TEKNOFEST

HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

EĞİTİM TEKNOLOJİLERİ YARIŞMASI

PROJE DETAY RAPORU

TAKIM ADI: Hevesli Gezegen Elçileri

PROJE ADI: Uzak Gezegen Rehberi

BAŞVURU ID: 449341

TAKIM SEVİYESİ : Üniversite (Lisans)

TAKIM KAPTANI : Esin ÇATAL

TAKIM ÜYELERİ : Hande OKURLAR, Göktuğ SAVUR

DANIŞMAN : Dr. Öğrt. Üyesi Metin ALTAN

İÇİNDEKİLER

1. Proje Özeti (Proje Tanıtımı) ……03
2. Problem / Sorun ……04
3. Çözüm ……05
4. Yöntem ……06
4.1. Eğitsel Senaryo ve Uygulama Örnekleri ……12
5. Yenilikçi (İnovatif) Yönü ……13
6. Uygulanabilirlik ……13
7. Tahmini Maliyet ve Proje Zaman Planlaması ……14
8. Proje Fikrinin hedef Kitlesi (Kullanıcılar) ……15
9. Riskler ……16
10. Kaynakça ……16

Şekiller Dizini

Şekil 1. Krater ……07
Şekil 2. Web Arayüzü (Yönetici Bölümü) ……08
Şekil 3. Web Arayüzü (Öğrenci Bölümü) – Fotoğraf Uygulaması ……09
Şekil 4. Web Arayüzü (Öğrenci Bölümü) – Sondaj Uygulaması ……10
Şekil 5. Robot ……11

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 1. Tahmini Maliyet ve Bileşenlerin Mevcudiyet Durumu ……14
Tablo 2. Çalışma Takvimi ……15

TEKNOFEST İSTANBUL HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

1. PROJE ÖZETİ (PROJE TANIMI)

Projemiz, hem özel okullar ve bilim&deney merkezleri, hem de kamu kurum ve kuruluşları eğitim sistemlerine kolayca entegre edilebilecek interaktif bir eğitsel platform sunacak. Herhangi bir yazılım dili veya karmaşık kodlama algoritması bilmek yada satın almak zorunda kalmadan, internet erişiminin olduğu heryerden eğitime katılabilecek öğrencilerin, sade ve basit bir web arayüzü kullanmaları yeterli olacak. Böylelikle öğrenciler, laboratuvar düzenekleri, yazılım dili, kodlama, donanım bileşenlerinin teknik detayları gibi özel tecrübe, bilgi birikimi ve sürekli teknik güncelleme gerektiren süreçlerin ayrıntıları ile uğraşmadan, sadece küresel ölçekte yapılmakta olan gezegen araştırmalarına yönelik farklı bilimsel ayrıntılara odaklanabilecek.

Projemizin temel amacı, uluslararası paydaşlıklar ile yapılmakta olan gezegen araştırmalarına yönelik eğitsel düzeyde farkındalık oluşturmak. Bunun için konu ile ilgili sürekli güncellenebilecek bilimsel senaryo ve uygulamaların gerçekleştirilebileceği bir platform tasarladık. **Web Arayüzü**, **Krater** ve **Robot** olarak üç bileşenden oluşan platform, ilgili eğitim kurumunun uygun bir laboratuvarına kolayca yapılandırılabilecek sadeliktedir. Öğrenciler online olarak farklı mekanlardan eğitime katılabilecekler, proje paydaşları ile gerçek platforma online bağlanarak sanal ortamda bilimsel çalışma gerçekleştirebilecek, tartışarak ortak hedefler belirleyebilecek, senaryoları interaktif uygulayabilecek ve bulgularını tartışarak, birbirini ikna ederek yorumlayabilecek ve güncel bilimsel literatür bilgileri ile kıyaslayabilecek.

Eğitimin etkin bir parçası olacakları bu süreçte, öğrencilerin, gezegen yüzeyine indirdikleri robotları dünyadaki uzay üssünden yöneten profesyonel bilim insanlarının hissettikleri merak ve heyecanı deneyimleyerek yaşamasını hedefledik. Ayrıca öğrenciler, proje bileşenlerinin yapılandırıldığı eğitim kurumunun laboratuvarında, Krater'in içinde bulunarak da, sistemimize entegre bir dizüstü bilgisayar üzerinden uygulamaları gerçekleştirebilecek. Bu aşamada öğrencilerin senaryo uygulamalarını bireysel olarak gerçekleştirmeleri, gezegen yüzeyinde bulunan bilim insanının doğrudan fiziksel olarak robot ile etkileşime girmesi ve bilimsel çalışmaları sürecindeki merak ve heyecanını yaşaması da projemiz hedefleri arasındadır.

Proje bileşenlerimizden olan **Robot**, gezegen araştırmalarında kullanılmakta olan robotlardan biri olarak gelecek zamanlarda güncellenebilecek esneklikte yapılandırıldı. **Kaşif** olarak isimlendirdiğimiz ilk prototipimiz için, Mars'ta görev yapmakta olan Curiosity seçildi. Fotoğraf çekme ve öğrenciye iletme, sondaj simülasyonu yapma ve bulguları öğrenciye iletme, her yönde hareket etme ve bulunduğu konumu harita üzerinde öğrenciye eş zamanlı gösterme gibi, Curiosity'nin temel görevlerine paralel senaryo uygulamaları, proje çalışmaları kapsamında öğrencilerin interaktif kullanımına sunulacak.

Projemizin bir diğer bileşeni olan **Krater** için, Curiosity'nin üzerinde keşif görevi yaptığı Gale Krateri seçildi ve laboratuvar ortamında ölçekli küçültülerek yapılandırıldı. Öğrenciler senaryo uygulamaları sırasında, online bağlanarak, Kaşif'i bu laboratuvardaki krater modeli üzerinde kullanacaklar. Bu aşamada online bağlantı için kullanacakları basit ve sade **Web Arayüzü** ise projemizin bir diğer bileşenidir.

2. PROBLEM/SORUN:

- Mevcut eğitim sistemi müfredatının yeterli düzeyde ve güncellikte olmaması, bilgilerin kitap/dergi okumaları, belgesel/kısa video izlenceleri, görsel/işitsel medya organlarının yayınları arasına sıkışmış ve doğruluk açısından da güven vermeyen nitelikteki bilgiler öğrencinin dikkatini dağıtmaktadır. Küresel ölçekte gerçekleştirilmekte olan gezegen araştırmalarının bilimsel ayrıntıları, öğrencilere gerektiği ölçüde aktarılamamakta, uluslararası farklı nitelikteki yayın organlarında verilen görsel ve işitsel nitelikteki güncel haberlere tesadüfen tanık olmaktadır. Bu uyaranların ekseninde uygulanan eğitim modelinde, öğrencinin kendisi bireysel veya takım olarak uygulamanın bir parçası olamamakta, etkileşim kuramamakta, hayal gücünü kullanamamaktadır.

- Gezegen araştırmalarına yönelik uluslararası projeler büyük bütçeler ve teknolojiye paralel geliştirilen ileri düzey fen ve mühendislik anabilimdalı paydaşlığı gerektirmektedir. Ülkemizin küresel ölçekte yürütülmekte olan bu projelere katılması şimdilik mümkün görünmemektedir. Bilimsel ve teknolojik altyapının yanısıra, ekonomik yetersizlik ve mekansal (uydu, roket, robot, uzay merkezi vb) altyapı problemleri nedeni ile henüz hazır değiliz.

