**BEKOLODER İŞ MAKİNESİ**

**OPERATÖRLÜK EĞİTİM SİMÜLATÖRÜ SETİ**

**TEKNİK ŞARTNAMESİ**

**1. TEKNİK ÖZELLİKLERİ**

**1.1. Simülasyon İstasyonu**

Simülasyon istasyonu aşağıda teknik özellikleri tablo olarak verilen 1 adet bilgisayar, 2 adet LED ekran ve 1 adet dokunmatik ekrandan oluşacaktır.

|  |  |
| --- | --- |
| **İşlemci** | Intel(R) Core(TM) i7 |
| **Ana Bellek** | En az 4 GB |
| **Sabit Bellek** | En az 120 GB SSD |
| **Ekran Kartı** | NVIDIA GeForce GTX750 (2048 MB) |
| **Kasa** | En az 300Watt |
| **Klavye** | Kablosuz Türkçe Q Standart |
| **Mouse** | Kablosuz 3 Düğmeli Standart |
| **İşletim Sistemi** | En az Windows 7 Home Premium |
| **Garanti Süresi** | En az 24 Ay |

|  |  |
| --- | --- |
| **Televizyon Tipi** | LED |
| **Ekran Ebadı** | 55” / 139 cm |
| **Video Formatı** | Full HD |
| **Görüntü Çözünürlüğü** | En az 1920 x 1080 Piksel |
| **Görüntü Tarama Hızı** | En az 60 Hz |
| **HDMI Girişleri** | En az 2 adet |
| **Ses Çıkışı** | 10W x 2 |
| **Garanti Süresi** | En az 24 Ay |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ekran Tipi** | LED Işıklandırmalı LCD IPS |
| **Ekran Ebadı** | 21.5” |
| **Görüntü Oranı** | 16:9 |
| **Görüntü Çözünürlüğü** | En az 1920 x 1080 Piksel |
| **Görüntü Tarama Hızı** | En az 60 Hz |
| **Girişleri Portları** | En az birer adet HDMI, VGA veya DVI, USB |
| **Tepki Süresi** | 8 ms |
| **Garanti Süresi** | En az 24 Ay |

**1.2.Eğitmen İstasyonu:** Eğitmen istasyonu aşağıda teknik özellikleri tablo olarak verilen 1 adet bilgisayar, 2 adet ekran, 1 adet lazer yazıcı ve güç kesilmelerine karşı güvenlik amacıyla 1 adet güç kaynağından oluşacaktır.

* Eğitmen istasyonunda senaryo yönetimi, hava ve çevre koşulları yönetimi, hareketli platformunun yönetimi, simülatör sürücüsünün tüm kontrollerinin yönetimi ve raporlama ile ilgili tüm yordamları gerçekleştirecektir.
* Senaryo yönetimi yanı sıra eğitmen istasyonunda görsel ortamda aracı çeşitli açılardan gösterebilen bir grafik üretici yazılım bulunacaktır.
* Simülasyon ortamı hava koşulları ve gün saatleri eğitmen tarafından değiştirilebilecektir.
* Eğitmende öğrencinin sistem üzerindeki tüm kontrol yetkisini elinden alan ve işlevsiz hale gelmesini sağlayan (böylece eğitmenin komutlarına odaklanmasını hedefleyen) bir öğrenci sınırlama (bloklama) sistemi bulunacaktır. Böylece eğitmen istediği zaman kontrolü kendine alıp öğrencinin ne yapması gerektiğini oturduğu yerden görsel olarak gösterecektir.

|  |  |
| --- | --- |
| **İşlemci** | Intel(R) Core(TM) i7 |
| **Ana Bellek** | En az 4 GB |
| **Sabit Bellek** | En az 120 GB SSD |
| **Ekran Kartı** | NVIDIA GeForce GTX550 (1024 MB) |
| **Kasa** | En az 300 Watt |
| **Klavye** | Kablosuz Türkçe Q Standart |
| **Mouse** | Kablosuz 3 Düğmeli Standart |
| **İşletim Sistemi** | En az Windows 7 Home Premium |
| **Garanti Süresi** | En az 24 Ay |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ekran Tipi** | LED |
| **Ekran Ebadı** | 19” |
| **Görüntü Oranı** | 16:9 |
| **Görüntü Çözünürlüğü** | En az 1920 x 1080 Piksel |
| **Görüntü Tarama Hızı** | En az 60 Hz |
| **Girişleri Portları** | En az birer adet HDMI, VGA veya DVI |
| **Tepki Süresi** | 8 ms |
| **Garanti Süresi** | En az 24 Ay |

