlarda iletişim kurmakta zorlanırlar ve kriz anları tetiklenebilir. Bu sebepten özellikle aşına oldukları ana dilleri ve şarkılar kullanılmalıdır.

3. Çözüm

Proje özel gereksinimli çocukların toplum ile kısıtlı etkileşimi çerçevesinde gelişimlerinin aksaması problemine odaklanmaktadır. Özel çocukların sosyal hayata adaptasyonu sırasında yaşadıkları zorlukların düzeyini düşürmek ana hedeftir. Bu zorluklar sosyal gelişimde gecikme, iletişimsel bozukluk, motor gelişiminde gecikme vb. durumlardır. İlgili problemin çözümü için çocuklara -oyun arkadaşı- olacağı robot (şekil 1) ile kendi dilleri olan Türkçe ile etkileşime girerek birçok oyun ile gelişimlerine katkı sağlamaktır. Bu çözüm önerisi sayesinde özel gereksinimli çocukların gelişimdeki dezavantajlı konumlarının minimize edilmesi hedeflenmektedir. Oyun arkadaşı robot ile özel çocuklar renk tanıma, sayı sayma, şekil tanıma, hayvan tanıma, nesne tanıma, harf tanıma, heceleme vb. oyunlar ile eğlenirken öğrenecek ve birçok gelişimsel açıdan ilerleme kaydedecek. Aynı zamanda özel çocuklar tabletle oyun oynarken ve/veya istenen hareketi yaparken motor becerileri de gelişecektir.



Şekil 1: Robot

4. Yöntem

Bu proje mekatronik ve doğal dil işleme katmanları barındırmaktadır. Bu bölümde sırasıyla bu katmanların geliştirilmesinde uygulanacak yöntemler ele alınmaktadır.

4.1. Mekatronik Katmanı

Mekatronik katmanında ürünün tasarımı ve hareketi için gerekli olan cihazların tanımlaması yapılmaktadır. Robot tasarımı yapılırken dikkate alınan bazı hususlar;

- Çocuklar etrafında kullanılacağından tasarımının güvenli oluşu,
- Hareket kabiliyeti ve iletişim şekli,
- Görünüm

Robot, kolunu servo motorlar yardımı ile hareket ettirebilecek şekilde tasarlanmış olup aynı zamanda eklemlerin bırakıldığı pozisyonda sabit kalmasını sağlayacak eklem noktaları ile desteklenmiştir.

4.1.1 Güvenlik

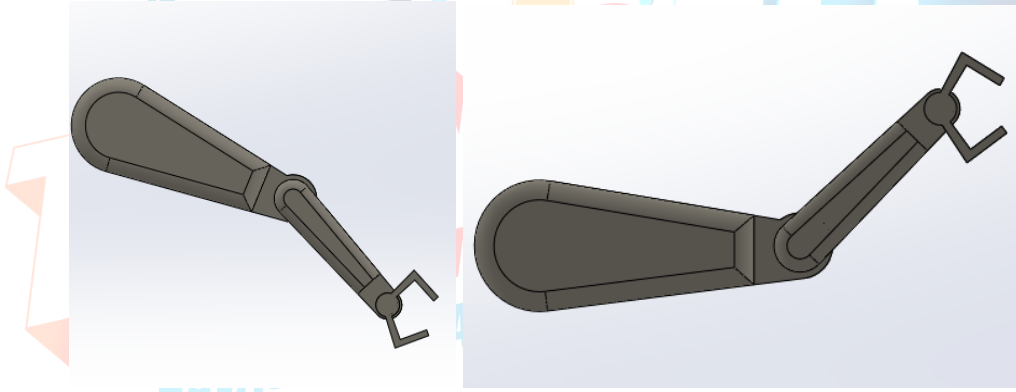
Tasarımı yapılan robotun güvenilir olması ve çocuklara hiçbir şekilde zarar vermemesi için robot parçalarında sivri uçlar ve kenarlar giderilmiştir. Çocuk ile yapılan iletişim ve etkileşim sırasında robot oturur pozisyonda bulunacak olup bundan kaynaklı robotun çocuklar üzerine devrilmemesi için robotun ağırlık merkezi sırtına doğru gelecek şekilde tasarlanmıştır.