- Giderek çok daha fazla önem kazanmakta olan ve artan bir beklenti ve yarış platformuna dönüşen bu çalışmalara henüz katkı sağlayamamaktayız. Gelecekte ülkemizin bu projelerde yer alabilmesi için, günümüzde çocukların eğitim aşamalarında bir farkındalık ve ilgi oluşturmak, gelişmelerin yakından takip edilmesini sağlamak kaçınılmaz bir gerekliliktir.

- Projenin hedef kitlesi gözönünde bulundurulduğunda, takip edilmesi zor dinamik geliştirilen yazılım ve kodlama programları hem ileri düzey teknik ve bir çok yabancı dilde terimler içermekte, hem de öğrencilerin anlamakta, akılda tutmakta ve öğrenmekte zorluk çekecekleri seviyelerde kullanıma sunulmaktadır.

- Öğrenciler, uygulamaları gerçekleştirirken bireysel teknik yetersizlikler nedeni ile (kişisel sahip olmasını gerektirecek; lisanslı yazılım, mobil cihaz, yüksek internet hızı veya kotası, yüksek kapasiteli bilgisayar vb.) problem yaşayabilmektedir.

- Yazılım ve kodlama işlem adımlarının karmaşıklığından ve zorluğundan olumsuz etkilenmekte, uygulamalarını gerçekleştirirken farklı ve çoklu programları kullanmak zorunda kalmaktadır. Proje uygulamalasının gerçekleştirilmesini sağlayan elektronik devre-kart yapılandırması ve sinyal kontrolleri geliştirmesi vb teknik ayrıntılar, asıl uzay araştırmalarının detaylarını ve bulgularının bilimsel içeriğini öğrenmelerini gölgede bırakmakta, vakit kaybetmelerine ve sıkılmalarına neden olmaktadır. Bu aşamada asıl hedeften uzaklaşılmaktadır.

- 2D ve 3D ortamına bileşen olarak mekanik ve dinamik düzenek içerikli bir platform oluşturuldu. Amaç, öğrencinin sanal ortam oyunlarında olduğu gibi bir etkileşim içine girmemesi, dinamik ve mekanik bileşenlere sahip gerçek bir laboratuvar orta-

mında kendini keşfetmesi, farklı fen ve mühendislik alanlarının desteği ile problemlere anlık çözümler üretilme sürecine tanık olması hedeflenmiştir. Öğrenci bu aşamada, hangi mühendislik biliminin hangi çözümleri üretebildiliğini görecek, kendi yetenekleri ile sentezleyecektir.

Bu noktada, ülkemizin gelecekteki uzay araştırmalarında etkin rol oynayabilmesi açısından, çocuklarımızın konu ile ilgili deneyimleyerek merak ve heyecanının tetiklenmesi, beslenmesi ve ilham kaynağı niteliğinde bir platform olarak, projemizin eğitim sistemine ve çocukların uzay araştırmaları konusundaki kariyer planlarına pozitif katkı sağlayacağına, farkındalık yaratacağına inanıyoruz.

3. ÇÖZÜM

Öğrenciler, yazılım ve kodlama işlem adımlarının karmaşıklığından yalıtılmış olacaklardır.

Öğrenciler uygulamalarını gerçekleştirirken programlama dillerini bilmek zorunda değildir.

Öğrenciler uygulamalarını gerçekleştirirken eğitim kurumlarının sağlayacağı teknik donanım ve gerekli yazılımları kullanacaklardır. Yazılım, kodlama ve arayüz gereksinimleri, kurum tarafından sağlanacağı ve güncelleneceği için, öğrenciler hem ekonomik ve hem de teknik altyapı desteği açısından etkilenmeyecektir.

Müfredatta yer alan gezegen araştırmalarına yönelik çalışma detaylarının ve bulgularının deneyimletilerek öğretilmesi amaçlandığı için, öğrenciler yazılım ve kodlama aşamalarından ve bu sürecin zorluklarından bağımsız tutulacaktır. Projenin amacı, elektronik devre-kart teknolojisi, yazılım algoritması ve kodlama mantığı geliştirilmesi ve öğretilmesi değildir. Öğrencilerin tamamen gezegen araştırmalarına odaklanması hedeflenmiştir.

Yazılım geliştirme, program algoritması yazma, kodlama yapma gibi soyut işlem adımları ile uğraşmak zorunda kalmayacak öğrenciler, dikkatlerini tamamen küresel ölçekte gerçekleştirilen güncel gezegen araştırmalarına odaklayabilecekler.

Sanal platformda gerçekleştirilen yazılım geliştirme, kodlama yapma işlem adımları yerine, öğrenciler web arayüzü kullanarak, hazırlanan senaryolar çerçevesinde, doğrudan bilimsel çalışmalara yönelerek, interaktif etkileşimler ile verecekleri etkilere anında dinamik somut görsel ve işitsel tepki alarak bilimsel nitelikte yorum yapabilecektir.

Öğrenciler okumak, izlemek bakmak gibi görsel ve işitsel algılama uyaranlarına gösterecekleri tepkilerin yanısıra, heyecan, adrenalin, merak, hayret duygularını besleyen interaktif platformun bir parçası olacaklardır.

Verilen etkilere eş zamanlı alınan tepkiler, uygulanan eğitim programının verimini arttırmaktadır. Senaryoların uygulanması sürecinde, görev niteliğinde gönderilen komutlara Kaşifin anında yanıt vermesi, öğrencilerin heyecanını ve dinamizmini besleyecek, öğrenme kalitesini arttıracaktır.

Sorun	Çözüm	Eğitimdeki Katkısı
Küresel ölçekte gerçekleştirilmekte olan gezegen araştırmalarına aktif katkı sağlanamaması ve gelecekte paydaş olabilmeye yönelik, eğitsel nitelikte interaktif içerikli sistemli bir hazırlığın bulunmaması.	Çocukların konu ile ilgili ilgi, bilgi düzeylerini, merak ve farkındalıklarını arttırarak, geleceğe yönelik kariyer planları açısından motive etmek.	Mühendislik ve Fen bilimlerinin paydaş olduğu uzay araştırmalarına yönelik merak ve hayret duygularının tetiklenmesi ve beslenmesi, donanımlı ve bilinçli öğrencilerin yetişmesi, geleceğe yönelik kariyer planlarında uzay araştırmalarına öncelik vermelerine teşvik.
Eğitim müfredatları kapsamında verilen derslerin, sadece görsel ve işitsel içerikli olması nedeni ile öğrencileri motive edememesi ve güncel olmaması.	Konu ile ilgili eğitimin aşamalarına öğrencinin etkin paydaş olarak dahil edilip, deneyimleyerek öğrenmelerinin sağlanması.	Kitap okuyarak, belgesel izleyerek öğrenme çabasında, konudan soğuyan ve uzaklaşan öğrencinin laboratuvar uygulamalarına etkin şekilde paydaş olması ile, geniş katılımlı ve bilimsel içerikli, eğitsel etkileşimli bir platformun oluşması.
Eğitsel içerikli gezegen araştırmalarına yönelik proje tabanlı ortak bilimsel çalışma prensipleri geliştirilememesi.	Öğrencilerin mekandan bağımsız olarak interaktif bir parçası olabilecekleri, ekipler oluşturabilecekleri, sistem ile ve birbirleri ile etkileşim içerisinde olacakları sanal bir platformda deneyimleyerek keşfetmelerinin sağlanması.	Bu aktif deneyimleyebilme eksenli öğretim yöntemi ile, laboratuvar ortamında oluşturulan platformdaki robota, sanal ortamda internet üzerinden bağlanabilen paydaş ekiplerin bilimsel düşünme, doğru hedef belirleme, konu ile ilgili temel prensiplerin araştırılmasına yönelik doğu soru sorma, ekip ruhu, analiz, sentez ve modelleme gibi bilimsel karakteristik prensiplerinin oluşması.