|  |  |
| --- | --- |
| **Yazıcı Modu** | Lazer, Siyah |
| **Kâğıt Türleri** | A4/B5/A5/LGL/LTR/EXE/16K/Özel boyut |
| **Ön Bellek** | En az 32 MB |
| **İlk Baskı Süresi** | En fazla 7 sn |
| **Kâğıt Girişi** | En az 150 Sayfa |
| **Baskı Hızı** | En az 18 Sayfa / Dakika |
| **Kartuş Kapasitesi** | En az 700 Sayfa |
| **Baskı Kalitesi (Siyah)** | 2400 x 2400 Dpi |
| **Yazıcı Tipi** | Tek Fonksiyonlu |
| **İşletim Sistemi** | Windows 7 , 8 ve 10 |
| **Garanti Süresi** | En az 24 Ay |

|  |  |
| --- | --- |
| **UPS Tipi** | Line Interactive |
| **Dalga Şekli** | Sinüs Benzeşimli |
| **Çıkış** | Topraklı Priz |
| **Çıkış Adedi** | 4 Adet |
| **Arayüz** | RS-232 Bağlantısı |
| **Aşırı Yük** | Var |
| **Tel/Modem Hattı** | Var |
| **Aşırı Deşarj** | Var |
| **Garanti Süresi** | En az 24 Ay |

**1.3. Fizik ve Gerçeğe Sadakat**

1. İş makinasının matematiksel modelinin oluşturulmasında Agx, Vortex gibi profesyonel fizik motorları kullanılacaktır.
2. Aracın dinamik tepkilerinin gerçekçi olması sağlanacaktır. Bunlar:
   * + Aracın kendini kaldırması
     + Tekerleklerin damperlenme sönümlenme karakteristiği
     + Aracın yüke girdiğinde zorlanması ve motor devrinin düşmesi
3. Bütün araç alt sistemlerinin matematiksel olarak modellenmesi sağlanacaktır. Bunlar:
   * + Motor modelini
     + Şanzıman modeli
     + Manuel ve otomatik dişli kutusu
     + Diferansiyel modeli
     + Direksiyon sistemi modeli
     + Tork konverter modeli
     + Tekerlek modeli
     + Fren sistemi modeli
4. Aracın motor modeli, motor üreticisinin sağladığı pedal-devir-tork verileri temel alınarak modellenecektir.
5. Aracın vites oranları, vites kutusu üreticisinin sağladığı gerçek vites oranları girilerek modellenecektir.
6. Farklı çekiş, farklı sürüş ve farklı çalışma modları matematiksel olarak modellenecektir.
   * + 2 çeker ve 4 çeker modu
     + 2 tekerlek, belden kırma ve yengeç yürüyüşü modu
     + Kaplumbağa ve tavşan modu
7. Gerçek aracın çalıştırma prosedürlerine birebir uygun olacak şekilde simülasyon çalıştırılacaktır.
8. Araç farklı zeminlerde (asfalt, beton, toprak gibi) zeminle örtüşen tepkiler vermesi sağlanacaktır.
9. Kullanılan fizik yazılımı kablo için gerçekçi matematik model barındıracaktır. Kablo modeli aşağıdaki gibi parametreleri içerecektir:

* Eğilme setliği ve sönümlenmesi
* Eksenel sertliği ve sönümlenmesi
* Burulma sertliği ve damperlenmesi