4.1.2 Hareket Kabiliyeti ve İletişim Şekli

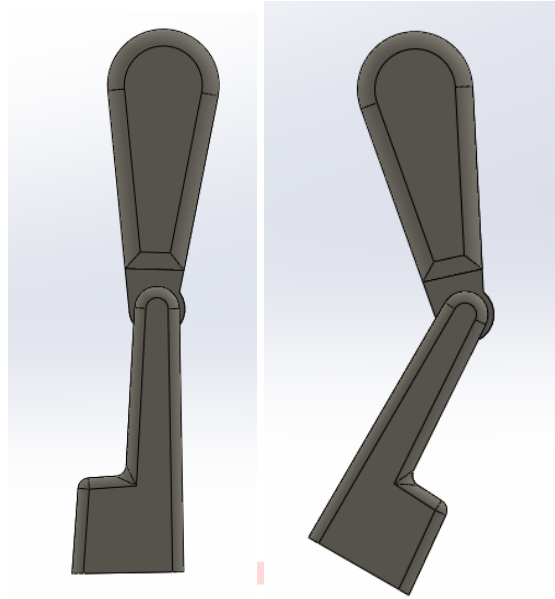
Robot hareket edebilen toplamda 10 eklem içermektedir. Bu eklemlerin 6'sı kollarda ve 4'ü bacaklarda bulunmaktadır. Her bir kolun üzerinde 3 eklem noktası bulunmaktadır. Bunlar omuz, dirsek ve bilek şeklindedir. Omuz, dirsek ve bilek pozisyonları elle ayarlana bilecek şekilde dizayn edilmiştir. Ek olarak omuz pozisyonları kolların vücuda bağlandıkları noktalardan (omuz eklemi) servo motor yardımı ile değiştirilebilecektir. Her bir bacak üzerinde 2 eklem noktası bulunmaktadır. Bunlar kalça ve diz şeklindedir. Kalça ve diz eklemlerinin pozisyonları elle ayarlana bilecek şekilde dizayn edilmiştir. Servo motorların kontrolü arduino üzerinden motor sürücüsü desteği ile sağlanacaktır.

4.1.3 Görünüm

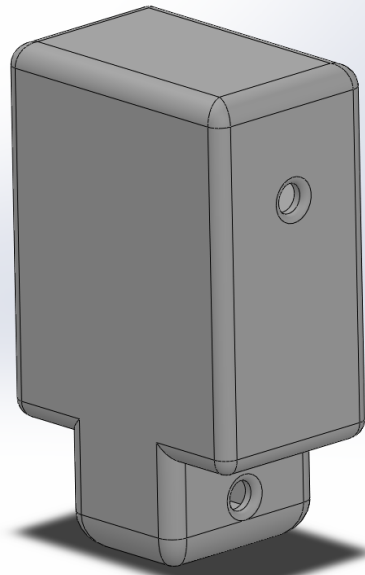
Robot parçaları 3D baskı makinesi üzerinden çıkarılacak olup su bazlı akrilik boya ile renklendirilecektir.



Şekil 2: Sol ve Sağ Kol



Şekil 3: Sol ve Sağ Bacak



Şekil 4: Gövde

4.2. Doğal Dil İşleme Katmanı

Doğal dil işleme katmanında tasarladığımız ürünün çocuk ile ses vasıtasıyla iletişime geçmesi planlanmaktadır. Basit diyaloglar kurabilmesi, belirlenmiş bazı sesli oyunları; bom oyunu, bilmece sorma gibi çocuk ile oynayabilmesi hedeflenmiştir. Bu hedefler çerçevesine doğal dil işleme katmanını 3 temel modülü barındırmalıdır. Bu modüller;

- Sesten Yazıya Dönüştürme Modülü (Speech to Text Module)
- Diyalog Üretim Modülü (Dialogue Generation Module)
- Yazıdan Sese Dönüştürme Modülü (Text to Speech Module)

Devam eden başlıklar altında bu modüllerin tasarımı ve kullanılacak yöntemler ile ilgili ayrıntılar verilecektir.