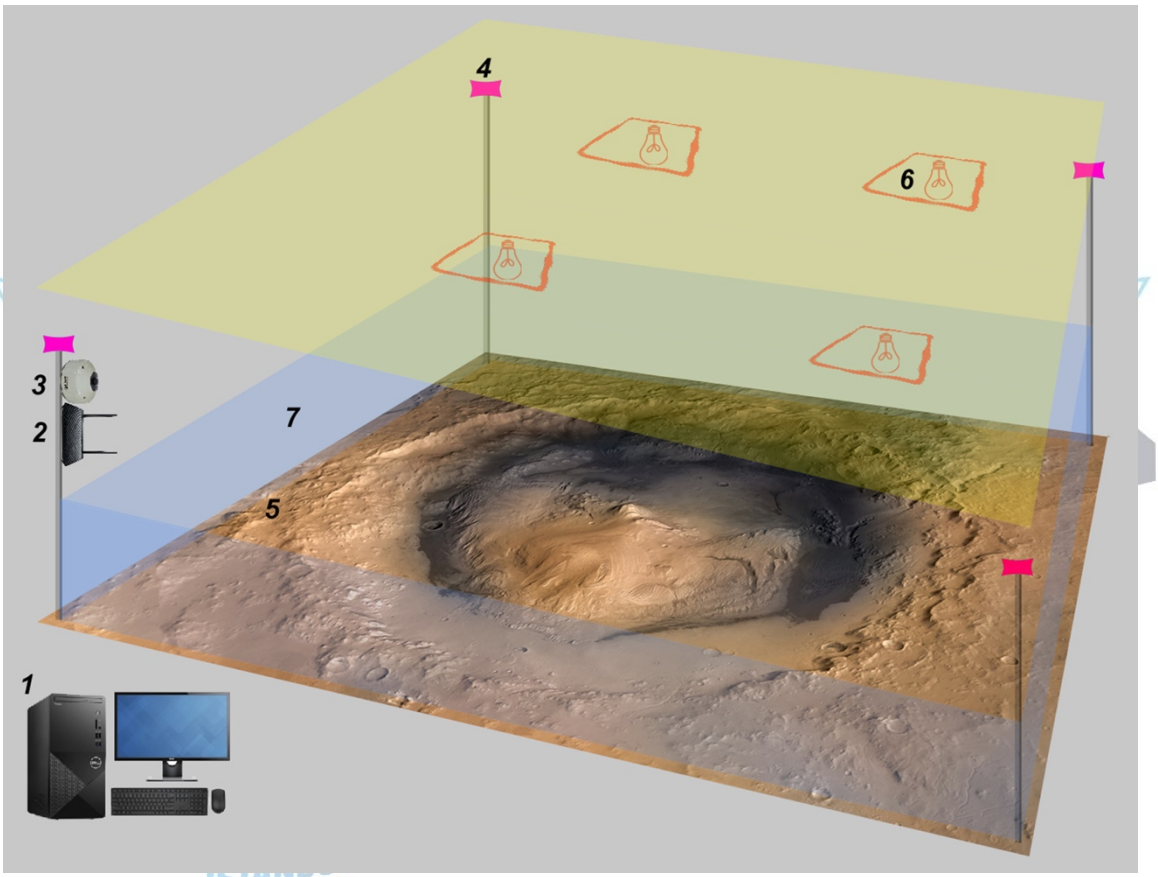
4. YÖNTEM

Proje kapsamında, Bahsi geçen problemlere optimum ve güncellenebilir çözümler içeren interaktif platform olan Uzak Gezegen Rehberi geliştirilmiştir.

Projemiz ana hatları ile; Krater, Web Arayüzü ve Robot olmak üzere 3 bileşenden oluşmaktadır.

Krater, Sunucu bilgisayar, hub kamerası, Modem, Mars ufku, konum belirleme modülleri, Gale krateri zemin modeli, kızıl ortam aydınlatma olmak üzere 6 bileşenden oluşmaktadır. Farklı mekanlardaki öğrencilerin internet üzerinden Kaşif'e bağlanabilmeleri için kullanılacak bilgisayar üzerine Ubuntu işletim sistemi, ROS ve Pyton programları yüklü olacak ve sunucu/dağıtıcı niteliğinde kullanılacaktır (Şekil 1-1). ROS ve Pyton yüklenecek, öğrencilerin Kaşif'e görev tanımlayacakları, senaryoları uygulayacakları iletişim web arayüzü Sunucuya yüklü

olacak. Sistemin tüm bileşenlerine uzaktan görev tanımlanması yolu ile uygulamaların yönetilebilmesini için iletişimi sağlayacak olan modem, krater sahasının tamamında ulaşılabilecek noktada konumlandırılacak (Şekil 1-2). Öğrencilerin Kaşif'in krater üzerindeki hareketlerini anlık takip edebilmeleri için kullanılacak geniş açı kamerası, tüm krateri geniş açıda görüntüleyebilecek şekilde konumlandırılacaktır (Şekil 1-3). Kaşif kraterde tanımlanan görevleri gerçekleştirirken, öğrencilerin Kaşif'in yerini web arayüzündeki dinamik görüntülenen haritadan, hareket ettikçe işaretlenen yeşil noktalar ile anlık takip edebilmeleri için, kraterin 4 köşesine GPS modülleri yerleştirilecek (Şekil 1- 4). Projenin temel hedefi, öğrencilerin gezegen araştırmaları yapan bilim insanlarının duydukları merak ve keşfetme heyecanını öğrenciye uygulamaları deneyimlerken yaşatabilmek olduğundan, Kaşifin kamerasının, platformun 1m yüksekliğe kadar olan hacmini görebilmesine göre yapılandırılacak.