1. Motorun yakıt tüketim verileri motor üreticisinin sağladığı verilerle birebir örtüşecektir.

**1.4. Hareketli Platform**

* Haraketli platform en az 3 serbestlik derecesinde (3DOF) hareket kabiliyeti sağlayacaktır.
* Haraketli platform motor ve yol ile ilgili olarak titreşimleri hissettirebilecek bir titreşim donanıma sahip olacaktır.
* Kaldırma kapasitesi en az 250 kg olacak şekilde tasarlanacaktır.
* Hareketli Platformda kullanılan eyleyiciler simülasyon endüstrisinde standartlaşmış ve CE sertifikasına sahip modellerden oluşacaktır.
* Yazılım ya da donanım olarak hareketli platformun devre dışı bırakılması sağlayabilecek bir mekanizmaya sahip olacaktır. Böylece hareketli platform devre dışıyken de simülatör kullanılabilecektir.
* Hareketli Platforma iletilen tüm hareket verileri ilerde analiz edilebilmesi için kaydedilebilecek bir mekanizmaya sahip olacaktır.
* Sistem genelinde herhangi bir aksaklık olduğunda bu aksaklıkların tespitini ve onarımını sağlayabilecek bir arşivleme mekanizması tümleşik olarak eklenecektir.
* Tüm sistem

|  |  |
| --- | --- |
| **Hareketli Platform Tipi** | En az 3DOF |
| **Dikey Kaldırma Mesafesi** | En az 37 mm |
| **Dikey Kalkış Hızı** | En az 100 mm/s |
| **Frekans Aralığı** | 0-100 Hz |
| **Sürüş Mekanizması** | Elektromekanik |
| **Eyleyici Başı Yük Kaldırma Miktarı** | En az 114 Kg |
| **Eyleyici Duruşu** | Dikey |
| **Gerekli Voltaj Değeri** | 220V CE Standardı |
| **Garanti Süresi** | En az 24 Ay |

**1.5. Sürüş Kontrolleri**

Sürüş kontrolleri mekanik ve elektronik olarak aşağıdaki çizelgede belirtilen hususları sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve tüm kontrollerin simülatördeki yerleşimi gerçek araçtaki yerleşim ile birebir aynı konumda olmalıdır.

|  |  |
| --- | --- |
| **Mekanik** | **Elektronik** |
| Orijinal direksiyon sistemi kullanılacaktır. | En az 900 derecelik dönüş için simülasyon yazılımına en az 1024 birim değişim gönderilecektir. |
| Direksiyon hareketleri kayış-kasnak mekanizması ile sınırlandırılmalıdır. |  |
| Direksiyon sisteminde orijinal vites mekanizması bulunmalıdır. |  |
| Direksiyon sisteminde orijinal gösterge paneli bulunmalıdır. | Göstergeler orijinal araçta kullanılan teknik ile birebir sürülmelidir. |
| Direksiyon sisteminde orijinal far kontrolü bulunmalıdır. |  |
| Direksiyon sisteminde orijinal sinyal kontrolü bulunmalıdır. |  |
| Direksiyon sisteminde orijinal korna kontrolü bulunmalıdır. |  |
| Orijinal gaz ve fren pedalı kullanılmalıdır. | En az 30 derecelik dönüş için simülasyon yazılımına 30 birim değişim gönderilecektir. |
| Orijinal joystick kontrolleri kullanılmalıdır. | Simülasyon yazılımına X-Y eksenlerinde en az 8 bit (255 birim) en fazla 10 bit (1024 birim) çözünürlükte değişim göndermelidir. |
| Orijinal emniyet kemeri kullanılmalıdır. | Bu kemerin bağlı olup olmadığı elektronik olarak kontrol edilebilmeli ve simülasyon yazılımına gönderilebilmelidir. |
| Orijinal koltuk kullanılmalıdır. |  |

**1.6. Bekoloder Kontrolleri**

* Yükleyici kontrolü için gerçek araç yükleyici joystick bulunmalıdır.
* Yükleyici kontrolü üzerinde yükleyici çene aç/kapa, vites boşa al, vites indir butonları  
  bulunmalıdır.
* Beko kontrolleri için gerçek araç beko joystickleri bulunmalıdır.
* Beko kontrolleri üzerinde teleskopik kolu aç/kapa ve korna butonları bulunmalıdır.
* Joystick ve tüm kontroller yüksek sadakatle işlevini yerine getirebilmesi için ve herhangi bir konak (host) bilgisayara gereksinim duymadan birbirleri arasında haberleşmelerini sağlamak için evrensel veri aktarım protokollerinden CANBUS, PROFIBUS gibi protokolleri desteklemelidir.
* Kazıcının boom ve arm kontrollerinin ters olarak bağlandığı araçları da kapsayabilmek için dokunmatik ekran üzerinde Kato düğmesi bulunacaktır. Böylece farklı kazıcı tiplerine alışkın operatörlerin kolayca joystick kontrol tipini değiştirebilecektir.
* Dijital ve analog giriş/çıkış kontrollerini yapan elektronik modüller haberleşme protokolü olarak CAN V2.0 gereksinimlerini sağlamalıdır. Modüller arası ve merkezi bilgisayarla olan haberleşmeleri en az 1 Mb/s olmalıdır.
* Joysticklerde kullanılan tüm analog sensörler mekanik temas gerektirmeyen manyetik akıma duyarlı (hall effect) tipte olmalıdır. Sensörler 23 kHz frekansına kadar olan manyetik değişimleri algılayabilmelidirler.