4.2.1. Sesten Yazıya Dönüştürme Modülü (Speech to Text Module)

Bu kısımda ilgili modülün inşasında kullanılacak veri seti, mimari yapı ve değerlendirme metrikleri verilmiştir.

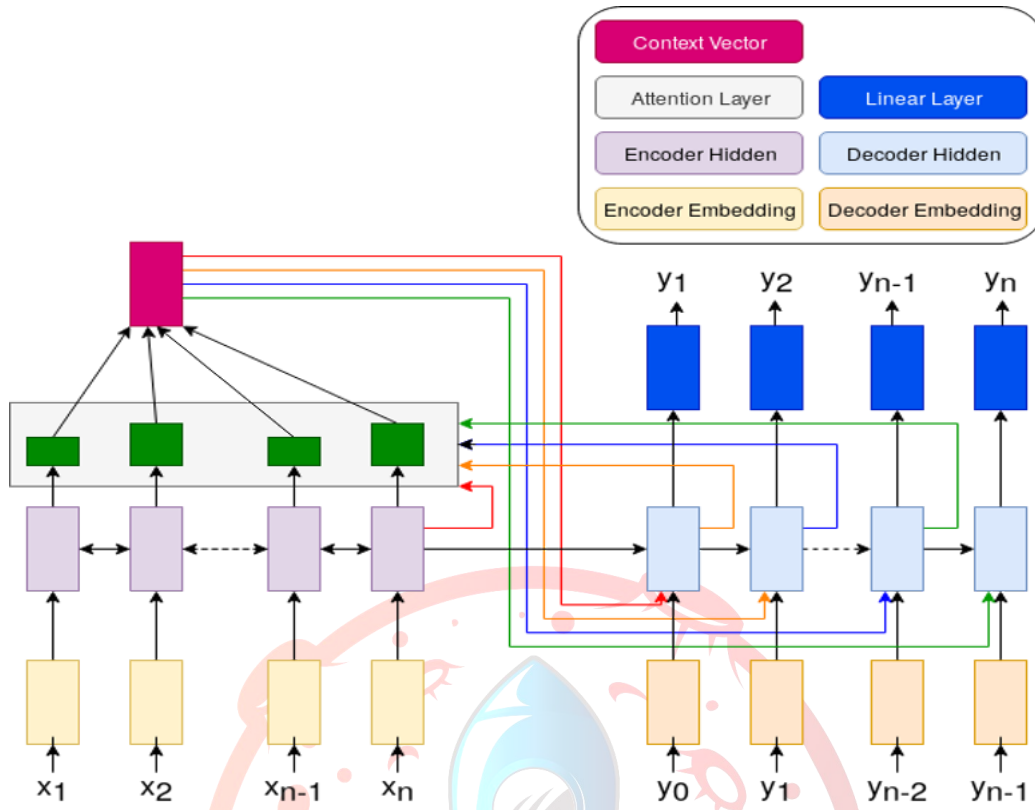
Veri seti olarak, Türkçe için ses ve yazın içeren üç farklı veri seti incelendi. Bunlar; Sözlü Türkçe Derlemi (The Spoken Turkish Corpus), Orta Doğu Teknik Üniversitesi Türkçe Mikrofon Konuşma Derlemi (Middle East Technical University Turkish Microphone Speech) v 1.0 ve Türkçe Yayın Haber Konuşma ve Transkriptleri (Turkish Broadcast News Speech and Transcripts) veri setleridir. İlk veri seti radyo kayıtlarını barındırdığı için konuşma aralarında müzik içermektedir. Bu sebeple bazı ön-işlemlere gereksinim duymaktadır. Diğer iki derlem ise ücretlidir. Yapılacak fayda maliyet analizinin ardından kullanılacak veri seti netleştirilecektir.

Değerlendirme metriği olarak Word Rate Error (WER) kullanılması planlanmıştır.

$$WER = (S+I+D) / N$$

bu formülde; S tahminde başka bir yerine var olan kelime sayısını, I tahminde var olan fazladan kelime sayısını, D tahminde olması gereken ancak olmayan kelime sayısını ve N tahminde olması gereken toplam kelime sayısını temsil etmektedir.