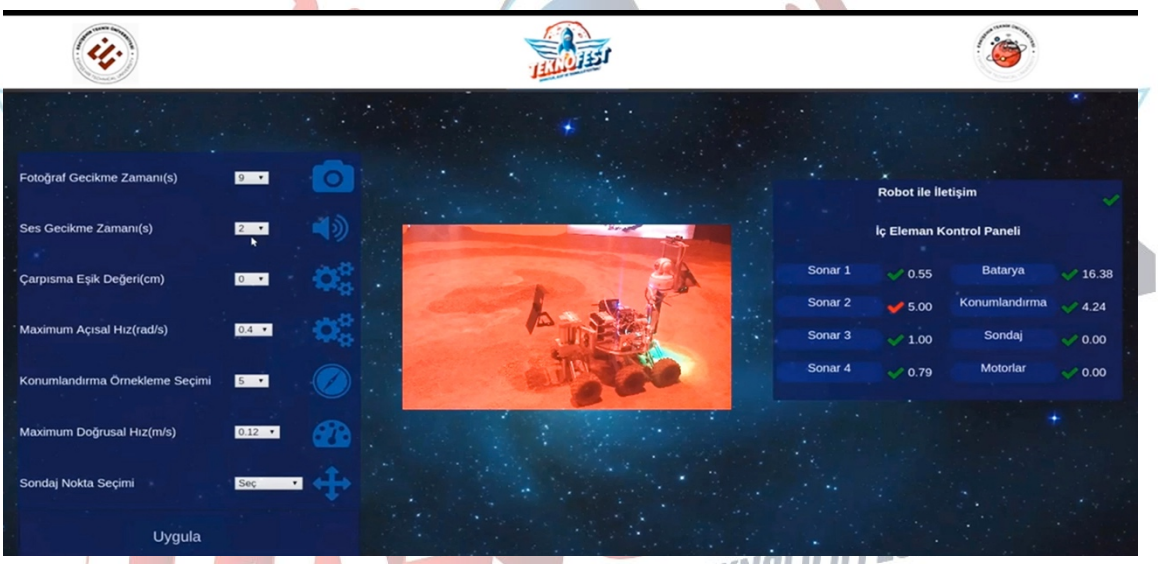
Şekil 1. Krater

Web arayüzü, Ubuntu işletim sistemi üzerine pyton ve ROS (Robotik Operation System) programları ile yapılandırılmıştır. Öğrencilerin eğitsel senaryolar içerikli web arayüzüne internet üzerinden ulaşabilecekleri sistem, bir dağıtıcı (server) bilgisayar üzerine kurulmuştur. Eğitim süresince, öğrencinin bu arayüze ulaşması için internet bağlantısı ve bilgisayar dışında herhangi bir yazılım veya donanıma gereksinim duymayacaktır.

Uzaktan kontrol arayüzü web tabanlı olarak geliştirilmiştir. Robot'un kontrolünün devamlılığı için kullanılacak sunucu üzerinde, Ubuntu 14.04 işletim sistemi çalışmakta ve ROS versiyonu olarak Indigo kullanılmaktadır. Sunucu, Intel***R*** Xenon***R*** işlemci, 3.000Ghz işlemci hızı, 8GB bellek, 64 bit İşletim Sistemi ve Broadcom***R*** BCM5720 Ağ Denetleyicisi'ne sahiptir.

Geliştirilen arayüz ile kullanıcı, senaryo parametrelerini istediği şekilde ayarlayarak Kaşif için uygun senaryolar tasarlayabilmekte ve bu senaryoları kolaylıkla uygulayabilmektedir. Geliştirilen arayüz, görselliği sağlamak için ön tarafta HTML ve CSS kodları ile, Kaşif'e komutların gönderilmesi için arka tarafta JavaScript, PHP ve Jquery ile oluşturulmuştur. Arayüz ROS ile bağlantı kurabilmek için arka planda roslibjs kütüphanesinden yararlanmaktadır. Uzaktan kontrol Arayüzü, yöneticinin parametre ayarları yapabilmesi için Yönetici Arayüzü'ne ve kullanıcıların ayarlanan parametreleri kullanarak Kaşif'i kullanması ve belirlenen senaryonun gerekliliklerini yerine getirebilmesi için Uygulama Arayüzü'ne sahiptir.

Yönetici Arayüzü: Kaşif'in canlılık ekranı ve benzetim için ayarlanabilir parametre ekranlarını içernektedir. Parametre ekranında yapılan değişiklikleri Kaşif'e gönderebilmek için, yöneticinin güvenlik açısından mutlaka giriş yapması gerekmektedir. Proje hedeflerine ve takvimine bağlı kalmak gerekçesi ile proje ekibi tarafından uygulama ön hazırlık çalışmaları yapılarak, gereklilikler kontrol edilmelidir. Bağlantı, ulaşılabilirlik, elektrik, mekanik gibi teknik açıdan uygun şartların sağlanması kontrol edilerek uygulama çalışmasına, yönetici arayüzünden değişkenlerin proje hedeflerine uygun olarak girilmesi ile başlanmalıdır. Şekil 4'te Yönetici Arayüzü gösterilmiştir.



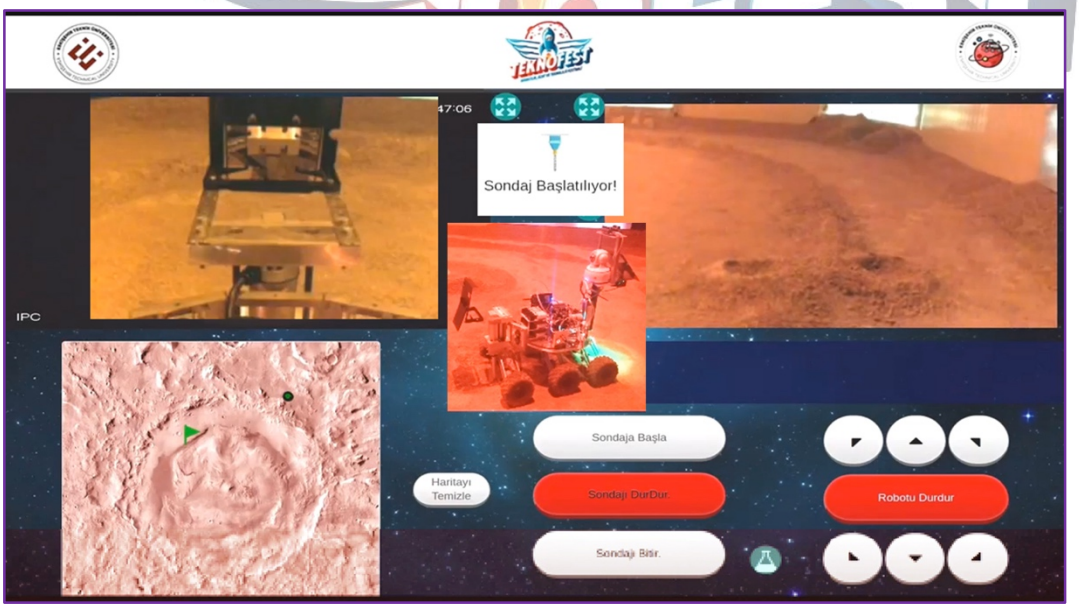
Şekil 2. Web Arayüzü (Yönetici Bölümü)

Yönetici arayüzünde bulunan robot canlılık ekranı sayesinde Kaşif içinde bulunan bileşenlerin durumu ve Kaşif'in ağa bağlanma durumu yöneticiye aktarılmaktadır. Bu sayede, yönetici bir arıza meydana geldiğinde bu ekrandan arızanın sebebini anlayabilmektedir. Uygulama parametre ekranında bulunan fotoğraf gecikme zamanı ile Kaşif tarafından çekilen fotoğrafların kaç saniye sonra ekranda görüneceği, ses gecikme zamanı ile sondaj seslerinin kaç saniye sonra kullanıcı tarafından duyulacağı seçilebilmektedir. Çarpışma eşik değeri ile Kaşif için bir engel algılama sistemi oluşturularak, parametresel olarak değişimi yöneticiye bırakılmıştır. Robot için değişik kademelerde maksimum doğrusal ve açısal hız parametreleri kullanıcının seçimine sunulmuştur. Kaşif'in ortam haritasında konumunun güncellenme sıklığı, kullanıcı tarafından konumlandırma örnekleme seçimi parametresi ile değiştirilebilmektedir.

Yönetici tarafından istenilen sondaj noktaları seçilebilmekte ve tüm parametresel değişiklikler uygula butonu ile rastgele bir gecikmeden sonra Kaşif'e gönderilmektedir.