**1.7. Göstergeler ve Kontroller**

Sistem üzerinde tüm araç kontrollerinin ve göstergelerinin bulunduğu bir dokunmatik ekran bulunacaktır. Bu dokunmatik ekran gerçek araçta bulunan tüm kontroller, göstergeler ve lambaları üzerinde barındırarak donanım harici sistemin kontrol ve testlerinde kullanılmasını sağlayacaktır.

**1.8. Senaryo Çeşitleri**

Aşağıdaki eğitim türlerine yönelik senaryolar bulunmalıdır.

* Temel Sürüş : Senaryonun amacı aracı devirmeden bitiş çizgisine kadar sürmektir.
* Slalom Sürüş : Senaryonun amacı çimento dubalara çarpmadan ve dönüş noktalarını kaçırmadan sarı çizgileri takip ederek sürmektir.
* Hayalet Kazıcı : Senaryonun amacı kazıcıyı konumlandırılan hayalet kazıcı konumuna getirmektir.
* Toplu Koniler : Senaryonun amacı kazıcıyı kullanarak dubaların üzerinde bulunan topları kepçeleyerek alıp sepetin içine koymaktır.
* Nesne Yükleme : Senaryonun amacı kazıcıyı kullanarak zemin üzerinde duran topları sepete ve yükleyiciyi kullanarak da tomrukları kutuya yerleştirmektir.
* Çatal Yükleme : Senaryonun amacı kargo kutularını yükleyicinin üzerinde çatallarla taşıyıp raflara düzgünce yerleştirmektir.
* Kazı : Senaryonun amacı kazıcıyı kullanarak kum yığınını kamyona yüklemektir.
* Kırıcı Konumlandırma : Senaryonun amacı kırıcıyı hedef noktalara doğru açı konumlamak ve kırmaktır.
* Kanal Kazma : Senaryonun amacı gösterilen dikdörtgen alanı kanal halinde kazmaktır.
* Lowbed Yükleme : Senaryonun amacı aracı lowbed yükleyicinin üzerine çıkarıp yükleyiciyi ve kazıcıyı konumlanmış hayalet yükleyici ve kazıcının gösterdiği konuma getirmektir.
* Toprak Yükleme : Senaryonun amacı toprak yığınını kamyona yüklemektir.
* Kaya Yükleme : Senaryonun amacı yükleyiciyi kullanarak kaya yığınını kamyona yüklemektir.
* Ataşman Değiştirme : Senaryonun amacı ataşmanları kazıcıda bulunan ataşman noktasına takmaktır.
* Kazıcı Yörünge Takibi : Senaryonun amacı kazıcı ile tüm yörüngeleri takip etmektir.