Veri ön işleme veri artırımı ve Mel spektogramının çıkarılması gibi adımlar içermektedir. Sesten yazıya dönüştürmek için literatürde seq2seq olarak adlandırılan yapay sinir ağı mimari yapısı tasarlanmıştır. Öz dikkatli (self-attention) tabanlı yaklaşımlar veya LSTM yapıları tahmin performansları yönünden incelenecek ve performansa göre mimari yapı oluşturulacaktır.



Figür 1: Sesten Yazıya Dönüştürme Modülüne Ait Yapay Sinir Ağı Mimarisi

4.2.2 Diyalog Üretim Modülü (Dialogue Generation Module)

Bu modülün kural tabanlı ve öğrenme tabanlı beraber olacak şekilde hibrid olmasını planlamaktayız. Öğrenme tabanlı kısımda, öz-dikkatli dönüştürücü (Transformer) tabanlı dil modelleri BERT [6], ELECTRA [7], XLM-R [8] vb. kullanılacaktır. Burada geliştirilecek ürünün kullanıldığı ortamdaki diyalogların, kullanılması planlanan diyalog verileri ile örtüşmeyebileceği öngörülen riskler arasındadır. Çözüm olarak, geliştirilecek modele ince ayar yapabilecek miktarda, kullanım ortamındaki diyaloglardan oluşan bir veri toplama adımı planlanmaktadır.

Değerlendirme metriği olarak sistem tahmini ve referans arasında n-gram çakışma sayısının döndüren ROUGE-n kullanılacaktır.

4.2.3. Yazıdan Sese Dönüştürme Modülü (Text to Speech Module)

Bu modülde zaman planlamasından dolayı önceden eğitilmiş hazır bir TTS modelinin veya API'nin kullanılması planlanmıştır. API kullanılması ürünün internet bağlantısı olmasını gerektirdiği için kullanacak olduğumuz Raspberry Pi bunu destekleyecek özelliklere sahip olacaktır.

5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü

Projenin planlanan özellikleri incelendiğinde en büyük yeniliğin tamamen yerli malzemelerle, yerli tasarım kullanılarak geliştirilmesi olduğu görülmektedir. Ek olarak doğrudan özel gereksinimli çocukların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla tasarlanmış olması ürünü rakiplerinden doğrudan ayırtırmakta ve hem ülkemizde hem de dünyada ayrı bir noktaya taşımaktadır.

5.1. Rakip Analizi

Özellik	GT Wonder Boy	Little White Intelligent Robot	DTSR	Açıklama
Özel Gereksinimli Çocukların İhtiyacına Göre Tasarım	YOK	YOK	VAR	-
Görüntü İşleme	YOK	YOK	VAR	-
Doğal Dil İşleme	VAR	YOK	VAR	Türkçe diyaloglar
Metinden Ses Üretimi	VAR	VAR	VAR	
Menşei	YABANCI	YABANCI	YERLİ	
Yüz İfadesi	YOK	YOK	VAR	
Fiyat	63.000₺	200₺	20.000₺	Gelişmiş işlevsellik, düşük maliyet

6. Uygulanabilirlik

Robotta yer alacak tablet ile özel gereksinimli çocukların sosyal, motor ve bilişsel gelişimlerinde yardımcı olacak oyunlar daha uygulanabilir hale gelecektir. Projenin yazılımsal açıdan düzenli bir şekilde geliştirilebilir olması ürünü ticari açıdan da ön plana çıkarmaktadır. Ek ücrete tabii olarak ya da olmayarak yazılımsal olarak oyun sayılarının arttırılabilir olması hem maddi olarak her kitleye hitabını sağlamakta hem de ürünün farklı gelişimsel süreçlere farklı açılardan yardımını sağlayıp tekdüzelikten çıkarmaktadır. Aynı zamanda robotun parçaları 3B baskı teknolojisi ile üretilebilir olacaktır. Bu sayede ekonomik açıdan erişilebilir hale gelen robot birçok gelir seviyesine hitap edebilen bir ürüne dönüşecektir.

7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması

7.1. Maliyet Tablosu

Aşağıdaki tabloda ürün geliştirme sürecinde ihtiyaç duyulan gider kalemleri, neden ihtiyaç duyuldukları ve gider kaleminin tahmini maliyetine yer verilmiştir.