Uygulama Arayüzü: Yönetici ekranından ayarlanan parametreler kullanılarak gerçeklenen Kaşif ile kullanıcıya bu ekrandan senaryoyu gerçekleyebilme imkanı sunulmaktadır. Uygulama arayüzü, ortam haritası bölümü, Kaşif kontrol paneli bölümü, ortam kamerası bölümü ve Kaşif kamerası bölümlerinden oluşmaktadır. Uygulama arayüzü ekranı Şekil 5'te gösterilmiştir.

Şekil 3. Web Arayüzü (Öğrenci Bölümü) – Fotoğraf Uygulaması



Şekil 4. Web Arayüzü (Öğrenci Bölümü) – Sondaj Uygulaması

Ortam kamerası bölümünde Kaşif canlı olarak takip edilebilmektedir. Kaşifin kamerası bölümünde ise, Kaşifin üzerindeki kendi kamerasından krater ve Mars ufku sürekli olarak gö-

rüntülenebilmektedir. Kullanıcı istediği zaman kamerasının Pan-Tilt özelliğini kullanarak, kamera bakış açısını değiştirebilmektedir. Kaşif'in kamerası ile kullanıcı istediği zaman ortamın kraterin veya Mars ufku bileşenlerinin fotoğrafını çekebilmekte ve veritabanına kaydedebilmektedir. Her iki kamerada da görüntü büyütme özelliği bulunmaktadır. Bu sayede, Kaşif'in hareketi kameralardan daha net takip edilebilmektedir.

Ortam haritası bölümünde seçilen sondaj noktalarının konumları gösterilmekte ve Kaşif'in konumu gerçek zamanlı olarak takip edilebilmektedir. Robot Kontrol Paneli bölümünde Kaşif'in sondaj uygulaması yapmasını ve hareket etmesini sağlayan butonlar bulunmaktadır.

Robot Kontrol Paneli bölümünde bulunan bilgilendirme ekranı, Kaşif'in durumunu (sondaj açıkdurumu, çarpışma durumu, hız durumu, sondaj noktasına yaklaşma durumu vb.) sesli olarak kullanıcıya aktarmaktadır.

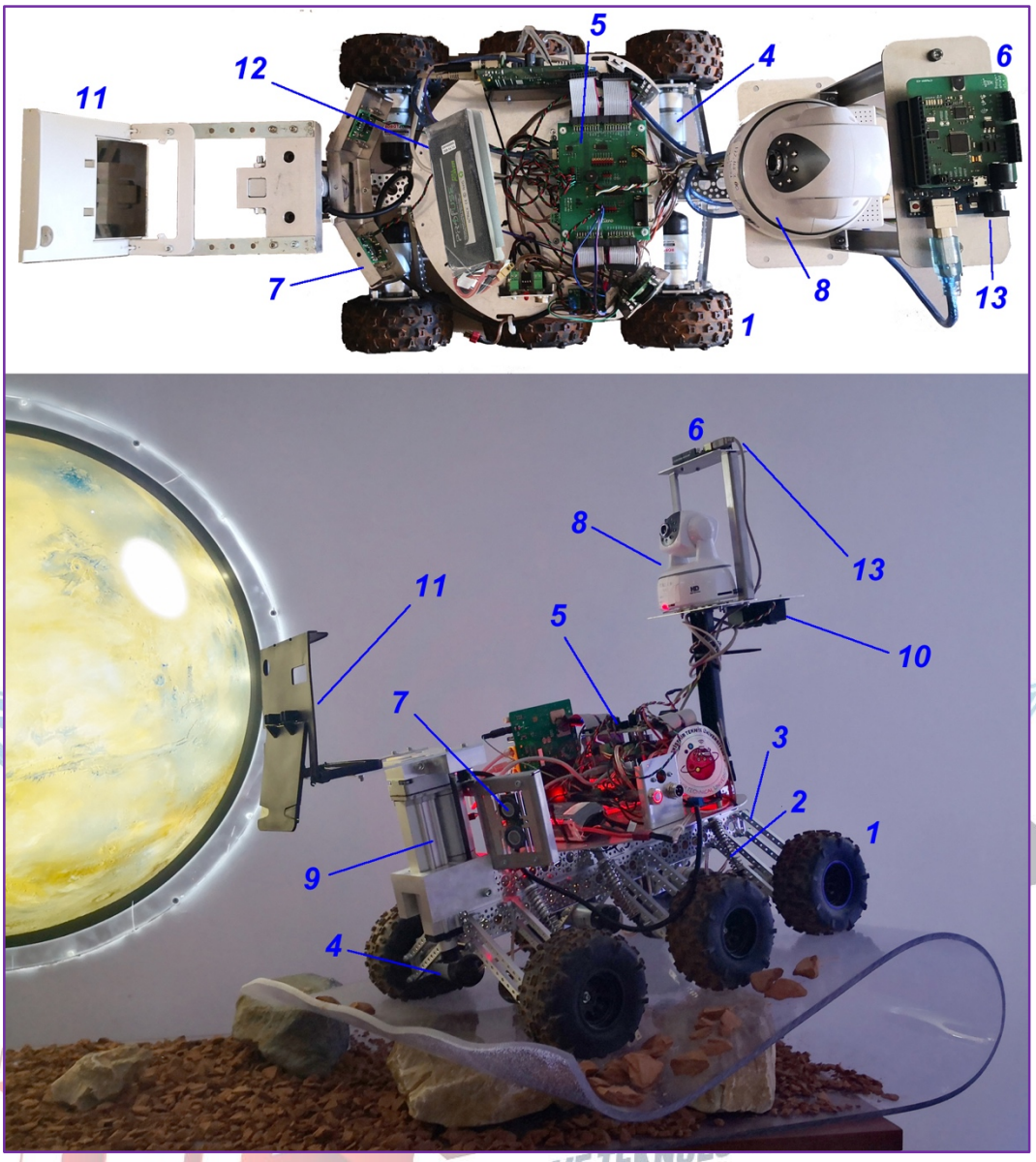
Robot (Kaşif), haberleşme, yönlendirme, sondaj, görüntüleme olmak üzere görev tanımlanabilir 4 temel bileşenden oluşmaktadır. Bileşenlere görev tanımlamalarının ulaştırılabilmesi ve programlanabilmesi için donanımların açık kaynak kütüphaneleri kullanılmıştır. Altı tekerleğe, A-kol stili süspansiyona ve altı adet 5" bağımsız arazi tipi tekerleğe sahiptir (Şekil 5-1). Robot üzeri motorlar, 313 devir/dakika bilyeli hassas dişli redüktörlü olarak seçilmiştir. Süspansiyon sistemi, 4.62" alüminyum kirişler ve 130 mm'lik, yağ dolu alümünyum gövdeli yaylar içermektedir (Şekil 5-2). 18" uzunluğunda kanallı ve dalikli şase ile kablolama ve özelleştirme sağlam bir omurga üzerinde kolaylıkla yapılabilmektedir (Şekil 5-3). 2.2" çapında jantlar, sağlam, kaymaz bir bağlantı sağlamak için 12mm alüminyum altıgen tekerlek adaptörleri kullanılarak robot kontrol edilebilmektedir (Şekil 5-4).