**1.9. 3D Model ve Simülasyon Ortamı**

* Simülasyonda kullanılacak olan çevresel unsurlar ve özellikle Bekoloder kullanıcının alacağı gerçekçilik hissiyatını bozmayacak derecede detaylı, sistem kaynağını yormayacak düzeyde optimize modellenecek ve kaplanacaktır.
* Bekoloder yüklenici tarafından tasnif ettiği teknik çizim ve referans fotoğraflar ile gerçeğine uygun boyut, şekil ve renklerde olacaktır.
* Görselleştirme programı en az 60 fps hızda görüntü üretebilecektir.
* Güneş, tarih ve saate göre gerçek yerinde olacak, gündüz ve gece buna göre simüle edilecektir.
* Yağmur, kar, sis, bulutlu hava gibi durumlar için, farklı ışık setleri olacaktır.
* Yeryüzünde, gerçek zamanlı yumuşak gölgeler olacaktır.
* Renderer, hem defered hem de forward rendering yapabilecektir.
* Araçların tüm ışıkları ve ortam ışıkları gerçekçi bir şekilde modellenecektir. Bir sahnede en az 50 adet farklı ışık aynı anda bulunabilecektir.
* Aynalar ve kamera sistemleri için texture rendering tabanlı görüntüler oluşturulacaktır.
* Çamurlu, yağmurlu, karlı, buzlu olmak kaydıyla toprak yol, çakıllı yol ve asfalt yol için fren mesafesi ve yol tutuş etkisi simüle edilecektir.
* Topraktan toz kalkması ya da karlı havada karların püskürmesi gibi durumlar özel efektler ile görselleştirilecektir.

**1.10. Ölçme ve Değerlendirme**

Senaryo sonunda en az aşağıdaki bilgileri içeren html veya pdf formatlarında çıktı üretebilen bir raporlama modülünü içerecektir.

* Eğitim veren eğiticinin adı soyadı
* Eğitim veren kurumun ismi
* Eğitimin verildiği tarih ve saat
* Öğrencinin adı soyadı
* Kullanılan aracın tipi
* Senaryonun toplam süresi
* Senaryo boyunca toplam ve ortalama yakıt tüketim miktarları
* Senaryonun hedefi ve miktarı
* Senaryonun başarı durum
* Senaryonun başarı oranı
* Taşınan yük başarım miktarı
* Aracı Çarpma Sayısı
* Güvenlik İhlalleri (Kemersiz Kullanım Durumları)

**2. ALET, AKSESUAR VE GEREKLİ DİĞER KALEMLER**

Yüklenici firma simülatör kurulumunda sırasında kurulum ortamının durumuna göre ihtiyaç olacak tüm  
aksesuar ve teknik malzemeleri getirecektir.

**3. GARANTİ KOŞULLARI**

Yüklenici simülatörü donanım ve yazılımı için 24 ay garanti verecektir. Garanti süresi içinde gerekli yedek parça nakliye montaj işlemlerini bedelsiz yapacaktır. Makinede meydana gelen arıza onarım süresi 15 iş gününden fazla olmayacaktır. 15 iş gününden fazla olacak olursa yüklenici firma garantiden yeni bir makine ile çalışmanın devamını sağlayacaktır.

**4. NAKLİYE, MONTAJ VE BAKIM HİZMETLERİ**

Yüklenici firma, nakliye ve montaj işlemi için kurumumuza getireceği eğitim simülatör ekipmanlarını sözleşme tarihinden en geç 15 iş günü içerisinde idaremiz tarafından gösterilen yere montajını ücretsiz yapacaktır. Yüklenici, garanti süresi boyunca ürün hatalarının giderilmesinden ve yazılım versiyon yenilenmelerinin yapılmasından sorumlu olacaktır.

**5. KULLANIM KILAVUZU**

Yüklenici firma, kullanım ve bakım kılavuzu ile eğitim kitapçıklarını Türkçe olarak teslim edecektir.

**6. DİĞER HUSUSLAR**

* Teklifler Türk Lirası olarak verilecektir.
* Simülatör geliştirilirken söz konusu iş makinesinin üreticisinden, simülatör için gerekli mühendislik datalarının sağlandığı  ve simülatörün üreticisinin operatörleri tarafından test edildiğini ve onaylandığı ifade eden iş makinesi üreticisinden alınan onaylı belge ibraz edilecektir.
* Temin edilecek simülatör ile kurumumuzda kurslarda eğitim verecek personele verilmesi gerekli olabilecek teknik içerikli eğitimler yüklenici firma tarafından ücretsiz olarak verilecektir.
* Yüklenici firma hakkediş bedelinin, %60 lık kısmı sözleşme tarihinden itibaren en geç 15 iş günü içerisinde, geriye kalan %40 lık kısmı ise Ahiler Kalkınma Ajansının proje bedelini Halkbank Nevşehir Şubesinde açılan **TR03 0001 2009 6860 0016 0002 65** IBAN numaralı proje hesabına yatırmasına müteakip en geç 15 iş günü içerisinde hesabına yatırılacaktır.