İş Paketi	Maliyet Türü	Amacı	Fiyatı
Malzeme Temini/Üretim	Tablet/Ekran	Arayüzün doğrudan kullanıcıya sunulması.	10.000₺
Malzeme Temini/Üretim	3B Baskı	Tasarlanan robotun 3B yazıcıda çıkarılması.	10.000₺
Görüntü İşleme, DDİ, Optimizasyon	Raspberry Pi	Yazılım paketlerinin depolanması ve çalıştırılması.	2.000₺
Malzeme Temini/Üretim	Arduino	Robot hareketlerinin kontrolü.	500₺
Malzeme Temini/Üretim	Motor sürücüsü	Robot hareketlerinin kontrolü.	100₺
Malzeme Temini/Üretim	Servo Motor (x2)	Robot hareketlerinin sağlanması.	200₺
Malzeme Temini/Üretim	Soğutucu Fan	Donanımın aşırı ısınmasının önlenmesi.	100₺
Malzeme Temini/Üretim	Batarya	Robot güç desteği.	300₺
Toplam			23.200₺

7.2. İş Paketleri

- **Tasarım ve Katı Çizim:** Bu iş paketinde projedeki donanım parçalarının tasarlanması, robotun çiziminin yapılması ve yazılım paketlerinin planlanması işlemleri gerçekleştirilecektir.
- **Malzeme Temini/Üretimi:** Bu iş paketinde tasarımı gerçekleştirilen proje için gerekli malzemeler belirlenecek ve temini üzerinde çalışılacaktır.
- **Hareket Simülasyonları:** Bu iş paketinde ürünün temel hareket fonksiyonlarının belirlenen yeterlilikte olup olmadığının test edilmesi için çeşitli simülasyonlar gerçekleştirilecektir.
- **Veri Toplama:** Bu iş paketinde görüntü işleme ve DDİ paketlerinde kullanılacak olan verinin derlenmesi üzerine çalışılacaktır.
- **Görüntü İşleme:** Bu iş paketinde ürünün görsel etkileşime girebilmesi için planlanan görüntü işleme modülünün geliştirilmesi üzerine çalışılacaktır.

- **Doğal Dil İşleme (DDİ):** Bu iş paketinde ürünün sesle iletişime girebilmesi için planlanan doğal dil işleme modülünün geliştirilmesi üzerine çalışılacaktır.
- **Optimizasyon ve Test:** Bu iş paketinde gerekli donanım ve yazılım parçalarının optimizasyonu ve birbirleriyle olan uyumu üzerine çalışılacak ve ürünün başarımının sınanması amacıyla çeşitli testler gerçekleştirilecektir.

7.3. Proje Takvimi

Aşağıdaki tabloda projede tamamlanması planlanan iş paketlerinin hangi zaman aralığında gerçekleştirileceği bilgisine yer verilmiştir.

İş Paketi Adı	Süre (Ay)	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos
Tasarım ve Katı Çizim	1						
Malzeme Temini/Üretim	3						
Hareket Simülasyonları	3						
Veri Toplama	5						
Görüntü İşleme	4						
DDİ	5						
Optimizasyon	1						

8. Proje Fikrinin Hedef Kitlesi (Kullanıcılar):

Projenin ana hedef kitlesi ilkokul seviyesindeki özel gereksinimli çocuklardır. Bu çocuklar otizm spektrum bozukluğu, serebral palsi, down sendromu veya zihinsel yetersizlik gibi nörogelişimsel bozukluk teşhisli çocuklardır. Özel çocukların küçük yaşta sosyal hayata adaptasyonlarının sağlanması, motor becerilerinin güçlendirilmesi ve bilişsel fonksiyonlarının

geliştirilmesi hayatlarının sonraki aşamaları için kilit bir nokta oluşturmaktadır. Bu sebepten projenin hedef kitlesi özel çocukların hayat kalitelerinin ileriki yaşamları için en artırılabilir zaman dilimi olan ilkökul seviyesidir. Bunun yanında hitap kitlesi, robotta yer alacak olan sosyal, motor ve bilişsel gelişimlere yardımcı oyunlar ile gelişimsel düzeyi arttırılmak istenen kişilerde yaş ya da hastalık durumu gözetmeksizin kullanılabilir.