Kaşif'in kontrolü için mobil robot uygulamaları için geliştirilmiş olan Mobil Robot Kontrol Kartı (IM-EKB10) kullanılmış olup, robotik ara katman olan ROS (Robot Operating System) uyumludur. Bu kart, IM-REG10, IM-DRV10, IM-ADP10 ve IM-SENS10 kartları olmak üzere 4 katlı yapıdadır (Şekil 5-5). Değiştirilebilir katlı yapısı sayesinde, farklı konfigürasyonlarda kullanıma uygundur. Robotik uygulamalarda sıklıkla kullanılan sensörler için güç ve sinyal girişleri bulunur. Kontrol için geliştirilen yazılım kütüphaneleri ve ROS paketleri açık kaynak kod olarak paylaşılmaktadır. Ayrıca paylaşılan açık kaynak kodlu kütüphaneler ile gerçekleştirilen farklı uygulamalar da yer almaktadır. Farklı düzeyde robotik uygulamaları için konfigüre edilebilir, kullanımı kolay ve geliştirilebilir yapısı ile çok yönlü bir kontrol kartıdır.

Kaşif üzerine, konumunun belirlenmesi için Pozyx konumlandırma sistemi (Şekil 5-6), Kaşif'in hasar görmeden görevlerini tamamlaması için ultrasonik çarpışma önleyici (IM-SMO20) (Şekil 5-7), robot gözü olarak nitelendirilen ve Kaşif'in anlık olarak görüntü almasını ve istenildiği zaman fotoğraf çekmesini sağlamak için IP Kamera Sensör Sistemi yerleştirilmiştir (Şekil 5-8).

Kaşif'in sondaj uygulaması yapması için bir lineer motor Kaşif'in önüne yerleştirilmiştir (Şekil 5-9). Lineer motorun kontrolünü sağlamak için, VNH5019 motor sürücü kartı kullanılmıştır. Sondaj uygulamasının başlama veya bitiş aşamasında olduğu bilgisinin öğrenciye iletilmesi için gösterge renkli ışıkları kamera altına yerleştirilmiştir (Şekil 5-10). Sondaj uygulamasının Kaşif'in kamerasından görüntülenebilmesi için, ön kısmına ayna yerleştirilmiş ve aynanın ucu sondaj kolunu görecek şekilde ayarlanmıştır (Şekil 5-11).

Kaşif'in hareket etmesi için gereken enerji 5000 mA/saat'lik bir Li-Po batarya tarafından sağlanmaktadır (Şekil 5-12). Tasarlanan batarya devresi sayesinde, Kaşif'in şarj durumu anlık olarak kontrol edilebilmektedir. Sistem batarya seviyesi belirli değerin altına düştüğünde kullanıcıya uyarı vermektedir. Üzerinde bulunan kablosuz yönlendirici sayesinde, Kaşif'e kablosuz olarak bağlanmak mümündür (Şekil 5-13).



Şekil 5. Robot

İSTANBUL HAVACILIK, UZAY VE TEKNOL

4.1. EĞİTSEL SENARYO ve UYGULAMA ÖRNEKLERİ:

Eğitsel senaryoların uygulanmasından önce, öğretmenlerin öğrencilere verdikleri bir ön test uygulanacak, konu ile ilgili güncel sorulara verdikleri yanıtlar çerçevesinde bireysel ilgileri/bilgileri ölçülecek.

İkinci aşamada, öğrencilere Uzak Gezegen Rehberi projesinin tanıtıldığı bir video ile web arayüzünün kullanımı, interaktif senaryo uygulamalarına nasıl katılacakları ile ilgili kısa bilgiler verilecek. Sonrasında, öğrencilerin merak ettikleri noktaları öğretmenlerine sorarak kafalarında kalan soru işaretleri giderilecek.

Üçüncü aşamada, katılımcıların eğitim seviyelerine uygun senaryoları öğretmenler tarafından projemizin Web Yönetici Arayüzü üzerinden belirlenip, gerekli yönlendirmeler yapılarak, her bir senaryo için amaç, hedefler, görevler ve uygulama yöntemleri kısaca gösterilecek.

Örnek olarak iki senaryo uygulamasını inceleyelim. İlk örnek uygulamada, yönetici tarafından sadece bir sondaj noktası ve görev olarak da bu noktada sondaj yapılması senaryolaştırılsın.

Kullanıcı, belirtilen sondaj noktasına gitmek, görüntü almak, ortamı analiz etmek için Yönetici Arayüzü'nden gelen parametreleri kullanır. Parametre seçiminde belirtildiği çerçevede Kaşif, doğrusal olarak maksimum 0.18 m/s hıza, açısal olarak maksimum 0.4 rad/s hıza erişebilir. Sondaj yapılırken, kullanıcıya sondaj yapıldığını belirten sesler 3s'lik gecikme ile Kaşif'in kamerasından alınan görüntülerin kalibre edilerek ekrana yansıtılması 9s'lik gecikme ile gelmektedir. Uygulama arayüzündeki ortam haritasında robotun konum güncellemesi, parametre seçiminde belirlendiği üzere, 10 örnekte bir keredir.

Kaşif, kullanıcı tarafından istenildiği şekilde kontrol edilebilmektedir. Kaşif, kullanıcının verdiği görev gereği verilen koordinata yaklaştığında, Robot Konumlandırma Sisteminden üretilen bilgi ile kullanıcı bilgilendirilir. Kullanıcı noktaya vardığında sondaja başlar. Kullanıcı sondajı Kaşif'in kamerasını aynayı görecek şekilde yönlendirerek, sondajın işleyişini takip edecek. Sondaj kolunun Kaşif'in kamerasından alınan görüntüsü Şekil 4'de gösterilmektedir.

Kullanıcı sondaj işlemini yaptıktan sonra, uygulamayı tamamlamak için, sondaj kolunu kontrol arayüzünden geri çeker ve sondajı bitirir. Kullanıcı sondaj sonucunu analiz eder ve Kaşif, NASA'nın ilgili koordinattan elde ettiği gerçek verileri ekranda görüntüler. Öğrenci ders kitabından Gale kraterindeki bilgiyi okuyarak öğrenmek yerine, gerçekte bilim insanlarının yaptıkları gibi, Robot ile sondaj işlemini deneyimleyerek aynı bilgiyi edinecektir.

Bir diğer senaryo da, ortam fotoğraflanarak mekansal analiz edilmesidir (Şekil 3). Bu senaryo içerisinde Kaşif gezinirken istenilen noktaların fotoğrafını çekip kalibre ederek, fotoğrafları kullanıcıya parametre olarak belirlenen gecikme süresi sonunda görüntüler. Çekilen fotoğraflar, 3 parçaya bölünerek veri transferi kolaylığı sağlanır ve kullanıcıya görüntülenme aşamasında birleştirilir. Sonrasında kaydedilerek bir resim veritabanı oluşturulur.

Senaryolar sürecinde, Kaşif'in izlediği rota Şekil 3'de verilmiştir. Kullanıcı istediği zaman ortam haritasından Kaşif'in konumunu eş zamanlı olarak takip edebilir. Kaşif seyir halindeyken, Yönetici Arayüzü'nde belirlenen eşik değeri kadar mesafede olan nesneleri algılar ve olası nesnenin yönünü bilgilendirme paneline yazarak hareketini durdurur.

Son aşamada öğrenciler eğitimi tamamladıktan sonra öğretmenler tarafından son teste tabi tutulur. İlk ve son testler arasındaki farklar değerlendirilerek eğitimin verimliliği belirlenir.