9. Riskler

Bu bölümde proje geliştirme süresince önümüze çıkabilecek çeşitli engeller değerlendirilmiş, alınan tedbirler aktarılmış ve olası problemlerin çözüm önerilerine yer verilmiştir.

9.1. Olasılık ve Etki Matrisi

Aşağıda verilen matriste proje geliştirme sürecini olumsuz etkileyebilecek unsurlar, bu unsurların gerçekleşme olasılığı (Yüksek, Orta, Düşük) ve gerçekleşirse projeyi ne derecede etkileyecekleri (Çok, Normal, Az) gösterilmiştir.

Risk	Olasılık	Etki
Geliştirme bütçesinin aşılması (\leq %10)	Yüksek	Az
Geliştirme bütçesinin aşılması ($>$ %10)	Düşük	Normal
Yanıt zamanı hedeflerinin karşılanmaması	Orta	Az
Donanım montajının hatalı yapılması	Düşük	Yüksek
İş paketlerinin zamanında bitirilememesi	Düşük	Normal
Proje tasarımının yetersiz olması	Orta	Yüksek
Yazılım paketlerinin uyumsuz olması	Düşük	Normal
Proje gerekliliklerinin değişmesi	Orta	Yüksek
Bazı ekip üyelerinin projeden çekilmesi	Düşük	Orta

9.2. Risk Yönetimi Tablosu

Aşağıda verilen risk yönetim tablosunda, “Olasılık ve Etki Matrisi”nde yüksek ve orta olasılıkta gerçekleşebileceği öngörülen unsurlara karşı alınan tedbirler ve gerçekleşmeleri durumunda nasıl bir çözüme başvurulacağı listelenmiştir.

Önemli Riskler	B Planı
Geliştirme bütçesinin aşılması (\leq %10)	Ek bütçe tahsis edilmesi.
Yanıt zamanı hedeflerinin karşılanmaması	Sistem işleyişinin mevcut yanıt zamanlarına

	göre düzenlenmesi.
Proje tasarımının yetersiz olması	Tasarımdaki eksikliklerin giderilmesi, sorun devam ederse yedek tasarımın kullanılması.
Proje gerekliliklerinin değişmesi	İş paketlerinin yeni gerekliliklere uygun hale getirilmesi.

10. Kaynaklar

- [1] Dönertaş, M., (2015) Özel Eğitime Gereksinim Duyan Çocukların Psiko-Sosyal İhtiyaçları, Uluslararası Katılımlı Çocuk İhtiyaçları Sempozyumu, Ankara.
- [2] Akça, (2010). Zihinsel Engelli Bireylerin Sosyal Beceri Özellikleri. Academia.edu.
- [3] Girli, (2013). Zihinsel Yetersiz veya Otizm Tanılı Kaynaştırma Öğrencilerin Depresif Özelliklerinin İncelenmesi. *dergipark* 7 (198): 60-198.
- [4] Conti, Daniela & Di Nuovo, Santo & Buono, Serafino & Di Nuovo, Alessandro. (2017). Robots in Education and Care of Children with Developmental Disabilities: A Study on Acceptance by Experienced and Future Professionals. *International Journal of Social Robotics*. 9. 51-62. 10.1007/s12369-016-0359-6.
- [5] Conti, Daniela & Trubia, Grazia & Buono, Serafino & Di Nuovo, Santo & Di Nuovo, Alessandro. (2021). An empirical study on integrating a small humanoid robot to support the therapy of children with Autism Spectrum Disorder and Intellectual Disability. *Interaction Studies*. 22. 177-211. 10.1075/is.21011.con.
- [6] Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805.
- [7] Clark, K., Luong, M. T., Le, Q. V., & Manning, C. D. (2020). Electra: Pre-training text encoders as discriminators rather than generators. arXiv preprint arXiv:2003.10555.
- [8] Conneau, A., Khandelwal, K., Goyal, N., Chaudhary, V., Wenzek, G., Guzmán, F., ... & Stoyanov, V. (2019). Unsupervised cross-lingual representation learning at scale. arXiv preprint arXiv:1911.02116.