5. YENİLİKÇİ (İNOVATIF) YÖNÜ

Gezegen araştırmalarına yönelik gerçekleştirilmekte olan uluslararası projelerde, proje yönetim merkezindeki bilim insanları,üzerinde araştırma yapılan başka gezegenlerdeki robotları yöneterek bilimsel çalışmaları uzaktan, sinyal göndererek tanımladıkları görevler ile robota yaptırmaktadır. Projemizin hedefi, öğrencilerin kendilerini bu bilim insanlarının yerine koymaları ve bilimsel çalışmaları yapma sürecinde, onların merak ve heyecanını hissetmeleri, aynı zamanda bilimsel çalışmaların zorluklarını görmeleri, problemlere çözüm üretme deneyimlemelerini sağlamaktır.

Kraterde keşif yaparken sadece Mars ufkunu ve krater zeminini robot kamerasından görebilecekleri için, Mars'ta robotu yönettiklerini hissedecekler. Kaşifi kendileri kullanarak sondaj uygulamasını yapacakları yeri kendileri seçebilecek, istedikleri ufuk veya krater bileşeninin fotoğrafını kendileri çekebilecek, Mars'taymış gibi Kaşif'i yönetip krateri keşfedebilecekler. Bunu yaparken de ekip arkadaşları ile tartışarak karar

vererek, bulguları yorumlayabilecek. Bu şekilde yaşayarak/deneyimleyerek öğrenebilecekleri bir platform, projemiz kapsamında hazırlanmaktadır.

Projemizi farklı yapan, yazılı, görsel ve işitsel eğitim malzemelerinin öğrencilerin önüne koyularak öğrenmelerini beklemek yerine; deneyimleyerek, bir çaba sonucu buldukları anda tartışıp yorumlayarak, verdiği komutlara anında tepki, geridönüş, ürün ve sonuç alarak dinamik ve interaktif etkileşimli bir platformda öğrencilerin ekip ruhu ile birlikte olabilmelerini sağlamaktır.

Proje hedeflerine yönelik olarak özgün bir şekilde tasarlanmış olan Robotun (Kaşif), teknik detayları raporumuzun 4. bölümündeki Yöntem/Robot kısmında ayrıntılarıyla açıklanmıştır.

Projemizi tasarlarken yaptığımız literatür taramasında, proje bileşenlerimiz (krater, robot, web arayüzü) birlikteliğinde gerçekleştirilen laboratuvar altyapısı ve proje hedeflerine ilişkin benzer nitelikte bir projeye/çalışmaya rastlanmamıştır. Aynı zamanda projemiz gelişen teknolojiye paralel şekilde güncellenebilir bir yapıdadır.

6. UYGULANABİLİRLİK

Projemizi farklı nitelikteki tüm eğitim kurumlarının altyapısına entegre edilebilecek esneklikte tasarladık. Proje bileşenleri, talep eden eğitim kurumunun altyapısında ayrılan uygun ölçekteki bir laboratuvara kolayca yapılandırılabilir niteliktedir. Farklı gezegen kraterleri ve senaryo çeşitliliği esnekliği ile, ulusal ve uluslararası özel eğitim kuruluşlarına satılabilecek benzersiz bir platform sunmaktadır.

Bilim-Deney Merkezleri, Özel Okullar ve Kamu kurum/kuruluşları, kendi bünyesinde bireysel olarak yapılandırabilir. Bu durumda sadece kendi insiyatifinde güncelleyebileceği sistem kapsamında kendi öğrencilerine, küresel ölçekteki gezegen araştırmaları farkındalığını güncel gelişmelere paralel olarak verebilir. Farklı krater ve farklı robot değişimlerinin güncellemelerini yapabilir. Öğrencilerini kendi vizyonu çerçevesinde, dünyadaki konu ile bilimsel uygulamalar ve bulgular çerçevesinde yetiştirebilir. Bu çerçevede özel eğitim kurumu, güncel uygulamaların sürecini farklı nitelikteki medya platformlarında görsel ve işitsel paylaşımı ile reklamını yaparken, eğitim sistemlerinin çok yönlü, renkli, deneyimlemeye dayalı etkin bir sistem temelli olduğunu gösterir. Öğrencilerine deneyimleyerek, uygulama detaylarını yaşatarak, rekabet duygularını hissettirerek, heyecanını, adrenalini, merak ve hayret duygusunu tattırarak, dinamik öğrenme platformu sunabilecektir. **Bu çerçevede projemiz ticarileştirilebilir niteliktedir.**

Projemiz kurumsal bir çatı altında değerlendirildiğinde, çok daha geniş kapsamlı kullanıcı kitlesine ulaşacaktır. Milli Eğitim Bakanlığı'mızın himayesinde, her şehrimizin İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü'ne bağlı Orta ve Lise seviyesindeki okulların internet üzerinden bağlanabileceği, proje bileşenlerini içeren sadece bir laboratuvar yapılandırılması ile proje uygulamaları öğrencilerin erişimine açılabilir. Bu çerçevede, her İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü'nün altındaki okullar, hem bireysel kendi öğrencilerine özel, hem de birden fazla okulun ortak ve eş zamanlı paylaşımları ile ortak bilimsel proje uygulamaları gerçekleştirilebilir. Böylelikle küresel ölçekte yapılmakta olan gezegen araştırmalarının temel çalışma işlem adımları farkındalığı ile, ortak bir platformda, farklı okulların öğrencileri tarafından oluşturulacak bilim insanı takımları ile, başka gezegen yüzey araştırması projelerinde buluşabilecekler.

Öğrencilerini uluslararası projelere partner veya lider niteliğinde yetiştirebilir. Bu aşama devlet politikasına destek niteliği taşımaktadır. Ülkemizin küresel ölçekte gerçekleştiril-

mekte olan gezegen araştırmalarına gerek partner gerekse lider statüsünde katılabilmesine yönelik eğitsel statüde bir yatırım olarak görülmektedir. Projemiz ülkemizin geleceğe yönelik konu ile ilgili yetişmiş yetkin bilim insanı potansiyeline destek niteliği taşımaktadır.

7. TAHMİNİ MALİYET VE PROJE ZAMAN PLANLAMASI

- İlçe Milli Eğitim Müdürlüklerinin himayesinde görev yapan okulların her birinde konu ile ilgili laboratuvarın kurulması, kurumun bütçesini zorlayacağından dolayı, sadece bir merkez laboratuvar kurulacak ve internet üzerinden, tüm okulların sistematik şekilde bağlanarak, projemizin sunduğu eğitim hizmetine ulaşabilecekler.
- Konuya ilgi duyan okullar, kurumun yapılandırdığı merkez laboratuvara gelerek eğitimi fiziksel ortamda alabilecekler.
- Projemizi tasarlarken, her bileşenin teknik açıdan birbiri ile uyumlu çalışabilecek alt bileşenleri, en düşük maliyet göz önünde bulundurularak seçilmiştir (Tablo 1).
- Bileşenlerin problemsiz uzun süreli kullanımının sağlanabilmesi, yeni bileşenlerin alınma zorunluluğu aşamasında büyük bütçeler gerektirecektir. Mevcut durumun korunması yeni maliyetleri önleyeceği için periyodik bakımlarının yapılması, arızaların geciktirilmeden giderilmesi, uygun koşullar altında muhafaza edilmesi maliyeti en aza indirecektir.

TABLO 1. Tahmini Maliyet ve Bileşenlerin Mevcudiyet Durumu

Gerekli Malzeme	**Durum**	**Fiyat (TL)**
Mobil Robot Kontrol Kartı (IM-EKB10)	Temin edildi	10.900,00
Aztech WIPC408HD (Pan/Tilt) Wireless	Temin edildi	800,00
DAHUA IPC-EBW81200 Balıkgözü Kamera	Temin edildi	9.400,00
Lineer Motor (Sondaj Probu)	Temin edildi	1.500,00
11,1V Lipo Batarya 10000mAh 65C - 3s Lipo Pil	Talep edilen	3.550,00
Imax B6AC Lipo Pil Şarj Aleti (Harici Adaptörlü)	Temin edildi	550,00
Sunucu/Dağıtıcı Bilgisayar	Temin edildi	32.000,00
İletim & Görev Tanımlama Kartları	Talep edilen	4.900,00
Kablosuz Genişletici : MODEM	Temin edildi	600,00
Motor Sürücü	Temin edildi	650,00
Robot Şase	Temin edildi	3.500,00
4xUltrasonik Çarpışma Önleyici Algılayıcı	Temin edildi	600,00
I2C & Güç	Temin edildi	150,00
Güneş Paneli	Temin edildi	150,00
Konumlandırma Modülleri	Talep edilen	4.600,00
Krater&Kaideler ve Led Aydınlatmalı Mars Ufku Bileşenleri	Temin edildi	20.000,00
Dizüstü Bilgisayar	Temin edildi	4.800,00
Toplam		**98.650,00**
Proje ekibinin ve mobil ekipmanın festival alanına taşınması	Talep edilen	**3.800,00**

TABLO 2. Çalışma Takvimi

Tarih / Hazırlık Çalışmaları	HAZİRAN			TEMMUZ			AĞUSTOS		
	20-22	23-25	26-30	01-07	13-20	21-31	01-09	10	11-12
Eksik bileşenlerin temini									
Yapısal güncelleme çalışmaları									
Web arayüzü yapılandırma									
Kodlama çalışmaları									
Senaryo planlama									
Eğitsel malzeme hazırlama									
Kaşif'in test çalışması									
Krater'in yapılandırılması									
Arayüzü ve kodlama testleri									
Tüm bileşenlerin son testleri									
Nakil için hazırlık - kargolama									
Ekip ve ekipmanın yarışma alanına nakli ve kurulum									

8. PROJE FİKRİNİN HEDEF KİTLESİ (KULLANICILAR):

Orta okul 1. sınıf öğrencileri, bilimsel disiplin gerektiren uygulamalara genel olarak yeterli olgunluk seviyesinde tepki/katkı verememektedir. Orta okul/lise 4. Sınıf öğrencileri ise, zamanlarını lise/üniversite giriş sınavlarına hazırlanmak için kullanmayı tercih ederek, proje çalışmalarına gerektiği ölçüde odaklanamamaktadırlar.
Bu çerçevede, projemizin hedef kitlesini, okul müfredatı çerçevesinde fen bilimleri kapsamında verdiği temel bilimsel veri tabanı ile donatılan ve konu ile ilgili merakın da arttığı **orta okul 2-3. sınıf** ve **lise 1-2-3. sınıf** öğrencileri oluşturmaktadır.

Ayrıca, konuya ilgi duyan, konu ile ilgili ileriye dönük profesyonel hedefleri olan, kamu kurum/kuruluşları ve Bilim-Deney Merkezleri, Özel Okullar, eğitim odaklı ticari nitelikte hizmet veren kuruluşlar, yapacakları çalışmalarda, projemizin uygulamalarını verimli bir şekilde kullanabilecektir.

İSTANBUL HAVACILIK, UZAY VE TEKNOLOJİ FESTİVALİ

9. RİSKLER

Projemiz; Web Arayüzü, Robot ve Krater olmak üzere, her biri teknik bileşenler içeren 3 farklı bölümden oluşması nedeni ile, her bölüm kendine özgü riskler taşımaktadır.

- Bölümlerin ortak riskleri; elektrik ve internet ile ilgili kesintilerin olmasıdır. Tedbir olarak sisteme bir jeneratör ve UPS kesintisiz enerji desteği eklenebilir.
- **RİSK 1:** Web sayfasında yer alan kullanıcı ve yönetici arayüzleri, senaryolar ve uygulamalar ile ilgili güncelleme çalışmaları, farklı uygulamalar eklenmesi veya kodlama çalışmaları sırasında yaşanabilecek yazılımsal hatalar nedeni ile eğitim sırasında aksamalar yaşanabilir.
- **ÖNLEM 1:** Sistem ilk yapılandırıldıktan sonra senaryo ve uygulamaların hatasız gerçekleştirildiği aşamada yedeklenmesi, her güncelleme veya ekleme aşamasında

ise farklı depolama alanlarına farklı isimler ile yedeklenmelidir. Bir problem yaşandığında, son güncellenen dosyalar geri yüklenerek problem giderilebilecektir.

- **RİSK 2:** Robot, farklı görevler tanımlanabilen bir yapıda tasarlanırken, her görev için farklı elektronik kart kullanılmıştır. Fiziksel yapılarındaki hassasiyet nedeni ile ani sert ve şiddetli darbelerden, anlık yüksek voltajdan vb. etkilenebilmektedir ve ayrıca çok uzun da olsa bu kartların kullanım süreleri sınırlıdır.
- **ÖNLEM 2:** Kartlarda meydana gelebilecek arıza riskine önlem olarak birer yedeklerinin bulundurulması, uygulamalar sırasında anında müdehale edilerek, elektronik arızaların kısa zamanda çözülebilmesini, eğitimin aksamamasını sağlayacaktır.
- **RİSK 3:** Krater zemini kiremit tozu ve çimento karışımından yapılandırılmıştır. Robot üzerinde hareket ettikçe zamanla aşınabilmekte, küçük bölgesel nitelikte görsel inandırıcılığını kısmen zayıflatmaktadır.
- **ÖNLEM 3:** Krater belirli aralıklar ile kontrol edilmeli ve gerekli görüldüğü kısımları güncellenmelidir.
- **RİSK 4:** Ortamın Mars görünümünün inandırıcılığının desteklenmesi için kullanılan kırmızı led lambalar da voltaj değişikliklerinden, elektrik kesintilerinden etkilenebilmekte yada ömürleri dolmaktadır.
- **ÖNLEM 4:** Kırmızı led lambaların birer yedeklerinin bulundurulması, eğitimin anlık kesilmemesini sağlayacaktır.
- **RİSK 5:** Öğrencilerin ve yöneticinin online bağlandıkları Sunucu/Dağıtıcı Bilgisayarda ve dizüstü bilgisayarda; yazılım ve donanım problemleri yaşanabilir. Bu aşamada eğitim kesilir.
- **ÖNLEM 5:** Sunucu/Dağıtıcı bilgisayarın, dizüstü bilgisayarın teknik kapasitesine uygun yedekte ikiz bilgisayarlar bulundurulmalı. İçindeki yazılım-kodlama dosyaları ve kütüphane linkleri içerikli imaj alınmalıdır.

10. KAYNAKÇA

1. L. Pedersen, et al, “A survey of space robotics.” 2003.
2. A., Medina, C., et al,” A servicing rover for planetary outpost assembly.” Astra, 2011.
3. R. Welch, et al. “Systems engineering the Curiosity rover: a retrospective,” System of Systems Engineering (SoSE), 2013 8th International Conference on. IEEE, pp. 70-75, 2013.
4. D. W. Way, “Preliminary assessment of the Mars Science Laboratory entry, descent, and landing Simulation." Aerospace Conference, 2013 IEEE, pp. 1-16, 201